KUKA

Training
**Programación de robots 1**
KUKA System Software 8.6, 8.7
Manual



# Documentación para la formación

Edición: 26.07.2024
PROG P1 KSS 8 V4.1.1
KUKA Deutschland GmbH

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

© Copyright 2024
KUKA Deutschland GmbH
Zugspitzstraße 140
D-86165 Augsburg
Alemania

La reproducción de esta documentación – o parte de ella – o su facilitación a terceros solamente está permitida con expresa autorización del KUKA Deutschland GmbH.

Además del volumen descrito en esta documentación, pueden existir funciones en condiciones de funcionamiento. El usuario no adquiere el derecho sobre estas funciones en la entrega de un aparato nuevo, ni en casos de servicio.

Hemos controlado el contenido del presente escrito en cuanto a la concordancia con la descripción del hardware y el software. Aún así, no pueden excluirse totalmente todas las divergencias, de modo tal, que no aceptamos responsabilidades respecto a la concordancia total. Pero el contenido de estos escritos es controlado periodicamente, y en casos de divergencia, éstas son enmendadas y presentadas correctamente en la edición siguiente.

Reservados los derechos a modificaciones técnicas que no tengan influencia en el funcionamiento.

KIM-PS5-DOC

Traducción de la documentación original

| | |
|---|---|
| Publicación: | Pub COLLEGE - PROG P1 KSS 8 (Referencebook) (V4.1.1) (PDF-COL) es |
| | PB19976 |
| Estructura de libro: | PROG P1 KSS 8 - ReferenceBook (R4) V1.46 |
| | BS17268 |
| Versión: | PROG P1 KSS 8 V4.1.1 |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# Índice


| | | |
|---|---|---|
| **1** | **Estructura y función de un sistema de robot KUKA** | **13** |
| 1.1 | Navegador del curso | 13 |
| 1.2 | Nociones básicas sobre robots | 13 |
| 1.3 | Componentes del robot | 14 |
| 1.3.1 | ¿Qué es un manipulador? | 15 |
| 1.3.2 | Ejes de un robot | 16 |
| 1.3.3 | Topes finales mecánicos | 17 |
| 1.4 | Conocer la unidad de control del robot KR C4 | 18 |
| 1.5 | Conocer la unidad de control del robot KR C5 | 19 |
| 1.6 | Aplicaciones en la unidad de control KUKA | 21 |
| 1.7 | La unidad de control como participante de red | 22 |
| 1.8 | Conocer el KUKA smartPAD-2 | 22 |
| 1.8.1 | Resumen smartPAD 2 | 24 |
| 1.9 | ¿Cómo se programa un robot? | 27 |
| **2** | **Seguridad del robot en el ejemplo de la celda de formación College** | **31** |
| 2.1 | Navegador del curso | 31 |
| 2.2 | Descripción de la situación | 31 |
| 2.3 | Indicaciones generales de seguridad | 32 |
| 2.4 | Seguridad del robot en el ejemplo de la celda de formación College | 37 |
| **3** | **Documentación del sistema de robot** | **39** |
| 3.1 | Navegador del curso | 39 |
| 3.2 | KUKA Xpert | 39 |
| 3.3 | Registro | 41 |
| 3.4 | Utilizar KUKA Xpert Basic | 43 |
| **4** | **Reaccionar a los mensajes del smartPAD** | **45** |
| 4.1 | Navegador del curso | 45 |
| 4.2 | Mensajes en el smartPAD | 45 |
| 4.3 | Leer e interpretar mensajes | 47 |
| **5** | **Conocer y cambiar los modos de servicio de la unidad de control del robot** | **49** |
| 5.1 | Navegador del curso | 49 |
| 5.2 | Conocer los modos de servicio de la unidad de control del robot | 49 |
| 5.3 | Función y utilización de los modos de servicio | 50 |
| 5.4 | Cambiar el modo de servicio | 51 |
| **6** | **Desplazar el robot de forma específica del eje con el smartPAD** | **53** |
| 6.1 | Navegador del curso | 53 |
| 6.2 | Conocer el desplazamiento manual específico del eje | 53 |
| 6.3 | Mover ejes del robot individualmente | 54 |
| **7** | **En caso de avería, mover el robot con el dispositivo de liberación** | **59** |
| 7.1 | Navegador del curso | 59 |




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| 7.2 | Conocer el dispositivo de liberación | 59 |
| 7.3 | Mover el robot sin la unidad de control en casos de emergencia | 60 |
| **8** | **Asignar correctamente los sistemas de coordenadas en el robot KUKA** | **63** |
| 8.1 | Navegador del curso | 63 |
| 8.2 | Sistemas de coordenadas en relación con los robots | 63 |
| 8.3 | Sistema de coordenadas y "regla de la mano derecha" | 64 |
| **9** | **Mover el robot en el sistema de coordenadas universales con el smartPAD** | **67** |
| 9.1 | Navegador del curso | 67 |
| 9.2 | Mover el robot en el sistema de coordenadas universales | 67 |
| 9.3 | Movimiento del robot en el sistema de coordenadas universales | 69 |
| **10** | **Posicionar la herramienta del robot de forma precisa con el tipo de desplazamiento incremental** | **77** |
| 10.1 | Navegador del curso | 77 |
| 10.2 | Conocer el desplazamiento manual incremental | 77 |
| 10.3 | Desplazamiento incremental del robot | 78 |
| **11** | **Mover el robot con el tipo de desplazamiento Guía** | **81** |
| 11.1 | Navegador del curso | 81 |
| 11.2 | Conocer el tipo de desplazamiento "Guía" | 81 |
| 11.3 | Mover el robot con el tipo de desplazamiento "Guía" | 82 |
| **12** | **Indicar la posición del robot actual en el smartPAD** | **87** |
| 12.1 | Navegador del curso | 87 |
| 12.2 | Opciones de visualización de las posiciones del robot | 87 |
| 12.3 | Consultar la posición actual del robot en el smartPAD | 89 |
| **13** | **Conocer y utilizar los grupos de usuarios de la unidad de control** | **93** |
| 13.1 | Navegador del curso | 93 |
| 13.2 | Grupos de usuarios en la unidad de control | 93 |
| 13.2.1 | Cambiar grupo de usuarios | 94 |
| 13.2.2 | Cambiar contraseña | 96 |
| **14** | **Ajuste del robot** | **99** |
| 14.1 | Navegador del curso | 99 |
| 14.2 | Ajuste del robot | 99 |
| 14.3 | Principio de ajuste | 100 |
| 14.4 | Medio de ajuste | 104 |
| 14.5 | Determinación de la posición mecánica cero | 106 |
| 14.6 | Ajuste del robot | 110 |
| 14.6.1 | Conocer el ajuste inicial | 111 |
| 14.6.1.1 | Realizar el ajuste inicial | 112 |
| 14.6.2 | Ajuste con corrección de peso | 116 |
| 14.6.2.1 | Realizar el ajuste con corrección de peso | 117 |
| 14.6.2.2 | Realizar el ajuste con corrección de peso después de una avería | 122 |
| 14.6.3 | Conocer el ajuste estándar | 122 |
| 14.6.3.1 | Realizar el ajuste estándar | 123 |




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| 14.7 | Posiciones de ajuste en el robot pequeño AGILUS 2 | 124 |
| 14.8 | Archivos de ajuste importantes | 124 |
| **15** | **Conocer y utilizar la administración TOOL/BASE** | **127** |
| 15.1 | Navegador del curso | 127 |
| 15.2 | Administración de herramientas y bases | 127 |
| 15.3 | Administración de herramientas y bases en el smartPAD | 128 |
| **16** | **Conocer y configurar las cargas en el robot** | **135** |
| 16.1 | Navegador del curso | 135 |
| 16.2 | Cargas sobre el robot | 135 |
| 16.3 | Datos de carga de la herramienta | 136 |
| 16.4 | Carga adicional en el robot | 137 |
| 16.5 | Configurar cargas adicionales en el robot | 139 |
| **17** | **Conocer y medir TOOL** | **143** |
| 17.1 | Navegador del curso | 143 |
| 17.2 | Descripción de la situación | 143 |
| 17.3 | Herramientas guiadas por robot | 144 |
| 17.3.1 | Conocer las ventajas de las herramientas medidas | 144 |
| 17.4 | Medición de una herramienta | 146 |
| 17.4.1 | Añadir herramienta/pieza nueva | 148 |
| 17.4.2 | Conocer la medición del TCP, método de 4 puntos | 150 |
| 17.4.2.1 | Medir el TCP con el método de 4 puntos | 151 |
| 17.4.2.2 | Guardar datos de carga de herramienta/pieza de trabajo | 155 |
| 17.4.3 | Conocer el método de referencia XYZ | 156 |
| 17.4.3.1 | Medir el TCP con el método de referencia XYZ | 157 |
| 17.4.4 | Conocer la orientación de la herramienta con el método ABC World | 160 |
| 17.4.4.1 | Establecer la orientación de la herramienta con el método ABC-World | 161 |
| 17.4.5 | Conocer la orientación de la herramienta con el método ABC de 2 puntos | 162 |
| 17.4.5.1 | Establecer la orientación de la herramienta con el método ABC de 2 puntos | 163 |
| **18** | **Desplazamiento manual del robot en el sistema de coordenadas TOOL** | **167** |
| 18.1 | Navegador del curso | 167 |
| 18.2 | Robot en el sistema de coordenadas TOOL | 167 |
| 18.3 | Mover el robot en el sistema de coordenadas de TOOL | 169 |
| **19** | **Conocer y medir BASE** | **173** |
| 19.1 | Navegador del curso | 173 |
| 19.2 | Descripción de la situación | 173 |
| 19.3 | El sistema de coordenadas Base | 174 |
| 19.4 | Ventajas de una base medida | 174 |
| 19.5 | Opciones de la medición de base | 176 |
| 19.6 | Añadir base/herramienta fija nueva | 177 |
| 19.6.1 | Método de 3 puntos | 179 |
| **20** | **Desplazamiento manual del robot en el sistema de coordenadas BASE** | **183** |
| 20.1 | Navegador del curso | 183 |
| 20.2 | Robot en el sistema de coordenadas Base | 183 |




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| 20.3 | Mover el robot en el sistema de coordenadas Base | 185 |
| **21** | **Alinear la herramienta del robot mediante el sistema de coordenadas TOOL y BASE** | **189** |
| 21.1 | Navegador del curso | 189 |
| 21.2 | Conocer el desplazamiento manual con alineación | 189 |
| 21.3 | Movimiento del robot mediante el tipo de desplazamiento "Alinear" | 190 |
| **22** | **Ejecutar los programas del robot** | **193** |
| 22.1 | Navegador del curso | 193 |
| 22.2 | Descripción de la situación | 193 |
| 22.3 | Seleccionar programas de robot | 194 |
| 22.3.1 | Seleccionar programas de robot | 195 |
| 22.4 | ¿Qué aspecto tiene un programa de robot? | 196 |
| 22.5 | Conocer las teclas de ejecución del programa "Inicio hacia delante" e "Inicio hacia atrás" | 196 |
| 22.6 | Conocer los modos de flujo de programa | 197 |
| 22.7 | Iniciar el programa | 198 |
| 22.8 | Conocer el desplazamiento de inicialización | 201 |
| 22.8.1 | ¿Cuándo se realiza un desplazamiento COI? | 202 |
| 22.9 | Restablecer y deseleccionar el programa | 202 |
| **23** | **Uso de archivos de programas** | **205** |
| 23.1 | Navegador del curso | 205 |
| 23.2 | Encontrar módulos de programa en el navegador | 205 |
| 23.2.1 | Propiedades de los módulos de programación | 206 |
| 23.3 | Crear módulos de programa | 206 |
| 23.4 | Borrar módulos de programa | 209 |
| 23.5 | Duplicar módulos de programa | 210 |
| 23.6 | Renombrar módulos de programa | 211 |
| **24** | **Guardar y restaurar archivos del robot** | **213** |
| 24.1 | Navegador del curso | 213 |
| 24.2 | Descripción de la situación | 213 |
| 24.3 | Conocer archivos de robot | 213 |
| 24.4 | Memoria USB para archivos | 214 |
| 24.5 | Creación de un archivo del robot | 214 |
| 24.6 | Restaurar los datos del robot | 217 |
| **25** | **Conocer movimientos programados** | **219** |
| 25.1 | Navegador del curso | 219 |
| 25.2 | ¿Qué informaciones se necesitan para crear nuevos instrucciones de movimiento? | 219 |
| **26** | **Creación de movimientos con optimización del tiempo de ciclo (SPTP)** | **223** |
| 26.1 | Navegador del curso | 223 |
| 26.2 | SPTP – Desarrollos del movimiento con optimización del tiempo de ciclo (movimiento de eje) | 223 |
| 26.3 | Status y Turn | 225 |
| 26.4 | SPTP – Aproximación | 227 |
| 26.5 | Programar los movimientos con el formulario inline | 229 |




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| 26.5.1 | Formulario inline: SPTP | 233 |
| **27** | **Crear movimientos de trayectoria (SLIN, SCIRC)** | **237** |
| 27.1 | Navegador del curso | 237 |
| 27.2 | Crear movimientos de trayectoria | 237 |
| 27.3 | Programar un movimiento de trayectoria SLIN | 238 |
| 27.3.1 | Formulario inline: SLIN | 240 |
| 27.3.2 | Conocer los controles de orientación SLIN | 241 |
| 27.3.2.1 | Ajustar el control de orientación SLIN | 243 |
| 27.4 | Programar un movimiento de trayectoria SCIRC | 244 |
| 27.4.1 | Programar SCIRC | 245 |
| 27.4.2 | Formulario inline: SCIRC | 247 |
| 27.4.3 | Aproximación en los movimientos de trayectoria | 249 |
| 27.4.4 | Conocer el control de orientación SCIRC | 249 |
| 27.4.4.1 | Ajustar el control de orientación SCIRC | 251 |
| **28** | **Conocer y evitar posiciones singulares** | **253** |
| 28.1 | Navegador del curso | 253 |
| 28.2 | Conocer posiciones singulares | 253 |
| **29** | **Modificar puntos de movimiento programados** | **257** |
| 29.1 | Navegador del curso | 257 |
| 29.2 | Descripción de la situación | 257 |
| 29.3 | Modificar instrucciones de movimiento | 258 |
| 29.4 | Modificación de datos de posición | 259 |
| 29.5 | Modificación de los datos del Frame | 260 |
| 29.6 | Modificación de los datos de movimiento | 260 |
| 29.7 | Modificación del tipo de movimiento | 261 |
| 29.8 | Manejo de puntos de movimiento existentes | 262 |
| **30** | **Guardar los puntos de movimiento programados de forma global.** | **265** |
| 30.1 | Navegador del curso | 265 |
| 30.2 | Programar con puntos globales | 265 |
| 30.3 | Mostrar y modificar puntos globales en una vista general | 268 |
| **31** | **Conocer el paquete de opciones KUKA.Gripper y SpotTech** | **273** |
| 31.1 | Navegador del curso | 273 |
| 31.2 | Descripción de la situación | 273 |
| **32** | **Integrar la garra a través del paquete de opciones KUKA.Gripper y SpotTech** | **275** |
| 32.1 | Navegador del curso | 275 |
| 32.2 | Configurar garra | 275 |
| 32.3 | Parametrizar garra | 281 |
| **33** | **Manejar y programar las garras a través del paquete de opciones KUKA.Gripper y SpotTech** | **285** |
| 33.1 | Navegador del curso | 285 |
| 33.2 | Manejo de la garra con KUKA.GripperTech | 285 |
| 33.2.1 | Visualizar señales de la garra en el smartPAD | 286 |
| 33.3 | Conocer los formularios inline para la garra | 288 |




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

33.3.1 Programar la garra con formularios inline ... 289
33.3.2 Comprobar los estados de la garra con formularios inline ... 293

**34 Programación de movimientos spline ... 295**

34.1 Navegador del curso ... 295
34.2 ¿Cómo se recorren los puntos programados por el robot? ... 295
34.2.1 ¿Qué es SPLINE? ... 296
34.2.2 SPLINE – Conocer los segundos planos matemáticos ... 298
34.3 Conocer un bloque SPLINE ... 299
34.3.1 Conocer la trayectoria SPLINE ... 300
34.3.2 Estructura de un bloque SPLINE ... 301
34.4 Programar bloque SPLINE con movimiento ... 302
34.4.1 SLIN en el bloque SPLINE ... 306
34.4.2 SCIRC en el bloque SPLINE ... 307
34.4.3 SPL en el bloque SPLINE ... 308
34.4.4 Parámetro de movimiento ... 309
34.5 Indicaciones para la programación ... 310
34.5.1 Modificar puntos en el bloque SPLINE ... 311
34.5.1.1 Modificar puntos en movimientos SPLINE combinados ... 311
34.5.1.2 Modificar puntos en movimientos SPLINE con segmentos SPL puros ... 312
34.5.2 Evitar la reducción de velocidad no deseada en los movimientos Spline ... 313
34.5.2.1 Reducción de velocidad mediante segmentos de movimiento consecutivos sin SPL ... 313
34.5.2.2 Reducción de la velocidad debida a una programación por aprendizaje no uniforme ... 314
34.5.3 Selección de paso en caso de movimientos Spline ... 316
34.6 Aproximación de movimientos Spline ... 318

**35 Conocer la conexión de los periféricos mediante entradas y salidas ... 319**

35.1 Navegador del curso ... 319
35.2 Introducción a la programación lógica ... 319

**36 Programar funciones de conmutación clásicas mediante formularios inline ... 323**

36.1 Navegador del curso ... 323
36.2 Descripción de la situación ... 323
36.3 Programación lógica simple ... 323
36.4 Programación de funciones de conmutación sencillas ... 324
36.5 Comportamiento de CONT en las funciones de conmutación ... 325
36.6 Conocer las funciones de conmutación pulsadas "PULSE" ... 326

**37 Conocer la relación entre el puntero de movimiento de avance y el puntero de ejecución principal ... 331**

37.1 Navegador del curso ... 331
37.2 Conocer el puntero de movimiento de avance ... 331

**38 Programar funciones de espera clásicas mediante formularios inline ... 333**

38.1 Navegador del curso ... 333
38.2 Programar funciones de espera ... 333




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

38.3 Conocer la función de espera "WAIT SEC" en función del tiempo ..... 335
38.3.1 Programar una función de espera dependiente del tiempo "WAIT SEC" con formularios inline ..... 335
38.3.2 Comportamiento de conmutación "WAIT SEC" y ejemplos ..... 336
38.4 Conocer la función de espera dependiente de una señale "WAIT FOR" ..... 337
38.4.1 Programar una función de dependientes dependiente de la señal "WAIT FOR" con formularios inline ..... 337
38.4.2 Comportamiento de conmutación en el entorno de aproximación ..... 339

**39 Mostrar variables y estados de conmutación en el smartPAD ..... 341**

39.1 Navegador del curso ..... 341
39.2 ¿Qué entradas y salidas se pueden indicar? ..... 341
39.3 ¿Qué variables se pueden visualizar? ..... 342

**40 Programación de la lógica en el bloque SPLINE y en pasos individuales SPLINE ..... 345**

40.1 Navegador del curso ..... 345
40.2 Programación de lógica con SPLINE y pasos individuales SPLINE ..... 345
40.3 Programar el activador Spline ..... 346
40.3.1 Programar el activador SPLINE ..... 346
40.3.2 Programar el activador SPLINE mediante formulario inline ..... 350
40.3.3 Indicaciones para la programación ..... 353

**41 Recorrer el contorno SPLINE con velocidad constante ..... 355**

41.1 Navegador del curso ..... 355
41.2 Programación de zona de desplazamiento constante ..... 355
41.3 Programación de zona de desplazamiento constante ..... 356
41.4 Indicaciones para la programación ..... 361

**42 Detener el robot en el bloque SPLINE mediante una condición ..... 363**

42.1 Navegador del curso ..... 363
42.2 Programar parada condicionada ..... 363
42.3 Indicaciones para la programación ..... 364
42.4 Programar parada condicionada ..... 365
42.5 Programar una parada condicionada mediante formulario inline ..... 368

**43 Conocer la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija ..... 373**

43.1 Navegador del curso ..... 373
43.2 Herramienta guiada por robot y herramienta fija ..... 373
43.3 Interpolación del movimiento con la pieza de trabajo guiada por el robot ..... 374

**44 Medir la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija ..... 377**

44.1 Navegador del curso ..... 377
44.2 Conocer la medición de una herramienta fija ..... 377
44.2.1 Medición de una herramienta fija ..... 378
44.3 Medición de una pieza de trabajo guiada por robot ..... 382
44.3.1 Medición de una pieza guiada por robot ..... 383

**45 Desplazamiento manual de la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija ..... 389**

45.1 Navegador del curso ..... 389




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

45.2 Conocer el desplazamiento manual con una herramienta externa ... 389
45.3 Desplazamiento manual con pieza de trabajo guiada por robot / herramienta fija ... 390

**46 Programar la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija ... 393**

46.1 Navegador del curso ... 393
46.2 Programación de movimiento con TCP externo ... 393

**47 Introducción al nivel del experto ... 395**

47.1 Navegador del curso ... 395
47.2 ¿Qué son las plantillas? ... 395
47.2.1 Adaptar las plantillas de forma específica para el cliente ... 396
47.3 Vistas en el explorador ... 397
47.3.1 Adaptar las vistas en el explorador ... 397
47.4 Vistas en el editor del smartPAD ... 399
47.4.1 Adaptar la vista en el editor del smartPAD ... 399
47.5 Errores en programas ... 400
47.5.1 Encontrar el error en el programa y subsanarlo ... 401

**48 Estructurar programas de robot ... 405**

48.1 Navegador del curso ... 405
48.2 Comentar programas ... 405
48.3 Conocer cómo comentar programas ... 408
48.3.1 ¿Qué posibilidades hay de realización de comentarios? ... 409
48.3.2 Comentar programas a través de formularios inline ... 410
48.4 Sangrar programas ... 410
48.5 Ocultar líneas de programa ... 411

**49 Activar y vincular programas de robot como subprogramas (KRL) ... 413**

49.1 Navegador del curso ... 413
49.2 Conocer la vinculación de programas de robot ... 413
49.3 Concatenar programas de robot ... 415

**50 Ampliar programas con variables y acuerdos ... 417**

50.1 Navegador del curso ... 417
50.2 Gestión de datos en KRL ... 417
50.2.1 Convenciones sobre nombres ... 417
50.2.2 Tipos de datos ... 418
50.2.3 Creación de variables ... 419
50.2.4 Doble declaración de variables ... 419
50.2.5 Vida útil y validez de las variables ... 419
50.2.6 Declaración de variables en función del lugar de almacenamiento ... 420
50.2.7 Datos de sistema de KUKA ... 420
50.3 Trabajar con tipos de datos simples ... 421
50.3.1 Programar las instrucciones lógicas y los bucles mediante formularios inline ... 421
50.3.2 Declaración de variables ... 422
50.3.3 Inicialización de variables con tipos de datos simples ... 424
50.3.4 Declarar la variable mediante un formulario inline e inicializar ... 427
50.3.5 Manipulación de valores de variables de tipos de datos simples con KRL ... 428



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| **51** | **Repetir secciones de programas con bucles** | **433** |
| 51.1 | Navegador del curso | 433 |
| 51.2 | Programar bucles | 433 |
| 51.3 | Programar un bucle sinfín | 434 |
| 51.3.1 | Programar un bucle sinfin con KRL | 434 |
| 51.3.2 | Programar un bucle sinfin con formularios inline | 435 |
| 51.4 | Programar un bucle de conteo | 441 |
| 51.4.1 | Programar un bucle de conteo con KRL | 442 |
| 51.4.2 | Programar un bucle de conteo con formularios inline | 444 |
| 51.5 | Conocer un bucle finito | 451 |
| 51.5.1 | Programar un bucle finito con KRL | 451 |
| 51.5.2 | Programar un bucle finito con formularios inline | 452 |
| 51.6 | Programar un bucle infinito | 459 |
| 51.6.1 | Programar un bucle infinito con KRL | 459 |
| 51.6.2 | Programar un bucle infinito con formularios inline | 460 |
| **52** | **Ramificar secciones de programa sobre condiciones** | **469** |
| 52.1 | Navegador del curso | 469 |
| 52.2 | Conocer consultas o ramificaciones (IF-THEN-ELSE) | 469 |
| 52.2.1 | Programar consultas o ramificaciones (IF-THEN-ELSE) con KRL | 470 |
| 52.2.2 | Programar consultas o ramificaciones (IF-THEN-ELSE) con formularios inline. | 471 |
| 52.3 | Conocer el distribuidor (SWITCH-CASE) | 480 |
| 52.3.1 | Programar distribuidores (SWITCH-CASE) con KRL | 480 |
| 52.3.2 | Programar distribuidores (SWITCH - CASE) con formularios inline | 482 |
| 52.4 | Conocer el comando de salto (GOTO) | 490 |
| 52.4.1 | Programar un comando de salto (GOTO) con KRL | 491 |
| **53** | **Activación del programa a través de un PLC de orden superior (CELL.SRC)** | **493** |
| 53.1 | Navegador del curso | 493 |
| 53.2 | Conocer el inicio del programa a través de un PLC de orden superior | 493 |
| 53.3 | Conocer el programa de organización Cell.src | 494 |
| 53.4 | Comunicación entre la unidad de control y el PLC en el ejemplo de la celda de formación | 496 |
| **54** | **Guardar la imagen del disco duro y los datos** | **499** |
| 54.1 | Navegador del curso | 499 |
| 54.2 | Descripción de la situación | 499 |
| 54.3 | ¿Qué se puede guardar? | 499 |
| 54.4 | ¿Cómo se puede crear una imagen y archivar datos? | 500 |
| 54.4.1 | KUKA.Recovery USB, modo de ejecución | 502 |
| **55** | **Trabajar con WorkVisual** | **505** |
| 55.1 | Navegador del curso | 505 |
| 55.2 | Presentación del entorno de configuración WorkVisual | 505 |
| 55.3 | Crear versión portátil de WorkVisual | 506 |
| 55.4 | Conexión de un PC WorkVisual a la unidad de control | 509 |
| 55.5 | Vista general de la interfaz de usuario WorkVisual | 510 |
| 55.6 | Cargar un proyecto existente en WorkVisual | 511 |
| 55.7 | Guardar localmente proyecto WorkVisual | 513 |




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

55.8 Modos de WorkVisual ... 514
55.9 Transmitir el proyecto a la unidad de control del robot (instalar) ... 514
55.9.1 Confirmar el proyecto en la unidad de control ... 519
55.9.2 Activar la configuración de seguridad modificada ... 521
55.9.3 Administración de proyectos avanzada en el smartPAD ... 522

**56 Anexo ... 527**

56.1 Indicar el uso de la memoria ... 527
56.2 Apagar la unidad de control, conocer variantes ... 528
56.2.1 Apagar la unidad de control ... 528
56.3 Conocer el libro de protocolo ... 531
56.3.1 Abrir y utilizar el libro de protocolo ... 532
56.3.2 Exportación de protocolo ... 533

**Índice 535**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 1 Estructura y función de un sistema de robot KUKA

## 1.1 Navegador del curso

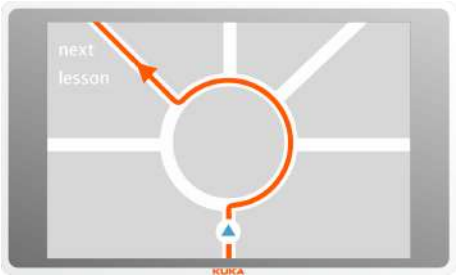



**Fig. 1-1: Navegador**

Conocerá la estructura y la función de un sistema de robot de KUKA.

- Sabe cómo está estructurada y cómo se mueve una cinemática del robot.
- Ha recibido una breve introducción a la unidad de control del robot y de su funcionamiento.
- Ha conocido el KUKA smartPAD-2.
- Conocerá las posibilidades de la programación de robot.

## 1.2 Nociones básicas sobre robots

### ¿Qué es un robot?

El vocablo *robot* procede de la palabra eslava *robota*, que significa *trabajo duro*. La definición oficial del robot industrial es la siguiente: "Un robot es un manipulador controlado por un software que se puede programar libremente." También forman parte del sistema de robot la unidad de control y la unidad de operación, así como sus correspondientes cables de conexión y el software.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

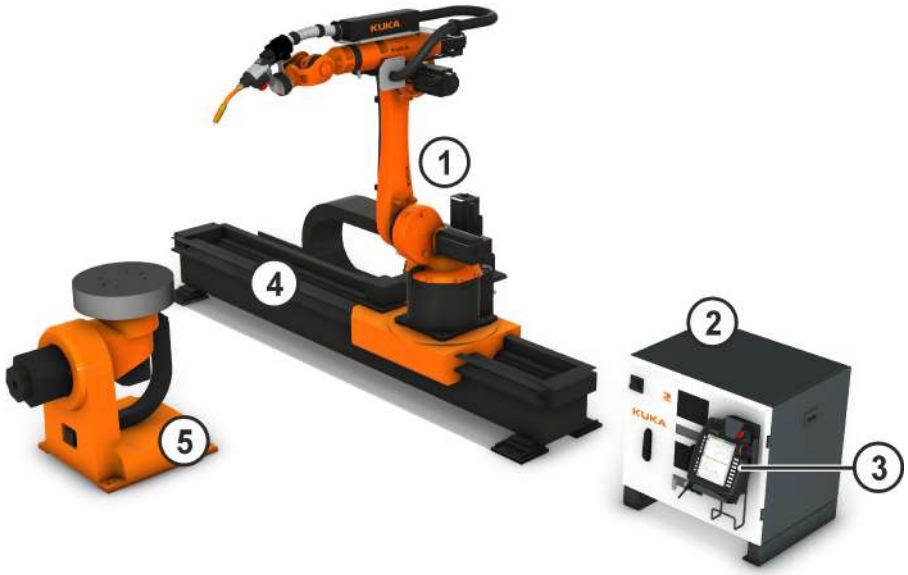



**Fig. 1-2: Robot industrial**

1 Manipulador (mecánica del robot)
2 Unidad de control del robot
3 Unidad manual de programación y de manejo (KUKA smartPAD 2)
4 Opcional: Unidad lineal KUKA
5 Opcional: Mesa basculante giratoria KUKA

Todo aquello fuera de los límites del propio robot recibe el nombre de *Periféricos*:

- Herramientas (efector/herramienta)
- Dispositivos de seguridad
- Cintas transportadoras
- Sensores
- Máquinas
- etc.

## 1.3 Componentes del robot

### Resumen de los componentes mecánicos del robot

Los componentes mecánicos del robot están fabricados en su mayor parte con aluminio y fundición de acero. En algunos casos se utilizan también componentes de fibras de carbono.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 1-3: Resumen de los componentes mecánicos del robot**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Base | 5 | Brazo de oscilación |
| 2 | Columna giratoria | 6 | Brazo |
| 3 | Paquete de tubos y cables (medios, energía) | 7 | Muñeca |
| 4 | Compensación de peso | | |

### 1.3.1 ¿Qué es un manipulador?

**Descripción**

La mecánica del robot del manipulador está formada por un número de elementos móviles encadenados entre sí, que se conectan entre ellos mediante ejes. Los ejes pueden moverse con precisión a través de servomotores con engranajes ascendentes.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

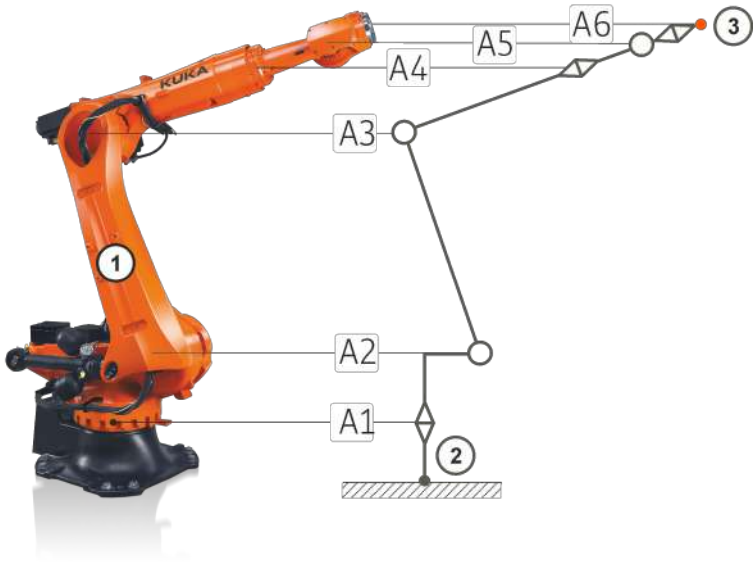



**Fig. 1-4: Manipulador**

1 Manipulador (mecánica del robot)
2 Inicio de la cadena cinemática: Pie del robot (ROBROOT)
3 Final libre de la cadena cinemática: Brida (FLANGE)
A1 Ejes del robot del 1 al 6
...
A6

### 1.3.2 Ejes de un robot

**Descripción**

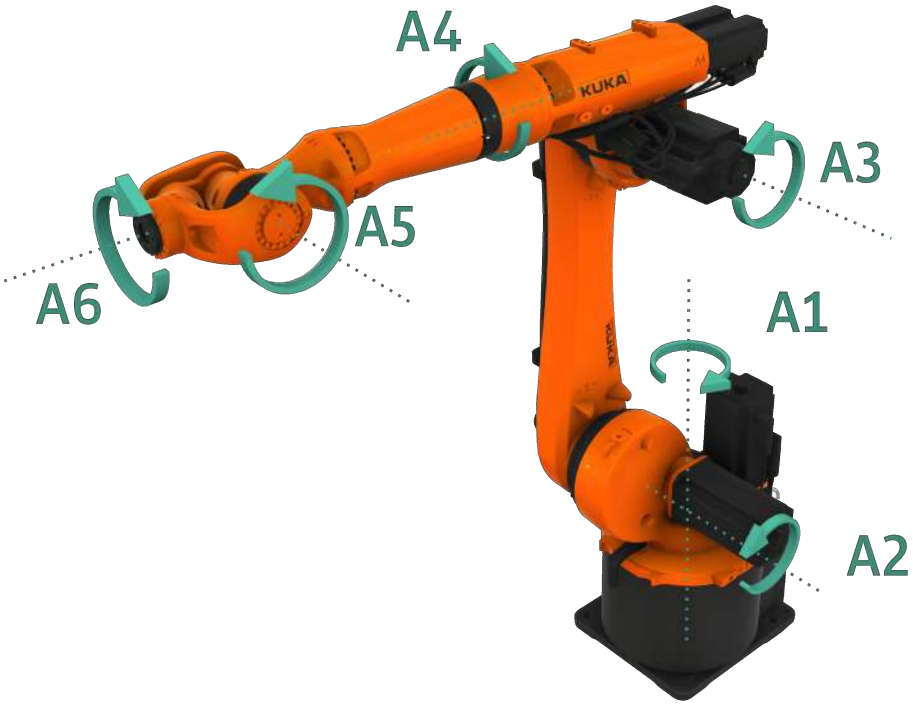



**Fig. 1-5: Ejes de un robot KUKA**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Ejemplos de los datos técnicos de los manipuladores en la gama de productos KUKA:

- **Número de ejes:**
  - *3 ejes* en KR SCARA
  - *4 ejes* en KR40 PA
  - *6 ejes* en robots de brazo articulado vertical estándar
  - *7 ejes* en robots de construcción liviana
- **Alcance:** de 0,54 m (KR3 R540) a 3,9 m (KR 120 R3900 ultra K)
- **Peso propio:** de 23 kg (LBR iiwa 7 R800) a 4700 kg (KR1000 Titan).
- **Repetibilidad:** repetibilidad de 0,03 mm - 0,2 mm

### 1.3.3 Topes finales mecánicos

Los rangos de movimiento de los ejes A1 hasta A3 y el eje de la muñeca A5 del robot se encuentran limitados por medio de topes mecánicos con amortiguadores.

Puede haber más topes finales mecánicos instalados en los ejes adicionales.

| Eje 1 | Eje 2 | Eje 3 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**AVISO**

- Si un robot o un eje adicional choca contra un obstáculo o bien un amortiguador en el tope mecánico o bien la limitación del eje, puede ocasionar daños materiales en el sistema del robot.
- Antes de poner en marcha de nuevo el sistema del robot es obligatorio consultar con KUKA Roboter GmbH .

  Debe reemplazarse inmediatamente el amortiguador afectado por uno nuevo antes de reanudar la operación del robot.
- Si un robot (el eje adicional) choca contra un amortiguador con una velocidad mayor de 250 mm/s, debe cambiarse el robot (el eje adicional) o bien efectuarse una repuesta en marcha por KUKA Roboter GmbH.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Descripción del producto |

## 1.4 Conocer la unidad de control del robot KR C4

### ¿Quién ejecuta el movimiento?

La mecánica del robot se mueve por medio de servomotores controlados por la unidad de control (V)KR C4.




**Fig. 1-6: Armario de control (V)KR C4**

### Unidad de control (V)KR-C4

Unidad de control del robot (cálculo de trayectoria): Regulación de los seis ejes de robot y entre uno y tres ejes externos.






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Unidad de control (V)KR C4 extended

Unidad de control del robot (cálculo de trayectoria): regulación de los seis ejes de robot y entre uno y seis ejes externos




**Fig. 1-7: (V)KR C4 extended - Regulación de ejes**

## 1.5 Conocer la unidad de control del robot KR C5

### ¿Quién ejecuta el movimiento?

La mecánica del robot se mueve por medio de servomotores que son controlados por la unidad de control (V)KR C5.




**Fig. 1-8: KR C5 dualcab**

### KR C5 micro

Unidad de control del robot (cálculo de trayectoria): Regulación de seis ejes del robot.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

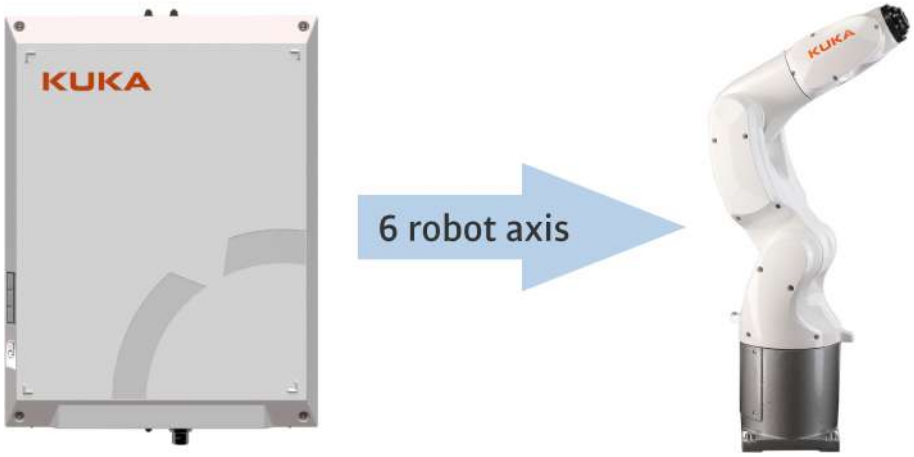



**Fig. 1-9: KR C5 micro, número de ejes lógicos**

**Armario KR C5**

**Ejemplo de configuración 1: KR C5 triplecab**

En la unidad enchufable superior se encuentra un KR C5 Controller. En este Controller funciona el KUKA System Software.

El KR C5 Controller regula los seis ejes de un robot conectado directamente.

En la unidad enchufable central e inferior hay dos KR C5E (unidades de control del eje adicional).

Pueden utilizarse hasta seis ejes adicionales (2x3 ejes).




**Fig. 1-10: Armario KR C5, número de ejes lógicos**

**Armario KR C5**

**Ejemplo de configuración 2: KR C5 triplecab**

En cada una de las tres unidades enchufables se encuentra un KR C5 Controller con la opción de un eje adicional que puede controlarse junto al robot. En cada KR C5 Controller se ejecuta una instalación separada del KUKA System Software.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

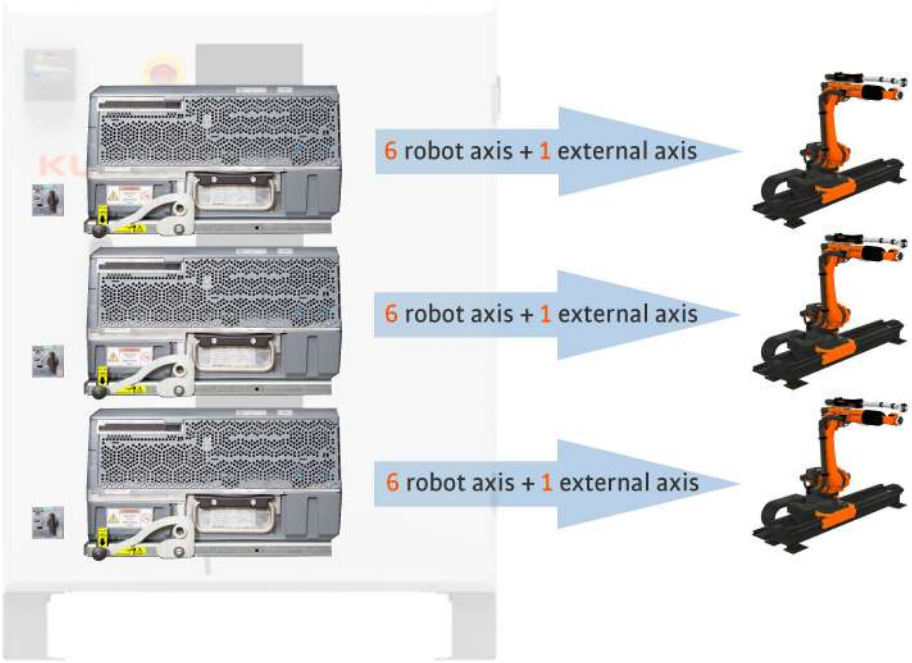
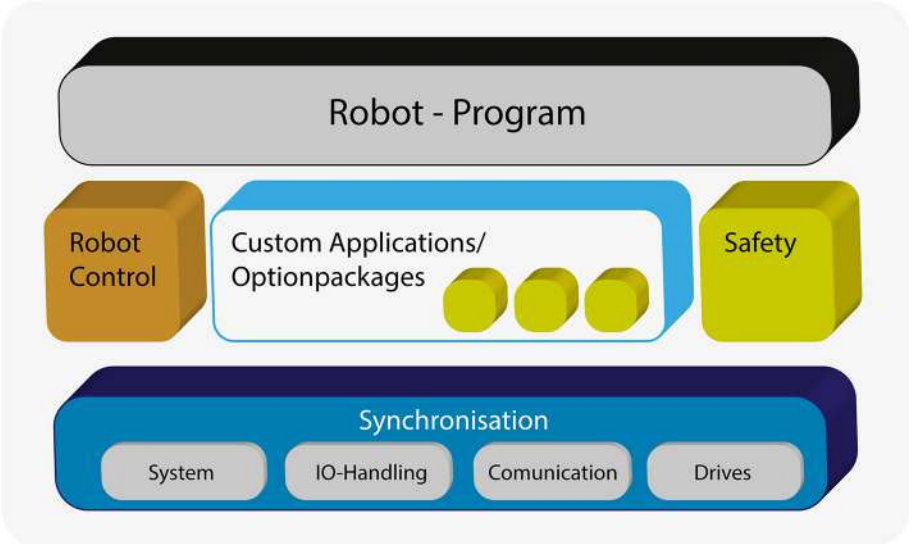



**Fig. 1-11: Armario KR C5, número de ejes lógicos con tres Controller**

## 1.6 Aplicaciones en la unidad de control KUKA

### Unidad de control basada en software

Las unidades de control basadas en KR C4/C5 tienen un funcionamiento modular. El **KPC**, *KUKA PC*, juega un papel fundamental. Los programas del robot acceden a las interfaces de hardware necesarias en función de las aplicaciones. Las **aplicaciones relevantes para el sistema** pueden complementarse con **aplicaciones específicas del cliente**.




Entre las **aplicaciones relevantes para el sistema** se incluyen:

- **R**obot **C**ontrol
  Sistema básico de KUKA para la unidad de control del robot
- **Safety**
  Control de seguridad integrado exclusivo de KUKA



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Ejemplos **de opciones específicas del cliente**:

- **ready2_spot**
  sirve para añadir/soldar guiado por el robot componentes
- **ready2_fasten**
  sirve para atornillar tornillos de forma guiada por el robot en un entorno industrial
- **KUKA.VisionTech**
  con la ayuda de una o varias cámaras, sirve para determinar y corregir la posición de un robot con respecto a la posición de un componente.
- **KUKA.GlueTech**
  sirve para, con ayuda de una aplicación/boquilla de adhesivo, aplicar un sellado sobre un componente.
- **KUKA.Gripper&SpotTech**
  se utiliza para controlar y supervisar herramientas y garras en un entorno de trabajo

## 1.7 La unidad de control como participante de red

### Posibilidades de comunicación




- Opciones de comunicación por medio de sistemas de bus (p. ej., ProfiNet, Ethernet IP, EtherCAT)
  - Unidades de control con memoria programable (PLC)
  - Otras unidades de control (p. ej., unidad de control de soldadura o unidad de control del robot)
  - Sensores y actuadores
- Opciones de comunicación por red
  - Ordenador principal
  - Ordenador portátil de servicio

## 1.8 Conocer el KUKA smartPAD-2

### ¿Cómo se opera con un robot KUKA?

El manejo de un robot KUKA con una unidad de control basada en KR C5 se realiza con un dispositivo de mando manual, el KUKA smartPAD 2.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



**Características**

**Características del KUKA smartPAD:**

- Pantalla táctil (interfaz de usuario táctil)
- Display de gran formato y dimensiones
- Tecla de menú KUKA
- Teclas +/- de uso flexible

  Estándar: Uso como teclas de desplazamiento o ajuste de las velocidades de desplazamiento
- Teclas para el manejo de los paquetes tecnológicos (p. ej., funciones de garra, pinzas eléctricas, acoplamiento)
- Teclas para ejecutar el programa (paro/atrás/adelante)
- Tecla para mostrar el teclado
- Interruptor de llave para:
  - Cambiar el modo de servicio.
  - Habilitar otras funciones.
- Dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA
- Ratón 6D
- Se puede desenchufar
- Conexiones USB



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 1.8.1 Resumen smartPAD 2

**Descripción**

**Parte delantera**




**Fig. 1-12: Parte delantera**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | 2 Interfaces USB-2.0 con cubierta<br>La conexión USB se utiliza, p. ej., para el archivado. Para memorias USB con formato NTFS y FAT32. |
| 2 | Preparar smartPAD para desenchufarlo. |
| 3 | Interruptor de llave para activar el administrador de conexiones.<br>El interruptor únicamente se puede cambiar cuando está insertada la llave.<br>A través del administrador de conexiones pueden preseleccionarse el robot y el modo de servicio. |
| 4 | Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA<br>Pulsador de PARADA DE EMERGENCIA.<br>para detener el robot en situaciones de peligro.<br>El pulsador de PARADA DE EMERGENCIA queda bloqueado cuando se lo pulsa. |
| 5 | Con el ratón 6D se puede mover manualmente el robot. |
| 6 | Teclas de desplazamiento<br>Con las teclas de desplazamiento se desplaza el robot manualmente. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 7 | Correa de mano con cierre de velcro<br>si no se utilizan las correas de mano, pueden introducirse completamente. |
| 8 | Tecla para ajustar el override de programa. |
| 9 | Tecla para ajustar el Override manual. |
| 10 | Cable de conexión |
| 11 | Teclas de usuario<br>La función de las teclas de usuario es libremente programable. Las teclas de usuario se pueden utilizar, por ejemplo, para controlar dispositivos periféricos o para activar acciones específicas para aplicaciones. |
| 12 | Tecla de arranque<br>Con la tecla de arranque se inicia un programa. La tecla de arranque también se utiliza para avanzar manualmente a los Frames y desplazar el robot de vuelta a la trayectoria. |
| 13 | Tecla de arranque hacia atrás<br>Con la tecla, los Frames se pueden llevar de vuelta al programa. |
| 14 | Tecla STOP<br>Con la tecla de PARADA se detiene un programa que esté en ejecución. |
| 15 | Tecla del teclado<br>Muestra el teclado. |
| 16 | Botón de menú principal<br>La tecla de menú principal muestra y oculta el menú principal en la smartHMI. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Parte posterior smartPAD 2**

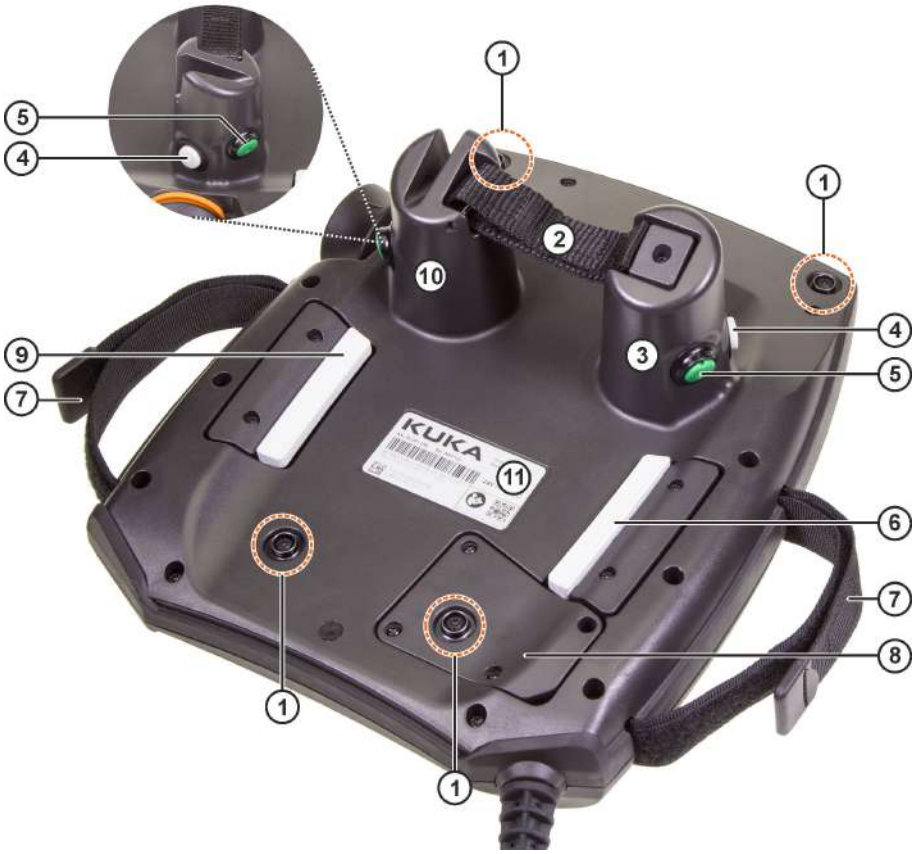



**Fig. 1-13: Parte trasera del smartPAD 2**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Pulsadores para la fijación de la correa portadora (opcional). |
| 2 | Asidero cúpula |
| 3 | Cúpula izquierda: aguantar el smartPAD con la mano derecha |
| 4 | Interruptor de validación<br>Los pulsadores de validación tienen 3 posiciones:<br>• No pulsado<br>• Posición intermedia<br>• pulsado a fondo (posición de pánico)<br>En los modos de servicio T1, T2, uno de los pulsadores de validación debe mantenerse en la posición central para que el manipulador se pueda desplazar.<br>En los modos de servicio "Automático" y "Automático Externo", el pulsador de validación carece de función de forma estándar. |
| 5 | Tecla de arranque (verde)<br>Con la tecla de arranque se inicia un programa. La tecla de arranque también se utiliza para avanzar manualmente a los Frames y desplazar el robot de vuelta a la trayectoria. |
| 6 | Interruptor de validación |
| 7 | Correa de mano con cierre de velcro |
| 8 | Tapa (cubierta del cable de conexión) |
| 9 | Interruptor de validación |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 10 | Cúpula derecha: aguantar el smartPAD con la mano izquierda |
| 11 | Placa de características |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > smartPAD |

## 1.9 ¿Cómo se programa un robot?

### Descripción

Con la programación del robot se consigue que los desarrollos del movimiento y los procesos se ejecuten y repitan automáticamente.

Para ello, el control necesita gran cantidad de información:

- Posición actual del robot = posición de la herramienta (Tool) actual en el espacio (Base) actual
- Tipo de movimiento
- Velocidad/aceleración
- Información de señales para condiciones de espera, ramificaciones o bucles

### ¿Qué lenguaje usa la unidad de control?

- Los programas sencillos se crean mediante formularios predefinidos (formularios inline).

  *Ejemplo de formulario inline*

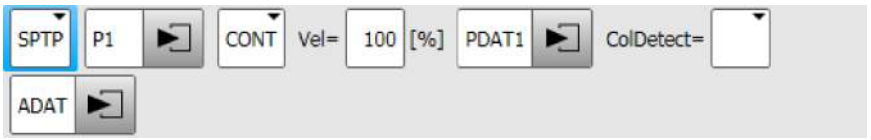



**Fig. 1-14: Formulario inline**

- Para los bucles, la lógica y la programación se puede utilizar el lenguaje de programación **KRL** - **K**UKA **R**obot **L**anguage.

  *Programa de ejemplo:*

```
LOOP
SPTP P1 Vel=100% PDAT1 Tool[2] Base[4]
SPTP P2 Vel=100% PDAT2 Tool[2] Base[4]
SPTP P3 Vel=100% PDAT3 Tool[2] Base[4]
SLIN P4 Vel=0.5m/s CPDAT4 Tool[2] Base[4]
...
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
ENDLOOP
```

## Programación online




**Fig. 1-15: Programación de robots con el KUKA smartPAD**

## Programar con WorkVisual

con el entorno de software WorkVisual se pueden crear programas online y probarse en la unidad de control. Para la búsqueda de errores se pueden utilizar las herramientas de depuración.

Otra alternativa es realizar la programación offline en un proyecto de robot.

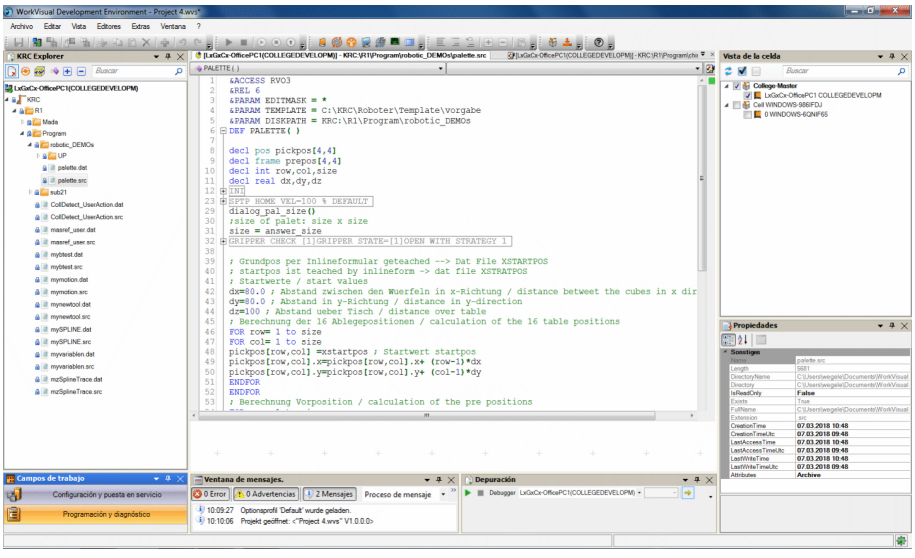


**Fig. 1-16: Programar con WoV**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## Programación offline

**Programación gráfica interactiva:** Simulación del proceso del robot



**Fig. 1-17: Simulación con KUKA Sim**



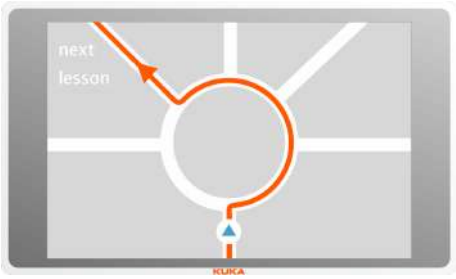
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 2 Seguridad del robot en el ejemplo de la celda de formación College

## 2.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Sabe cómo puede detener el robot en situaciones de peligro.
- Conocerá los dispositivos de seguridad de la celda de formación College.
- Se comporta de forma segura y prudente en el ámbito de la formación.

## 2.2 Descripción de la situación

**Situación**

La nueva instalación de producción se ha puesto en funcionamiento de acuerdo con el estado actual de la técnica. Se encuentra en perfecto estado técnico. En el futuro atenderá a la nueva instalación de producción.



**Fig. 2-1: Célula de robot**

**Recuerde**

El robot solo se mueve si usted lo desea.

En caso de que sucediera algo, existen dispositivos de seguridad adecuados.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Seguridad del robot en el ejemplo de la celda de formación College



**Fig. 2-2: PARADA DE EMERGENCIA**

## 2.3 Indicaciones generales de seguridad

**Instrucción**

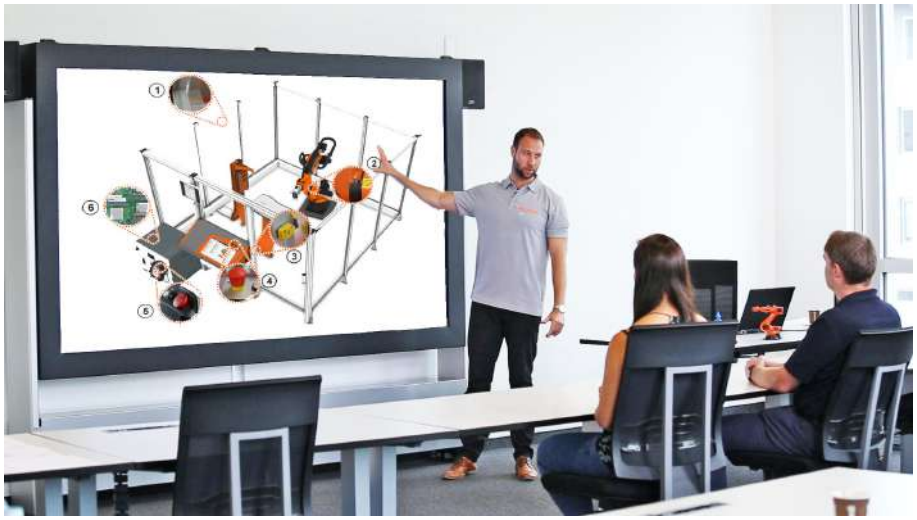


**Fig. 2-3: Instrucciones**

- Antes de comenzar a trabajar se deberá informar al personal implicado sobre la naturaleza y el alcance de los trabajos que se realizarán, así como sobre los posibles peligros.
- Debe llevarse un registro de los motivos y el alcance de las instrucciones.

**Comportamiento en caso de incendio**



**Fig. 2-4: Fuego**

- Se deben tener en cuenta las **normas sobre seguridad contra incendios** específicas del país.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Tener en cuenta los **planos de evacuación**.

**Indicaciones generales de seguridad**




**Fig. 2-5: "Músculos" del robot**

- El sistema de robot está fabricado conforme al estado actual de la técnica y las normas técnicas de seguridad vigentes. No obstante, una utilización inadecuada o no conforme a los fines previstos puede provocar **peligro de sufrir lesiones o accidentes mortales**, así como **daños materiales**.

**PELIGRO**

**El robot siempre será más resistente que una persona.** Incluso los robots con cargas pequeñas producen el suficiente par de apriete como para provocar aplastamientos o lesiones graves y mortales. En estos casos, la velocidad de desplazamiento **es irrelevante.**

- El sistema de robot debe utilizarse únicamente en **perfecto estado técnico** y conforme a los fines previstos, respetando las medidas de seguridad y teniendo en cuenta los peligros que puedan generarse. Cualquier avería que pueda afectar a la seguridad deberá subsanarse de inmediato.
- Antes de iniciar el trabajo, de la puesta en servicio o de la reanudación del servicio, realizar una comprobación visual para descartar daños en el sistema de robot.

**ADVERTENCIA**

**Peligro de muerte por colisión con el obstáculo**
Si el manipulador o un eje adicional chocan contra un obstáculo o un tope final mecánico o bien contra la limitación mecánica de eje, el manipulador ya no podrá funcionar con seguridad. Pueden producirse la muerte, lesiones graves o daños materiales.

- Poner fuera de servicio el manipulador.
- Poner fuera de servicio el eje adicional.
- Antes de la reanudación del servicio, debe consultarse con la empresa KUKA.

**Comportamiento para el acceso a la celda de formación**

1. Deben seguirse todas las indicaciones del formador.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 2-6: Demostración del formador**

2. Únicamente podrá accederse a la celda de formación de programación utilizando **calzado resistente y cerrado**.
   Solo se puede acceder a las zonas de montaje del área mecánica con **calzado de seguridad**.



**Fig. 2-7: Calzado de seguridad**

3. En el área de práctica silenciar los teléfonos móviles.



**Fig. 2-8: evitar el teléfono móvil**

4. Está prohibido comer y beber en el área de práctica.



**Fig. 2-9: no se permite comida ni bebida**

5. Por lo general, está permitido permanecer en la zona de movimiento del robot únicamente en el modo de servicio **"Manual velocidad reducida (T1)"** con el smartPAD.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



**Fig. 2-10: Modos de servicio**

6. Se debe avisar a todas las personas que se encuentren en los alrededores del robot sobre el próximo movimiento del mismo.




**Fig. 2-11: Advertencia**

7. Ni las herramientas ni el robot deben tocar nunca la valla de seguridad o sobresalir de la misma.




**Fig. 2-12: Zona de celda**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Comportamiento al abandonar la celda de formación**




**Fig. 2-13: Abandonar la celda de formación**

1. Ajustar el **modo de servicio "Manual velocidad reducida" (T1)**.
2. Fijar el smartPAD en el **soporte** previsto para ello.
3. Enrollar el **cable del smartPAD** para que no se produzcan puntos de tropiezo.

**Sustancias estupefacientes**

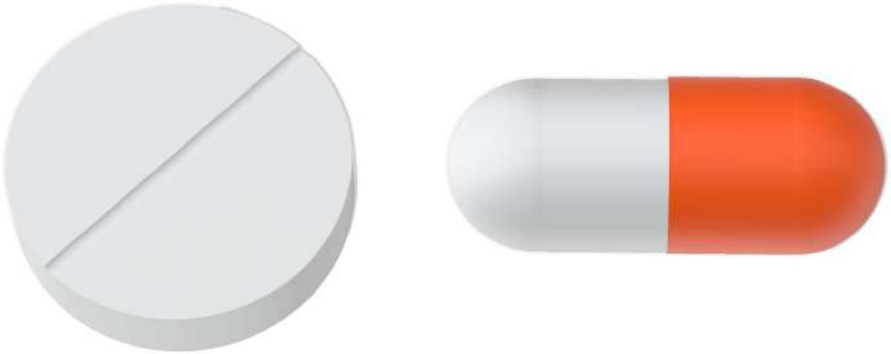


**Fig. 2-14: Tabletas**

Los participantes de los cursos no deben encontrarse bajo la influencia del alcohol, las drogas, los medicamentos u otras sustancias estupefacientes que pudieran poner en peligro la seguridad de los mismos o de terceras personas.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 2.4 Seguridad del robot en el ejemplo de la celda de formación College

### Celda de formación en el College

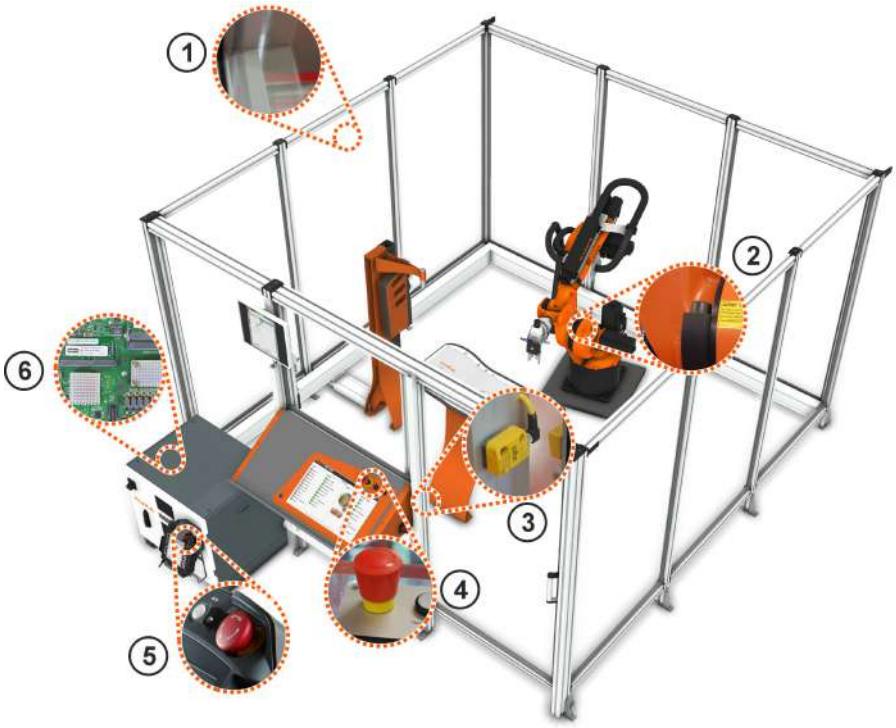



**Fig. 2-15: Celda de formación**

1 Valla de protección
2 Topes finales mecánicos o limitación del campo del eje para los ejes 1, 2 y 3
3 Puerta de protección con contacto para el control del dispositivo de seguridad móvil
4 Dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA (externos)
5 Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA, pulsador de validación, interruptor de llave para abrir el gestor de conexiones
6 Control de seguridad integrado

### ¿Por qué se necesitan los componentes de seguridad individuales?

1. Las personas no pueden entrar. Los componentes suspendidos y, en su caso, otras emisiones se retienen.
2. El robot no puede abandonar la celda.
3. El personal no puede entrar en la zona de movimiento del robot durante la producción.
4. La instalación se puede detener sin smartPAD.
5. El operario puede detener la instalación.
6. Se garantiza una reacción segura.

### Continuar el funcionamiento después de una PARADA DE EMERGENCIA

Tras una pérdida de señal solo se podrá continuar el modo de servicio automático si el dispositivo de seguridad se ha cerrado de nuevo y si dicho cierre se ha confirmado.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

La confirmación debe evitar una reanudación del modo de servicio automático no intencionada hallándose personas dentro de la zona de peligro, como p. ej., en caso de una puerta de protección cerrada equivocadamente.

La confirmación se debe implementar deforman que primero se pueda comprobar realmente la zona de peligro.

Otras confirmaciones (p. ej. una confirmación que siga automáticamente al cierre del dispositivo de seguridad) no están permitidas.

El integrador de sistemas es el responsable de que se cumplan estos requisitos. Si no se cumplen, pueden producirse daños materiales, lesiones graves o incluso la muerte.

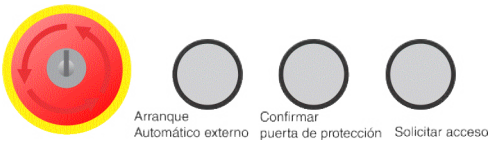



**Fig. 2-16: Panel de mando, College**

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Seguridad |

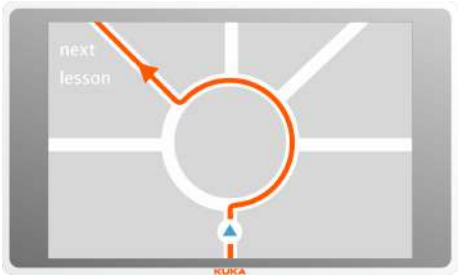


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 3 Documentación del sistema de robot

## 3.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Conocer y aplicar KUKA Xpert

- Conocerá la base de datos de conocimientos digital KUKA Xpert.
- Conocerá el valor añadido de las variantes KUKA Xpert de pago.
- Sabrá cómo iniciar sesión y encontrar información en la base de datos de conocimientos.

## 3.2 KUKA Xpert

**Descripción**

KUKA | Xpert

**Fig. 3-1**

Una base de datos de conocimientos digital para todos los productos KUKA, accesible en cualquier momento y desde cualquier lugar: KUKA Xpert ofrece información técnica detallada para técnicos de servicio, planificadores, programadores, operarios y técnicos de puesta en servicio.

**Beneficios del cliente de KUKA Xpert**

- **Reducir los tiempos de parada**
  Comprenderá mejor los mensajes del sistema con ayuda de las causas, los síntomas y las soluciones. Solucionará los problemas con instrucciones de trabajo de alta calidad.
- **Ser más eficiente**
  Encontrará la información que necesita ad hoc utilizando la potente búsqueda de texto libre y filtros por productos y tipos de información.
- **Información de calidad**
  Los contenidos los elaboran redactores técnicos y son revisados por expertos en los productos. El servicio de atención al cliente de KUKA también utiliza Xpert.
- **Conocimientos 24/7**
  Obtendrá la información adecuada cuando más la necesite sin malgastar su tiempo valioso.
- **No requiere ninguna instalación**
  KUKA Xpert se basa en la web y es accesible desde una gran variedad de dispositivos. Se necesita una conexión a internet y un navegador web actual.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Se beneficiará de información enlazada e interactiva.**
  Los contenidos interactivos, como vídeos con datos vinculados semánticamente, le ayudan a obtener toda la información relevante del producto seleccionado.

**Comparación de contenido de las licencias**

| Tipo de información | KUKA Xpert & KUKA Xpert Trial | KUKA Xpert Basic Monitorización |
|---|---|---|
| Información acerca de los productos | ✓ | ✓ |
| Piezas de repuesto | ✓ | ✓ |
| Especificaciones | ✓ | ✓ |
| Seguridad | ✓ | ✓ |
| Instrucciones de montaje | ✓ | ✓ |
| Instrucciones de servicio | ✓ | ✓ |
| Instrucciones de servicio y de programación | ✓ | ✓ |
| Datos de simulación y de CAD | ✓ | ✓ |
| Base de datos de casos con síntoma, causa y solución | ✓ | ✗ |
| Instrucciones de trabajo detalladas | ✓ | ✗ |
| Variables del sistema KSS | ✓ | ✗ |
| Sinopsis de compatibilidades | ✓ | ✗ |
| Directivas | ✓ | ✗ |
| Descarga del código del programa y configuraciones | ✓ | ✗ |
| Descripción de funcionamiento | ✓ | ✗ |

**Contenidos para diferentes grupos destinatarios**

| Tipo de información | Planificador Constructor | Técnicos de servicio Técnico de mantenimiento | Técnico de puesta en servicio Programador |
|---|---|---|---|
| Información acerca de los productos | ✓ | ✓ | ✓ |
| Documentación | ✓ | ✓ | ✓ |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Tipo de información | Planificador<br>Constructor | Técnicos de servicio<br>Técnico de mantenimiento | Técnico de puesta en servicio<br>Programador |
|---|---|---|---|
| Especificaciones/Datos técnicos | ✓ | | |
| Montaje | ✓ | | |
| Transformación/Retrofit | ✓ | | |
| Instrucciones de trabajo | ✓ | ✓ | ✓ |
| Piezas de repuesto | | ✓ | |
| Base de datos de casos | | ✓ | |
| Configuraciones | | ✓ | ✓ |
| Reparación y mantenimiento | | ✓ | |
| Reanudación del servicio | | | ✓ |
| Programación | | | ✓ |
| Adaptación | | | ✓ |

## 3.3 Registro

**Procedimiento**

1. Introducir el enlace de la hoja adjunta o escanear el código QR. Alternativamente, hacer clic aquí: https://xpert.kuka.com.
2. Hacer clic en **¿Aún no tiene una cuenta en my.KUKA?** para crear una nueva cuenta.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

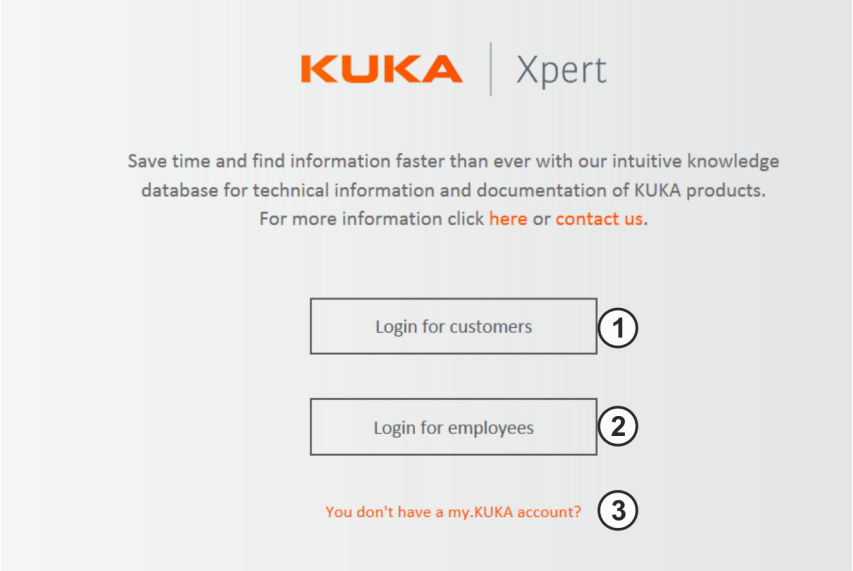



**Fig. 3-2**

| Pos. | Explicación |
|---|---|
| 1 | Inicio de sesión para clientes |
| 2 | Inicio de sesión para empleados de KUKA |
| 3 | Reenvío al formulario de registro |

3. Rellenar el formulario de registro y aceptar la política de privacidad, así como las condiciones de uso. Se enviará un correo electrónico para el registro a la dirección indicada.

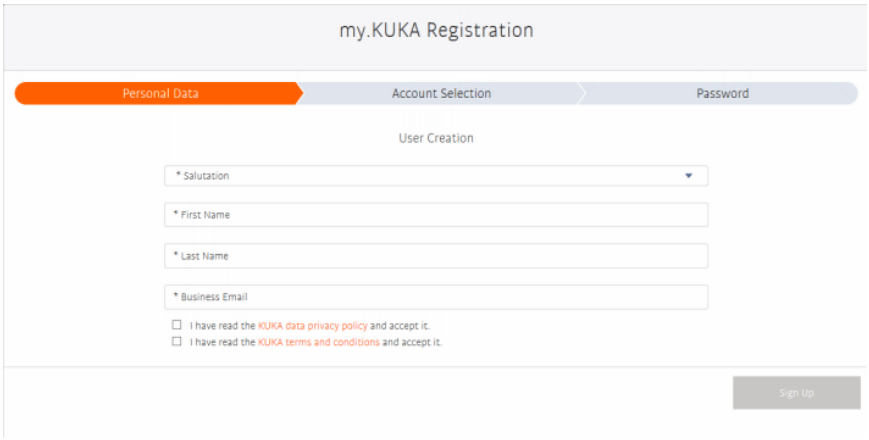



**Fig. 3-3**

4. En el correo electrónico recibido, hacer clic en el botón **Verify your Account**. Se abrirá la página web.
5. Establecer la contraseña y completar la información.

El registro se realiza en el portal my.KUKA. El portal my.KUKA es un portal global para los clientes de KUKA y el punto de acceso digital para la empresa. En el portal los clientes pueden encontrar información adicional específica, funciones digitales y servicios. Si todavía no se dispone de acceso a my.KUKA, debe crearse una cuenta nueva.

Solo es posible registrarse con una dirección de correo electrónico de su empresa. Queda excluido el registro con una dirección de correo electrónico privada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 3.4 Utilizar KUKA Xpert Basic

### Vista general

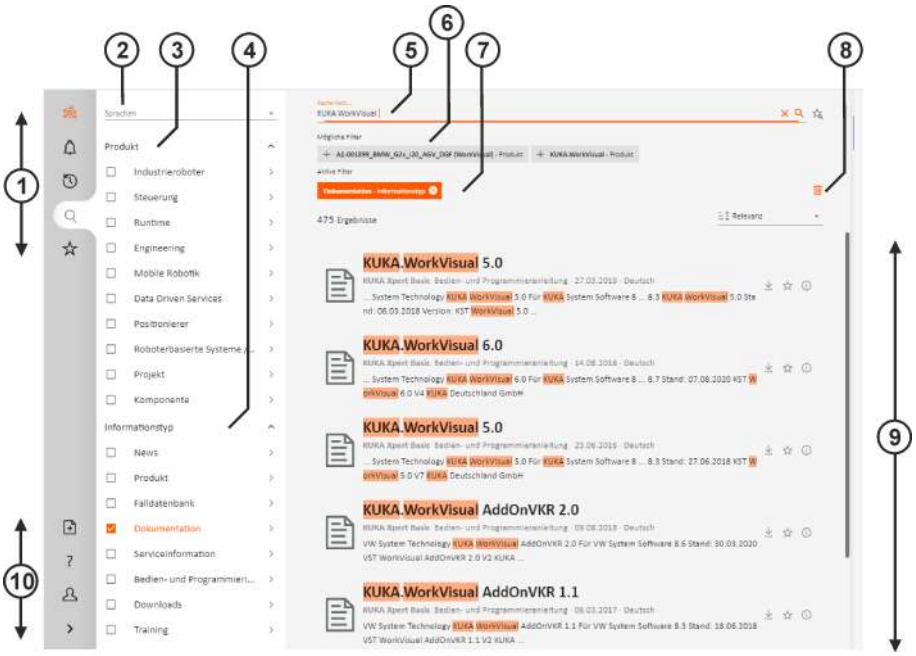



**Fig. 3-4: Vista general KUKA Xpert**

1 Novedades: visualización de las últimas publicaciones

Historial de búsqueda: vista general del historial de búsqueda personal

Búsqueda: acceso a la página de búsqueda

Favoritos: lista personal de favoritos

2 Ajuste del filtro de voz para la búsqueda

3 Filtro de búsqueda para el producto

4 Definir el tipo de información para la búsqueda

5 Campo de entrada para la búsqueda por palabra clave

6 Subfiltros propuestos para limitar los resultados de la búsqueda

7 Filtros activos

8 Eliminación de todos los filtros y términos de búsqueda

9 Resultados de la búsqueda

10 Instrucciones breves y ajustes personales



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA Xpert Basic**<br>Instrucciones de servicio y programación |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | --- |

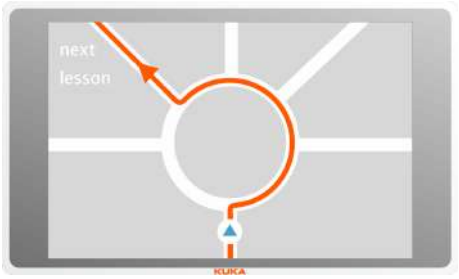


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 4 Reaccionar a los mensajes del smartPAD

## 4.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Leerá e interpretará los mensajes en la ventana de mensajes del smartPAD.
- Distinguirá entre los diferentes tipos de mensajes.
- Confirmará los mensajes y reaccionará a los mensajes de espera, aviso o estado

## 4.2 Mensajes en el smartPAD

**Descripción**

Si hay mensajes o fallos por parte de la unidad de control, estos se visualizan en la ventana de mensajes en el smartPAD.




**Fig. 4-1: Conocer la ventana de mensajes**

**Maximizar la ventana de mensajes**

Pulsando en la ventana de mensajes se maximizará a pantalla completa.

Con el botón X naranja se vuelve a minimizar la ventana de mensajes a una línea.




**Fig. 4-2: Maximizar la ventana de mensajes**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Resumen de mensajes

A la izquierda de la ventana de mensajes se muestra el número de mensajes pendientes. Aquí se distingue entre los cuatro tipos de mensajes diferentes. Pulsando (1) se muestra la vista general aumentada.




**Fig. 4-3: Contador de mensajes**

**Vista general de tipos de mensaje:**

| Símbolo | Tipo |
|---|---|
| | **Mensaje de confirmación**<br>• Para la representación de estados en los que se requiera la confirmación por parte del operario para la ejecución del programa de robot (p. ej., "Conf. PARADA DE EMERGENCIA").<br>• Un mensaje de confirmación del sistema siempre provoca que el robot pare o no arranque. |
| | **Mensaje de estado**<br>• Los mensajes de estado informan sobre estados actuales de la unidad de control (p. ej., "PARADA DE EMERGENCIA").<br>• Los mensajes de estado no se pueden confirmar mientras el estado está pendiente. |
| | **Mensaje de observación**<br>• Los mensajes de observación informan sobre el manejo correcto del robot (p. ej., "Tecla de arranque necesaria").<br>• Los mensajes de observación se pueden confirmar. No obstante, no se deben confirmar porque no se detiene el programa de robot seleccionado o no es posible realizar el desplazamiento manual del robot. |
| | **Mensaje de espera**<br>• Los mensajes de espera indican el suceso al que está esperando la unidad de control (estado, señal o tiempo).<br>• Los mensajes de espera se pueden cancelar manualmente pulsando el botón "Simular". |
| | **Mensaje de diálogo**<br>• Los mensajes de diálogo sirven como solicitud dentro de las estructuras de control del programa o para las interacciones del sistema.<br>• Se visualiza una ventana de mensajes con botones. Estos ofrecen diferentes opciones de respuesta. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Con **OK** puede confirmarse un mensaje (que pueda confirmarse). Con **Todo OK** pueden confirmarse al mismo tiempo todos los mensajes (que puedan confirmarse).

**AVISO**

El botón "Simular" solo se debe usar si no hay posibilidad alguna de colisión u otro peligro.

### Efecto de los mensajes

Los mensajes influyen la funcionalidad del robot. Un mensaje de confirmación del sistema siempre provoca que el robot pare o no arranque.

Primero debe confirmarse el mensaje para que se pueda mover el robot.

El comando "**OK**" (confirmar) exige al operador que reaccione activamente ante el mensaje.

### Consejos para el manejo de los mensajes

- Leer el mensaje detenidamente.
- Primero leer los mensajes más antiguos. Un mensaje nuevo podría ser una consecuencia de un mensaje anterior.
- No pulsar simplemente el botón **Todo OK**.
- En especial después de haber efectuado el arranque: Revisar los mensajes. Visualizar todos los mensajes. Pulsando en la ventana de mensajes se expande la lista de mensajes.

## 4.3 Leer e interpretar mensajes

### Confirmar mensajes

Los mensajes siempre aparecen con fecha y hora para poder saber el punto exacto de la incidencia.




**Fig. 4-4: Confirmar mensajes**

1. Tocar la ventana de mensajes (1) para visualizar la lista de mensajes.
2. Confirmar:
   - Confirmar cada mensaje pulsando **OK** (2),
   - Alternativa: Confirmar todos los mensajes con **Todo OK**,
3. pulsando de nuevo el mensaje situado más arriba o pulsando sobre la "X" en el margen izquierdo de la pantalla se vuelve a reducir la lista de mensajes.

### Ayuda

Si el mensaje para el usuario es confuso o requiere una explicación más clara, dependiendo del tipo de mensaje, es posible acceder a una ayuda adicional.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

1. Pinchar en el botón de la interrogación (1) que se encuentra junto al mensaje.




**Fig. 4-5: Mensaje, ayuda**

- En la ventana principal se describe cómo afecta el mensaje al programa o al sistema de robot.
- En la ventana "Posibles causas" se proponen una o varias soluciones (posibles).
- El botón de la lupa (2) permite obtener más información.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Interfaz de usuario KUKA smartHMI |

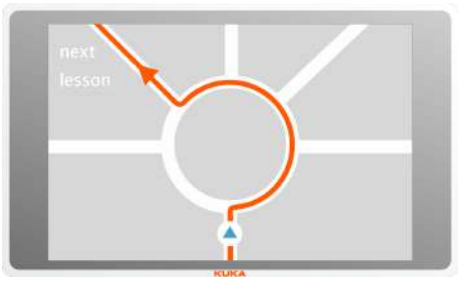


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 5 Conocer y cambiar los modos de servicio de la unidad de control del robot

## 5.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá los diferentes modos de servicio y sus características.
- Utilizará los modos de servicio en función de la situación, teniendo en cuenta las prescripciones de seguridad.

## 5.2 Conocer los modos de servicio de la unidad de control del robot

**Descripción**



**Fig. 5-1: Modos de servicio**

| | |
|---|---|
| | En función del grupo de usuarios seleccionado, no todos los modos de servicio están disponibles.<br>La asignación del modo de servicio que puede aplicar un grupo de usuarios puede asignarse a través del grupo de usuarios "Administrador". |

**T1 (manual velocidad reducida)**

- Para el modo de prueba, programación y programación por aprendizaje
- Velocidad en el modo de programación máx. 250 mm/s
- Velocidad en el modo manual máx. 250 mm/s

**T2 (manual, velocidad alta)**

- Para el modo de prueba
- La velocidad en el servicio con programa corresponde a la velocidad programada.

  > El usuario puede reducir la velocidad con el POV (*override del programa*)
- El robot no puede moverse con el ratón 6D ni con las teclas de desplazamiento

**AUT (Automático)**

- Para robots industriales **sin** unidad de control superior (PLC)



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- ¡Velocidad en el modo de programación según la velocidad programada!

  > El usuario puede reducir la velocidad con el POV (*override del programa*)
- El robot no puede moverse con el ratón 6D ni con las teclas de desplazamiento

**AUT EXT (automático externo)**

- Para robots industriales con unidad de control superior (PLC)
- ¡Velocidad en el modo de programación según la velocidad programada!

  El usuario puede reducir la velocidad con el POV (*override del programa*).
- El robot no puede moverse con el ratón 6D ni con las teclas de desplazamiento.

## 5.3 Función y utilización de los modos de servicio

**Descripción**

**Manual velocidad reducida (T1)**

Los programas nuevos o modificados siempre se deben probar primero en el modo de servicio **Manual velocidad reducida (T1)**.

- La protección del operario (puerta de protección) no se controla.
- El número de personas que se encuentran dentro del espacio delimitado por el dispositivo de seguridad debe reducirse al mínimo.

  Si es imprescindible que varias personas permanezcan dentro de la zona delimitada por los dispositivos de seguridad, se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - Todas las personas deben tener un contacto visual sin obstáculos con el sistema de robot.
  - Siempre debe existir contacto visual entre todas las personas implicadas.
- El operario debe situarse en una posición desde la cual pueda visualizar la zona de peligro y, así, poder evitar posibles peligros.

**Manual velocidad alta (T2)**

En el modo de servicio **Manual velocidad alta (T2)**:

- La protección del operario (puerta de protección) no se controla.



En las células de formación de KUKA College, a diferencia del estándar, la puerta de protección se controla y debe estar cerrada. Todas las personas deben estar fuera de la zona delimitada por los dispositivos de protección.

- Este modo de servicio sólo puede utilizarse cuando se requiere la aplicación de una prueba con velocidad más elevada que la del modo Manual velocidad reducida.
- En este modo de servicio no es posible el desplazamiento manual.
- Al ejecutar los programas en el servicio T2 se alcanza la velocidad programada.

  La velocidad puede reducirse con el POV (*override del programa*).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- El operario del robot, así como otras personas, deben colocarse fuera de la zona de peligro.

**Modos de servicio Automático y Automático externo**

- Todos los dispositivos de seguridad y protección deben estar debidamente montados y en condiciones de funcionamiento.
- Todas las personas deben estar fuera del espacio que está delimitado por un dispositivo de protección.

## 5.4 Cambiar el modo de servicio

**Procedimiento**

Si durante el servicio se cambia el modo de servicio, los accionamientos son inmediatamente desconectados. El robot industrial se detiene con una parada de seguridad 2.

1. Mover el interruptor del smartPAD para el gestor de conexiones. Se visualiza el gestor de conexiones.




2. Seleccionar el modo de servicio.




**Fig. 5-2: Modos de servicio**

- Seleccionar el modo de servicio deseado (T1, T2, AUT, EXT) con el botón correspondiente.
- El modo de servicio seleccionado se marca con un punto verde.

3. Volver a colocar el interruptor para el gestor de conexiones en su posición original.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

El modo de servicio seleccionado se muestra en la barra de estado del smartPAD.




El modo de servicio **AUT no** está disponible en VSS, *Volkswagen System Software*.

A partir del KSS 8.5, los modos de servicio pueden asignarse de forma precisa y bloquearse con el gestor de derechos de los grupos de usuarios correspondientes.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Cambiar modos de servicio |
| | Seguridad > Selección del modo de servicio: KSS |
| | Seguridad > Selección del modo de servicio: VSS |

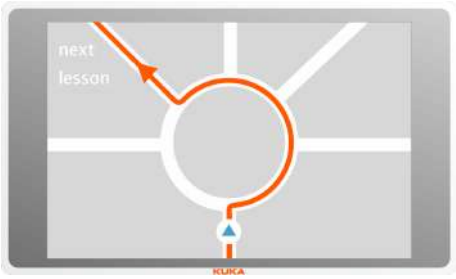


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 6 Desplazar el robot de forma específica del eje con el smartPAD

## 6.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Podrá asignar correctamente los seis ejes de una cinemática estándar y conocerá sus grados de libertad.
- Podrá desplazar los ejes individualmente con el smartPAD con distintas velocidades.

## 6.2 Conocer el desplazamiento manual específico del eje

**Desplazamiento de los ejes del robot por medio de ejes específicos**

Cada eje de un robot puede desplazarse individualmente en dirección positiva y negativa. Para ello se utilizan las teclas de desplazamiento del KUKA smartPAD. La velocidad de desplazamiento se reduce mediante el HOV (*Override manual*). El desplazamiento manual solo se puede efectuar en el modo de servicio T1. Para ello, uno de los pulsadores de validación debe mantenerse en la posición central.

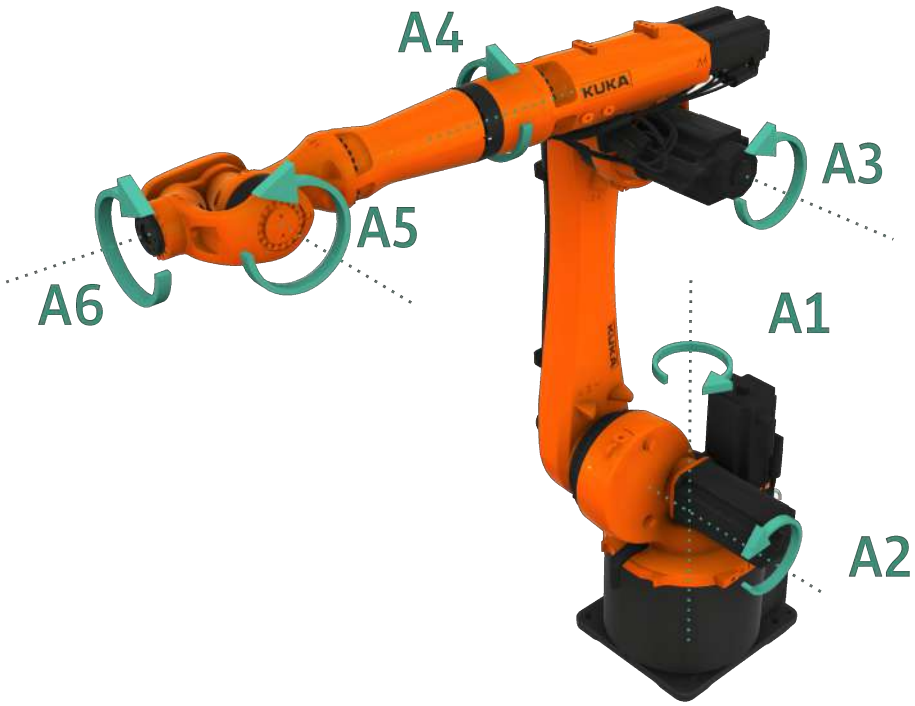



**Fig. 6-1: Ejes de un robot KUKA**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Las flechas de la ilustración apuntan en cada caso en el sentido positivo de la dirección de desplazamiento (+).

**Principio**

- Al pulsar uno de los pulsadores de validación, se activan los accionamientos. Cuando se dispone de la habilitación de accionamientos, los textos de las teclas de desplazamiento cambian a color verde. En el momento en que se acciona una tecla de desplazamiento o el ratón 6D, se inicia la regulación los ejes del robot y se ejecuta el desarrollo del movimiento deseado.
- Se puede elegir entre un movimiento continuo o un movimiento incremental. En la barra de estado se deberá seleccionar la medida de paso (valor del incremento).

**Mensajes que influyen en el funcionamiento manual**

| Mensaje | Causa | Solución |
|---|---|---|
| "Comandos activos bloqueados" | Existe un mensaje (de PARADA) o un estado que provoca el bloqueo de los comandos activos (p. ej., PARADA DE EMERGENCIA pulsada o accionamientos aún no preparados). | Desbloquear la parada de emergencia y confirmar los mensajes de la ventana de mensajes. Al pulsar un pulsador de validación se activan los accionamientos. |
| "Interruptor de final de carrera de software -A5" | El interruptor de final de carrera de software del eje mostrado (p. ej., A5) se ha aproximado en la dirección indicada (+ o -). | Desplazar el eje indicado en la dirección contraria. |

**Consejo práctico**

1. Seleccionar el programa deseado.
2. Accionar uno de los pulsadores de validación.
3. Esperar hasta que los accionamientos estén preparados (teclas de desplazamiento iluminadas en verde o indicación del accionamiento I en verde).
4. En ese momento, iniciar la acción deseada » Tecla de inicio, teclas de desplazamiento o ratón 6D.

Si no se respeta este orden, se visualizará el mensaje "Comandos activos bloqueados".

## 6.3 Mover ejes del robot individualmente

**Advertencias de seguridad para movimientos manuales específicos de los ejes**

**Modo de servicio**

- El modo manual del robot solo es posible en el modo de servicio T1 (Manual Velocidad reducida).
- La velocidad de desplazamiento manual es como máx. de 250 mm/s en el modo de servicio T1.
- El modo de servicio se ajusta con el administrador de conexiones.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Pulsador de validación

- Para poder desplazar el robot se debe accionar y mantener accionado un pulsador de validación.
- En el smartPAD se encuentran instalados tres pulsadores de validación y en el smartPAD2 cuatro.
- Los pulsadores de validación tienen tres posiciones:
  - no pulsado
  - Posición central (intermedia)
  - Pulsado a fondo (posición de pánico)

### Interruptores de final de carrera de software

- El movimiento del robot está limitado por los valores máximos positivo y negativo de los interruptores de final de carrera de software.

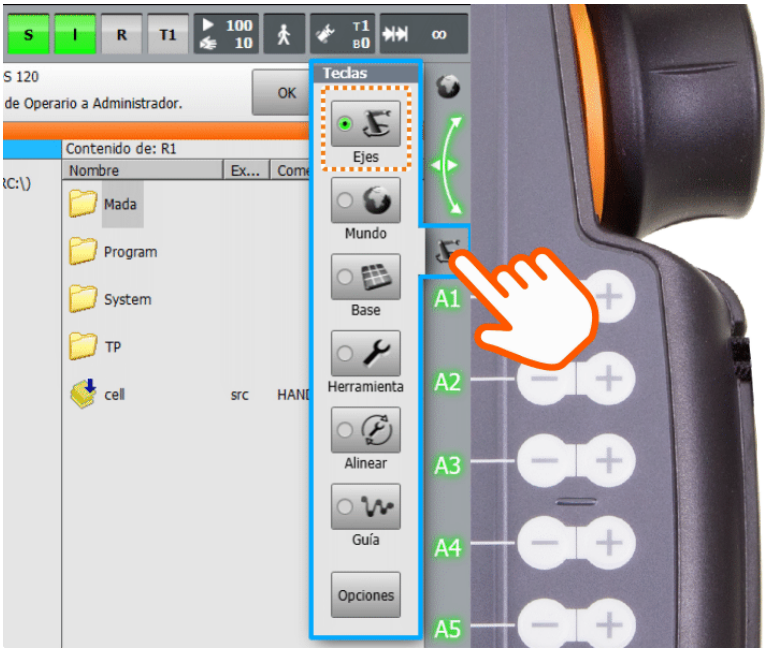
**AVISO**

- Si en la ventana de mensajes aparece "Realizar ajuste", significa que también se pueden traspasar estos límites.
- En este caso se debe tener en cuenta que el sistema del robot puede sufrir daños.

## Procedimiento

### Realizar movimiento específico del eje

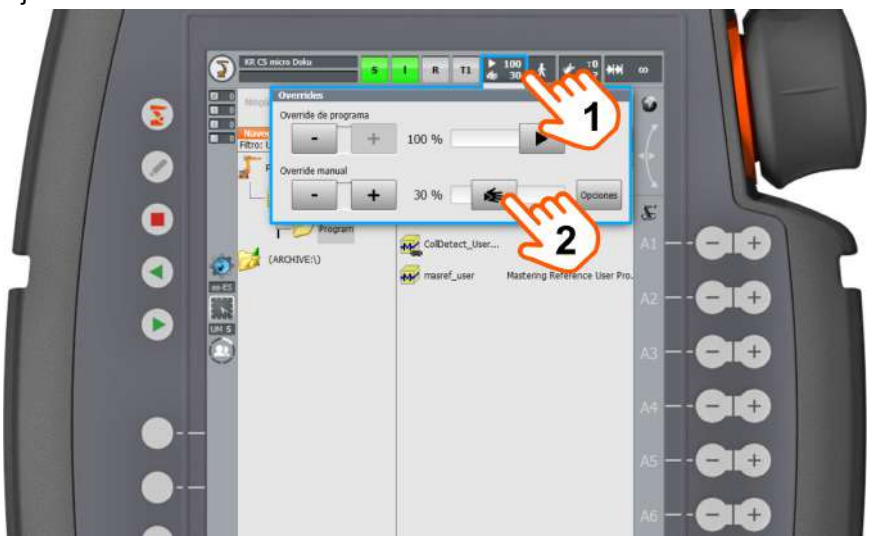
1. Seleccionar como opción para las teclas de desplazamiento **Ejes**






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

2. Ajustar el override manual




3. Mantener pulsado el pulsador de validación en la posición intermedia




4. Junto a las teclas de desplazamiento se muestran los ejes A1 a A6. Pulsar la tecla de desplazamiento + ó - para mover un eje en dirección positiva o negativa.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Desplazar manualmente el robot |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Desplazar el robot de forma específica del eje con el smartPAD

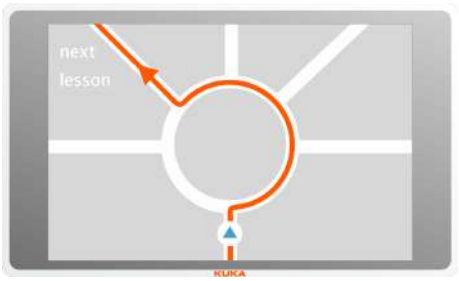


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 7 En caso de avería, mover el robot con el dispositivo de liberación

## 7.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Podrá mover el robot con el dispositivo de liberación en una situación de fallo o de emergencia.
- Conocerá los peligros y se protegerá a sí mismo en un uso de este tipo.

## 7.2 Conocer el dispositivo de liberación

**Descripción**

El dispositivo de liberación permite mover el robot mecánicamente en caso de accidente o avería.

El dispositivo de liberación puede utilizarse para los motores de accionamiento de los ejes principales y, dependiendo de la variante del robot, también para los motores de accionamiento del eje de la muñeca.

**Únicamente** se debe utilizar en situaciones excepcionales y casos de emergencia como, p. ej., para liberar personas.



**Fig. 7-1: Dispositivo de liberación**

Cuando se haya usado el dispositivo de liberación, a continuación se debe garantizar el correcto funcionamiento de los frenos.

- Para ello, se debe realizar una prueba de frenos. Si esta resultara negativa, se deberá sustituir el motor afectado.
- Si la prueba de frenos no está disponible en la unidad de control o no se puede realizar, se deberán sustituir los motores afectados.

El robot se debe ajustar de nuevo.

La prueba de frenos es una función fija del KSS8.x. Sin embargo, debe ser habilitada y activada por el técnico de puesta en servicio/personal responsable de la puesta en servicio con seguridad.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 7.3 Mover el robot sin la unidad de control en casos de emergencia

**Indicaciones de seguridad**

- Durante el servicio, los motores alcanzan temperaturas que pueden causar quemaduras en la piel.



- Debe evitarse cualquier contacto.
- Deben aplicarse medidas de protección adecuadas como, p. ej., llevar guantes de protección adecuados.



**Procedimiento**

1. Desconectar la unidad de control del robot y asegurarla contra una reconexión indebida (por ejemplo, con un candado).







2. Quitar la tapa protectora del motor.
3. Posicionar el dispositivo de liberación en el motor correspondiente y mover el eje en la dirección deseada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



**Fig. 7-2: Dispositivo de liberación**

**Ejemplo en el motor del eje 2**

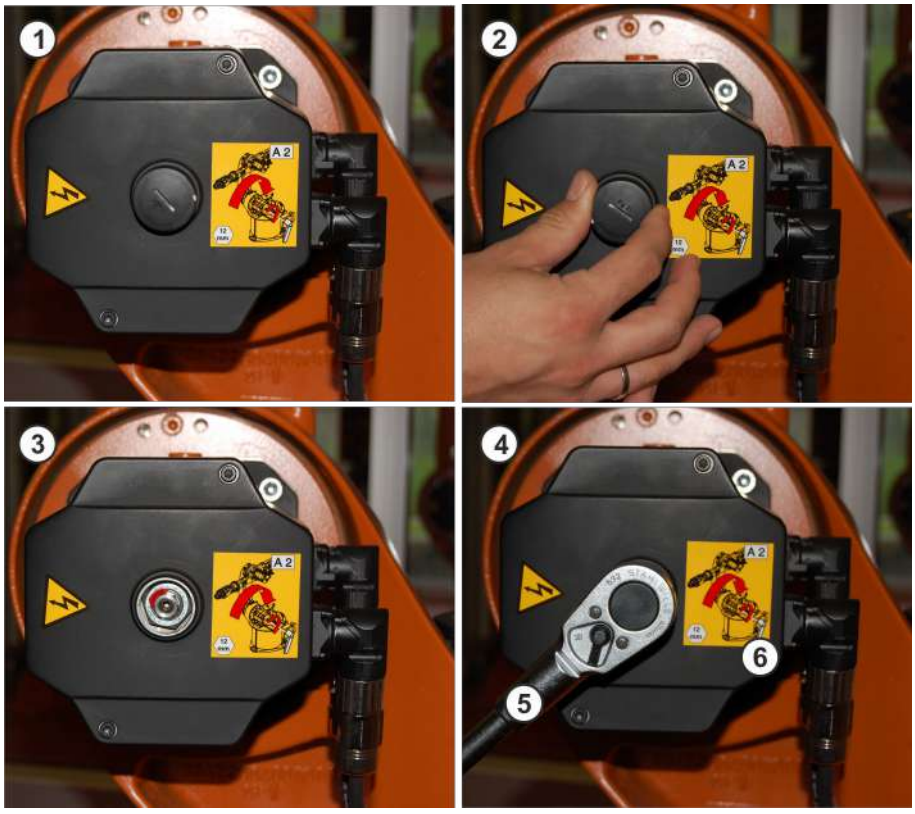



**Fig. 7-3: Procedimiento con el dispositivo de liberación**

1 Motor A2 con tapa protectora cerrada
2 Abrir la tapa protectora del motor A2
3 Motor A2 con tapa protectora retirada
4 Colocar el dispositivo de liberación sobre el motor A2
5 Dispositivo de liberación
6 Placa (opcional) con descripción de la dirección de giro



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

En caso de avería, mover el robot con el dispositivo de liberación

- Opcionalmente se puede adquirir una identificación de las direcciones sobre los motores por medio de flechas.
- Debe vencerse la resistencia del freno mecánico por motor y, en caso necesario, también las posibles cargas adicionales de los ejes.

En las instrucciones de servicio y de montaje del robot se encuentra información adicional.

**Podrá encontrar más información en la descripción del producto**




| | |
|---|---|
| **Descripción del producto** | **Dispositivo de liberación** |
| **Filtro de búsqueda** | Producto > Información del producto |
| **Capítulo/apartado** | ---- |

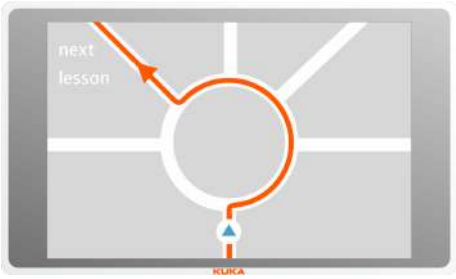


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 8 Asignar correctamente los sistemas de coordenadas en el robot KUKA

## 8.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Conocerá los sistemas de coordenadas en un robot KUKA y podrá asignarlos correctamente.

## 8.2 Sistemas de coordenadas en relación con los robots

A la hora de programar, poner en servicio y operar con robots industriales, los sistemas de coordenadas juegan un papel importante. En la unidad de control del robot se encuentran definidos los siguientes sistemas de coordenadas:

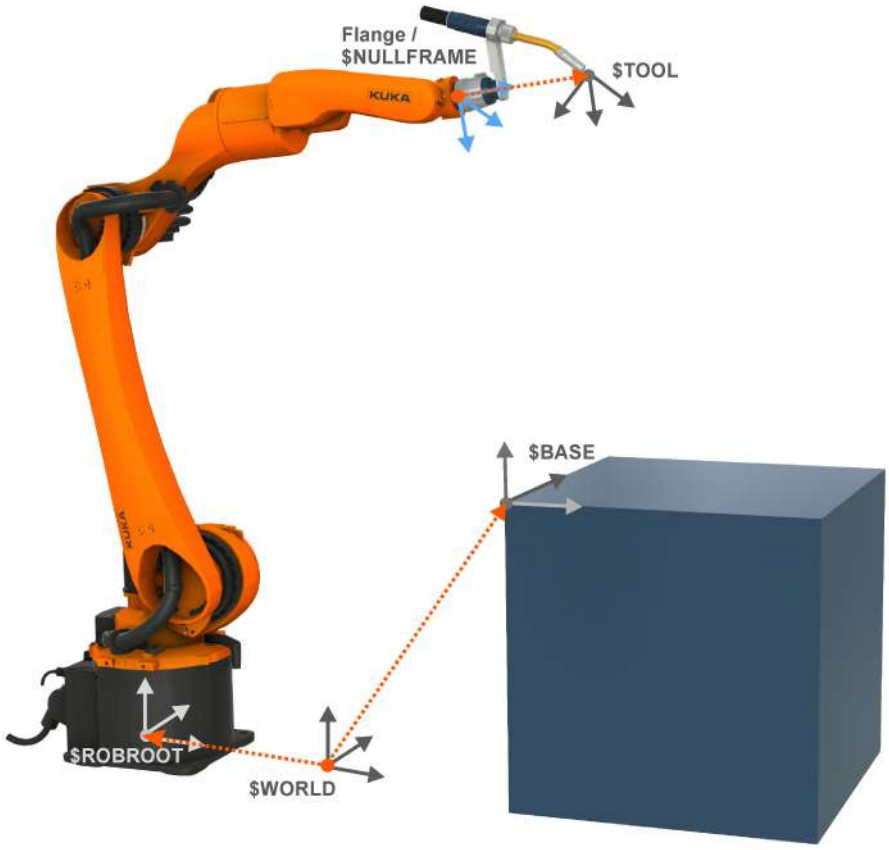



**Fig. 8-1: Resumen de los sistemas de coordenadas**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **ROBROOT**

  Sistema de coordenadas en el pie del robot

  – Se encuentra anclado en el pie del robot.
  – Es el origen real del robot.
  – El ROBROOT puede desplazarse en relación al sistema de coordenadas WORLD.
- **WORLD**

  Sistema de coordenadas universales

  – En el estado de suministro, coincide con el sistema de coordenadas ROBROOT.
  – Se puede "sacar" del pie del robot.
  – Describe la posición del sistema de coordenadas WORLD en relación con el sistema de coordenadas ROBROOT.
  – Se usa, entre otras cosas, en sistemas de robot de montaje en el techo o en la pared.
- **BASE**

  Sistema de coordenadas base

  – Es un sistema de coordenadas de libre definición específico del cliente
  – Describe la posición de la base en relación con WORLD.
- **FLANGE (NULLFRAME)**

  Sistema de coordenadas de la brida

  – El sistema de coordenadas FLANGE se encuentra anclado en la brida del robot.
  – El origen es el centro de la brida del robot.
  – Es el punto de referencia para el sistema de coordenadas TOOL.
  – Se denomina también NULLFRAME (MARCO CERO).
- **TOOL**

  Sistema de coordenadas de la herramienta

  – Es un sistema de coordenadas de libre definición.
  – El origen del sistema de coordenadas TOOL se denomina **TCP** (Tool Center Point).
  – Se usa para la medición de herramientas.

## 8.3 Sistema de coordenadas y "regla de la mano derecha"

En los apartados anteriores se ha explicado dónde y cómo actúan los sistemas de coordenadas en el sistema de robot. Sin embargo, la cuestión se plantea a menudo en la vida cotidiana: "¿Qué pulsador tengo que pulsar en el smartPAD 2 para que el robot se mueva en una determinada dirección?". Un elemento auxiliar que siempre llevas contigo para la visualización es tu propia mano derecha.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Orientación**

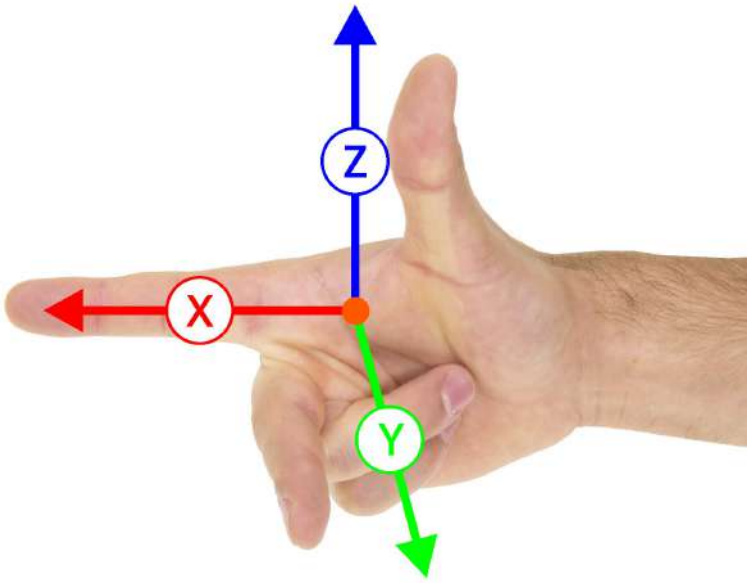



**Fig. 8-2: Orientación, muñeca derecha**

Formar el pulgar, el índice y el dedo corazón en un sistema de coordenadas rectangulares y, p. ej., alinear el dedo índice con el eje X y el pulgar con el eje Z. El dedo corazón apunta ahora en la dirección del eje Y. Las puntas de los dedos apuntan respectivamente en la dirección de desplazamiento positiva (+).

**Giro**

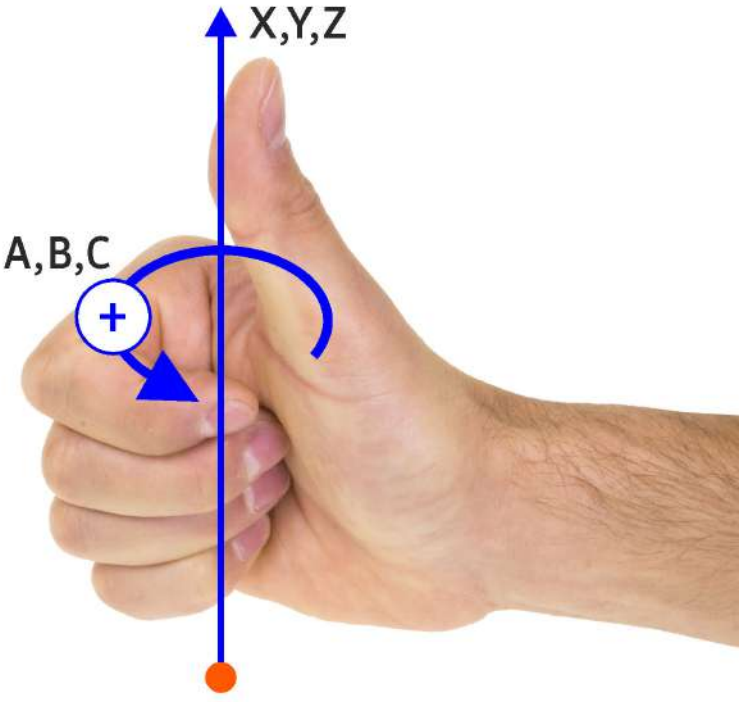



**Fig. 8-3: Giro, muñeca derecha**

Apretar la mano derecha en un puño y agarrar "virtualmente" el eje deseado. El pulgar extendido señala la dirección "positiva". Todos los demás dedos muestran ahora el sentido de giro positivo.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Asignar correctamente los sistemas de coordenadas en el robot KUKA

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Sistemas de coordenadas |

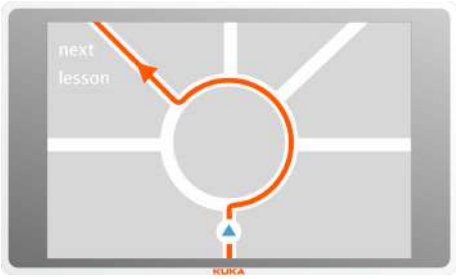


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 9 Mover el robot en el sistema de coordenadas universales con el smartPAD

## 9.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Puede asignar correctamente el sistema de coordenadas World en el robot.
- Desplazará el robot en el sistema de coordenadas World con las teclas de desplazamiento o el ratón 6D.

## 9.2 Mover el robot en el sistema de coordenadas universales

**Movimiento del sistema de coordenadas universales**

El punto central de la brida (NULLFRAME) puede moverse conforme a las direcciones de las coordenadas del sistema de coordenadas universal. **Todos** los ejes del robot se mueven. Se pueden utilizar las teclas de desplazamiento o el Space Mouse del KUKA smartPAD. En el ajuste estándar, el sistema de coordenadas universal descansa sobre el pie del robot ($ROBROOT). El desplazamiento manual solo se puede efectuar en el modo de servicio T1.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

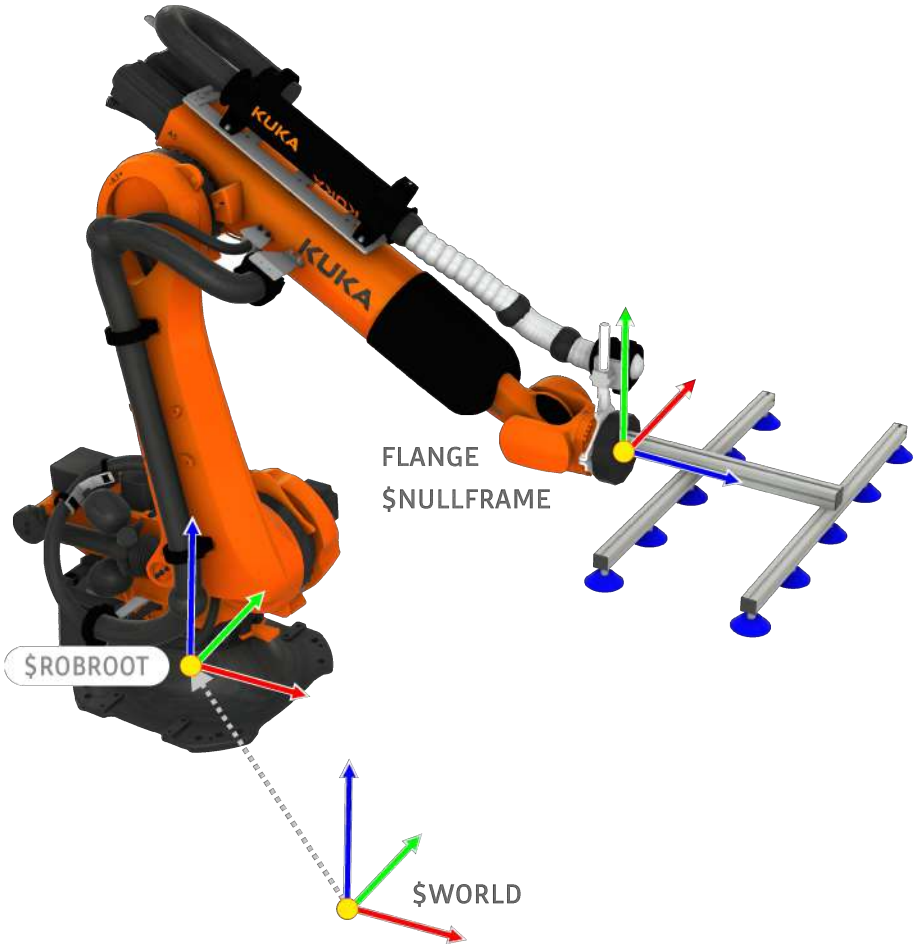



**Fig. 9-1: Principio del proceso manual del sistema de coordenadas de herramienta**

**Space Mouse**

- El Space Mouse permite mover de forma intuitiva el robot y resulta la elección ideal para los procesos manuales en el sistema de coordenadas universales.
- La posición del puntero y el grado de libertad se pueden cambiar.

**Opciones de desplazamiento manual por el sistema universal de coordenadas**

**Un robot se puede mover de dos maneras distintas en un sistema de coordenadas:**

- **Translatoria** (rectilínea) a lo largo de las direcciones de orientación del sistema de coordenadas: X, Y y Z.
- **Rotatoria** (giratoria/basculante) alrededor de las direcciones de orientación del sistema de coordenadas: ángulos A, B y C.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

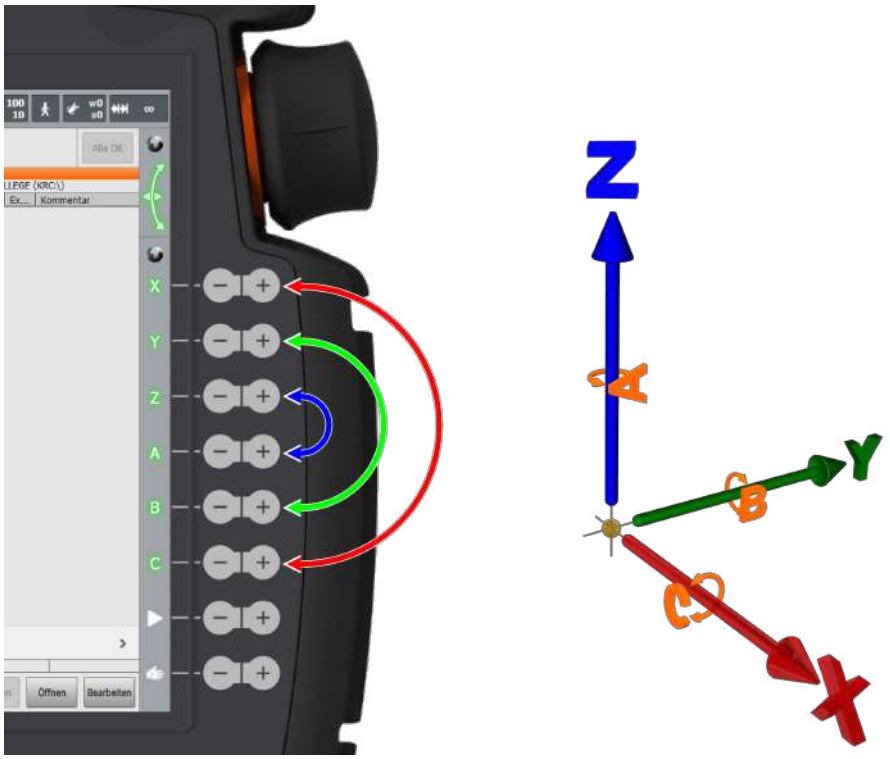



**Fig. 9-2: Sistema de coordenadas cartesiano**

En una instrucción de desplazamiento (p. ej., al pulsar una tecla de desplazamiento), la unidad de control calcula primero una distancia. El punto de inicio del recorrido es el punto de referencia de la herramienta (**TCP** - *Tool Center Point*). La dirección de la distancia la establece el sistema de coordenadas universales. El control regulará entonces todos los ejes de modo que la herramienta se conduzca (traslación) y se gire (rotación) teniendo en cuenta esta distancia.

**Ventajas**

- El movimiento del robot siempre es predecible.
- Al conocerse el origen y las direcciones de las coordenadas, los movimientos del Tool Center Point en el espacio son siempre unívocos.
- El sistema de coordenadas universal siempre se debe utilizar con el robot ajustado.
- El ratón 6D permite un manejo intuitivo del equipo.

**Desventajas**

- El robot puede desplazarse a una posición singular.
- En este caso, el robot debe salir de la singularidad mediante el modo de desplazamiento específico del eje.

## 9.3 Movimiento del robot en el sistema de coordenadas universales

### Uso del ratón 6D

Todos los tipos de movimiento se pueden realizar con el ratón 6D:

- **Translatorio:** pulsando y arrastrando el ratón 6D



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

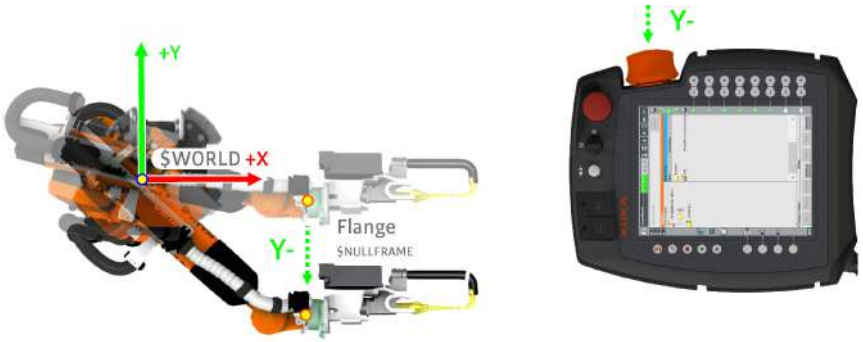



**Fig. 9-3: Ejemplo: Movimiento a la izquierda**

- **Rotatorio:** girando y basculando el ratón 6D

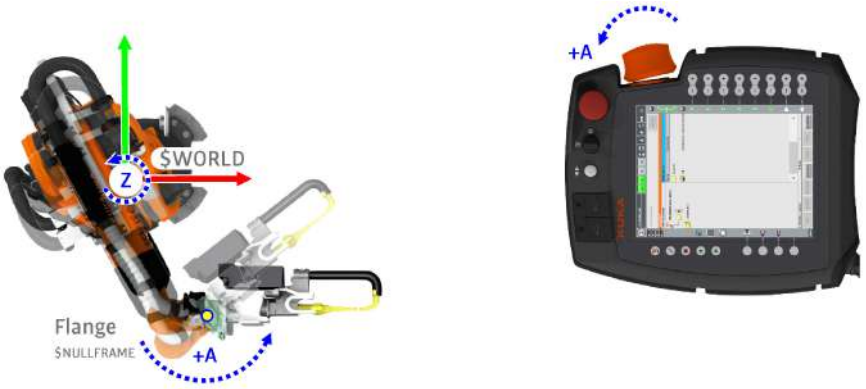



**Fig. 9-4: Ejemplo: Movimiento rotacional en Z: Ángulo A**

**Posición del operario**

La posición del ratón 6D puede adaptarse en función de la posición del operario con respecto al robot.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 9-5: Ratón 6D, posiciones**

### Ejecutar un movimiento translatorio (Mundo)

1. Adaptar la posición del smartPAD.




KCP-*KUKA Control Panel* ≙ smartPAD

   - Abrir la ventana de opciones pulsando el símbolo de la flecha (1) que se encuentra junto al ratón 6D.
   - Modificar la posición del smartPAD desplazando el símbolo del smartPAD.
2. Los demás ajustes del ratón podrá adaptarse con el botón **Opciones**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 9-6: Opciones de desplazamiento manual**

1 Ajustes del ratón

Restricción/ampliación del grado de libertad para el ratón 6D

2 Sinc. Sistema de coordenadas

Los ajustes para el sistema de coordenadas se aplican para el ratón y las teclas de desplazamiento

3 Sistema de coordenadas

Sistema de coordenadas en el que debe moverse el robot mediante el ratón 6D

| |
|---|
| Con el botón **SYNC** se puede sincronizar la selección de los sistemas de coordenadas del ratón 6D y de las teclas de desplazamiento. |

3. Como opción para el ratón 6D, seleccionar **Universal** (1)

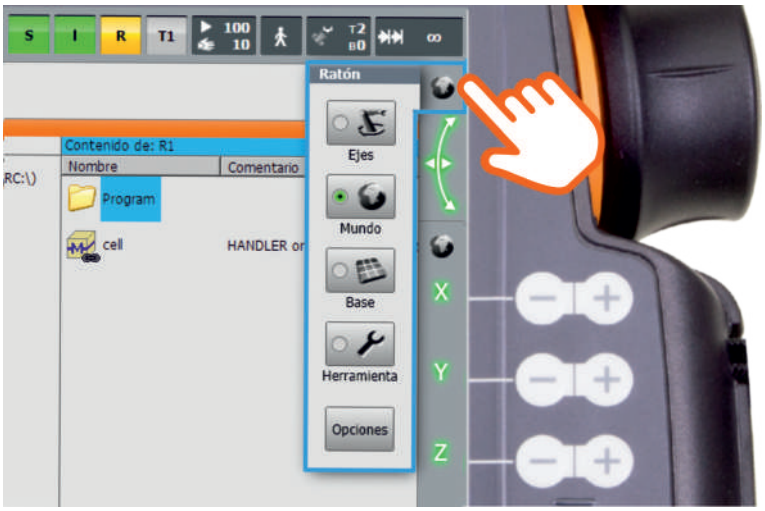


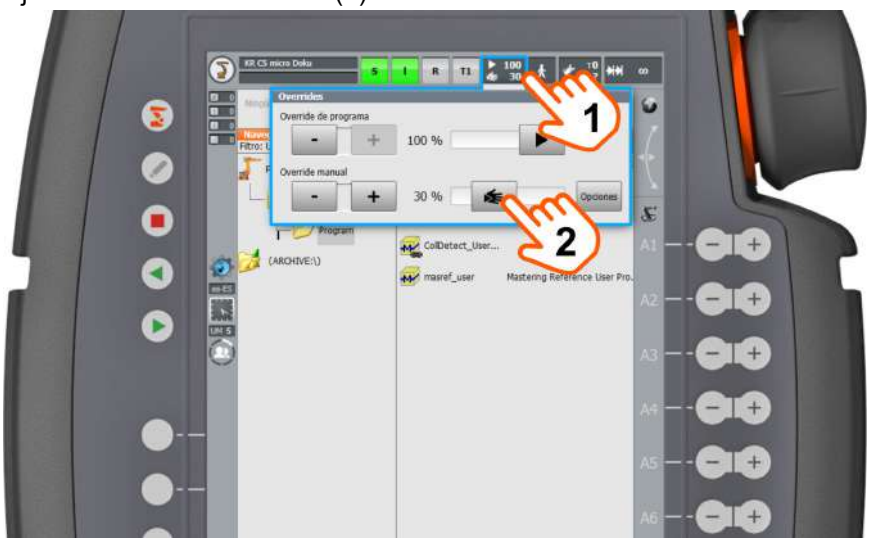

**Fig. 9-7: Desplazamiento manual en el sistema universal de coordinadas, ratón 6D**

1 Botón » "Ratón 6-D"



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

4. Ajustar el override manual (1)



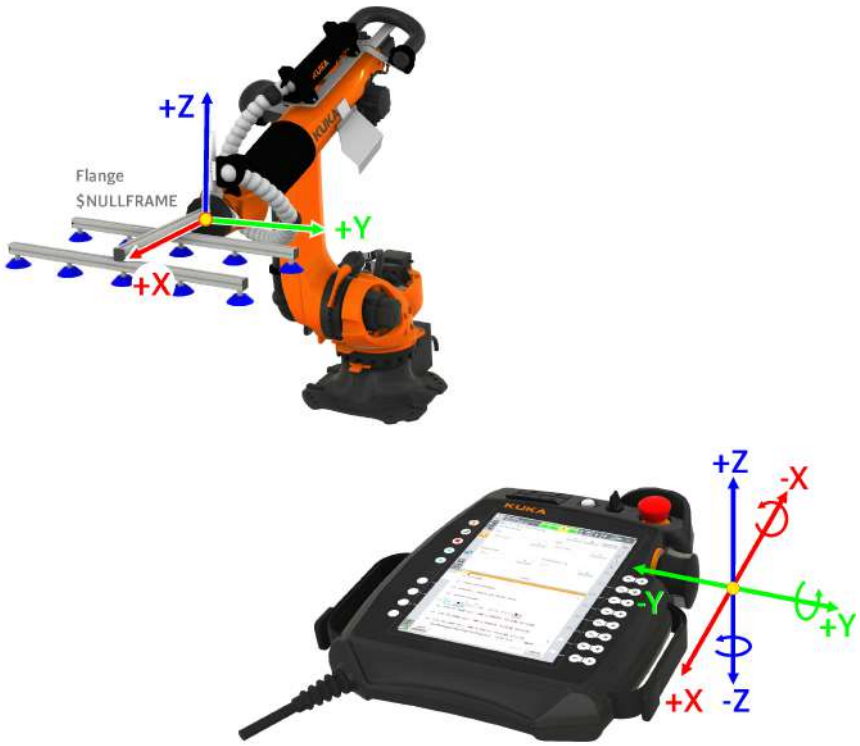

5. Accionar y mantener accionado uno de los cuatro pulsadores de validación en la posición central.






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

6. Con el ratón 6D, desplazarse en la dirección correspondiente.




7. Como alternativa, también se pueden utilizar las teclas de desplazamiento.

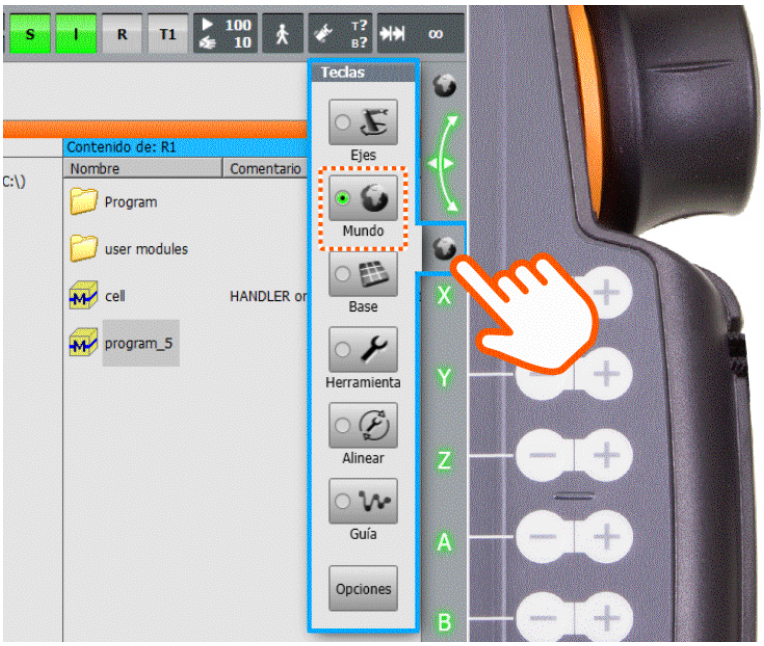



**Fig. 9-8: Desplazamiento manual en el sistema universal de coordenadas, teclas de desplazamiento**

1 Botón » "Teclas"



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Desplazar manualmente el robot |





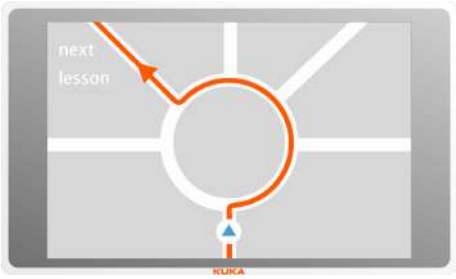
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 10 Posicionar la herramienta del robot de forma precisa con el tipo de desplazamiento incremental

## 10.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Desplazará el robot con precisión en pequeños pasos mediante el ajuste "Desplazamiento manual incremental".

## 10.2 Conocer el desplazamiento manual incremental

**Movimiento manual incremental**

El movimiento manual incremental permite que el robot se mueva en una distancia definida como, por ej., 10 mm o 3 °.

La tecla de desplazamiento correspondiente debe permanecer pulsada hasta que se alcance la distancia preestablecida. Una vez alcanzada la distancia predefinida, el robot se detiene por sí mismo.

En el desplazamiento con el ratón Space, no es posible aplicar el desplazamiento manual incremental.

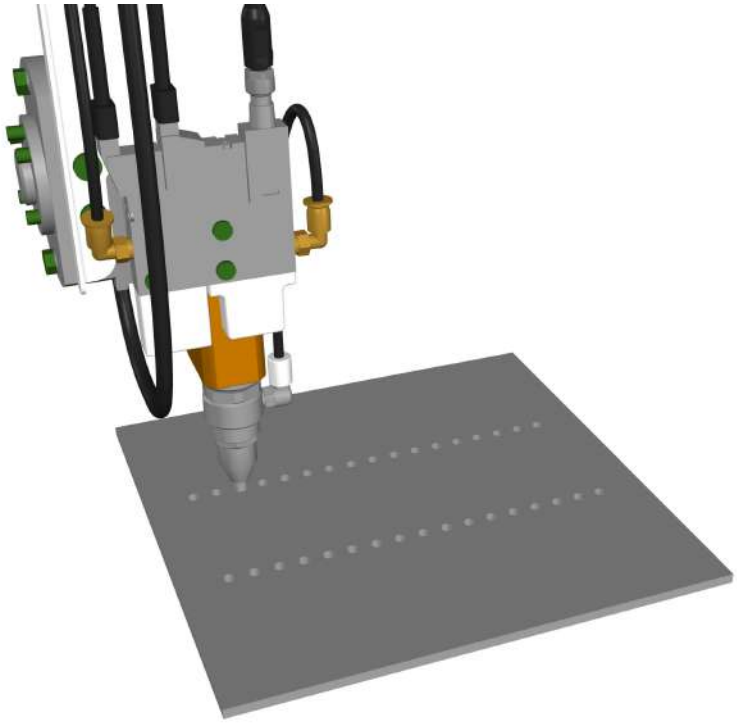


**Fig. 10-1: Desplazamiento manual incremental, ejemplo**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Ámbitos de aplicación**

- Posicionamiento de puntos a distancias iguales.
- Corrección de punto exacta cuando la distancia se especifica en milímetros o en grados, p. ej., datos de un dispositivo de medición
- Movimiento de salida desde una posición con una distancia definida, p. ej., en caso de error

## 10.3 Desplazamiento incremental del robot

**Procedimiento**

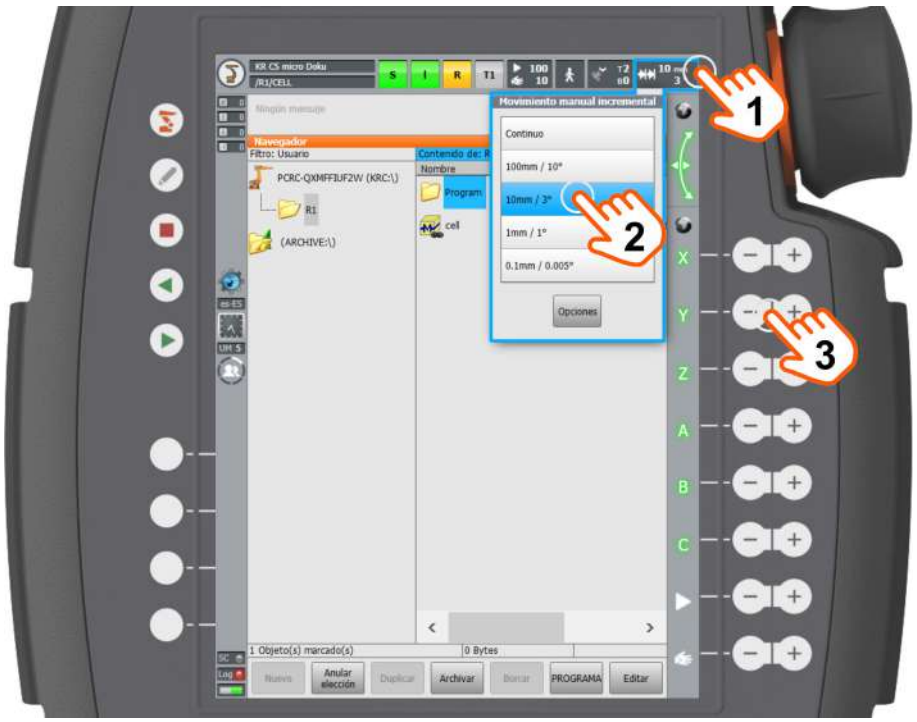



**Fig. 10-2: Movimiento manual incremental**

1. En la barra de estado, pulsar el campo "Desplazamiento manual incremental" (1).
2. Seleccionar la distancia de desplazamiento incremental deseada (2).
3. Pulsar y mantener pulsado uno de los cuatro tastos de validación.
4. El robot se puede desplazar con las teclas de desplazamiento de forma cartesiana o de forma específica por ejes de acuerdo con la distancia de desplazamiento ajustada.

   En el ejemplo, esta se refiere al TCP de la herramienta activa



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

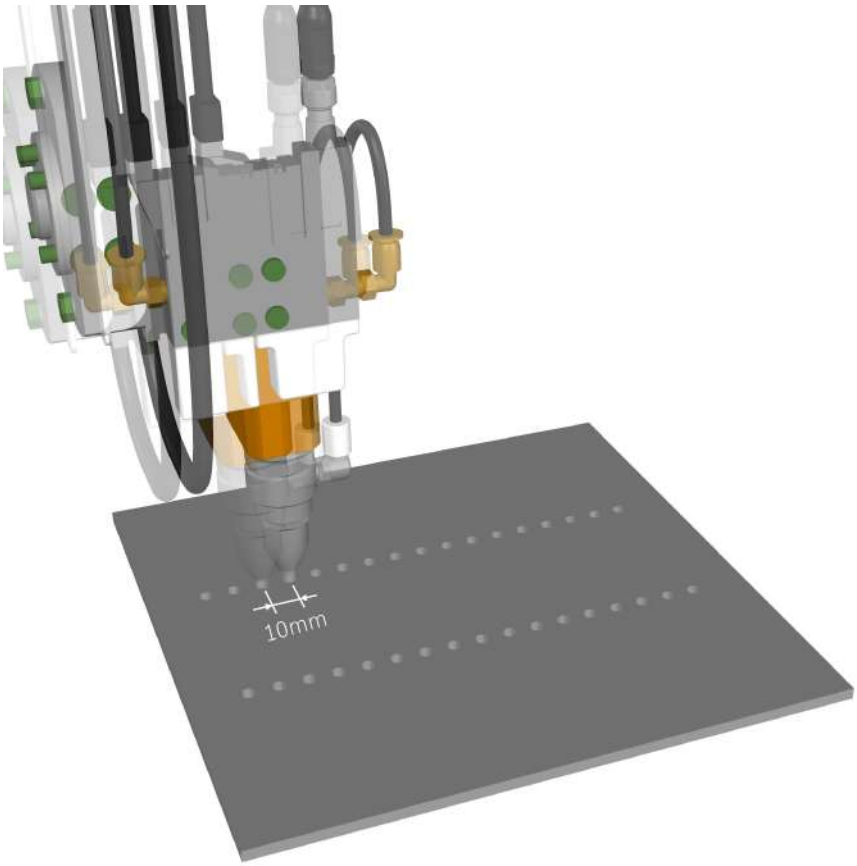



**Fig. 10-3: Ejemplo, chapa perforada**

| |
|---|
| Cuando se interrumpe el movimiento del robot como, por ej., al soltar el pulsador de validación, en el próximo movimiento no se continúa con la distancia de desplazamiento interrumpida, sino que se comienza de nuevo. |

Ajustes/valor del incremento:

| Ajuste | Descripción |
|---|---|
| **Continuo** | El desplazamiento manual incremental está desconectado. |
| **100 mm / 10°** | 1 incremento = 100 mm o 10° |
| **10mm / 3°** | 1 incremento = 10 mm o 3° |
| **1mm / 1°** | 1 incremento = 1 mm o 1° |
| **0,1mm / 0,005°** | 1 incremento = 0,1 mm o 0,005° |

Incrementos en mm:

- Válido en desplazamientos cartesianos en direcciones X, Y y Z.

Incrementos en grados:

- Válido en desplazamientos cartesianos en rotación A, B o C.
- Válido para movimientos específicos del eje.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Desplazamiento manual del robot > Desplazamiento manual incremental |

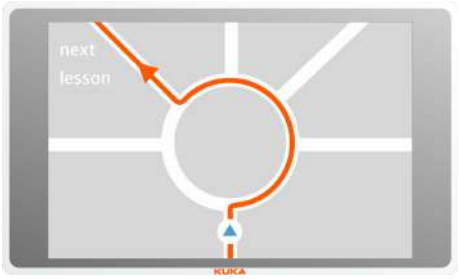


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 11 Mover el robot con el tipo de desplazamiento Guía

## 11.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Moverá el robot hacia atrás con el tipo de desplazamiento "Guía" hasta en un punto de fallo.
- Podrá distinguir entre el tipo de desplazamiento "Guía" y "Programa hacia atrás".

## 11.2 Conocer el tipo de desplazamiento "Guía"

**Descripción**

Cuando el robot se mueve, la unidad de control del robot graba cíclicamente la posición actual del robot en una memoria intermedia. Eso se aplica independientemente de cómo se mueva el robot. También el cambio entre la activación del programa y el desplazamiento manual intermedio no influye en el registro de la posición. Es posible retroceder al pasado inmediato del robot. El robot puede desplazarse hasta la posición deseada con el tipo de desplazamiento **guiado** y las **teclas ±**, así como volver a la posición de partida.




**Fig. 11-1: Desplazar el robot con guiado**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

La trayectoria recorrida se corresponde aproximadamente con la trayectoria original. Se calcula mediante la unión de los puntos guardados con el contorno de SPLINE.

La memoria intermedia para los desplazamientos de retorno con las teclas de desplazamiento no es idéntica a la memoria intermedia para los desplazamientos de retorno con el botón de inicio de retorno del smartPAD.

Si el robot se limita con un interruptor de final de carrera de software durante el desplazamiento, el registro se restablece y se inicia un nuevo registro.

**Comparación "inicio retroceso" con "tipo de desplazamiento guiado"**

La tabla muestra las principales diferencias entre los desplazamientos de retorno con el botón de inicio de retorno y con las teclas de desplazamiento.

| Mediante el retroceso de inicio | Mediante teclas de desplazamiento |
|---|---|
| Los movimientos programados pueden realizarse hacia atrás. | Prácticamente todos los tipos de movimientos pueden realizarse hacia atrás. |
| El curso de la trayectoria puede diferenciarse de la trayectoria de avance. | El curso de la trayectoria es como en la trayectoria de avance. |
| Con los desplazamientos de retorno no se produce aproximación ni oscilación. | |
| Los movimientos originales solo pueden realizarse hacia atrás. | La trayectoria es un continuo. Es posible detenerse en los puntos deseados, sin embargo los movimientos originales no pueden realizarse hacia atrás de forma individual (movimiento a movimiento). |

## 11.3 Mover el robot con el tipo de desplazamiento "Guía"

**Procedimiento**

El uso del tipo de desplazamiento guiado solo es posible en el modo de servicio T1.

1. En la ventana **Opciones de procesos manuales** , dentro de la pestaña **Teclas**, seleccionar la opción **Guía** (1).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 11-2: Tipo de desplazamiento guiado**

2. Ajustar el override manual.

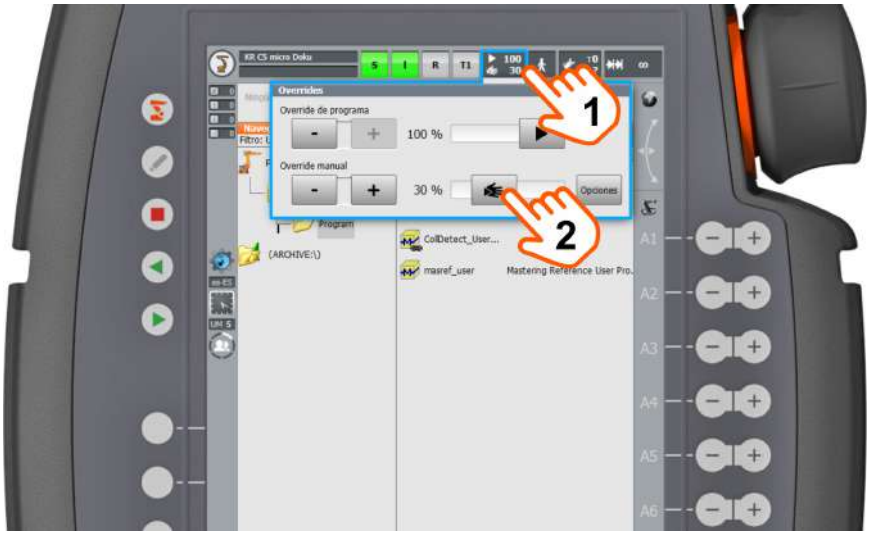



**Fig. 11-3: Ajustar el override manual con la barra de estado**

3. Pulsar y mantener uno de los pulsadores de validación.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 11-4: Pulsador de validación**

4. Junto a la tecla de desplazamiento superior se muestra el siguiente símbolo de doble flecha:




**Fig. 11-5: Desplazamiento manual guiado**

5. En esta tecla de desplazamiento, pulsar en menos para desplazar el robot hacia atrás a lo largo de la trayectoria programada.
6. Pulsar en más para desplazar el robot hacia delante a lo largo de la trayectoria programada.

   El robot puede desplazarse alternativamente hacia delante y hacia atrás. Cuando se alcanza el final de la trayectoria programada en una u otra dirección, la unidad de control del robot muestra el siguiente mensaje: *Se ha alcanzado el final de la trayectoria programada.*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Desplazamiento manual del robot > Retroceder mediante las teclas de desplazamiento |



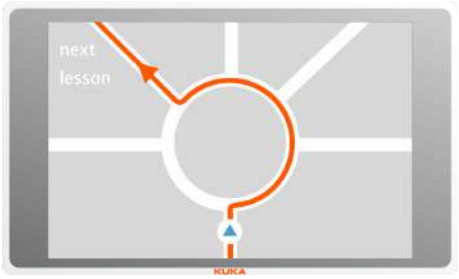
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 12 Indicar la posición del robot actual en el smartPAD

## 12.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Podrá visualizar la posición del robot en el smartPAD.
- Conmutará entre la indicación específica del eje y cartesiana.

## 12.2 Opciones de visualización de las posiciones del robot

**Opciones de visualización de posiciones de robot**

La posición actual del robot se puede mostrar de dos formas distintas:

- **Específica del eje:**

```
$AXIS_ACT={A1..., A2..., A3..., A4..., A4..., A5...,
A6...}
```

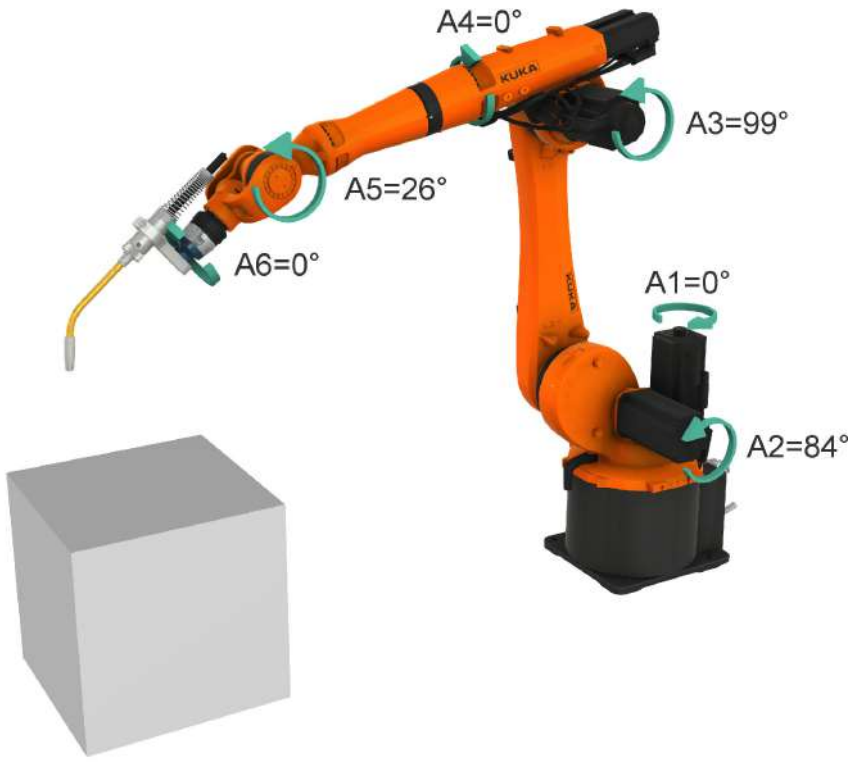



**Fig. 12-1: Posición del robot específica del eje**

– Se muestra el ángulo de cada eje:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

– equivale al valor angular absoluto partiendo de la posición cero mecánica del eje.

- **Cartesiano:**

```
$POS_ACT={X..., Y..., Z..., A..., B..., C..., S...,
T...,E1...,...}
```

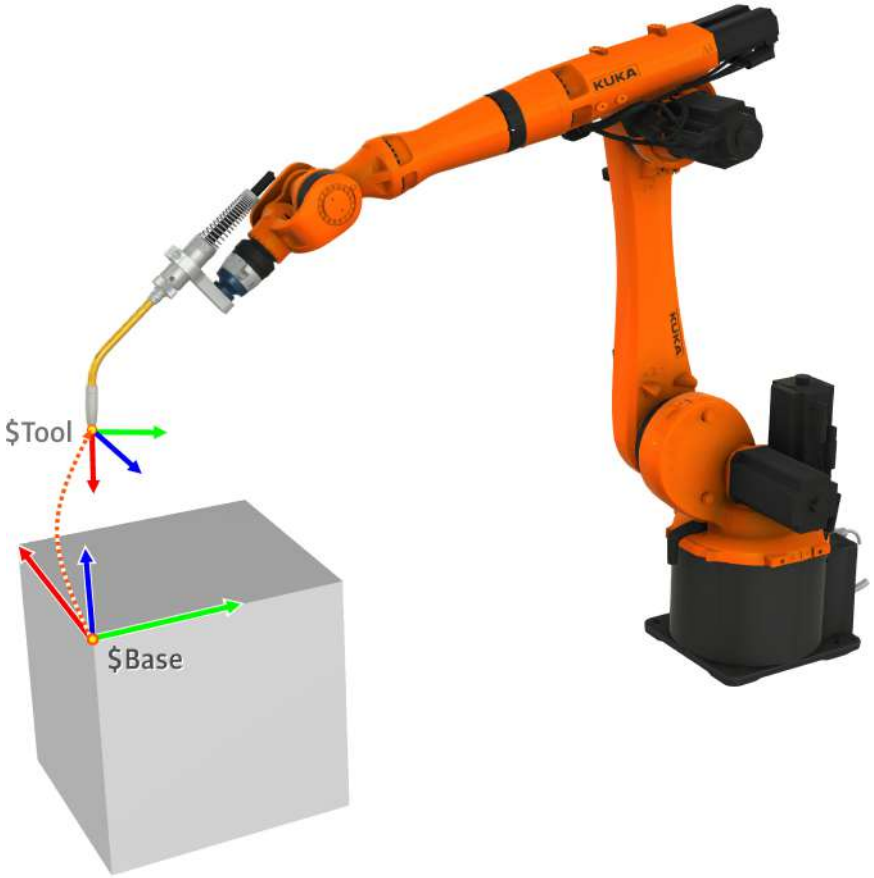



**Fig. 12-2: Posición cartesiana**

– Se muestra la posición actual del TCP actual (sistema de coordenadas TOOL) en relación con el sistema de coordenadas base seleccionado actualmente.
– Si no se ha seleccionado ningún sistema de coordenadas TOOL, se aplicará el sistema de coordenadas FLANGE.
– Si no se ha seleccionado ningún sistema de coordenadas BASE, se aplicará el sistema de coordenadas WORLD.

**Posición cartesiana con distintos sistemas de coordenadas de base**

Si se observa la figura inferior, se aprecia enseguida que el robot ocupa tres veces la misma posición. La indicación de posición, no obstante, muestra valores distintos en cada uno de estos tres casos:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

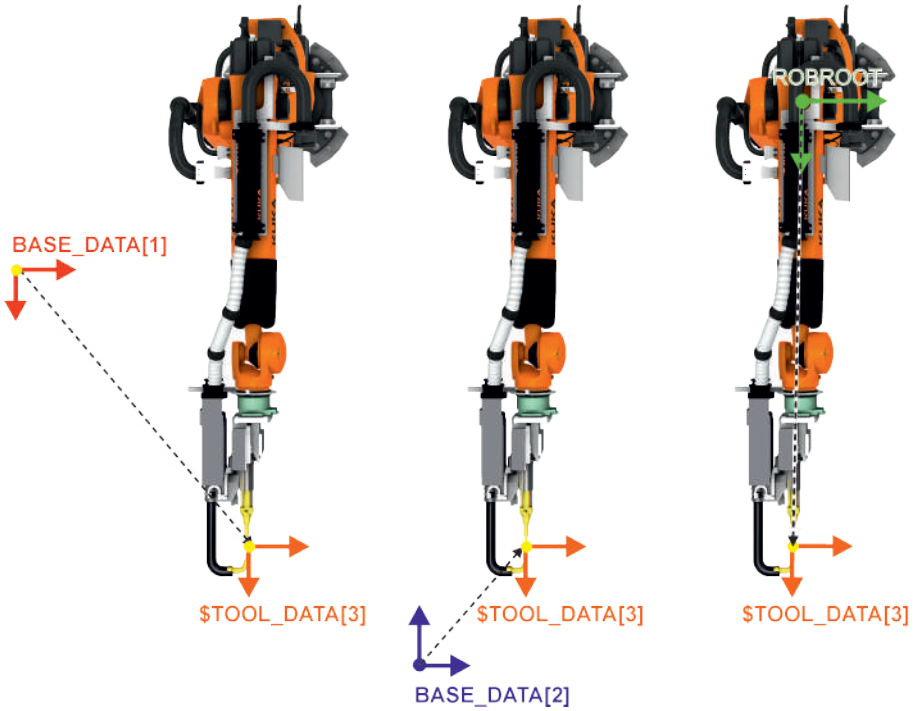



**Fig. 12-3: Tres posiciones de herramienta y solo una posición de robot.**

La posición del sistema de coordenadas de herramienta/TCP se muestra en el sistema de coordenadas base correspondiente:

- para la base **1**
- para la base **2**
- para la base **0**: corresponde al sistema de coordenadas universal (en la mayoría de casos también el $NULLFRAME)

Solo cuando se seleccionan la base correcta y la herramienta correcta, el indicador de la posición real cartesiana muestra los valores esperados.




**Fig. 12-4: Seleccionar herramienta y base**

## 12.3 Consultar la posición actual del robot en el smartPAD

### Descripción

- La posición actual del robot se puede consultar en el smartPAD de dos formas distintas:
  - **Posición específica del eje**
    (>>> *"Indicación de la posición del robot específica del eje" Página 90*)
  - **Posición cartesiana**
    (>>> *"Visualización de la posición cartesiana del robot" Página 91*)
- La posición del robot puede visualizarse en cada grupo de usuario y en cada modo de servicio.

La posición del robot también puede visualizarse de manera paralela a un programa o en el modo de desplazamiento manual.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## Procedimiento

### Indicación de la posición del robot específica del eje

1. **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Indicación* > *Posición real*
2. Con el botón **Cartesiano/Específico del eje** (7) se puede cambiar de una vista a otra.
3. Con el botón **Motor** (6) se puede visualizar adicionalmente el ángulo de motor (3) en la columna (4).

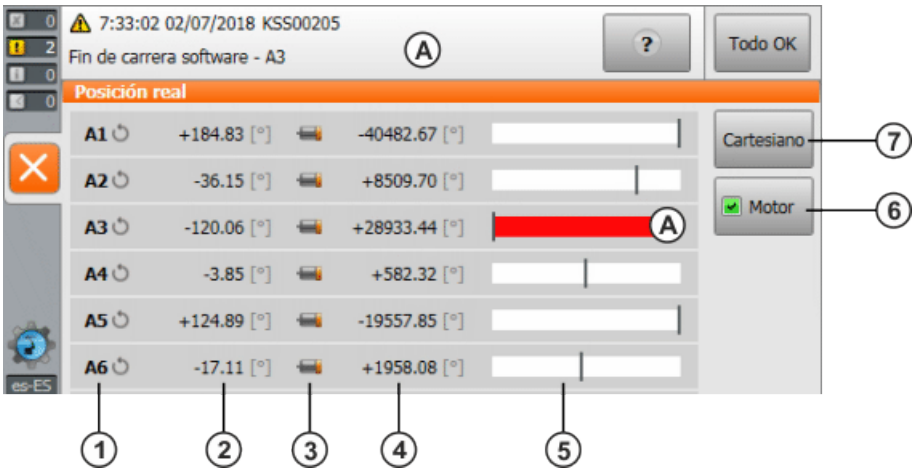



**Fig. 12-5: Posición del robot, específica del eje**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Nombre del eje y representación simbólica del tipo de eje<br>• : de rotación<br>• : de rotación sin fin<br>• : lineal |
| 2 | Posición actual del eje |
| 3 | Símbolo "motor"<br>Solo se muestra cuando la casilla **Motor** está seleccionada. |
| 4 | Ángulo de motor actual<br>Solo se muestra cuando la casilla **Motor** está seleccionada. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 5 | En el caso de los ejes de rotación y lineales: representación gráfica de la posición actual en relación al campo del eje permitido<br>• La barra representa el campo permitido, es decir, el campo entre el interruptor de final de carrera de software. El margen izquierdo corresponde al interruptor de final de carrera negativo, el derecho al positivo.<br>El centro de la barra corresponde al centro del campo permitido. Ejemplo: el interruptor de final de carrera negativo está a -60°, el positivo a 100°. El centro de la barra corresponde 20°.<br>• La raya vertical representa la posición del eje en el campo.<br>• Cuando un eje alcanza un interruptor de final de carrera, la barra se pone roja y en la ventana de mensajes (A) aparece un mensaje.<br>En el caso de los ejes de rotación sin fin, la representación varía. |

### Visualización de la posición cartesiana del robot

1. **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Indicación* > *Posición real*
2. Con el botón **Cartesiano/Específico del eje** (7) se puede cambiar de una vista a otra.

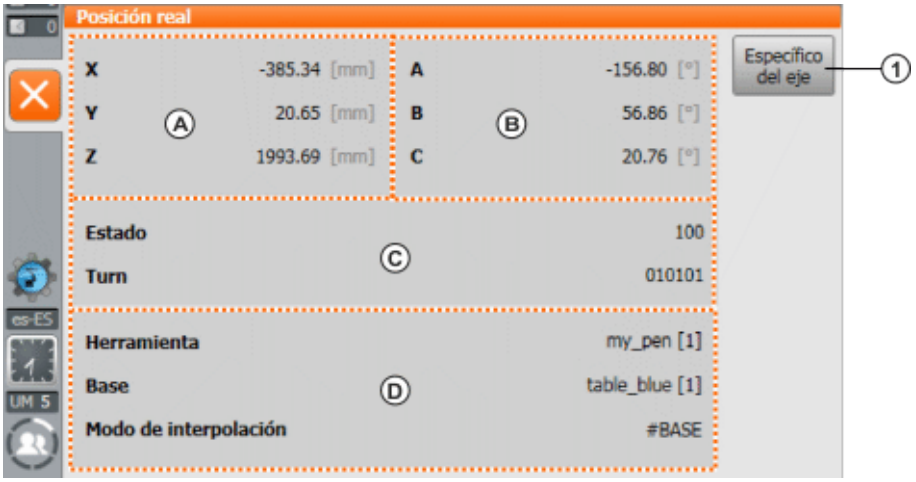



**Fig. 12-6: Posición del robot, cartesiana**

| Pos. | Campos de indicación | Descripción |
|---|---|---|
| A | **X**, **Y**, **Z** | Posición actual |
| B | **A**, **B**, **C** | Orientación actual |
| C | **Estado** | Status en la representación binaria, 3 posiciones |
| | **Turn** | Turn en la representación binaria, 6 posiciones |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Campos de indicación | Descripción |
|---|---|---|
| D | **Herramienta**<br>**Base** | • Nombre y número de la herramienta válida o de la base o $NULLFRAME[0] válidos<br>• Si no hay ninguna herramienta/base válidas, por ejemplo, después de arrancar la unidad de control, se nuestra "**?[-1]**". |
| | **Modo de interpolación** | • #BASE: La herramienta está montada en la brida de acople.<br>• #TCP: La herramienta es una herramienta fija. |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Funciones de indicación > Mostrar la posición real |

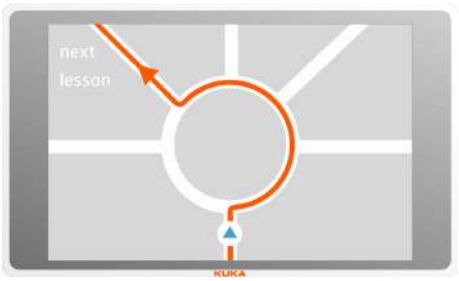


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 13 Conocer y utilizar los grupos de usuarios de la unidad de control

## 13.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá los grupos de usuarios y sus derechos en la unidad de control.
- Cambiará el grupo de usuarios en la unidad de control.
- Sabe cómo cambiar la contraseña de un grupo de usuarios.

## 13.2 Grupos de usuarios en la unidad de control

**Descripción**

Con los grupos de usuario, en la unidad de control del robot se pueden asignar diferentes funciones y autorizaciones controladas por grupos de personas.

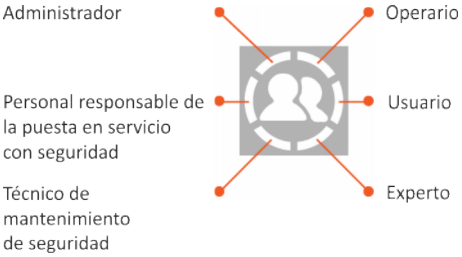



**Fig. 13-1: Grupos de usuario**

Todos los grupos de usuario, salvo el grupo de usuario predeterminado, están protegidos con una contraseña.

Para evitar un uso no autorizado, las contraseñas de cada grupo deberán modificarse por separado.

En este contexto deben considerarse con extrema sensibilidad los grupos de usuario administrador, técnico de puesta en servicio con seguridad y técnico de mantenimiento de seguridad.

La administración de derechos permite asignar otros derechos a cada grupo de usuario. La administración de derechos solo está disponible en el grupo de usuario Administrador.

**Grupos de usuario**

- **Operario**
  Derechos muy limitados: El operario no puede ejecutar ninguna función que modifique de forma permanente el sistema.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Usuario**

  El usuario puede ejecutar funciones que sean necesarias para el funcionamiento normal del robot.

  Ejemplo: Programación de programas de movimiento sencillos con formularios inline.
- **Experto**

  El experto puede ejecutar funciones que sean necesarias para los conocimientos especializados.

  Ejemplo: Programación de programas expertos.
- **Técnico de mantenimiento de seguridad**

  Este grupo de usuario puede activar una interfaz de seguridad preparada (por parte del personal responsable de la puesta en servicio con seguridad) en la unidad de control o en la configuración de celdas segura para personas (por ejemplo, SafeOperation) con un código de activación.

  El técnico de mantenimiento de seguridad dispone de derechos complementarios.
- **Personal responsable de la puesta en servicio con seguridad**

  Este grupo de usuario está autorizado a modificar la interfaz de seguridad en la unidad de control o a realizar configuraciones de celdas seguras para personas (por ejemplo, SafeOperation).
- **Administrator**

  El administrador puede ejecutar todas las funciones (incluida la tecnología de seguridad).

  El grupo de usuario tiene acceso a la gestión de derechos.

### 13.2.1 Cambiar grupo de usuarios

**Visualización del grupo de usuario actual**

- En la smartHMI, el símbolo **Grupo de usuario** indica con el número de sus segmentos en blanco qué grupo de usuario está seleccionado actualmente.
- Ejemplo: 3 segmentos blancos = **Experto**



**Fig. 13-2: Grupo de usuario: Experto**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Procedimiento**

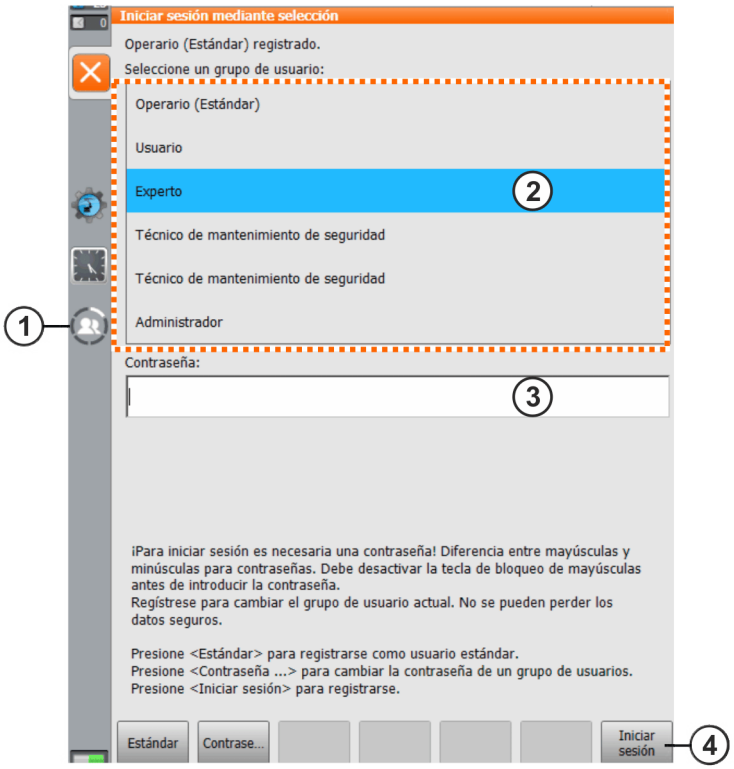



**Fig. 13-3: Cambiar de grupo de usuario**

1. Tocar el símbolo **Grupo de usuario** (1) en la smartHMI.
   Alternativa: Seleccionar **Tecla de robot** > **Configuración** > **Grupo de usuario**.
   Se abre la ventana para la selección del grupo de usuario.
2. Cambiar grupo:.
   - Para cambiar el grupo de usuario predeterminado, pulsar **Estándar**.
     **Estándar** no se muestra cuando ya se encuentra en el grupo de usuario predeterminado.
   - Para cambiar a otro grupo de usuario, seleccionar el grupo de usuario (2) deseado.
     A continuación, introducir la contraseña (3) y confirmar con **Iniciar sesión** (4).

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Cambiar grupos de usuarios<br>Manejo > Grupos de usuarios |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 13.2.2 Cambiar contraseña

**Procedimiento**

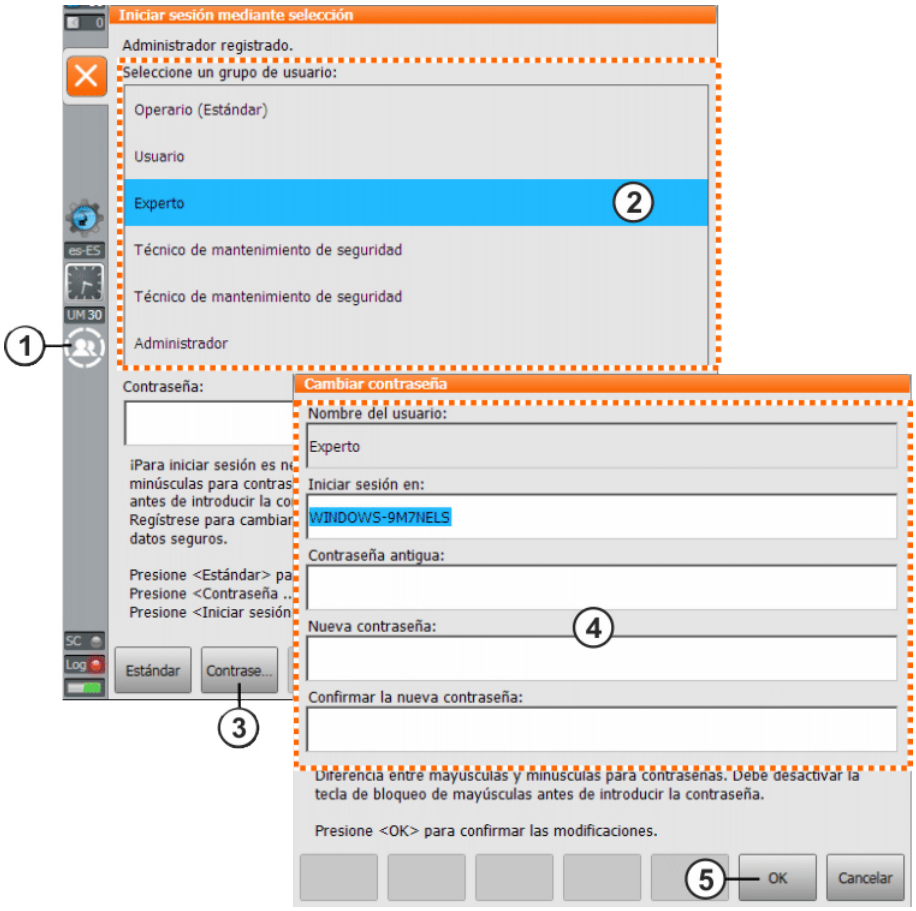



**Fig. 13-4: Cambiar contraseña**

1. Tocar el símbolo **Grupo de usuario** (1) en la smartHMI.
   O bien: Seleccionar en el menú principal **Configuración** > **Grupo de usuario**.
   Se abre la ventana para la selección del grupo de usuario.
2. Marcar el grupo de usuario (2) cuya contraseña debe modificarse.
3. Debajo, en la barra de botones, pulsar **Contraseña ...** (3).
4. Introducir el código de acceso antiguo. Introducir dos veces el código de acceso nuevo. (4)
   Por motivos de seguridad los datos introducidos están codificados. Se diferencia entre mayúsculas y minúsculas.
5. Pulsar **OK** (5). A partir de ahora está vigente el código de acceso nuevo.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Configuración > Modificar la contraseña |





Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Conocer y utilizar los grupos de usuarios de la unidad de control

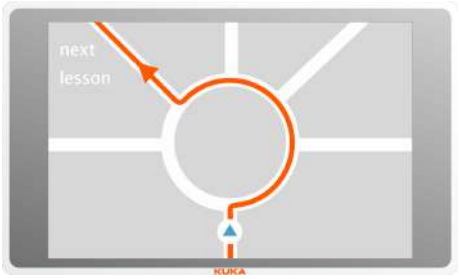


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 14 Ajuste del robot

## 14.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Descubrirá por qué es necesario ajustar un sistema de robot.
- Conocerá los diferentes medios de ajuste.
- Distinguirá entre "Ajuste estándar" y "Ajuste de carga" y ajustará el robot según el método especificado.

## 14.2 Ajuste del robot

Ha duplicado un nuevo programa en el módulo anterior para recoger la clavija central. Todas las nuevas coordenadas de posición se han guardado correctamente.

Sin embargo, durante la prueba del programa se produce una colisión cuando el robot debe recoger la clavija del cargador de clavijas.

**¿Cuál cree que podría ser la causa de ello?**




**Fig. 14-1: Colisión en el cargador de clavijas**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 14.3 Principio de ajuste

**¿Por qué se realiza el ajuste?**




**Fig. 14-2**

Durante el ajuste a cada eje del robot se le asigna un valor de referencia. De esta forma, la unidad de control del robot sabe dónde se encuentra cada eje.

Sólo un robot industrial perfecta y completamente ajustado puede funcionar de manera óptima. Solo entonces presenta una precisión de trayectoria y de punto completa y los programas pueden ejecutarse correctamente. Solo un robot no ajustado puede desplazarse en relación al eje.

El proceso completo de ajuste incluye el ajuste de cada uno de los ejes. Con un elemento auxiliar técnico (**EMD** – *Electronic Mastering Device*) se asigna un valor de referencia específico del robot a cada eje en su **posición mecánica cero** (por ejemplo, 0 °, -90 °, 110 °...).

Como con este proceso se hace coincidir la posición mecánica y eléctrica del eje, cada eje recibe un valor angular unívoco. Para todos los robots la posición de ajuste es similar, pero no idéntica. Las posiciones exactas pueden diferir también entre cada uno de los robots de un tipo de robot.




**Fig. 14-3: Posiciones de ajuste**

Valores angulares a modo de ejemplo para unas posiciones de referencia mecánicas:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Eje | CYBERTECH KR16 R1610 | QUANTEC KR120 R2700-2 |
|---|---|---|
| A1 | -27 ° | -25 ° |
| A2 | -90 ° | -100 ° |
| A3 | 90 ° | 100 ° |
| A4 | 0 ° | 0 ° |
| A5 | 0 ° | 0 ° |
| A6 | 0 ° | 0 ° |

**¿Cuándo se realiza un ajuste?**

En principio, un robot siempre debe estar ajustado. En los siguientes casos es necesario un ajuste:

- Durante la puesta en servicio del robot.




**Fig. 14-4: Puesta en servicio del robot**

- Después de haber efectuado trabajos de mantenimiento en los componentes que influyen sobre el registro de valores de posición (p. ej., el motor con resolver o RDC).

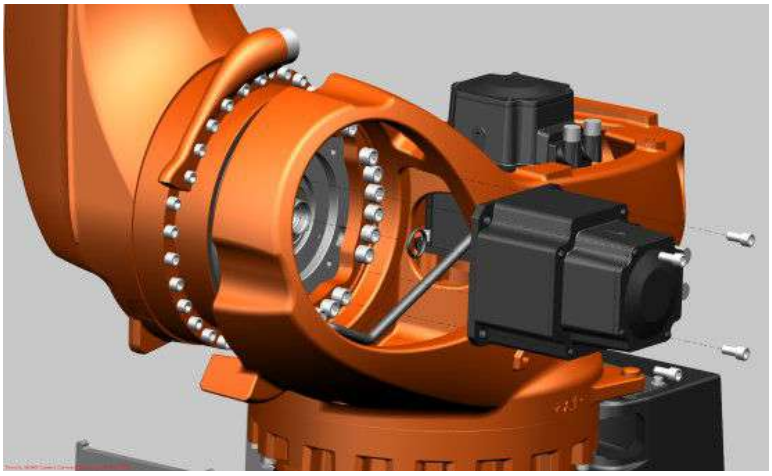


**Fig. 14-5: Cambio de motor**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Cuando se hayan movido los ejes del robot sin unidad de control, por ejemplo, mediante un dispositivo de liberación.



**Fig. 14-6: Dispositivo de liberación**

- Tras problemas/reparaciones mecánicas, hay que realizar un ajuste o un ajuste de carga en función de la especificación, y confirmar las desviaciones calculadas.
  - Después de haber cambiado un engranaje.

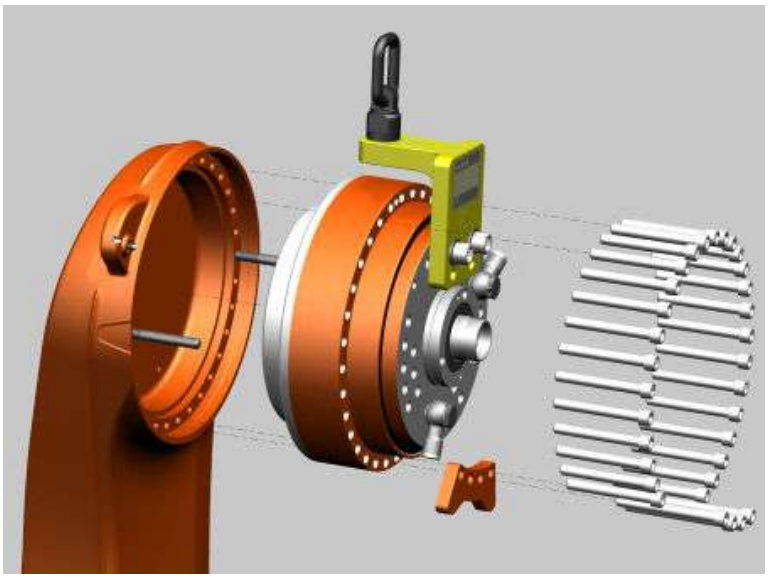


**Fig. 14-7: Sustitución, engranaje**

  - Después de una colisión contra un tope final con una velocidad mayor de 250 mm/s



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 14-8: Desplazarse hasta el tope final**

– Tras una colisión.




**Fig. 14-9: Colisión**

| | |
|---|---|
| | Antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento, por lo general resulta útil comprobar el ajuste actual. |

**Advertencias de seguridad para el ajuste**

En robots sin ajustar, su funcionamiento queda considerablemente limitado:

- **No se puede utilizar el modo de programación**
  El robot no puede desplazarse a los puntos programados.
- **No se puede realizar ningún movimiento manual cartesiano**
  No es posible efectuar movimiento en los sistemas de coordenadas.
- **Los interruptores de final de carrera de software están desactivados**
  Esto permite desplazarse contra los topes finales mecánicos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 14.4 Medio de ajuste

### Descripción

Hay dos medios de ajuste disponibles para el ajuste de los robots:

- Reloj comparador
- Juego de ajuste

### Reloj comparador



**Fig. 14-10: Reloj comparador**

- El robot puede ajustarse de forma estándar con la ayuda del reloj comparador.
- La precisión depende mucho de lo que se ajuste (por ejemplo, error de paralaje).
- Se recomienda recurrir al juego de ajuste SEMD/MEMD.

| AVISO |
| --- |
| No es posible un ajuste de carga con el reloj comparador. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Juego de ajuste SEMD/MEMD




**Fig. 14-11: Juego de ajuste SEMD/MEMD**

1 Cables
2 Caja de ajuste universal
3 Sensor MEMD para cartuchos de ajuste pequeños
4 Sensor SEMD para cartuchos de ajuste grandes

Con el juego de ajuste SEMD/MEMD se pueden ajustar todas las variantes de robot con cartucho de ajuste **grande** y **pequeño**.

- **MEMD** – *Micro Electronic Mastering Device*
  para cartuchos de ajuste pequeños
- **SEMD** – *Standard Electronic Mastering Device*
  para cartuchos de ajuste grandes

El juego de ajuste también está disponible por separado como juego de ajuste SEMD o MEMD.

### Juegos de ajuste disponibles

| Juego de ajuste | Número de artículo | Descripción |
|---|---|---|
| SEMD/MEMD | 00-228-936 | Dispositivo de ajuste para todos los cartuchos de medición (rosca fina M8/M20) aplicable a todos los tipos de robot |
| SEMD | 00-228-934 | Dispositivo de ajuste para cartuchos de medición con rosca fina M20 aplicable, p. ej. para la serie QUANTEC |
| MEMD | 00-208-642 | Dispositivo de ajuste para cartuchos de medición con rosca fina M8 aplicable, p. ej., para AGILUS |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Juego de ajuste | Número de artículo | Descripción |
|---|---|---|
| Opción KR C2 | 00-228-327 | Cable adaptador para la utilización del SEMD como dispositivo de ajuste para sistemas KR C2 (KTL). |

**MEMD/SEMD en uso**



**Fig. 14-12: Ejemplo de conexión SEMD**

**Juegos de ajuste antiguos ya no disponibles**

- **UEA** – *Palpador electrónico* para unidades de control basadas en KR C1/C2.
  Para ello es necesaria la **opción KR C2** (adaptador).
- **EMD** – *Electronic Mastering Device* para unidades de control basadas en KR C4/C5.

## 14.5 Determinación de la posición mecánica cero

**¿Qué aspecto tiene un punto de ajuste?**

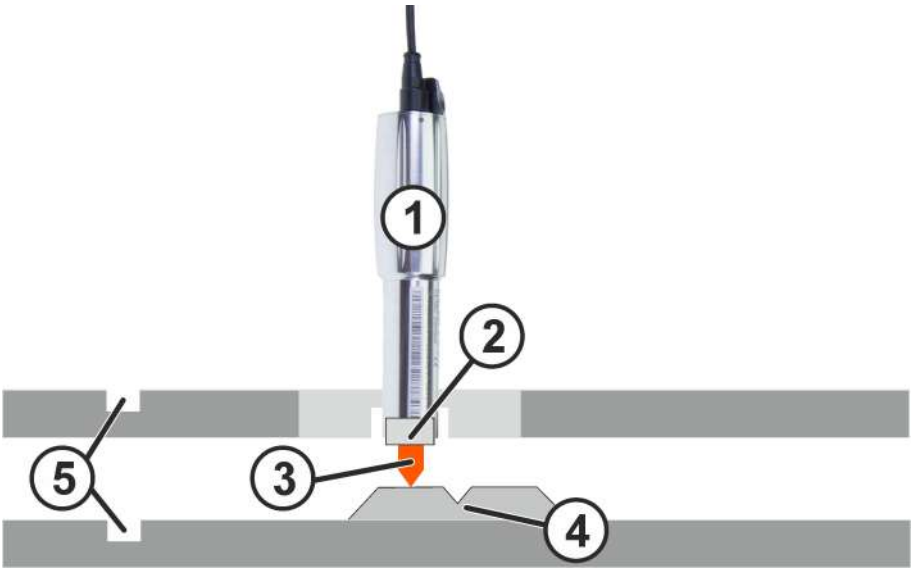



**Fig. 14-13: Estructura de un punto de ajuste en el robot**

1 EMD (Electronic Mastering Device)
2 Cartucho de medición
3 Palpador de medición
4 Entalladura de medición
5 Marca de preajuste



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Secuencia de un ajuste**

1. La posición de preajuste se aproxima de forma específica del eje y con HOV lento a través de dos entalladuras opuestas del eje. Estas deben estar superpuestas ópticamente.

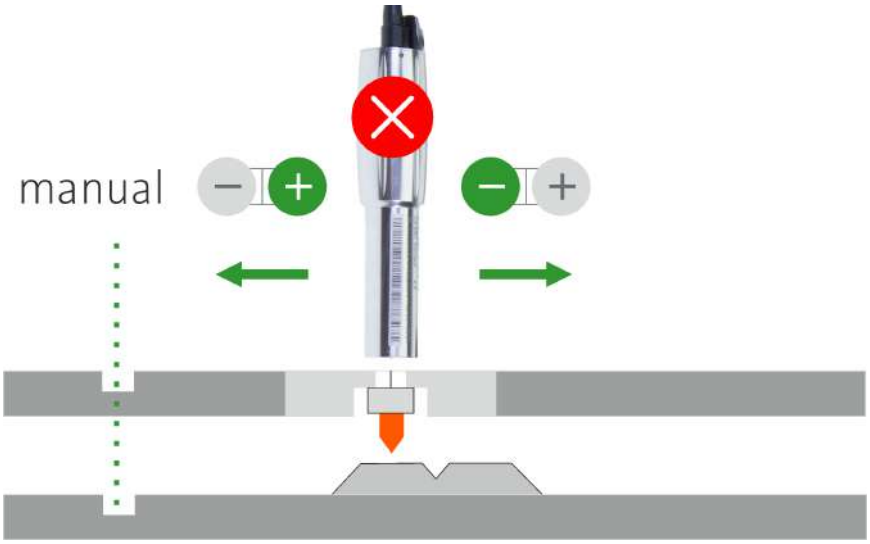



**Fig. 14-14: Posición de preajuste**

2. A través del menú de ajuste se inicia el desplazamiento de ajuste totalmente automático pulsando y manteniendo pulsada la tecla de inicio del smartPAD.

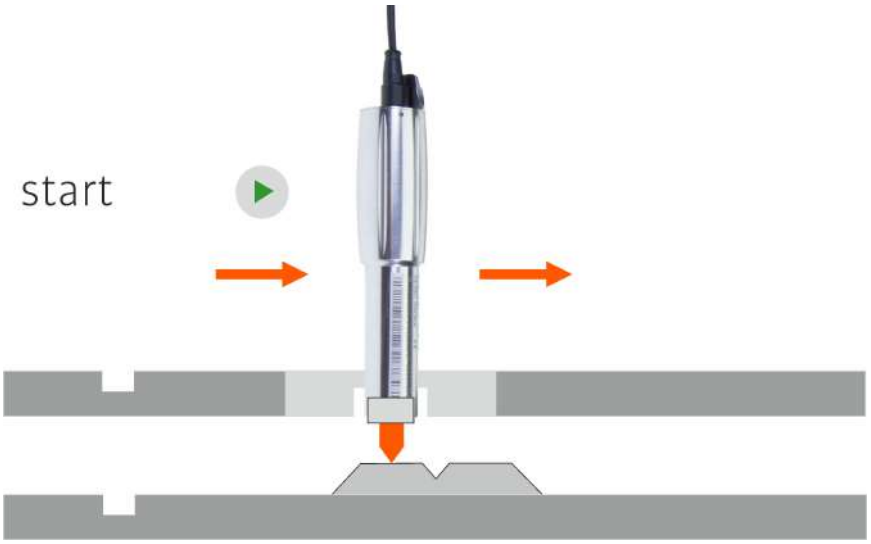



**Fig. 14-15: Secuencia del ajuste**

3. La entalladura de ajuste debe alcanzarse en un intervalo de tiempo definido. Si esto no ocurre, un mensaje de error indicará que el trayecto de ajuste se ha superado.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

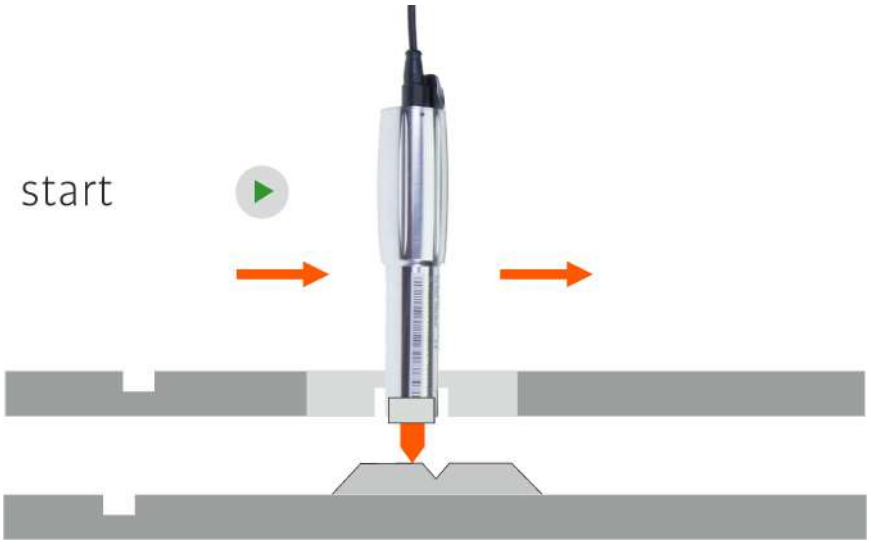



**Fig. 14-16: Secuencia del ajuste**

4. Si el punto más bajo de la entalladura de ajuste se alcanza ópticamente, el robot se desplazará más allá de este punto. Esto será importante posteriormente para el cálculo de la entalladura de ajuste.
   (>>> *"¿Cómo se calcula el punto cero mecánico?" Página 109*)

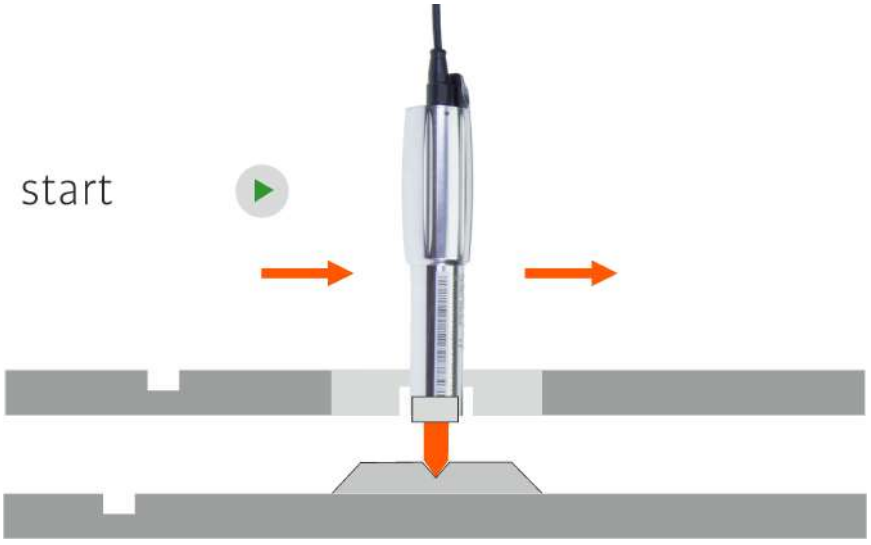



**Fig. 14-17: Secuencia del ajuste**

5. El robot detiene automáticamente el desplazamiento de medición al final de la grabación. Después se puede soltar la tecla de inicio.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

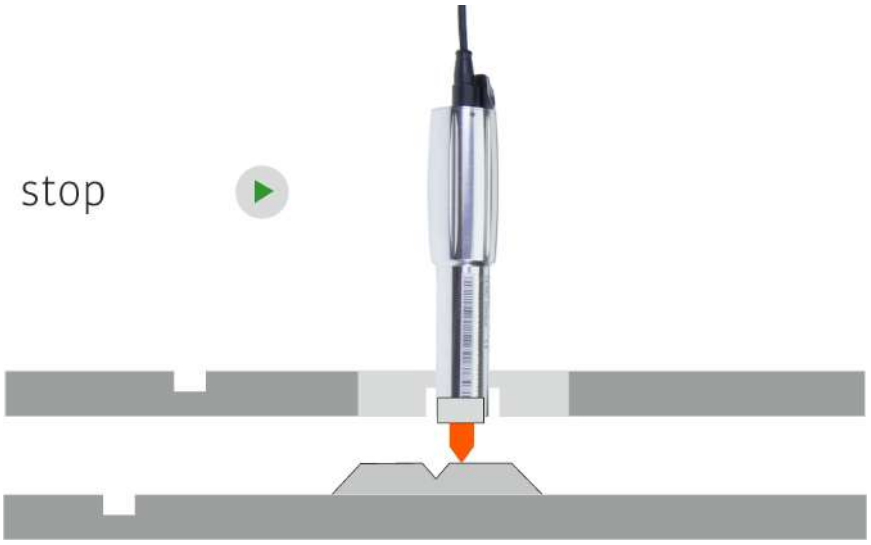
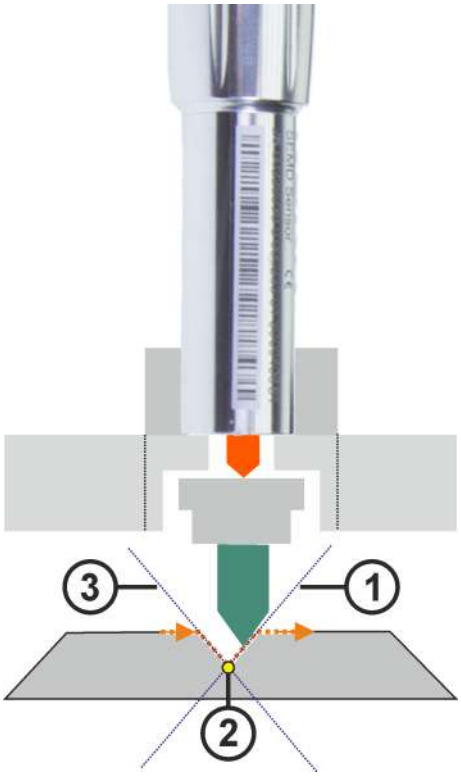



**Fig. 14-18: Secuencia del ajuste**

**¿Cómo se calcula el punto cero mecánico?**

En el ajuste se determina el punto cero mecánico (2) del eje. Para ello, el eje se mueve hasta que el palpador de medición haya realizado una vez la entalladura de ajuste. A continuación, se determina la posición exacta de la entalladura. El punto de intersección del flanco descendente (3) y ascendente (1) se calcula y corresponde al punto más profundo (2). El punto más profundo (2) corresponde a su vez a la posición cero mecánica del eje. El eje se ajusta al valor de ajuste (indicación en grados) depositado en los datos de la máquina. Por ello, cada eje está equipado con un cartucho de medición, una entalladura de medición y una marca de preajuste.




En caso de que haya diferentes tipos de robot, p. ej., Agilus 1 y KR CYBERTECH nano, el eje 6 no tiene ningún cartucho de medición. Para estos tipos de robots, la posición cero mecánica se realiza mediante una marca en el eje correspondiente.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 14.6 Ajuste del robot

### Descripción

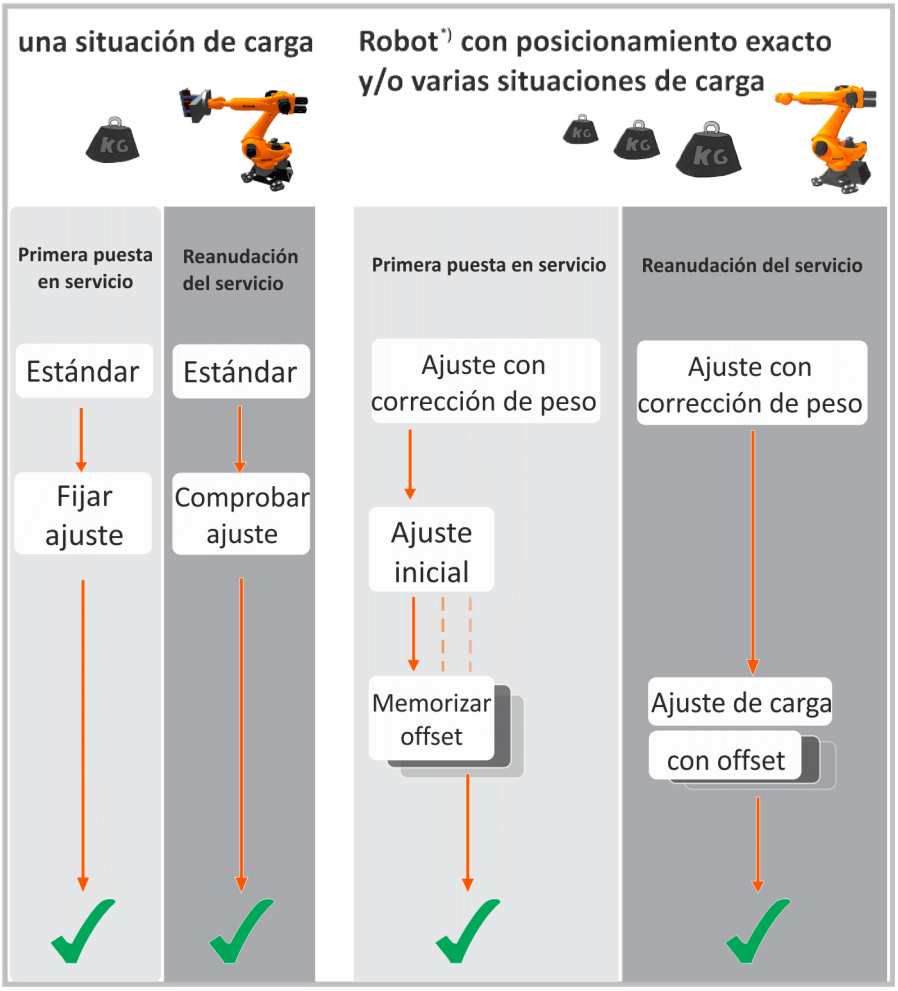



**Fig. 14-19: Opciones de ajuste**

### Ajuste estándar

Columna de la figura: *una situación de carga*

Este tipo de ajuste se utiliza cuando el robot guía una herramienta instalada fija con un peso constante, p. ej., un soplete, una pinza de soldadura por puntos o una garra vacía.

### Efectos sobre la reanudación del servicio posible

- Si **tras** la creación del programa el robot se ajusta con una herramienta modificada o una carga modificada, esto tiene una influencia directa sobre la exactitud de los puntos programados por aprendizaje.
- La modificación de la carga deriva en una "torsión" mayor/menor del robot y, por lo tanto, también en los valores de resólver modificados que guardados.
- Los propios valores de resólver son bases de cálculo ("posiciones de inicio") para la determinación de la posición del robot.

### Ajuste con corrección de peso

Columna de la figura: *Robot con posicionamiento exacto y/o varias situaciones de carga*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Este tipo de ajuste se usa, cuando:

- sin desmontar la herramienta y la carga adicional debe restaurarse un ajuste inicial (sin carga). *)
- el robot trabaja en su ámbito de aplicación con un sistema de cambio de herramienta, por ejemplo, garra y una pinza para soldar por puntos.

*)El modelo de robot con posicionamiento exacto se basa en un ajuste inicial sin carga. Por ello es muy importante que con cada proceso de ajuste se vuelva a restaurar este estado.
Para simplificarlo y evitar el desmontaje de herramientas y cargas adicionales, está disponible el camino a través del ajuste con corrección de carga.

**Efectos sobre la reanudación del servicio posible**




Durante la puesta en servicio, el robot siempre se ajusta de forma inicial (sin herramienta/carga) y a continuación se programan los offsets para cada herramienta.

El offset calculado en ello para el ajuste inicial se guarda de forma concreta para cada herramienta.

Tras una posible avería, e robot se puede ajustar con la herramienta/carga montada en ese momento.

Mediante el offset específico de la herramienta, el robot está capacitado para volver a calcular el ajuste inicial.

### 14.6.1 Conocer el ajuste inicial

**Descripción**

Un ajuste inicial solo se puede realizar cuando el robot está sin carga. No se debe montar ninguna herramienta ni carga adicional.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 14-20: Ajuste inicial**

### 14.6.1.1 Realizar el ajuste inicial

**Procedimiento**

1. **Llevar el robot a la posición de ajuste inicial.**



**Fig. 14-21: Ejemplos de posición de preajuste**

   - En caso necesario, ajustar un override lento.
   - Desplazar lentamente el eje que debe ajustarse hasta la marca de ranura y punto de mira con las teclas ±.

2. **Atornillar y conectar MEMD/SEMD al cartucho de medición.**

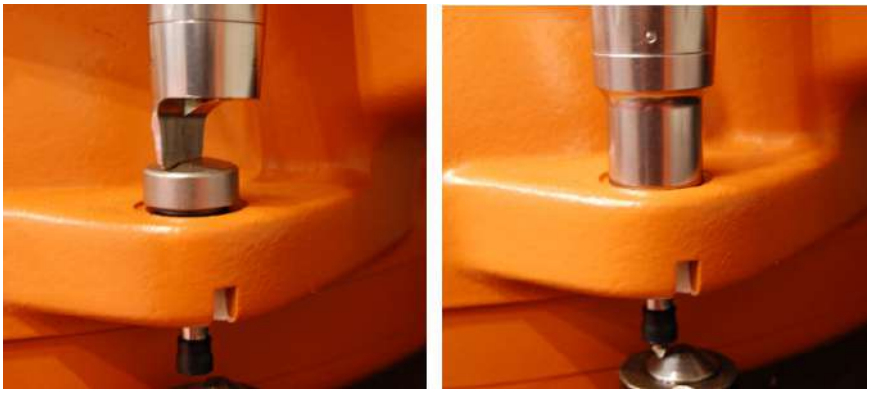


**Fig. 14-22: SEMD, enroscado sobre el cartucho de medición**

   - Retirar del eje físico marcado en la ventana la tapa protectora del cartucho de medición.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Para ello se puede utilizar el destornillador integrado en MEMD/SEMD.

3. **Conectar el cable MEMD/SEMD**



**Fig. 14-23: Cable EMD, conectado**

- Atornillar el MEMD/SEMD al cartucho de medición.
- Conectar el cable de medición al EMD y a la conexión X32 de la caja de conexiones de la base.

**ATENCIÓN**

Enroscar el EMD en el cartucho de medición siempre sin cable de medición. Montar entonces el cable de medición en el EMD. En caso contrario, se puede dañar el cable de medición.
Retirar también siempre el cable de medición del EMD antes de retirar el EMD. Solo entonces se puede retirar el EMD del cartucho de medición.
Después del ajuste, desmontar el cable de medición de la conexión X32. En caso contrario, se pueden producir señales parásitas o causar daños materiales.

4. **Activar el ajuste inicial**

**Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Puesta en servicio* > *Ajustar* > *EMD* > *Con corrección de carga* > *Ajuste inicial*




5. Ventana **Ajuste inicial**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




- Pulsar el eje que hay que ajustar en el menú (2).
  *El eje activo se marca en azul.*

6. **Realizar el desplazamiento de ajuste, programar un offset**




- Iniciar el recorrido de ajuste con el botón Ajuste (3).
- En la ventana de mensajes se mostrará el mensaje *Tecla de inicio necesaria* (4).

7. **Pulsar el pulsador de validación y la tecla de inicio**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



**Fig. 14-24: Posición de las teclas de arranque en el smartPAD**

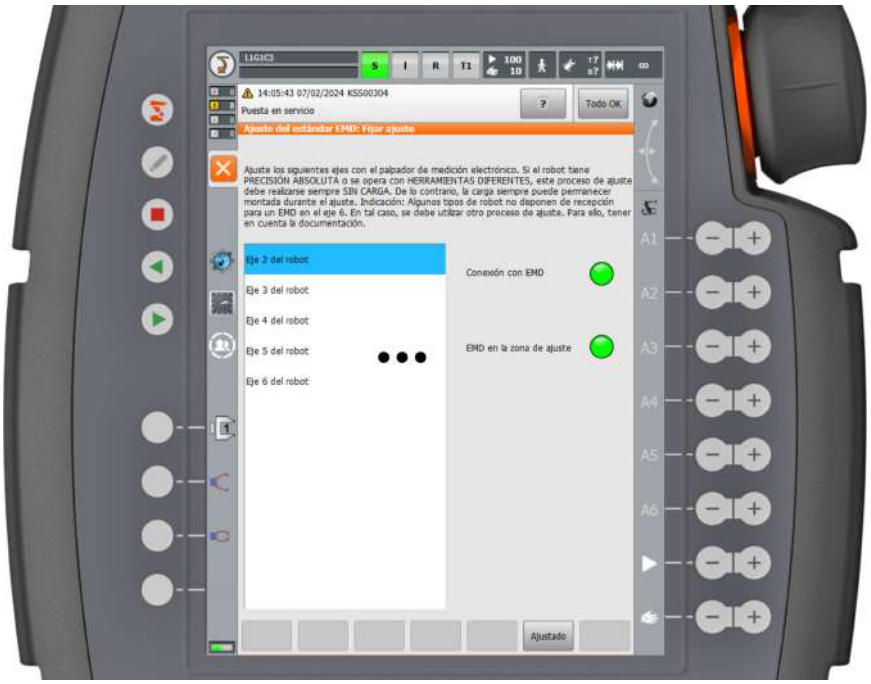
- El robot sale de la marca de ajuste y calcula la posición de ajuste.



Hay que mantener pulsadas las teclas durante todo el recorrido de medición.

- El robot se detiene automáticamente.

8. **Ocultar los ejes ya ajustados**
   El eje que se acaba de ajustar se oculta en la ventana de selección.




9. Retirar el cable de medición del EMD. A continuación, retirar el EMD del cartucho de medición y volver a colocar la tapa protectora.
10. Repetir los pasos para todos los ejes que haya que ajustar.
11. Cerrar la ventana.
12. Retirar de la conexión X32 el cable de medición.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 14.6.2 Ajuste con corrección de peso

**Situación cotidiana de un pescador**

Un pescador quiere atrapar un pez. Para ello, sostiene su caña por encima del agua e intenta alcanzar un punto fijo (1) con una distancia definida por encima de la superficie del agua. Para ello, "gira" la mano hasta alcanzar esta posición. La caña de pescar no está sometida a carga en este momento (2a) y aún no ha picado ningún pez. Si un pez pica (2b), la caña de pescar se somete a carga. Esto da lugar a una torsión/flexión, ya que la caña de pescar es elástica. Para mantener el punto de partida (1) se debe "volver a girar" la mano (3b).

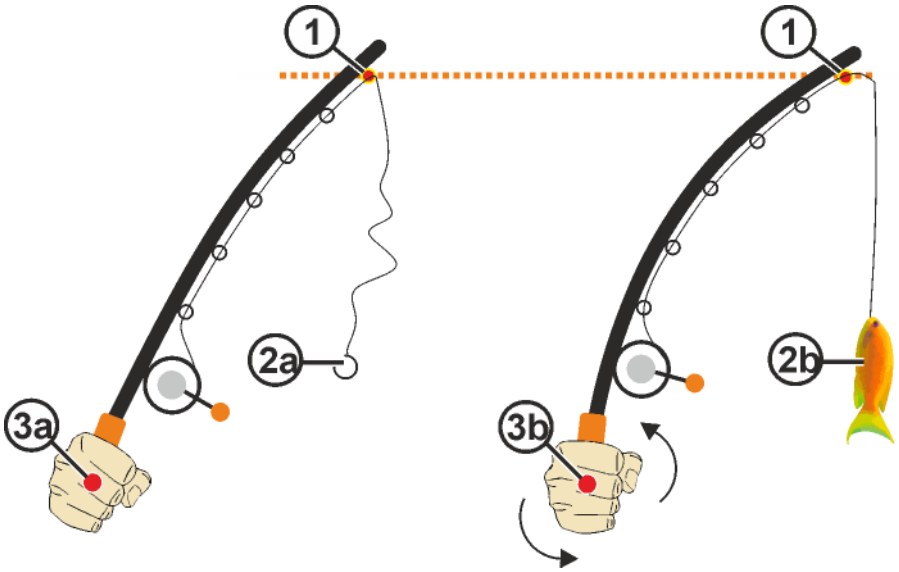



**Fig. 14-25: Efecto de la carga en punto de giro**

**¿Para qué sirve memorizar el offset?**




**Fig. 14-26: Juego de engranaje y elasticidad**

Debido al peso de la herramienta que está sujeta a la brida, el robot está sometido a una carga estática debido a las grandes influencias de la palanca. A consecuencia de la elasticidad de los componentes y accionamientos, puede haber diferencias en las posiciones de un robot cargado y otro sin carga. Estas diferencias de escasos incrementos (grado de ángulo de motor) repercuten en la exactitud del robot.

Los incrementos son los valores digitales más pequeños posibles para registrar el giro en un motor del robot. Los incrementos pueden compararse con una graduación.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 14-27: Memorizar offset**

"Programar offset" se efectúa con carga. Entonces se guarda la diferencia con respecto al ajuste inicial (sin carga).

- Cuando el robot trabaja con diferentes cargas, debe ejecutarse la función "Programar offset" para cada una de las cargas para poder restablecer el ajuste más fácilmente.
- En el caso de garras que sujetan piezas pesadas y en las que se desea una restauración simplificada del ajuste inicial, se debe ejecutar "Programar offset" respectivamente para la garra y para la garra con el componente.

El tipo de ajuste a usar (estándar o con corrección de peso) en instalaciones existentes debe corresponder al tipo de ajuste usado durante la puesta en servicio. Si se usa un tipo de ajuste incorrecto, puede conllevar a un robot mal ajustado.

### 14.6.2.1 Realizar el ajuste con corrección de peso

**Procedimiento para memorizar Offset**

"Memorizar offset" se efectúa con carga. Se guarda la diferencia respecto al ajuste inicial.

1. El ajuste inicial se hizo en el robot sin herramienta y sin carga.




**Fig. 14-28: Ajuste inicial**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

2. **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Puesta en servicio* > *Ajustar* > *EMD* > *Con corrección de carga* > *Ajuste inicial*




**Fig. 14-29: Ruta de menú**

3. Atornillar la herramienta necesaria para el ajuste en la brida del robot.



**Fig. 14-30: Ajuste con herramienta**

4. **Llevar el robot a la posición de ajuste inicial.**



**Fig. 14-31: Ejemplos de posición de preajuste**

   - En caso necesario, ajustar un override lento.
   - Desplazar lentamente todos los ejes que hay que ajustar hasta la marca de ranura y punto de mira con las teclas ±.

5. **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Puesta en servicio* > *Ajustar* > *EMD* > *Con corrección de carga* > *Memorizar offset*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 14-32: Ruta de menú**

6. **Introducir el número de herramienta.**

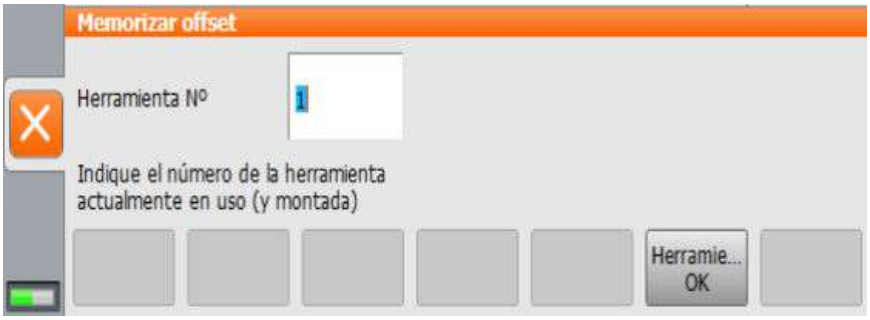



**Fig. 14-33: Selección de herramientas, ajuste de carga con offset**

- Introducir numéricamente el número de herramienta en el campo de entrada.
- Confirmar con el botón **Herramienta**. **OK**.

7. Ventana de ajuste **Memorizar offset**

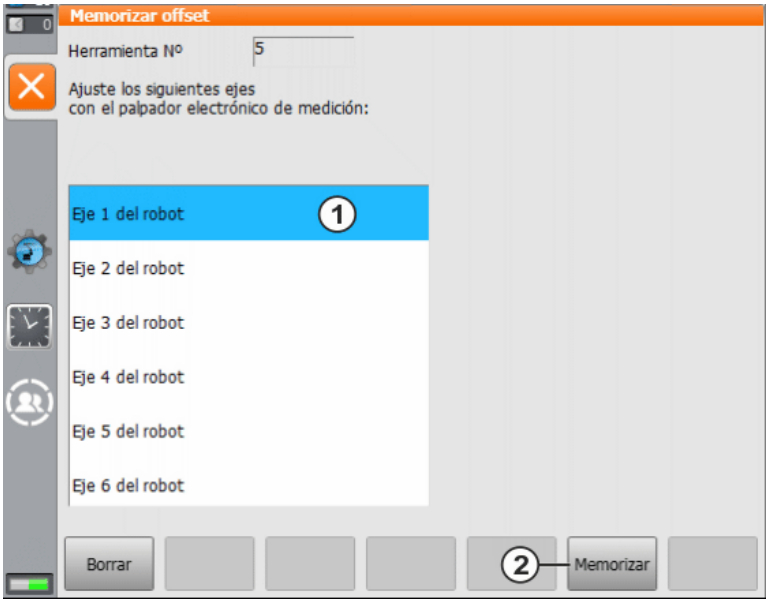



**Fig. 14-34: Memorizar offset**

- Pulsar el eje que hay que ajustar en el menú (1).
  *El eje activo se marca en azul.*

8. **Atornillar y conectar MEMD/SEMD al cartucho de medición.**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

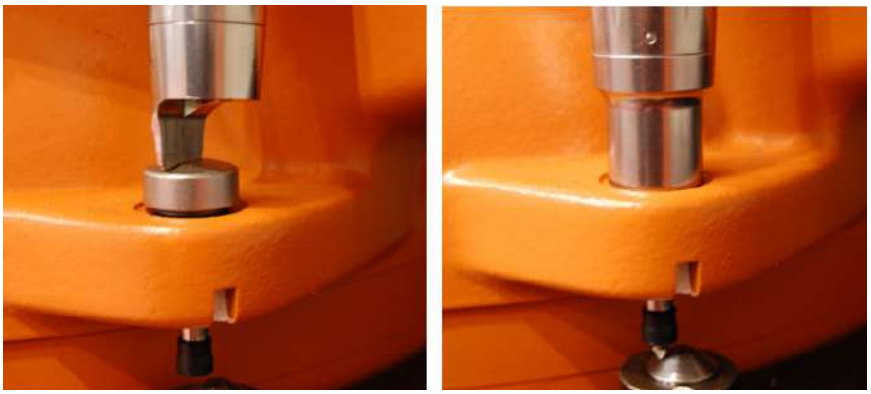


**Fig. 14-35: SEMD, enroscado sobre el cartucho de medición**

- Retirar del eje físico marcado en la ventana la tapa protectora del cartucho de medición.

  Para ello se puede utilizar el destornillador integrado en MEMD/SEMD.

9. **Conectar cable MEMD/SEMD**



**Fig. 14-36: Cable EMD, conectado**

- Atornillar el MEMD/SEMD al cartucho de medición.
- Conectar el cable de medición al EMD y a la conexión X32 de la caja de conexiones de la base.

**ATENCIÓN**

Enroscar el EMD en el cartucho de medición siempre sin cable de medición. Montar entonces el cable de medición en el EMD. En caso contrario, se puede dañar el cable de medición.
Retirar también siempre el cable de medición del EMD antes de retirar el EMD. Solo entonces se puede retirar el EMD del cartucho de medición.
Después del ajuste, desmontar el cable de medición de la conexión X32. En caso contrario, se pueden producir señales parásitas o causar daños materiales.

10. **Realizar el recorrido de ajuste.**
    - Iniciar el recorrido de ajuste con el botón Memorizar (2).
    - En la ventana de mensajes se mostrará el mensaje *Tecla de arranque necesaria*.




**Fig. 14-37: Ventana de mensajes.**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

11. **Pulsar el pulsador de validación y la tecla de arranque.**




**Fig. 14-38: Posición de las teclas de arranque en el smartPAD**

- El robot sale solo de la marca de ajuste y calcula la posición de ajuste.

  Hay que mantener pulsadas las teclas durante todo el recorrido de medición.
- El robot se detiene automáticamente.

12. **Pulsar el pulsador de validación y la tecla de arranque.**

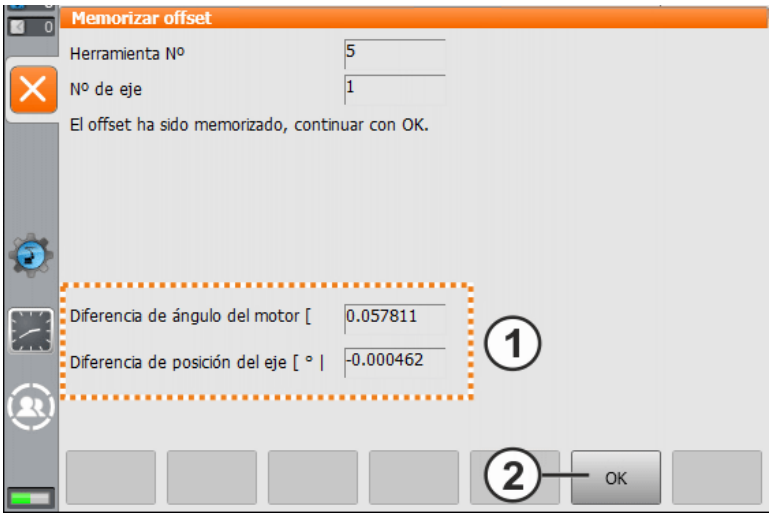



**Fig. 14-39: Diferencia ángulo del motor/posición del eje**

- Se abre una ventana.

  La desviación de este eje respecto al ajuste inicial se muestra en grados de ángulo del motor y ángulo de ejes (1).
- Con el botón OK se guardan los valores y se puede ajustar el siguiente eje.
- El eje que se acaba de ajustar se oculta en la ventana de selección.

  (>>> *Fig. 14-34*)

13. Retirar el cable de medición del EMD. A continuación, retirar el EMD del cartucho de medición y volver a colocar la tapa protectora.
14. Repetir los pasos para todos los ejes que haya que ajustar.
15. Retirar de la conexión X32 el cable de medición.
16. Abandonar la ventana pulsando en **Cerrar**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 14.6.2.2 Realizar el ajuste con corrección de peso después de una avería

**Ajuste de carga tras un accidente**

- El robot deberá volver a ajustarse si, debido a una avería/colisión, tiene que cambiarse un motor o un engranaje.
- Básicamente debe comprobarse el estado en el que está el robot.
  - No hay **ninguna** herramienta en el robot.




**Ruta de menú:** *Tecla de robot > Ajuste > EMD > Con corrección de carga > Ajuste de carga > Primer ajuste*

El proceso de medición se corresponde con la primera puesta en servicio *"Primer ajuste"*

  - Hay una herramienta en el robot.




**Ruta de menú:** *Tecla de robot > Ajuste > EMD > Con corrección de carga > Ajuste de carga > Con offset*

El proceso de medición se corresponde con la primera puesta en servicio *"Ajuste con corrección de carga"*

**AVISO**

El **ajuste de carga sin offset** solo debe utilizarse si el robot **no** ha sufrido ninguna modificación mecánica. **No** es admisible en caso de colisión, cambio de motor, cambio de engranaje, etc.

### 14.6.3 Conocer el ajuste estándar

**Descripción**

El ajuste estándar se mide con la herramienta montada.

El ajuste estándar sobrescribe un posible ajuste inicial existente.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



**Fig. 14-40: Robot en el ajuste estándar**

| ⚠ | **ATENCIÓN** |
|---|---|
| | Si un robot se ha ajustado por primera vez y se han programado offsets, no se debe realizar ningún ajuste estándar con la herramienta montada.<br>El primer ajuste y el ajuste estándar se guardan en el mismo sitio dentro de la unidad de control.<br>Los puntos programados ya no pueden aproximarse con precisión. |

### 14.6.3.1 Realizar el ajuste estándar

**Procedimiento**

- **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Puesta en servicio* > *Ajuste* > *EMD* > *Estándar* > *Fijar ajuste*




**Fig. 14-41: Ruta de menú, ajuste estándar**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- El resto de pasos son idénticos a los del primer ajuste.




## 14.7 Posiciones de ajuste en el robot pequeño AGILUS 2

### Descripción

### Posiciones de ajuste en el KR AGILUS 2

A diferencia de su predecesor KR AGILUS 1, el KR AGILUS 2 dispone de un cartucho de ajuste en el eje de la muñeca 6.

El ajuste puede realizarse por completo mediante el menú de ajuste del software de sistema y el uso del juego de ajuste MEMD.




## 14.8 Archivos de ajuste importantes

### Ajuste de los archivos LOG

- Cuando se ajusta el robot, determinados datos específicos se protocolizan en un archivo LOG.
- Los Offset determinados se guardan, en grados, en el archivo *C:\KRC \ROBOTER\LOG\Mastery.log*
- Los siguientes datos específicos de ajuste se guardan en el archivo **Mastery.log**:
  - Marca de tiempo (Fecha, hora)
  - Eje



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

  - Número de serie del robot
  - Valor de ajuste (*FirstEncoderValue*)
  - Número de herramienta
  - Valor offset (*Encoder Difference*) en grados en el motor
- **Ejemplo de Mastery.log:**

```
Date: 01.09.11  Time: 13:41:07  Axis 1  Serialno.:
864585  First Mastering  (FirstEncoderValue: 1.138909)
Date: 01.09.11 Time: 13:42:07 Axis 2 Serialno.: 864585
First Mastering (FirstEncoderValue: 0.644334)
Date: 01.09.11 Time: 13:42:56 Axis 3 Serialno.: 864585
First Mastering (FirstEncoderValue: 0.745757)
Date: 01.09.11 Time: 13:43:29 Axis 4 Serialno.: 864585
First Mastering (FirstEncoderValue: 1.450234)
Date: 01.09.11 Time: 13:44:03 Axis 5 Serialno.: 864585
First Mastering (FirstEncoderValue: 0.686983)
Date: 01.09.11 Time: 13:44:30 Axis 6 Serialno.: 864585
First Mastering (FirstEncoderValue: 0.901439)
...
Date: 01.09.11  Time: 14:07:10
Axis 1 Serialno.: 864585
Tool Teaching for Tool No 1 (Encoder Difference:
-0.001209)
Date: 01.09.11  Time: 14:08:44
Axis 2 Serialno.: 864585
Tool Teaching for Tool No 1 (Encoder Difference:
0.005954)
...
```

**Archivo de ajuste (*.cal)**

- El **[número de serie].cal** se guarda en EDS de RDC e incluye los valores de ajuste para el robot.
- Por lo general, no es visible pero se puede copiar o sustituir.

  Para ello se necesitan conocimientos especiales y un perfil de usuario elevado.

En **C:\KRC\Roboter\RDC\[n.º ser.].cal** se guardan adicionalmente las posiciones de ajuste si

- en el HMI, en el menú *Puesta en servicio* > *Datos de robot*, se pulsa el botón **"Guardar datos RDC"**.
- Después de reiniciar la unidad de control, se borrará de nuevo la carpeta RDC.

```
[AbsolutMotorValues]
Axis1=0.463675
Axis2=16.257612
Axis3=36.209384
Axis4=66.48317
Axis5=20.9606263
Axis6=68.8641154

[MotorDifference for Tool 1]

[MotorDifference for Tool 2]

...
[MotorDifference for Tool 14]
Axis1=-0.157869
Axis2=0.553673
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
Axis3=-1.059499
Axis4=-0.169838
Axis5=-0.877667571
Axis6=-0.32594979

[MotorDifference for Tool 15]

...

[MotorDifference for Tool 128]

[CalibrationDifference]
Axis1=0.00116852
Axis2=-0.00313334352
Axis3=-0.0100344565
Axis4=0.0115672826
Axis5=-0.0113223559
Axis6=0.02928708
```

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Puesta en servicio y reanudación del servicio > Ajuste |

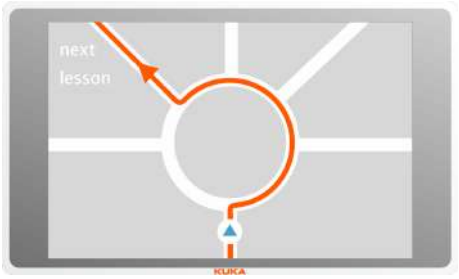


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 15 Conocer y utilizar la administración TOOL/BASE

## 15.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Comprobará los sistemas de coordenadas de herramienta y base que ya se han creado y medido.
- Creará nuevos sistemas de coordenadas de herramienta y base en la administración TOOL/BASE.

## 15.2 Administración de herramientas y bases

**Descripción**

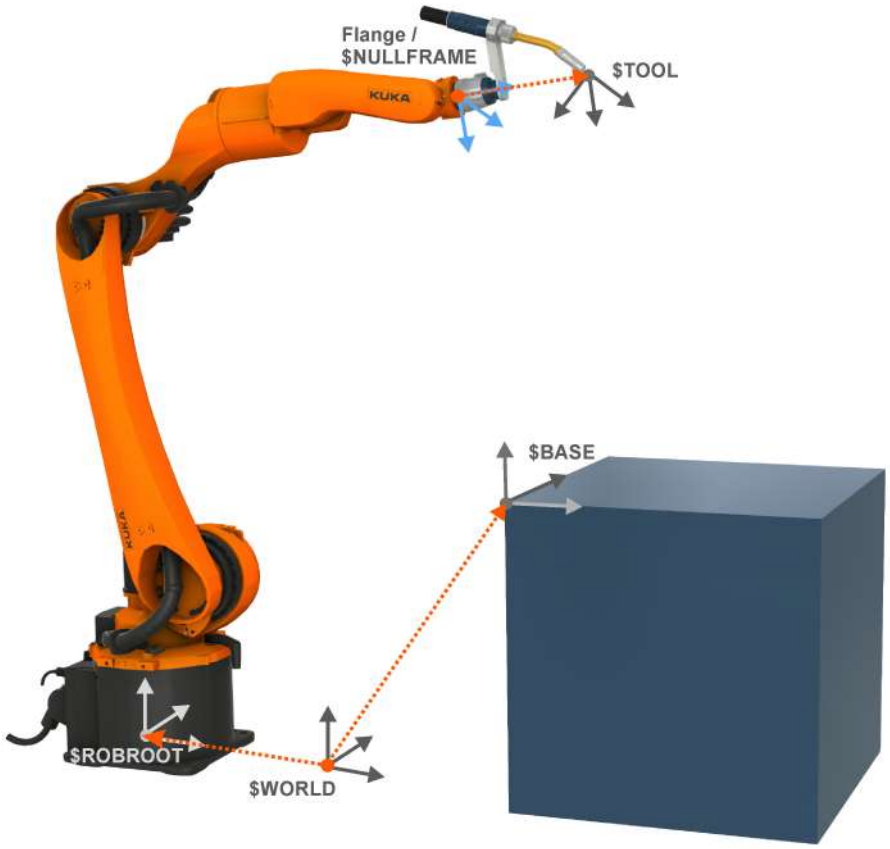



**Fig. 15-1: Resumen de los sistemas de coordenadas**

- Con el plugin para la **Administración Tool/Base** hay un elemento auxiliar disponible que permite crear, editar y borrar sistemas de herramientas y base.
- La administración Tool/Base está disponible del siguiente modo:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

– En el smartPAD de la unidad de control.

(>>> *15.3 "Administración de herramientas y bases en el smartPAD" Página 128*)

– En WorkVisual.

WoV > Cargar y activar el proyecto > Marcar la unidad de control > Editores > Ajustes adicionales de la unidad de control

TN, para mostrarlo de forma opcional

- La modificación posterior de los sistemas de coordenadas de herramienta y base puede influir en los programas ya creados o en las posiciones programadas por aprendizaje.
- Las modificaciones realizadas en los sistemas de coordenadas de herramienta y base deben unificarse o sincronizarse con un archivo existente o una copia de la memoria.

## 15.3 Administración de herramientas y bases en el smartPAD

### Descripción

En el smartPAD, los sistemas de coordenadas de herramienta y base pueden medirse y corregirse. Aquí también pueden crearse de nuevo o borrarse los sistemas de coordenadas.

### Procedimiento

1. **Ruta de menú:** *Tecla de robot > Puesta en servicio> Administración Tool/Base*




**Fig. 15-2: Ruta de menú**

2. Se abre la ventana **"Administración Tool/Base"**.
   Está preseleccionada la pestaña **Herramienta/pieza de trabajo**.
   *La siguiente captura de pantalla es de una herramienta de demostración del KUKA College.*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

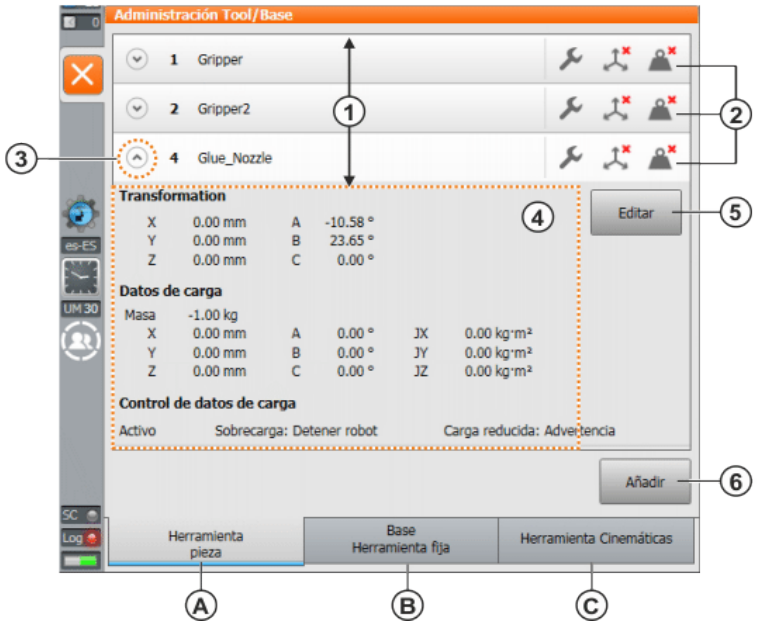



**Fig. 15-3: Administración Tool/Base**

| A | Pestaña | Herramienta o pieza de trabajo |
|---|---|---|
| B | Pestaña | Base/herramienta fija |
| C | Pestaña | Cinemáticas externas |
| 1 | Vista general de las herramientas o piezas de trabajo disponibles en la unidad de control | – Número de herramienta/pieza de trabajo<br>– Nombre de herramienta/pieza de trabajo<br>– Vista rápida, ver punto 2 |
| 2 | Vista rápida | – **Tipo de medición**<br>= Herramienta<br>= Pieza de trabajo<br>– **Medición sistema de coordenadas**<br>= Medición en la unidad de control (p. ej., método de 4 puntos)<br>= Medición numérica<br>= Sin medición, no hay offset conocido<br>– **Datos de carga**<br>= Datos de carga guardados<br>= Faltan datos de carga |
| 3 | Símbolo | Despliega los datos de carga y de medición guardados para la herramienta o pieza de trabajo seleccionada. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Vista general<br>Herramienta o pieza de trabajo | Datos de carga y de medición<br>– Transformación<br>– Datos de carga<br>– Control de datos de carga |
| 5 | Botón Procesar | Abre la ventana de configuración para la medición de la herramienta o pieza de trabajo |
| 6 | Botón añadir | Crea una nueva herramienta o pieza de trabajo. |

3. Para la vista **Base/herramienta fija** cambiar a la pestaña (B) del mismo nombre.

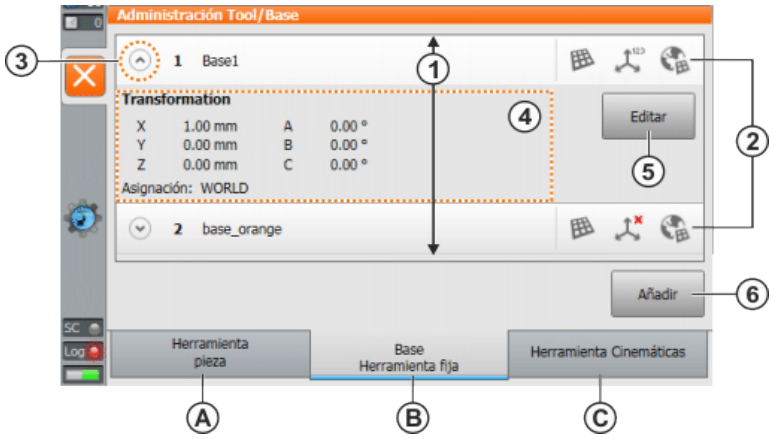



**Fig. 15-4: Administración Tool/Base**

| | | |
|---|---|---|
| A | Pestaña | Herramienta o pieza de trabajo |
| **B** | **Pestaña** | **Base/herramienta fija** |
| C | Pestaña | Cinemáticas externas |
| 1 | Vista general de todas las bases o herramientas fijas disponibles en la unidad de control | – Número de la base o herramienta fija<br>– Nombre de la base o herramienta fija<br>– Vista rápida, ver punto 2 |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| 2 | Vista rápida | – **Tipo de medición**<br>= Herramienta fija<br>= Sistema de coordenadas de la base<br>– **Medición sistema de coordenadas**<br>= Medición en la unidad de control (p. ej., método de 3 puntos)<br>= Medición numérica<br>= Sin medición, no hay offset conocido<br>– = Referencia del sistema de coordenada medido al sistema de coordenada universal |
| 3 | Símbolo | Despliega los datos de offset guardados para la base o la herramienta fija seleccionada. |
| 4 | Vista general<br>Herramienta o pieza de trabajo | Datos de offset de la base<br>– Transformación<br>– Asignación |
| 5 | Botón Procesar | Abre la ventana de configuración para la medición de la base o herramienta fija. |
| 6 | Botón añadir | Crea una nueva base o herramienta fija. |

4. Si se va a medir la **cinemática externa**, cambiar a la pestaña (C) del mismo nombre.

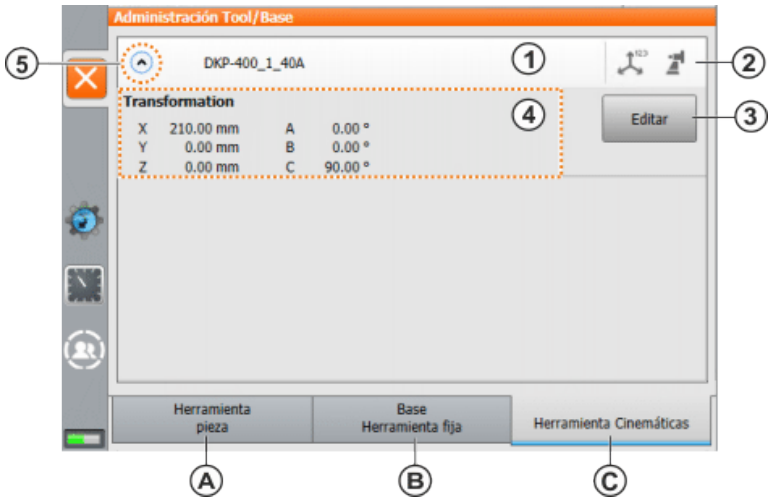



**Fig. 15-5: Pestaña ext. Cinemáticas**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| A | Pestaña | Herramienta o pieza de trabajo |
| B | Pestaña | Base/herramienta fija |
| **C** | **Pestaña** | **Cinemáticas externas** |
| 1 | Vista general de las cinemáticas externas disponibles en la unidad de control | – Nombre de la herramienta fija |
| 2 | Vista rápida | – **Tipo de cinemática**<br>  = cinemática externa<br>  = robot como participante de RoboTeam. Un número a la derecha indica el índice del RoboTeam.<br>  = cinta transportadora<br>– **Medición sistema de coordenadas**<br>  = Medición en la unidad de control (p. ej., método de 3 puntos)<br>  = Medición numérica<br>  = Sin medición, no hay offset conocido |
| 3 | Botón Procesar | Abre la ventana de configuración para la medición de la cinemática externa |
| 4 | Transformación | Transformación del punto de zócalo/origen de las coordenadas |
| 5 | Símbolo  | Despliega los datos de offset guardados para la base o la herramienta fija seleccionada. |



Una cinemática externa no puede añadirse manualmente a través del smartPAD. La cinemática debe integrarse en el proyecto activo a través de WorkVisual y puede abrirse y medirse en el smartPAD.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Puesta en servicio y reanudación del servicio > Medición > Ventana administración Tool/Base |



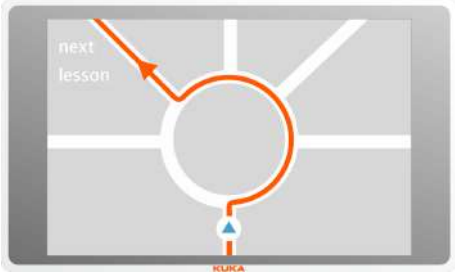
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 16 Conocer y configurar las cargas en el robot

## 16.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Sabrá cómo afectan las cargas estáticas y dinámicas al robot y cuáles son las consecuencias de los datos de carga incorrectos.
- Guardará cargas adicionales montadas de forma fija en el robot en la configuración.

## 16.2 Cargas sobre el robot

**Descripción**

Además de la brida, también se pueden fijar cargas al robot en el brazo, el brazo de oscilación y la columna giratoria en los puntos de recogida designados. Para la unidad de control, es necesario conocer la carga y las correspondientes distancias del centro de gravedad.

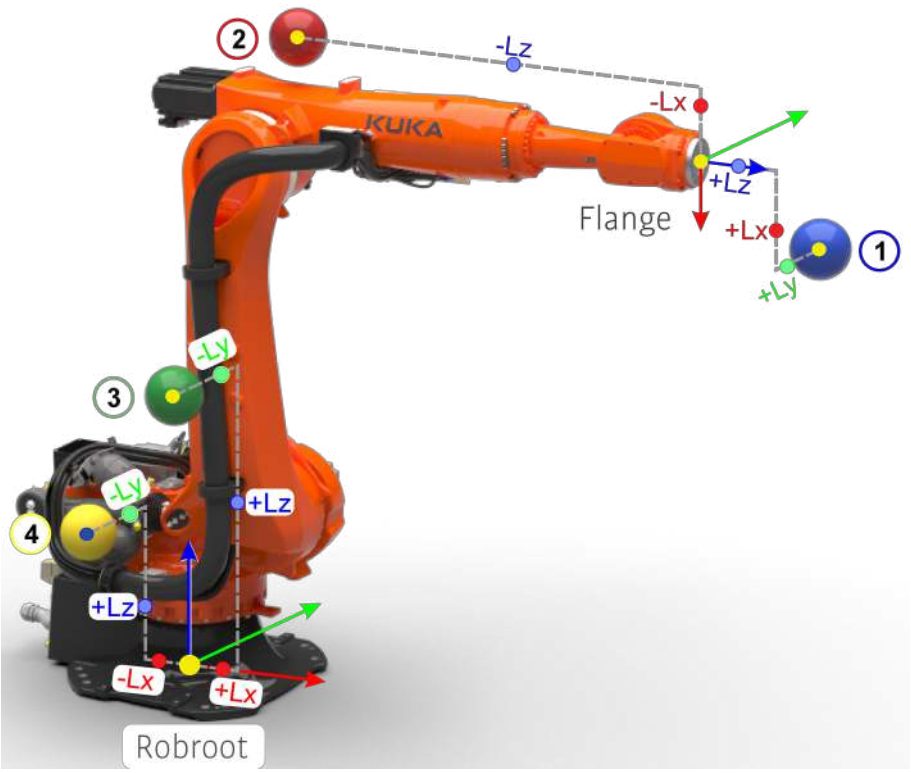



**Fig. 16-1: Cargas en el robot**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Carga | 3 | Carga adicional sobre el eje 2 |
| 2 | Carga adicional sobre el eje 3 | 4 | Carga adicional sobre el eje 1 |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 16.3 Datos de carga de la herramienta

### ¿Qué son los datos de carga de la herramienta?

Los datos de carga de la herramienta son todas aquellas cargas montadas sobre la brida del robot.

Forman una masa adicional sobre el robot que debe moverse con él.

Los valores que deben introducirse son la masa, la posición del centro de gravedad (punto en el que incide la masa) y los momentos de inercia de la masa con los ejes principales de inercia correspondientes (orientación del eje principal de inercia A, B y C).

Los datos de carga **deben** introducirse en la unidad de control del robot y asignarse a la herramienta pertinente.

**Excepción:** Si el paquete de opciones KUKA.LoadDataDetermination está instalado en la unidad de control, los datos de carga pueden determinarse automáticamente durante la medición.



**Fig. 16-2: El robot paletiza sacos**

### Fuentes de obtención

- Opción de software KUKA.LoadDataDetermination (solo para capacidades de carga)
- Datos del fabricante
- Cálculo manual
- Programas CAD

### Consecuencias de datos de carga de la herramienta erróneos

Los datos de carga de la herramienta introducidos ejercen su influencia sobre numerosos procesos de control.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

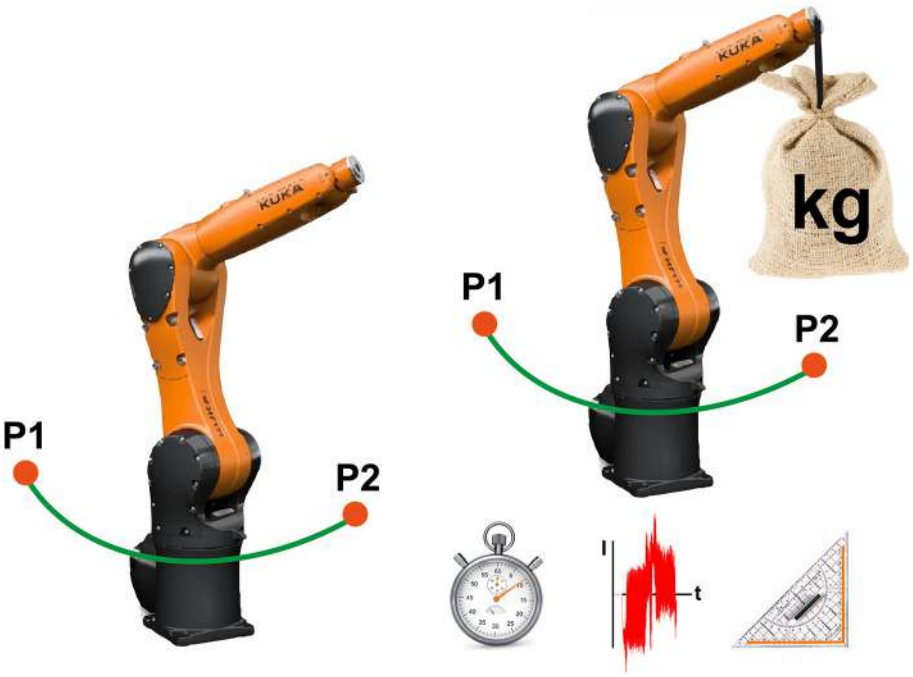



**Fig. 16-3: Consecuencias de datos de carga de la herramienta erróneos**

Entre ellos se encuentran:

- Algoritmos de control (cálculo de la aceleración)
- Monitorización de velocidades y aceleraciones
- Monitorización de momentos
- Control de colisiones
- Control de energía
- entre otros muchos

**Consecuencias de datos de carga de la herramienta correctos**

Si el robot ejecuta sus movimientos con los datos de carga de la herramienta correctamente introducidos,

- se puede aprovechar su alta precisión,
- las secuencias de movimientos se pueden ejecutar con tiempos de ciclo óptimos,
- el robot alcanza una larga durabilidad (debido al poco desgaste).

**Procedimiento**

La entrada de datos de carga de la herramienta se describe cuando se mide una herramienta.

Ver: (>>> *17.4.2.2 "Guardar datos de carga de herramienta/pieza de trabajo" Página 155*)

## 16.4 Carga adicional en el robot

**Descripción**

Las cargas adicionales son componentes colocados de forma adicional en la columna giratoria, el brazo de oscilación o el brazo:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

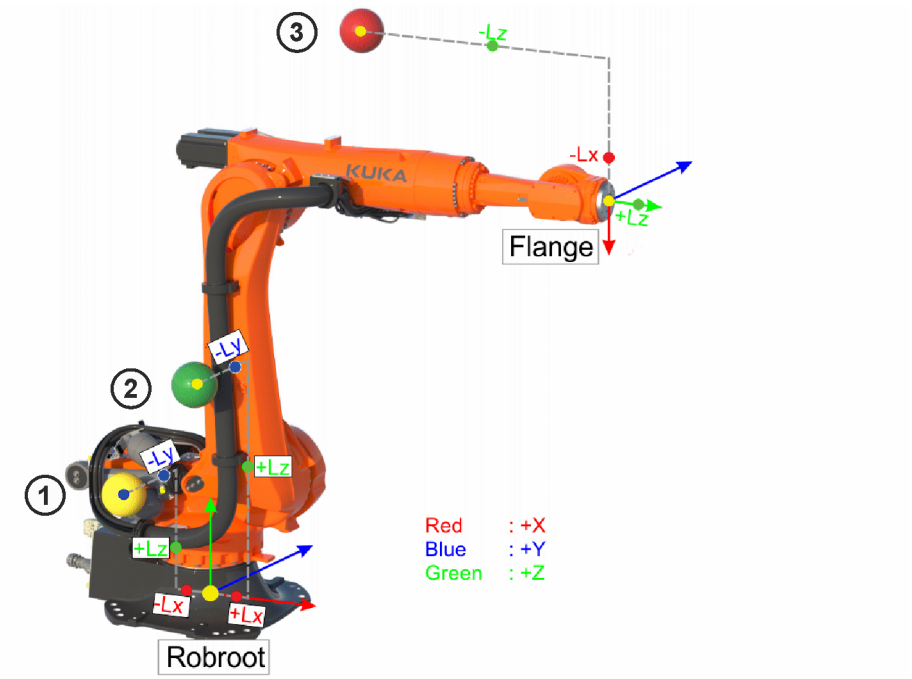



**Fig. 16-4: Datos de carga adicional en el robot**

Ejemplos

- Alimentación de energía
- Válvulas
- Alimentación de material
- Provisión de material

| AVISO |
| --- |
| No es posible montar cargas adicionales en las tres posiciones de cada robot KUKA. |

### Datos necesarios

Los datos de carga adicionales se deben introducir en la unidad de control del robot.

Entre otros, es necesario indicar los datos siguientes:

- Masa (m) en kg
- Distancia del centro de gravedad de la masa al sistema de referencia (X, Y y Z) en mm.
- Orientación de los ejes de inercia principales al sistema de referencia (A, B y C) en grados (°).
- Momentos de inercia de la masa alrededor de los ejes de inercia (Jx, Jy y Jz) en kgm².

### Sistemas de referencia

Sistemas de referencia para los valores X, Y y Z por cada carga adicional:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Carga | Sistema de referencia |
|---|---|
| Carga adicional A1 | Sistema de coordenadas ROBROOT<br>A1 = 0° |
| Carga adicional A2 | Sistema de coordenadas ROBROOT<br>A2 = -90° |
| Carga adicional A3 | Sistema de coordenadas FLANGE<br>A4 = 0°, A5 = 0°, A6 = 0° |

**Fuentes de obtención**

- Opción de software KUKA.LoadDataDetermination (solo para capacidades de carga)
- Datos del fabricante
- Cálculo manual
- Programas CAD

**Influencia de las cargas adicionales sobre el movimiento del robot**

Los datos que carga adicionales influyen sobre el movimiento del robot de las formas más diversas:

- Planificación de la trayectoria
- Aceleraciones
- Tiempo de ciclo
- Desgaste

**ADVERTENCIA**

Si un robot se utiliza con datos de carga adicionales erróneos, existe peligro de muerte, de lesiones o de que se produzcan daños materiales considerables.

## 16.5 Configurar cargas adicionales en el robot

**Procedimiento**

1. **Ruta de menú:** *Tecla de robot > Puesta en servicio > Datos de carga adicional*
2. Indicar el número del eje sobre el cual va montada la carga adicional (1). Confirmar pulsando **Continuar** (3).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

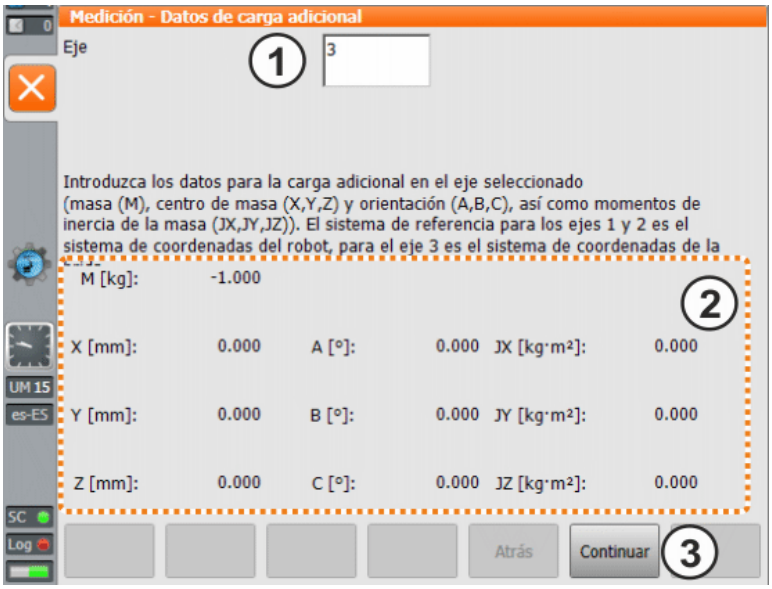



**Fig. 16-5: Selección del eje cargado**

3. Introducir los datos adicionales (1). Confirmar pulsando **Continuar** (2).

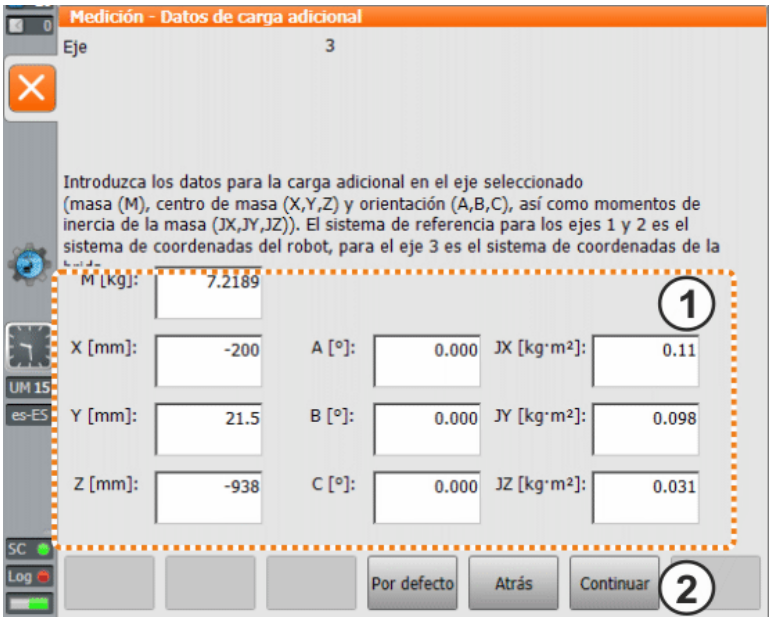



**Fig. 16-6: Datos para la carga adicional**

4. Pulsar **Guardar**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Puesta en servicio y reanudación del servicio > Datos de carga |



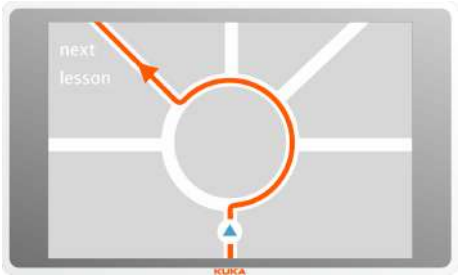
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 17 Conocer y medir TOOL

## 17.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Aprenderá a guardar un sistema de coordenadas TOOL en una herramienta física guiada por robot.
- Conocerá las ventajas y desventajas de una herramienta medida.
- Conocerá diferentes métodos de medición.

## 17.2 Descripción de la situación

Los robots de KUKA también se utilizan en los conocidos estudios de cine de Babelsberg. En este ejemplo, un robot con acoplamientos diferentes fresa objetos detallados de poliestireno (aquí un reloj gigante).



**Fig. 17-1: Robot milling**

**Imagine qué pasaría si el robot sacara la herramienta incorrecta de la estación al inicio del programa y comenzara a fresar.**
**¿Cuáles son los efectos en relación con el material a procesar?**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

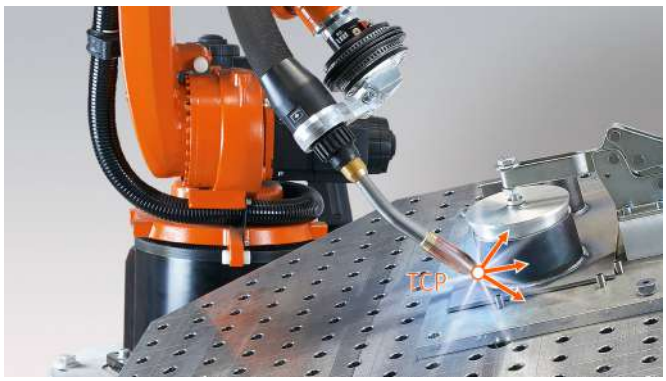
Correcto, después de que la trayectoria se refiera al TCP, este no coincide con el TCP real de la herramienta. En ese caso, es posible que el material ya no se pueda utilizar de nuevo.

## 17.3 Herramientas guiadas por robot

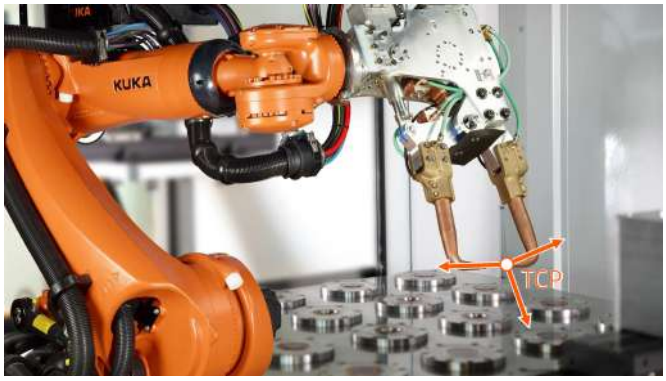
### Descripción

*Medir* una herramienta significa que se genera un sistema de coordenadas que tiene su origen en el punto de referencia de una herramienta. Este punto de referencia recibe el nombre de **TCP** (Tool Center Point), mientras que el sistema de coordenadas es el sistema de coordenadas de la **herramienta**.

**Soplete**




**Pinza de soldadura por puntos**




**Garra**




### 17.3.1 Conocer las ventajas de las herramientas medidas

#### Ventajas

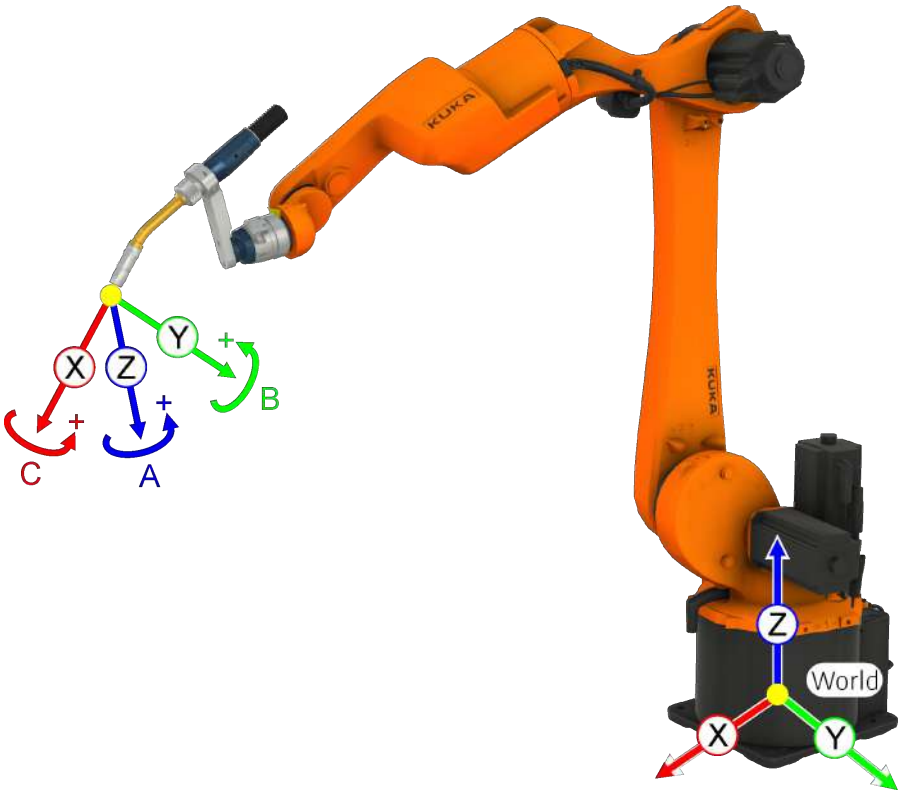
Cuando una herramienta ha sido medida con exactitud, el personal de operación y de programación cuenta con las ventajas siguientes:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

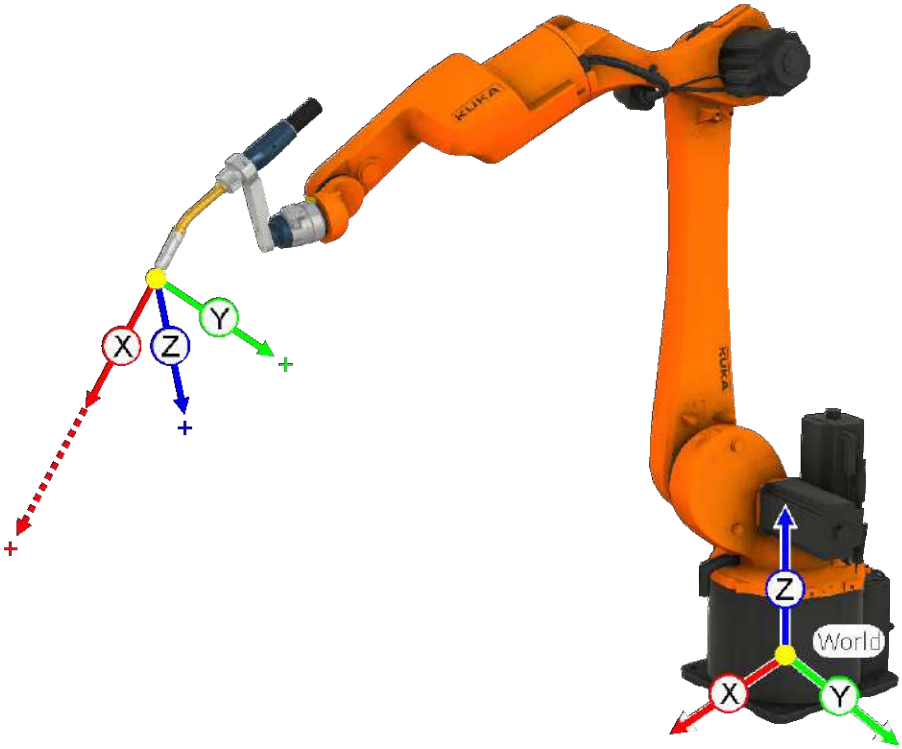
### Reorientación alrededor del TCP

La herramienta se puede reorientar/alinear alrededor del TCP (p. ej., la punta de la herramienta).




### Desplazamiento en dirección de impacto de la herramienta

El robot puede desplazarse a lo largo de la dirección de avance de la herramienta.






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Programación de movimientos de trayectoria

La velocidad programada se mantiene en el TCP a lo largo de toda la trayectoria.

Un control de la orientación definido a lo largo de la trayectoria es posible con un TCP medido de la herramienta.

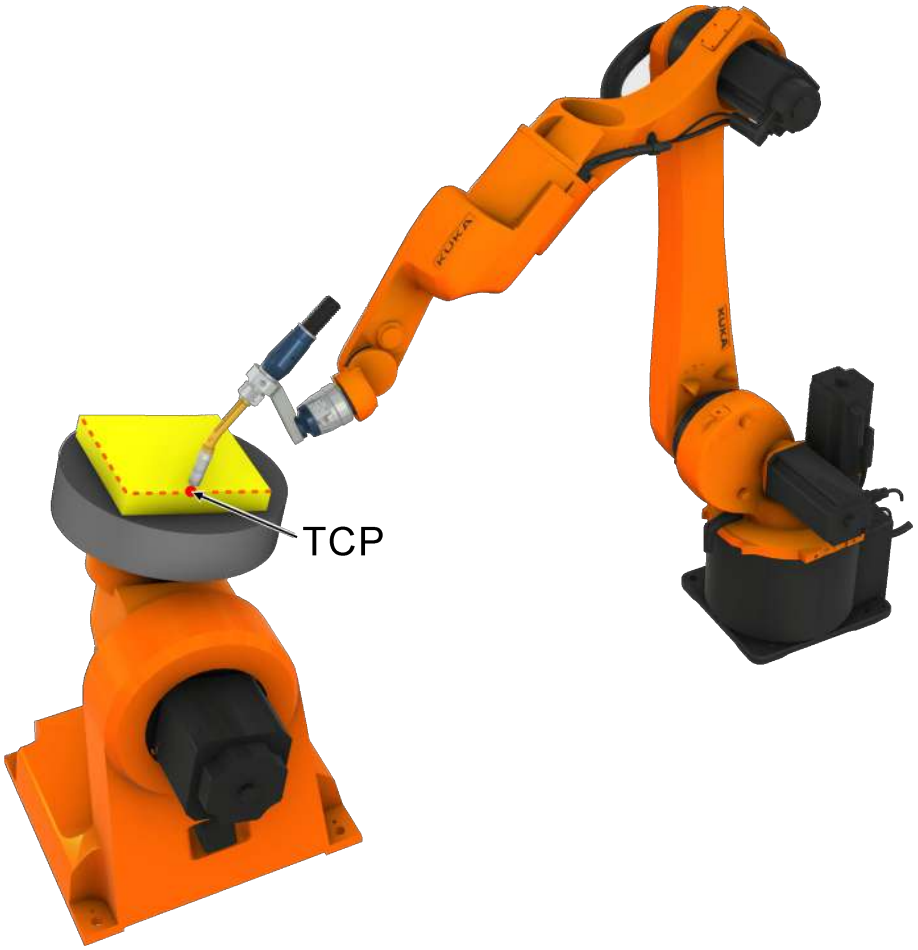



**Fig. 17-2: Servicio de programa con TCP**

## 17.4 Medición de una herramienta

### Pasos

Durante la medición se guarda la distancia entre el sistema de coordenadas Tool (en X, Y y Z) y el sistema de coordenadas de la brida, así como el giro entre sí (ángulo A, B y C).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

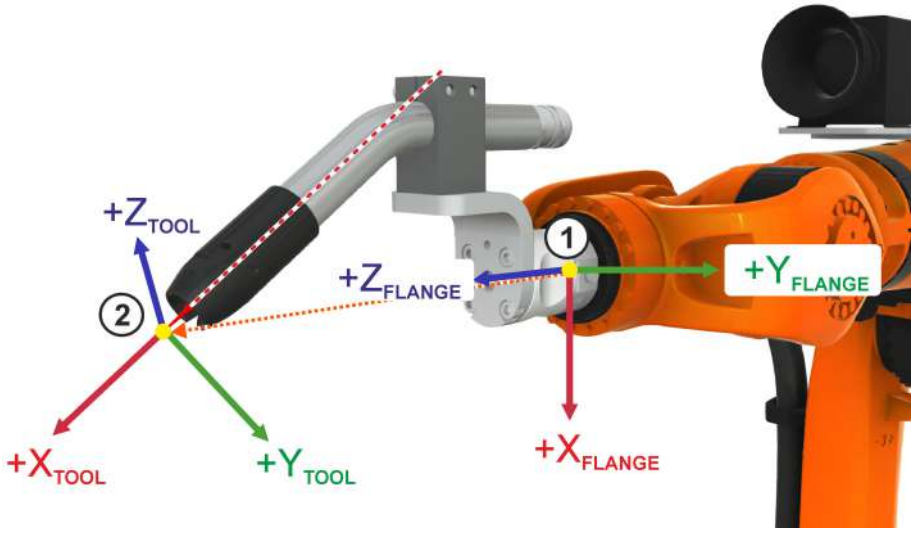



**Fig. 17-3: Medición de una herramienta**

1 Sistema de coordenadas FLANGE
2 Sistema de coordenadas TOOL

| AVISO |
| --- |
| En la configuración estándar se pueden guardar como máximo 16 sistemas de coordenadas de herramienta (variable: TOOL_DATA[1…16]). |

### Opciones de medición de la herramienta

La medición de la herramienta consta de tres pasos:

| Paso | Descripción |
| --- | --- |
| 1 | **Definir el origen del sistema de coordenadas TOOL**<br>Se puede elegir entre los siguientes métodos:<br>• *XYZ de 4 puntos*<br>• *Referencia XYZ* |
| 2 | **Definir la orientación del sistema de coordenadas TOOL**<br>Se puede elegir entre los siguientes métodos:<br>• *ABC World*<br>• *ABC de 2 puntos* |
| Alternativa: | Entrada directa de los valores para la distancia hasta el punto central de la brida (X, Y, Z) y el giro (A, B, C)<br>• *Entrada numérica* |
| 3 | **Entrada de los datos de carga de la herramienta**<br>• Carga de la herramienta + pieza de trabajo en [kg]<br>• Distancia del centro de gravedad respecto a la brida del robot<br>• Momentos de inercia |



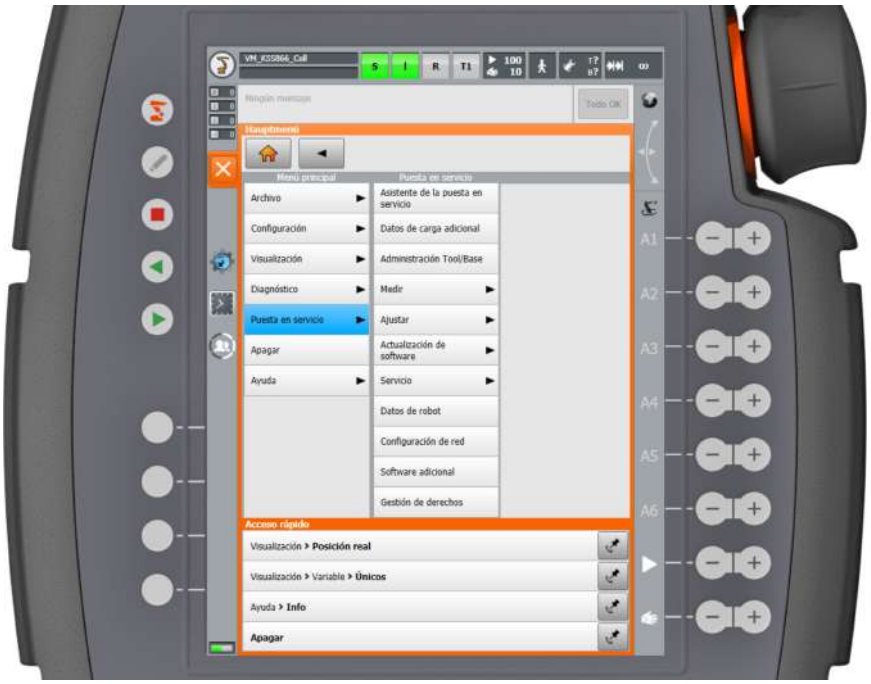
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 17.4.1 Añadir herramienta/pieza nueva

**Procedimiento**

**Añadir una herramienta/pieza**

1. Abrir la administración Tool/Base en la unidad de control (1).
   **Ruta del menú:** *Tecla de robot > Puesta en servicio> Administración Tool/Base*




2. Visualizar las herramientas/piezas de trabajo existentes en la vista general (2).
   En la pestaña **Herramienta/pieza** (3) pulsar el botón **Añadir** (4).




**Fig. 17-4: Paso 2**

3. **Crear de nuevo la herramienta**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 17-5: Paso 3**

- Seleccionar un número de herramienta "libre" en la ventana desplegable (5).
- Introducir el nombre para la nueva herramienta en el campo de introducción (6).

4. Establecer la pieza de trabajo o la herramienta mediante la ventana desplegable (7).




5. Establecer el método de medición deseado a través de la ventana desplegable (8).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




Determinación del TCP

- **XYZ de 4 puntos**
- **Referencia XYZ**

Determinación de la orientación

- **ABC universal**
- **ABC de 2 puntos**

## 17.4.2 Conocer la medición del TCP, método de 4 puntos

### Calibración del TCP con el método XYZ de 4 puntos

Con el TCP de la herramienta que se va a medir se aproxima un punto de referencia desde 4 direcciones diferentes.

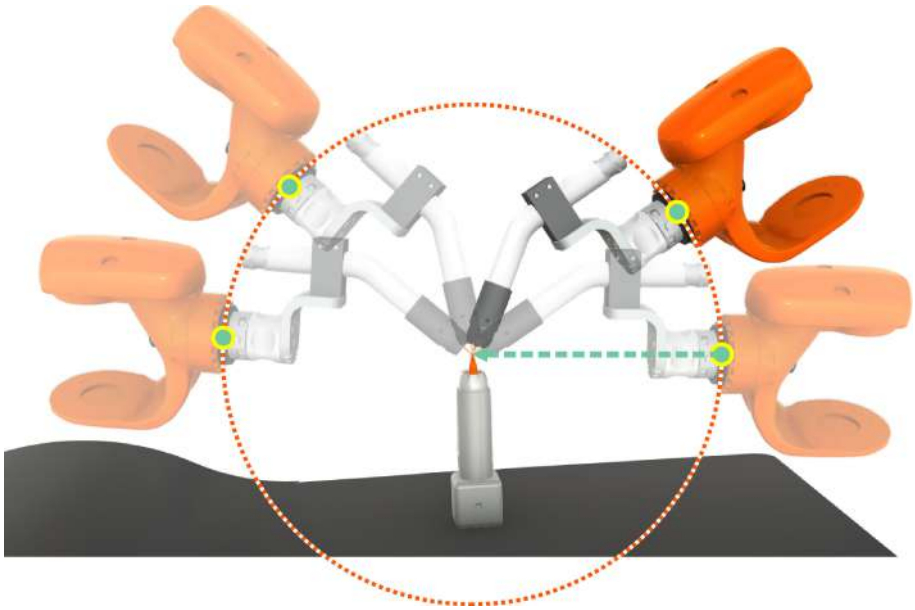
El punto de referencia puede ser cualquiera.

La unidad de control del robot calcula el TCP a partir de las cuatro posiciones de la brida medidas y guardadas.

Las cuatro posiciones de la brida con las que el robot se aproxima al punto de referencia deben estar suficientemente separadas y no encontrarse en un mismo plano.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



### 17.4.2.1 Medir el TCP con el método de 4 puntos

**Procedimiento**

**Método XYZ de 4 puntos**

1. Añadir una herramienta nueva.
   (>>> *17.4.1 "Añadir herramienta/pieza nueva" Página 148*)
2. Colocar el punto de referencia en las inmediaciones del robot.
3. Seleccionar el método XYZ de 4 puntos para la medición.




**Fig. 17-6: Método de medición**

4. En el menú de medición tener en cuenta la instrucción de trabajo:
   *Oriente la herramienta en diversas direcciones hacia un punto de referencia.*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

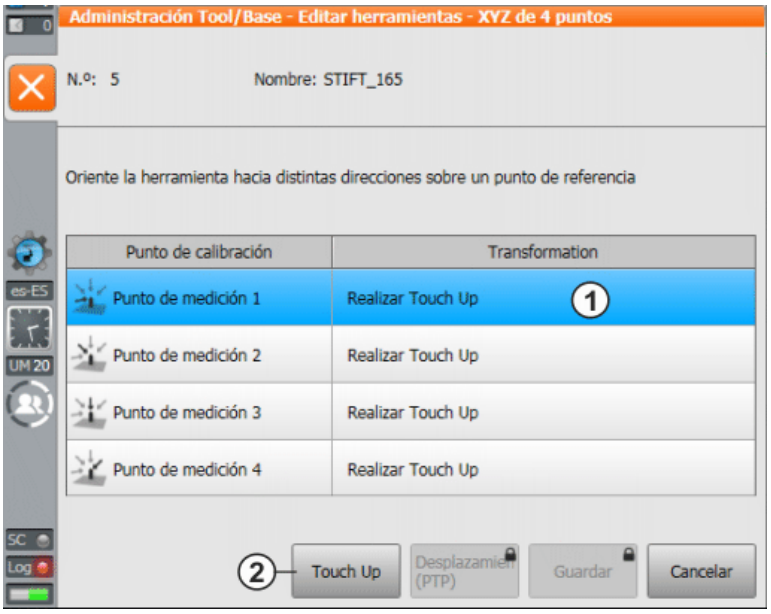



**Fig. 17-7: XYZ de 4 puntos, medición**

- Marcar el punto de medición/calibración 1. La línea correspondiente se marca en azul (1).
- Con el ratón 6D o con las teclas de desplazamiento, desplazar el TCP de la nueva herramienta hasta la punta de referencia.

Con cuanta mayor exactitud se alcancen los puntos, más precios será al final el TCP calculado.
Reducir el override manual HOV en el punto correspondiente o usar el desplazamiento manual incremental.

- Guarda las coordenadas del punto con el botón **Touch-Up** (2).

5. Repetir el proceso para el resto de puntos de calibración/puntos de medición.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 17-8: XYZ de 4 puntos, medición**

- Las coordenadas calculadas (1) se mostrarán en una tabla.
- El offset de la herramienta calculado y el **error de medición** se mostrarán en el campo Resultado de la medición.



Si el error de medición es demasiado grande, se pueden volver a marcar de forma específica puntos de medición y alcanzarlos con l botón **Desplazamiento (PTP)** (3). En este caso, alcanzar el punto con mayor precisión y registrar el resultado de nuevo con el botón Touch-Up. Revisar de nuevo el error de medición.

- **Guardar** (4) el offset de la herramienta calculado.

6. Comprobar y guardar los datos de la herramienta.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

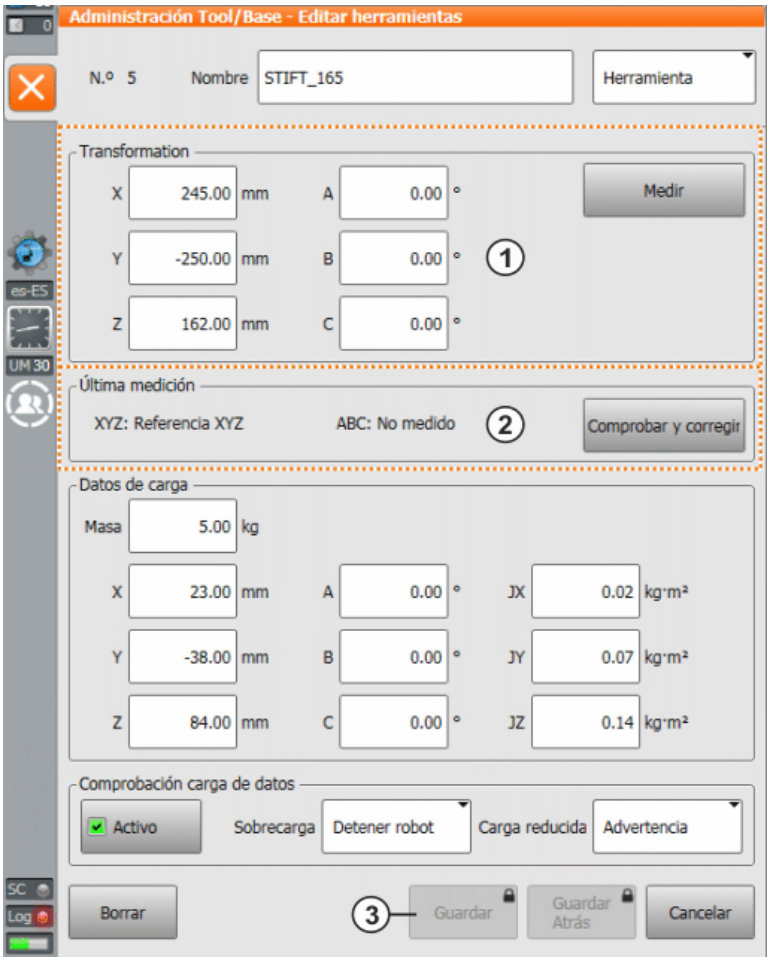



**Fig. 17-9: XYZ de 4 puntos, medición**

- Comprobar el offset de la herramienta en el campo **Transformación** (1).
- Se mostrará el tipo de medición y también el error en el campo (2).

  Si se ha medido la herramienta, está disponible la función **Comprobar y corregir** mediante el botón con el mismo nombre.
- **Guardar** (3) todos los valores y offsets introducidos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 17.4.2.2 Guardar datos de carga de herramienta/pieza de trabajo

**Procedimiento**

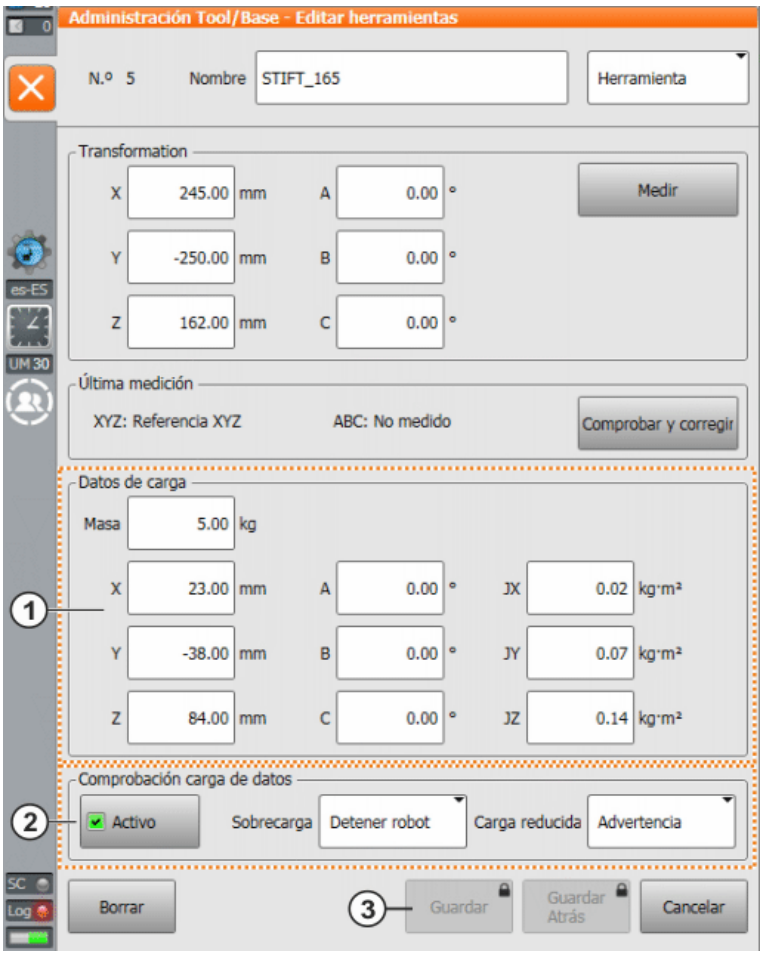



**Fig. 17-10: Datos de carga**

1. Se definió/está definida una herramienta/pieza de trabajo y se abrió/está abierta la Administración Tool/Base.
   (>>> *17.4.1 "Añadir herramienta/pieza nueva" Página 148*)
2. Introducir los datos de carga de la herramienta y el campo previsto (1).

| |
|---|
| *KUKA.LoadDataDetermination* permite la determinación automática de los datos de carga. Si el paquete de opciones se ha instalado en la unidad de control, hay disponible un botón independiente para ejecutar el cálculo automático. |

| Parámetro/unidad | | Descripción |
|---|---|---|
| **M** | kg | Masa |
| **X**, **Y**, **Z** | mm | Situación del centro de gravedad en relación con el sistema de coordenadas de brida |
| **A**, **B**, **C** | Grado | Orientación de los ejes de inercia principales en relación con el sistema de coordenadas de brida |
| Momentos de inercia de masa: | | |
| **JX** | $kgm^2$ | Inercia en torno al eje X del sistema de ejes principal |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Parámetro/unidad | | Descripción |
|---|---|---|
| **JY** | $kgm^2$ | Inercia en torno al eje Y del sistema de ejes principal |
| **JZ** | $kgm^2$ | Inercia en torno al eje Z del sistema de ejes principal |

3. Activar/desactivar comprobación de datos de carga y configurarlos (3).

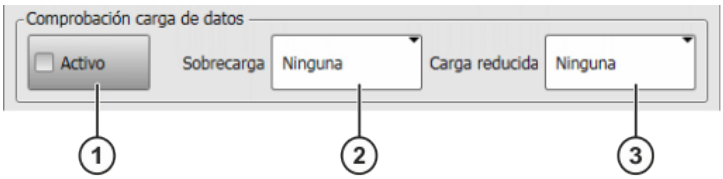



**Fig. 17-11: Control de datos de carga**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | **Símbolo de confirmación**: El control está activo para la herramienta que se visualiza en la misma ventana. En caso de sobrecarga o de carga reducida se producirán las reacciones definidas.<br>**Sin símbolo de confirmación**: El control está inactivo para la herramienta que se visualiza en la misma ventana. En caso de sobrecarga o de carga reducida no se producirá ninguna reacción. |
| 2 | Aquí se puede definir la reacción que debe producirse en caso de sobrecarga.<br>– **Ninguno**: Sin reacción<br>– **Advertencia**: La unidad de control del robot envía el siguiente mensaje de estado: *Al controlar la carga de robot (Tool {N.º}) se ha determinado sobrecarga.*<br>– **Detener el robot**: La unidad de control del robot envía un mensaje de confirmación con el mismo contenido que para una **Advertencia**. El robot se detiene con STOP 2. |
| 3 | Aquí se puede definir la reacción que debe producirse en caso de carga reducida. Las posibles reacciones son análogas a la sobrecarga. |

### 17.4.3 Conocer el método de referencia XYZ

**Descripción**

El *método de referencia XYZ* se usa para el memorizado en la unidad de control de varias herramientas del mismo tipo con geometrías similares.

Para ello, se utiliza como referencia una herramienta ya conocida (1). La unidad de control del robot compara las posiciones de la brida y calcula el TCP de la nueva herramienta (2). En comparación con el *método XYZ de 4 puntos*, la cantidad de desplazamientos de medición necesarios se puede reducir aquí a dos.

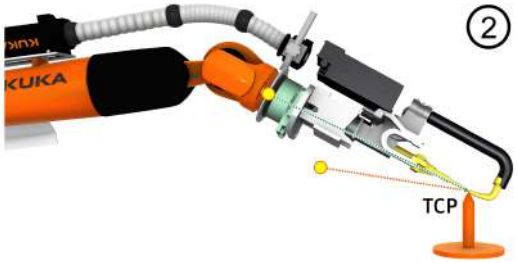


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Herramienta de referencia**




**Nueva herramienta para medición**




**Resultado**




### 17.4.3.1 Medir el TCP con el método de referencia XYZ

**Procedimiento**

1. Fijar/cambiar en la brida del robot la herramienta de referencia necesaria para la medición
2. Se ha añadido una nueva herramienta a través de la administración de herramientas y bases.
   (>>> *17.4.1 "Añadir herramienta/pieza nueva" Página 148*)
3. Seleccionar con el botón **Medir** el método *Referencia XYZ*.




**Fig. 17-12: Método de medición**

4. La **Administración de herramientas y bases** se abre.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

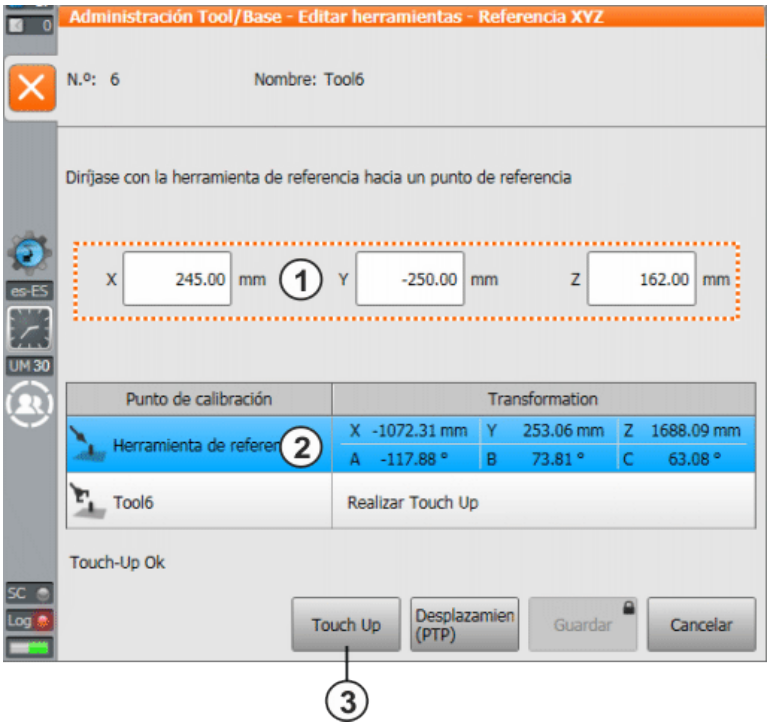



**Fig. 17-13: Referencia XYZ**

- Introducir los valores de offset (TCP) de la herramienta de referencia (1).

  Estos se necesitan para poder reevaluar correctamente en la brida del robot.

  Si la propia herramienta de referencia está disponible en la unidad de control, los datos se pueden extraer de la administración de herramientas y bases.
- Pulsar la línea **Referencia herramienta** (2).

  La línea se marca en azul.
- Desplazar el TCP de la herramienta de referencia hasta un punto de referencia seleccionado libremente en el espacio.
- Registrar la posición con el botón **Touch-Up** (3).

  Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.

Mediante el botón **Aproximar (PTP)** se pueden volver a aproximar puntos ya programados por aprendizaje.

5. Retirar la herramienta de referencia de la brida del robot y cambiarla por la herramienta medida.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

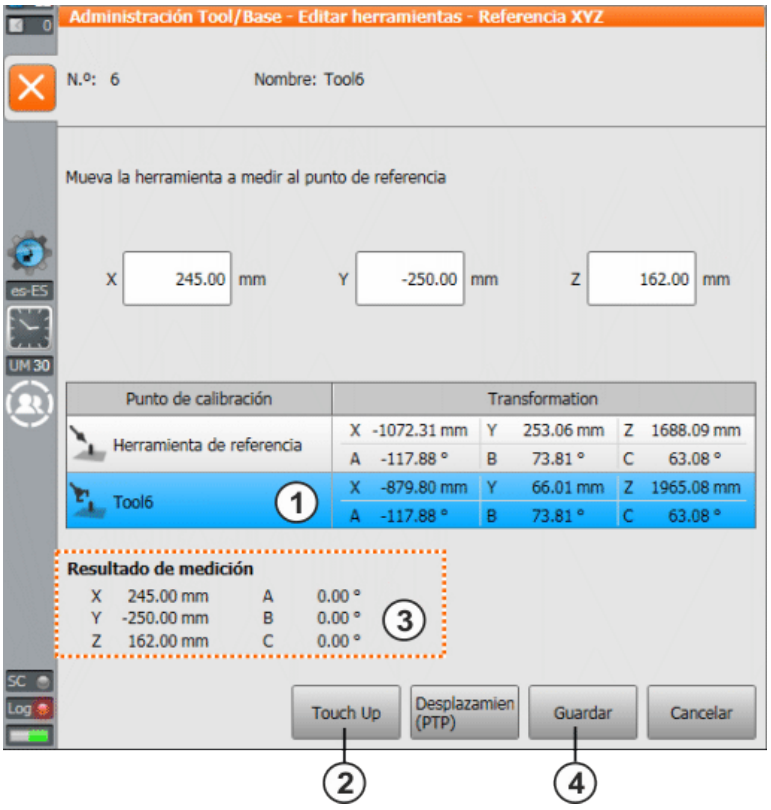



**Fig. 17-14: Referencia XYZ**

- Mover el TCP de la herramienta al punto de referencia.
- Pulsar la línea con el **Nombre de la herramienta** (1).
  La línea se marca en azul.
- Aceptar la posición con el botón **Touch-Up** (2).
  Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.
- El offset de herramienta calculado se visualiza en la ventana **Resultados de la medición** (3).

6. Guardar con el botón **OK** (4) el resultado de la medición.

Los valores de offset de la herramienta de referencia pueden tomarse de la vista general de herramientas de la administración Tool/Base.






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 17.4.4 Conocer la orientación de la herramienta con el método ABC World

**Descripción**

Los ejes del sistema de coordenadas TOOL se alinean de forma paralela a los ejes del sistema de coordenadas WORLD.

De este modo, la unidad de control del robot conoce la orientación del sistema de coordenadas TOOL.

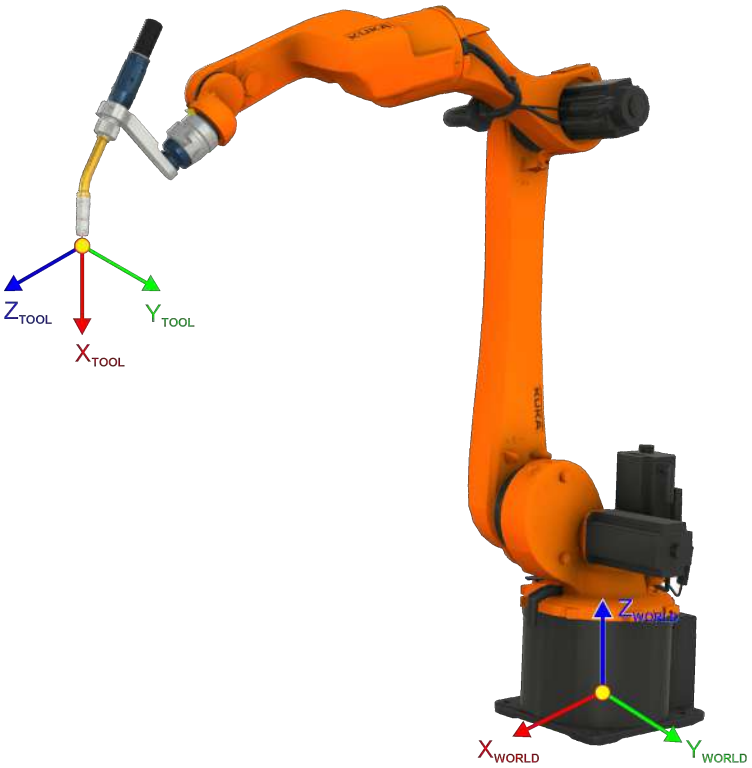



**Fig. 17-15: Método ABC World**

**Variantes**

Este método tiene dos variantes:

- **5D**
  - La variante 5D se utiliza para definir la dirección de impacto de la herramienta.
  - En el ajuste estándar, la dirección de avance es el eje X.
  - La dirección de los demás ejes la determina el sistema, y en general no puede ser reconocida fácilmente por el usuario.
  - Ámbito de aplicación: p. ej. soldadura MIG/MAG, láser o corte por chorro de agua
- **6D**
  - Con la variante 6D es posible establecer todas las direcciones de los ejes, y no solo la dirección de avance
  - Ámbito de aplicación: p. ej. pinzas de soldadura, garras o boquillas de aplicación de pegamentos



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 17.4.4.1 Establecer la orientación de la herramienta con el método ABC-World

**Procedimiento**

1. Se ha medido una herramienta nueva y se ha guardado en la administración de herramientas y bases.
   o bien
2. Abrir la herramienta en la administración de herramientas y bases.
3. Usar el botón **Medir** para seleccionar el método *ABC universal*.




**Fig. 17-16: Método de medición**

4. Se abre la ventana **Procesar herramienta**.

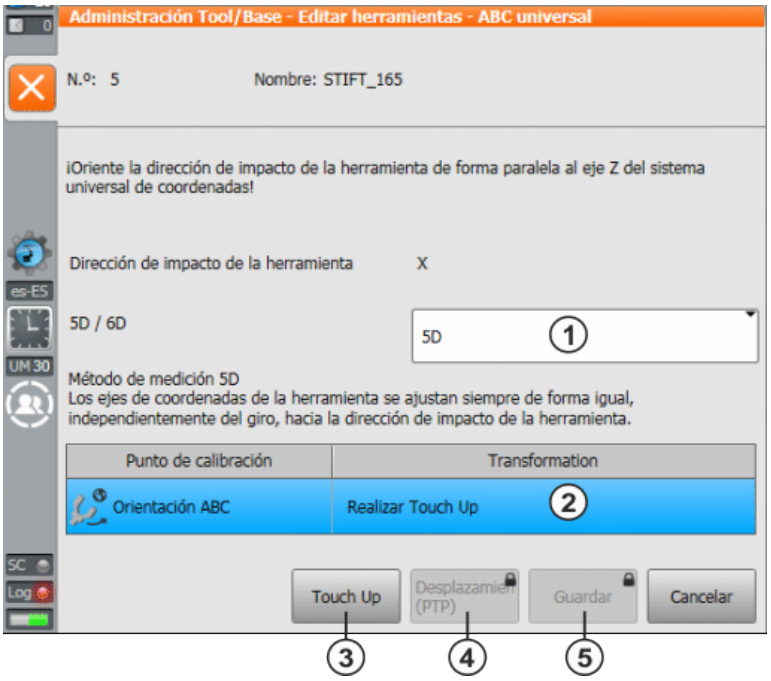



**Fig. 17-17: ABC universal**

- En la ventana de selección **5D/6D** (1), determinar el tipo de determinación de la orientación.
- Pulsar la línea **Orientación ABC** (2).
  *La línea se marca en azul.*
- Alinear la herramienta del robot con respecto al sistema universal de coordenadas.
- Usar el botón **Touch-Up** (3) para aceptar la orientación.
- Usar el botón **Guardar** (5) para guardar los valores.

| | |
|---|---|
|  | Mediante el botón **Aproximar (PTP)** se pueden volver a aproximar puntos ya programados por aprendizaje. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 17.4.5 Conocer la orientación de la herramienta con el método ABC de 2 puntos

A la unidad de control del robot se le comunican los ejes del sistema de coordenadas de herramienta desplazando el robot con el TCP a un punto del eje X negativo y un punto en el nivel XY. Este método se utiliza cuando no solo hay que definir la dirección de avance, sino también todas las direcciones de los ejes.

**Puntos de calibración**

**Paso 1:**
**TCP**



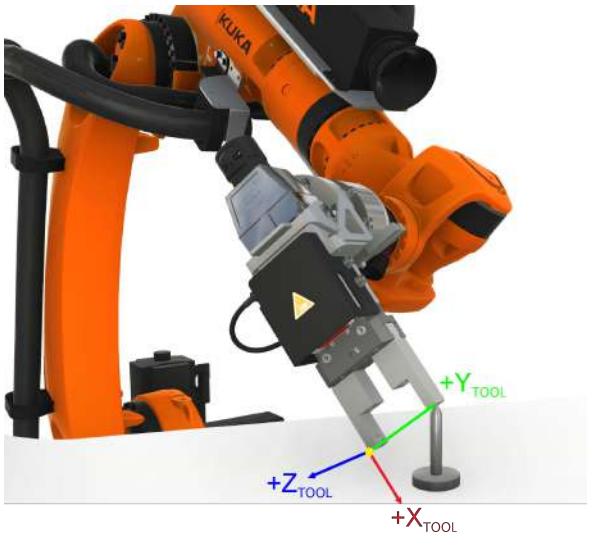

**Paso 2:**
**eje X**






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Paso 3: nivel XY**




### 17.4.5.1 Establecer la orientación de la herramienta con el método ABC de 2 puntos

**Procedimiento**

1. Se ha medido una herramienta nueva y se ha guardado en la administración de herramientas y bases.
   o bien
2. Abrir la herramienta en la administración de herramientas y bases.
3. Seleccionar con el botón **Medir** el método *ABC de 2 puntos*.




**Fig. 17-18: Método de medición**

4. Se abre la ventana **Procesar herramienta — ABC de 2 puntos**.
   **Punto de calibración: TCP**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 17-19: Punto de calibración, TCP**

- Pulsar la línea punto de calibración TCP (1).
  *La línea se marca en azul.*
- Mover el TCP de la herramienta al punto de referencia determinado.
- Aceptar la posición con el botón **Touch-Up** (2).

5. **Puntos de calibración: eje X y plano XY**

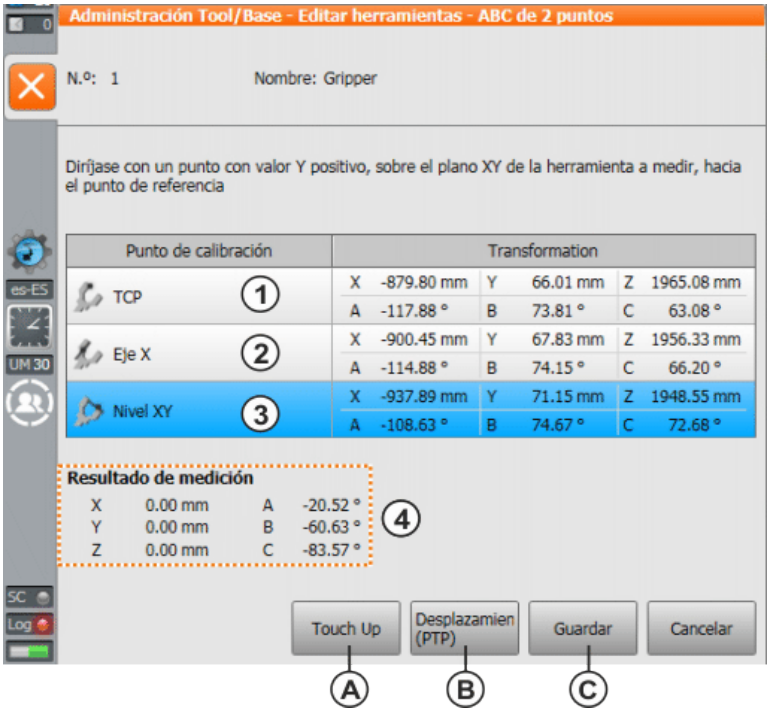



**Fig. 17-20: ABC de 2 puntos, medición**

Eje X

- Desplazarse con el punto de referencia a un punto del eje X negativo (dirección de avance) de la herramienta medida.
- Pulsar la línea punto de calibración eje X (2).
  *La línea se marca en azul.*
- Aceptar la posición con el botón **Touch-Up** (A).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Eje Y

- Desplazarse con el punto de referencia a un punto con valor Y positivo en el plano XY de la herramienta que debe medirse.
- Pulsar la línea punto de calibración plano XY (3).
  *La línea se marca en azul.*
- Aceptar la posición con el botón **Touch-Up** (A).

Mediante el botón **Aproximar (PTP)** se pueden volver a aproximar puntos ya programados por aprendizaje.

- La orientación determinada se muestra en la ventana Resultado de la medición (4) y muestra la distancia y el giro con respecto al sistema de coordenadas de la brida.
- Guardarlos con el botón de igual nombre **Guardar**.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Puesta en servicio y reanudación del servicio > Medición |
| | > Establecer la dirección de impacto de la herramienta |
| | > Introducción de la medición TOOL |
| | > Medir TOOL o indicarla de forma numérica (herramienta/pieza de trabajo en la brida) |



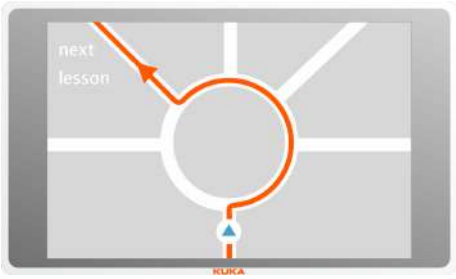
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 18 Desplazamiento manual del robot en el sistema de coordenadas TOOL

## 18.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Podrá mover la herramienta medida en el sistema de coordenadas TOOL.

## 18.2 Robot en el sistema de coordenadas TOOL

**Sistema de coordenadas Tool**

Con el desplazamiento manual en el sistema de coordenadas TOOL o de herramientas, es posible mover el robot linealmente a lo largo de los ejes del sistema de coordenadas de una herramienta medida. El sistema de coordenadas no es fijo, como un sistema de coordenadas World o BASE, sino que es guiado por el robot. **Todos** los ejes del robot se mueven. El origen del sistema de coordenadas TOOL se denomina **TCP** - *Tool Center Point* - y se corresponde con el punto de trabajo de la herramienta, p. ej., la punta de una boquilla de aplicación de pegamento.

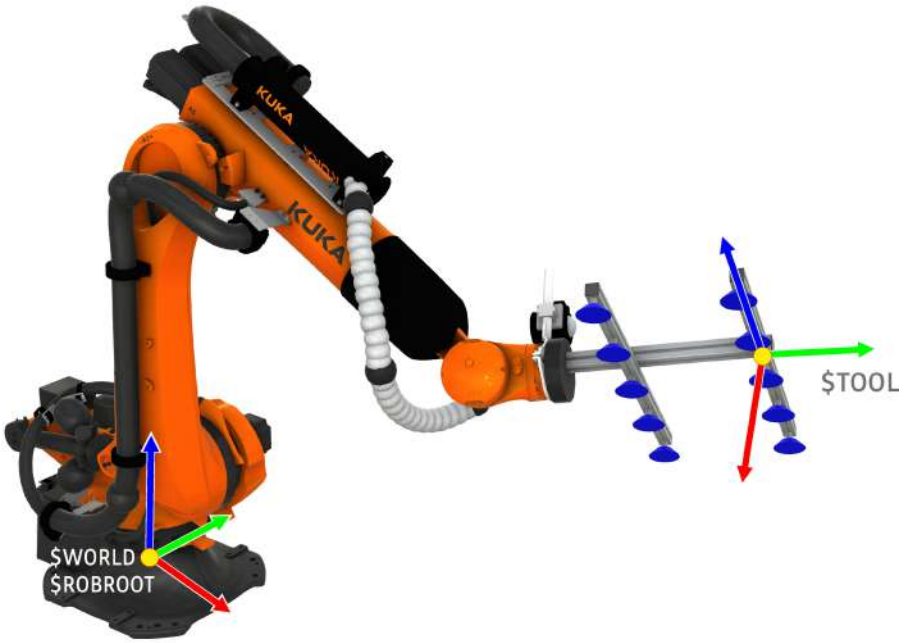



**Fig. 18-1: Sistema de coordenadas de la herramienta del robot**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

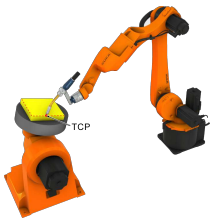
### Sistema de coordenadas de la brida

Los sistemas de coordenadas TOOL no medidos corresponden siempre al sistema de coordenadas de la brida en el desplazamiento manual.




### Principio del desplazamiento manual de herramienta

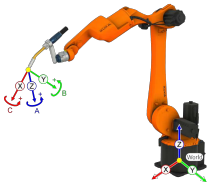
Un robot se puede mover de dos maneras distintas en un sistema de coordenadas:




**Traslacional**

Rectilínea a lo largo de las direcciones de orientación del

sistema de coordenadas: X, Y, Z



**Rotacional**

Giratoria/viratoria en la dirección de orientación del sistema de coordenadas:

Escuadra: A, B y C

### Ventajas

- El movimiento del robot siempre es predecible mientras se conozca el sistema de coordenadas de TOOL.
- Cabe la posibilidad de desplazar en la dirección de avance de la herramienta o de orientarse con relación al Tool Center Point.

  Además, hay que evitar las posiciones singulares.

Por *dirección de avance de la herramienta* se entiende la dirección de trabajo o de proceso de la misma. En el sistema de coordenadas de TOOL, (generalmente) la herramienta se mueve en dirección a la pieza de trabajo cuando el desplazamiento tiene lugar en X+.

Ejemplos para la dirección de avance de la herramienta, entre otros:

- Dirección de salida del adhesivo para una boquilla de aplicación
- Dirección de agarre (punzón guía) durante la manipulación
- Dirección del electrodo fijo en la soldadura por puntos por resistencia



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 18.3 Mover el robot en el sistema de coordenadas de TOOL

**Procedimiento**

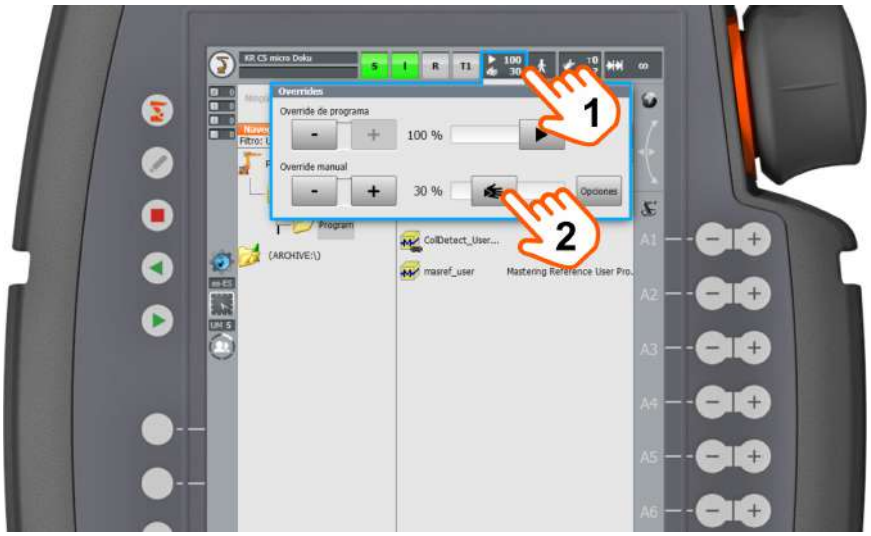
1. Seleccionar **Herramienta** como el sistema de coordenadas que debe utilizarse




2. Seleccionar el número de herramienta




3. Ajustar el override manual



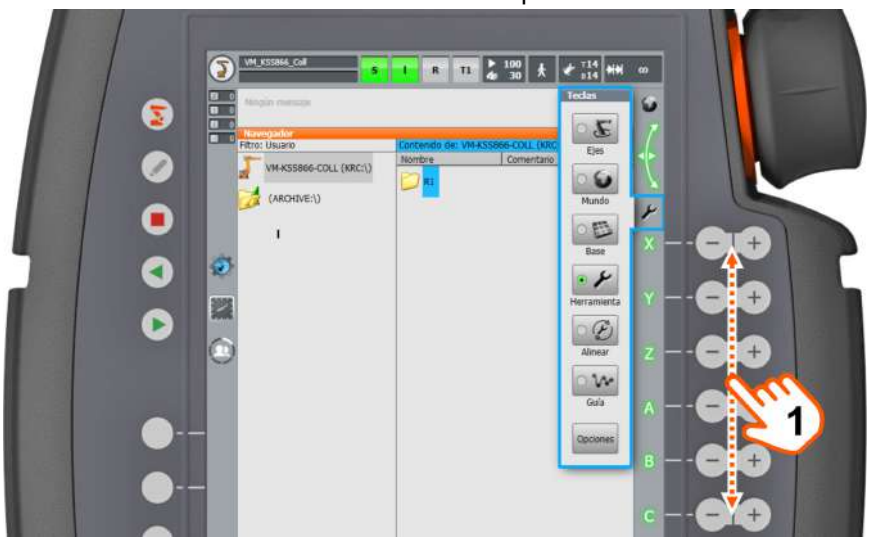



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

4. Pulsar y mantener pulsado uno de los cuatro pulsadores de validación en la posición central



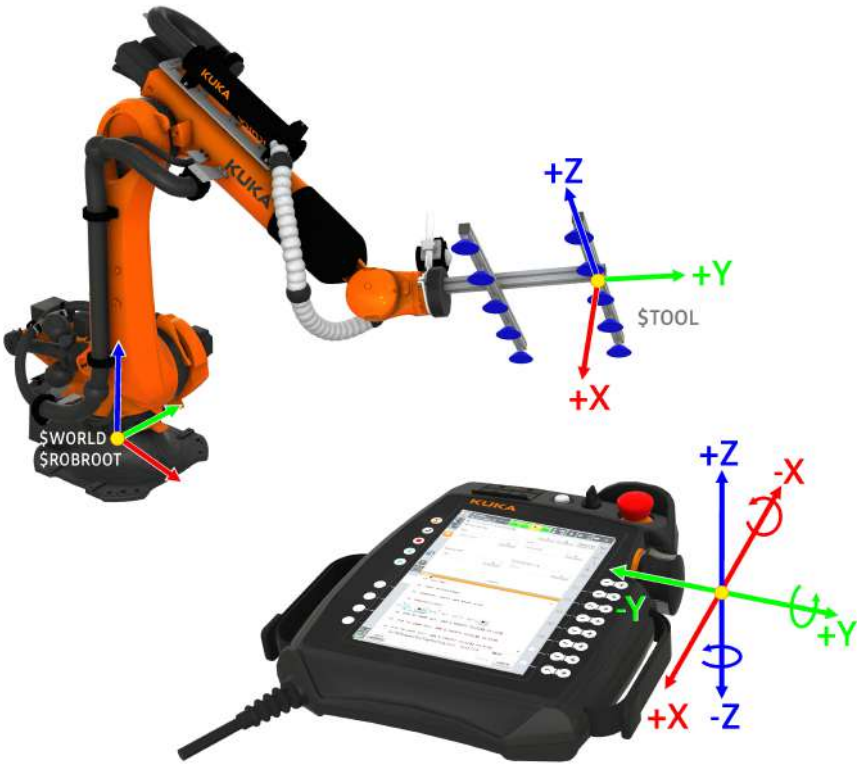

5. Mover el robot mediante las teclas de desplazamiento






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

6. Alternativa: Desplazamiento con el ratón 6D




**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Desplazar manualmente el robot |



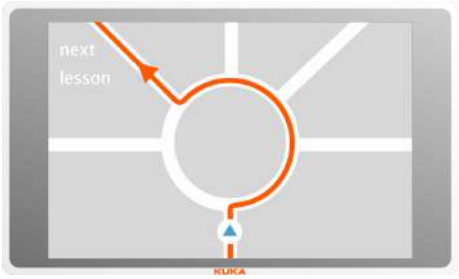
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 19 Conocer y medir BASE

## 19.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá las ventajas de una BASE medida.
- Aprenderá a medir un sistema de coordenadas BASE.
- Podrá mover una herramienta medida en relación con el sistema de coordenadas "BASE".

## 19.2 Descripción de la situación

Para las lavadoras, se realiza la fabricación final de motores en una estación de robot. Para ello, los componentes individuales, como aquí el arrollamiento del estator, se suministran al robot a través de cajas. El robot los agarra con precisión segura a través de la cuadrícula predefinida dentro de estas cajas. Un sistema de coordenadas BASE predefinido facilita la creación y modificación de las posiciones de agarre.






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 19.3 El sistema de coordenadas Base

### Descripción

*Medir* una base significa la definición de un sistema de coordenadas en el campo de trabajo del robot en relación con el sistema de coordenadas universal. El objetivo es que las posiciones programadas del robot se refieran a este sistema de coordenadas y que se facilite el desplazamiento manual. Para ello se utilizan, p. ej. los bordes definidos de alojamientos de piezas, compartimentos, palets o máquinas, como puntos de referencia muy útiles para un sistema de coordenadas base.

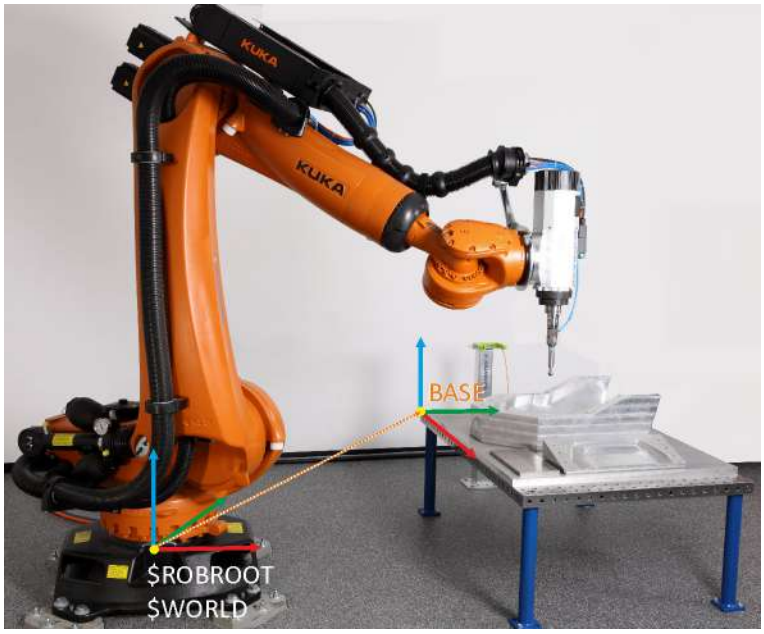



**Fig. 19-1: Base, uso**

## 19.4 Ventajas de una base medida

### Situación inicial

Las memorias USB deben ser recogidas por el robot desde una rejilla de almacenamiento para su posterior procesamiento. A la hora de aplicar el programa, hay que establecer una herramienta definida y una base de referencia. Esto ofrece varias ventajas.

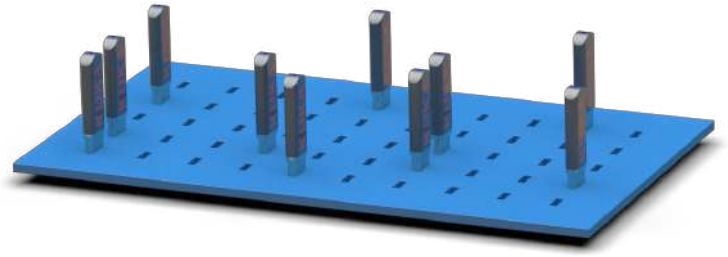


**Fig. 19-2: Ejemplo de salida**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Ventajas

Una vez medida con éxito una base, se dispone de las siguientes ventajas:

- Desplazamiento a lo largo de los cantos de la pieza.
  El TCP se puede mover de forma manual a lo largo de los cantos de la superficie de trabajo o de la pieza.

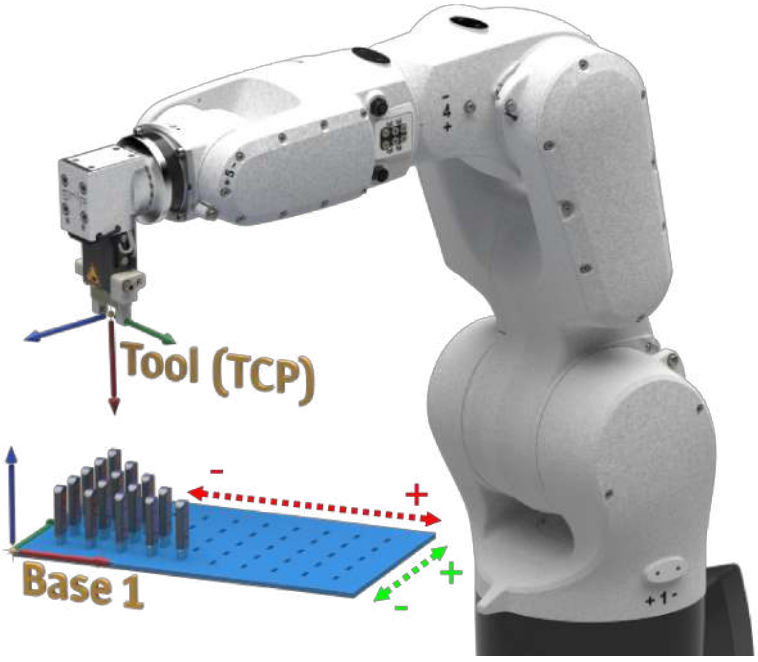



**Fig. 19-3: Ventajas de la medición BASE: Dirección de desplazamiento**

- Sistema de coordenadas de referencia:
  Los puntos aprendidos hacen referencia al sistema de coordenadas seleccionado.

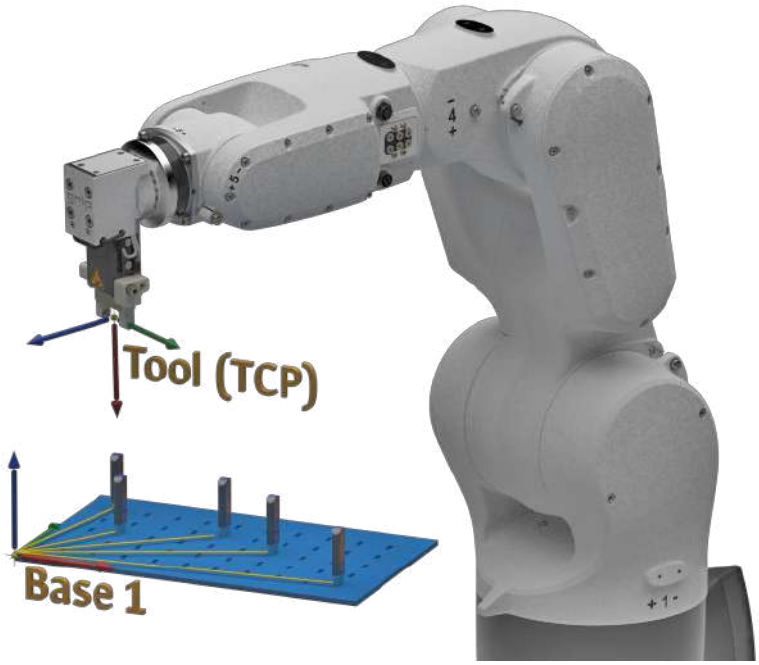



**Fig. 19-4: Ventajas de la medición BASE: Referencia al sistema de coordenadas deseado**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Corrección/desplazamiento sencillo del sistema de coordenadas:
  Puntos pueden ser programados por aprendizaje en relación a la base. Si es necesario desplazar la base, p. ej. porque la superficie de trabajo se ha desplazado, se desplazan también los puntos y no es necesario programarlos de nuevo.

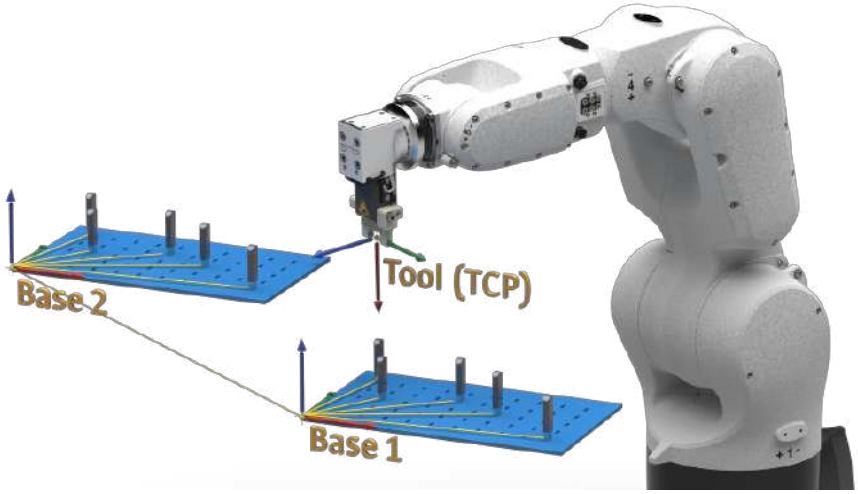



**Fig. 19-5: Ventajas de la medición BASE: Corrimiento del sistema de coordenadas de base**

- Utilización de varios sistemas de coordenadas de base:
  Se pueden generar hasta 32 sistemas de coordenadas diferentes y utilizarlos de acuerdo con el paso de programa.

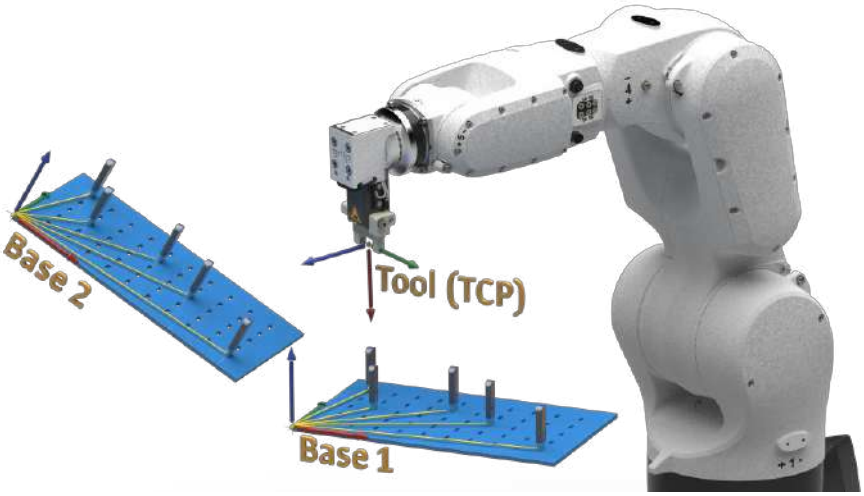



**Fig. 19-6: Ventajas de la medición BASE: Utilización de varios sistemas de coordenadas de base**

## 19.5 Opciones de la medición de base

**Para la medición de base se dispone de los métodos siguientes:**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Métodos | Descripción |
|---|---|
| **Método de 3 puntos** | 1. Definición del origen<br>2. Definición de la dirección X positiva<br>3. Definición de la dirección Y positiva (plano XY)<br>(>>> *19.6.1 "Método de 3 puntos" Página 179*) |
| **Método indirecto//** | • El método indirecto se utiliza cuando no se puede llegar con el robot al origen de la base, por ej. porque se encuentra en el interior de una pieza o fuera del campo de trabajo del robot.<br>• Se realiza el desplazamiento a 4 puntos con referencia conocida a la base que se va a medir, cuyas coordenadas deben ser conocidas (datos CAD). La unidad de control del robot calcula la base utilizando estos puntos. |
| **Entrada numérica** | • Entrada directa de valores para la distancia al sistema de coordenadas universales (X, Y, Z) y del giro (A, B, C). |

## 19.6 Añadir base/herramienta fija nueva

**Procedimiento**

**Añadir una base/herramienta fija nueva**

1. Abrir la administración Tool/Base en la unidad de control.
2. En la pestaña **Base/herramienta fija** (1) pulsar el botón **Añadir** (2).

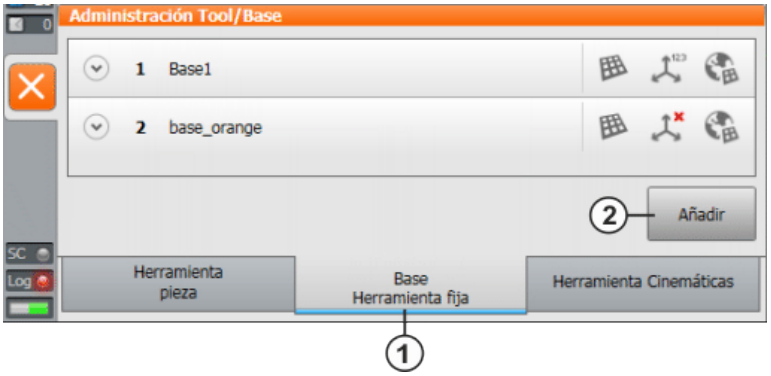



**Fig. 19-7: Añadir base**

**Procesar una nueva base/herramienta fija creada**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

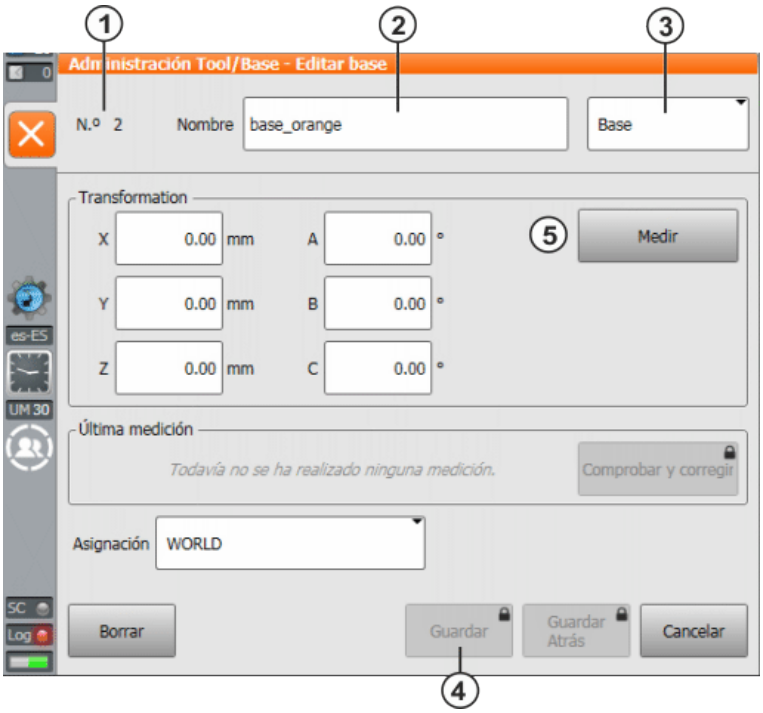



**Fig. 19-8: Editar base**

1. Seleccionar/introducir el número de memoria (1) y el nombre (2) para la base/herramienta fija

   *Los números del sistema de base utilizado se ocultan automáticamente. De este modo, no es posible sobrescribir una base existente.*
2. Establecer en la ventana desplegable (3) si el sistema de coordenadas medido es una **base** o una **herramienta fija**.
3. **Guardar** (4) los datos introducidos hasta el momento con el botón del mismo nombre.

| | |
|---|---|
| | El estado actual puede guardar en cualquier momento. |

4. Si se conocen los datos de offset de la base/herramienta fija en referencia al sistema de coordenadas universal estos pueden introducirse directamente de forma numérica en el campo Transformación.
5. Si no se conocen los datos de offset, estos pueden calcularse con una medición técnica.

   Para ello pulsar el botón **Medir** (5).

### Método de medición

Al pulsar el botón **Medir** se despliega otro menú contextual:




**Fig. 19-9: Medir base, selección**

Pulsar el método de medición deseado.

- **3 puntos**
  (>>> *19.6.1 "Método de 3 puntos" Página 179*)
- **Indirecto**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 19.6.1 Método de 3 puntos

**Procedimiento**

La medición de base solo puede realizarse con una herramienta previamente medida (el TCP se debe conocer).

1. Se ha añadido una nueva base a través de la administración de herramientas y bases.
   (>>> *19.6 "Añadir base/herramienta fija nueva" Página 177*)
2. Seleccionar con el botón **Medir** el método *3 puntos*.




**Fig. 19-10: Medir base, selección**

3. **Desplazarse al origen de la base con el TCP.**

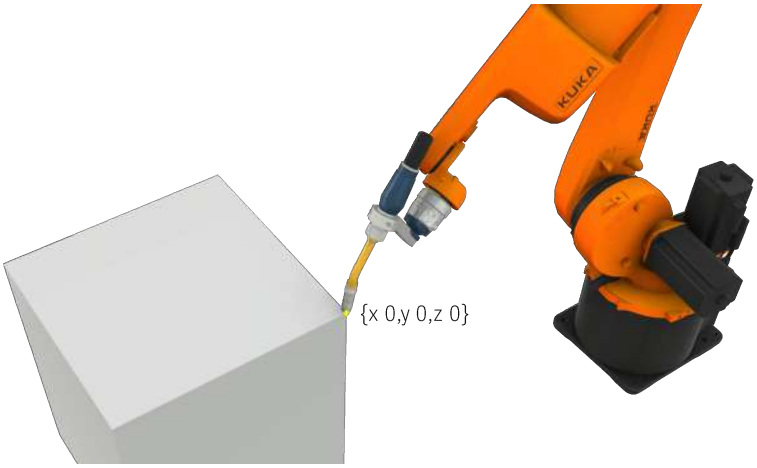



**Fig. 19-11: Primer punto en el origen**

4. **Origen Touch-Up**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

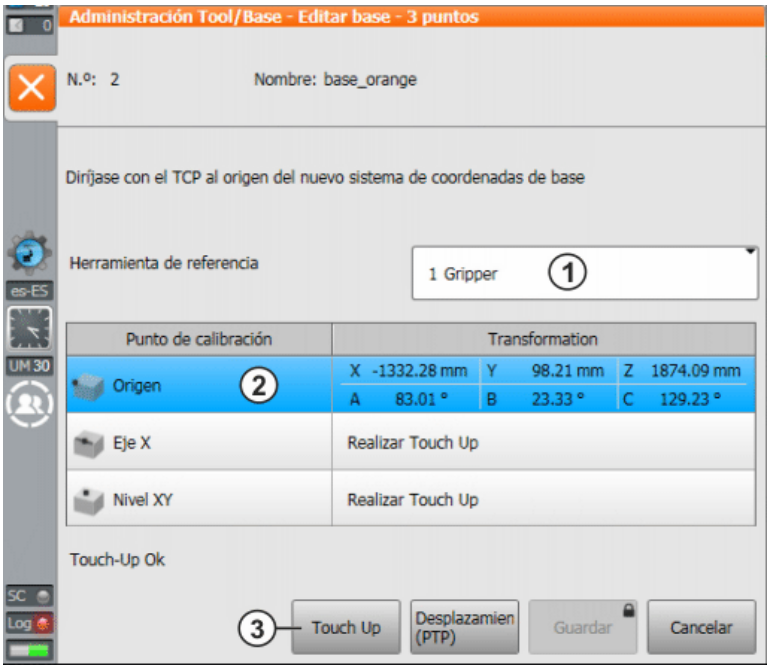



**Fig. 19-12: Origen**

- Seleccionar en el menú desplegable (1) la herramienta de referencia que se va a utilizar para la medición.
- Pulsar la línea **Origen** (2).
  La línea se marca en azul.
- Registrar la posición con el botón **Touch-Up** (3).
  Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.

5. **Desplazarse con el TCP a un punto del eje X positivo de la base.**

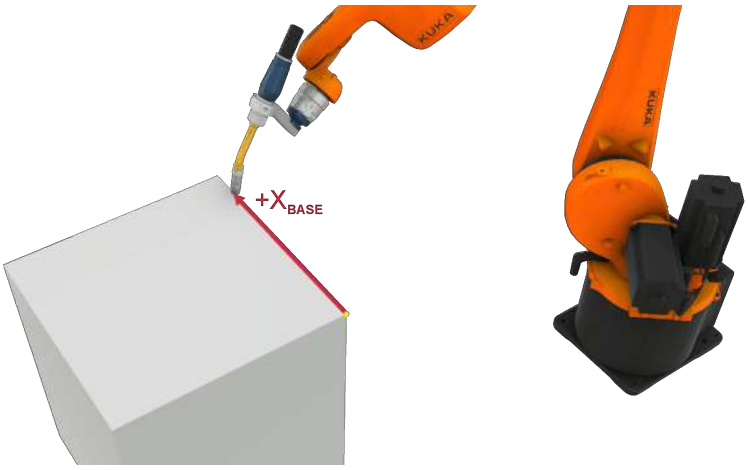



**Fig. 19-13: Segundo punto en dirección X**

6. **Eje X Touch-Up**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

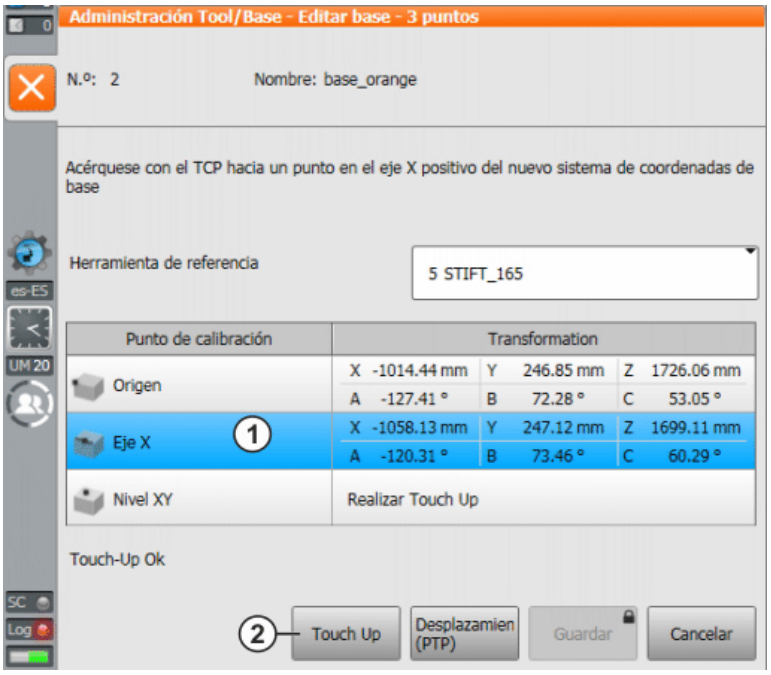



**Fig. 19-14: Eje X**

- Pulsar la línea **Eje X** (2).
  La línea se marca en azul.
- Registrar la posición con el botón **Touch-Up** (3).
  Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.

7. **Con el TCP desplazar el robot a un punto del plano XY con valor Y positivo**

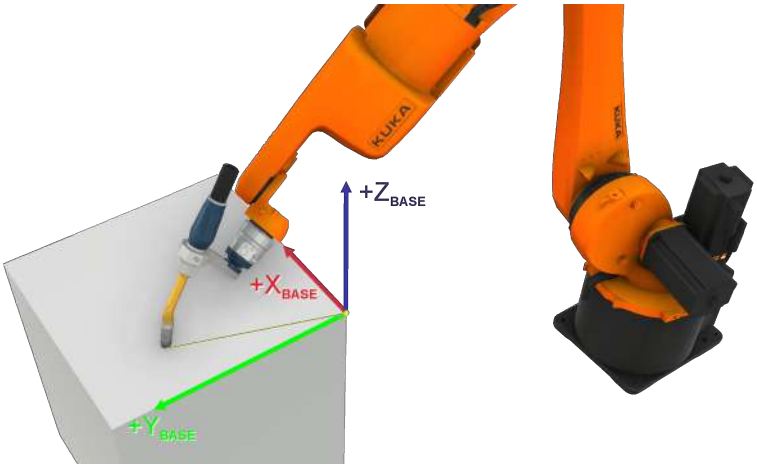



**Fig. 19-15: Tercer punto en el plano XY**

8. **Plano XY Touch-Up**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

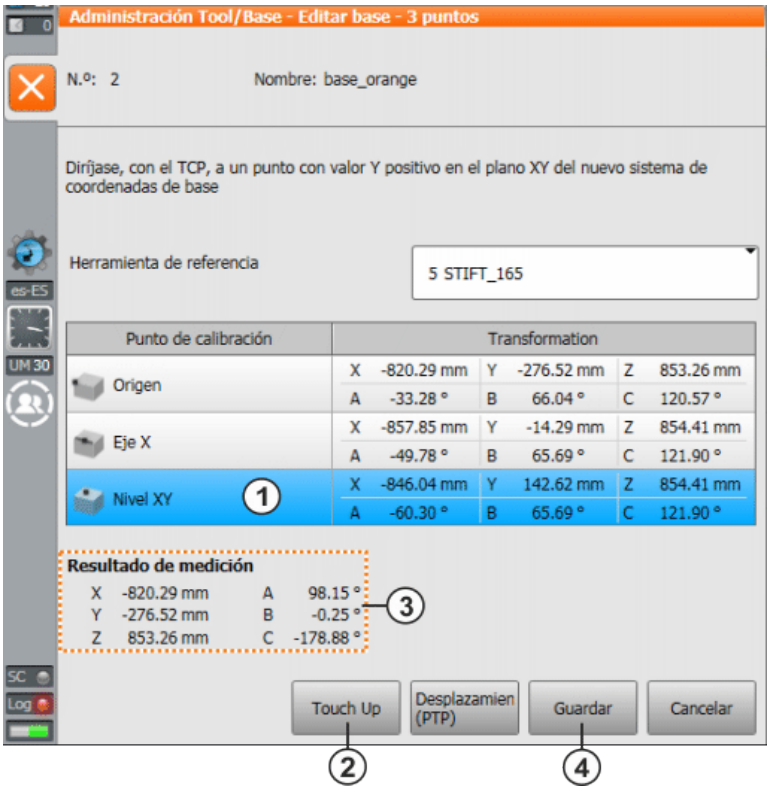



**Fig. 19-16: Plano XY**

- Pulsar la línea **plano XY** (2).
  La línea se marca en azul.
- Registrar la posición con el botón **Touch-Up** (2).
  Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.
- La medición de la base se concluye al registrar el último punto. Los valores de offset se muestran en el campo **Resultado de la medición** (3) y muestran la distancia y el giro al sistema de coordenadas universal.
- Guardar los valores de offset con el botón de igual nombre **Guardar** (4).

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Puesta en servicio y reanudación del servicio > Medición |
| | > Introducción de la medición BASE |
| | > Medir BASE o indicarla de forma numérica (base/herramienta fija) |

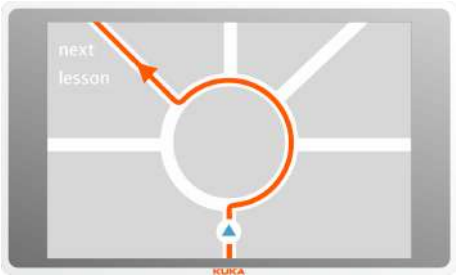


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 20 Desplazamiento manual del robot en el sistema de coordenadas BASE

## 20.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Puede mover la herramienta medida en el sistema de coordenadas "BASE".

## 20.2 Robot en el sistema de coordenadas Base

**Movimiento en el sistema de coordenadas de base**

La herramienta del robot puede moverse de acuerdo con las direcciones del sistema de coordenadas de base. Los sistemas de coordenadas base pueden estar medidos individualmente y a menudo están orientados a lo largo de los cantos de la pieza, los alojamientos de piezas o los palets. Por ello, los procesos manuales son muy cómodos. **Todos** los ejes del robot necesarios se mueven. El mismo sistema decide los ejes que deben moverse dependiendo del movimiento. Hay 32 sistemas de coordenadas de base disponibles en la configuración estándar.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

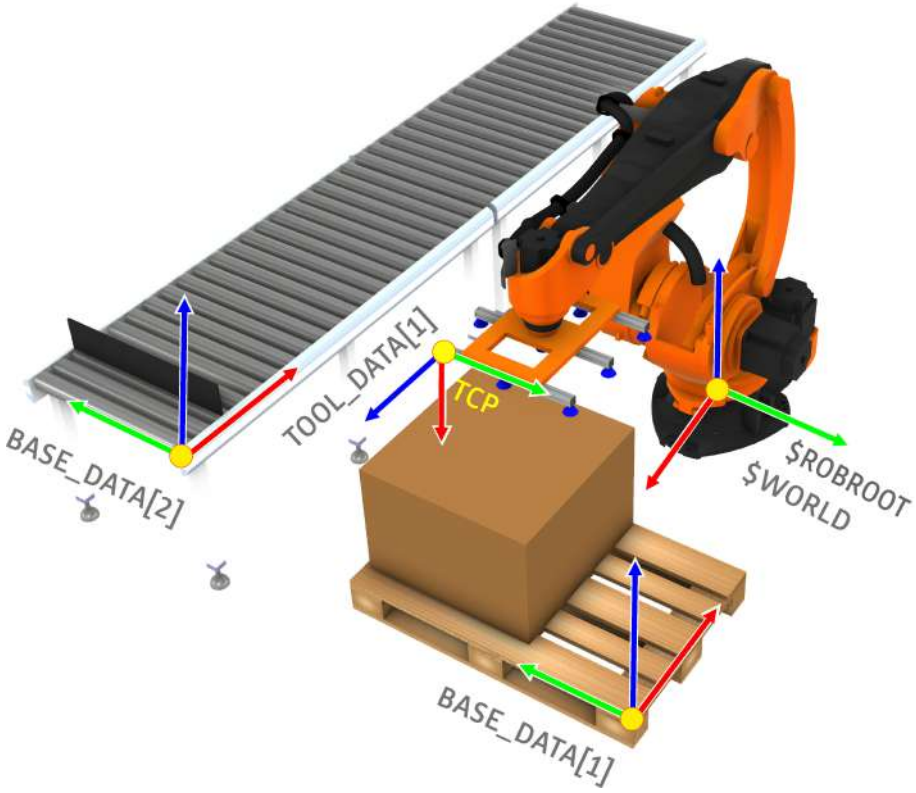



**Fig. 20-1: Desplazamiento manual en el sistema de coordenadas base**

**Ventajas**

- El movimiento del robot siempre es predecible mientras se conozca el sistema de coordenadas de base.
- En este caso, el ratón 6D también permite un manejo intuitivo. Como requisito es necesario que el operador esté colocado correctamente con respecto al sistema de coordenadas de base. Para ello, seleccionar el eje X como eje de referencia en caso necesario.
- Permite el desplazamiento paralelo, p. ej., hacia una pieza o hacia el borde de un palé.

  Además, hay que evitar las posiciones singulares.

Si además se ajusta el sistema de coordenadas de herramienta correcto, en el sistema de coordenadas de base se puede reorientar con relación al Tool Center Point.

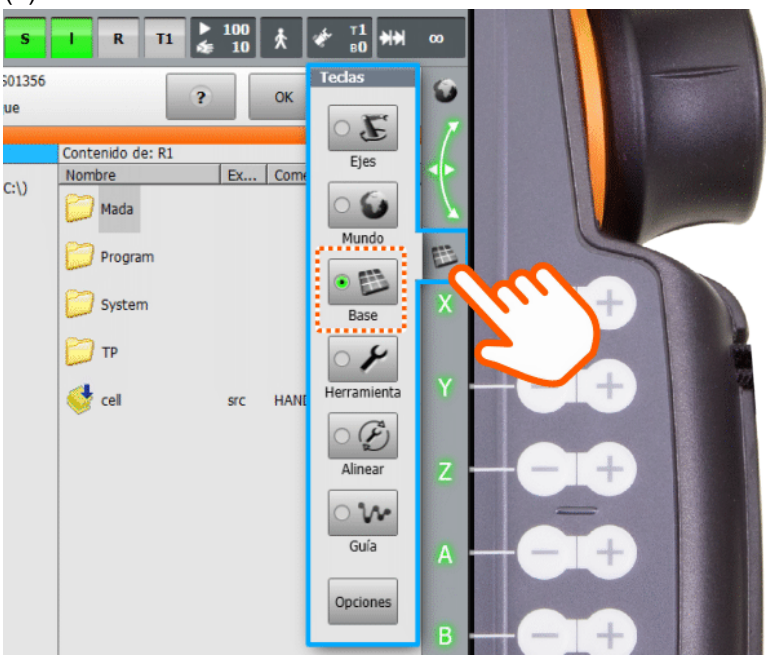


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 20.3 Mover el robot en el sistema de coordenadas Base

**Procedimiento**

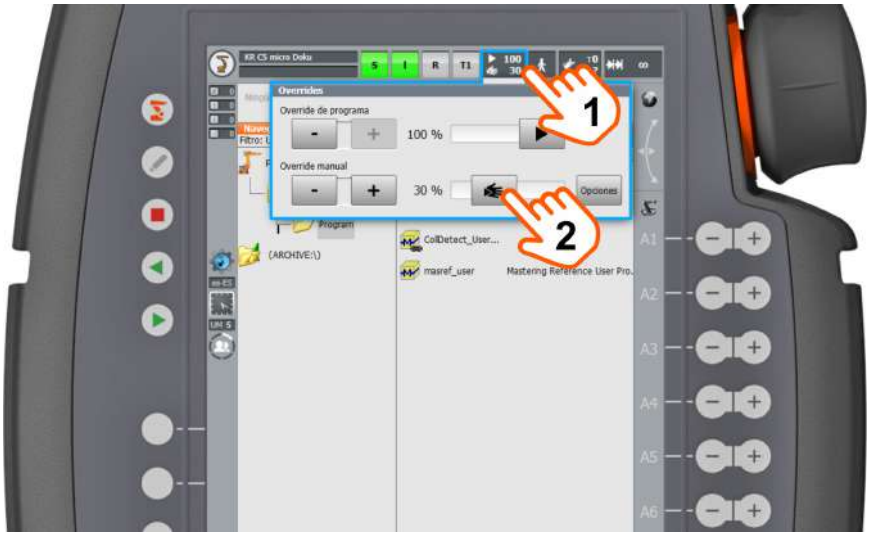
1. Como alternativa a las teclas de desplazamiento, seleccionar **Base** (1).




2. Seleccionar la herramienta y la base (1)




3. Ajustar el override manual (1)






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

4. Accionar y mantener accionado uno de los cuatro pulsadores de validación en la posición central.




5. Desplazar en la dirección deseada con las teclas de desplazamiento




6. Otra alternativa consiste en desplazar con el Space Mouse.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

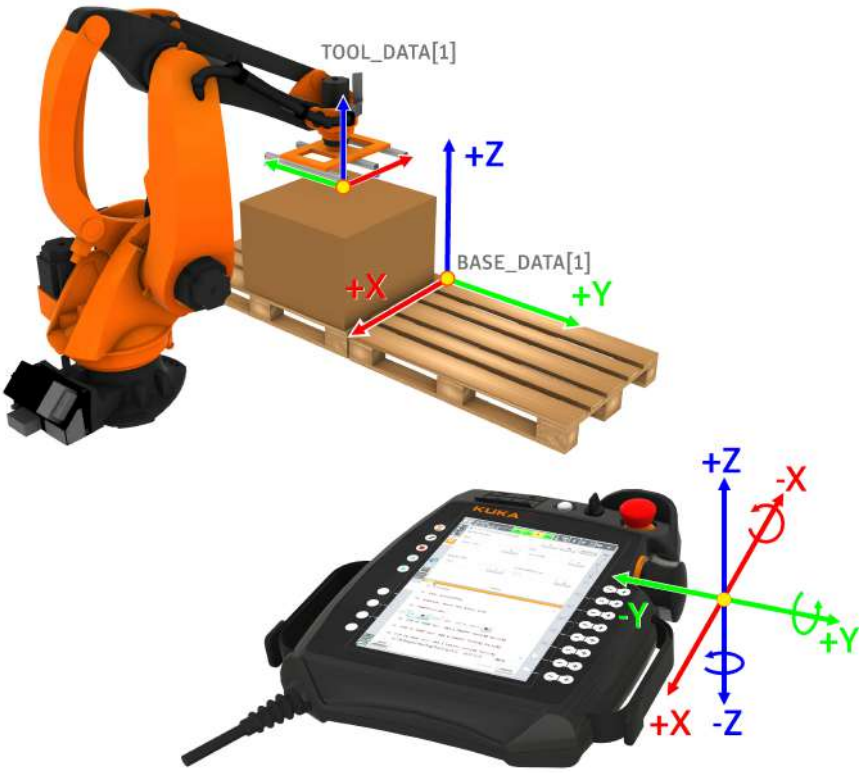



**Fig. 20-2: Desplazamiento del ratón, base**

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Desplazar manualmente el robot |



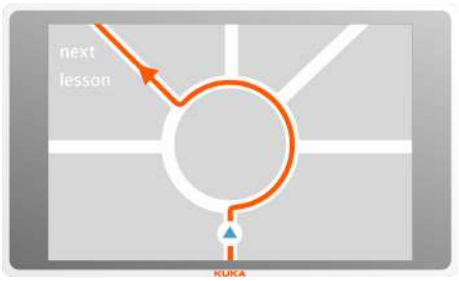
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 21 Alinear la herramienta del robot mediante el sistema de coordenadas TOOL y BASE

## 21.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Ejecutará una herramienta mediante el sistema de coordenadas "TOOL" y "BASE".
- Para ello utilizará el tipo de desplazamiento "Alinear".

## 21.2 Conocer el desplazamiento manual con alineación

**Descripción**

La alineación permite un posicionamiento más fácil y rápido del robot.

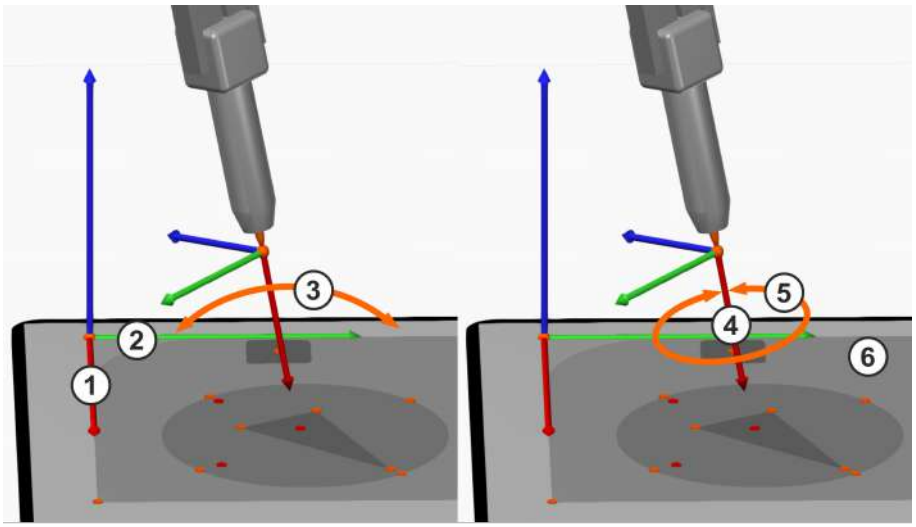



**Fig. 21-1: Desplazar el robot: Alinear**

Eje X (rojo)
Eje Y (verde)
Eje Z (azul)

1,2 Procedimiento en el plano de la base activo, que es perpendicular a la alineación. En el ejemplo X (1) o Y.

3 Alineación perpendicular a la base activa.

4 Desplazamiento en la dirección de avance (+X) de la herramienta activa.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

5 Giro alrededor de la dirección de avance de la herramienta activa.

6 Giro (movimiento cónico) para alinear respecto a la base.

El procedimiento se refiere a la Tool y la Base activa.

## 21.3 Movimiento del robot mediante el tipo de desplazamiento "Alinear"

### Procedimiento

El uso del tipo de desplazamiento alineado solo es posible en el modo de servicio T1.

1. En la ventana **Opciones de procesos manuales** , dentro de la pestaña **Teclas**, seleccionar la opción **Alinear** (1).

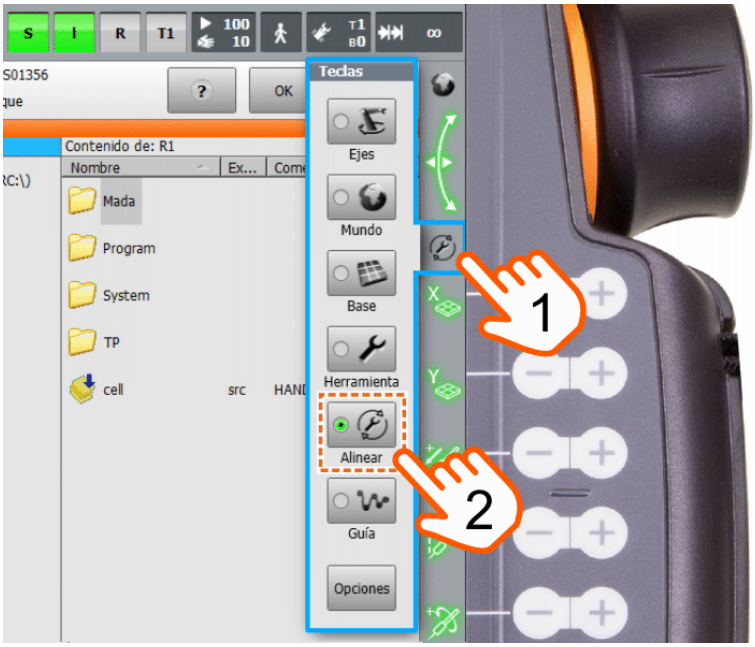



**Fig. 21-2: Tipo de desplazamiento alineado**

2. Ajustar el override manual.

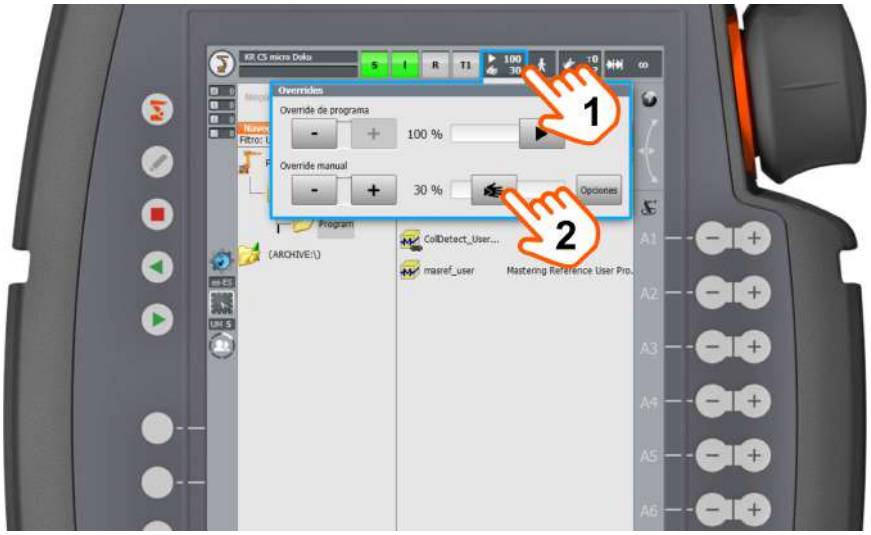



**Fig. 21-3: Ajustar el override manual con la barra de estado**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

3. Pulsar y mantener uno de los pulsadores de validación.




**Fig. 21-4: Pulsador de validación**

4. Ahora con las teclas de desplazamiento se puede hacer lo siguiente:

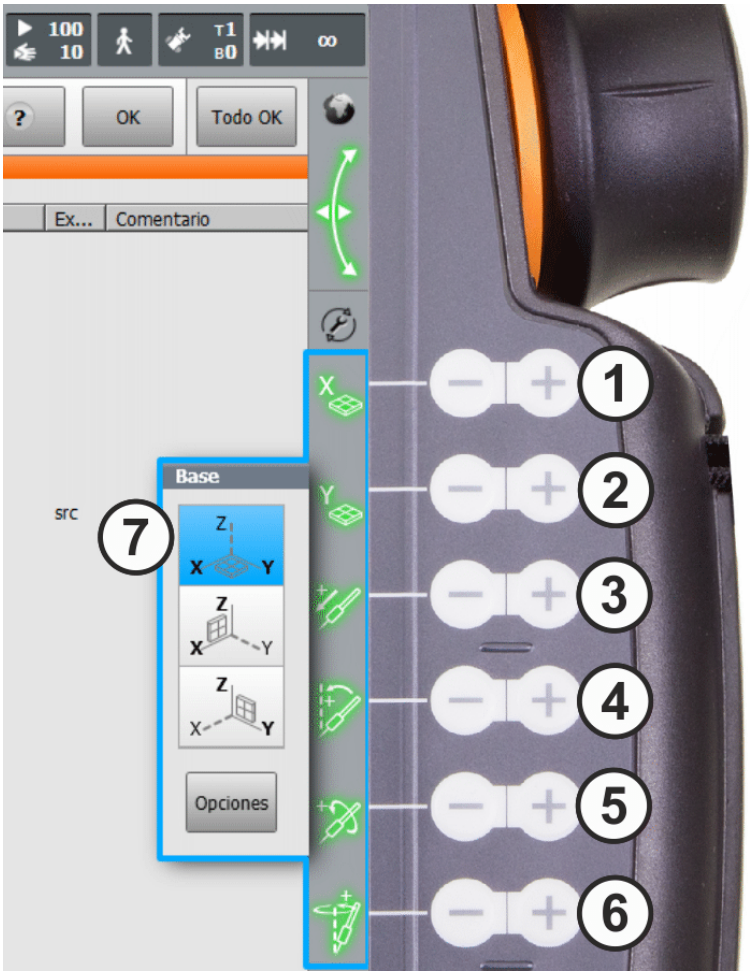



**Fig. 21-5: Desplazamiento manual alinear**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Con las teclas de desplazamiento (1) es posible desplazarse en la dirección indicada (por ejemplo, X) en la base actual.
- Con las teclas de desplazamiento (2) es posible desplazarse en la dirección indicada (por ejemplo, Y) en la base actual.
- Con las teclas de desplazamiento (3) es posible desplazarse en la dirección de avance de la herramienta actual.
- Con las teclas de desplazamiento (4) la herramienta actual se puede alinear perpendicularmente al plano base seleccionado.
- Con las teclas de desplazamiento (5) se puede girar la herramienta actual en el ángulo C.
- Con las teclas de desplazamiento (6) se puede ejecutar un movimiento cónico de la herramienta actual en relación con el plano base seleccionado.
- Con la configuración básica (7) se pueden definir las direcciones del desplazamiento manual en la base (1), (2) y el plano de alineación de la herramienta (4).

5. Configuración alinear

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Desplazar manualmente el robot |

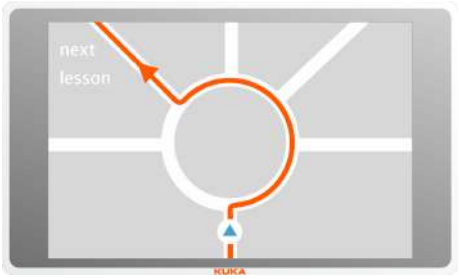


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 22 Ejecutar los programas del robot

## 22.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá el navegador KUKA del smartPAD.
- Abrirá o seleccionará programas para procesar o realizar pruebas.
- Conocerá los diferentes tipos de ejecución al ejecutar un programa.
- Sabrá por qué es necesario un desplazamiento de inicialización (desplazamiento COI) para el inicio de un módulo de programa.

## 22.2 Descripción de la situación

**Situación**




**Fig. 22-1: Visualizar programas en el smartPAD**

- En la producción se ha configurado una nueva instalación. Aún no conoce los programas. Debe revisar la instalación en el primer paso.
- Después de revisar todas las funciones de seguridad (módulo de seguridad), obtenga una visión general de los módulos de programa existentes y pruébelos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Pregunta**



**Fig. 22-2**

**¿Conoce ejemplos de la producción en los que el robot recoge un componente para el procesamiento posterior?**

**Fig. 22-3: Campo de respuesta**

## 22.3 Seleccionar programas de robot

Para poder ejecutar un programa de robot, debe seleccionarse. Los programas del robot se encuentran disponibles en el navegador de la interfaz de usuario.







Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 22.3.1 Seleccionar programas de robot

### Conocer el navegador smartPAD

Los programas de desplazamiento se crean en carpetas. El programa Cell (programa de administración para el control del robot desde un PLC) está siempre en la carpeta "R1".

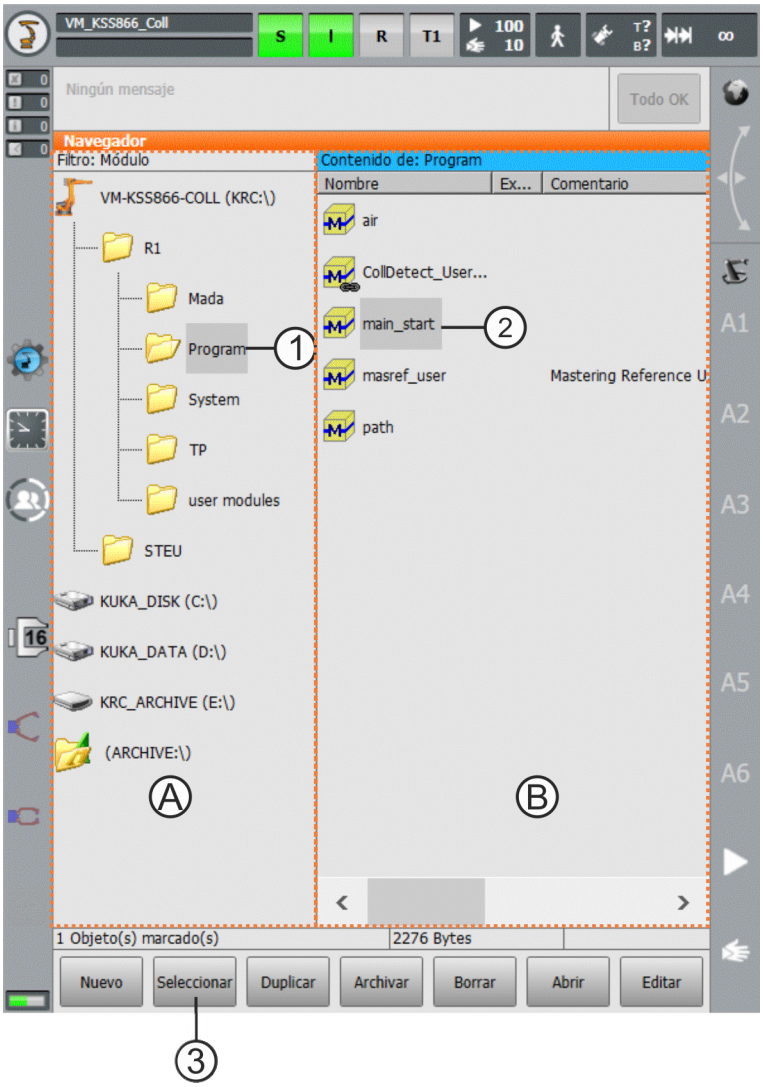



**Fig. 22-4: Navigator (Navegador)**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 22.4 ¿Qué aspecto tiene un programa de robot?

### Descripción




**Fig. 22-5: Programa seleccionado**

| Línea | Descripción |
|---|---|
| 1 y 19 | **Visible únicamente para el grupo de usuario Experto:**<br>• "DEF *nombre del programa ()*" aparece siempre en el inicio del programa<br>• "END" describe el final de un programa |
| 2 | • La línea "INI" contiene la activación de los parámetros estándar necesarios para la correcta ejecución del programa.<br>• La línea "INI" se debe ejecutar siempre en primer lugar. |
| 4 a 17 | • Texto propio del programa con instrucciones de movimiento, instrucciones de espera/lógicas, etc.<br>• La instrucción de desplazamiento "SPTP Home" se utiliza frecuentemente al iniciar y al finalizar un programa, ya que es una posición clara y conocida. |

## 22.5 Conocer las teclas de ejecución del programa "Inicio hacia delante" e "Inicio hacia atrás"

### Descripción

Para iniciar un programa se dispone de las teclas de Inicio hacia delante y también Inicio hacia atrás.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 22-6: Dirección de avance del programa: Adelante/atrás**

Solo es posible ejecutar un programa hacia atrás con la tecla , si se ha ejecutado la línea INI de un programa y el robot se ha desplazado inmediatamente antes hacia delante por la trayectoria que debe recorrerse hacia atrás.

Sin embargo, si se desplaza manualmente el robot, p. ej., tras una parada del programa, el desplazamiento hacia atrás ya no es posible.

A partir de las versiones de software KSS 8.5 y superiores está disponible el "tipo de desplazamiento manual" separado Guía. En este caso, el desplazamiento se realiza por la trayectoria de manera óptica/física, pero se ha abandonado la trayectoria programada.

A partir de las versiones de software KSS 8.5 y superiores está disponible el "tipo de desplazamiento manual" separado Guía.

## 22.6 Conocer los modos de flujo de programa

### Descripción

Para ejecutar en un programa existen varios **modos de flujo de programa** para el desarrollo del movimiento controlado por programa del robot.




**Fig. 22-7: Tipos de flujo de programa, smartPAD**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | |
|---|---|
|  | **GO**<br>• El programa se ejecuta de forma continuada hasta finalizar.<br>• En el modo de prueba se debe mantener pulsada la tecla de arranque. |
|  | **Movimiento**<br>• Cada instrucción de movimiento se ejecuta de forma individual.<br>• Después de finalizar un movimiento se debe pulsar otra vez "Inicio" respectivamente. |
|  | **Paso a paso** \| Disponible únicamente en el grupo de usuario "Experto"<br>• Se ejecuta línea a línea (independientemente del contenido de la línea).<br>• Después de cada línea se debe volver a accionar la tecla de arranque. |

## 22.7 Iniciar el programa

**Procedimiento**

1. Seleccionar el programa que debe iniciarse.




   – Marcar el programa deseado (1).
   – Seleccionar el programa mediante el botón (2) del mismo nombre.

2. Ajustar la velocidad del programa (override del programa, POV).






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Pulsar la línea indicación POV/HOV (1).
- Ajustar la velocidad POV deseada mediante el regulador deslizante (2) o las teclas +/-.

3. Accionar uno de los tastos de validación.




**Fig. 22-8: Pulsador de validación**

4. Mantener pulsada la tecla de inicio (+):




**Fig. 22-9: Dirección de avance del programa: Adelante/atrás**

- Se recorre la línea "INI" y se inicializan los sistemas de coordenadas y los paquetes tecnológicos necesarios para el módulo.
- El robot ejecuta el desplazamiento COI.

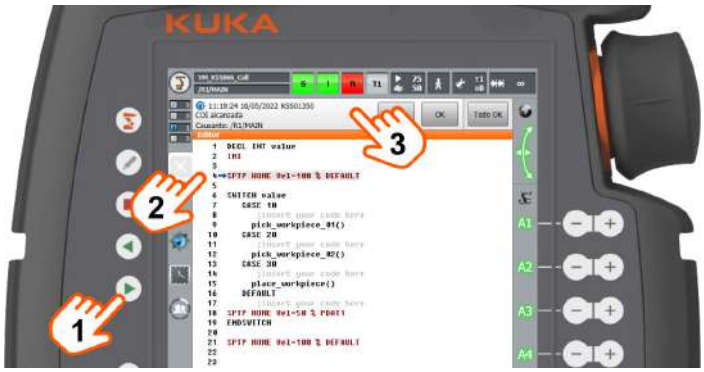
**ADVERTENCIA**

Cuando el paso de movimiento seleccionado contiene el comando de desplazamiento PTP, se produce un desplazamiento COI a modo de movimiento PTP desde la posición real hasta la posición de destino. Si el paso de movimiento seleccionado contiene LIN o CIRC, el desplazamiento COI se ejecuta como movimiento LIN. Es necesario observar el movimiento para evitar colisiones. En el desplazamiento COI la velocidad se reduce automáticamente.

5. Realizar el desplazamiento de inicialización.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




- Como alternativa a las teclas de avance y arranque en la parte trasera, se puede utilizar la tecla en la parte delantera (1) para realizar el desplazamiento de inicialización.
- Una vez alcanzada la posición de destino (2) se detiene el movimiento
- Aparece el mensaje de observación "*COI alcanzado*" (3).

6. La secuencia continúa en el modo de servicio **T1** o **T2**.




- Reanudar el programa pulsando la tecla de arranque (1).
- Mantener pulsada la tecla hasta alcanzar la última línea de programa (2).

7. La secuencia continúa en el modo de servicio **AUT**




- Pulsar el símbolo para los accionamientos (1). Se abre un menú contextual.
- Activarlos mediante los botones Accionamientos (2).
- A continuación, iniciar el programa con un impulso en *Inicio*.

8. La secuencia continúa en el modo de servicio **AUT EXT**

   En el programa Cell, cambiar el modo de servicio **AUT EXT**. La instrucción de desplazamiento se transmite por el PLC.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 22.8 Conocer el desplazamiento de inicialización

### Descripción

Un desplazamiento de inicialización es necesario para hacer coincidir la posición actual del robot con las coordenadas del punto actual del programa de robot.

Hasta que la posición actual de robot no coincida con una posición programada, no se puede realizar el cálculo de trayectoria. En primer lugar siempre se debe llevar el TCP a la trayectoria.

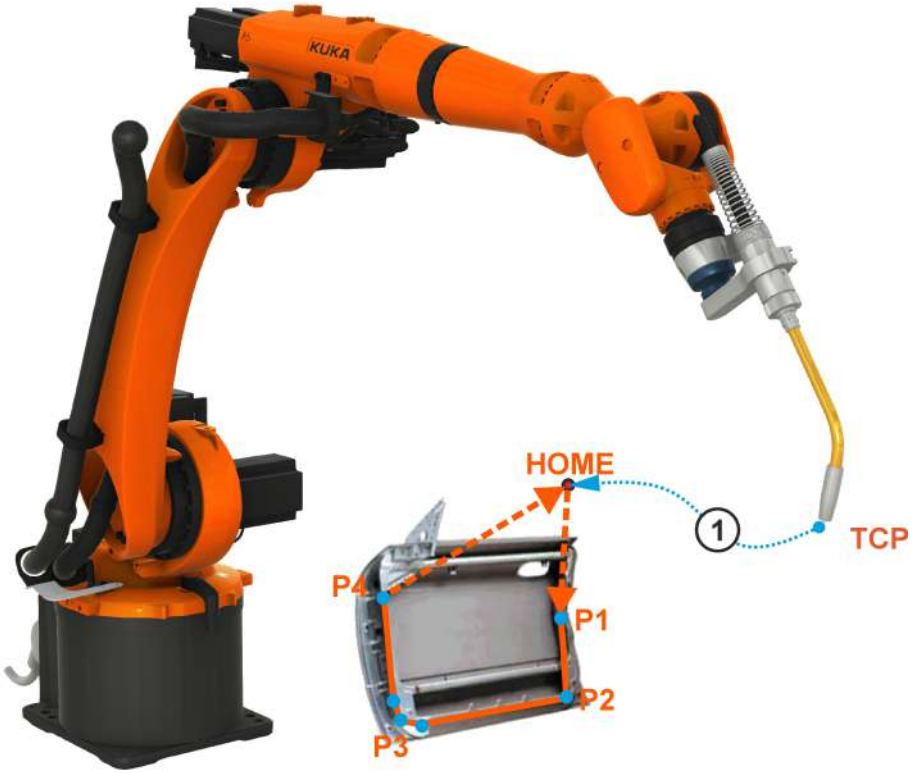



**Fig. 22-10: Ejemplo de un desplazamiento COI en selección de programa**

COI significa **Coincidencia de pasos**.Missing inline element 'emphasis'. La coincidencia significa "correspondencia" y "simultaneidad de sucesos temporales/espaciales".

**AVISO**

El robot se desplaza directamente (trayectoria más rápida) desde la posición actual a la posición inicial/posición HOME. Peligro de colisión



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 22.8.1 ¿Cuándo se realiza un desplazamiento COI?

**Desplazamiento COI**



**Fig. 22-11: Sprinter**

El desplazamiento de inicialización de un robot KUKA recibe el nombre de desplazamiento COI.

COI significa **Coincidencia de pasos**.Missing inline element 'emphasis'. La coincidencia significa "correspondencia" y "simultaneidad de sucesos temporales/espaciales".

**El sistema efectúa un desplazamiento COI en los casos siguientes:**

- Seleccionar un programa
- Resetear programa (restablecer)
- Desplazamiento manual durante el modo de programación
- Modificación en el programa
- Selección de paso

**Ejemplos**

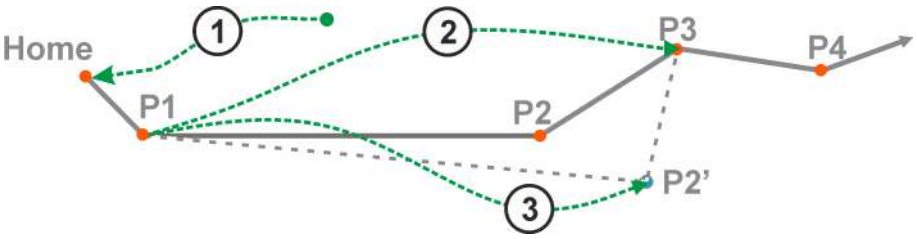



**Fig. 22-12: Ejemplos de motivos para un desplazamiento COI**

1 Desplazamiento COI hasta la posición HOME tras preseleccionar o resetear un programa

*Imagen de ejemplo: el robot se encuentra fuera de la posición inicial » inicio del programa*

2 Desplazamiento COI tras la selección de paso.

*Imagen de ejemplo: el robot se encuentra en P1 » selección de paso en P3 » inicio del programa*

3 Desplazamiento COI tras modificar un comando de movimiento

*Imagen de ejemplo: El robot se encuentra en P1 » Modificación de la posición P2 a P2´ » Inicio del programa*

## 22.9 Restablecer y deseleccionar el programa

**Restablecer y deseleccionar el programa**

Si se pulsa sobre el estado del programa (1), se abre un menú contextual que permite deseleccionar o restablecer (2) un programa seleccionado.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 22-13: Resetear, deseleccionar el programa**

Como alternativa, el programa también se puede deseleccionar o restablecer (2) mediante el botón "Procesar" (1).




**Fig. 22-14: Resetear, deseleccionar un programa**

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Gestión del proyecto y del programa > Seleccionar o abrir el programa |



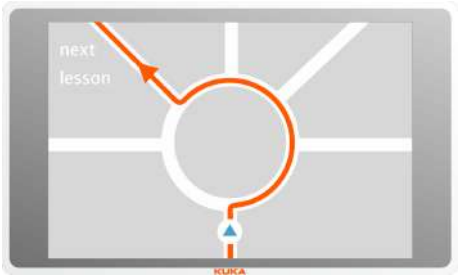
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 23 Uso de archivos de programas

## 23.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Organizará programas en el navegador de programas.
- Creará nuevos módulos de programa y los borrará, duplicará o renombrará.

## 23.2 Encontrar módulos de programa en el navegador

**Módulos de programa en el navegador**

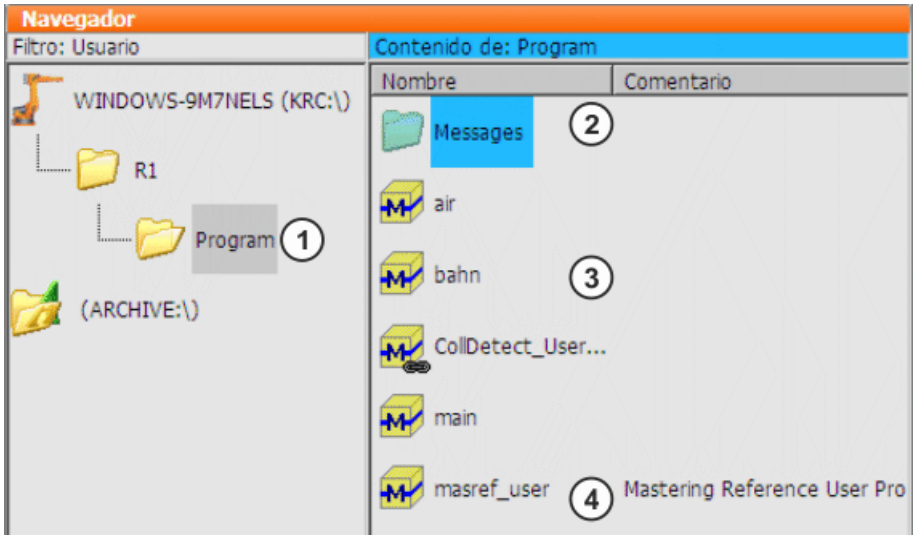



**Fig. 23-1: Módulos en el navegador**

1 Carpeta principal para programas: "Program"
2 Subcarpeta
3 Módulo de programa/módulo
4 Comentario de un módulo de programa

- Los módulos de programa deberían colocarse en la carpeta "Programas".
- También existe la posibilidad de crear nuevas carpetas en las que guardar los módulos de programa.
- Los módulos se identifican con el símbolo "M".
- Se puede incluir un comentario los módulos (p. ej., una breve descripción de la función).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 23.2.1 Propiedades de los módulos de programación

**Propiedades de los módulos de programación**

Un módulo consta siempre de dos partes:

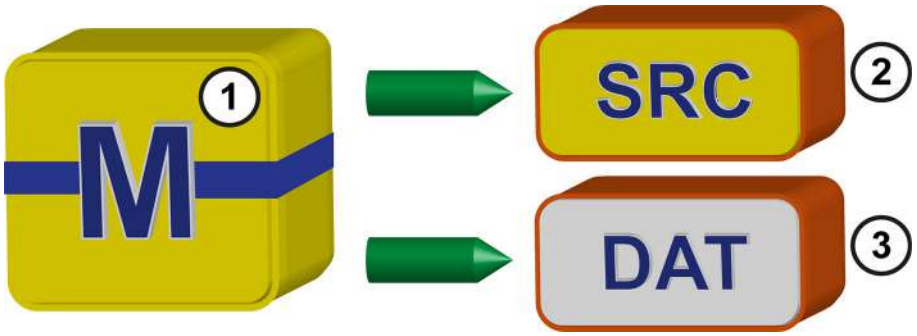



**Fig. 23-2: Módulo/secuencia o subprograma en la vista de usuario y experto**

1 Vista de módulo en el nivel del usuario
2 Fichero Source: contiene las instrucciones de programa
se visualiza en el nivel de usuario, al seleccionar el módulo
3 Fichero DAT: contiene las posiciones guardadas

Mediante la administración de derechos, los archivos *.SRC y *.DAT solo pueden editarse en el grupo de usuario Experto. Por lo general, el usuario solo puede visualizar la vista detallada en modo de lectura.

- **Código fuente:**
  El *archivo SRC* contiene el código del programa.

```
DEF MAINPROGRAM()
INI
SPTP HOME Vel= 100% DEFAULT
SPTP P1 Vel=100% PDAT1 TOOL[1] BASE[2]
SPTP P2 Vel=100% PDAT2 TOOL[1] BASE[2]
…
END
```

- **Lista de datos:**
  El *archivo DAT* contiene datos y coordenadas de puntos permanentes.

```
DEFDAT MAINPROGRAM()
DECL E6POS XP1={X 900, Y 0, Z 800, A 0, B 0, C 0, S 6,
T 27, E1 0, E2 0, E3 0, E4 0, E5 0, E6 0}
DECL FDAT FPOINT1 …
…
ENDDAT
```

## 23.3 Crear módulos de programa

**Crear módulos de programa**

1. En la estructura de directorios, marcar la carpeta (1) en que debe crearse el programa, p. ej., la carpeta **Programa**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

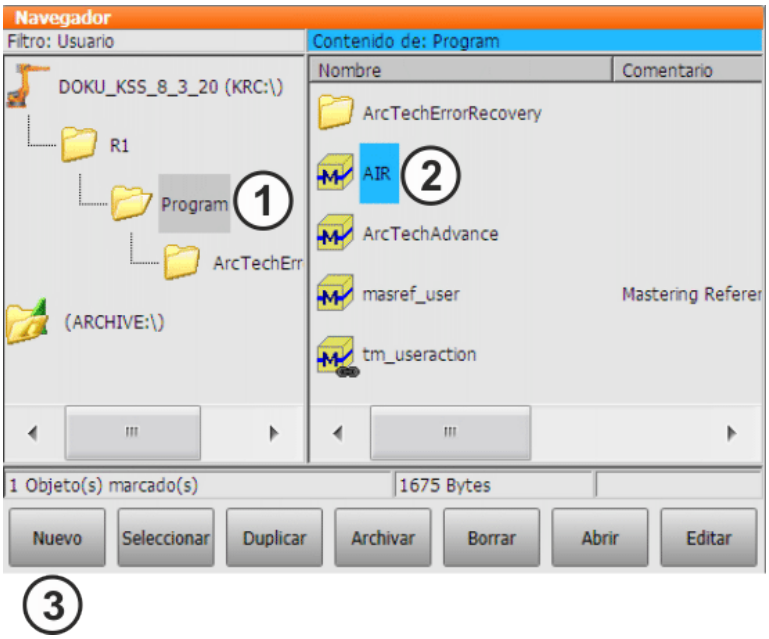



**Fig. 23-3: Crear un módulo**

Si se pretende crear un módulo dentro de la carpeta, el foco debe centrarse en la carpeta (2).

2. Se crea un módulo nuevo mediante la tecla **Nuevo** (3).
3. Asignar el nombre del programa



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

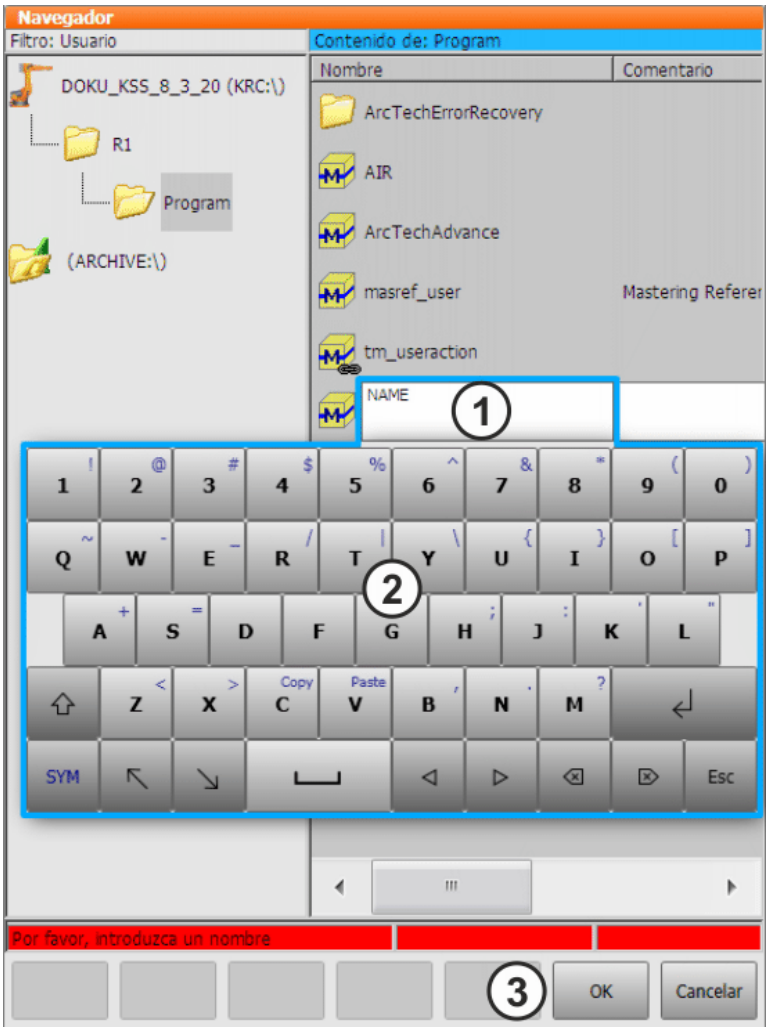



**Fig. 23-4: Nombre de programa**

El campo de entrada del nombre se activa automáticamente (1). La entrada se realiza mediante el teclado (2). Confirmar la entrada pulsando **OK** (3).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 23.4 Borrar módulos de programa

### Procedimiento

### Borrar el programa

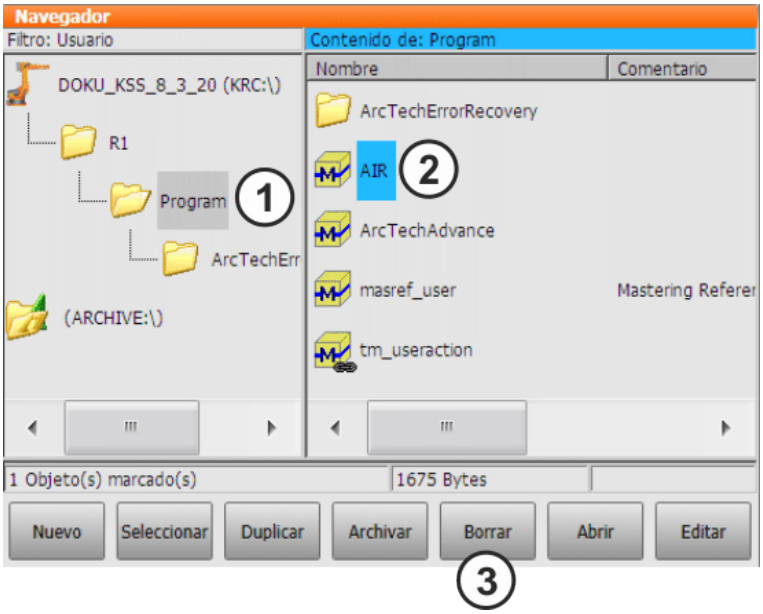



**Fig. 23-5: Borrar módulo**

1. En la estructura de directorios marcar la carpeta (1) en la que se encuentra el archivo.
2. Marcar el archivo en la lista de archivos (2).
3. Pulsar la tecla de función **Borrar** (3) >.
4. Responder **Sí** a la pregunta de seguridad. Se borra el módulo.

- En el ajuste estándar de la administración de derechos para el grupo de usuario "Experto" y el ajuste de filtro "Detalle" figuran dos archivos por módulo en el navegador (archivo SRC y DAT).
- Si éste es el caso, se deben borrar ambos archivos.
- **Los ficheros borrados no se pueden restaurar.**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 23.5 Duplicar módulos de programa

### Procedimiento

### Duplicar el programa

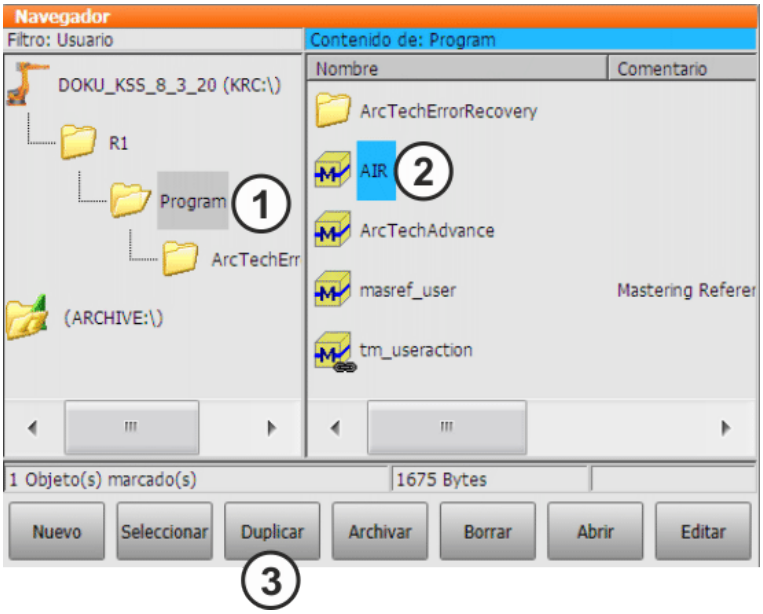



**Fig. 23-6: Duplicar el módulo**

1. En la estructura de directorios marcar la carpeta (1) en la que se encuentra el archivo.
2. Marcar el archivo en la lista de archivos (2).
3. Pulsar la tecla de función **Duplicar** (3).
4. Asignar un nuevo nombre de programa al módulo.
5. Aceptar el módulo con el botón **OK** .

- En el grupo de usuario "Experto" y el ajuste de filtro "Detalle" figuran dos archivos por módulo en el navegador (archivo SRC y DAT).
- Si éste es el caso, se deben duplicar ambos archivos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 23.6 Renombrar módulos de programa

### Procedimiento

### Cambiar el nombre de un programa

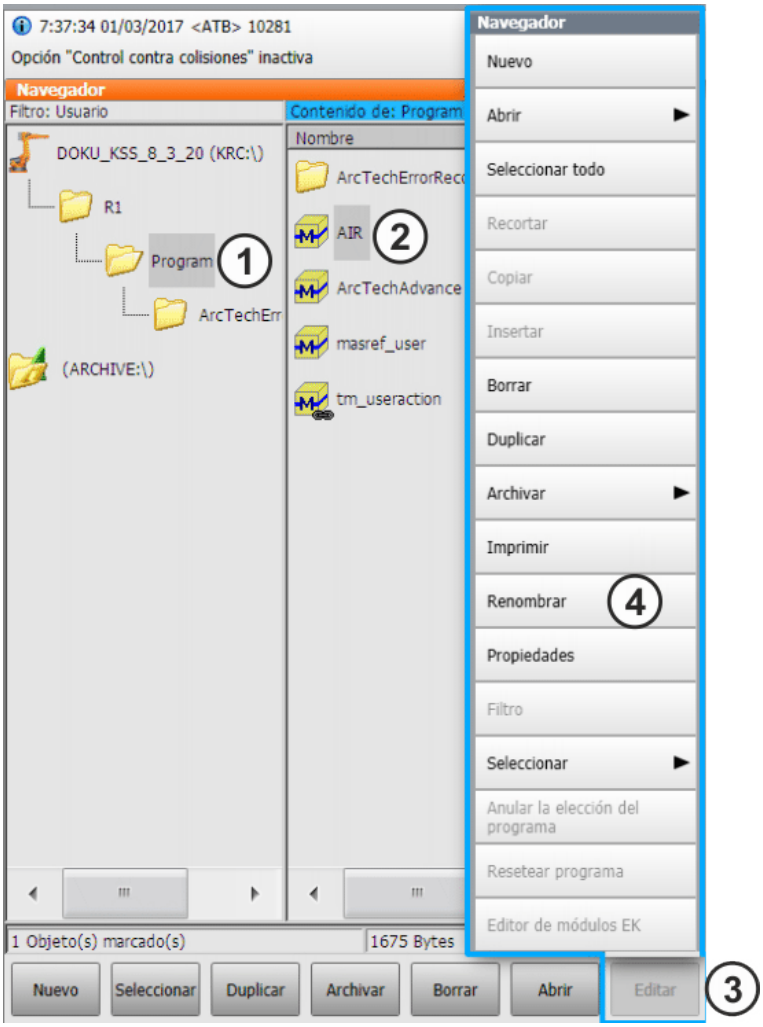



**Fig. 23-7: Renombrar módulo**

1. En la estructura de directorios, marcar la carpeta en la que se encuentra el archivo (1).
2. Marcar el archivo en la lista de archivos (2).
3. Seleccionar la tecla de función **Editar (3)** > **Renombrar (4)**.
4. Sobrescribir el nombre del archivo con el nombre nuevo y confirmar con **OK**.

- En el grupo de usuario "Experto" y el ajuste de filtro "Detalle" figuran dos archivos por módulo en el navegador (archivo SRC y DAT).
- ¡Si éste es el caso, se deben renombrar ambos archivos!



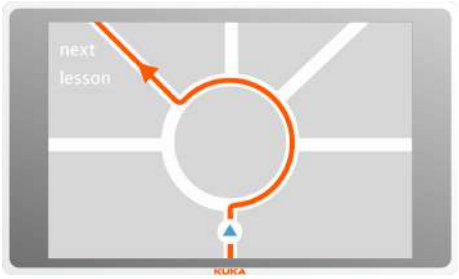
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 24 Guardar y restaurar archivos del robot

## 24.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Sabrá qué datos se pueden guardar en un archivo de robot.
- Restablecerá los datos desde un archivo de robot existente.

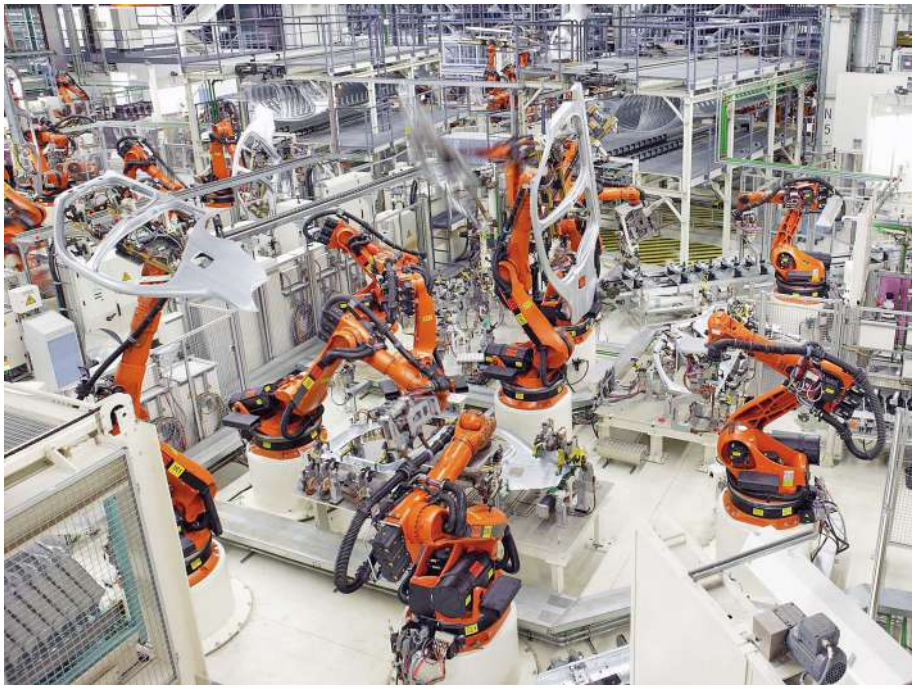
## 24.2 Descripción de la situación

**Situación**

Recibe el encargo de optimizar una aplicación de robot.

**¿Qué cree que se debe hacer haga antes de comenzar el trabajo?**

Exacto, el estado del sistema actual debe guardarse.



## 24.3 Conocer archivos de robot

**¿Qué son los archivos del robot?**

Las aplicaciones específicas del cliente o los datos del sistema pueden guardarse cómodamente en cualquier momento. Con la función de archivado se guardan estos datos en un archivo ZIP. El nombre del archivo ZIP corresponde al del robot.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

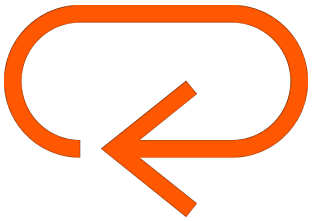


Fig. 24-1

## 24.4 Memoria USB para archivos




Fig. 24-2: Clave USB KUKA

**Se dispone de tres lugares de almacenamiento USB distintos:**

- **USB (KCP)**
  - Memoria USB en el KCP (smartPAD)
- **USB (armario)**
  - Clave USB en el armario de control del robot
- **Red**
  - Los datos se guardan en una ruta de red
  - La ruta de red deseada se debe configurar en **Datos de robot**.

**AVISO**

**Pérdida de datos por memorias USB de fabricantes terceros**
Si durante trabajos en la unidad de control del robot se utilizan memorias USB de otros fabricantes que KUKA, esto puede provocar pérdidas de datos.

- Para trabajos en la unidad de control del robot que necesitan una memoria USB, utilizar una memoria USB de KUKA.
  Las memorias USB de KUKA son validadas para aplicaciones en la unidad de control del robot.

## 24.5 Creación de un archivo del robot

### Archivar datos

1. Insertar la memoria USB en la interfaz USB seleccionada.




Fig. 24-3: Clave USB KUKA

2. **Ruta de menú:** *Botón del robot* > *Archivo* > *Archivar* > *USB (armario)* > *Opción secundaria deseada*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 24-4: Archivar, ruta de menú**

3. Seleccionar el tipo de contenidos del archivo.

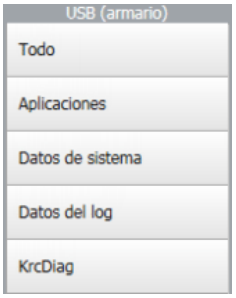



**Fig. 24-5: Selección**

4. Responder **Sí** a la pregunta de seguridad.
   La ventana de mensajes muestra un mensaje cuando se ha finalizado con el archivado.
5. Se puede extraer la memoria USB cuando su LED se apague.

Se debe dar preferencia al archivado mediante la variante USB (armario). Aquí, KCP-*KUKA PC* puede escribirse directamente en la memoria USB mediante el puerto de la placa base. Si, por el contrario, se utiliza la interfaz del smartPAD, los datos deben transferirse del KPC al smartPAD a través del sistema de bus de campo EtherCAT. Este desvío lleva mucho más tiempo.

**Para el proceso de almacenamiento se pueden seleccionar los datos siguientes:**

- **Todo:**
  Se archivan los datos necesarios para poder restablecer un sistema existente.
- **Aplicaciones:**
  Se archivan todos los módulos KRL (programas) definidos por el usuario y los archivos correspondientes del sistema.
- **Datos de sistema:**
  Se archivan los datos de la máquina.
- **Datos del log:**
  Se archivan los ficheros LOG.
- **KRCDiag:**
  Se archivan los datos para entregarlos a la línea de atención al cliente de KUKA para que los analicen en busca de errores. Se genera un archivo ZIP que puede enviarse cómodamente por correo electrónico. Este se encuentra también en C:\KUKA\KRCDiag.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Proceso de archivado

Durante el proceso de archivado, además del archivo ZIP que se genera en el soporte de almacenamiento, en la unidad D:\ se crea paralelamente otro archivo (BackupAll.ZIP).

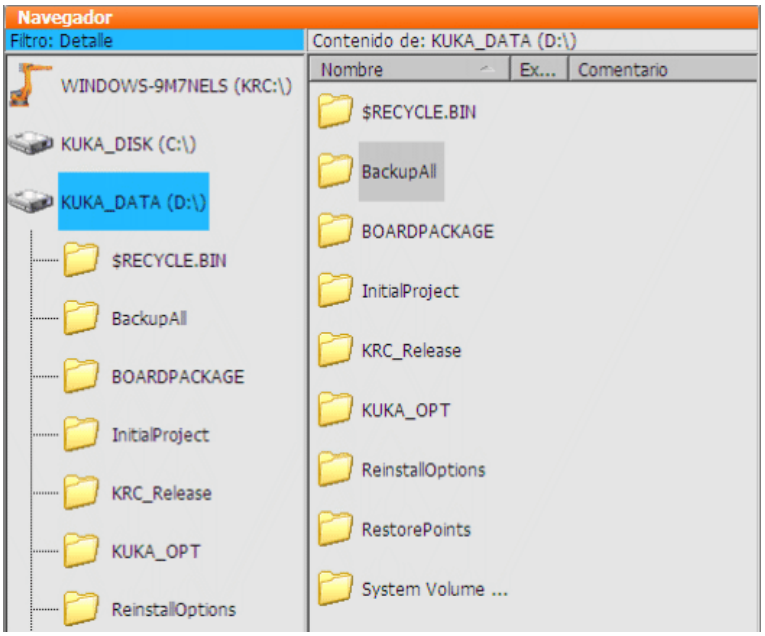



**Fig. 24-6: Archivo**

**AVISO**

**Pérdida de datos por memorias USB de fabricantes terceros**
Si durante trabajos en la unidad de control del robot se utilizan memorias USB de otros fabricantes que KUKA, esto puede provocar pérdidas de datos.

- Para trabajos en la unidad de control del robot que necesitan una memoria USB, utilizar una memoria USB de KUKA.

  Las memorias USB de KUKA son validadas para aplicaciones en la unidad de control del robot.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 24.6 Restaurar los datos del robot

### Restaurar datos

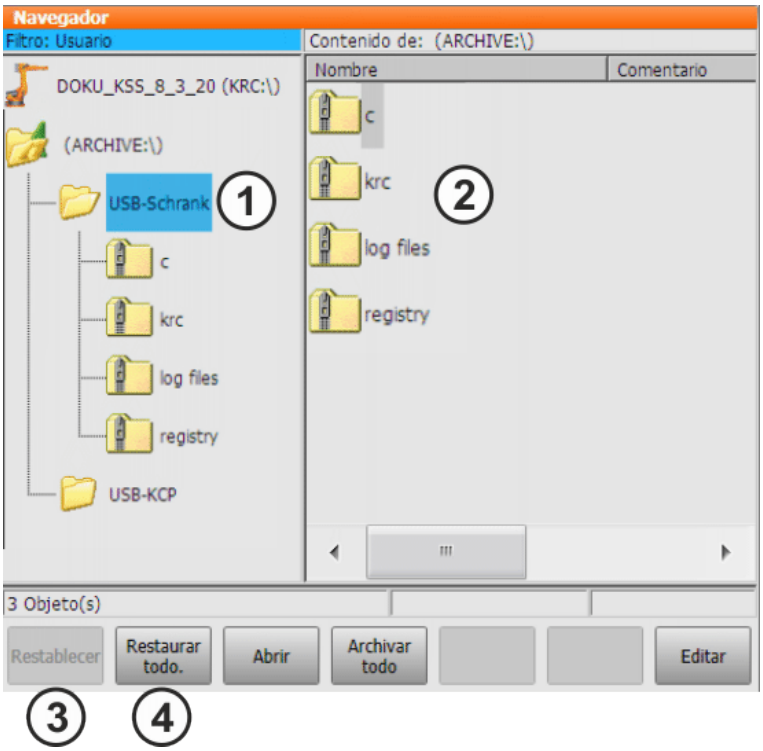



**Fig. 24-7: Restaurar archivo**

1. Insertar la memoria USB con el fusible en la unidad de control.




**Fig. 24-8: Clave USB KUKA**

   Como alternativa también se utiliza una ruta de archivo de red.
2. En el smartPAD, abrir el archivo a restaurar (1) en el navegador.
3. Opcionalmente, también pueden marcarse elementos individuales (2) del archivo.
4. Las diferentes selecciones se restauran usando el botón **Restaurar** (3).

   Se pueden seleccionar las siguientes opciones de menú:

   - **Todo**
   - **Aplicaciones**
   - **Datos de sistema**
5. Responder **Sí** a la pregunta de seguridad.

   Los ficheros archivados se restauran en la unidad de control del robot.
6. En caso de que deba restaurarse todo el contenido, se utiliza el botón **Restaurar todo** (4).
7. en cuanto se apague el LED del dispositivo USB, este podrá retirarse. De lo contrario, el dispositivo puede sufrir daños.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**ADVERTENCIA**

Por regla general sólo se pueden cargar archivos con la versión de software compatible. Si se cargan otros archivos, pueden producirse las siguientes situaciones:

- Mensajes de error
- La unidad de control del robot no puede operar.
- Daños personales y materiales

En los siguientes casos el sistema emite un mensaje de error:

- Si los datos archivados están guardados en otra versión diferente a la que se encuentra en el sistema.
- Si la versión de los paquetes de tecnología no coincide con la versión instalada.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Gestión del proyecto y de programas > Archivar y restaurar datos |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Administración de programas y proyectos |

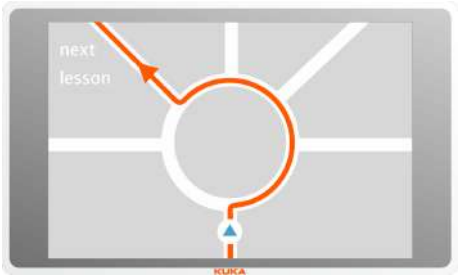


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 25 Conocer movimientos programados

## 25.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**

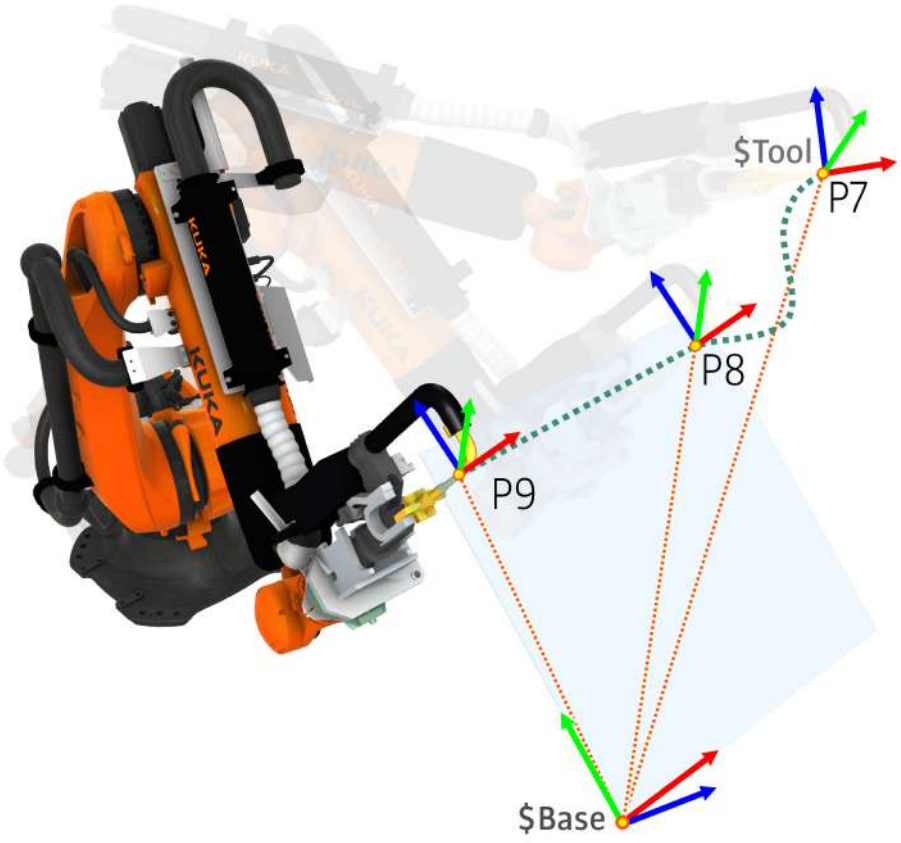



- Aprenderá qué información es necesaria para la aproximación de una coordenada de espacio.
- Obtendrá una primera visión general de los posibles movimientos del robot y de su programación en el formulario inline.

## 25.2 ¿Qué informaciones se necesitan para crear nuevos instrucciones de movimiento?

**Programación de un movimiento de robot**

Cuando se deben programar los movimientos del robot, surgen numerosas preguntas:






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pregunta | Solución | Palabra clave |
|---|---|---|
| ¿Cómo detecta el robot sus posiciones? | Se memoriza la correspondiente posición de la herramienta en el espacio (posición del robot según el sistema Tool y Base ajustado). | POS<br>E6POS |
| ¿Cómo sabe el robot de qué manera debe moverse? | Por la indicación del modo de movimiento: punto a punto, lineal o circular. | SPTP<br>SLIN<br>SCIRC |
| ¿Con qué rapidez se mueve el robot? | La velocidad entre dos puntos y la aceleración se indican en la programación. | Vel.<br>Acc. |
| ¿El robot se debe parar en cada punto? | Para ahorrar tiempo de ciclo, también se pueden aproximar puntos. En este caso no se realiza ninguna parada exacta. | CONT |
| ¿Qué orientación adopta la herramienta cuando se alcanza un punto? | Para cada movimiento se puede ajustar individualmente el control de la orientación.<br>Este ajuste solo es válido para movimientos de trayectoria. (>>> *"Tipos de movimiento" Página 220*) | ORI_TYPE |
| ¿El robot detecta obstáculos? | No, el robot sigue la trayectoria programada "sin desviarse". El programador será el responsable de garantizar que no se produzcan colisiones.<br>No obstante, existe la posibilidad de implementar un control contra colisiones para la protección de máquina. | Control de colisiones |

### Tipos de movimiento

- Para programas las instrucciones de movimiento se dispone de varios tipos de movimiento.
- Los movimientos se pueden programar en función de los requisitos del proceso de trabajo del robot.
  - **Movimientos específicos del eje**
    SPTP » *Point-to-Point*
  - **Movimientos de trayectoria:**
    SLIN » *Lineal*
    SCIRC » *Circular*

Los movimientos PTP, LIN y CIRC no son objeto de estudio de esta documentación para la formación. Encontrará información más detallada al respecto en el *Manual de servicio y programación KUKA System Software 8.x en* Xpert.

### Programación mediante formularios inline

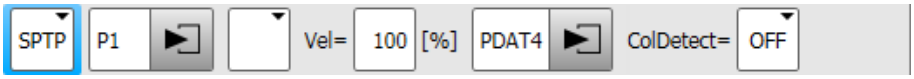



**Fig. 25-1: Formulario inline**

- Al programar los movimientos del robot en el proceso de programación por aprendizaje se debe transmitir la información específica del punto y el movimiento mencionada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Para ello se usan formularios inline en los que se puede introducir con facilidad esta información.



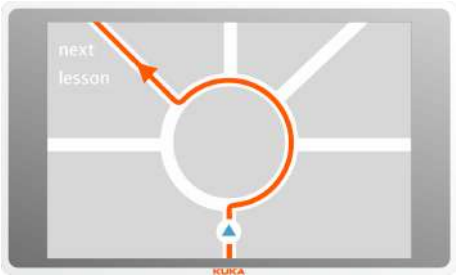
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 26 Creación de movimientos con optimización del tiempo de ciclo (SPTP)

## 26.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá la trayectoria del movimiento SPTP con optimización del tiempo de ciclo.
- Podrá programar un desarrollo del movimiento SPTP mediante formularios inline.

## 26.2 SPTP – Desarrollos del movimiento con optimización del tiempo de ciclo (movimiento de eje)

**Descripción**

**SPTP** – *Spline Point To Point* – es un desarrollo del movimiento específico del eje. El robot desplaza el TCP de la herramienta al punto de destino con el movimiento **más rápido**. La trayectoria más rápida no es, por lo general, la trayectoria más corta y, por tanto, **no** es una recta. Dado que los ejes del robot se mueven de forma rotacional, trayectorias curvas pueden ser ejecutadas de forma más rápida que las rectas. El **primer desarrollo del movimiento en el programa** debe ser un **desarrollo del movimiento SPTP**, ya que aquí únicamente se van a evaluar Status y Turn (>>> *26.3 "Status y Turn" Página 225*). No puede predecirse la trayectoria exacta después de la programación por aprendizaje de los puntos. Sin embargo, una vez que el robot se ha movido, repetirá el movimiento de forma idéntica una y otra vez.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

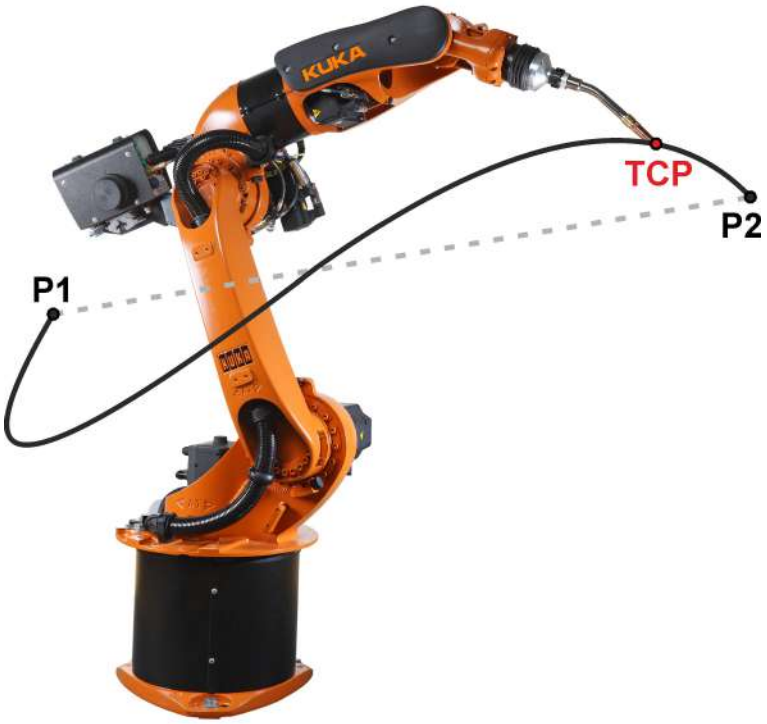



**Fig. 26-1: Movimiento SPTP**

### Synchro PTP

Todos los ejes arrancan juntos con Synchro-PTP y se detienen al mismo tiempo. Para ello se tienen en cuenta la indicación de la velocidad en el formulario inline. El eje directriz es el eje que **más** tarda en alcanzar el punto de destino.

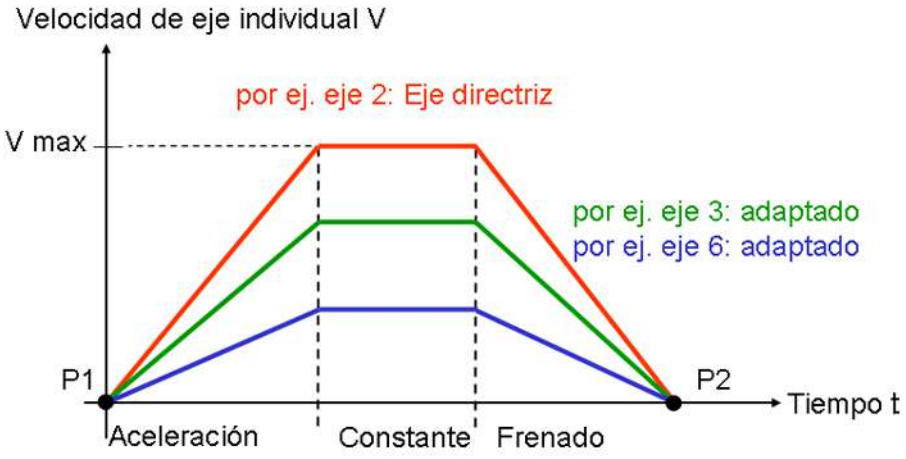



**Fig. 26-2: Synchro-PTP**

### Uso

El desarrollo del movimiento SPTP se utiliza cuando el robot debe aproximarse a los puntos lo más rápidamente posible. La trayectoria desempeña un papel secundario. Para garantizar un desarrollo del movimiento sin



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

colisiones, el robot puede ser "guiado" hacia el objetivo mediante puntos intermedios aproximados. También el desplazamiento del robot hacia o entre un movimiento de trayectoria puede optimizarse en tiempo de ciclo por medio de movimientos SPTP aproximados.

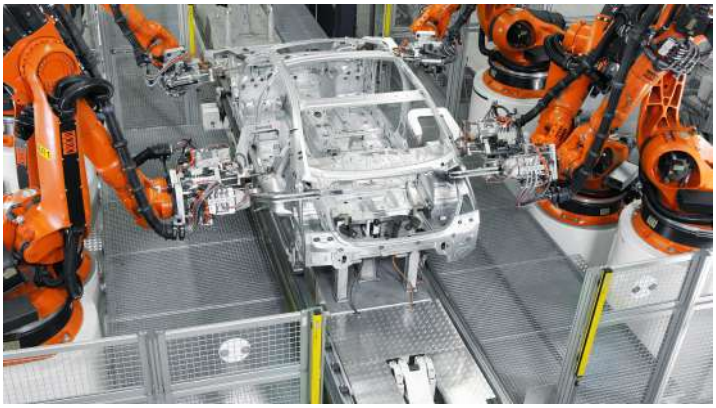


**Fig. 26-3: Soldadura por puntos**

Ejemplos

- Soldadura por puntos y remaches
- Transportar
- Medición/comprobación

## 26.3 Status y Turn

### Efecto Status y Turn

Status y Turn sirven para determinar una posición de eje unívoca a partir de varias posiciones de eje posibles para una misma posición del TCP. Diferentes posiciones de eje debidos a diferentes valores de Status y Turn:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Evaluación de Status y Turn**

La unidad de control del robot considera los valores de Status y Turn programados solo en caso de movimientos SPTP. Se ignoran en los movimientos de trayectoria (SLIN, SCIRC) y en los bloques SPLINE (SPL). La primera instrucción de movimiento de un programa es SPTP (HOME).

- Las posiciones HOME son del tipo E6AXIS (config.dat) y definen una posición de salida única.
- Otros tipos posibles para SPTP son AXIS, E6POS y POS

```
DEFDAT MAINPROGRAM ()
DECL POS XPOINT1={X 900, Y 0, Z 800, A 0, B 0, C 0, S 6,
T 27}
DECL FDAT FPOINT1 …
…
ENDDAT
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**

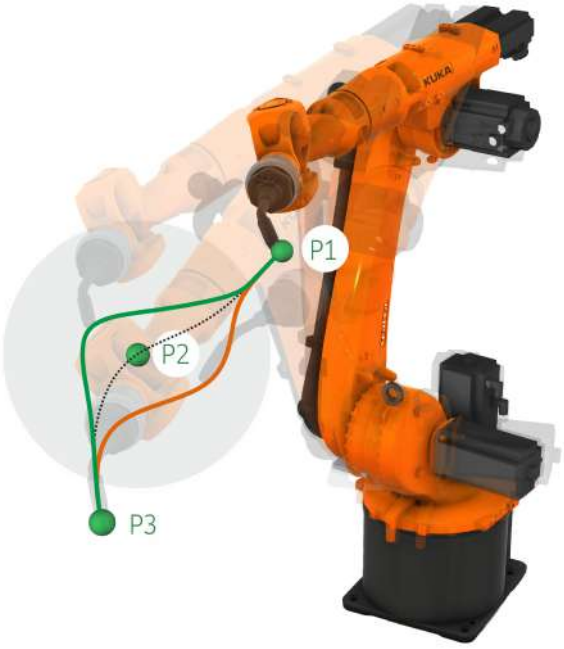



| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Principios de la programación de movimiento > Status y Turn |

## 26.4 SPTP – Aproximación

### Descripción

La unidad de control es capaz de aproximar las instrucciones de un desarrollo del movimiento marcadas con CONT para la aceleración del movimiento. Aproximar significa que no se desplaza exactamente a las coordenadas de punto. La trayectoria se abandona antes. El TCP se guía a lo largo de un contorno de posicionamiento aproximado que desemboca en la trayectoria del siguiente comando de movimiento.




Los cursos de trayectoria de ejemplo están muy sobredimensionados para una mejor representabilidad y no reflejan necesariamente el curso de trayectoria.



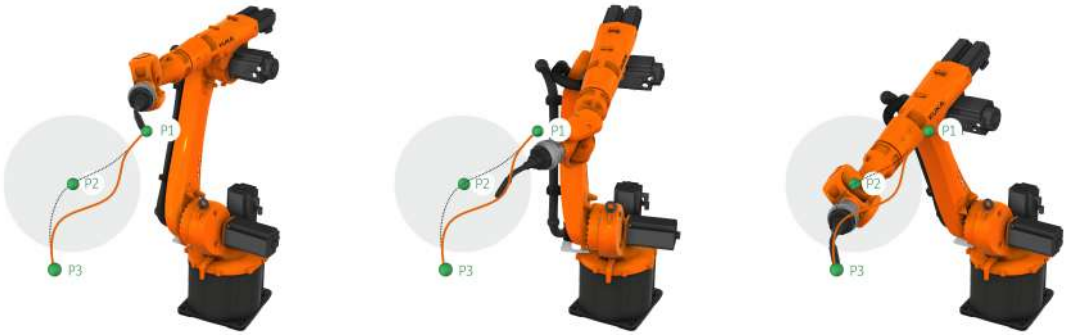


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Posible trayectoria de aproximación A**




**Posible trayectoria de aproximación B**




**Ventajas del posicionamiento aproximado**

El robot ya no necesita desacelerar y acelerar entre los puntos (1). Como resultado, el programa se procesa más rápidamente (2), lo que da lugar a un tiempo de ciclo optimizado y a una alta eficiencia energética.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

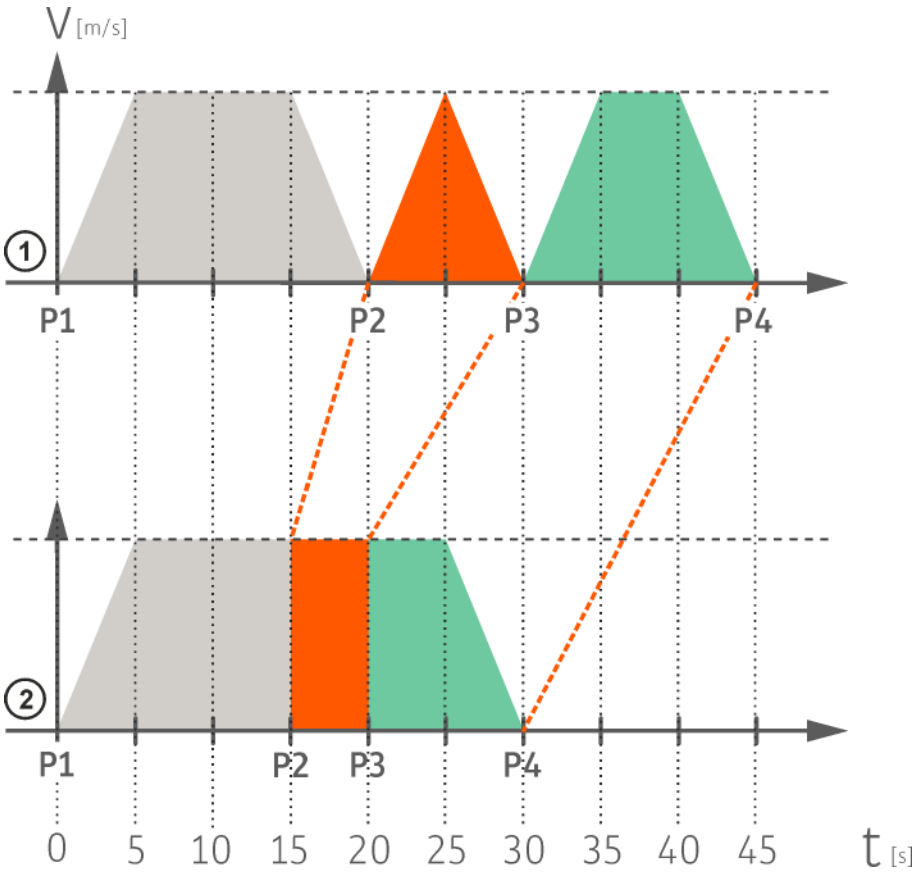



**Fig. 26-4: Parada exacta – Aproximación en comparación**

**SPTP – Comportamiento de trayectoria para la aproximación**

Para poder ejecutar el movimiento de aproximación la unidad de control debe poder leer los siguientes conjuntos de movimientos. Ello se realiza con el procesamiento en avance. La información sobre la aproximación se indica en mm.

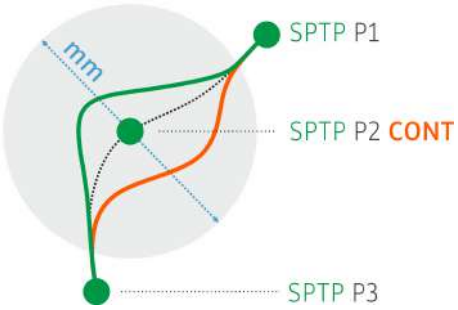



**Fig. 26-5: SPTP – Comportamiento de trayectoria para la aproximación**

| | |
|---|---|
| | El contorno de aproximación no es predecible. |

## 26.5 Programar los movimientos con el formulario inline

**Requisito**

- Se ha activado el modo de servicio T1.
- Está seleccionado un programa de robot.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Procedimiento**

1. Mover el TCP a la posición que se programará por aprendizaje como punto de destino.

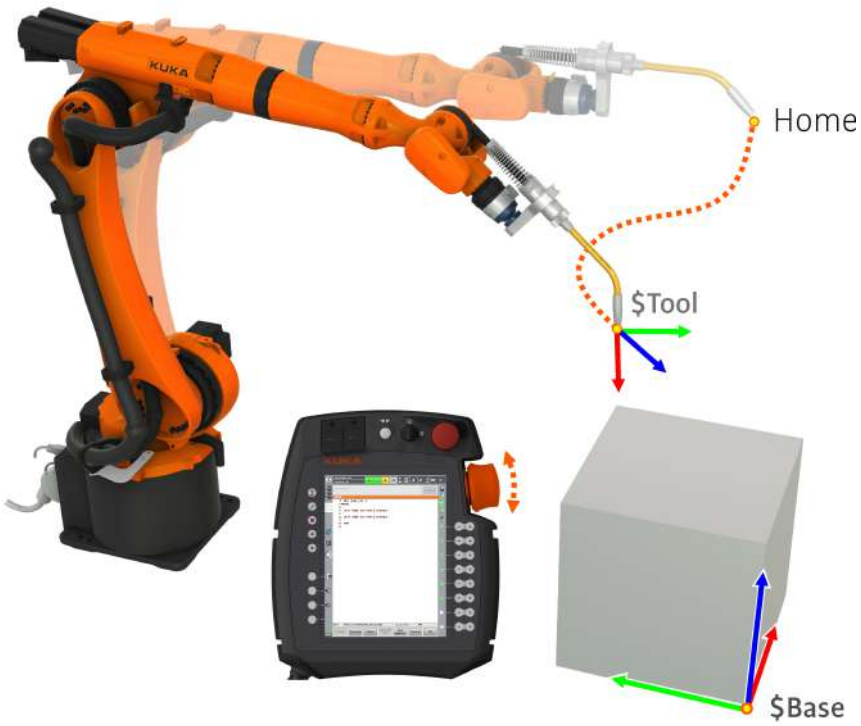



**Fig. 26-6: Instrucción de movimiento**

2. Insertar formulario inline



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

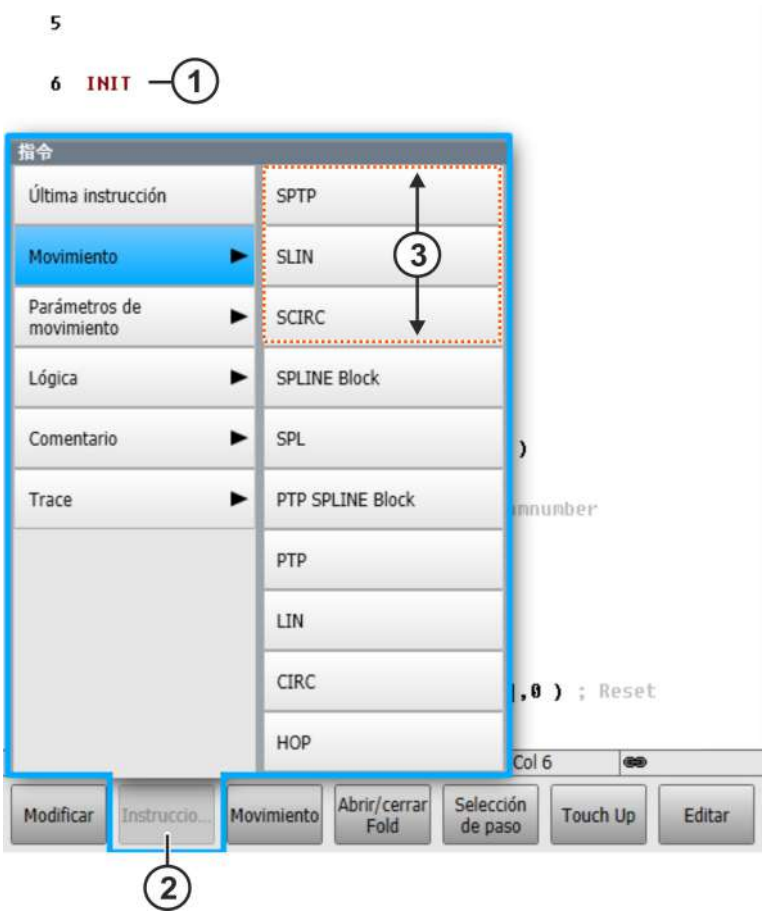



**Fig. 26-7: Insertar formulario inline**

- Colocar el cursor en la línea (1) detrás de la cual se debe insertar la instrucción de movimiento.
- Secuencia de menú **Instrucciones (2)** > **Movimiento** > **SPTP**.

Procedimiento alternativo:

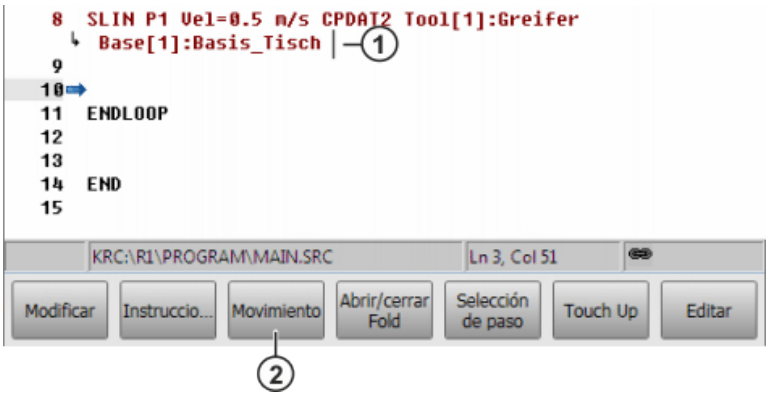



**Fig. 26-8: Insertar movimiento**

- Colocar el cursor en la línea (1) detrás de la cual se debe insertar la instrucción de movimiento.
- Insertar un **movimiento** (2) usando el botón con el mismo nombre.

3. Se inserta un formulario inline previamente completado tras la línea de programa marcada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 26-9: Selección del tipo de movimiento**

Si el formulario inline se ha insertado usando el botón Desarrollo del movimiento, se abre automáticamente la selección de movimiento (1).SPTP (2) ya está preseleccionado.

4. Configurar los diferentes parámetros de movimiento.
   - **SPTP**

     (>>> *26.5.1 "Formulario inline: SPTP" Página 233*)
5. Guardar la instrucción pulsando **Instrucción OK**. La posición del TCP se programa como punto de destino.

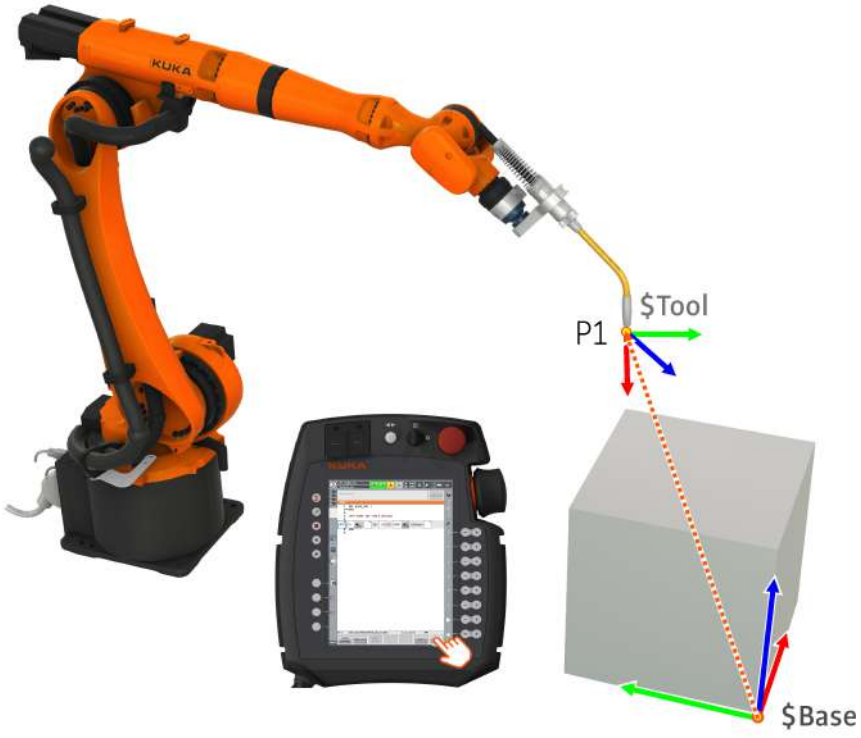



**Fig. 26-10: Memorización de las coordenadas de puntos en "Instrucción OK" y "TouchUp".**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 26.5.1 Formulario inline: SPTP

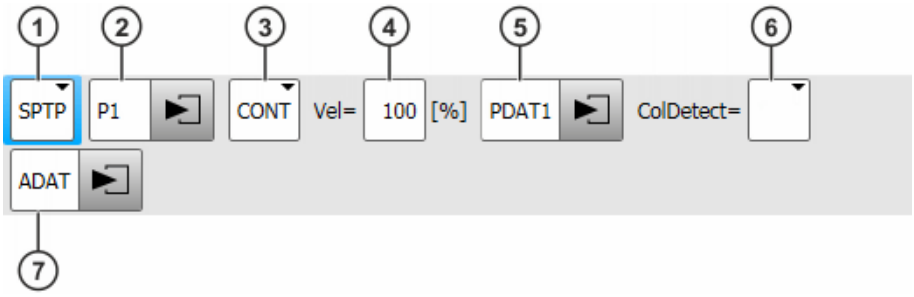



**Fig. 26-11: Formulario inline SPTP (movimiento individual)**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Tipo de movimiento **SPTP** |
| 2 | Nombre de punto para punto de destino. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse.<br>**Símbolo de flecha:** (>>> *"Establecer herramienta y base" Página 234*) |
| 3 | • **CONT**: El punto de destino es de posicionamiento aproximado.<br>• **[vacío]**: El punto de destino se alcanza con exactitud. |
| 4 | Velocidad<br>• **1-100 %** |
| 5 | Nombre para el juego de datos de movimiento. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse.<br>**Símbolo de flecha:** (>>> *"Modificar parámetro de movimiento" Página 234*) |
| 6 | Detección de colisiones para este movimiento<br>• **OFF**: La detección de colisiones está desactivada<br>• **CDSet_Set[***Nr.***]**: La detección de colisiones está activada. Para la detección se utilizan los valores del juego de datos *Nr.*. |
| 7 | Este campo se puede mostrar y ocultar con **Cambiar los parámetros**.<br>Nombre para el juego de datos con parámetros lógicos. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse. Tocar la flecha para editar los datos. Se abre la ventana de opciones correspondiente. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Modificar parámetro de movimiento

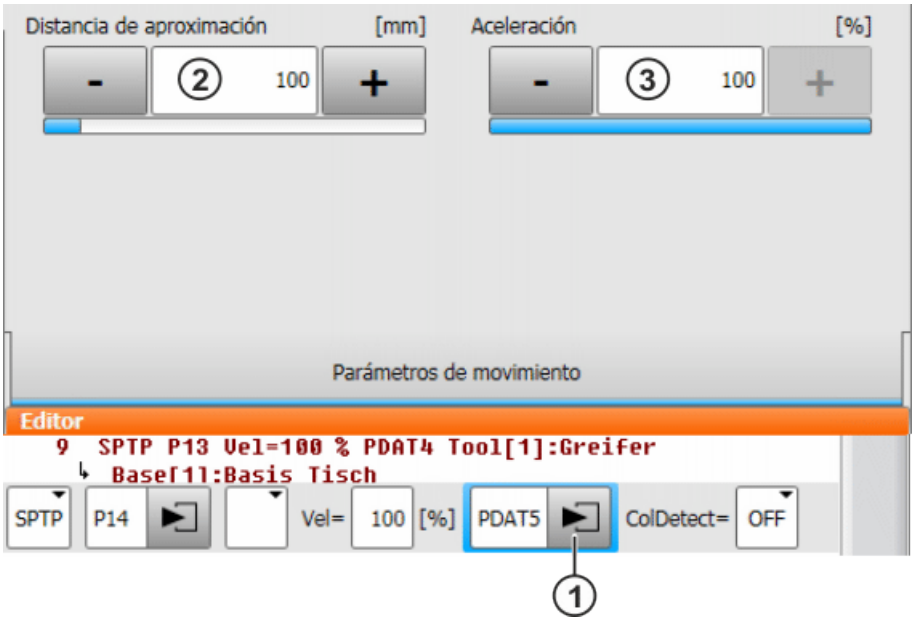



**Fig. 26-12: Parámetro de movimiento**

1. En el formulario inline abierto, pulsar el símbolo de flecha situado al lado de PDATx (1).
2. En el menú contextual de parámetros de movimiento abierto, ajustar los siguientes valores:
   - Distancia de aproximación (2)
     (>>> *26.4 "SPTP – Aproximación" Página 227*)
   - Aceleración (3)

### Establecer herramienta y base

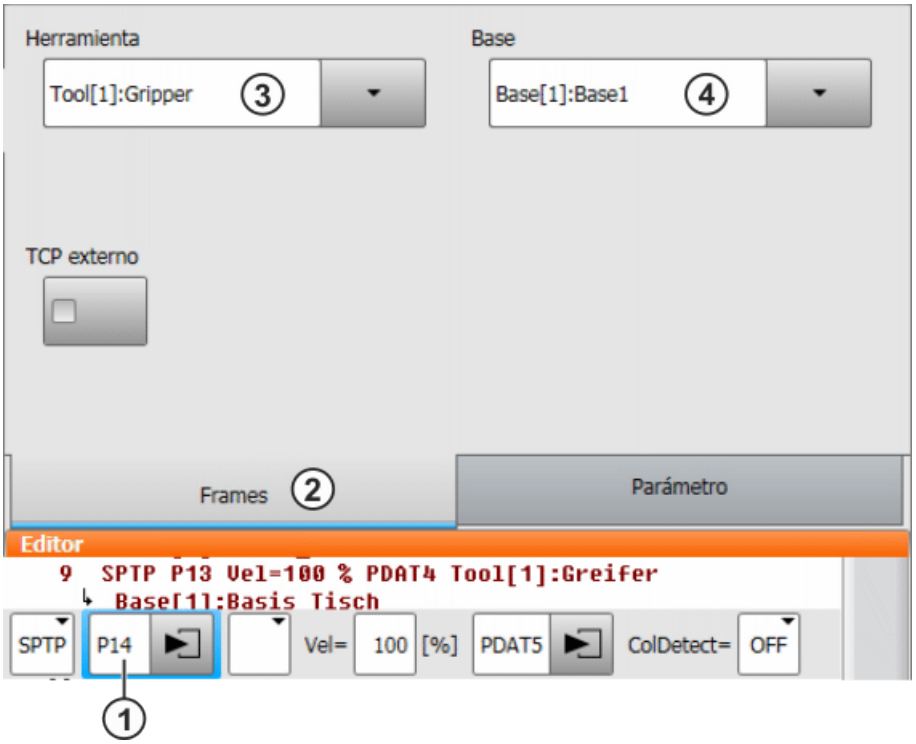



**Fig. 26-13: Establecer base y herramienta**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

1. En el formulario inline, pulsar el símbolo de flecha situado al lado del nombre del punto.
2. Establecer la herramienta (3) y la base (4) en el menú contextual abierto de la pestaña Frames (2).

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Principios de la programación de movimiento > Trayectoria del movimiento PTP |



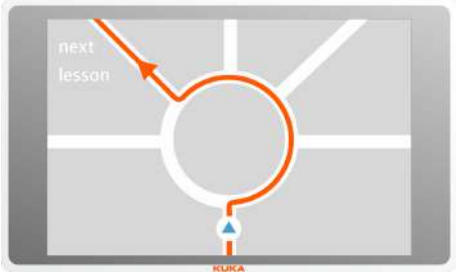
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 27 Crear movimientos de trayectoria (SLIN, SCIRC)

## 27.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá los movimientos de trayectoria SLIN y SCIRC.
- Podrá programar movimientos SLIN y SCIRC mediante formularios in-line.

## 27.2 Crear movimientos de trayectoria

**Trayectorias de los movimientos SLIN y SCIRC**

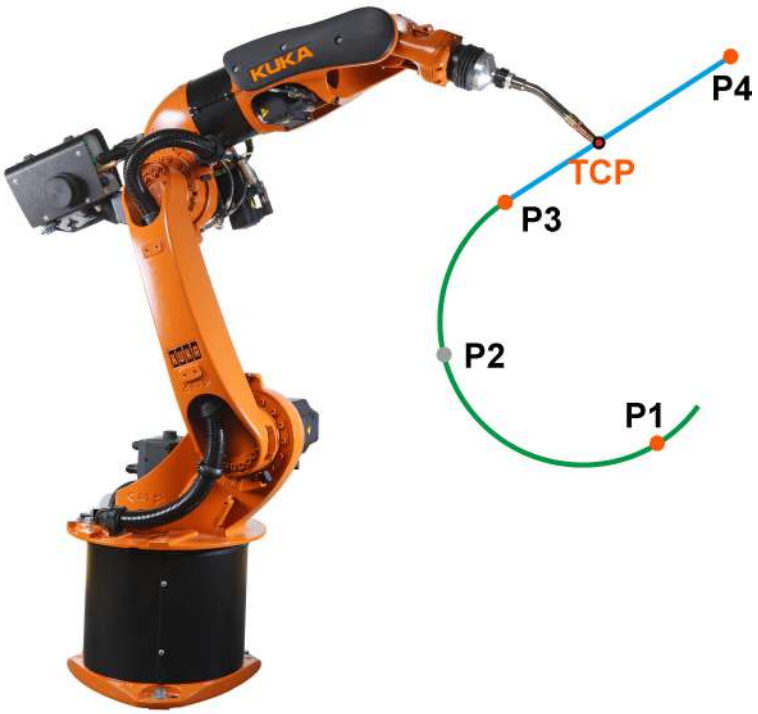
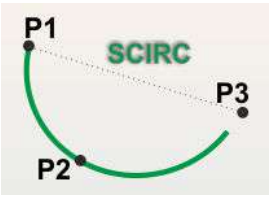



**Fig. 27-1: Movimientos de trayectoria**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Trayectoria del movimiento | Significado | Ejemplo de aplicación |
|---|---|---|
|  | *SLIN*: Lineal<br>• Movimiento de trayectoria rectilíneo<br>• El TCP de la herramienta se desplaza desde el inicio hasta el punto de destino con una velocidad constante y una orientación definida.<br>• La velocidad y la orientación hacen referencia al TCP. | Aplicaciones de trayectoria, p. ej.:<br>• Soldadura de trayectoria<br>• Pegado<br>• Soldadura y corte láser |
|  | *SCIRC*: Circular<br>• El movimiento de trayectoria circular se define a través del punto de inicio, el punto auxiliar y el punto de destino.<br>• El TCP de la herramienta se desplaza desde el inicio hasta el punto de destino con una velocidad constante y una orientación definida.<br>• La velocidad y la orientación hacen referencia al TCP de la herramienta. | Aplicaciones de trayectoria como en el SLIN:<br>• Círculos, radios, curvaturas |

## 27.3 Programar un movimiento de trayectoria SLIN

1. Mover el TCP a la posición que se programará por aprendizaje como punto de destino.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

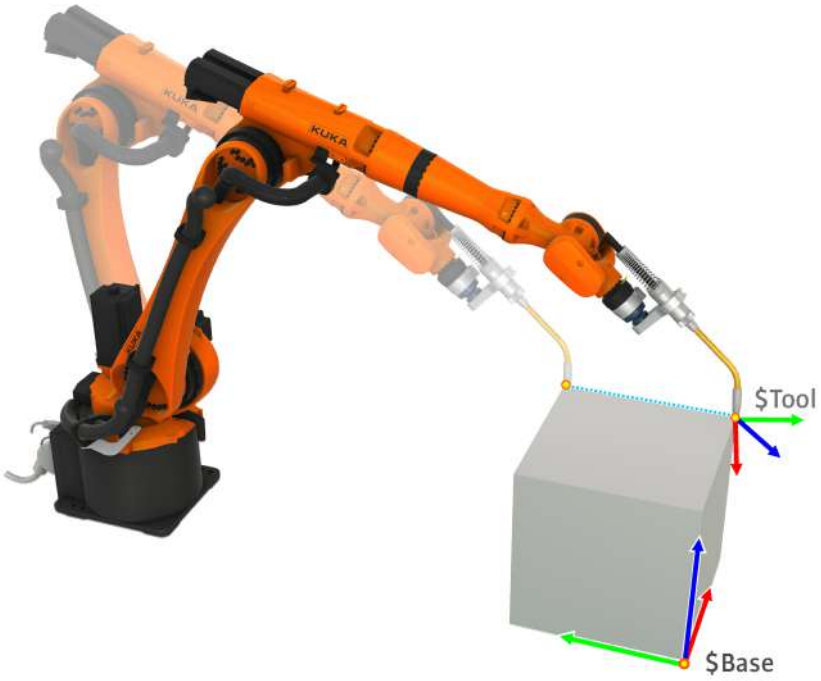



**Fig. 27-2: Instrucción de movimiento con SLIN**

2. Insertar en el formulario inline SLIN.

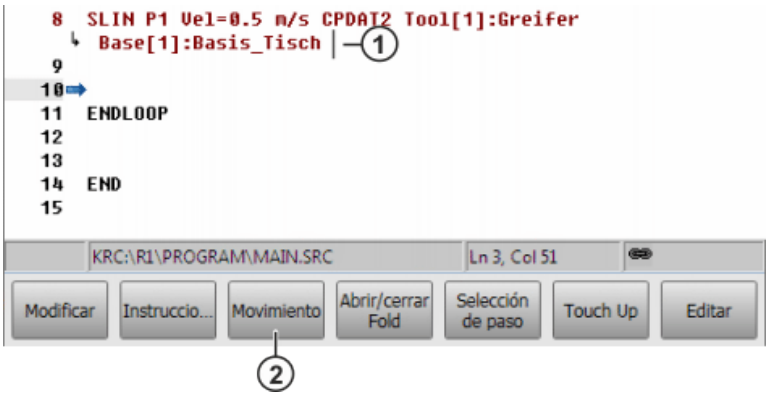



**Fig. 27-3: Insertar movimiento**

- Colocar el cursor en la línea (1) detrás de la cual se debe insertar la instrucción de movimiento.
- Insertar un **movimiento** (2) usando el botón con el mismo nombre.

3. Se inserta un formulario inline previamente completado tras la línea de programa marcada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 27-4: Selección del tipo de movimiento**

- En el formulario inline, pulsar el campo con la trayectoria del movimiento (1).
- Se abre una selección; seleccionar aquí la trayectoria del movimiento SLIN (2).

4. Configurar los diferentes parámetros de movimiento.
   - **SLIN**

     (>>> *27.3.1 "Formulario inline: SLIN" Página 240*)
5. Guardar la instrucción pulsando **Instrucción OK**. La posición opuesta del TCP se programa como punto de destino.

### 27.3.1 Formulario inline: SLIN

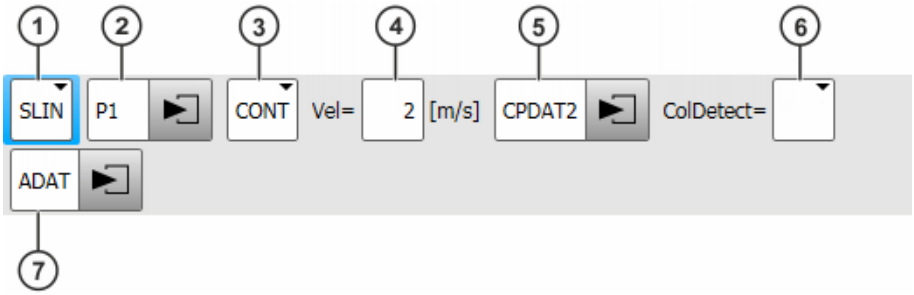



**Fig. 27-5: Formulario inline SLIN (movimiento individual)**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Tipo de movimiento **SLIN** |
| 2 | Nombre de punto para punto de destino. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse.<br>**Símbolo de flecha:** (>>> *"Establecer herramienta y base" Página 234*) |
| 3 | • **CONT**: El punto de destino es de posicionamiento aproximado.<br>• **[vacío]**: El punto de destino se alcanza con exactitud. |
| 4 | Velocidad<br>• **0,001 … 2 m/s** |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 5 | Nombre para el juego de datos de movimiento. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse.<br>Tocar la flecha para procesar los datos de punto. Se abre la ventana de opciones correspondiente. |
| 6 | Detección de colisiones para este movimiento<br>• **OFF**: La detección de colisiones está desactivada<br>• **CDSet_Set[***Nr.***]**: La detección de colisiones está activada. Para la detección se utilizan los valores del juego de datos *Nr.*. |
| 7 | Este campo se puede mostrar y ocultar con **Cambiar los parámetros**.<br>Nombre para el juego de datos con parámetros lógicos. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse. Tocar la flecha para editar los datos. Se abre la ventana de opciones correspondiente. |

**Control de orientación**

- Para los movimientos de trayectoria existe la posibilidad de definir con exactitud el control de la orientación.
- La herramienta puede tener en los puntos de partida y de destino, un movimiento con distinta orientación.
  - **Control de orientación de la herramienta**

### 27.3.2 Conocer los controles de orientación SLIN

**PTP estándar o manual**

La orientación de la herramienta se modifica de forma continua durante el movimiento.

Utilizar el PTP manual antes de que el robot en estándar entre en una singularidad de los ejes de muñeca, ya que la orientación se logra mediante la transferencia lineal (desplazamiento especifico del eje) del ángulo del eje de la muñeca.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

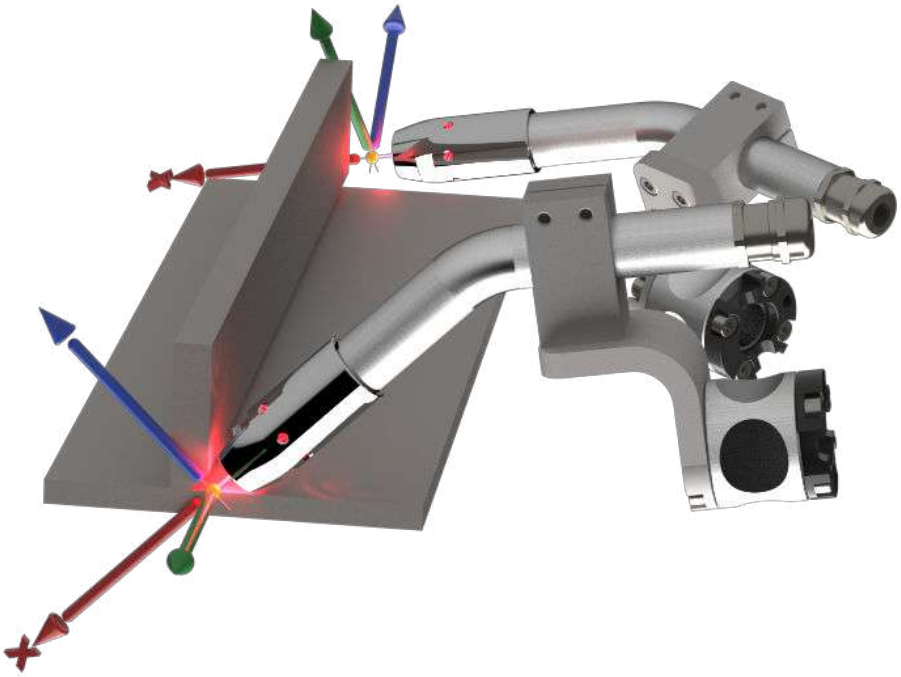


**Fig. 27-6: Control de la orientación: Estándar**

| ATENCIÓN |
| --- |
| Las singularidades pueden provocar una reorientación rápida y pronunciada. Especialmente en el caso de las herramientas de gran tamaño, las grandes desviaciones pueden provocar daños materiales o incluso personales. |

**Constante**

La orientación programada por aprendizaje en el punto de inicio de la herramienta se mantiene de forma constante durante el movimiento. La orientación programada en el punto de destino se ignora (orientación de la herramienta naranja en la imagen).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

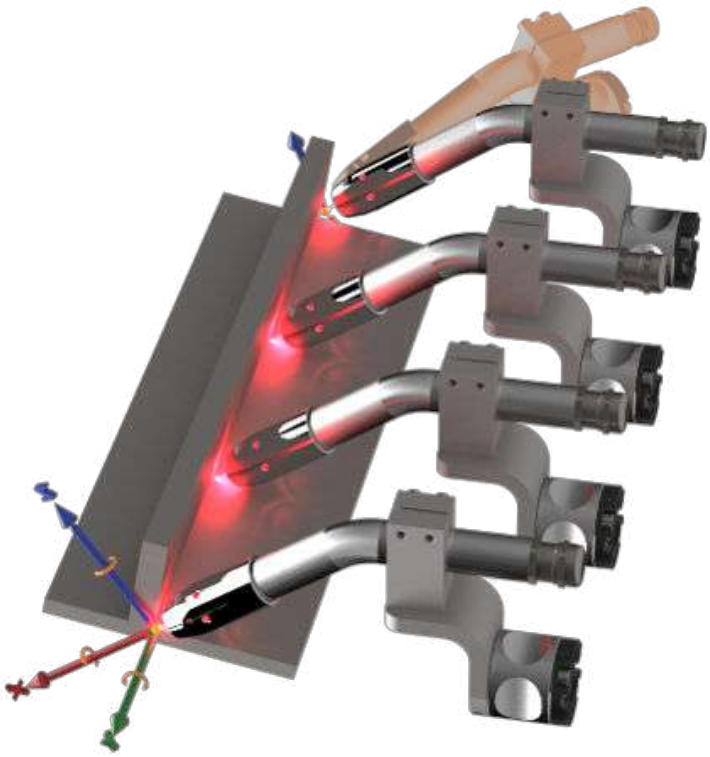


**Fig. 27-7: Control de la orientación: Constante**

### 27.3.2.1 Ajustar el control de orientación SLIN

**Procedimiento**

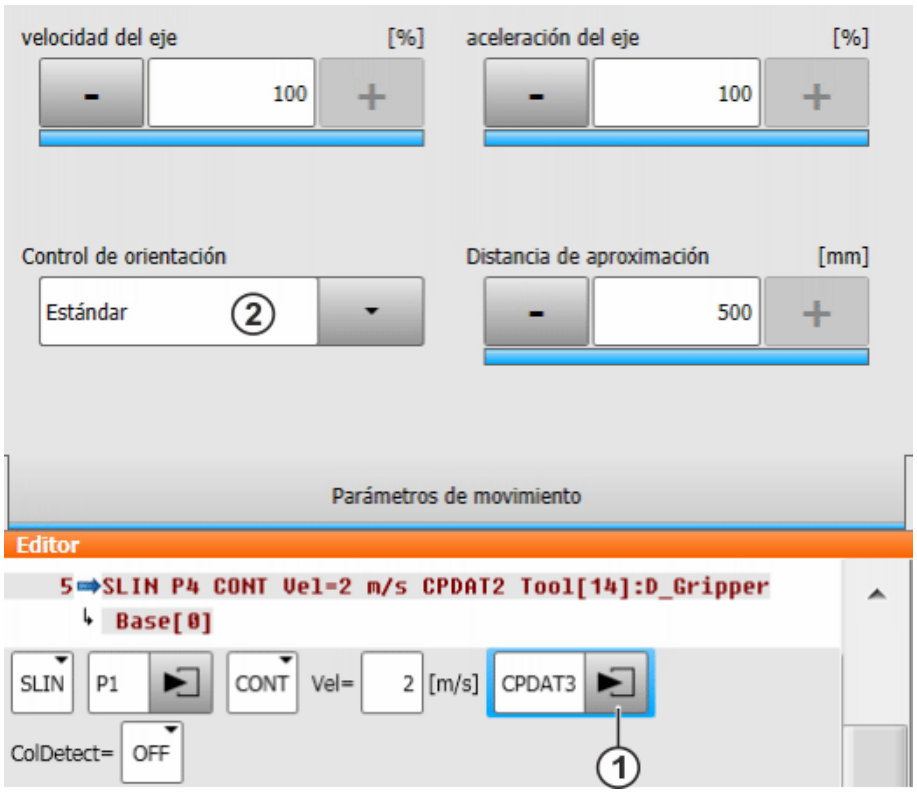



**Fig. 27-8: Parámetro de movimiento SLIN**

1. En el formulario inline abierto, pulsar el símbolo de flecha en el campo CPDATn (1).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

2. En la ventana de parámetros de movimiento mostrada, realizar las siguientes adaptaciones
   - Control de orientación (2)

     Valores

     – Estándar
     – PTP manual
     – Control orientación constante

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Principios de la programación de movimientos |
| | > Tipo de movimiento LIN |
| | > Tipo de movimiento CIRC |

## 27.4 Programar un movimiento de trayectoria SCIRC

Aquí se mueve el punto de referencia de la herramienta sobre un arco circular al punto de destino. El recorrido se describe mediante puntos de inicio, puntos auxiliares y puntos de destino. Como punto de inicio vale en este caso el punto de destino de la instrucción del movimiento anterior.

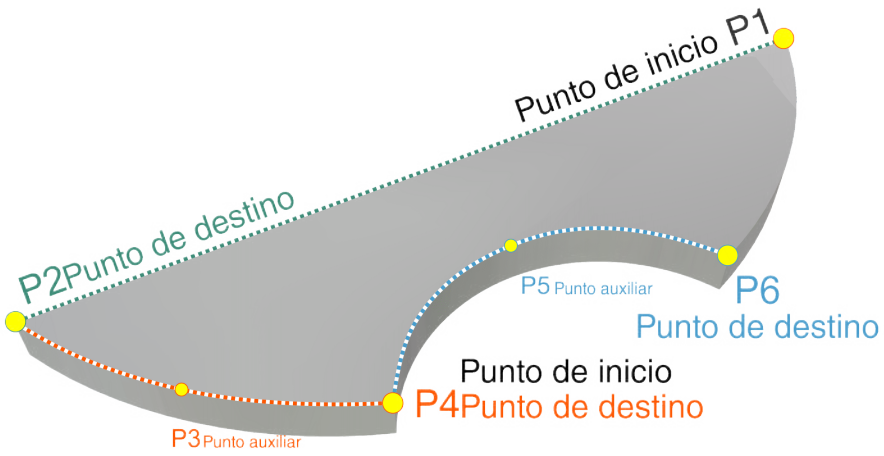



**Fig. 27-9: Dos segmentos circulares con SCIRC**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 27.4.1 Programar SCIRC

**Procedimiento**

1. Desplazar el TCP a la posición que se debe procesar como **HP** (punto auxiliar ) y **ZP** (punto de destino).

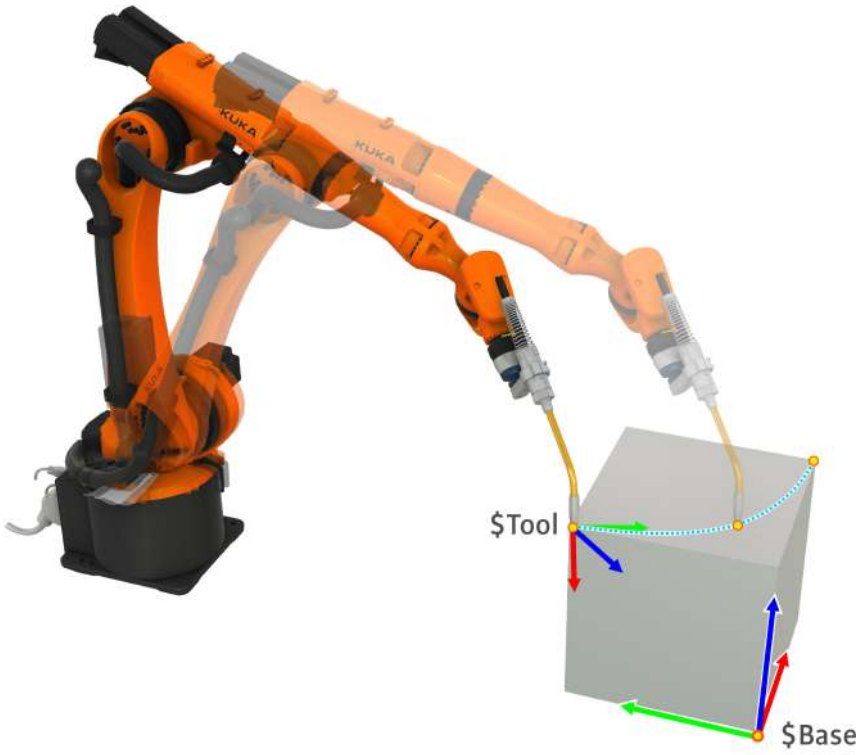



**Fig. 27-10: Instrucción de movimiento con SCIRC**

2. Insertar en el formulario inline **SCIRC**.

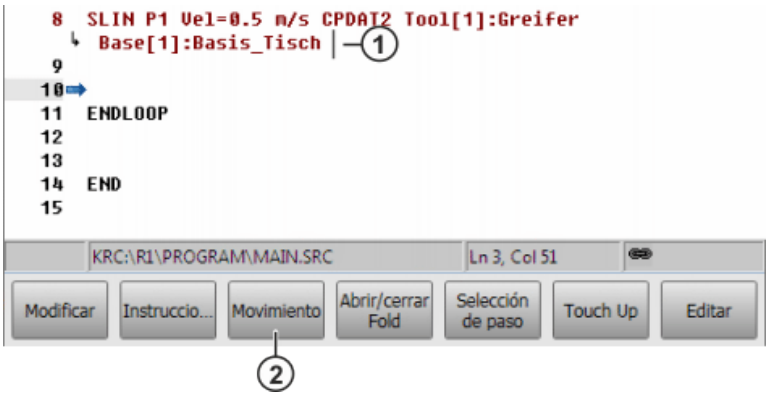



**Fig. 27-11: Insertar movimiento**

- Colocar el cursor en la línea (1) detrás de la cual se debe insertar la instrucción de movimiento.
- Insertar un **movimiento** (2) usando el botón con el mismo nombre.

3. Se inserta un formulario inline previamente completado tras la línea de programa marcada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

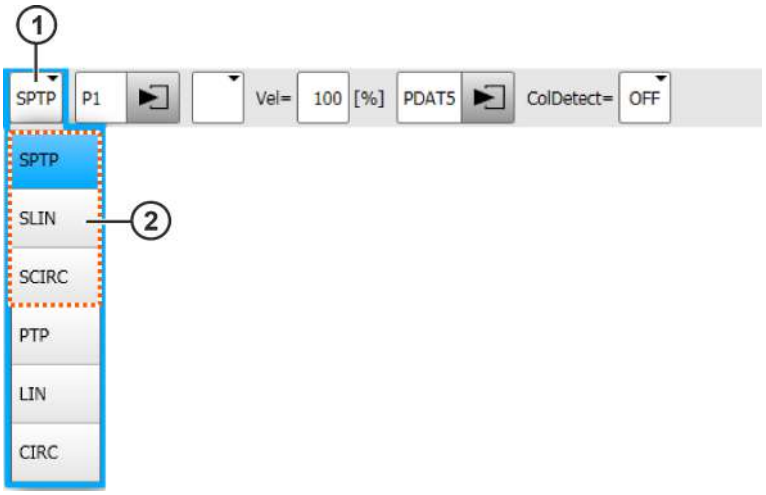



**Fig. 27-12: Selección del tipo de movimiento**

- En el formulario inline, pulsar el campo Tipo de movimiento (1).
- Se abre una selección; seleccionar el tipo de movimiento SCIRC (2).

4. Configurar los diferentes parámetros de movimiento.
   - **SCIRC**

     (>>> *27.4.2 "Formulario inline: SCIRC" Página 247*)
5. Programar el punto auxiliar y de destino.

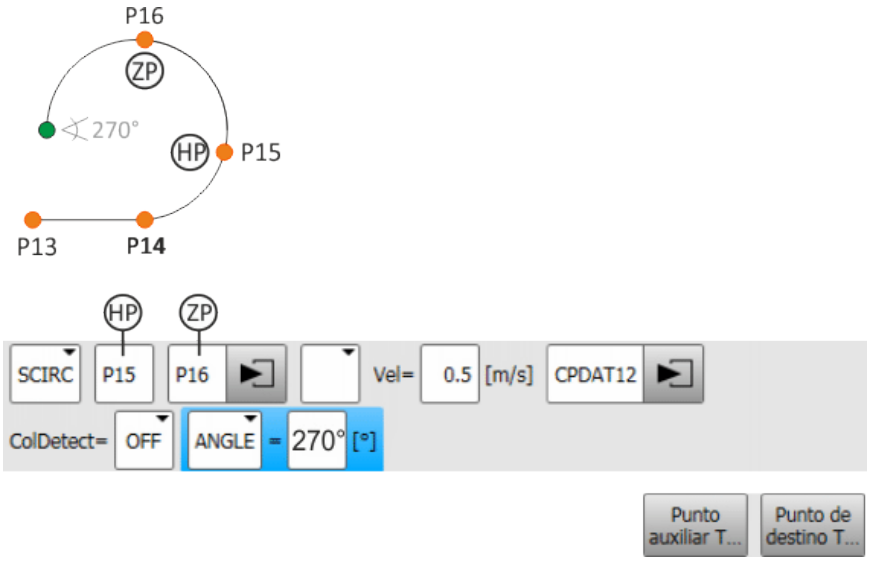



**Fig. 27-13: Programar por aprendizaje los puntos SCIRC**

- Aproximar el punto auxiliar en la trayectoria circular (HP) y aceptarlo usando el botón **Punto auxiliar Touch-Up**.
- Aproximar el/un punto de destino en la trayectoria circular (ZP) y aceptarlo usando el botón **Punto de destino Touch-Up**.

De manera opcional, mediante el parámetro adicional ANGLE (campo azul) se puede aumentar o reducir la trayectoria circular usando el punto de destino. Para ello es necesario introducir el ángulo.

**AVISO**

Al modificar el ángulo circular se debe comprobar el siguiente curso de trayectoria » Peligro de colisión.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

6. Guardar la instrucción pulsando **Instrucción OK**.

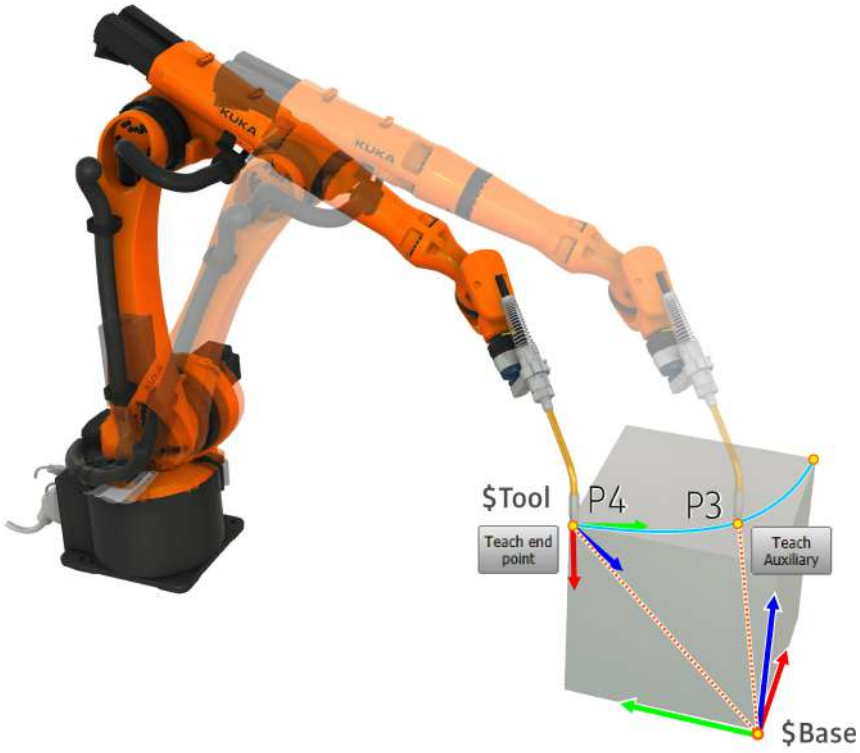



**Fig. 27-14: Almacenamiento de las coordenadas del punto en "Touch Up HP" y "Touch Up ZP"**

| AVISO |
| --- |
| Cerrar y guardar el formulario inline con el botón "Comando OK" después de que se hayan registrado los puntos auxiliares y de destino. |

## 27.4.2 Formulario inline: SCIRC

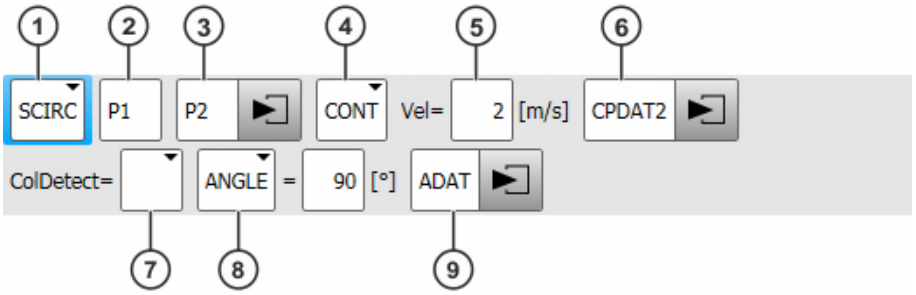



**Fig. 27-15: Formulario inline SCIRC (movimiento individual)**

| Pos. | Descripción |
| --- | --- |
| 1 | Tipo de movimiento **SCIRC** |
| 2 | Nombre de punto para el punto auxiliar<br>El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 3 | Nombre de punto para el punto de destino.<br>El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse.<br>**Símbolo de flecha:** (>>> *"Establecer herramienta y base" Página 234*) |
| 4 | • **CONT**: El punto de destino es de posicionamiento aproximado.<br>• **[vacío]**: El punto de destino se alcanza con exactitud. |
| 5 | Velocidad<br>• **0,001 … 2 m/s** |
| 6 | Nombre para el juego de datos de movimiento. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse.<br>Tocar la flecha para procesar los datos de punto. Se abre la ventana de opciones correspondiente. |
| 7 | Detección de colisiones para este movimiento<br>• **OFF**: La detección de colisiones está desactivada<br>• **CDSet_Set[***Nr.***]**: La detección de colisiones está activada. Para la detección se utilizan los valores del juego de datos *Nr.*. |
| 8 | Ángulo circular<br>• **- 9 999° … + 9 999°**<br>Si se introduce un ángulo circular menor que -400° o mayor que +400°, al guardar el formulario inline aparece una consulta en la que se debe confirmar o rechazar el dato introducido. |
| 9 | Este campo se puede mostrar y ocultar con **Cambiar los parámetros**.<br>Nombre para el juego de datos con parámetros lógicos. El sistema asigna automáticamente un nombre. El nombre puede sobrescribirse. Tocar la flecha para editar los datos. Se abre la ventana de opciones correspondiente. |

**Comportamiento de la orientación**

- Para los movimientos de trayectoria existe la posibilidad de definir con exactitud el control de la orientación.
- La herramienta puede tener en los puntos de partida y de destino, un movimiento con distinta orientación.
  - **Comportamiento de orientación de la herramienta**
- La orientación de la herramienta puede verse afectada por otros parámetros durante la ejecución de la trayectoria circular:
  - **Comportamiento de la orientación en el punto auxiliar**
  - **Comportamiento de la orientación en el punto de destino**



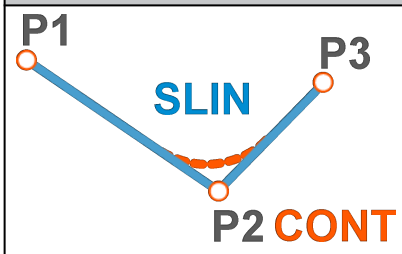
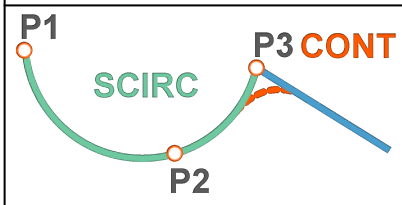
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 27.4.3 Aproximación en los movimientos de trayectoria

### Aproximación de los movimientos de trayectoria

La función de aproximación no es apropiada para crear movimientos circulares. Se trata tan solo de una función destinada a evitar una parada exacta en el punto.

**Aproximación en los tipos de desplazamiento SLIN y SCIRC**

| Tipo de movimiento | Característica |
|---|---|
|  | • El curso de la trayectoria corresponde a dos parábolas.<br>• Indicación de la distancia de aproximación en mm |
|  | • El curso de la trayectoria corresponde a dos parábolas.<br>• El punto de destino es de posicionamiento aproximado<br>• Indicación de la distancia de aproximación en mm |

## 27.4.4 Conocer el control de orientación SCIRC

### Control de la orientación: Estándar o PTP manual

La orientación de la herramienta se modifica de forma continua durante el movimiento. PTP manual se utiliza cuando exista la posibilidad de que el robot con Estándar pueda entrar en una singularidad de los ejes de la muñeca. Ya que la orientación se logra mediante la transferencia lineal (desplazamiento específico del eje) del ángulo del eje de la muñeca .



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

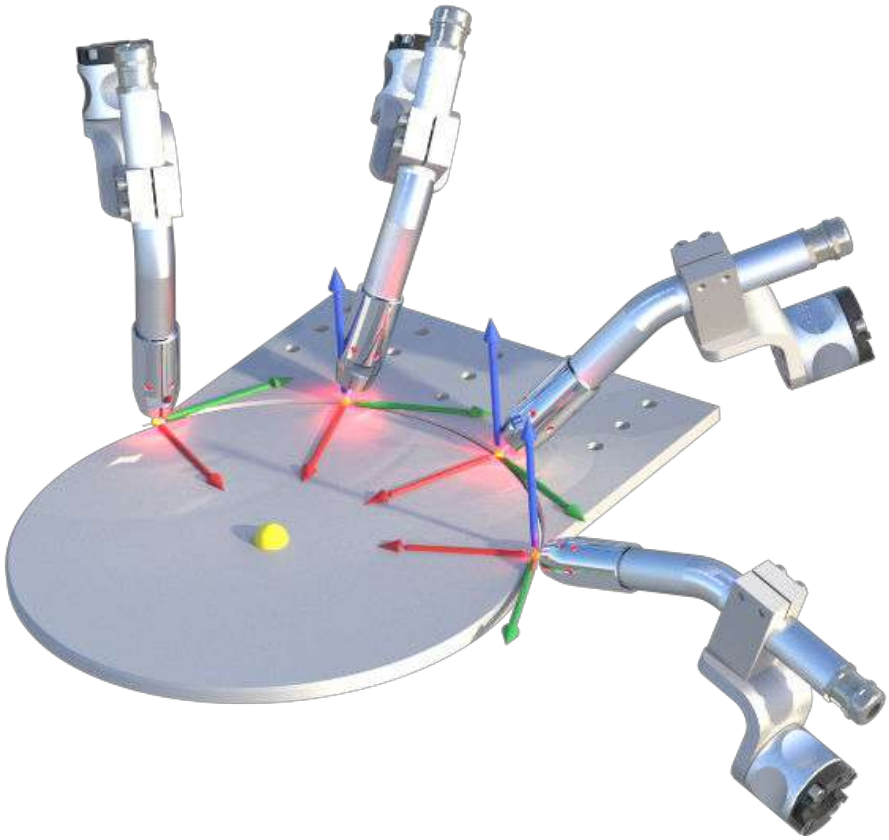


**Fig. 27-16: Orientación: Relación base y estándar**

### Control de la orientación: Relación base y constante

La orientación de la herramienta se mantiene de forma constante durante el desarrollo del movimiento, tal y como ha sido programada en el punto de inicio. La orientación programada en el punto de destino se ignora.

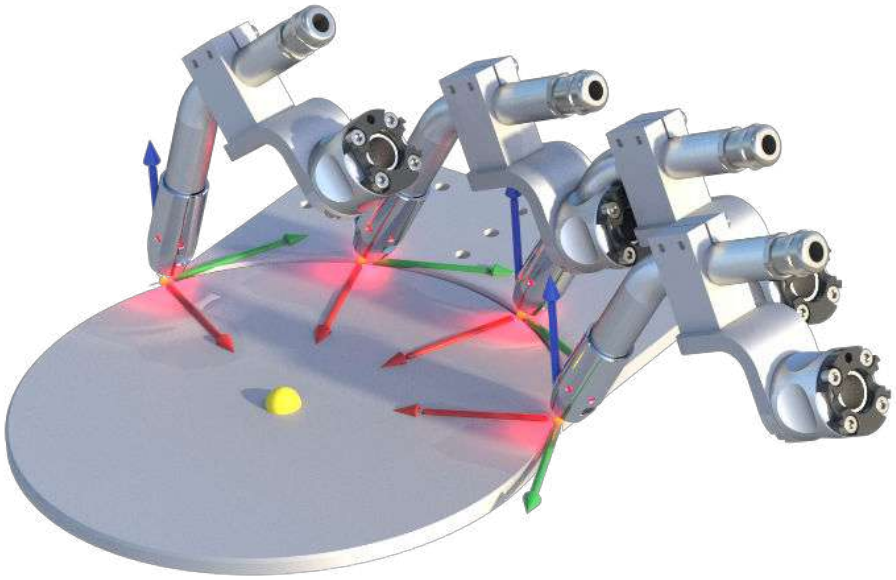


**Fig. 27-17: Orientación: Relación base y constante**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Control de la orientación: Relación trayectoria y constante**

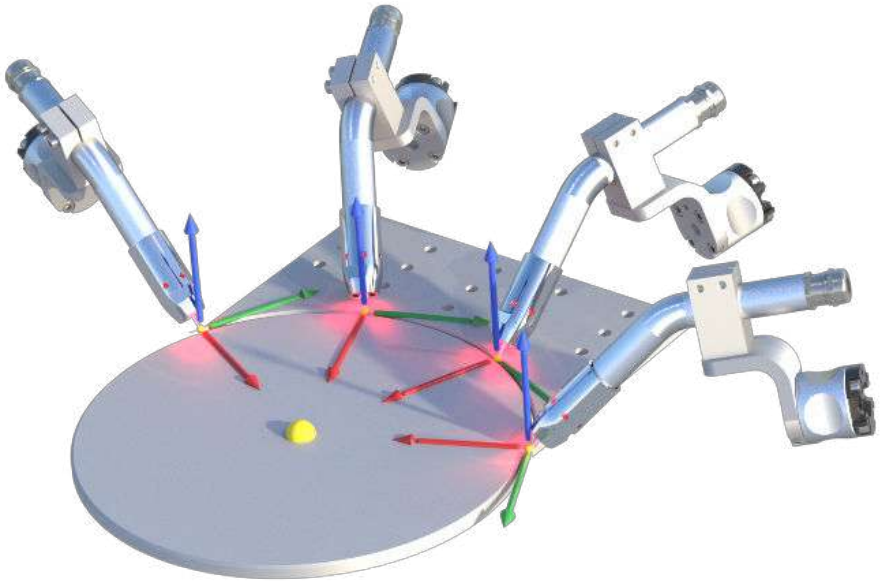


**Fig. 27-18: Orientación: Relación trayectoria y constante**

### 27.4.4.1 Ajustar el control de orientación SCIRC

**Procedimiento**

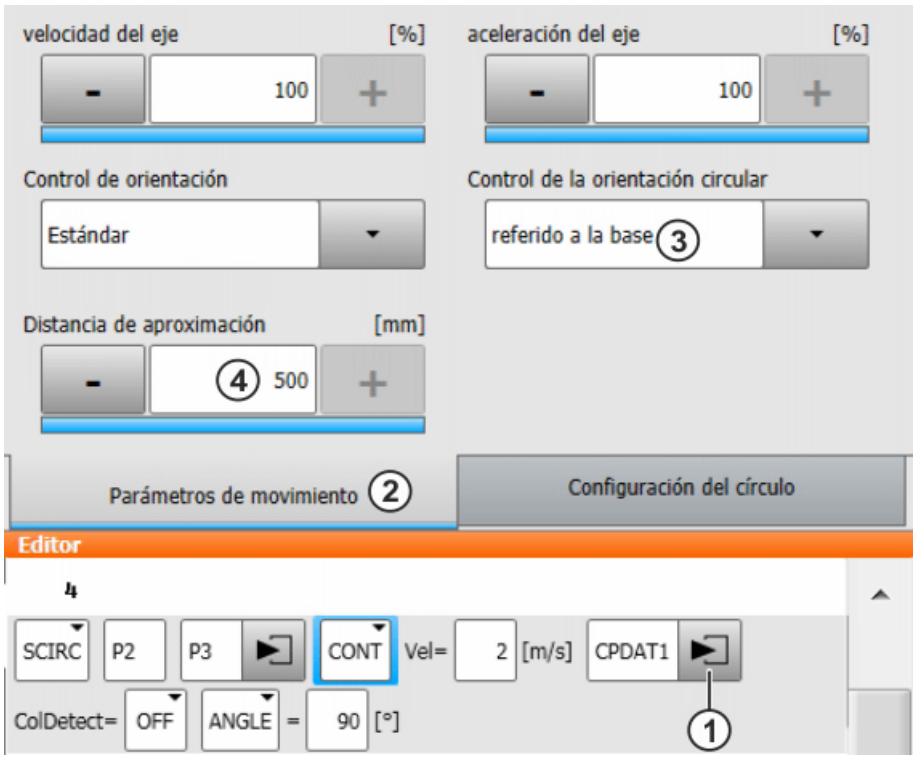



**Fig. 27-19: Parámetro de movimiento**

1. En el formulario inline abierto, pulsar el símbolo de flecha en el campo CPDATn (1).
2. En la ventana contextual mostrada, cambiar a la pestaña Parámetros de movimiento (2).

**Parámetro**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | |
|---|---|
| 3 | **Control de la orientación circular**<br>• **referido a la base**<br>• **referido a la trayectoria** |
| 4 | **Control de orientación**<br>• **Estándar**<br>• **PTP manual**<br>• **Control orientación constante** |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Principios de la programación de movimiento > **Control de orientación CP-Spline** |

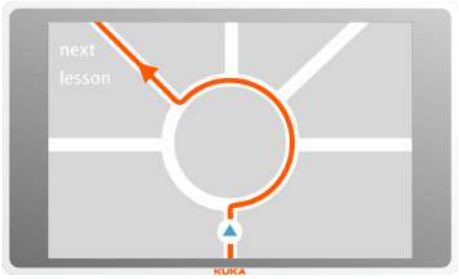


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 28 Conocer y evitar posiciones singulares

## 28.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Detectará y evitará posiciones singulares del robot en la programación.

## 28.2 Conocer posiciones singulares

**Descripción**

Los robots KUKA con 6 grados de libertad tienen 3 posiciones singulares distintas. Una posición singular se caracteriza por no permitir una transformación de retroceso (conversión de las coordenadas cartesianas en valores específicos de los ejes) unívoca aunque se hayan preestablecido los datos Status y Turn. En este caso o cuando las más pequeñas modificaciones cartesianas provocan grandes cambios en el ángulo de los ejes, se habla de posiciones singulares. Esta no es una característica mecánica sino matemática y por este motivo solo existe en la zona de los movimientos de trayectoria, pero no en los movimientos de eje.

**Singularidad por encima de la cabeza**

- En la singularidad por encima de la cabeza, el punto de la raíz de la muñeca (= centro del eje A5) se halla vertical al eje A1 del robot.
- La posición del eje A1 no se puede establecer unívocamente mediante la transformación de retroceso y puede por tanto aceptar cualquier valor.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

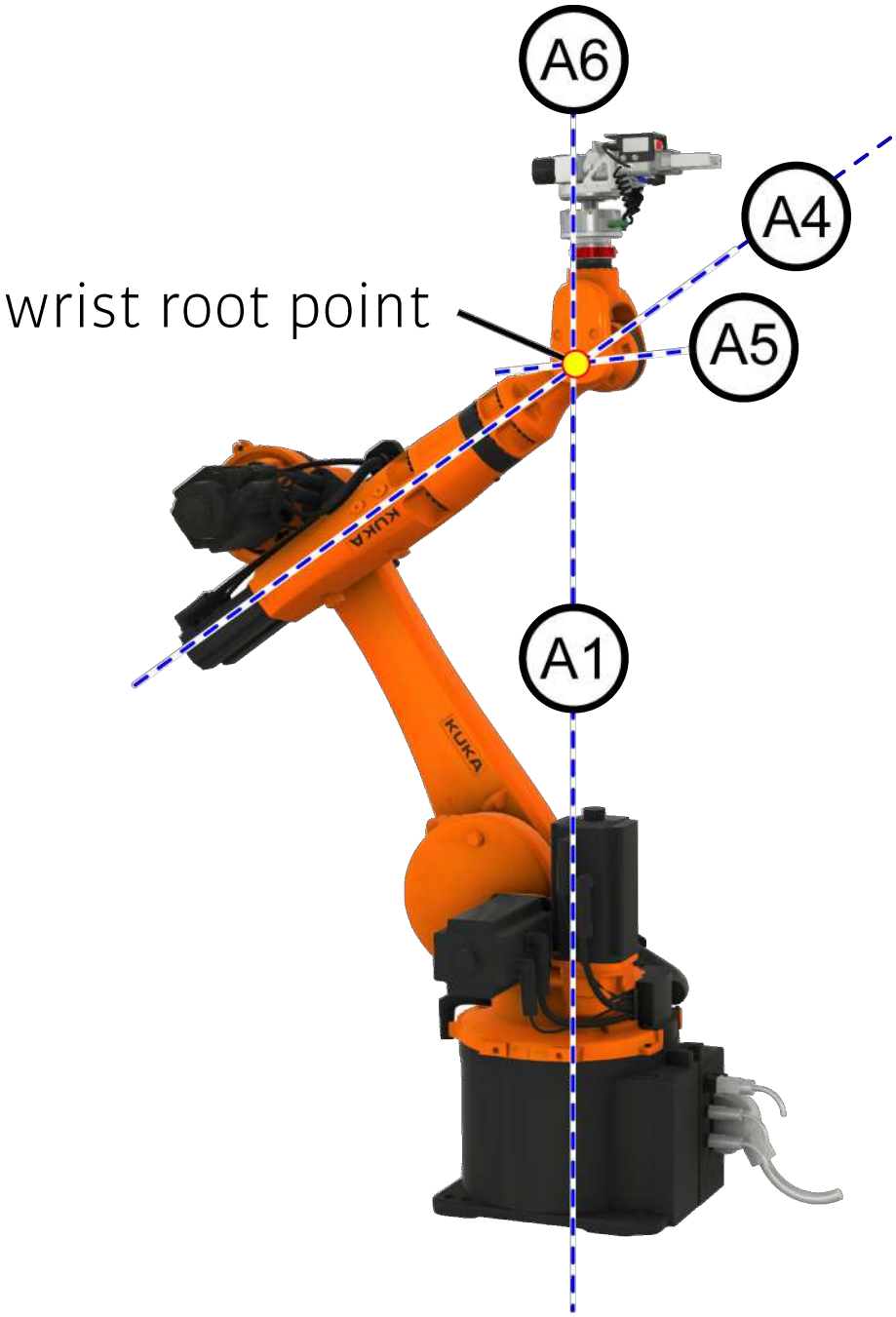



**Fig. 28-1: Singularidad por encima de la cabeza**

### Singularidad de las posiciones extendidas

En la singularidad de las posiciones extendidas, el punto de la raíz de la muñeca (= centro del eje A5) se halla en prolongación de los ejes A2 y A3 del robot.

El robot se encuentra en el límite de su área de trabajo.

La transformación de retroceso proporciona un ángulo de eje unívoco, pero las pequeñas velocidades cartesianas dan lugar a grandes velocidades axiales en los ejes A2 y A3.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

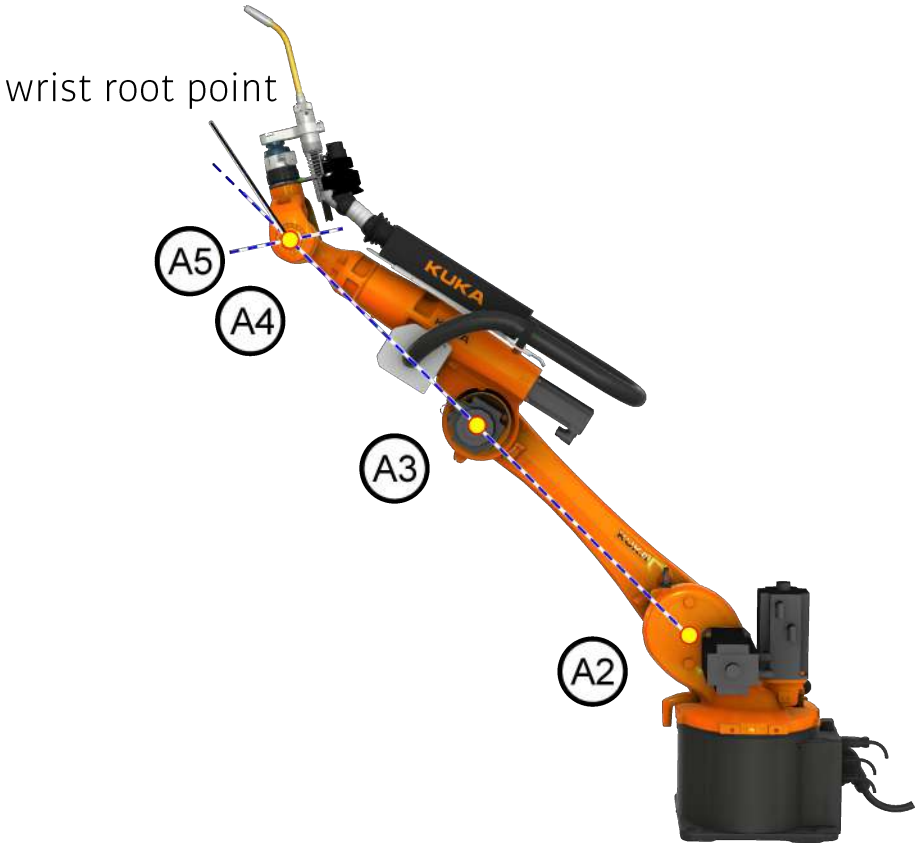



**Fig. 28-2: Posición extendida**

### Singularidades de los ejes de la muñeca

En una singularidad de los ejes de la muñeca los ejes A4 y A6 se hallan paralelos uno con el otro y el eje A5 dentro del área de ±0,01812 °.

La posición de ambos ejes no se puede determinar inequívocamente por medio de una transformación de retroceso.

Pero existen muchas posiciones axiales para los ejes A4 y A6 en las que las sumas de los ángulos de eje son idénticas.

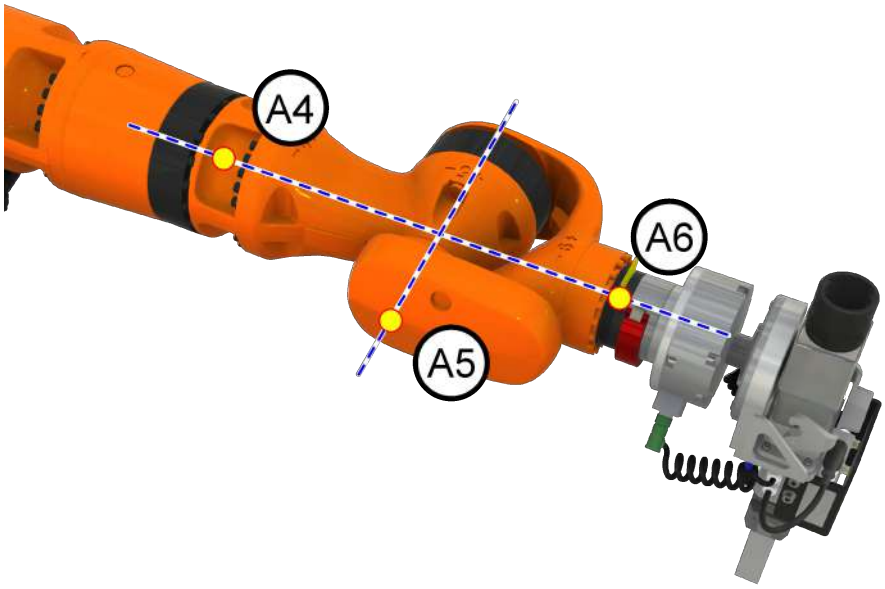



**Fig. 28-3: Singularidades de los ejes de la muñeca**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Principios de la programación de movimiento > Singularidades |

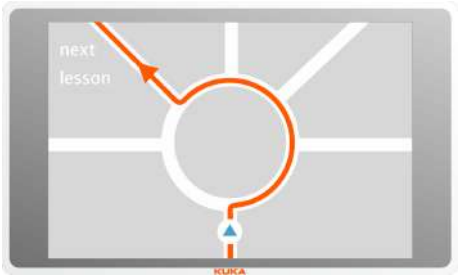


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 29 Modificar puntos de movimiento programados

## 29.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**



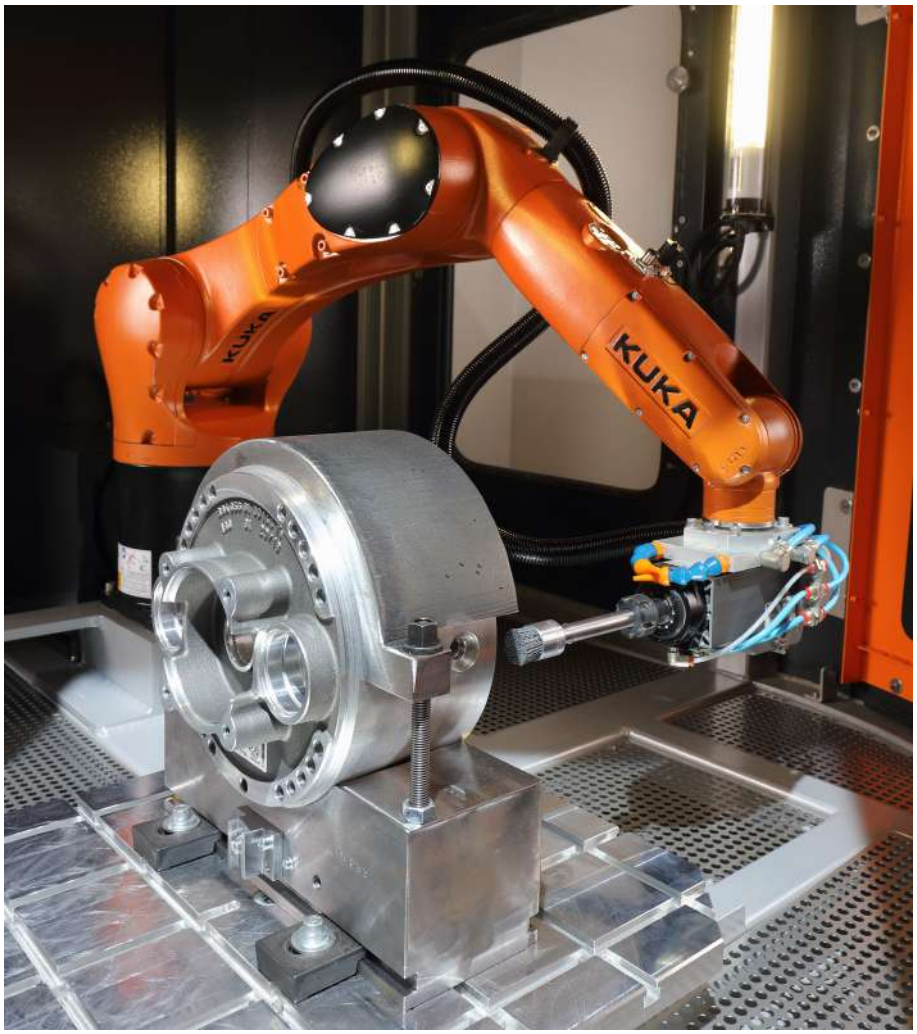

- Aprenderá cómo adaptar y modificar los puntos de movimiento existentes.
- Sabe cómo afecta la modificación de los parámetros a la coordenada del punto o al movimiento de la trayectoria.

## 29.2 Descripción de la situación

En esta aplicación, el robot pule piezas de carcasa. El pulido se realiza en varias pasadas con diferentes "cabezales de cepillo". Su tarea es adaptar el programa existente a los nuevos cabezales de cepillo. Estos se diferencian principalmente en cuanto a la longitud (TCP).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




## 29.3 Modificar instrucciones de movimiento

Existen los motivos más diversos para modificar los comandos de movimiento:

| Ejemplos de motivos | Modificación a llevar a cabo |
|---|---|
| • La posición de la pieza que se debe agarrar cambia.<br>• La posición de uno de los cinco orificios en la ejecución de los trabajos cambia.<br>• Una costura soldada se debe acortar. | • Modificación de datos de posición |
| • La posición del palet cambia. | • Modificación de los datos vectoriales: Base |
| • Por error se ha realizado el aprendizaje de una posición con la base o con el TOOL incorrectos. | • Modificación de los datos vectoriales: Base y/o Tool con actualización de la posición |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Ejemplos de motivos | Modificación a llevar a cabo |
|---|---|
| • El procesamiento es demasiado lento: se debe mejorar el tiempo de ciclo. | • Modificación de los datos de movimientos: Velocidad, aceleración<br>• Modificación del tipo de movimiento |

**Fig. 29-1: Campo de notas**

## 29.4 Modificación de datos de posición

### Efectos al modificar los datos de posición

El punto recibe coordenadas nuevas, porque con "Touch-Up" se han actualizado los valores. De este modo, solo se ha modificado el juego de datos del punto y el resto del programa permanece igual.

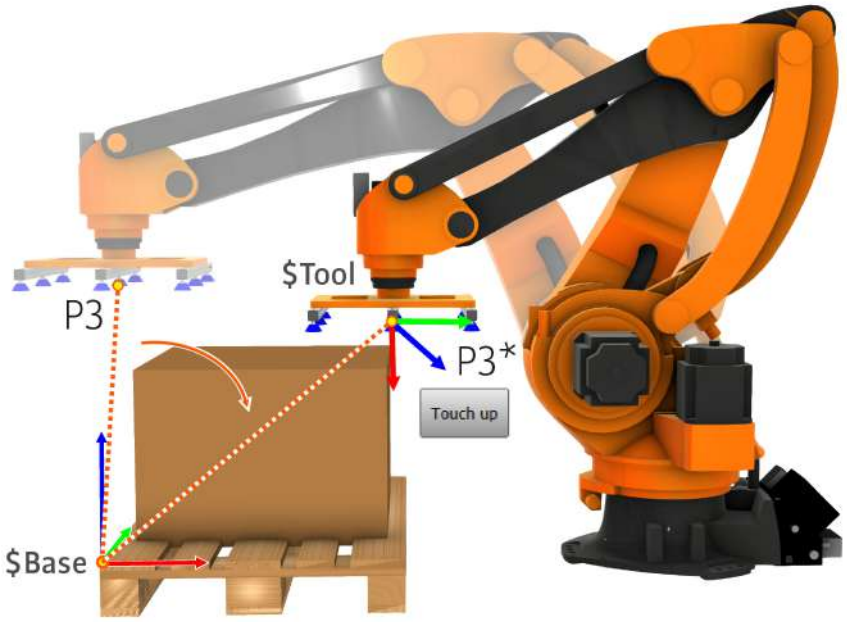



**Fig. 29-2: Modificación de la posición del robot con "Touch-Up"**

| AVISO |
|---|
| Las coordenadas anteriores se sobrescriben y, por consiguiente, dejan de estar disponibles. |

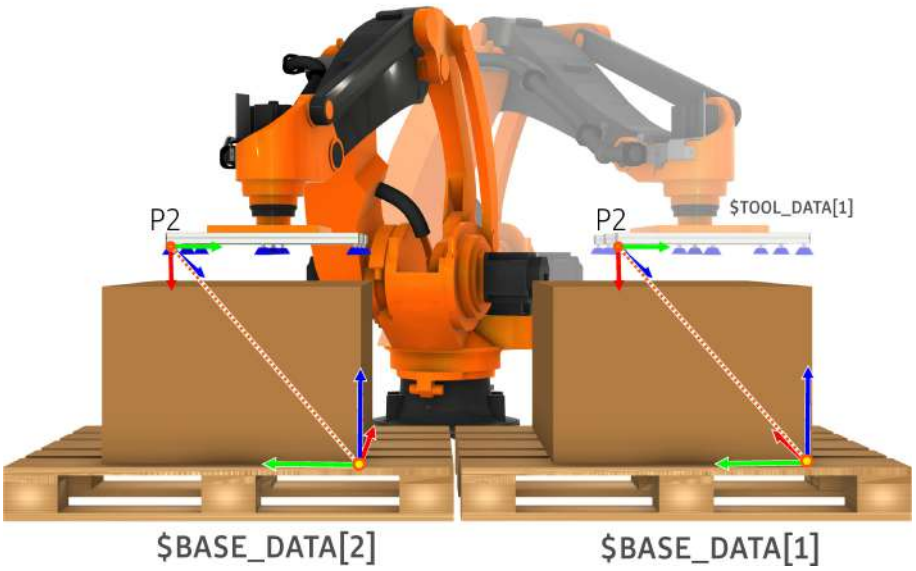


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 29.5 Modificación de los datos del Frame

### Efectos al modificar los datos del Frame

Si los datos del Frame (p. ej. Tool, Base) se modifican, se produce un desplazamiento de la posición (ver "Datos de desplazamiento"). Cambia la posición del robot (corresponde a la posición angular del eje del robot). Las coordenadas antiguas del punto siguen guardadas y válidas. Solo cambia la referencia (p. ej., la base). Puede sobrepasarse el campo de trabajo. Por ello el robot no puede alcanzar determinadas posiciones. Si el robot debe quedar en la misma posición pero, no obstante, deben cambiar los parámetros del Frame, se deben actualizar las coordenadas con "TouchUp" después de modificar los parámetros (p. ej., base) en la posición deseada.




Además, aparece un aviso: "Atención, al cambiar los parámetros del Frame referentes a los puntos, existe peligro de colisión.".

## 29.6 Modificación de los datos de movimiento

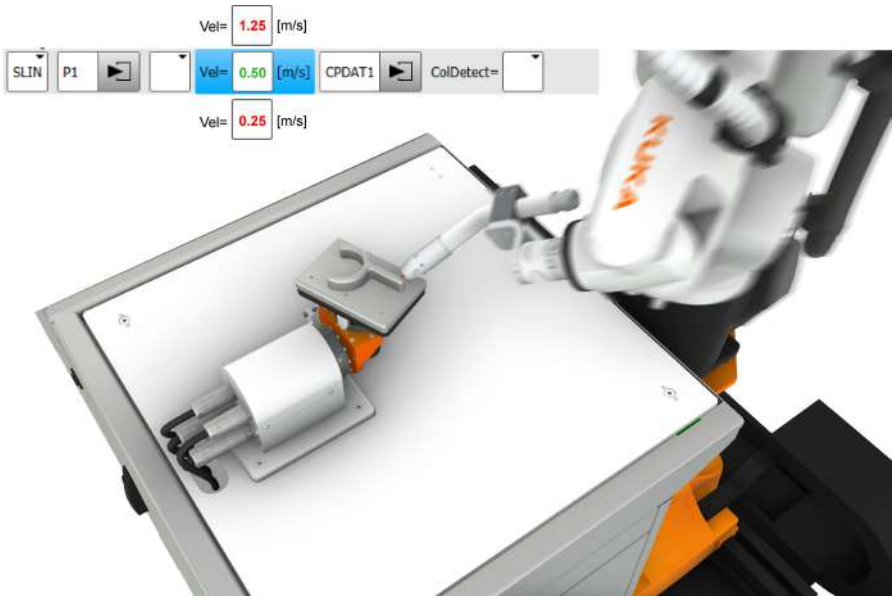
### Efectos de modificar los datos de movimiento

Al modificar la velocidad o la aceleración, cambia el perfil de traslación. Ello puede repercutir en el proceso de fabricación, sobre todo en las aplicaciones de trayectoria:

- Espesor de un cordón de pegado.
- Calidad de una costura soldada.



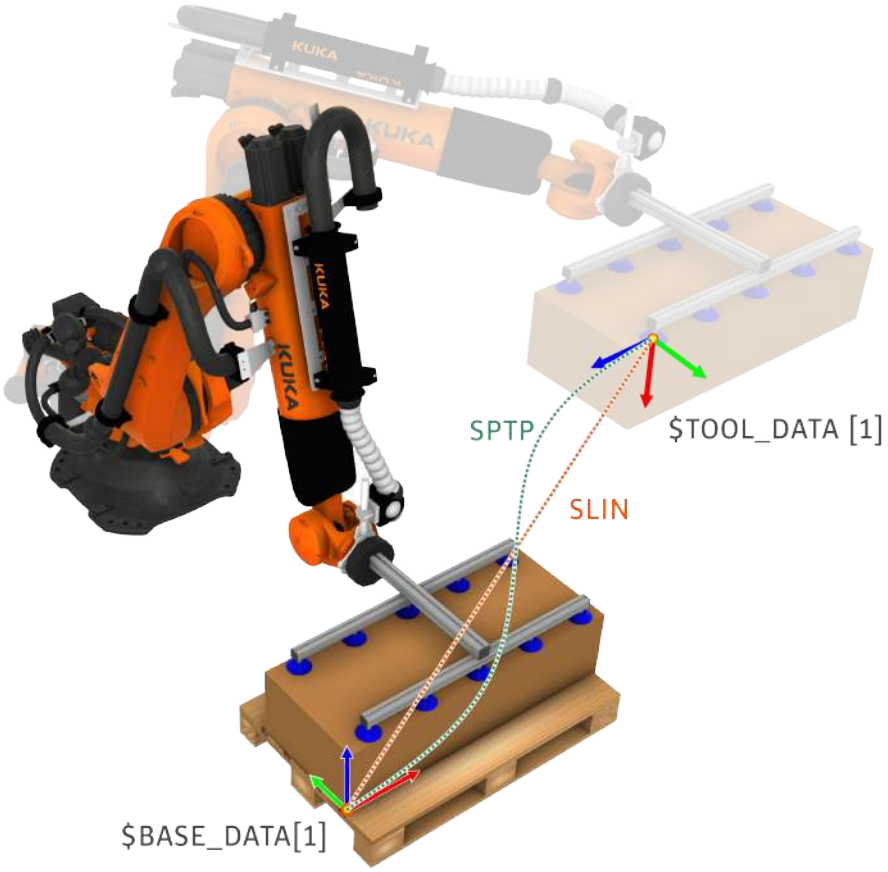
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




## 29.7 Modificación del tipo de movimiento

### Efectos de modificar el tipo de movimiento

Al cambiar el tipo de movimiento siempre cambia el cálculo de trayectoria. En casos desfavorables se podrían producir colisiones porque la trayectoria puede cambiar de forma imprevisible.




### Renombrado de puntos

1. Marcar con el cursor el punto que se desea renombrar.
2. Abrir el formulario inline con el botón "Modificar".



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

3. Modificar el nombre del punto en el formulario inline (campo Nombre del punto).
4. Aceptar las modificaciones con el botón "Instrucción OK".
5. Aparece el siguiente diálogo: *¿Mantener las coordenadas anteriores para el punto "Nombre del punto"? (TOOL_DATA[n], BASE_DATA[n], #BASE)*
6. Con el botón "Sí" se copian las coordenadas anteriores del punto original.

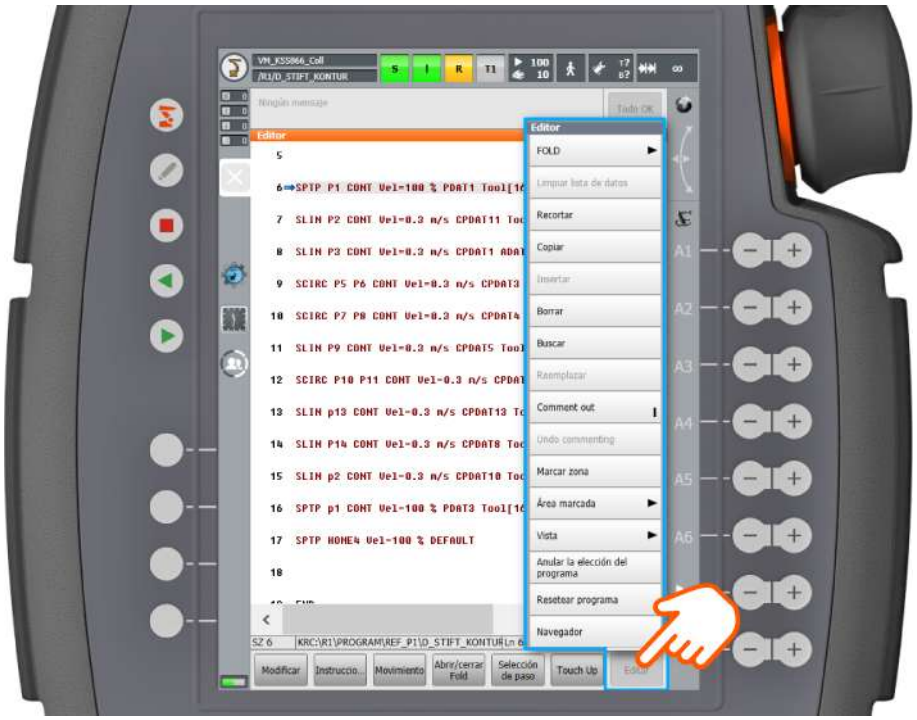
**Uso múltiple de puntos**

1. Insertar un nuevo formulario inline en la posición de programa deseada.
2. Introducir el nombre del punto que debe reutilizarse en el formulario inline (campo Nombre del punto).

   Tener en cuenta la correcta escritura del nombre original del punto.
3. Realizar ajustes adicionales y aceptar con el botón "Instrucción OK".
4. Aparece el siguiente diálogo: *El punto "Nombre del punto" ya existe: ¿sobrescribir? (TOOL_DATA[n], BASE_DATA[n], #BASE)*
5. Para no sobrescribir los parámetros existentes del punto original, pulse el botón "No".

## 29.8 Manejo de puntos de movimiento existentes

**Procedimiento**






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación con formularios inline > **Modificar parámetros de movimiento** |



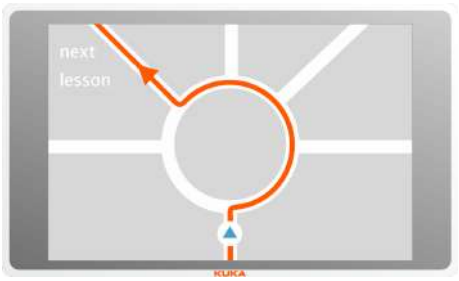
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 30 Guardar los puntos de movimiento programados de forma global

## 30.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Aprenderá a crear programas mediante plantillas.
- Adaptará las vistas en el explorador.
- Adaptará las vistas en el editor.
- Limitará los errores en los programas y los subsanará de forma específica.

## 30.2 Programar con puntos globales

**Descripción**

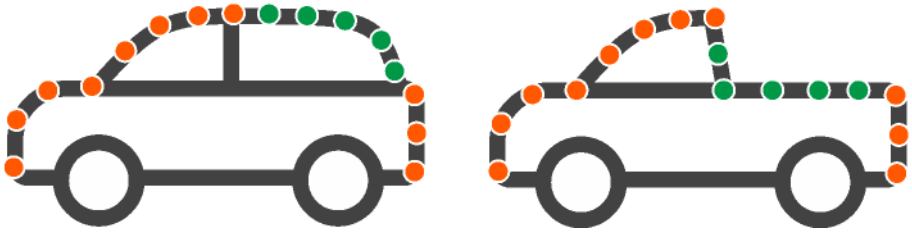


**Fig. 30-1: Puntos globales y locales**

- En el ejemplo de arriba deben aproximarse puntos a dos vehículos similares.
  - Los **puntos naranjas** se usan cuando las dos carrocerías son **idénticas**.
  - Los **puntos verdes** se indican cuando las dos carrocerías son **diferentes**.
- Se han previsto programas diferentes para ambos vehículos.
- Para minimizar el esfuerzo de programación y cuidado:
  - Los puntos naranjas se programan por aprendizaje como **puntos globales**.
  - Los puntos verdes se indican como **puntos locales** en la lista de datos del programa.
- En la unidad de control, los puntos globales se guardan en una lista de datos de puntos independiente.

El administrador debe habilitar la función **Programar por aprendizaje los puntos globales**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Gestión de derechos

Para que incluso los grupos de usuario inferiores puedan usar la funcionalidad de programación por aprendizaje de puntos globales, el administrador deberá habilitarla en la administración de derechos.

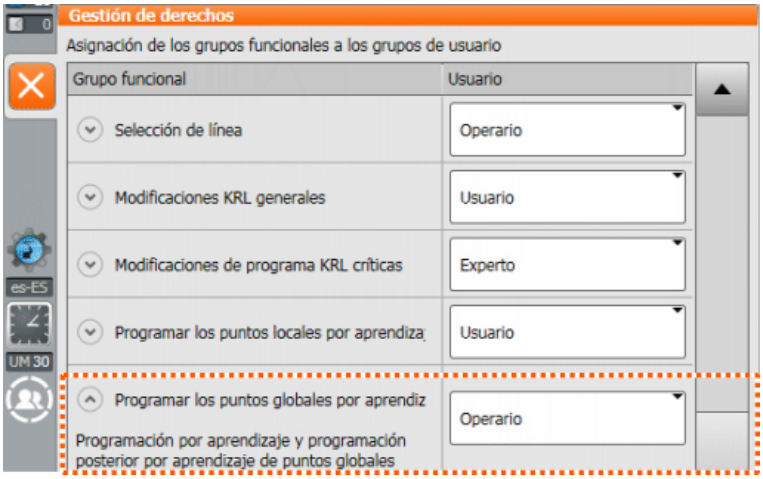



**Fig. 30-2: Administración de derechos**

### Limitaciones

Los puntos globales son posibles para los siguientes movimientos:

- SLIN (tanto en bloque Spline como individualmente)
- SPTP (tanto en bloque Spline como individualmente)
- LIN
- PTP

Los puntos globales no son posibles para:

- Bloque SPLINE como un todo
- SCIRC
- CIRC

Las posiciones HOME ya son puntos globales.

### Procedimiento

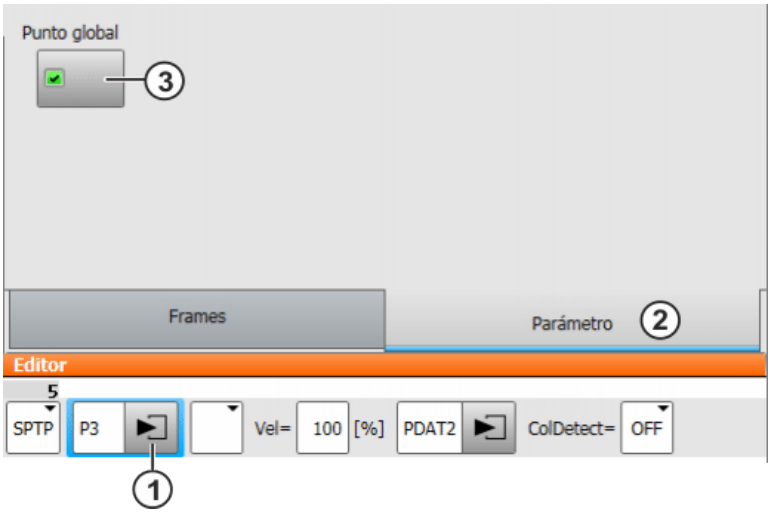



**Fig. 30-3: Activar punto global**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

1. Abrir el parámetro de punto (1) en el formulario inline.
2. Cambiar a la pestaña **Parámetros** (2).
3. Activar el punto global (3) usando el botón con el mismo nombre.
4. Marcar un punto global en el formulario inline abierto usando el suplemento **GLOBAL**

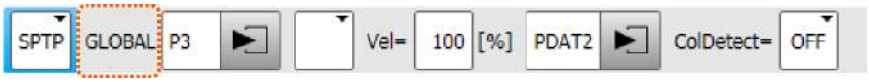



**Fig. 30-4: Punto global en el formulario inline**

5. Adoptar el punto usando el botón **OK**.
6. En el editor, el nombre de los puntos globales va entre **corchetes angulares <>**.
   - **Punto local guardado**

```
1 SPTP P3 Vel = 100% ....
```

   - **Punto global guardado**

```
1 SPTP <P3> Vel = 100% ....
```

Para cada punto se puede decidir si se va a guardar como punto local o guardar.

**AVISO**

Si se vuelve a modificar la posición de un punto global mediante Touch-Up, el sistema avisa sobre un posible uso múltiple/peligro de colisión.

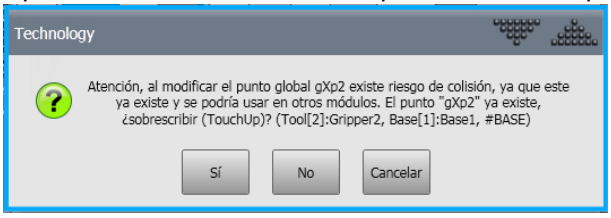



**Fig. 30-5: Mensaje de observación**

### Global_Points.dat

- Puntos que se activan globalmente en el formulario inline, se guardan en Global_Points.dat.
- **Ruta de menú:** *KUKA_DISK C: > KRC > Robot > KRC > R1 > Sistema > Global_Points.dat*

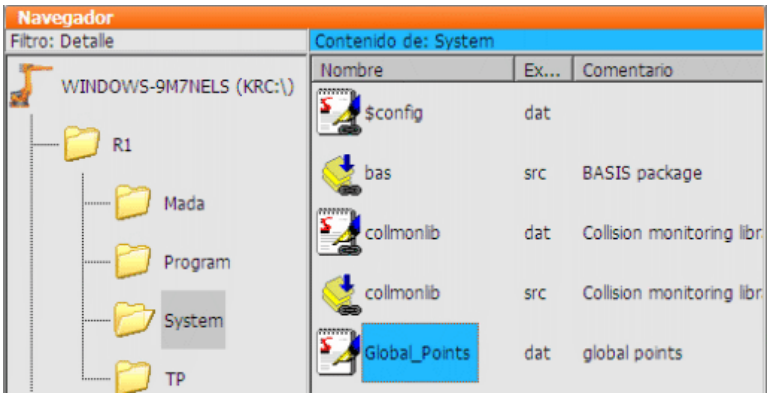



**Fig. 30-6: Global_Points.dat**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Ejemplo:** Punto guardado en **Global_Points.dat**

```
DEFDAT  GLOBAL_POINTS PUBLIC

DECL GLOBAL E6POS gXP1={X 1765.00,Y -2.81284883E-07,Z
1784.00,A 0.0,B 90.0000,C 9.13112519E-09,S 6,T 26,E1
0.0,E2 0.0,E3 0.0,E4 0.0,E5 0.0,E6 0.0}
DECL GLOBAL FDAT gFP1={TOOL_NO 1,BASE_NO 0,IPO_FRAME
#BASE,POINT2[] " "}
DECL GLOBAL PDAT gPPDAT1={VEL 100.000,ACC
100.000,APO_DIST 100.000,APO_MODE #CPTP,GEAR_JERK
50.0000,EXAX_IGN 0}

ENDDAT
```

- **Sintaxis:**
  - Punto programado por aprendizaje mediante un formulario inline en la **lista de datos local**.

```
xP1 = {X 1700, Y 23, Z 1200, A 0, B 90, C 45}
```

  - Punto programado por aprendizaje mediante un formulario inline en **Global_Points.dat**.

```
gxP1 = {X 1700, Y 23, Z 1200, A 0, B 90, C 45}
```

Los diferentes prefijos **xPn** y **gxPn** permiten identificar de manera unívoca cada punto en la unidad de control.

## 30.3 Mostrar y modificar puntos globales en una vista general

### Descripción

Los puntos globales pueden generarse en cualquier módulo del programa. La vista general de "Puntos globales" se puede activar a través del smartPAD y muestra todos los puntos globales existentes en la unidad de control. Por lo general, los puntos incluidos en **Global_Points.dat** pueden editarse en la vista general.

### Procedimiento

1. Seleccionar en el menú principal **Configuración** > **Puntos globales**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

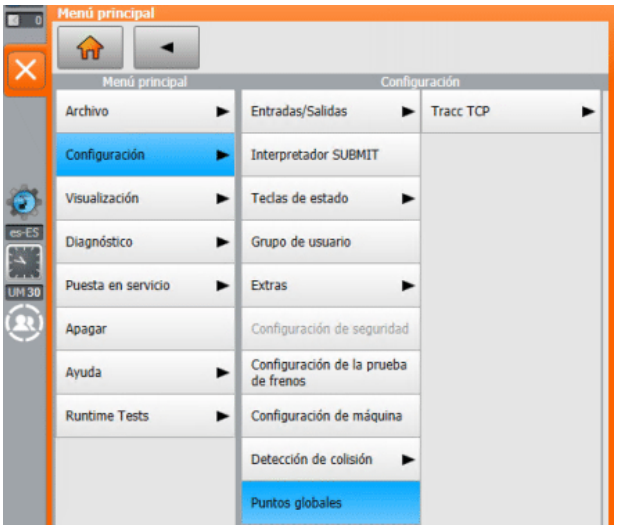



**Fig. 30-7: Ruta de menú, puntos globales**

2. Se abre la ventana **Puntos globales**.




**Fig. 30-8: Resumen del punto, búsqueda**

3. Buscar los puntos globales y modificarlos en caso necesario.
4. Pulsar **Guardar**. Se muestra una pregunta de seguridad.
5. Si se responde a la pregunta de seguridad con **Sí**, se guardan los cambios.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## Ventana Puntos globales

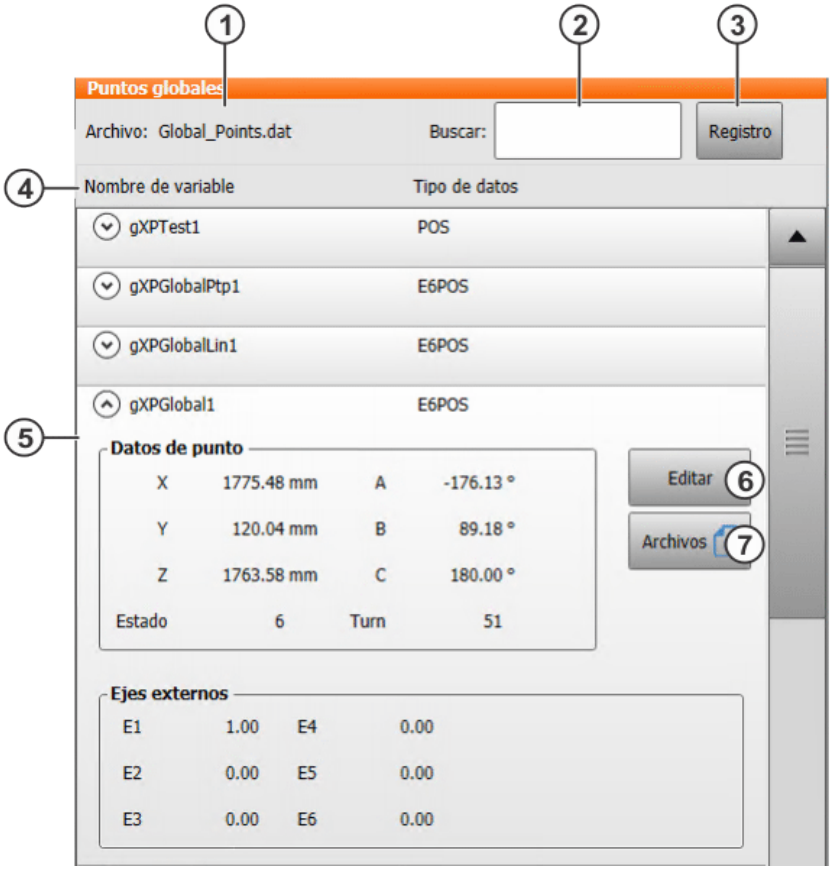



**Fig. 30-9: Ventana Puntos globales**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Fichero cuyos puntos globales se muestran<br>De forma estándar aquí solo está disponible el Global_Points.dat. Es posible añadir otros ficheros. |
| 2 | Introducir el nombre o parte de un nombre que debe utilizarse para el filtrado de la visualización |
| 3 | Archiva todos los puntos globales en C:\KRC\Roboter\LOG\GlobalPointsLogFile.txt. (Independientemente del fichero seleccionado, en su caso, en la pos. 1.) |
| 4 | Lista de los puntos con indicación del nombre de variable y el tipo de fichero<br>Las entradas de la lista pueden desplegarse mediante el símbolo de flecha. |
| 5 | Entrada desplegada, muestra los datos de punto |
| 6 | Abre una entrada de la lista en el modo de edición. |
| 7 | Muestra una lista de todos los ficheros en los que se utiliza el punto global en cuestión. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Ejemplo: Vista general del uso**

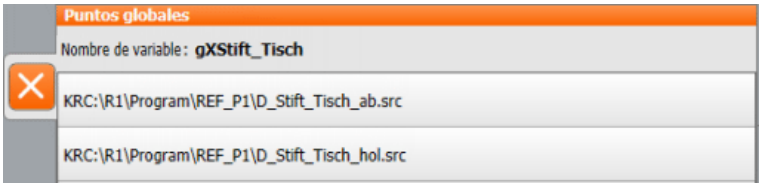



**Fig. 30-10: Puntos globales, utilización**

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación con formularios inline > Puntos globales |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Guardar los puntos de movimiento programados de forma global

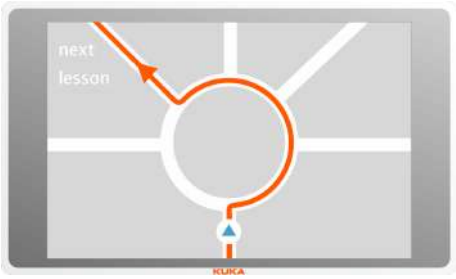


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 31 Conocer el paquete de opciones KUKA.Gripper y SpotTech

## 31.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Conocerá el paquete de opciones KUKA.Gripper y Spottech y su funcionamiento.

## 31.2 Descripción de la situación

**Descripción**

Las herramientas, como las garras de la célula de formación (3), deben abrirse o cerrarse durante el tiempo de ejecución del programa. Se logra una modificación del estado mediante las salidas configuradas ($OUT). La herramienta indica el estado actual en la unidad de control mediante las entradas ($IN). Por norma general, la transmisión a la garra se realiza a través de un sistema configurado del bus de campo mediante los módulos digitales de entrada y salida (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

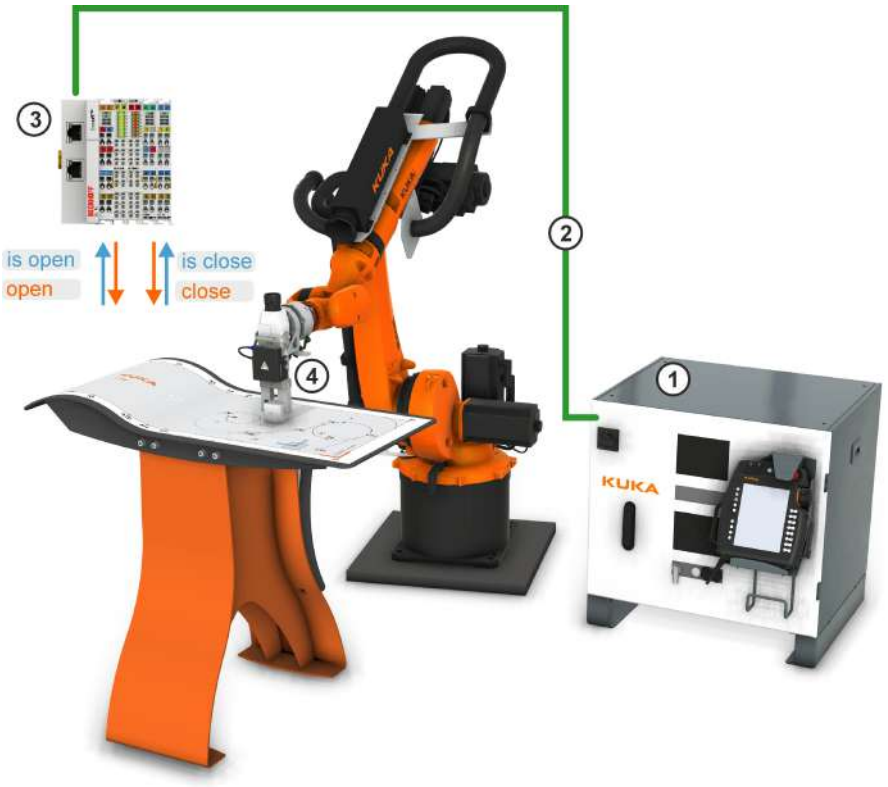



**Fig. 31-1: Control de la garra**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Unidad de control | 3 | Módulo de bus de campo con módulos de entrada y salida |
| 2 | Bus de campo | 4 | Garras con entradas y salidas digitales |

**Asignación de la garra en el ejemplo de las células de formación College**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Abrir garra | $OUT[25] | Garra abierta | $IN[25] |
| Cerrar garra | $OUT[26] | Garra cerrada | $IN[26] |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA.GripperSpotTech 5.0**<br>Para KUKA System Software 8.5, 8.6 y 8.7 |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |

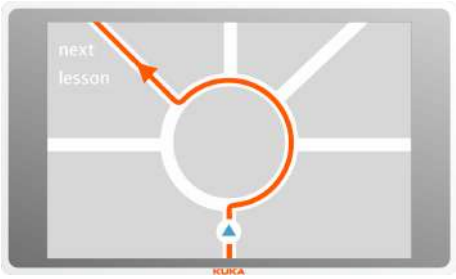


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 32 Integrar la garra a través del paquete de opciones KUKA.Gripper y SpotTech

## 32.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Configurará las garras a través del paquete de opciones KUKA.Gripper y SpotTech.

## 32.2 Configurar garra

**Descripción**

Las siguientes funciones son compatibles con KUKA.GripperTech:

- Activación de diferentes tipos de garra
- Consultas e indicaciones de la posición actual de la garra
- Determinación de las condiciones para activar una posición determinada de la garra (sin parte de la presente formación)
- Programación de una lógica propia de usuario (sin parte de la presente formación)
- Se pueden configurar hasta 16 tipos diferentes de garras en la unidad de control.

**Procedimiento**

**Ruta de menú:** *Pulsador del robot* > *Configuración* > *Gripper/SpotTech* > *Garra*

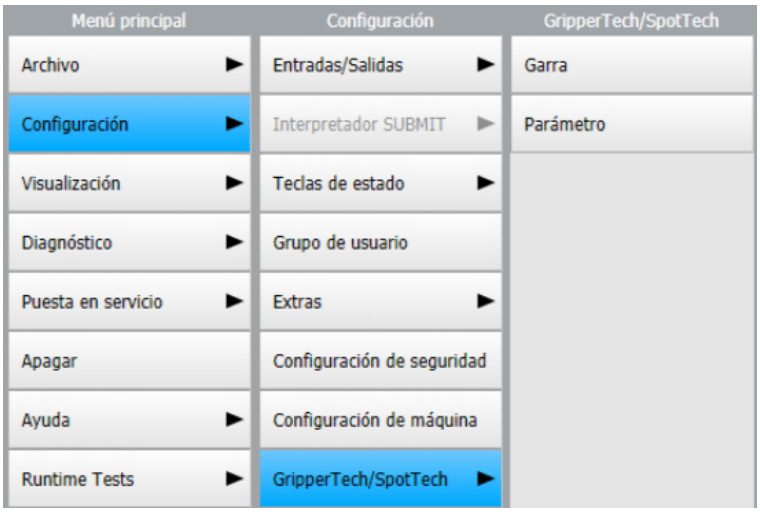



**Fig. 32-1: Ruta de menú**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Pestaña: Garra

- En la pestaña **Garra (A)** se configuran ajustes específicos de la garra.
- En las siguientes pestañas **Estados y E/S** se definen tanto los estados de conmutación aquí establecidos como las entradas y salidas.

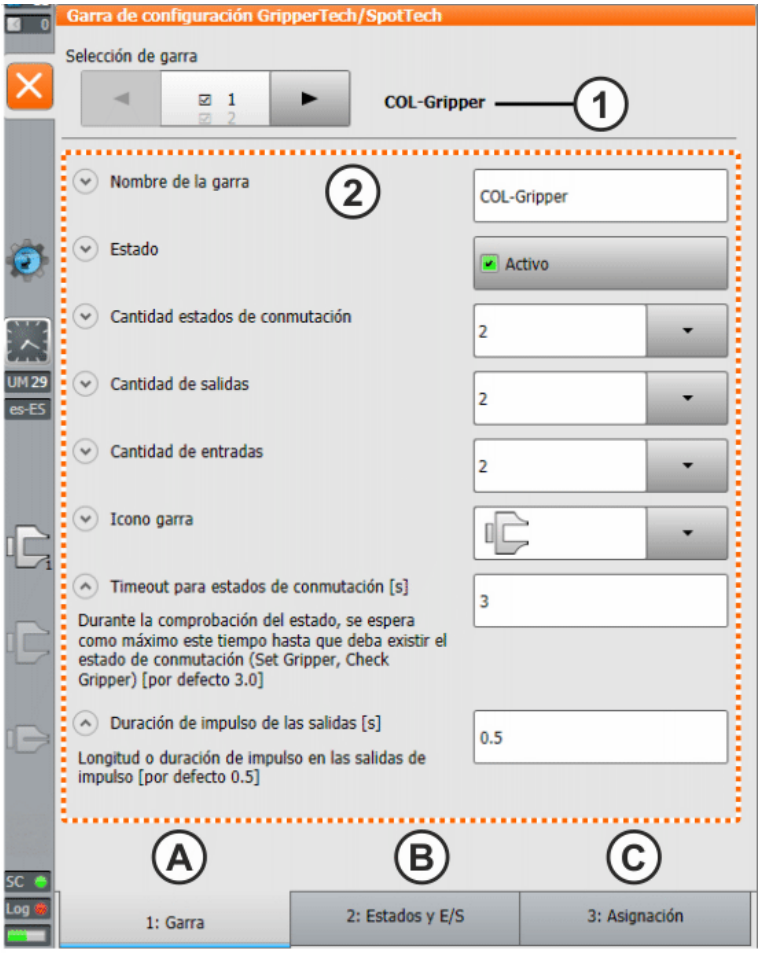



**Fig. 32-2: Pestaña: Garra**

| Parámetro | Descripción |
|---|---|
| Selección de garra (1) | Determinación de la garra que debe configurarse.<br>Se dispone de 16 posiciones de memoria: |
| Nombre de la garra (2) | Nombre de la garra (máx. 24 caracteres)<br>El nombre se indica en el formulario inline. El nombre predefinido puede modificarse. |
| Estado (2) | • Con símbolo de confirmación: Las garras únicamente pueden manejarse mediante la tecla de estado y programarse mediante el ILF.<br>• Sin símbolo de confirmación: La garra no está activa. |
| Cantidad estados de conmutación (2) | Número de estados de conmutación de la garra<br>• **1 … 6** |
| Cantidad de salidas (2) | Número de salidas con las que se controla la garra.<br>• **1 … 6** |
| Cantidad de entradas (2) | Número de entradas con las que se supervisa la garra.<br>• **1 … 6** |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Parámetro | Descripción |
|---|---|
| Icono garra (2) | Selección de iconos para la tecla de estado y para el PlugIn de visualización<br>Por defecto: Iconos con Núm. |
| Timeout para estados de conmutación (2) | Durante la comprobación del estado, se espera como máximo este tiempo hasta que deba existir el estado de conmutación (Set Gripper con supervisión, Check Gripper).<br>Transcurrido este tiempo, si el estado de conmutación todavía no consta, se inicia la estrategia de error.<br>Si existe estrategia de error, el programa se reanuda sin esperar este tiempo.<br>• **0…10 s**<br>Por defecto: 3 s |
| Duración de impulso de las salidas (2) | Duración de impulso de las salidas definidas como impulso.<br>• **0…3 s**<br>Por defecto: 0,5 s |

Mediante los símbolos de flecha, además de los parámetros, se muestra una descripción aproximada.
Véase como ejemplo en la figura *Timeout para estados de conmutación [s]* y *Duración de impulso de las salidas [s].*

**Pestaña: Estados y E/S**

- En la pestaña **Estados y E/S (B)** se asignan tanto los estados de conmutación (2) como las salidas (3) y entradas (4).
- Aquí se asignan los estados de conmutación definidos para las entradas y salidas, así como las condiciones para el manejo manual.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

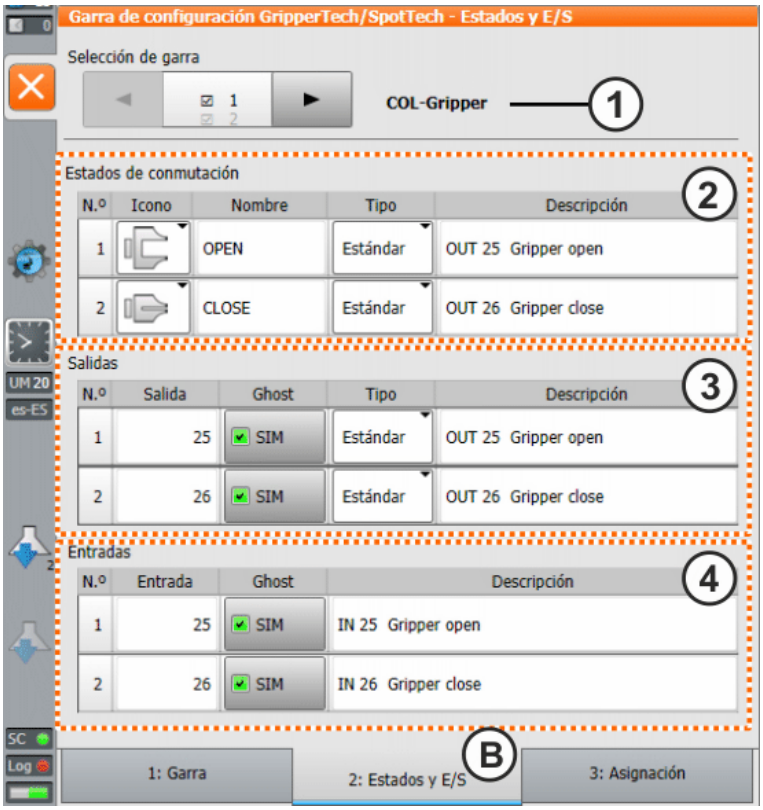



**Fig. 32-3: Pestaña: Estados y E/S**

- **Estados de conmutación (2)**

| Parámetros | Descripción |
|---|---|
| **N.º** | Número del estado de conmutación<br>Índice interno para la unidad de control que empieza con 1 y es constante.<br>No se puede modificar |
| **Imagen** | Icono de estado de conmutación<br>Selección de iconos que deben mostrarse en las teclas de estado y en el PlugIn de visualización para el estado de conmutación. |
| **Nombre** | Nombre del estado de conmutación<br>Se muestra en los formularios inline cuando se selecciona la garra correspondiente. |
| **Tipo** | Tipo de tecla de estado para este estado de conmutación<br>– Tecla estándar: La acción se ejecuta de inmediato.<br>– Tecla crítica: Para que la acción se lleve a cabo, la tecla debe accionarse 2 veces seguidas en 4 s. Únicamente las 3 teclas de estado podrán definirse como tecla crítica. Las otras 3 solo podrán mostrarse en el PlugIn de indicador y, por ello, no definirse como críticas. |
| **Descripción** | Descripción del estado de conmutación |

- **Salidas (3) y entradas (4)**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Parámetros | Descripción |
|---|---|
| **N.º** | Índice interno para la unidad de control de salida<br>Índice interno para la valoración de la entrada<br>Empieza con el 1 y sigue con números correlativos.<br>No se puede modificar |
| **Salida/Entrada** | Salida y entrada<br>Por defecto: 0 |
| **Ghost/SIM** | Ajuste si las entradas/salidas deben establecerse o valorarse en modo Ghost.<br>Entradas:<br>– Sim con símbolo de confirmación: Entrada no valorada.<br>– Sim sin símbolo de confirmación: La entrada también se valorará en modo Ghost.<br>Salidas:<br>– Sim con símbolo de confirmación: Salida no establecida.<br>– Sim sin símbolo de confirmación: La salida también se ajusta en modo Ghost |
| **Tipo** | Tipo de salida<br>– Estándar: La salida se define como salida estándar. El estado se mantiene.<br>– Pulso: La salida se define como salida de impulso. El estado establecido se mantiene únicamente durante un tiempo determinado. |
| **Descripción** | Texto largo de salida y entrada |

**Pestaña: Asignación**

- En la pestaña **Asignación (3)** se asignan a los estados de conmutación definidos las entradas y salidas definidas, así como las condiciones para el manejo manual.
- Para que los estados de conmutación, así como las entradas y salidas, estén disponibles en esta pestaña, estas deben definirse en las pestañas previas **Estados y E/S**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

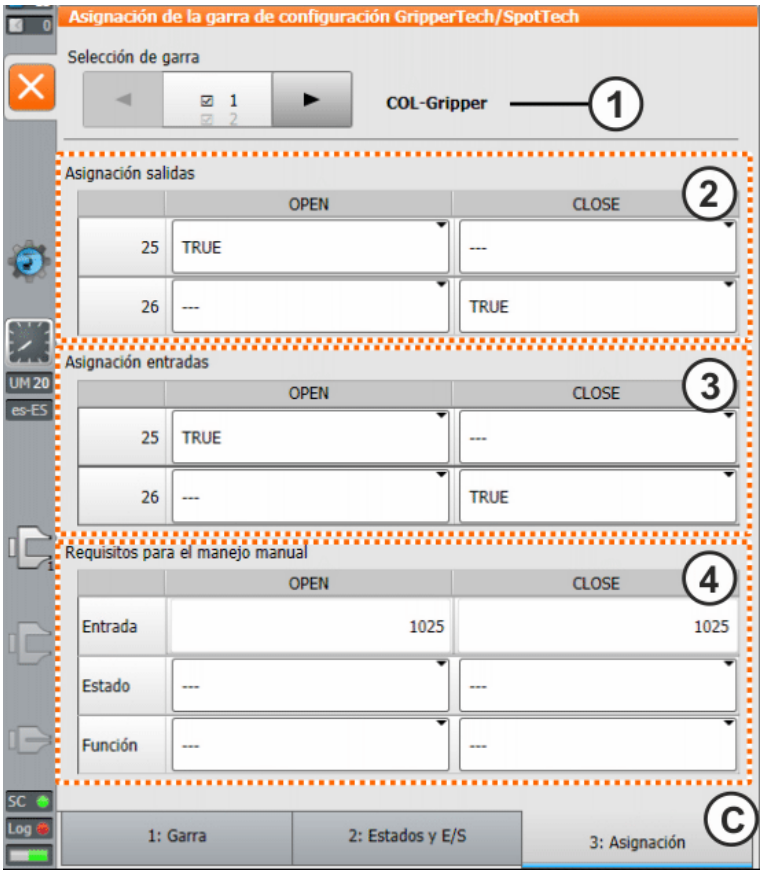



**Fig. 32-4: Pestaña: Asignación**

| Asignaciones | Descripción |
|---|---|
| **Asignación salidas (2)** | Establecimiento de salidas para un estado<br>• **TRUE**: La salida se pone en TRUE.<br>• **FALSE**: La salida se pone en FALSE.<br>• [*vacío*]: No se establece la salida, se mantiene el estado actual. |
| **Asignación entradas (3)** | Valoración de las entradas para un estado de conmutación<br>• **TRUE**: La entrada debe estar establecida.<br>• **FALSE**: No se autoriza el establecimiento de la entrada.<br>• [*vacío*]: La entrada no es relevante y no se valora. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Asignaciones | Descripción |
|---|---|
| **Requisitos para el manejo manual (4)** | Para el establecimiento manual del estado de conmutación pueden establecerse hasta 3 condiciones. El estado de conmutación solo se establece después de que se cumplan las condiciones establecidas.<br>Entrada:<br>• Se establece el número de entrada.<br>• La entrada definida debe ser **TRUE**.<br>• Por defecto: 1025<br>Estado:<br>• Selección de estados de conmutación definidos<br>• El nuevo estado de conmutación se establece cuando existe el estado de conmutación definido en la pestaña "Estados y E/S".<br>• Por defecto: [*vacío*]<br>Función:<br>• Selección de hasta 10 rutinas de usuario diferentes. Estas pueden programarse en el Grp_User.src (R1\TP\GripperSpotTech). Cada condición devuelve un valor de retorno.<br>• Valor de retorno:<br>– **TRUE**: Se establece el estado de conmutación.<br>– **FALSE**: No se establece el estado de conmutación.<br>• Por defecto: [*vacío*] |

## 32.3 Parametrizar garra

**Descripción**

**Modo Ghost**

Por norma general, si se pone en funcionamiento la instalación o tras finalizar una sección de producción "marcha en vacío", se lleva a cabo sin componentes. La marcha en vacío se denomina **modo Ghost** en la configuración. Para evitar una acción involuntaria de la garra, p. ej., la garra recoge un componente, puede desactivarse de forma explícita en la configuración. Por norma general, en el caso de las garras succionadoras, se opta por otra vía. Aquí, en lugar del estado Aspiración, se controlan las garras con el estado Soplado. Los estados se cambian. En el caso de una recogida de la chapa, puede evitarse un deslizamiento o desplazamiento de forma segura. El modo Ghost puede activarse o desactivarse manualmente mediante el menú de configuración. De forma alternativa, el modo Ghost puede conectarse o desconectarse también mediante las entradas y salidas del PLC.

**Procedimiento**

**Parámetros de la garra**

- **Ruta de menú:** *Pulsador del robot > Configuración > Gripper/SpotTech > Parámetros*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 32-5: Ruta de menú**

- Parámetros de la garra

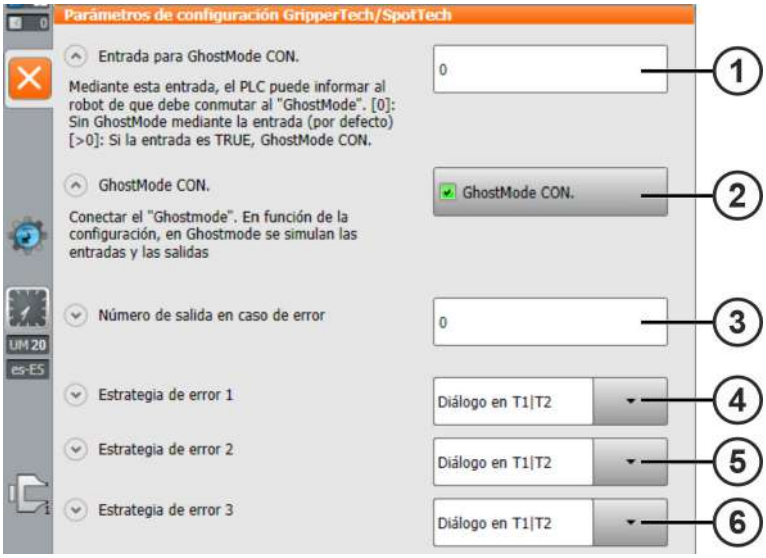



**Fig. 32-6: Parámetros de la garra**

| Parámetro | Descripción |
|---|---|
| **Entrada para GhostMode ON (1)** | Número de entrada mediante el que se enciende el GhostMode<br>– **0**: GhostMode no se conmuta mediante una entrada.<br>– **1 …4096/8192**: Si la entrada es TRUE, el GhostMode estará activo.<br>Por defecto: 0 |
| **Modo Ghost ON (2)** | El GhostMode se conecta (no mediante la entrada)<br>– Con símbolo de confirmación: El GhostMode está conectado.<br>– Sin símbolo de confirmación: El GhostMode está desconectado.<br>Por defecto: El GhostMode está desconectado. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Parámetro | Descripción |
|---|---|
| **Número de salida en caso de error (3)** | Número de salidas que se establece con un error (información de error en la unidad de control de rango superior).<br>– **0**: No se establece ninguna salida.<br>– **1 … 4096/8192**: Salida establecida con este número.<br>Por defecto: 0 |
| **Estrategia de error 1…3 (4-6)** | Pueden configurarse 3 estrategias de error que luego podrán seleccionarse en los formulario inline con supervisión de garra.<br>Las estrategias de error seleccionadas se efectúan cuando no existe el estado de conmutación. |





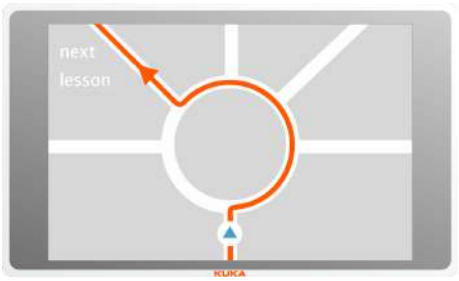
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 33 Manejar y programar las garras a través del paquete de opciones KUKA.Gripper y SpotTech

## 33.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Manejará la garra a través del smartPAD.
- Programará y supervisará la garra para el tiempo de ejecución mediante formularios inline.
- Podrá visualizar las señales de la garra a través del smartPAD.

## 33.2 Manejo de la garra con KUKA.GripperTech

**Descripción**

Para el manejo sencillo de la garra o de la pinza de soldadura por puntos, se dispone de cuatro teclas de estado independientes en el smartPAD. El cliente puede adaptarlos mediante la configuración. En el smartPAD, a la derecha del botón de estado, hay un icono que aclara la función.

**Procedimiento**

**Mostrar las teclas de estado**




**Fig. 33-1: Mostrar las teclas de estado**

- Si tras una nueva instalación o tras un arranque en frío, no se dispone de teclas de robot, estas pueden mostrarse manualmente.
- **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Configuración* > *Teclas de estado* > *Gripper/SpotTech o ServoTech*
  (en función de la tecnología utilizada)



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Manejo de la garra**

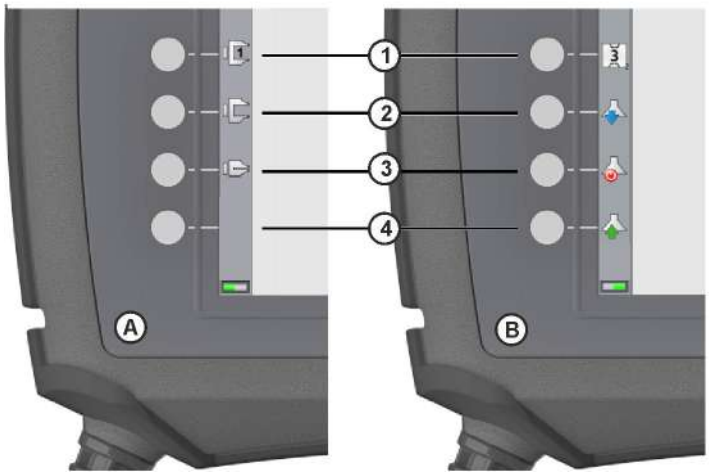



**Fig. 33-2: Teclas de garra**

- Pulsando varias veces la tecla de estado (1) puede pasarse de una garra configurada a otra.
- **Imagen A: Garra estándar**
  Garra con teclas de estado para las funciones Abrir (2) y Cerrar (3).
  Para ello, accionar al mismo tiempo el pulsador de validación. Los símbolos se "activan".
- **Imagen B: Garra de aspiración**
  Garra con teclas de estado para las funciones Soplado (2), OFF (3) y Aspiración (4).
  Para ello, accionar al mismo tiempo el pulsador de validación. Los símbolos se "activan".

**ADVERTENCIA**

Al utilizar el sistema de garras existe riesgo de aplastamiento y corte. Las personas que manejan la garra deben asegurarse de que la garra no pueda aplastar ninguna parte del cuerpo.

### 33.2.1 Visualizar señales de la garra en el smartPAD

**Descripción**

Mediante el indicador de garra se puede visualizar el estado actual de la garra en smartPAD. De esta forma, es posible realizar un manejo seguro, especialmente en garras complejas (p. ej. garras succionadoras).

**Procedimiento**

1. **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Visualizar* > *Gripper/SpotTech*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 33-3: Indicación de señales de garras**

2. **Ejemplo: Garra College**

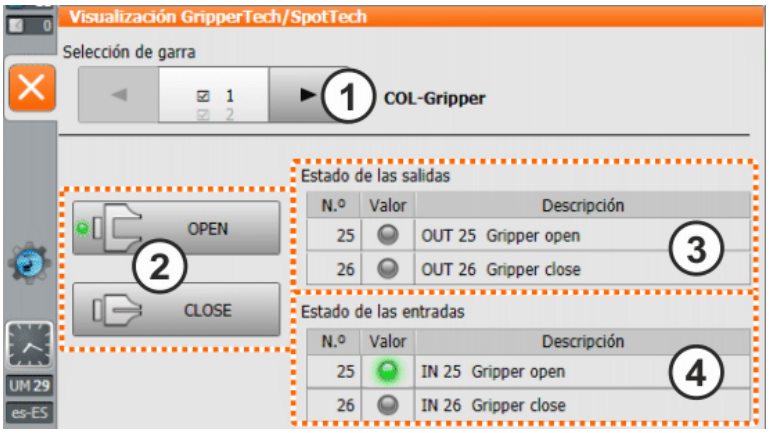



**Fig. 33-4: Indicar señales de garra**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Selección de la garra que debe mostrarse. |
| 2 | Abrir y cerrar los estados de conmutación<br>Los botones pueden utilizarse para controlar la garra como alternativa a las teclas de la garra.<br>El último estado de conmutación ajustado se muestra mediante un icono de LED en las teclas de estado:<br>– Verde: Estado de conmutación correcto<br>– Rojo: El estado de conmutación es incorrecto, las entradas defectuosas se mostrarán también con un icono de LED rojo |
| 3 | Acceso salidas<br>– 25 gris: No se ha pulsado abrir la tecla de la garra > Salida FALSE<br>– 26 gris: No se ha pulsado cerrar la tecla de la garra > Salida FALSE |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 4 | Estado de las entradas<br>– 25 verde: La garra tiene el estado abierta > Entrada TRUE<br>– 26 gris: La garra no se ha cerrado (no tiene ningún componente) > Entrada FALSE |

3. **Ejemplo de una garra succionadora**

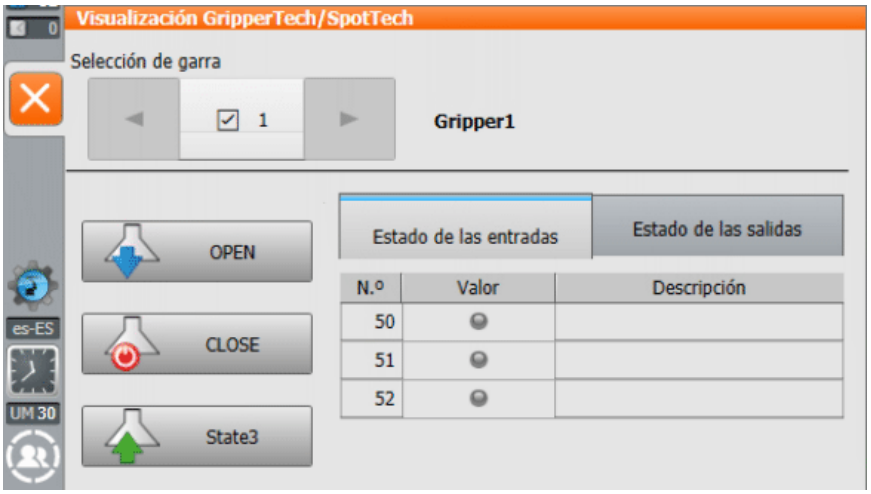



**Fig. 33-5: Señales de garra de una garra succionadora**

## 33.3 Conocer los formularios inline para la garra

### Descripción

Con el paquete de tecnología KUKA.GripperTech es posible programar, directamente en el programa seleccionado, las instrucciones de la garra utilizando formularios inline predefinidos. Existen dos instrucciones disponibles para controlar la garra.

- **Gripper SET**
  Instrucción para abrir y cerrar la garra College en el programa.
- **Gripper SYN SET**
  Instrucción para abrir y cerrar la garra College en el programa.
  Además, el punto de conmutación temporalmente y en relación a la trayectoria.

### Funciones de la programación de garra

Básicamente, es posible programar la instrucción de garra de tal manera que se ejecute respecto al punto de inicio o de destino.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

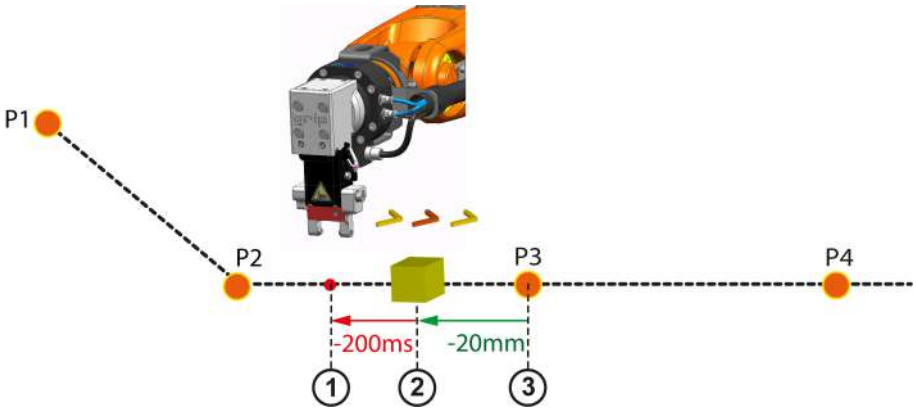



**Fig. 33-6: Ejemplo de funciones de agarre con desplazamiento local y temporal**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Abrir garra |
| 2 | Posición de la garra |
| 3 | Punto programado |

- En el ejemplo, un cubo (2) que se debe recoger está situado 20 mm por delante del punto programado P3 (3).
- 200 ms antes de alcanzar el cubo (1) debe abrirse la garra del robot.

**ADVERTENCIA**

Una instrucción de garra con procesamiento durante el movimiento debe ser seleccionada cuidadosamente, ya que el uso imprudente puede provocar daños personales o materiales por piezas volantes o colisiones.

### 33.3.1 Programar la garra con formularios inline

**Procedimiento**

1. En el programa seleccionado, marcar las filas del programa bajo las que debería añadirse una instrucción de garra.

```
1 INI
2
3 SPTP HOME Vel=100% % DEFAULT
4 SLIN P1 Vel=2m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
5 SLIN P2 Vel=0.2m/s CPDAT2 Tool[1] Base[1]6
6 ;#### Introducir aquí la instrucción de garra. ###
7 SLIN P3 Vel=0.2m/s CPDAT3 Tool[1] Base[1]
8 SLIN P4 Vel=2m/s CPDAT3 Tool[1] Base[1]
9 ...
```

2. **Ruta de menú:** *Instrucciones* > *GripperTech* > *Gripper....*
   Introducir la instrucción de garra deseada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

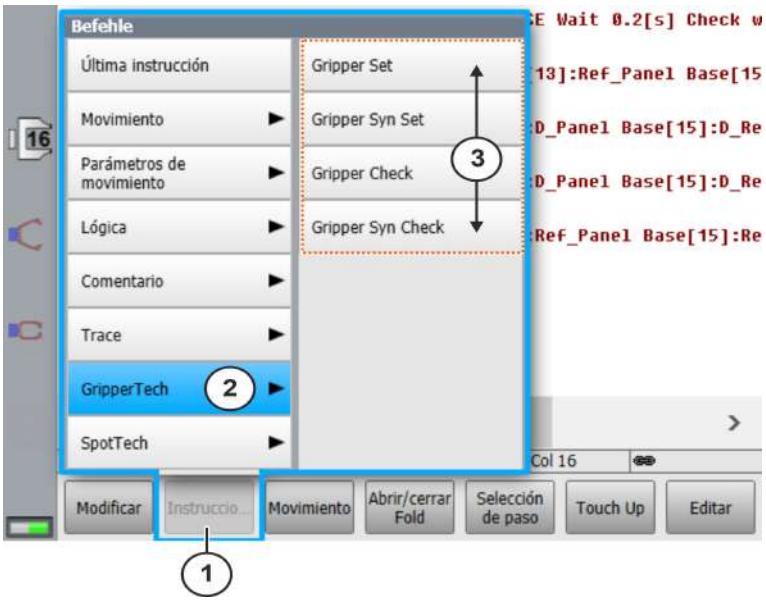



**Fig. 33-7: Comandos de la garra**

3. En el formulario inline, ajustar el estado deseado de la garra, el tiempo de espera o una estrategia contra errores.
   Ejemplo: **Gripper SET**

```
1 INI
2
3 SPTP HOME Vel=100% % DEFAULT
4 SLIN P1 Vel=2m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
5 SLIN P2 Vel=0.2m/s CPDAT2 Tool[1] Base[1]
6 ; ### Instrucción de garra ###
7 Gripper SET [1]Gripper State=[1]OPEN Wait 0.2[s]Check
with No Check
7 SLIN P3 Vel=0.2m/s CPDAT3 Tool[1] Base[1]
8 SLIN P4 Vel=2m/s CPDAT3 Tool[1] Base[1]
9 ...
```

### Gripper SET

El estado de conmutación de la garra se establece con el formulario inline.

El estado de conmutación puede conectarse en la ejecución principal o en la alimentación.

En caso de utilizarse en la marcha principal, tras la acción de las garras debe esperarse un tiempo determinado hasta que se haya arrancado el movimiento.

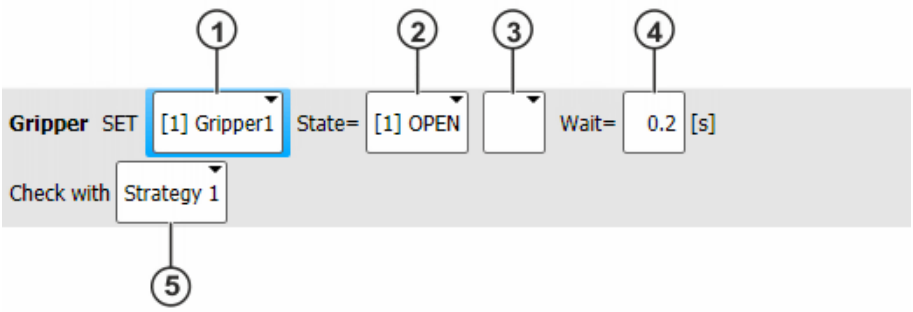



**Fig. 33-8: Formulario inline Gripper SET**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Garra activa<br>Solo se muestran las garras activas. |
| 2 | Estado de conmutación establecido de la garra.<br>El número de estados de conmutación seleccionables y su denominación depende de la configuración. |
| 3 | • **CONT**: La alimentación establece el estado de conmutación.<br>• [*vacío*]: La alimentación se establece con la marcha principal. |
| 4 | Tiempo de espera<br>El programa se reanuda una vez transcurrido el tiempo de espera indicado.<br>• **0,0 ... 10,0 s**<br>Por defecto: 0,2 s<br>Este campo se muestra solo si se conecta con la marcha principal. |
| 5 | Estrategia de error<br>Si hay un estado que no existe, puede configurarse una estrategia de error con esta finalidad.<br>• **No Check**: El programa se reanuda sin comprobar si existe el estado de conmutación.<br>• **Strategy 1…3**: Estrategias de error configuradas |

### Gripper SYN SET

Con el formulario inline se puede establecer un estado de conmutación en el punto de inicio o en el punto de destino del movimiento.

El estado de conmutación puede desplazarse en el espacio y/o en el tiempo.

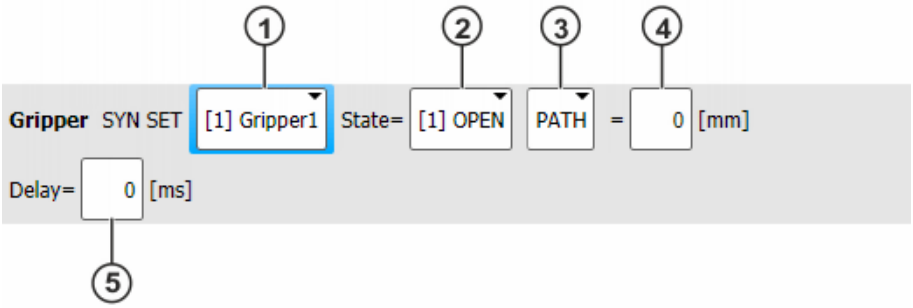



**Fig. 33-9: Formulario inline Gripper SYN SET**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Garra activa<br>Solo se muestran las garras activas. |
| 2 | El estado de conmutación de la garra que se establece<br>El número de estados de conmutación seleccionables y su denominación depende de la configuración. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 3 | Puntos a los que hace referencia Gripper SYN SET<br>• **START**: Punto de referencia inicial del desplazamiento temporal<br>• **END**: Punto de referencia final del desplazamiento temporal<br>• **PATH**: La selección del estado de conmutación se fundamenta en el punto de destino del movimiento. Además del desplazamiento en el espacio, es posible un desplazamiento en el tiempo. |
| 4 | Este campo únicamente se visualiza cuando está seleccionado **PATH**.<br>Distancia del punto de conmutación desde el punto de destino<br>• **-2000 … +2000 mm** |
| 5 | Desplazamiento en el tiempo de la acción de conmutación<br>• **-1000 … 1000 ms**<br>El tiempo se indica en valores absolutos. El punto de conmutación cambia en función de la velocidad del robot. |

**Ejemplo SYN SET**

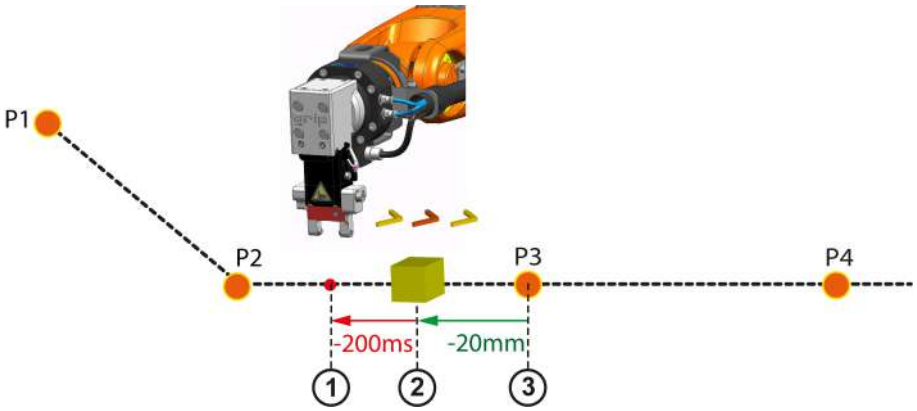



**Fig. 33-10: Ejemplo de funciones de agarre con desplazamiento local y temporal**

```
1 INI
2
3 SPTP HOME Vel=100% % DEFAULT
4 SLIN P1 Vel=2m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
5 SLIN P2 Vel=0.2m/s CPDAT2 Tool[1] Base[1]
6 ; *** Abrir garra ***
7 Gripper Syn SET [1]Gripper State=[1]OPEN Path=-20mm
Delay=-200ms
8 ; *** Cerrar garra ***
9 Gripper Syn SET [1]Gripper State=[1]CLOSE Path=-20mm
Delay=0ms
10 SLIN P3 Vel=0.2m/s CPDAT3 Tool[1] Base[1]
16 ...
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 33.3.2 Comprobar los estados de la garra con formularios inline

#### Descripción

Con el paquete de tecnología KUKA.GripperTech es posible comprobar, directamente en el programa seleccionado, los estados de la garra utilizando formularios inline predefinidos.

Existen dos instrucciones disponibles

- **Gripper CHECK**
  La comprobación del momento de conmutación con respecto a la marcha principal o en avance.
  (>>> *33.3.2 "Comprobar los estados de la garra con formularios inline" Página 293*)
- **Gripper SYN CHECK**
  La comprobación del momento de conmutación puede desplazarse en el tiempo y en el espacio.
  (>>> *33.3.2 "Comprobar los estados de la garra con formularios inline" Página 293*)

#### Gripper CHECK

El estado de conmutación de la garra se comprueba mediante el formulario inline.

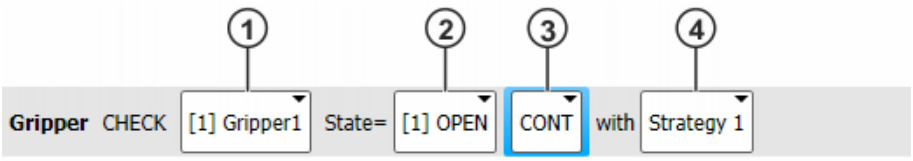



**Fig. 33-11: Formulario inline Gripper CHECK**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Garra activa<br>Solo se muestran las garras activas. |
| 2 | Estado de conmutación de la garra que se comprueba<br>El número de estados de conmutación seleccionables y su denominación depende de la configuración. |
| 3 | • **CONT**: El estado de conmutación se comprueba durante el avance.<br>• [*vacío*]: La señal se comprueba con el puntero de movimiento de avance. |
| 4 | Estrategia de error<br>Si hay un estado que no existe, puede configurarse una estrategia de error con esta finalidad.<br>• **No Check**: El programa se reanuda sin comprobar si existe el estado de conmutación.<br>• **Strategy 1…3**: Estrategias de error configuradas |

#### Gripper SYN CHECK

Con el formulario inline se puede supervisar un estado de conmutación en el punto de inicio o en el punto de destino del movimiento.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

La comprobación del estado de conmutación puede desplazarse en el espacio y/o en el tiempo.

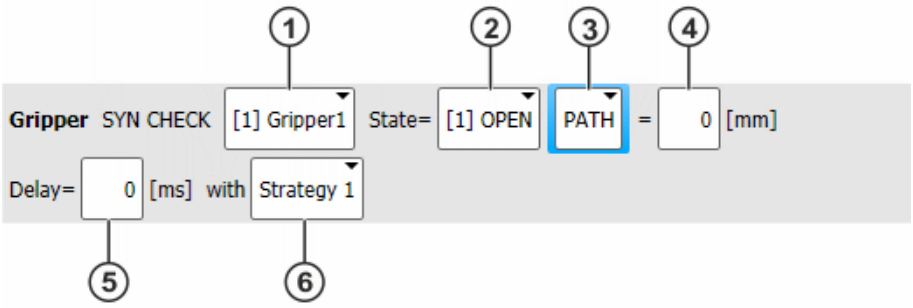



**Fig. 33-12: Formulario inline Gripper SYN CHECK**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Garra activa<br>Solo se muestran las garras activas. |
| 2 | Estado de conmutación de la garra que se comprueba<br>El número de estados de conmutación seleccionables y su denominación depende de la configuración. |
| 3 | Puntos a los que hace referencia Gripper SYN CHECK<br>• **START**: Desplazamiento en el tiempo con respecto al punto de inicio<br>• **END**: Desplazamiento en el tiempo con respecto al punto de destino<br>• **PATH**: La comprobación se basa en el punto de destino del movimiento. Además de en el tiempo, se puede realizar un desplazamiento en el espacio. |
| 4 | Este campo únicamente se visualiza cuando está seleccionado **PATH**.<br>Distancia del punto de conmutación desde el punto de destino<br>• **-2000 … +2000 mm** |
| 5 | Desplazamiento en el tiempo de la comprobación<br>• **-1000 … 1000 ms**<br>El tiempo se indica en valores absolutos. El punto de conexión de la comprobación cambia en función de la velocidad del robot. |
| 6 | Estrategia de error<br>Si hay un estado que no existe, puede configurarse una estrategia de error con esta finalidad.<br>• **No Check**: El programa se reanuda sin comprobar si existe el estado de conmutación.<br>• **Strategy 1…3**: Estrategias de error configuradas |

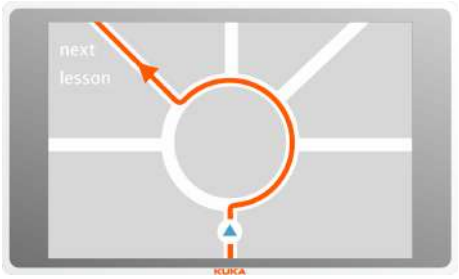


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 34 Programación de movimientos spline

## 34.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá el movimiento de trayectoria "SPLINE".
- Programará un desarrollo del movimiento SPLINE mediante formularios inline en el bloque SPLINE.

## 34.2 ¿Cómo se recorren los puntos programados por el robot?

**Programación mediante movimientos individuales**

- Un programa de robot está compuesto, en su primer paso, por puntos individuales programados por aprendizaje o calculados.

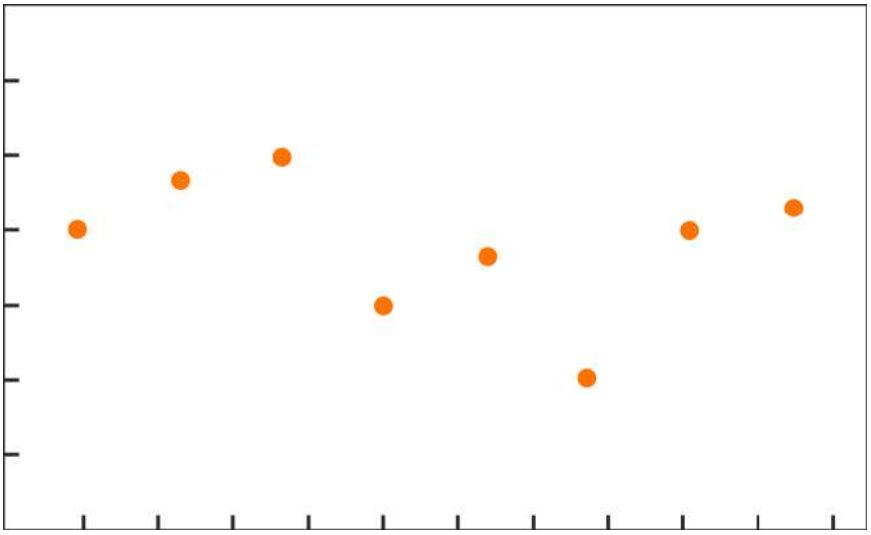


**Fig. 34-1: Posiciones de situación de partida**

- A través de un formulario inline o la programación KRL se comunica adicionalmente al robot cómo deben interconectarse estos puntos.
- **Ejemplo:** En este caso, el posible conjunto de movimientos es (S)LIN. » Los puntos se interconectan con un trayecto.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

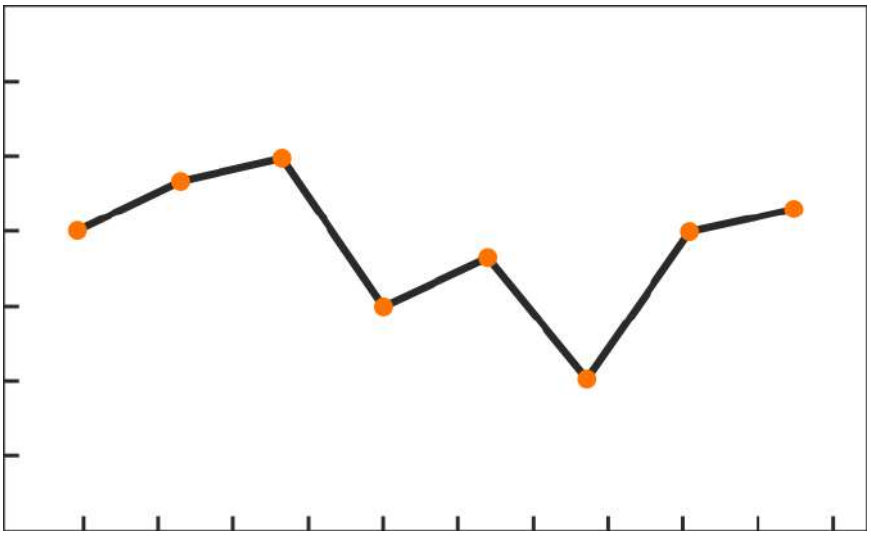


**Fig. 34-2: Interpolación lineal**

**Inconveniente:** El robot se para en cada punto individual y vuelve a acelerar.

- Para evitar la parada exacta, los puntos pueden aproximarse con el parámetro CONT.

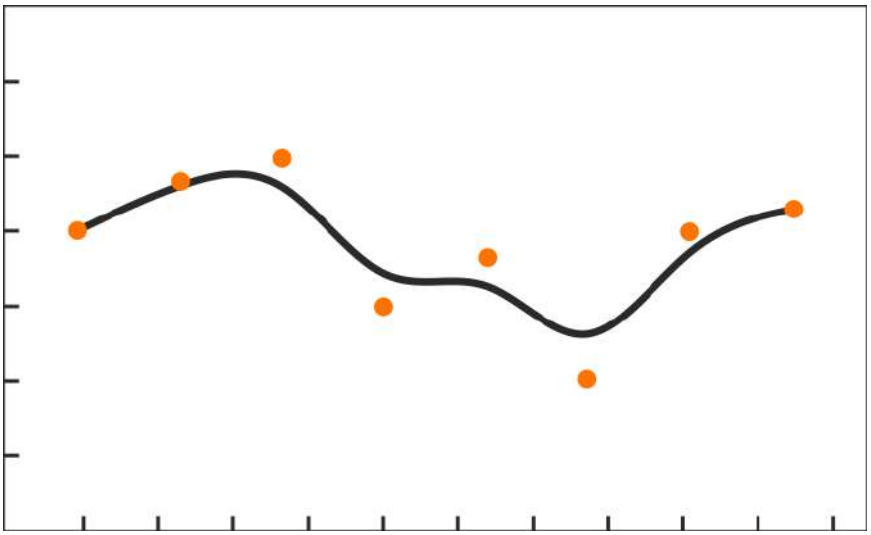


**Fig. 34-3: Interpolación B-SPLINE**

**Inconveniente:** El robot aproxima los puntos programados por aprendizaje/calculados. Solo los puntos de inicio y final están en la trayectoria.
**Ventaja:** El robot recorre toda la trayectoria con un movimiento fluido.

Para ser exactos, se trata ya de una forma especial de SPLINE.

### 34.2.1 ¿Qué es SPLINE?

**Descripción**

- **Flexicurva**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

– La denominación "Spline" se refiere a la flexión de tablones de madera de la "hilada de planchas" con la que anteriormente se determinaban los contornos lisos del armazón en la ingeniería naval y aeronáutica.



**Fig. 34-4: Casco, construcción de tablones**

– Con este método, se obliga a que la flexicurva (curva elástica; inglés: spline) cumpla las condiciones de interpolación (contorno) mediante el uso de pesas de hilada colocadas en los puntos de interpolación (en la imagen, clavos/machos).

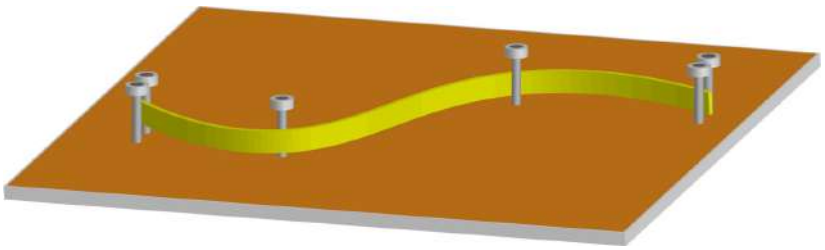


**Fig. 34-5: Flexicurva**

– Debido a la elasticidad del material se genera una línea elástica de curvatura total mínima.

- **Punto de apoyo desplazado**

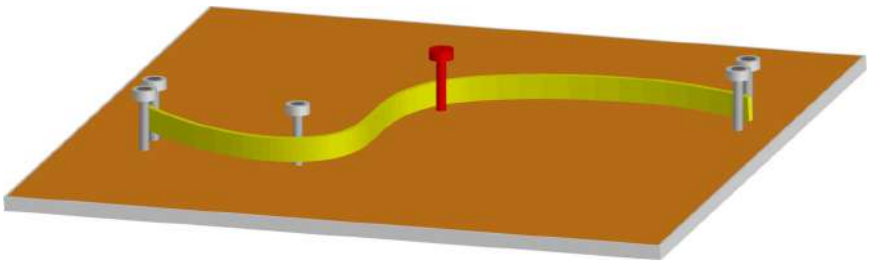


**Fig. 34-6: Desplazamiento de un punto de apoyo**

– El desplazamiento de un punto de apoyo (clavo/macho rojo) afecta a la trayectoria global de la flexicurva.
– La trayectoria puede precisarse con varios puntos de apoyo.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 34.2.2 SPLINE – Conocer los segundos planos matemáticos

### Descripción

- **Interpolación polinómica**

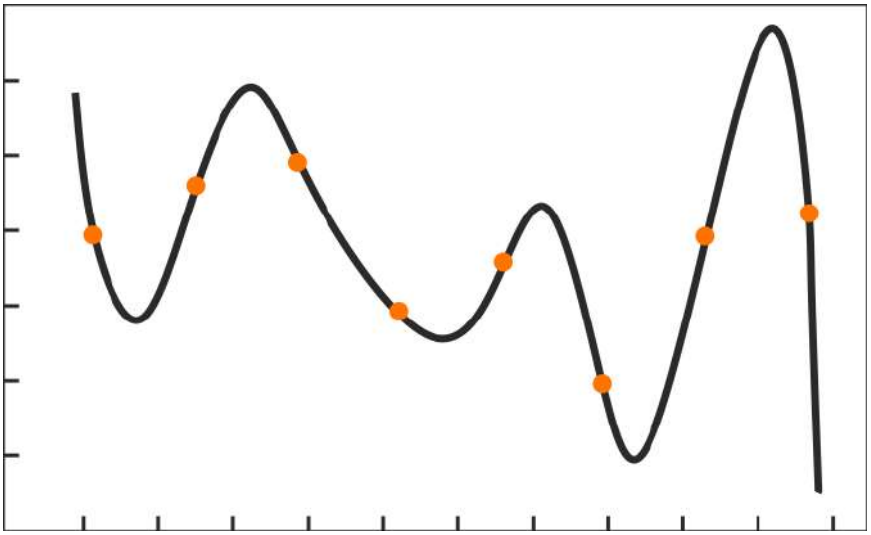


**Fig. 34-7: Interpolación polinómica**

– Interpolación polinómica: Función de grado n por los puntos
– Si se utiliza, por ejemplo, una función polinómica de grado superior a la función de interpolación (ver imagen), pueden producirse **oscilaciones muy extremas** de la curva.
– De 8 posiciones indicadas se obtiene un polinomio de grado 7 ($ax^7+bx^6+...$)

Sin embargo, en aplicaciones de construcción, como la ingeniería naval o la industria aeronáutica, este tipo de oscilaciones tan fuertes son muy indeseables. Aquí solo se necesitan curvas ligeramente arqueadas y adaptables entre los distintos puntos de apoyo (imagine un casco en formato de diente de sierra...).

- **Interpolación SPLINE**

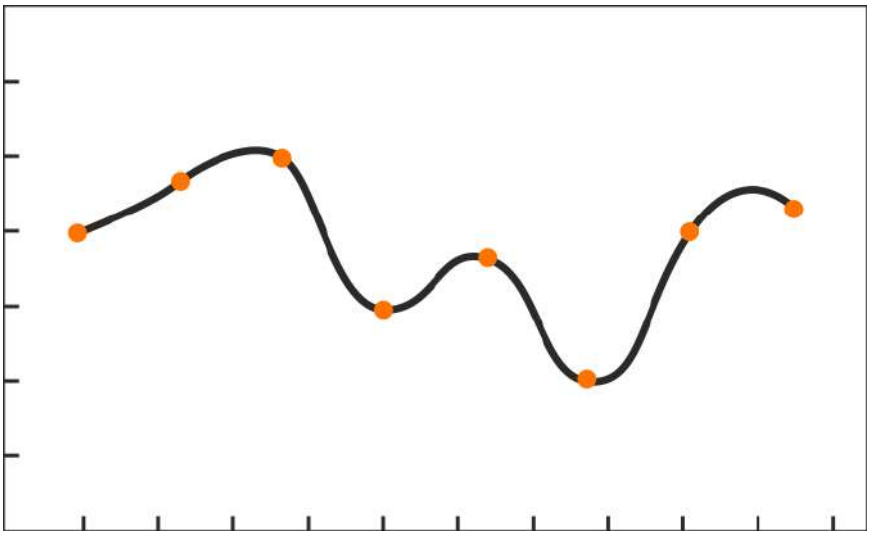


**Fig. 34-8: Interpolación SPLINE**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

– Los Splines no intentan interpolar una función en todos los puntos de apoyo, si no que tratan de hacerlo localmente a través de dos puntos de apoyo respectivamente.
– Estos Splines tienen un efecto alisador y solamente tienen una ondulación muy reducida. De este modo se pueden representar contornos de manera fiel a la realidad.
– En este caso se usan con mayor frecuencia Splines lineales o cúbicos interpolados mediante una función lineal o bien un polinomio de 3.º o 4.º grado **(KUKA)**.

Ver también (>>> *Fig. 34-3*)

## 34.3 Conocer un bloque SPLINE

### Descripción

Además de los pasos individuales con SPTP, SLIN, SCIRC, se dispone de un "bloque Spline". El bloque Spline es un tipo de movimiento especialmente apropiado para trayectorias curvas complejas. El bloque Spline se visualiza y se planifica como movimiento individual con una "trayectoria compleja".



**Fig. 34-9**

Existen dos clases de bloques Spline:

- **Bloque Spline**
  Spline con movimientos de trayectoria (SPL, SLIN, SCIRC)
- **Bloque SPLINE PTP**
  Spline con movimientos exclusivamente en la zona del eje (solo SPTP)

La trayectoria se planifica con todos los puntos, pasando por todos ellos. La trayectoria del bloque Spline se calcula previamente en su totalidad.

En las trayectorias Spline que tienen contornos muy estrechos, la velocidad siempre se reduce, ya que los ejes de los robots son los elementos que actúan como limitación.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 34.3.1 Conocer la trayectoria SPLINE

**Descripción**

**Trayectoria Spline**

La trayectoria se define con puntos de apoyo, mediante los cuales se coloca la propia trayectoria. El robot calcula la trayectoria a partir de los puntos de apoyo. En los bloques Spline, además se pueden definir zonas especiales de desplazamiento constante. El curso de la trayectoria siempre es el mismo, independientemente del override, de la velocidad o de la aceleración. Los círculos y los radios estrechos se recorren con alta precisión.

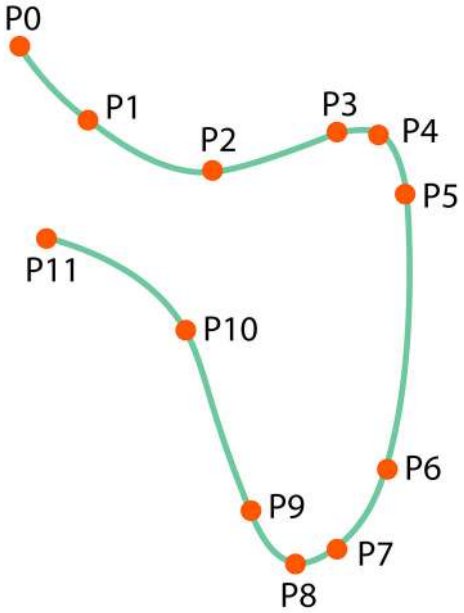



**Fig. 34-10: Trayectoria curva, bloque SPLINE**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 34.3.2 Estructura de un bloque SPLINE

**Descripción**

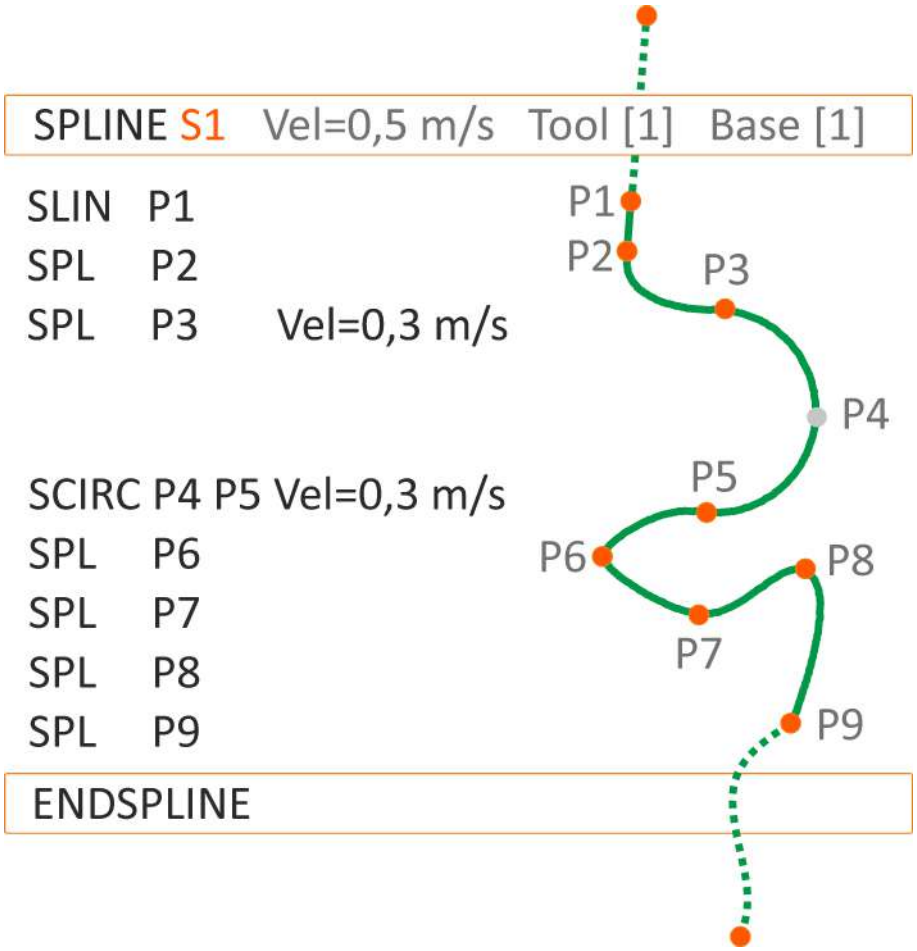



**Fig. 34-11: Bloque SPLINE**

- Un bloque Spline es un Fold (pliegue) interpolado por la unidad de control como un movimiento.
- En este pliegue se programan por aprendizaje puntos de apoyo que se interpolan como movimiento Spline.
- Además, el robot se puede forzar por una trayectoria lineal o circular en los diferentes segmentos Spline. Esto se realiza seleccionando el tipo de movimiento en el segmento respecto del punto de apoyo.
- De este modo se obtienen los siguientes tipos de movimiento para los diferentes segmentos Spline:
  - SLIN
  - SCIRC
  - SPL
- Para todo el bloque Spline, en el «encabezado» se establecen el nombre del movimiento y los parámetros globales.
  - Herramienta, base
  - Velocidad
  - Aproximación
  - Parámetros de movimiento
  - Detección de colisión con./desc.
- Cada uno de los diferentes movimientos programados por aprendizaje puede diferir.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Excepción:** La herramienta y la base se establecen en el «encabezado».

- Además de los segmentos de movimiento, un bloque Spline puede incluir los siguientes elementos:
  - Instrucciones inline de paquetes de tecnología que cuentan con función Spline
  - Comentarios y líneas vacías
- La lógica Spline puede incluirse dentro del formulario inline (trigger, parada condicionada, velocidad constante)

  Un bloque Spline no debe contener otras instrucciones.

Los puntos de delante y detrás del bloque Spline establecen el contorno con el que se va a entrar y salir del bloque Spline.

El punto de inicio de un bloque Spline es el último punto antes del bloque Spline.
El punto de destino de un bloque Spline es el último punto del bloque Spline.
Un bloque Spline no genera ninguna parada del movimiento de avance.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación con formularios inline > Programar movimientos Spline |

## 34.4 Programar bloque SPLINE con movimiento

**Procedimiento**

1. Insertar bloque Spline



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 34-12: Insertar bloque SPLINE**

- Colocar el cursor en la línea del programa (1) detrás de la cual se debe insertar el bloque Spline.
- Pulsar el botón Instrucciones (2).
- Abrir la entrada Movimiento (3).
- Seleccionar bloque Spline (4) en el menú contextual.

2. Se inserta el bloque Spline.

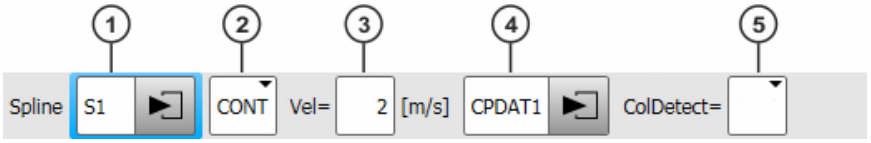



**Fig. 34-13: Formulario inline Spline**

- Establecer el nombre del bloque Spline (1).
- El resto de parámetros se corresponden con los de la programación de registro individual y son válidos para todo el bloque SPLINE.

  (Herramienta, base, aproximación, velocidad en TCP, control de orientación, detección de colisiones, velocidad y aceleración del eje)

| | |
|---|---|
| | Cada uno de los diferentes puntos programados por aprendizaje puede diferir individualmente de estos parámetros. |

3. En un bloque Spline, se trata de un Fold (pliegue) en términos de programación. En este caso, los puntos a aproximar se programan por aprendizaje.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 34-14: Abrir Fold**

- Si se inserta de nuevo un bloque Spline, el Fold ya está abierto.
- Tras un largo periodo de inactividad, el pliegue se cierra y deberá volver a abrirse.
- Para ello, marcar el bloque Spline (1) y abrirlo/cerrarlo (2) usando el botón «Fold».

4. Desplazar el robot al punto que se debe registrar por primera vez.

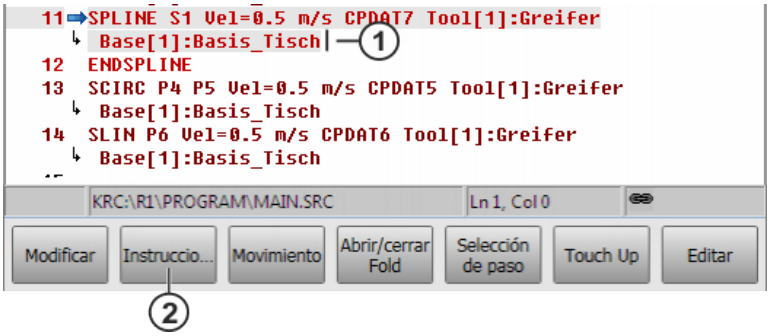



**Fig. 34-15: Registrar punto**

- Establecer el foco dentro del bloque Spline (1).

  En el caso de los puntos ya programados, el lugar en el que se debe insertar el nuevo punto.
- Insertar un punto nuevo en el bloque Spline usando el botón de movimiento (2).

5. Insertar movimiento



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

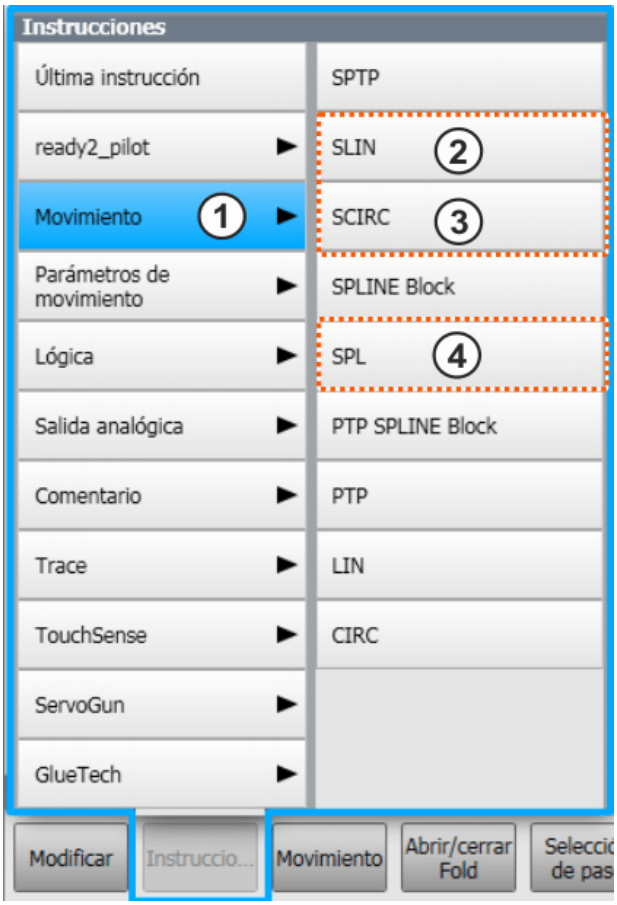



**Fig. 34-16: neumáticos**

- **Ruta de menú:** *Instrucciones* > *Movimiento* > *SLIN, SCIRC o SPL*

Alternativa:

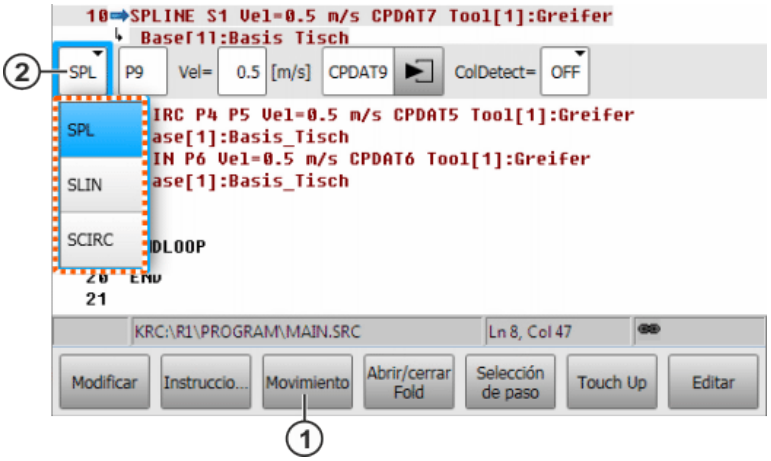



**Fig. 34-17: Insertar movimiento**

- En el Fold abierto, insertar un **movimiento** (1) usando el botón con el mismo nombre.
- Modificar el movimiento deseado usando la ventana desplegable (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 34.4.1 SLIN en el bloque SPLINE

**Descripción**

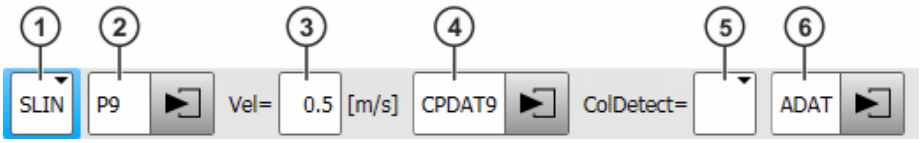



**Fig. 34-18: Formulario inline Segmento SLIN**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Tipo de movimiento<br>• **SPL**, **SLIN** o **SCIRC** |
| 2 | **Punto de conmutación**<br>• Puede modificarse el nombre asignado automáticamente por el sistema.<br>• Las coordenadas de punto programadas por aprendizaje se guardan en este punto. |
| 3 | **Velocidad cartesiana**<br>• Por defecto, para el movimiento se aplica el valor global válido para el bloque Spline.<br>• El valor introducido es válido para este movimiento<br>• **0,001 … 2 m/s** |
| 4 | **Parámetros de movimiento**<br>• Puede modificarse el nombre asignado automáticamente por el sistema.<br>• Por defecto, para el movimiento se aplica el valor global válido para el bloque Spline.<br>• El valor introducido es válido para este movimiento<br>• Tocar la flecha para editar los datos.<br>Se abre la ventana Parámetros de movimiento.<br>(>>> *34.4.4 "Parámetro de movimiento" Página 309*) |
| 5 | **Detección de colisiones para este movimiento**<br>• **OFF**: La detección de colisiones está desactivada<br>• **CDSet_Set[***Nr.***]**: La detección de colisiones está activada. Para la detección se utilizan los valores del *n.º* de juego de datos |
| 6 | **Parámetros lógicos**<br>• Puede modificarse el nombre asignado automáticamente por el sistema.<br>• El valor introducido es válido para este movimiento<br>• Tocar la flecha para editar los datos.<br>• Se abre la ventana de opciones correspondiente.<br>Parámetros lógicos<br>– Trigger<br>– Parada condicionada<br>– Velocidad constante |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Cambiar los parámetros**

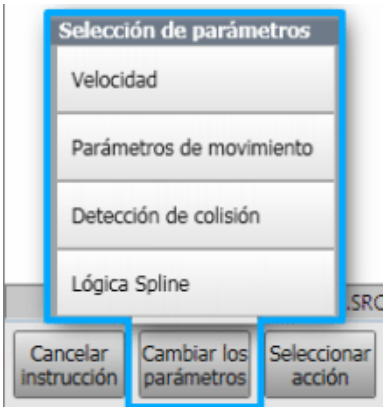



**Fig. 34-19: Cambiar parámetro**

- Por defecto, no se visualizarán todos los campos del formulario inline.
- El botón Cambiar parámetro permite mostrar y volver a ocultar parámetros adicionales con el formulario inline abierto.

## 34.4.2 SCIRC en el bloque SPLINE

**Descripción**

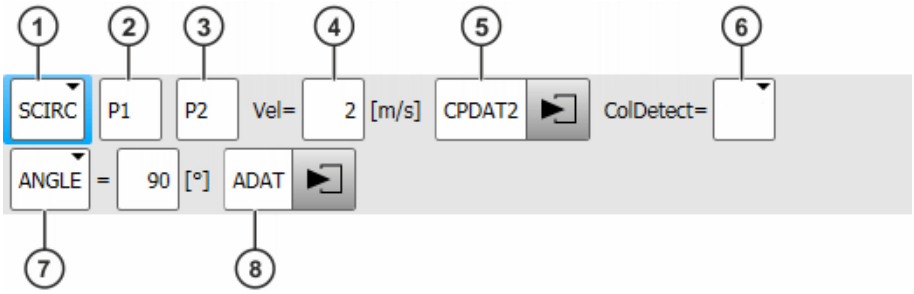



**Fig. 34-20: Formulario inline segmento Spline SCIRC**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Tipo de movimiento<br>• **SPL**, **SLIN** o **SCIRC** |
| 2 | **Punto auxiliar**<br>• Puede modificarse el nombre asignado automáticamente por el sistema.<br>• Las coordenadas de punto programadas por aprendizaje se guardan en este punto. |
| 3 | **Punto de destino**<br>• Puede modificarse el nombre asignado automáticamente por el sistema.<br>• Las coordenadas de punto programadas por aprendizaje se guardan en este punto. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 4 | **Velocidad cartesiana**<br>• Por defecto, para el movimiento se aplica el valor global válido para el bloque Spline.<br>• El valor introducido es válido para este movimiento<br>• **0,001 … 2 m/s** |
| 5 | **Parámetro de movimiento**<br>• Puede modificarse el nombre asignado automáticamente por el sistema.<br>• Por defecto, para el movimiento se aplica el valor global válido para el bloque Spline.<br>• El valor introducido es válido para este movimiento<br>• Tocar la flecha para editar los datos.<br>Se abre la ventana Parámetros de movimiento:<br>(>>> *34.4.4 "Parámetro de movimiento" Página 309*) |
| 6 | **Detección de colisiones para este movimiento**<br>• **OFF**: La detección de colisiones está desactivada<br>• **CDSet_Set[***Nr.***]**: La detección de colisiones está activada. Para la detección se utilizan los valores del juego de datos *Nr.*. |
| 7 | **Ángulo circular**<br>• Se puede activar opcionalmente para aumentar o reducir la trayectoria circular respecto al punto del destino.<br>• **- 9 999° … + 9 999°**<br>• Si se introduce un valor menor que –400° o mayor que +400°, al guardar el formulario inline aparece una consulta en la que se debe confirmar o rechazar el dato introducido. |
| 8 | **Parámetros lógicos**<br>• Puede modificarse el nombre asignado automáticamente por el sistema.<br>• El valor introducido es válido para este movimiento<br>• Tocar la flecha para editar los datos.<br>• Se abre la ventana de opciones correspondiente.<br>Parámetros lógicos<br>– Trigger<br>– Parada condicionada<br>– Velocidad constante |

## 34.4.3 SPL en el bloque SPLINE

### Descripción

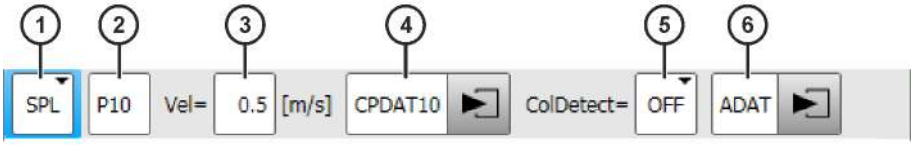



**Fig. 34-21: Formulario inline para el segmento SPL**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Ver: **SLIN en el bloque SPLINE**
(>>> *34.4.1 "SLIN en el bloque SPLINE" Página 306*)

### 34.4.4 Parámetro de movimiento

**Parámetro de movimiento**

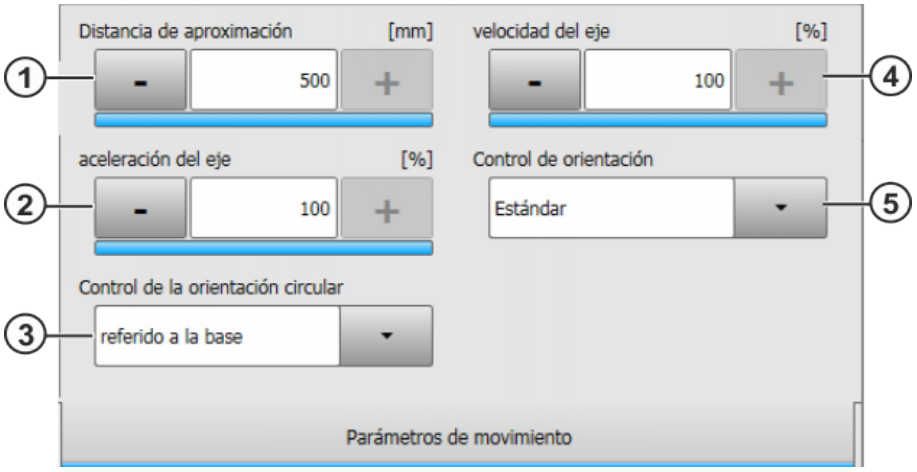



**Fig. 34-22: Parámetro de movimiento**

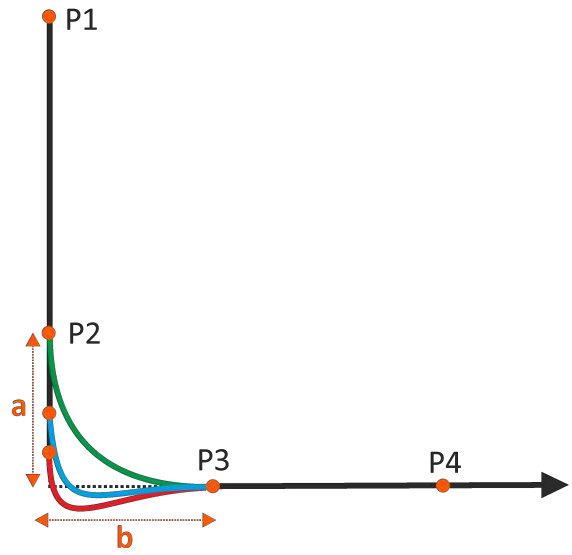
| | |
|---|---|
| 1 | **Distancia de aproximación**<br>Este campo solo se visualiza cuando se haya seleccionado **CONT** en el formulario inline.<br>Distancia anterior al punto de destino donde comienza, como muy pronto, el posicionamiento aproximado.<br>La distancia puede comprender, como máximo, la mitad de la distancia entre el punto de inicio y el de destino. Si aquí se introduce un valor mayor, este se ignora y se utiliza el valor máximo. |
| 2 | **Aceleración del eje**<br>El valor se refiere al valor máximo indicado en los datos de la máquina.<br>• **1-100 %** |
| 3 | **Control de la orientación circular**<br>• **referido a la base**<br>• **referido a la trayectoria** |
| 4 | **Velocidad del eje.**<br>El valor se refiere al valor máximo indicado en los datos de la máquina.<br>• **1-100 %** |
| 5 | **Control de orientación**<br>• **Estándar**<br>• **PTP manual**<br>• **Control orientación constante** |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 34.5 Indicaciones para la programación

### Transición SLIN-SPL-SLIN




Para evitar una colisión durante la programación de una transición SLIN > SPL > SLIN, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- El punto de intersección de los dos segmentos SLIN se encuentra en sus prolongaciones.
- $2/3 \leq a/b \leq 3/2$

  a = Distancia del punto de inicio del segmento SPL al punto de intersección de los segmentos SLIN

  b = distancia del punto de intersección de los segmentos SLIN al punto de destino del segmento SPL

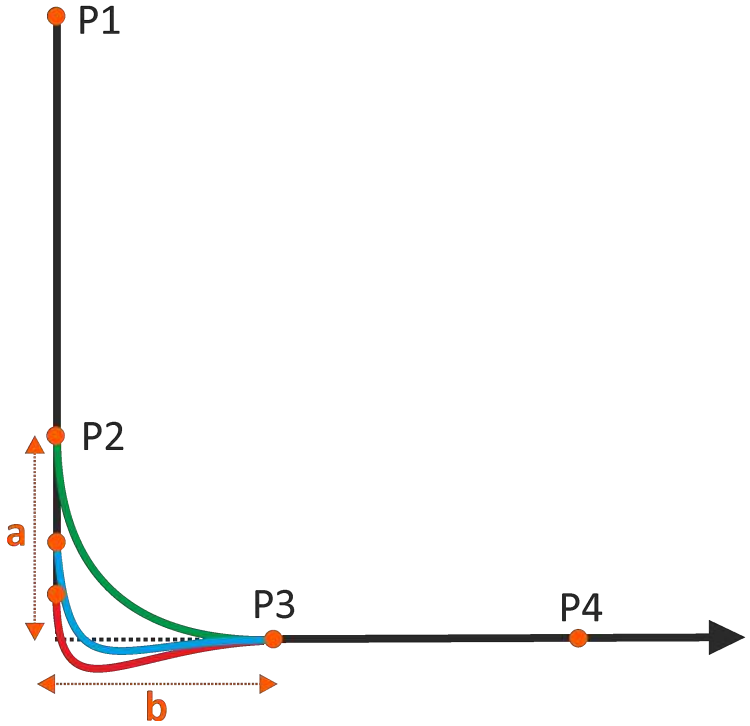



**Fig. 34-23: Transición SLIN > SPL > SLIN**

Para evitar una colisión durante la programación de una transición SLIN > SPL > SLIN, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- El punto de intersección de los dos segmentos SLIN se encuentra en sus prolongaciones.
- $2/3 \leq a/b \leq 3/2$

  a = Distancia del punto de inicio del segmento SPL al punto de intersección de los segmentos SLIN

  b = distancia del punto de intersección de los segmentos SLIN al punto de destino del segmento SPL



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 34.5.1 Modificar puntos en el bloque SPLINE

#### 34.5.1.1 Modificar puntos en movimientos SPLINE combinados

**Ejemplo 1**

- **Trayectoria original:**

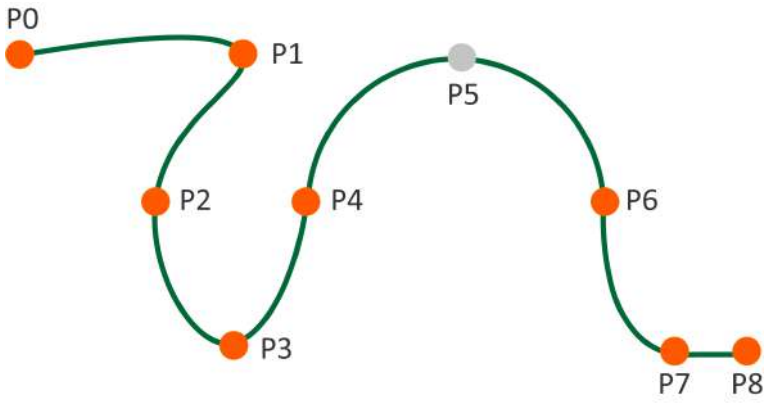



**Fig. 34-24: SPLINE, trayectoria original**

```
SPTP P0
SPLINE S1
    SPL P1
    SPL P2
    SPL P3
    SPL P4
    SCIRC P5, P6
    SPL P7
    SLIN P8
ENDSPLINE
```

- **Respecto a la trayectoria original, se desplaza el punto 3:**

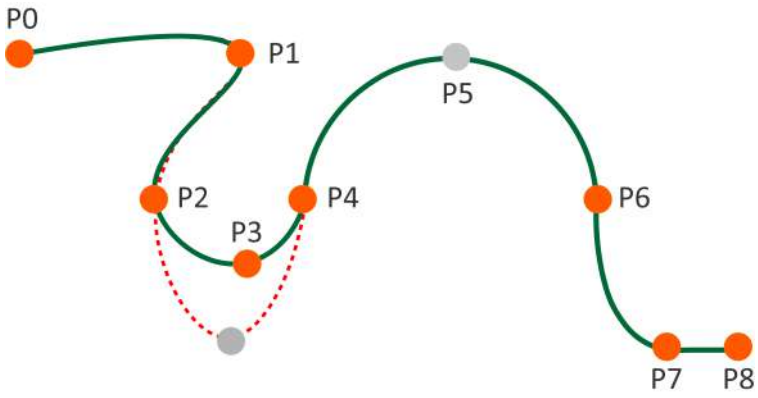



**Fig. 34-25: Punto desplazado**

  - P3 se desplaza.
  - Así, se modifica la trayectoria en los segmentos P1 - P2, P2 - P3 y P3 - P4.
  - El segmento P4 - P5 no se modifica en este caso porque pertenece a un SCIRC, definiéndose así una trayectoria circular.
- **El tipo de trayectoria se modifica respecto de la trayectoria original.**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

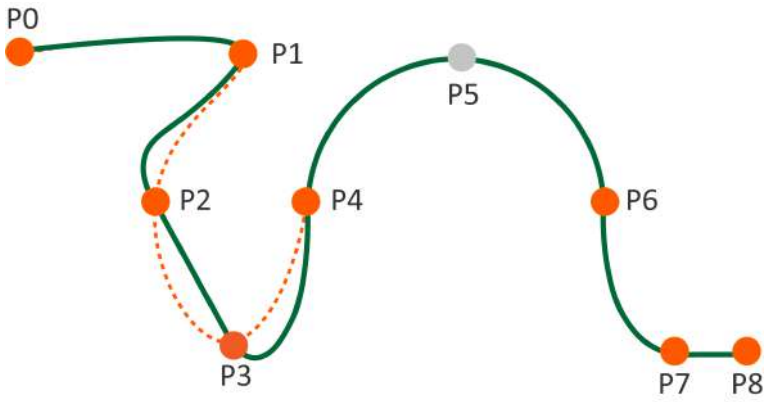



**Fig. 34-26: Tipo de trayectoria modificada**

```
SPTP P0
SPLINE S1
   SPL P1
   SPL P2
   SLIN P3
   SPL P4
   SCIRC P5, P6
   SPL P7
   SLIN P8
ENDSPLINE
```

– En el caso de la trayectoria original el tipo de segmento cambia de P2 - P3 de SPL a SLIN.
– La trayectoria cambia en los segmentos P1 - P2, P2 - P3 y P3 - P4.

### 34.5.1.2 Modificar puntos en movimientos SPLINE con segmentos SPL puros

**Ejemplo 2**

En este ejemplo, se programó un trayecto exclusivamente con segmentos SPL.

- **Trayectoria original:**




**Fig. 34-27: SPL, trayectoria original**

- **Respecto a la trayectoria original, se desplaza un punto:**

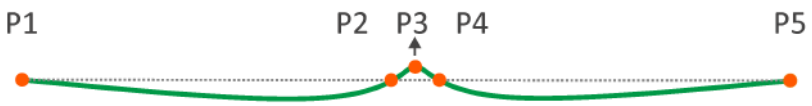



**Fig. 34-28: SPL, desplazamiento de puntos**

– P3 se desplaza.
– Por ello la trayectoria cambia en todos los segmentos representados.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

– Dado que P2 - P3 y P3 - P4 son segmentos muy cortos y P1 - P2 y P4 - P5 segmentos largos, el desplazamiento pequeño provoca un cambio importante de la trayectoria.

- Distribuir las distancias de puntos de forma más constante
- Programar las rectas (excepto las rectas muy cortas) como segmentos SLIN

## 34.5.2 Evitar la reducción de velocidad no deseada en los movimientos Spline

### 34.5.2.1 Reducción de velocidad mediante segmentos de movimiento consecutivos sin SPL

**Descripción**

**Reducción de la velocidad a 0**

Este caso se presenta en las situaciones siguientes:

- Puntos consecutivos con coordenadas idénticas.
- Segmentos **SLIN** y/o **SCIRC** consecutivos dentro del bloque Spline.
  **Causa:** Transcurso discontinuo de la dirección de la velocidad.

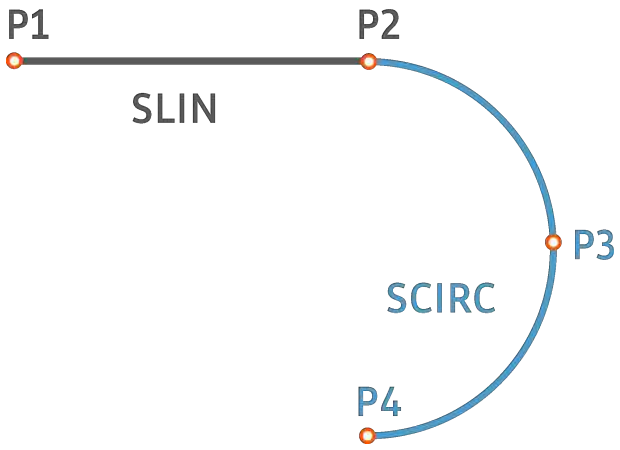



**Fig. 34-29: Parada exacta en P2**

En el caso de **transiciones SLIN-SCIRC** la velocidad también será 0 cuando la recta pasa tangencialmente por el círculo porque, a diferencia de la recta, el círculo es una curva.

- Segmentos consecutivos de **SLIN** a **SLIN** dentro del bloque Spline.

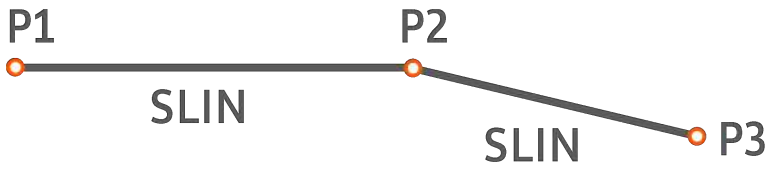



**Fig. 34-30: Parada exacta en P2**

**Solución**

Al insertar un segmento SPL entre SLIN y SCIRC, se evita una parada exacta y el robot puede ejecutar el movimiento a la velocidad programada en una sola pieza.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

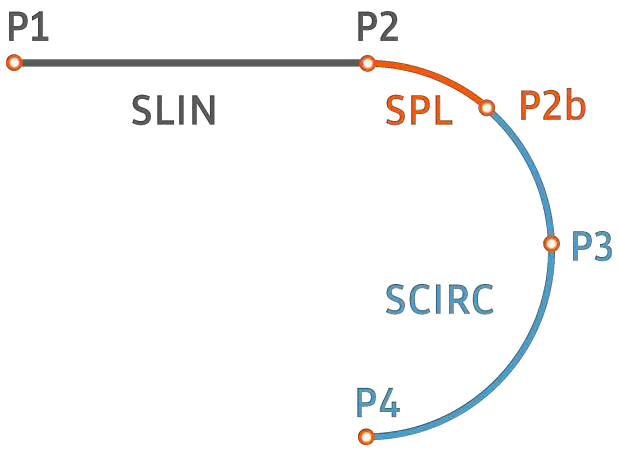



**Fig. 34-31: Transición SLIN-SCIRC con SPL**

**Otro ejemplo**




**Excepciones**

- Si se suceden una serie de segmentos SLIN que crean una recta y que cambian la orientación uniformemente, la velocidad no se reduce.




**Fig. 34-32: P2 es pasado sin parada exacta**

- En una transición SCIRC-SCIRC la velocidad no se reduce cuando ambos círculos o segmentos circulares tienen el mismo punto central y el mismo radio, ni cuando las orientaciones cambian uniformemente. (Aprendizaje difícil, por eso hay que calcular y programar los puntos.)

| | |
|---|---|
| | Los círculos con el mismo centro y el mismo radio a veces se programas para obtener círculos de ≥ 360°. Otra posibilidad más sencilla consiste en programar un ángulo circular. |

### 34.5.2.2 Reducción de la velocidad debida a una programación por aprendizaje no uniforme

**Descripción**

**Reducción de la velocidad debida a una programación por aprendizaje no uniforme**

- A menudo, las modificaciones en la orientación, incluso en relación con los ejes adicionales, de la longitud cartesiana del arco distribuidas de una forma irregular provocan caídas de velocidad indeseadas.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Una distribución irregular de las trayectorias de orientación en el trayecto cartesiano (longitud del arco) debe acelerar o retardar la orientación muy a menudo, hecho que también tiende a producirse con los grandes tirones de orientación.
- En consecuencia, una distribución irregular provoca muchos más descensos en la velocidad que una distribución constante de los trayectos de orientación.

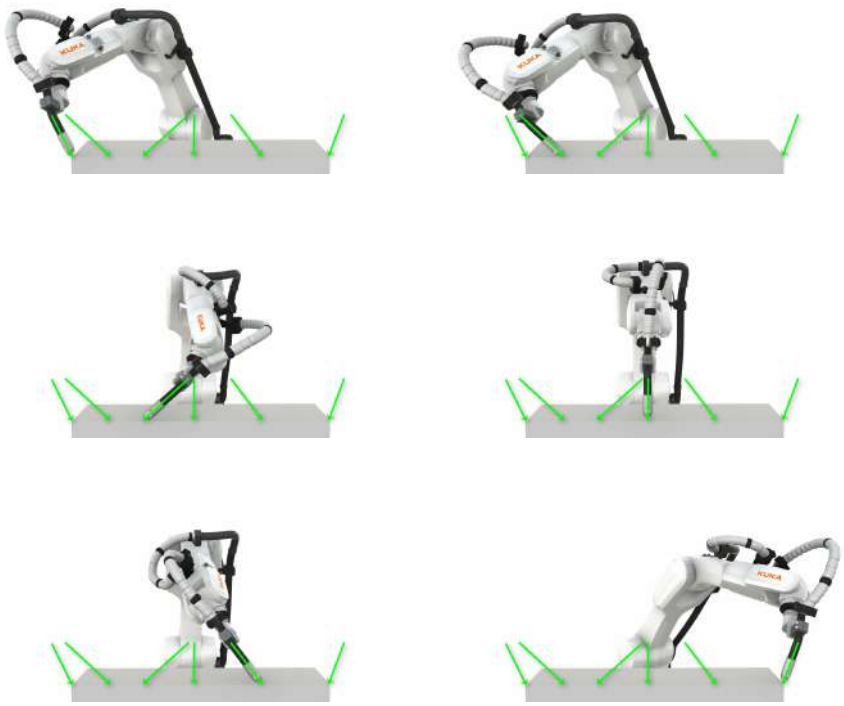
**Solución**

Mantener la mayor uniformidad posible en la orientación y en los ejes externos

Ejemplo de una distribución regular:

```
; punto de inicio del Spline
 SPTP {x 0, y 0, z 0, A 0, B 0, C 0}
 SPLINE S1
   ; 0,1° Cambio de orientación por mm de trayecto Carrera
   SPL {x 0, y 100, z 0, A 10, B 0, C 0}
   ; 0,1° Cambio de orientación por mm de trayecto Carrera
   SPL {x 0, y 110, z 0, A 11, B 0, C 0}
   ; 0,1° Cambio de orientación por mm de trayecto Carrera
   SPL {x 0, y 310, z 0, A 31, B 0, C 0}
 ENDSPLINE
```

**Con orientación programada**



| | |
|---|---|
| Flecha verde | posición programada por aprendizaje con la orientación correspondiente |



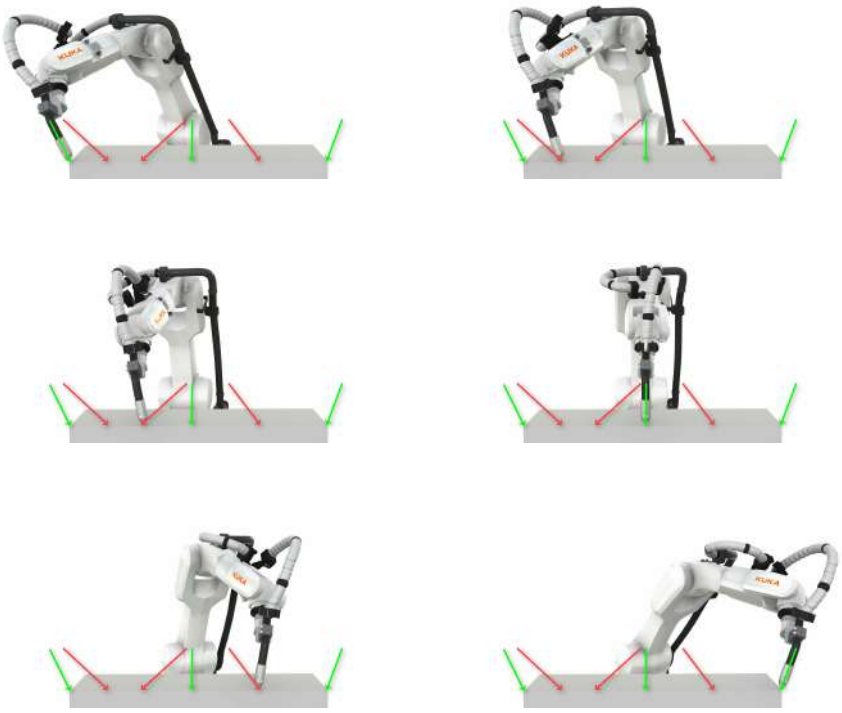
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Conclusión**

**AVISO**

- Muchas veces se programan muchos puntos guardando una distancia relativamente pequeña.
- Lo importante es, sobre todo, la trayectoria cartesiana (x, y, z).
- Pero el spline también interpola la orientación programada, lo cual puede producir reducciones de velocidad.
- Por esta razón, en un caso así, es preferible seleccionar **IGNORE** en el formulario inline.

**Sin orientación programada**



| | |
|---|---|
| Flecha verde | posición programada por aprendizaje con la orientación correspondiente |
| Flecha roja | posición programada por aprendizaje con la orientación correspondiente, su orientación no se acepta. |

### 34.5.3 Selección de paso en caso de movimientos Spline

**Bloque Spline**

En los segmentos de un bloque Spline se puede realizar una selección de paso.

- **Bloque Spline CP:**
  El desplazamiento COI se ejecuta como movimiento LIN convencional.
- **Bloque Spline PTP:**
  El desplazamiento COI se ejecuta como movimiento PTP convencional.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Tras una selección de paso, generalmente la trayectoria se desplaza al igual que cuando se desplaza el Spline durante la ejecución normal del programa. Pueden darse excepciones, como en caso de que el Spline no se haya desplazado nunca antes de la selección de paso y, siempre y cuando, la selección de paso se haya ejecutado al inicio del bloque Spline:

El punto de inicio del movimiento Spline es el último punto antes del bloque Spline, es decir, el punto de inicio está situado fuera del bloque. La unidad de control del robot guarda el punto de inicio durante la ejecución normal de un Spline. De este modo, se reconoce en caso de que se vaya a realizar posteriormente una selección de paso. No obstante, si todavía no se ha desplazado el bloque Spline, esto indica que el punto de inicio no es conocido.

**Ejemplo: Trayectoria modificada en selección de paso en P1**

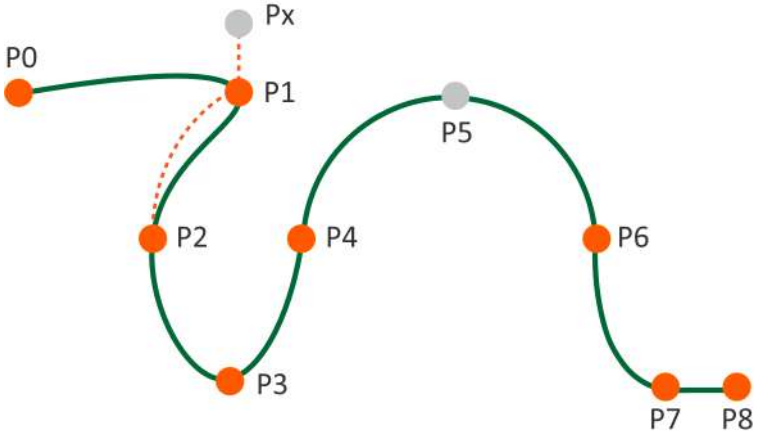



**Fig. 34-33: Ejemplo: Trayectoria modificada en selección de paso en P1 con P0 desconocido**

| Línea | Descripción |
|---|---|
| 2 | Encabezamiento/inicio del bloque Spline CP |
| 3 … 9 | Segmentos Spline |
| 10 | Fin del bloque Spline CP |

```
1   SPTP P0
2   SPLINE S1
3     SPL P1
4     SPL P2
5     SPL P3
6     SPL P4
7     SCIRC P5, P6
8     SPL P7
9     SLIN P8
10  ENDSPLINE
```

**SCIRC**

- Al seleccionar pasos en un segmento SCIRC que tenga programado un ángulo circular, el punto de destino se desplaza teniendo en cuenta el ángulo circular, siempre y cuando la unidad de control del robot conozca el punto inicial.
- En caso de que la unidad de control del robot no conozca el punto de inicio, se desplazará el punto de destino programado.

  En este caso aparece un mensaje que informa de que no se tiene en cuenta el ángulo circular.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Durante la selección de paso en un movimiento individual SCIRC, no se tomará nunca en consideración el ángulo circular.

## 34.6 Aproximación de movimientos Spline

### Descripción

Se puede realizar una aproximación conjunta de los bloques Spline y los movimientos individuales Spline.

Los movimientos Spline no se pueden aproximar con movimientos convencionales (LIN, CIRC, PTP).

**La aproximación no es posible por tiempo o parada del movimiento de avance:**

Si, por motivos de tiempo o por una parada del movimiento de avance, no es posible efectuar una aproximación, el robot espera al comienzo del arco de aproximación.

- Debido a motivos de tiempo: el robot continúa en el momento en que se pueda planear el paso siguiente.
- Debido a una parada del movimiento de avance: al iniciarse el arco de aproximación se alcanza el final del paso actual. Es decir, la parada del movimiento de avance se anula y se puede planear el siguiente paso. El robot se sigue desplazando.

En ambos casos el robot recorre el arco de aproximación. De hecho, la aproximación es posible, solo se retarda.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Principios de la programación de movimiento > Trayectoria del movimiento Spline |

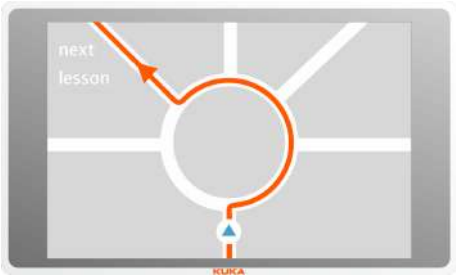


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 35 Conocer la conexión de los periféricos mediante entradas y salidas

## 35.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Conocerá el principio de transmisión de información digital y analógica en toda la unidad de control a través de los sistemas de bus de campo.

## 35.2 Introducción a la programación lógica

**Descripción**

La unidad de control dispone de interfaces de bus de campo para activar, p. ej. una herramienta en una posición de programa definida o bien para esperar a una señal.

Mediante esta interfaz tiene lugar la **comunicación** con los **periféricos** a través de los que se utilizan **entradas y salidas digitales** y **analógicas**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

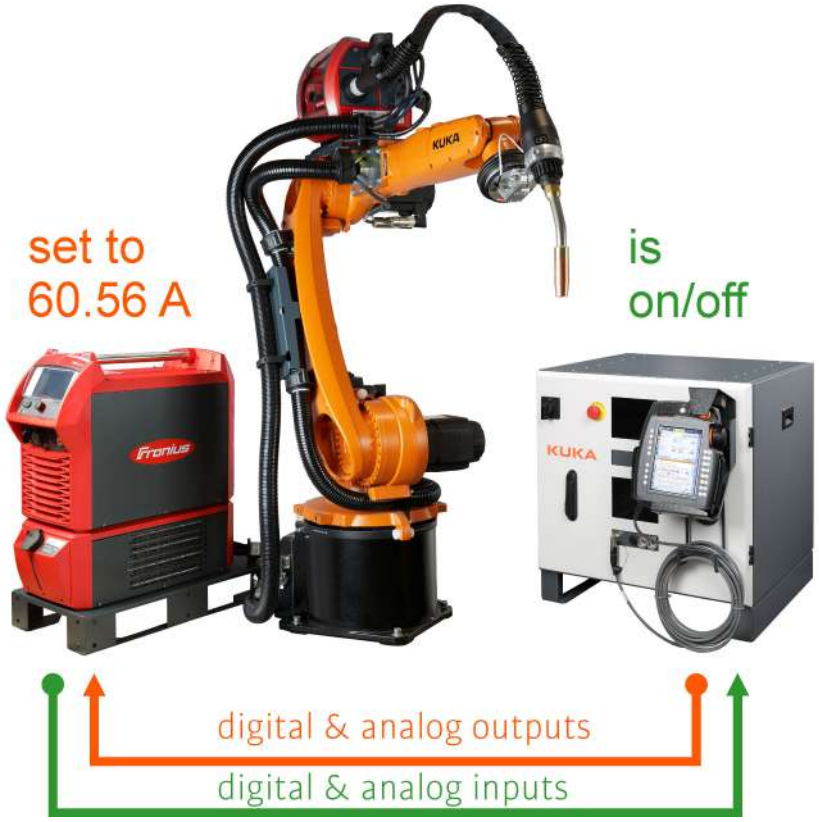



**Fig. 35-1: Entradas y salidas**

**Descripción de conceptos**

| Término | Explicación | Ejemplo |
|---|---|---|
| **Comunicación** | Intercambio de señales a través de una interfaz | Consulta de un estado (garra abierta/cerrada) |
| **Periféricos** | "Entorno" | Herramienta (p. ej., garra, pinzas de soldadura, etc.), sensores, sistemas de transporte del material, etc. |
| **Digital** | Tecnología digital: señales de tiempo discreto y de valor discreto | Señal de sensor: la pieza está: valor 1 (TRUE/VERDADERO), la pieza no está: valor 0 (FALSE/FALSO) |
| **Analógica** | Representación de una dimensión física | Medición de temperatura |
| **Entradas** | Las señales *procedentes* de la interfaz de bus de campo para el control | Señal de sensor: Garra abierta/garra cerrada |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Término | Explicación | Ejemplo |
|---|---|---|
| **Salidas** | Las señales *enviadas* a través de la interfaz de bus de campo para el control de los periféricos | Instrucción para la conmutación de una válvula, lo que conlleva a que cierre una mordaza. |





Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Conocer la conexión de los periféricos mediante entradas y salidas

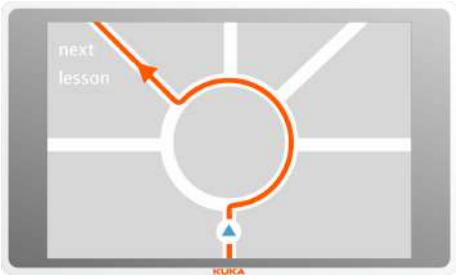


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 36 Programar funciones de conmutación clásicas mediante formularios inline

## 36.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Programará funciones clásicas de conmutación y espera.
- Controlará de forma específica el puntero de movimiento de avance mediante la parada del procesamiento en avance o CONT.

## 36.2 Descripción de la situación

En esta célula de robot se prepara un bastidor para la soldadura. Un robot coloca el nuevo bastidor en el amarre. Los dos robots de soldadura a la izquierda y a la derecha no deben moverse en ningún caso y esperan hasta que el proceso haya finalizado.

Solo cuando la zona de soldadura esté libre se puede iniciar el proceso de soldadura después de una "señal de habilitación".



## 36.3 Programación lógica simple

**Descripción**

En la programación de robots de KUKA se utilizan señales de entrada y de salida para instrucciones lógicas:

- **OUT**
  Conectar una salida a un punto concreto en un programa



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **WAIT FOR**

  Función de espera dependiente de la señal. Aquí la unidad de control espera una señal:

  – Entrada **IN**
  – Salida **OUT**
  – Señal horaria **TIMER**
  – Dirección de almacenamiento interno de la unidad de control (marcador/memoria de 1 bit) **FLAG** o **CYCFLAG** (cuando se valora de forma cíclica continua)

- **WAIT**

  Función de espera por tiempo. En este lugar del programa la unidad de control espera un tiempo establecido.

Los comandos lógicos descritos aquí son parte esencial también en versiones de software más antiguas. El uso es siempre un compromiso entre un punto de conexión exacto y una parada del avance.
En los proyectos nuevos se recomienda comprobar el uso de comandos de Trigger (SYNOUT, conmutación en la trayectoria) en combinación con bloques SPTP, SLIN, SCIRC y SPLINE.
Aquí se puede garantizar un punto de conexión exacto independiente de una parada del avance.

## 36.4 Programación de funciones de conmutación sencillas

### Descripción

Mediante una acción de conmutación puede enviarse una señal digital a los periféricos.

Para ello se utiliza un número de salida que se haya definido antes según la interfaz.

La señal se configura estática, es decir, se mantiene hasta que la salida se ocupe con otro valor.

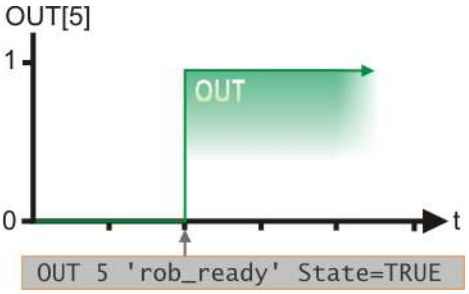



**Fig. 36-1: Conectar estática**

### Formulario inline OUT

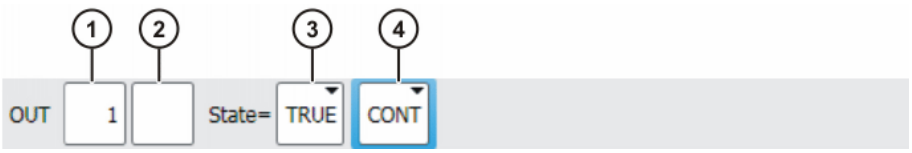



**Fig. 36-2: Formulario inline OUT**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Número de la salida<br>• **1 … 4096** |
| 2 | Si para la salida existe ya un nombre, éste se muestra.<br>Solo para el grupo de usuario Experto:<br>Pulsando en **Texto largo** puede introducirse un nombre. Se puede elegir cualquier nombre. |
| 3 | Estado en el que la salida se conecta.<br>• **TRUE**<br>• **FALSE** |
| 4 | • **CONT**: procesamiento en el movimiento de avance<br>• **[vacío]**: procesamiento con parada del movimiento de avance |

La instrucción de conexión simple OUT se utiliza para conectar al comienzo de un programa salidas de bus de campo en un estado de salida definido.

## 36.5 Comportamiento de CONT en las funciones de conmutación

### sin CONT

Si se suprime la entrada CONT en el formulario inline OUT, se fuerza una **parada del procesamiento en avance** y se produce una parada exacta en el punto antes del comando de conmutación. Tras establecer la salida se continúa con el movimiento.

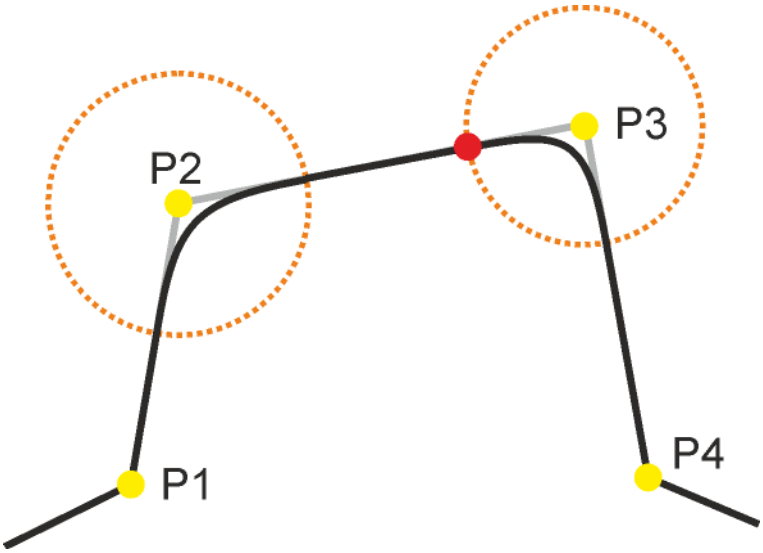



**Fig. 36-3: Movimiento ejemplar con conmutación con parada del procesamiento en avance**

```
SLIN P1 Vel=0.2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
SLIN P2 CONT Vel=0.2 m/s CPDAT2 Tool[1] Base[1]
SLIN P3 CONT Vel=0.2 m/s CPDAT3 Tool[1] Base[1]
OUT 5 'rob_ready' State=TRUE
SLIN P4 Vel=0.2 m/s CPDAT4 Tool[1] Base[1]
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### con CONT

El ajuste de la entrada CONT provoca que el puntero de movimiento de avance no se detenga (no se provoca ninguna parada del procesamiento en avance). De este modo se puede aproximar un movimiento antes de la instrucción de conmutación. El establecimiento de la señal se produce en el **movimiento de avance**.

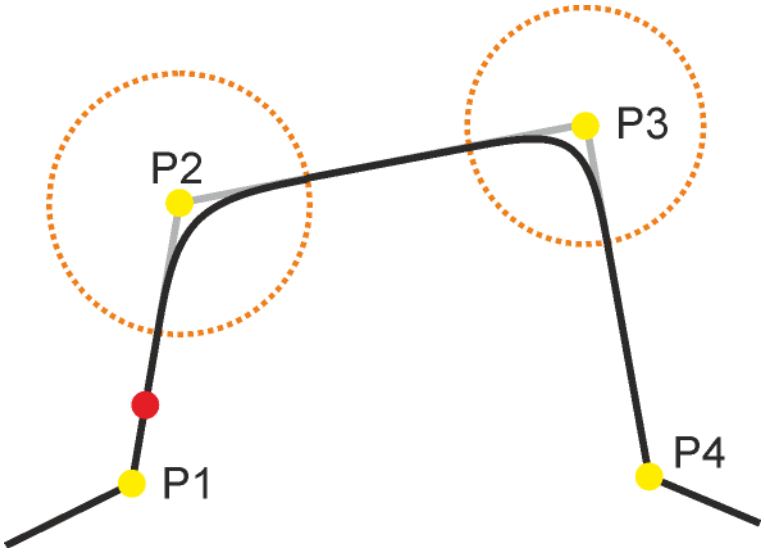



**Fig. 36-4: Movimiento ejemplar con conmutación en el avance**

```
SLIN P1 Vel=0.2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
SLIN P2 CONT Vel=0.2 m/s CPDAT2 Tool[1] Base[1]
SLIN P3 CONT Vel=0.2 m/s CPDAT3 Tool[1] Base[1]
OUT 5 'rob_ready' State=TRUE CONT
SLIN P4 Vel=0.2 m/s CPDAT4 Tool[1] Base[1]
```

El valor estándar para el puntero de movimiento de avance es de tres conjuntos de movimientos. No obstante, el movimiento de avance puede variar, es decir, debe tenerse en cuenta que el momento de conmutación no siempre es el mismo.

## 36.6 Conocer las funciones de conmutación pulsadas "PULSE"

### Descripción

Tal y como se produce en la función de conmutación simple, aquí también se modifica el valor para una salida.

No obstante, con las pulsaciones se puede anular la señal transcurrido un periodo de tiempo definido.

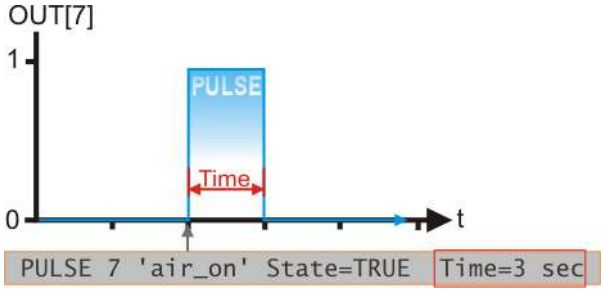



**Fig. 36-5: Nivel pulsado**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Formulario inline "PULSE"

La programación se realiza también con un formulario inline en el que se determina un impulso con una duración determinada.

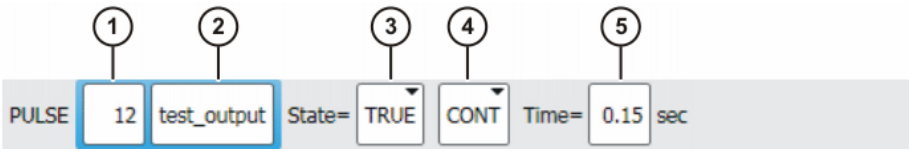



**Fig. 36-6: Formulario inline PULSE**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Número de la salida<br>• **1 … 4096** |
| 2 | Si para la salida existe ya un nombre, éste se muestra.<br>Solo para el grupo de usuario Experto:<br>Pulsando en **Texto largo** puede introducirse un nombre. Se puede elegir cualquier nombre. |
| 3 | Estado en el que la salida se conecta<br>• **TRUE**: Nivel "High"<br>• **FALSE**: Nivel "Low" |
| 4 | • **CONT**: procesamiento en el movimiento de avance<br>• **[vacío]**: procesamiento con parada del movimiento de avance |
| 5 | Duración del pulso<br>• **0,10 … 3,00 s** |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## Procedimiento

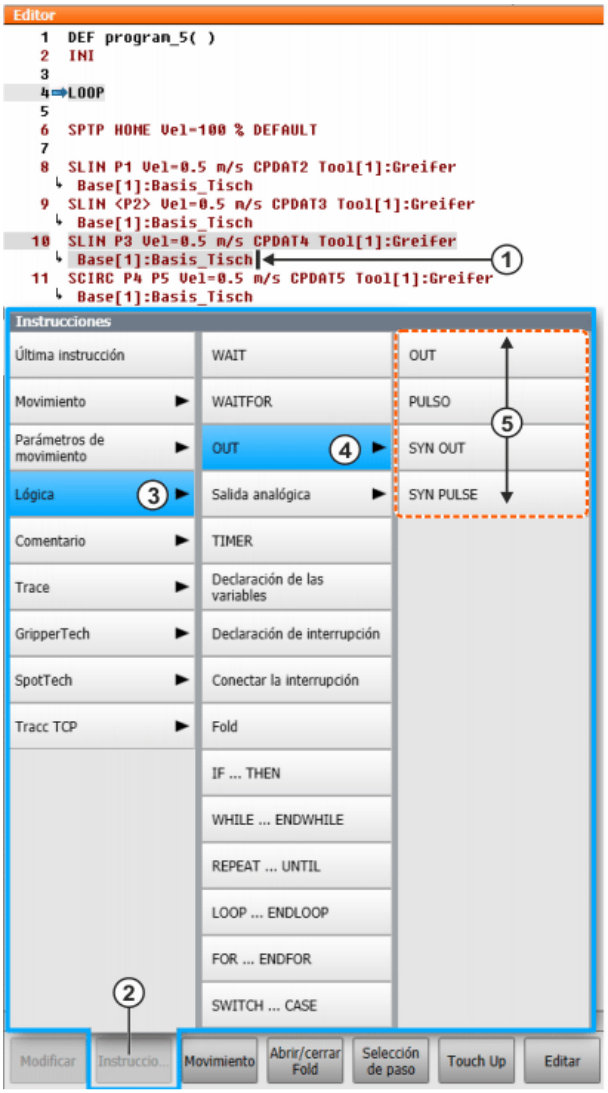



**Fig. 36-7: Insertar las instrucciones de conexión**

1. Colocar el cursor en la línea detrás de la cual se insertará la instrucción lógica (1).
2. **Secuencia de menú:** *Instrucciones (2)* > *Lógica (3)* > *OUT (4)* > *OUT, PULSE, SYN OUT o bien SYN PULSE (5)*
3. Ajustar los parámetros en el formulario inline.
4. Guardar la instrucción pulsando **Instrucción OK**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación con formularios inline > Programar instrucciones lógicas<br>> OUT<br>> PULSE |





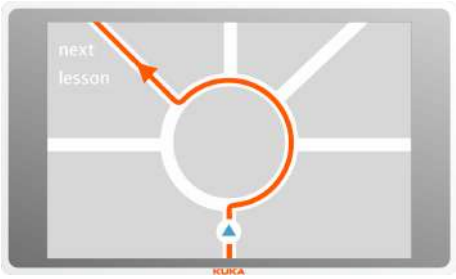
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 37 Conocer la relación entre el puntero de movimiento de avance y el puntero de ejecución principal

## 37.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá la función del puntero de avance y del puntero principal en la unidad de control.
- Conocerá el efecto del puntero de movimiento de avance sobre las acciones de conmutación de trayectoria y los movimientos de trayectoria.

## 37.2 Conocer el puntero de movimiento de avance

**¿Qué es el procesamiento en avance?**

La computarización en movimiento de avance lee (de manera invisible para el usuario) los conjuntos de movimientos en avance para poder permitir el control de la planificación de la trayectoria en instrucciones de aproximación.

Con el avance no solo se ejecutan datos de movimiento, sino también instrucciones aritméticas y de control de los periféricos.

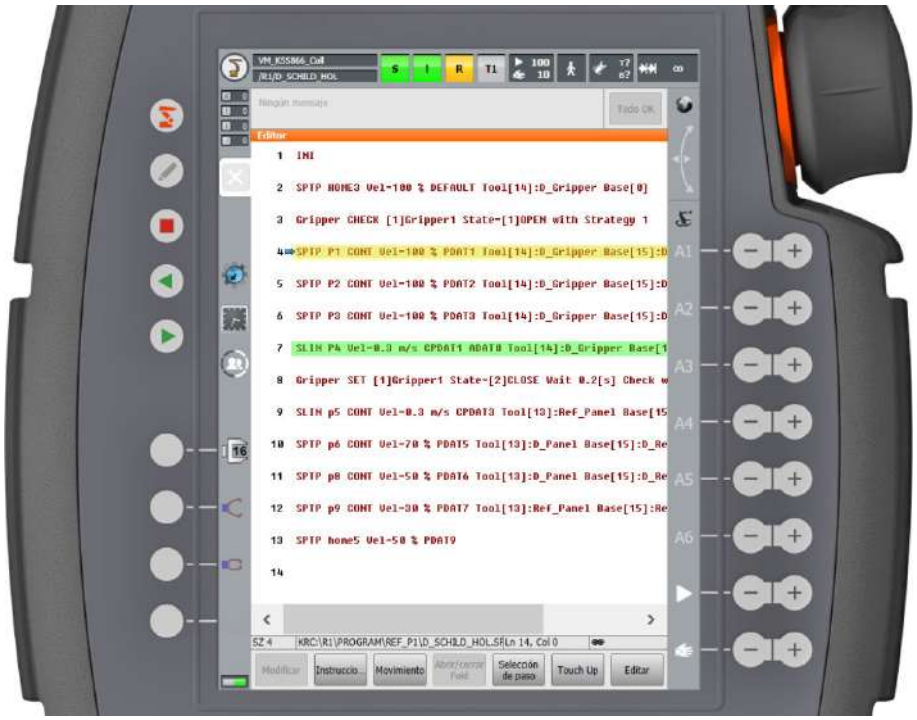
Algunas instrucciones crean una parada de la ejecución en avance. Entre ellas se encuentran, entre otras, instrucciones que tengan influencia sobre la periferia, por ejemplo, instrucciones OUT (Cerrar garra, Abrir pinza de soldadura).

Si se para el puntero de movimiento de avance, no es posible un posicionamiento aproximado.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Conocer la relación entre el puntero de movimiento de avance y el puntero de ejecución principal




| | |
|---|---|
| amarillo | Puntero de ejecución principal |
| verde | Puntero de movimiento de avance |

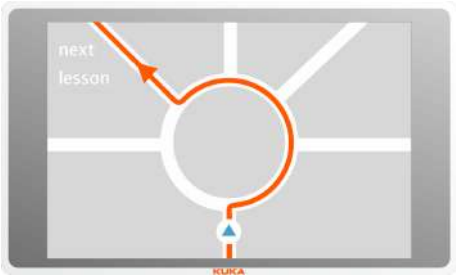


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 38 Programar funciones de espera clásicas mediante formularios inline

## 38.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá las primeras funciones de espera clásicas.
- Conocerá las ventajas y desventajas en el uso de las funciones de espera clásicas.

## 38.2 Programar funciones de espera



- función de espera dependiente del tiempo
  (>>> *38.3 "Conocer la función de espera "WAIT SEC" en función del tiempo" Página 335*)
- función de espera dependiente de una señal
  (>>> *38.4 "Conocer la función de espera dependiente de una señale "WAIT FOR"" Página 337*)



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Procedimiento

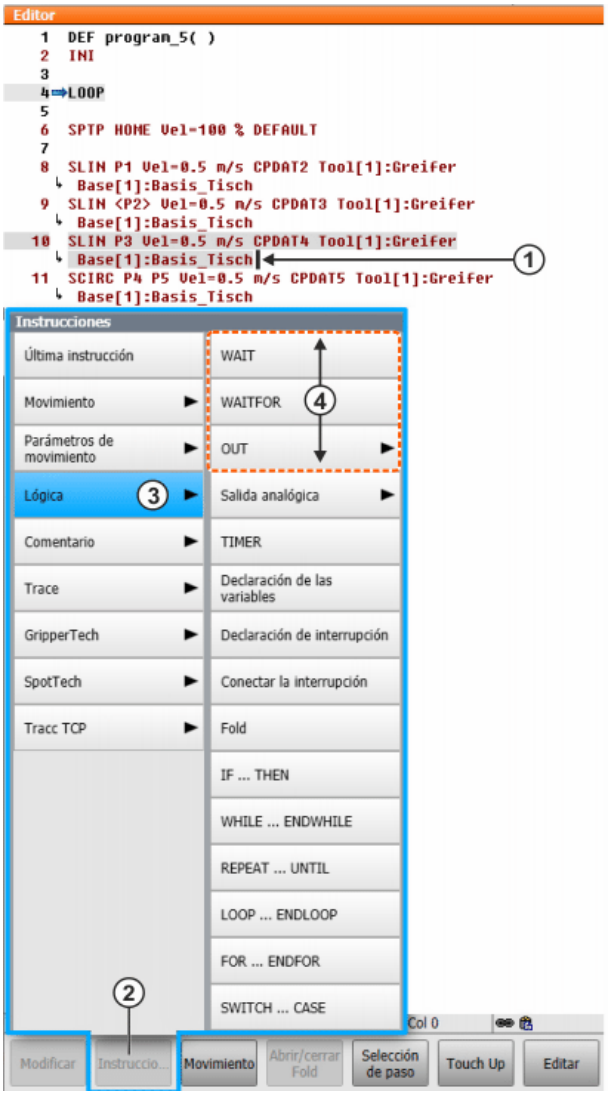



**Fig. 38-1: Insertar lógica**

1. Colocar el cursor en la línea detrás de la cual se debe insertar la instrucción lógica (1).
2. Abrir la pestaña **Instrucciones** (2).
3. En la entrada **Lógica** (3), seleccionar la instrucción de espera o salida (4) deseada.
4. El formulario inline deseado se inserta en la posición del programa marcada.
5. Ajustar los parámetros en el formulario inline.
6. Guardar la instrucción pulsando **Instrucción OK**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 38.3 Conocer la función de espera "WAIT SEC" en función del tiempo




**Fig. 38-2: Cronómetro**

- La función de espera dependiente del tiempo, espera el tiempo indicado (`time`) antes de que se pueda continuar con el proceso
- Sintaxis

```
WAIT SEC time
```

### 38.3.1 Programar una función de espera dependiente del tiempo "WAIT SEC" con formularios inline

Las funciones de espera dependientes del tiempo de un programa de movimiento se programan de forma muy sencilla mediante formularios inline.

Con el formulario inline **WAIT** se detiene el movimiento de robot para el tiempo programado. WAIT provoca siempre una parada del procesamiento en avance.

Con **WAIT** se detiene el movimiento de robot durante el tiempo programado. WAIT provoca siempre una parada del procesamiento en avance.




| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Tiempo de espera<br>• **≥ 0** s |

El propio formulario inline insertado es un pliegue y puede abrirse.

En verde se visualiza la correspondiente instrucción KRL.

```
7 WAIT Time= 2.5 sec
8  WAIT SEC 2.5
```

**Principio de la función de espera dependiente del tiempo**

- La función de espera dependiente del tiempo tiene la base de tiempo de segundos (s)
- El tiempo máximo es de 2147484 segundos, que son más de 24 días



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

El formulario en línea para la función de espera dependiente del tiempo puede esperar como máximo 30 segundos

- El valor del tiempo también se puede transmitir con una variable adecuada
- La unidad de tiempo más pequeña adecuada es de 0,012 segundos (ciclo de interpolación)
- Si el tiempo indicado es negativo, no se esperará
- La función de espera dependiente del tiempo activa una parada del procesamiento en avance, por lo que el posicionamiento aproximado no es posible
- Para generar de forma precisa solo una parada del procesamiento en avance, se utilizar la instrucción `WAIT SEC 0`

### 38.3.2 Comportamiento de conmutación "WAIT SEC" y ejemplos

**Función de espera dependiente del tiempo con un tiempo fijo**

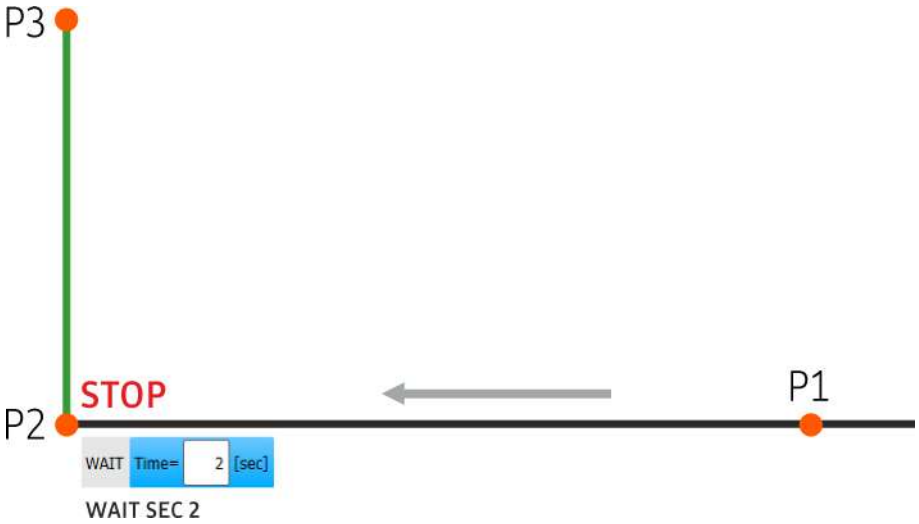



**Fig. 38-3: Ejemplo, función de espera dependiente del tiempo**

| Pos. | Observación |
|---|---|
| 1 | El movimiento se interrumpe durante 2 segundos en el punto P2. |

```
SPTP P1 Vel=100 % PDAT1
SPTP P2 Vel=100 % PDAT2
WAIT TIME= 2.0 [sec]
SPTP P3 Vel=100 % PDAT3
```

**Función de espera dependiente del tiempo con un tiempo calculado**

```
WAIT SEC 3*0.25
```

**Función de espera dependiente del tiempo con una variable**

```
DECL REAL time
time = 12.75
WAIT SEC time
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación KRL > Control de ejecución del programa > WAIT SEC ...: Programar tiempo de espera |
| | Programación con formularios inline > Programar instrucciones lógicas > WAIT |

## 38.4 Conocer la función de espera dependiente de una señale "WAIT FOR"

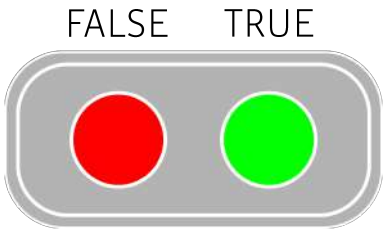



**Fig. 38-4: TRUE, FALSE**

- La función de espera dependiente de una señal continúa conmutando si se cumple la condición (`condition`) y el proceso continúa
- Sintaxis

```
WAIT FOR condition
```

### 38.4.1 Programar una función de dependientes dependiente de la señal "WAIT FOR" con formularios inline

**Función de espera "WAIT FOR"**

En caso necesario, pueden combinarse de forma lógica varias señales (máximo 12).

Si se agrega una combinación, en el formulario inline aparecen campos para las señales adicionales y para otras combinaciones.

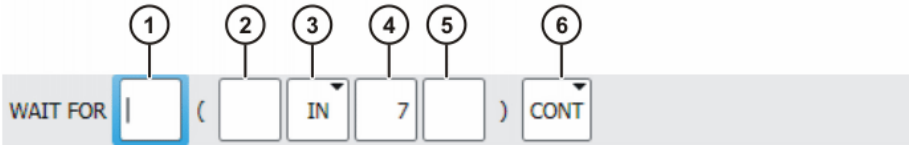



**Fig. 38-5: Formulario inline WAIT FOR**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Agregar la combinación externa. El operador se ubica entre las expresiones colocadas entre paréntesis.<br>• **AND**<br>• **OR**<br>• **EXOR**<br>Agregar NOT.<br>• **NOT**<br>• **[vacío]**<br>Agregar el operador deseado utilizando el correspondiente botón. |
| 2 | Agregar la combinación interna. El operador se ubica dentro de una expresión colocada entre paréntesis.<br>• **AND**<br>• **OR**<br>• **EXOR**<br>Agregar NOT.<br>• **NOT**<br>• **[vacío]**<br>Agregar el operador deseado utilizando el correspondiente botón. |
| 3 | Señal que se está esperando<br>• **IN**<br>• **OUT**<br>• **CYCFLAG**<br>• **TIMER**<br>• **FLAG** |
| 4 | Número de la señal<br>• **1 … 4096** |
| 5 | Si la señal ya tiene nombre, este se muestra.<br>Solo para el grupo de usuario Experto:<br>Pulsando en **Texto largo** puede introducirse un nombre. Se puede elegir cualquier nombre. |
| 6 | • **CONT**: procesamiento en el movimiento de avance<br>• **[vacío]**: procesamiento con parada del movimiento de avance |

**Combinaciones lógicas**

En la utilización de funciones de espera dependientes de señales se pueden utilizar también combinaciones lógicas.

Las combinaciones lógicas permiten combinar las consultas de diversas señales o estados.

- Se puede crear dependencias.
- Se pueden excluir determinados estados.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

El resultado de una función con un operador lógico proporciona siempre un valor de verdad, es decir, el resultado final siempre es "verdadero" (valor 1) o "falso" (valor 0).



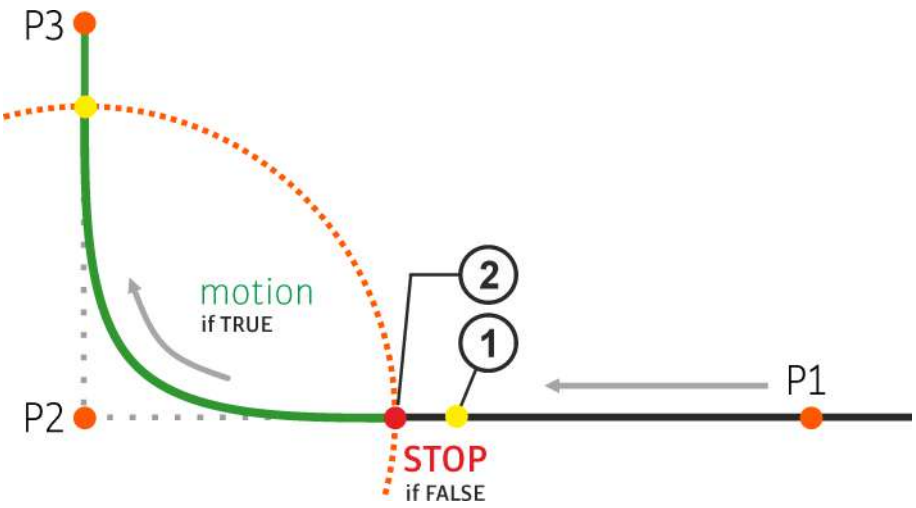

**Fig. 38-6: Ejemplo y principio de una combinación lógica**

Los operadores para las combinaciones lógicas son:

| | |
|---|---|
| **NOT** | Este operador se utiliza para la negación, es decir, el valor se invierte (de "verdadero" pasa a "falso"). |
| **AND** | El resultado de la expresión es verdadero si ambas expresiones combinadas son verdaderas. |
| **OR** | El resultado de la expresión es verdadero si al menos una de las expresiones combinadas es verdadera. |
| **EXOR** | El resultado de la expresión es verdadero cuando ambas afirmaciones combinadas por este operador presentan diferentes valores de verdad. |

Las funciones de espera dependientes de señales pueden programarse con y sin su procesamiento en movimiento de avance.

## 38.4.2 Comportamiento de conmutación en el entorno de aproximación




- **WAIT FOR sin CONT**




```
SLIN P1 CONT Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
WAIT FOR ( IN 16 '' )
SLIN P2 CONT Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
SLIN P3 CONT Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
```

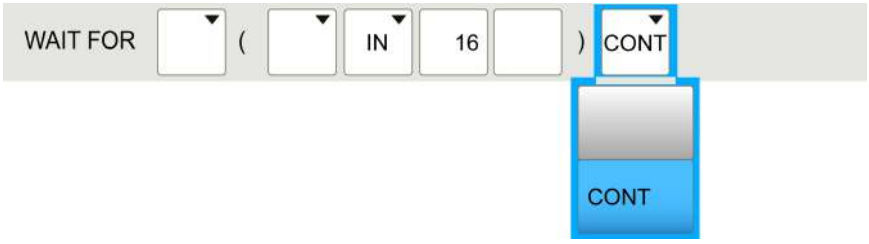
  – Si se programa "WAIT FOR" **sin** CONTINUE, el robot siempre se detiene con una parada exacta al comienzo del entorno de aproximación (2) del punto P2.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

  - Si el estado del $IN[16] (1) antes de alcanzar el entorno de aproximación (2) es **TRUE**, el robot reanudará su desarrollo del movimiento inmediatamente después de la parada exacta.
  - Si el estado del $IN[16] (1) antes de alcanzar el entorno de aproximación (2) es **FALSE**, el robot esperará en el límite de aproximación hasta que el estado cambie a TRUE y, a continuación, reanudará su desarrollo del movimiento.

- **WAIT FOR con CONT**




```
SLIN P1 CONT Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
WAIT FOR ( IN 16 '' ) CONT
SLIN P2 CONT Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1
SLIN P3 CONT Vel=2 m/s CPDAT1 Tool[1] Base[1]
```

  - Si el estado del $IN[16] (1) antes de alcanzar el entorno de aproximación (2) es **TRUE**, el robot se desplazará al entorno de aproximación sin parada.
  - Si el estado del $IN[16] (1) antes de alcanzar el entorno de aproximación (2) es **FALSE**, el robot esperará en el límite de aproximación hasta que el estado cambie a TRUE y, a continuación, reanudará su desarrollo del movimiento.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación KRL > Control de ejecución del programa > WAIT FOR<br>Programación con formularios inline > Programar instrucciones lógicas > WAIT FOR...: Espere a que se cumpla la condición |

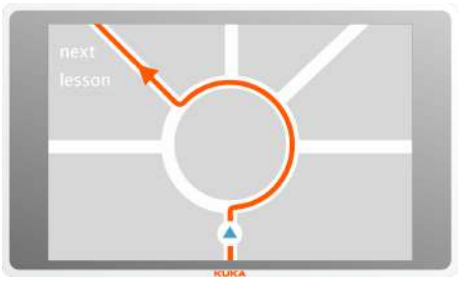


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 39 Mostrar variables y estados de conmutación en el smartPAD

## 39.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Puede visualizar el estado de entradas y salidas, flags, contadores y temporizadores en el smartPAD.

## 39.2 ¿Qué entradas y salidas se pueden indicar?

1. A través del **Ruta del menú**: *Tecla de robot* > *Indicación* > *Entradas/salidas* se pueden abrir las siguientes vistas:




Entradas y salidas

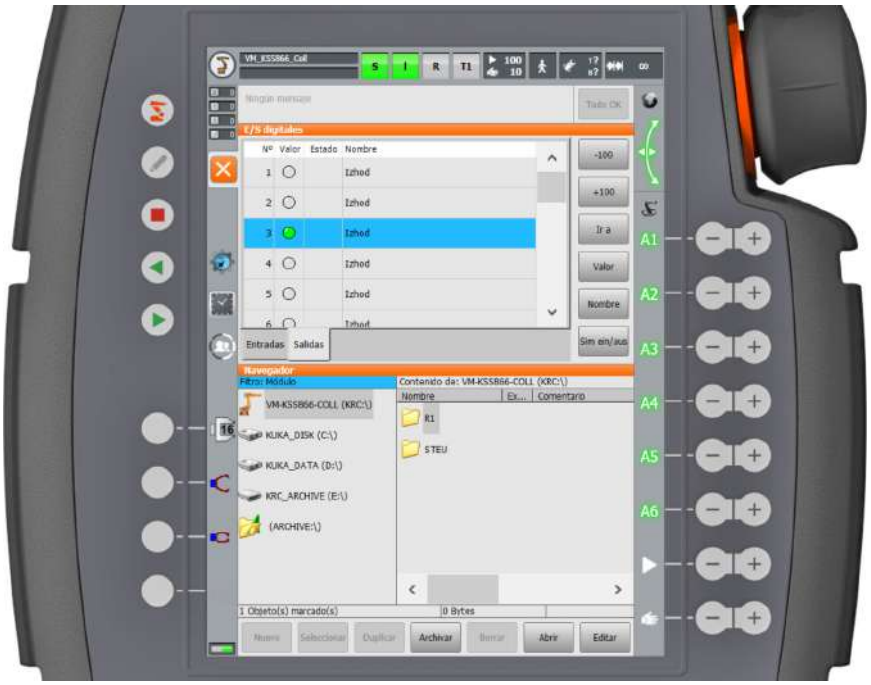
- **Entradas y salidas digitales**
- **Entradas y salidas analógicas**

2. Mediante LEDs se indica el estado de conmutación actual de la entrada o salida.

   Mediante los botones se pueden ajustar salidas o modificar nombres.



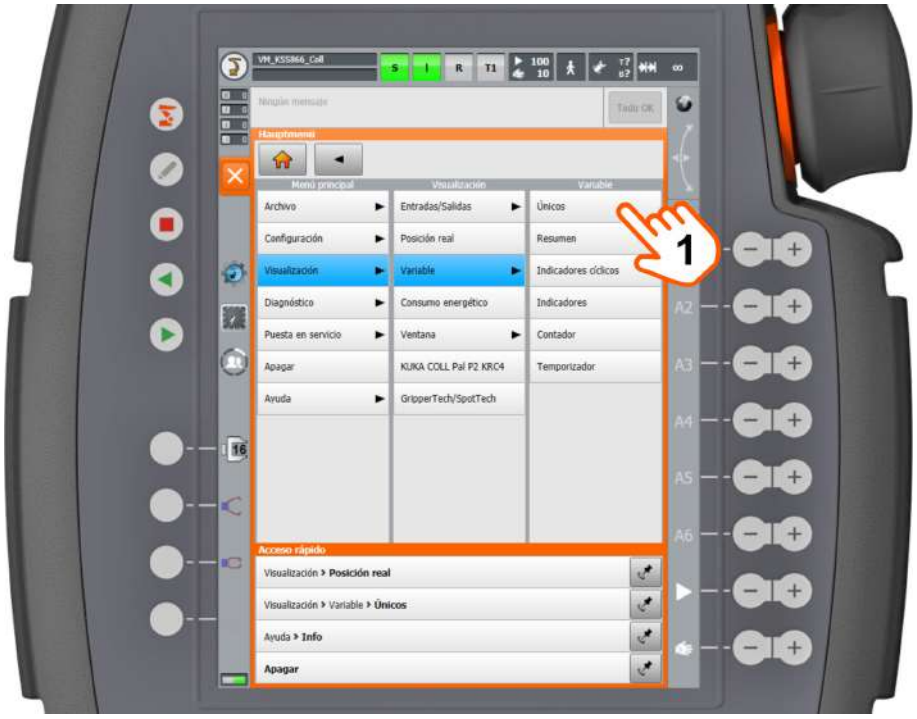
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



## 39.3 ¿Qué variables se pueden visualizar?

**Descripción**

Los valores de las variables pueden mostrarse y modificarse a través del smartPAD.




Variables del sistema

- **Marcas cíclicas**
- **Marcas (flags)**
- **Contador**
- **Temporizador**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Mostrar y modificar variables individuales

Las variables del sistema pueden mostrarse y modificarse en cualquier momento (si no están protegidas contra escritura).

Variables de tiempo de ejecución solo durante un programa activo

| AVISO |
| --- |
| Se requieren derechos de usuario superiores. |




**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
| --- | --- |
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > **Funciones de indicación** |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Mostrar variables y estados de conmutación en el smartPAD

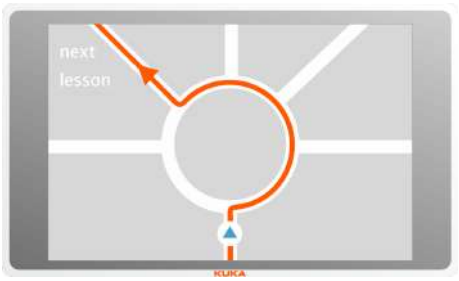


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 40 Programación de la lógica en el bloque SPLINE y en pasos individuales SPLINE

## 40.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Ampliará su bloque SPLINE o los pasos individuales SPLINE con lógica (trigger).
- Registrará puntos de trigger cómodamente a través de los formularios inline en la trayectoria y los desplazará adicionalmente de forma individual.

## 40.2 Programación de lógica con SPLINE y pasos individuales SPLINE

**Descripción**

Al programar pasos individuales Spline (SLIN, SCIRC, SPTP) y bloques Spline, se puede integrar la lógica además del movimiento. La lógica se puede programar a través de KRL o cómodamente a través de formularios inline.




**Fig. 40-1: Lógica SPLINE en el formulario inline**

Siempre disponible (ADAT):

- Trigger (instrucción de conmutación en la trayectoria)
- Parada condicionada

Solo en el bloque SPLINE

- Zona de desplazamiento constante
- Activador como formulario inline

Solo en el bloque SPLINE y solo como comando KRL

- Bloque de tiempo

Solo fuera del bloque SPLINE

- Parada condicionada como formulario inline (Spline Stop Condition)



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 40.3 Programar el activador Spline

### Descripción

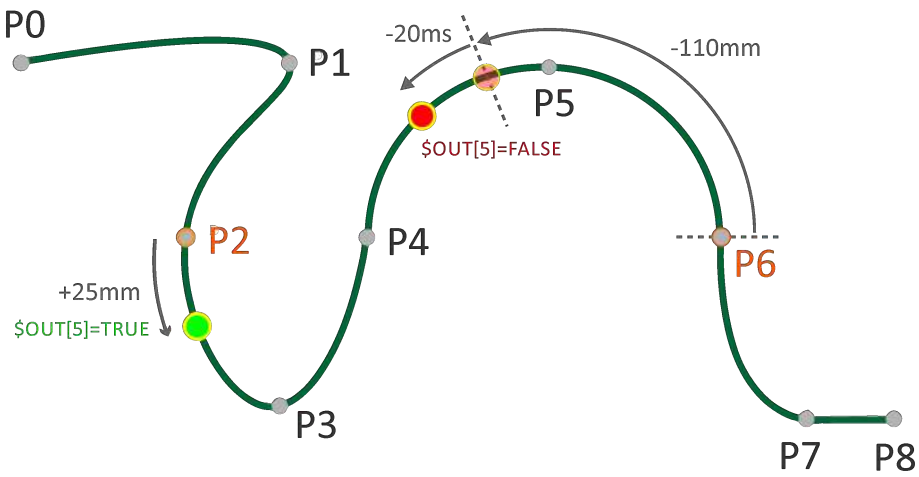



**Fig. 40-2: Activador con SPLINE**

El ejemplo muestra una trayectoria que se ha programado mediante el **bloque Spline**. La **función del activador** también se puede transferir a un movimiento de trayectoria, el cual se compone de **pasos individuales**.

El activador lanza una instrucción definida por el usuario, en el ejemplo la salida digital 5. La unidad de control del robot ejecuta la instrucción de forma paralela al movimiento del robot. El activador puede referirse opcionalmente al punto de inicio o de destino del movimiento. La instrucción se activa directamente en el punto de referencia o se desplaza en el espacio y/o temporalmente.

Si el activador se utiliza en un bloque spline, no podrá encontrarse entre el último segmento y ENDSPLINE.

### Posibilidades de la programación

- En el formulario inline, ventana de opciones lógica de trigger
- Formulario inline SPLINE-Trigger
- Programación mediante comando KRL `TRIGGER WHEN PATH`

## 40.3.1 Programar el activador SPLINE

### Procedimiento

1. Abrir el bloque Spline con el botón **"Abrir/cerrar Fold"**
2. En el **punto 5** debe estar conectada la salida digital **$OUT[5]**.

```
4   SPLINE S1 Vel=0.5 m/s CPDAT 2 Tool[1]:pen Base[5]
blue
5   SPL P4
6   SLIN P5 ADAT
7   SPL P6
8   SLIN P7
9   SPL P8
10 ENDSPLINE
```

3. **Selección de parámetros**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

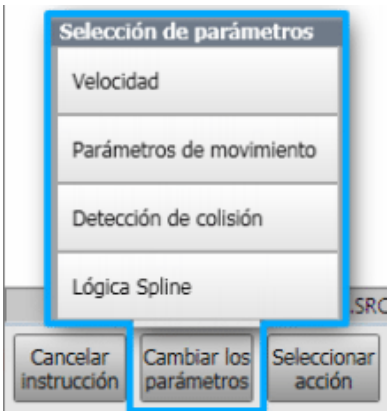



**Fig. 40-3: Cambiar parámetro**

- Ampliar el **punto 5** con la lógica Spline.
- **Botones:** *Modificar* > *Cambiar parámetro* > *Añadir lógica Spline*

4. Punto 5

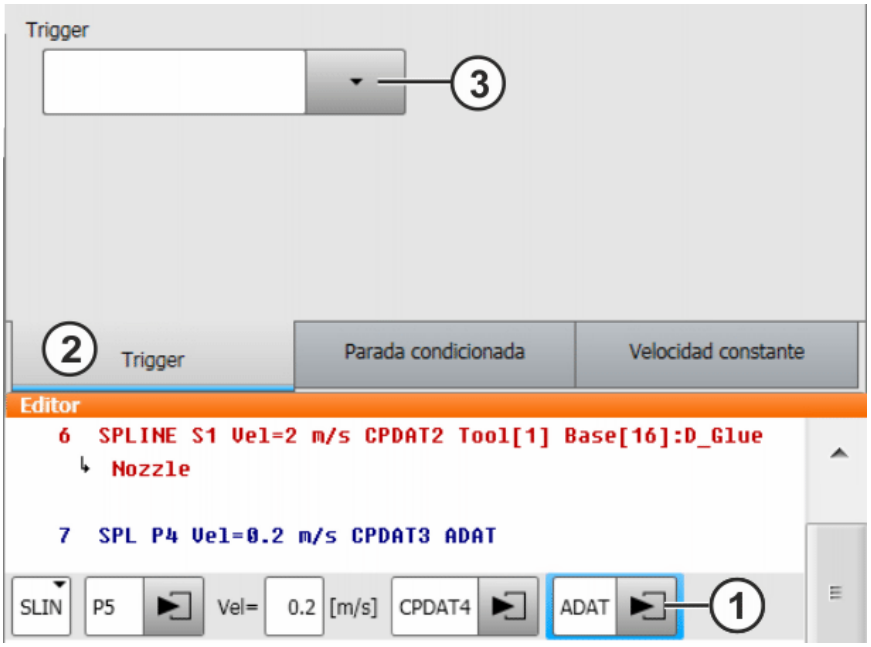



**Fig. 40-4: Selección del activador (vacío)**

- Pulsar el símbolo de flecha (1) en el punto 5 (ADAT).
- En la ventana mostrada, cambiar a la pestaña Activador (2).

La ventana desplegable Activador permite seleccionar entre activadores/acciones de conmutación predefinidas que deben activarse en este punto. Por el momento aún no están disponibles y deben definirse en el siguiente paso.

5. Añadir comando del activador



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 40-5: Acciones Spline**

- En el conjunto de movimientos abierto **añadir una instrucción de activador** con el botón **Acciones Spline**.
- La ventana Activador se amplía con campos de entrada adicionales.

6. **Variante 1:** Activar el activador en el punto.

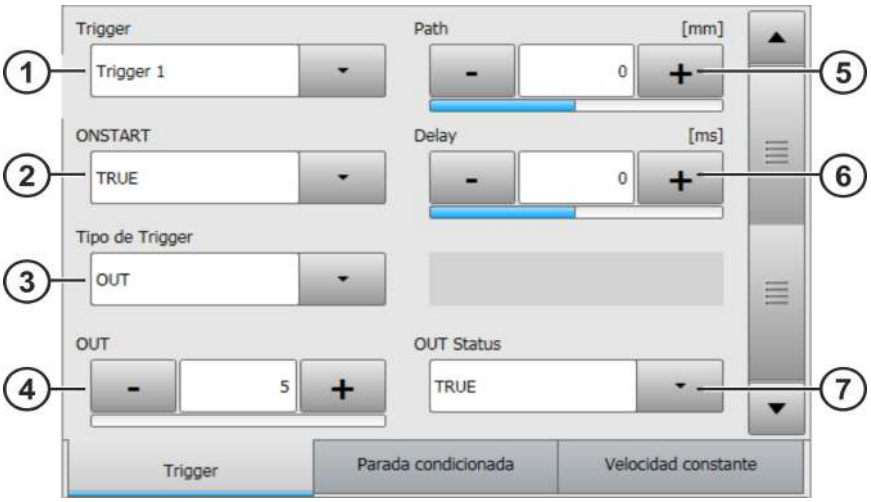



**Fig. 40-6: Definir el activador Spline**

- **Activador** (1)

  El sistema crea un nuevo activador con el nombre Activador 1. Si ya hay otros activadores definidos, esta ventana permite acceder a ellos y ajustarlos.
- **ONSTART** (2)

  Si el parámetro ONSTART se establece en **TRUE**, el punto de referencia para la activación del activador se refiere al punto de arranque. Este punto puede desplazarse de forma adicional mediante los parámetros Path y Delay. En nuestro ejemplo la salida digital 5.
- **Tipo de activador** (3)



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

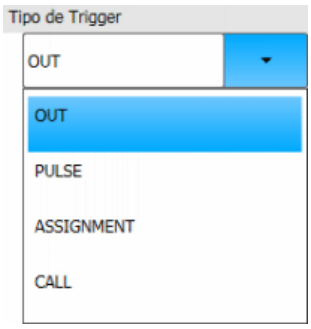



**Fig. 40-7: Tipo de activador**

Define qué tipo de activador se debe utilizar. Aquí es necesario parte de experiencia adicional en KRL.

En nuestro ejemplo, seleccionar OUT para conectar una salida digital.

| |
|---|
| En función del tipo de activador seleccionado PULSE, ASSIGNMENT o CALL, cambian las ventanas de entrada y selección en los campos 3, 4 y 7.<br>En la documentación del software se puede encontrar información más detallada. |

- **OUT** (4)
  Selección de la salida digital que conecta el activador.
- **PATH** (5)
  Dado que el activador se conecta directamente en el punto y este está en TRUE, el desplazamiento en el espacio está inactivo.
- **Delay** (6)
  En referencia al punto, el punto puede desplazarse en el tiempo dependiendo de la velocidad a la que se circule. Resulta útil, por ejemplo, en aplicaciones de adhesivo
- **Estado OUT** (7)
  Aquí se puede definir el estado de conexión deseado de la salida digital. En este ejemplo, este se conecta mediante la expresión booleana TRUE.

7. **Variante 2:** Hacer que el sistema registre el valor de Trigger Path (distancia).
   En el ejemplo: Desplazamiento en el espacio y el tiempo con respecto al punto 5.




**Fig. 40-8: Desplazamiento local y temporal**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Con ayuda de las teclas del programa, mover el robot hacia delante o hacia atrás sobre la trayectoria Spline hasta que se alcance el "punto Trigger".
- Con el botón *Acciones Spline* > *Registrar ruta Activador Path* aceptar la posición actual en el campo Path.




**Fig. 40-9: Acciones Spline**

Si se abandona la trayectoria desplazando manualmente el robot no se puede registrar con Path. Aquí es necesario volver a seleccionar un conjunto.

Con la programación por aprendizaje, ONSTART se configura siempre en FALSE y se introduce el desplazamiento en el espacio con respecto al punto de destino (negativo).

Con ONSTART en TRUE, en principio, es factible un desplazamiento con respecto al punto de inicio. No obstante, el offset (positivo) solo se puede hacer con una entrada numérica.

- En caso necesario introducir el desplazamiento en el tiempo numéricamente en el campo Delay [ms].

### 40.3.2 Programar el activador SPLINE mediante formulario inline

**Descripción**

Además de la programación del activador SPLINE directamente en el punto de movimiento del bloque Spline, también existe la posibilidad de programar en un formulario inline independiente.

El formulario inline Activador SPLINE solo puede utilizarse dentro de un bloque SPLINE.

**Procedimiento**

1. Marcar el conjunto de movimientos tras el que se debe insertar la instrucción lógica.
2. Insertar lógica Spline



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

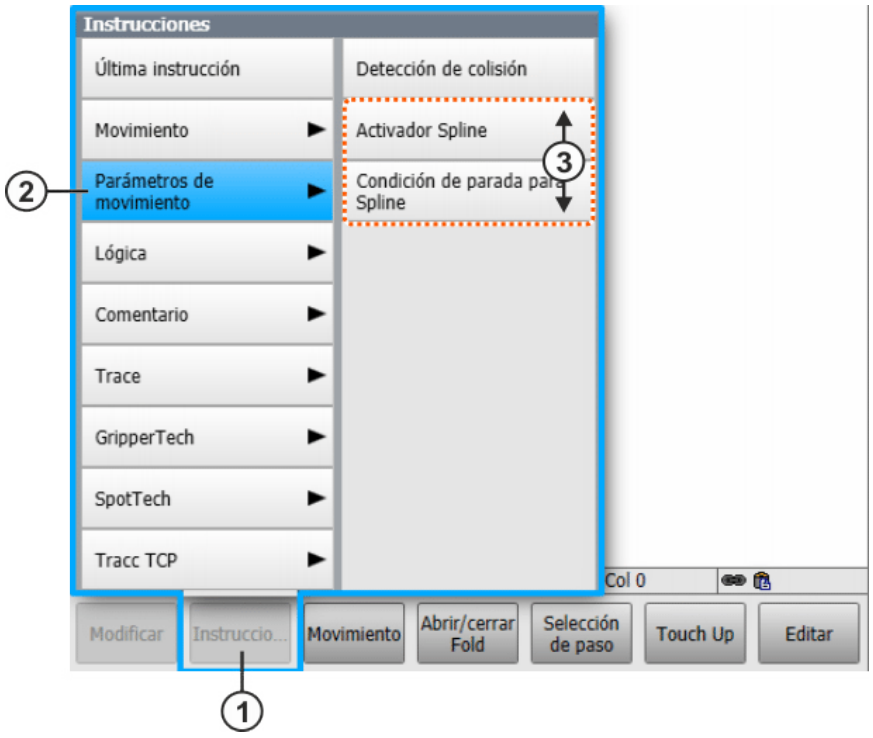



**Fig. 40-10: Insertar lógica Spline**

**Ruta de menú:** *Botón Instrucciones (1) > Parámetro de movimiento (2) > Spline Trigger o Spline Stop Condition (3)*

3. Configurar el formulario inline mostrado.

**Formulario inline**

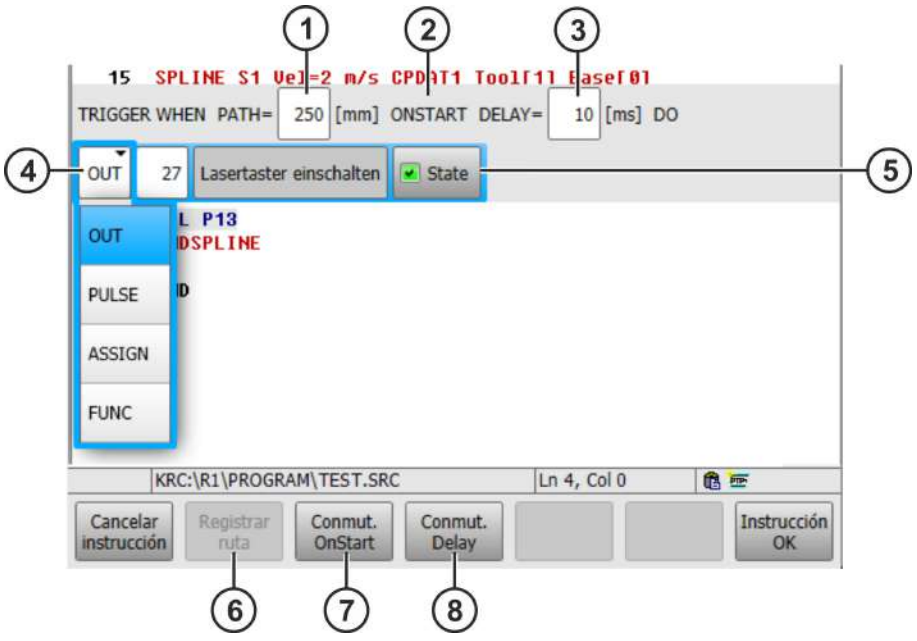



**Fig. 40-11: Formulario inline, Spline Trigger**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Denominación | Descripción |
|---|---|---|
| 1 | Registrar ruta | El desplazamiento en el espacio (Path) del punto de conexión sobre la trayectoria se puede "programar por aprendizaje" con Registrar ruta. |
| 2 | ONSTART | Punto al que se refiere el activador SPLINE<br>• Con ONSTART: último punto antes del Trigger SPLINE<br>• Sin ONSTART: Punto después del Trigger SPLINE<br>ONSTART puede ajustarse o eliminarse con el botón **Conmut. OnStart**. |
| 3 | DELAY | Desplazamiento temporal del Trigger SPLINE |
| 4 | OUT | Reacción de activación del Trigger<br>• OUT (establece la salida)<br>• PULSE (establece la salida de pulsos)<br>• ASSIGN (asignación del Trigger)<br>• FUNC (activación de la función del Trigger) |
| 5 | State | Indicación del estado que debe adoptar la salida<br>TRUE =casilla verde en el botón<br>FALSE = botón gris |
| 6 | Registrar ruta | Cálculo automático del valor PATH al recorrer el punto del activador sobre la trayectoria |
| 7 | Conmut. OnStart | Ver pos. 2 |
| 8 | Conm. Delay | Ver pos. 3 |

**Ejemplo: Acceso a un subprograma.**




**Fig. 40-12: Ejemplo de Interrupt**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 40.3.3 Indicaciones para la programación

**Pregunta**

**¿Dónde se encuentra el punto de referencia de un activador PATH cuando el punto de inicio o de destino está programado por aproximación?**

Esto depende en principio de si se trata de un posicionamiento aproximado homogéneo o mixto.

**Posicionamiento aproximado homogéneo**

- Desde un movimiento Spline CP a un movimiento Spline CP
- Desde un movimiento Spline PTP a un movimiento Spline PTP
- Desde un movimiento LIN o CIRC a un movimiento LIN o CIRC

Cada movimiento Spline puede ser un bloque Spline o un conjunto individual.

**Posicionamiento aproximado mixto**

- Desde un movimiento Spline CP a un movimiento Spline PTP o viceversa

  Cada movimiento Spline puede ser un bloque Spline o un conjunto individual.
- Desde un movimiento PTP a un movimiento LIN o CIRC o viceversa

Aquí la posición del punto de referencia depende adicionalmente de si se trata de movimientos Spline o de movimientos convencionales.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA.GripperSpotTech 5.0** |
| | Para KUKA System Software 8.5, 8.6 y 8.7 |
| **Capítulo** | Programación KRL > Acciones de conmutación referentes a la trayectoria (=Trigger) |
| **ID de KUKA** | PB11620 |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación con formularios inline > Programar movimientos Spline > Programar Trigger para SPLINE |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación KRL > Acciones de conmutación referentes a la trayectoria (=Trigger) |

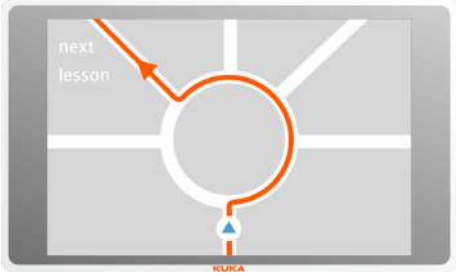


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 41 Recorrer el contorno SPLINE con velocidad constante

## 41.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Dentro de un bloque SPLINE definirá una zona de desplazamiento que debe recorrerse a una velocidad constante.
- Determinará la velocidad máxima desplazable y, en caso necesario, optimizará el movimiento de trayectoria.

## 41.2 Programación de zona de desplazamiento constante

**Descripción**

En un bloque spline CP, se puede definir una zona en la que el robot mantiene constante la velocidad programada, siempre y cuando sea posible.

El margen se denomina "Zona de desplazamiento constante".

- Para cada bloque Spline se puede definir 1 zona de desplazamiento constante.
- La zona de desplazamiento constante se define mediante una instrucción de inicio y una instrucción de final.
- La zona no puede superar el bloque spline.
- La zona puede ser tan pequeña como se desee.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

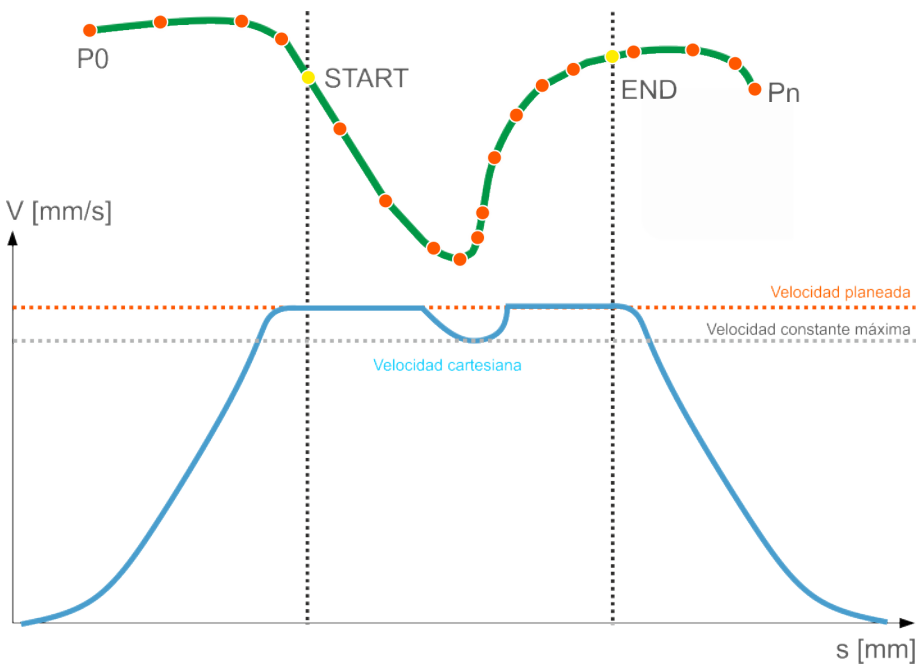



**Fig. 41-1: Velocidad constante, principio**

En caso de que no sea posible mantener constante la velocidad programada, la unidad de control del robot lo notifica durante la ejecución del programa dentro de los tipos de modos de servicio de test mediante un mensaje.

Zona de desplazamiento constante a través de varios segmentos:

- La zona de desplazamiento constante se puede extender por varios segmentos con diferentes velocidades programadas.

  En este caso, las velocidades más reducidas programadas serán válidas para toda la zona.
- Incluso en los segmentos con una velocidad programada más elevada, en este caso se procederá con el desplazamiento aplicando la velocidad más reducida.

  Aquí no se emite ningún mensaje notificando que no se ha alcanzado la velocidad.

  Esto sucede únicamente si no se puede mantener la velocidad más reducida programada.

## 41.3 Programación de zona de desplazamiento constante

### Procedimiento

1. Abrir el bloque SPLINE con el botón **"Abrir/cerrar Fold"**
2. La velocidad debe mantenerse constante entre **P5** y **P12**.

```
 4   SPLINE S1 Vel=0.5 m/s CPDAT 2 Tool[1]:pen Base[5]
blue
 5   SPL P4 CPDAT4
 6   SLIN P5 ADAT
 7   SPL P6
 8   SLIN P7
 9   SPL P8
10   SPL P9
11   SPL P10
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
12   SPL P11
13   SLIN P12ADAT
14   SPL P13
15 ENDSPLINE
```

3. El recorrido constante comienza en el punto 5 y concluye en el punto 12.

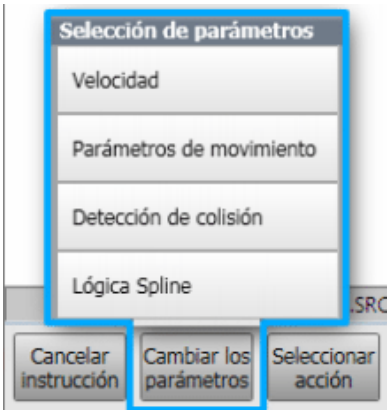



**Fig. 41-2: Cambiar parámetro**

- Es decir, en estos dos lugares (P5 y P12) el punto de movimiento se amplía con la lógica Spline (ADAT).
- **Botones:** *Modificar* > *Cambiar parámetro* > *Añadir lógica Spline*

4. Punto 5

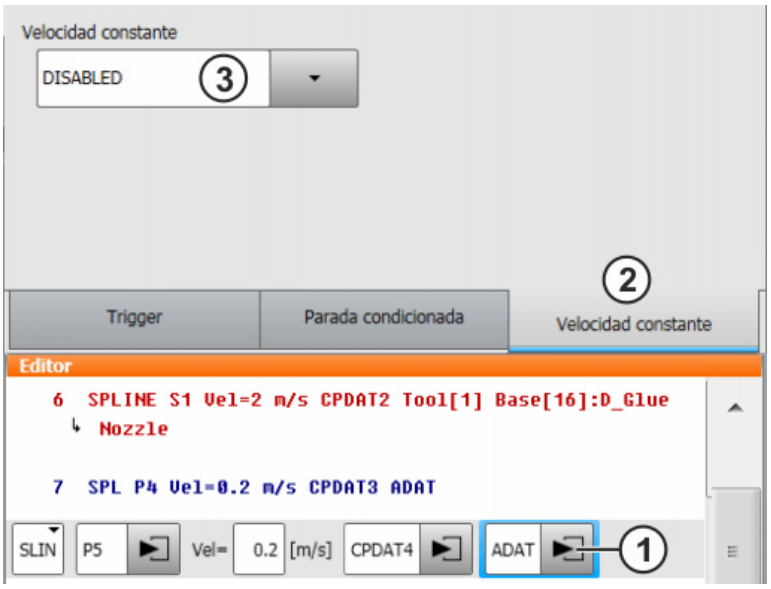



**Fig. 41-3: Activar velocidad constante**

- Pulsar el símbolo de flecha (1) en el punto 5.
- En la ventana mostrada, cambiar a la pestaña Velocidad constante (2).
- Activar la Velocidad constante (3) a través de la ventana desplegable.

  Seleccionar para ello **START**.

5. Programación del desplazamiento manual.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

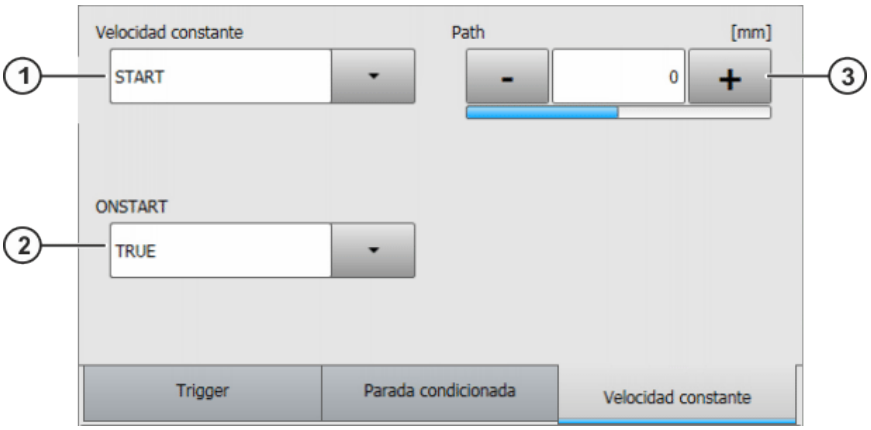



**Fig. 41-4: Activar velocidad constante**

| Parámetro | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Velocidad constante | Arranque | Comienza con el inicio de la zona de recorrido constante |
| ONSTART | TRUE | Start hace referencia al punto de inicio<br>Si el punto de inicio es de posicionamiento aproximado, el punto de referencia se genera de la misma manera que durante la aproximación homogénea del activador PATH. |
| Path | 0 mm | ningún desplazamiento en el espacio del inicio para la zona de recorrido constante |

**Variante:**

Desplazamiento en el espacio del inicio para la zona de recorrido constante con respecto al punto 5.




**Fig. 41-5: Punto de inicio desplazado**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Parámetro | Valor | Descripción |
|---|---|---|
| Velocidad constante | Arranque | Inicio de la zona de recorrido constante |
| ONSTART | FALSE | Start hace referencia al punto de destino<br>Si el punto de destino es de posicionamiento aproximado, **Start** o **End** hacen referencia al inicio del arco de aproximación. |
| Path | -537 mm | El recorrido constante comienza 537 mm antes de alcanzar el punto de destino. |

- Mover el robot hacia delante o hacia atrás con las teclas del programa sobre la trayectoria Spline hasta que alcanzar el punto de inicio de recorrido constante.
- Con el botón *Acciones Spline* > *Registrar ruta zona de recorrido constante* registrar la posición actual en el campo Path.




**Fig. 41-6: Acciones Spline**

Si se abandona la trayectoria desplazando manualmente el robot no se puede registrar con Path. Aquí es necesario volver a seleccionar un conjunto.

Con la programación por aprendizaje, ONSTART se configura siempre en FALSE y se introduce el desplazamiento en el espacio con respecto al punto de destino (negativo).

Si ONSTART está en TRUE, en principio, es factible un desplazamiento con respecto al punto de inicio. No obstante, el offset (positivo) solo se puede hacer con una entrada numérica.

6. **Finalizar el recorrido constante en el punto 7**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

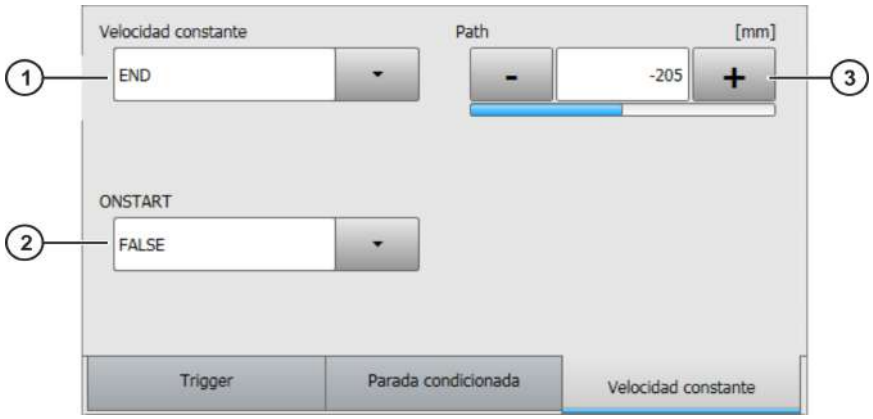



**Fig. 41-7: Finalizar velocidad constante**

- El procedimiento se corresponde con el registro del punto de inicio.
- Aquí hay que seleccionar END en el campo de Velocidad constante (1).
- También aquí se puede desplazar y registrar el punto en el espacio mediante *Acciones Spline* > *Registrar ruta zona de recorrido constante*.

Como alternativa, la distancia también puede introducirse directamente en Path.

**Comprobar el desplazamiento constante**

Probar el desplazamiento constante programado en el modo de servicio T1.

Aunque el robot recorre el contorno SPLINE a velocidad reducida, mediante la emisión del correspondiente mensaje, indica qué velocidad máxima que difiera de la velocidad programada puede alcanzar durante un desplazamiento constante.

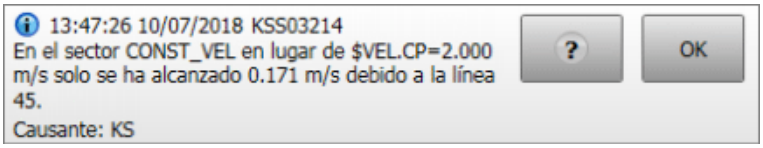



**Fig. 41-8: Reducción de velocidad**

Se visualiza el número de línea cuyo punto es la magnitud limitante en este caso.

Para ello, todos los Folds deben estar abiertos y, en la visualización, deben estar activadas también las líneas DEF, vista en detalle (ASCII) para poder asignar los números de línea.

Mediante la optimización selectiva del punto (posición u orientación) puede maximizarse la velocidad que se debe alcanzar.

Debe evitarse la prueba inicial directamente en T2 o Automático, ya que se emite un mensaje por cada punto de apoyo. Esto no es adecuado para la optimización de puntos de movimiento individuales.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 41.4 Indicaciones para la programación

### Selección de paso en la zona de desplazamiento constante

Cuando se deba realizar una selección de paso en una zona de desplazamiento constante, la unidad de control del robot la ignora y emite un mensaje al respecto. Los movimientos se ejecutan como si no hubiera programada ninguna zona de desplazamiento constante.

Como selección de paso en la zona de desplazamiento constante tiene validez una selección de paso realizada en el sector de trayectoria definido con los valores de desplazamiento. En este caso no es relevante en qué pasos de movimiento están programados el principio y el final.

**¿Qué se considera una selección de paso?**

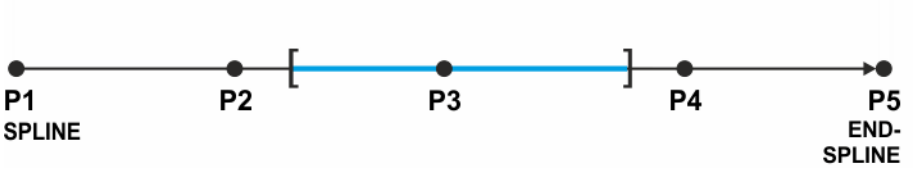



**Fig. 41-9: Ejemplo en la zona de desplazamiento constante (trayectoria)**

| Selección de paso en el punto... | P1 | P2 | P3 | P4 |
|---|---|---|---|---|
| = ¿en la zona de desplazamiento constante? | No | No | Sí | No |

### Límites máximos

- En caso de que el punto de inicio o el de destino del bloque Spline sea una parada exacta:
  - La zona de desplazamiento constante comienza, como muy pronto, en el punto de inicio.
  - La zona de desplazamiento constante termina, a más tardar, en el punto de destino.
- En caso de que el valor de desplazamiento sea tal que se superen los límites, la unidad de control del robot reduce automáticamente el Offset y emite el siguiente mensaje: *CONST_VEL {Start/End} = {Offset} no es realizable, se utilizará {Nuevo Offset}.*
- La unidad de control del robot continua reduciendo el Offset hasta que se genere una zona en la que se pueda mantener constante la velocidad programada. Esto significa: no desplaza obligatoriamente el límite hasta el punto de inicio o de destino del bloque Spline, si no que lo seguirá desplazando hacia dentro.
- Se emite el mismo mensaje si la zona está situada a priori dentro del bloque Spline pero no se puede mantener la velocidad definida debido al Offset. En este caso, incluso la unidad de control del robot reduce el Offset.
- En caso de que se aproxime el punto de inicio o el de destino del bloque Spline:
  - La zona de desplazamiento constante comienza, como muy pronto, en el inicio del arco de aproximación del punto de inicio.
  - La zona de desplazamiento constante termina, a más tardar, en el inicio del arco de aproximación del punto de destino.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

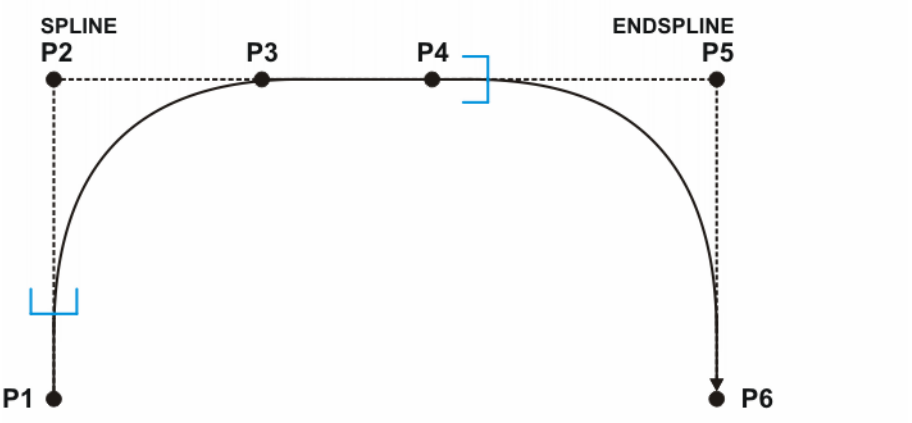



**Fig. 41-10: Límites máximos para SPLINE/ENSPLINE aproximados**

En caso de que el Offset sea tal que se superen los límites, la unidad de control del robot ajusta automáticamente los límites en el inicio del correspondiente arco de aproximación. No emite ningún mensaje.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación con formularios inline > Programar movimientos Spline > Programar la zona de desplazamiento constante para el bloque Spline CP |

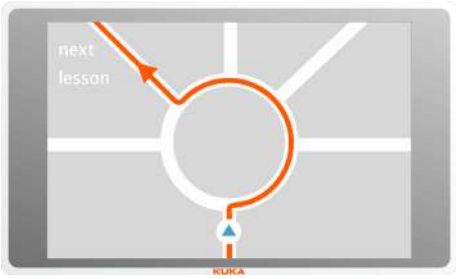


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 42 Detener el robot en el bloque SPLINE mediante una condición

## 42.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




En una trayectoria SPLINE programará puntos de forma específica, en los que el robot se detiene o continúa desplazándose dependiendo de una condición.

## 42.2 Programar parada condicionada

**Descripción**

La "parada condicionada" permite al usuario definir un lugar en la trayectoria donde se para el robot si se cumple una condición determinada. El lugar se denomina "punto de parada". En cuanto deja de cumplirse la condición, el robot reanuda la marcha. Durante el tiempo de ejecución, la unidad de control del robot calcula el punto donde, posteriormente, se debe frenar para que se pueda producir la detención en el punto de parada. A partir de ese punto (= "punto de frenado"), la unidad de control del robot evalúa si se ha cumplido o no la condición. En cuanto se cumple la condición en el punto de frenado, el robot frena para detenerse en el punto de parada. En caso de que deje de cumplirse la condición antes de que se alcance el punto de parada, el robot vuelve a acelerar y no se para. Si la condición para la parada solo se cumple cuando el robot ya ha pasado por el punto de frenado, es demasiado tarde para detenerse con una rampa de frenado normal en un punto de parada.

- En este caso, el robot se para con una PARADA DE EMERGENCIA sobre la trayectoria y se detiene en un punto no previsto.
- Si el robot se detiene tras el punto de parada con una PARADA DE EMERGENCIA, el programa solo puede reanudarse cuando ya no se dé la condición.

Si el robot se detiene antes del punto de parada con la PARADA DE EMERGENCIA sobre la trayectoria, pasa lo siguiente cuando se reanuda el programa:

- Cuando **ya no se cumple** la condición de parada:
  El robot se sigue desplazando.
- Cuando **aún se cumple** la condición de parada:
  el robot continúa hasta el punto de parada y se queda parado allí.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

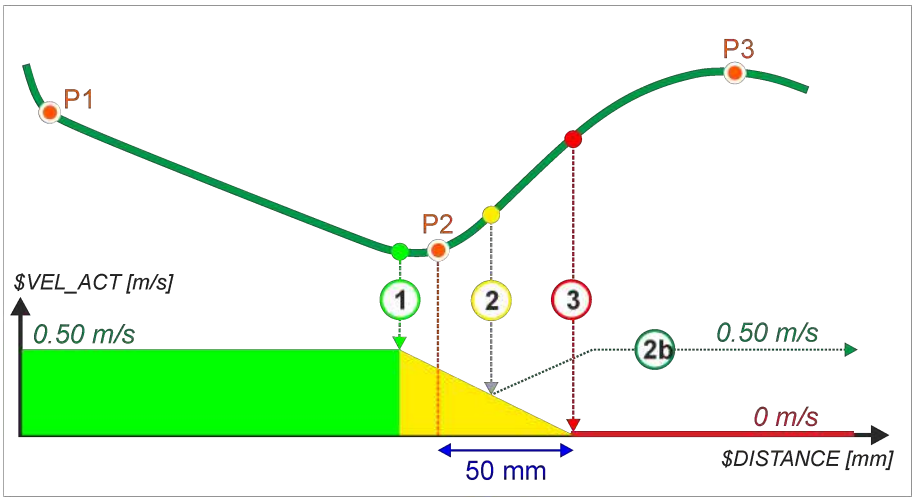



**Fig. 42-1: Spline con parada condicionada**

| Pos. | Explicación |
|---|---|
| 1 | Punto de frenado calculado en función de la carrera y la velocidad |
| 2 | Durante el proceso de frenado puede producirse un cambio de estado (la condición ya no se cumple). El robot vuelve a acelerar a su velocidad programada. |
| 2 b | Se ha alcanzado la velocidad programada tras la reaceleración. |
| 3 | Punto de parada predefinido (mediante formulario inline) |

En principio se pueden programar tantas paradas condicionadas como se desee. No obstante, no deben solaparse más de 10 trayectos "Punto de frenado > punto de parada".
Durante un proceso de frenado, la unidad de control del robot muestra el siguiente mensaje en T1/T2: *Parada condicionada activa (línea {Número de línea}).*

**Posibilidades de la programación**

- **En** el bloque Spline o en el paso individual Spline:
  En el formulario inline, ventana de opciones lógica de parada condicionada
- **Antes** de un bloque Spline:
  En el formulario inline Spline Conditional Stop

## 42.3 Indicaciones para la programación

**Comprobar entrada digital**

```
$IN[1]==TRUE
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | |
|---|---|
| $IN | Es un campo establecido por el sistema (Variable).<br>En este campo el personal responsable de la puesta en servicio refleja el estado actual de las entradas digitales de los participantes en el bus de campo. El estado puede ser TRUE (CON.) o FALSE (DESC.). |
| [1] | La cifra corresponde al índice de campo. En este caso, la entrada digital n.º 1. |
| == | Operación de comparación; El estado físico real del borne de entrada (línea 1) se compara con el estado de la derecha junto a esta expresión (línea 4). |
| TRUE | Valor predefinido, la entrada digital debe estar CON. En caso de SÍ, se activa la parada condicionada.<br>Si la entrada digital debe compararse con el estado DESC., el operador de comparación debe ser FALSE. |

Para supervisar la entrada digital en TRUE también se puede utilizar la siguiente entrada abreviada.

```
$IN[1]
```

## 42.4 Programar parada condicionada

**Procedimiento**

1. Abrir el bloque SPLINE con el botón **"Abrir/cerrar Fold"**
2. La **parada condicionada** debe activarse en el **punto 4**.

```
4   SPLINE S1 Vel=0.5 m/s CPDAT 2 Tool[1]:pen Base[5]
blue
5   SPL P1
6   SLIN P2
7   SPL P2
8   SLIN P4
9   SPL P5
10 ENDSPLINE
```

3. **Añadir lógica Spline**

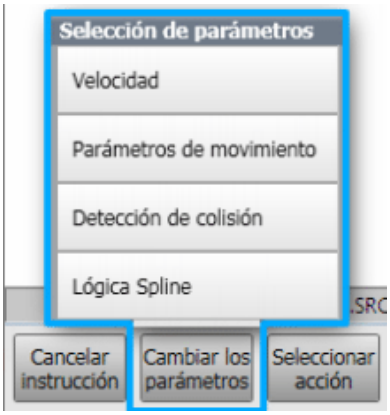



**Fig. 42-2: Cambiar parámetro**

- El punto de movimiento P4 se amplía con la lógica Spline (ADAT).
- **Botones:** *Modificar* > *Cambiar parámetro* > *Añadir lógica Spline*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
4   SPLINE S1 Vel=0.5 m/s CPDAT 2 Tool[1]:pen Base[5]
blue
5   SPL P1
6   SLIN P2
7   SPL P2
8   SLIN P4 ADAT
9   SPL P5
10 ENDSPLINE
```

4. Activar parada condicionada

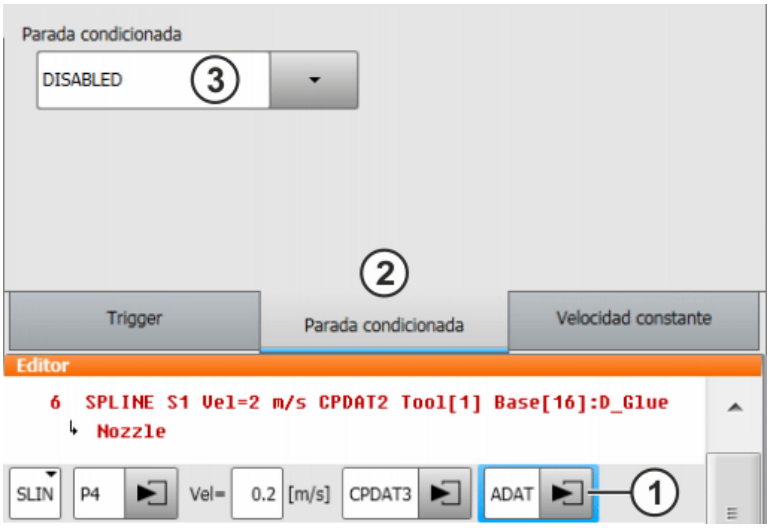



**Fig. 42-3: Activar parada condicionada**

- Pulsar el símbolo de flecha (1) en el punto 4.
- En la ventana mostrada, cambiar a la pestaña Parada condicionada (2).
- Activar la Parada condicionada (3) a través de la ventana desplegable.

  Seleccionar para ello **ENABLED**.

5. Programar la condición e introducir el desplazamiento manual.

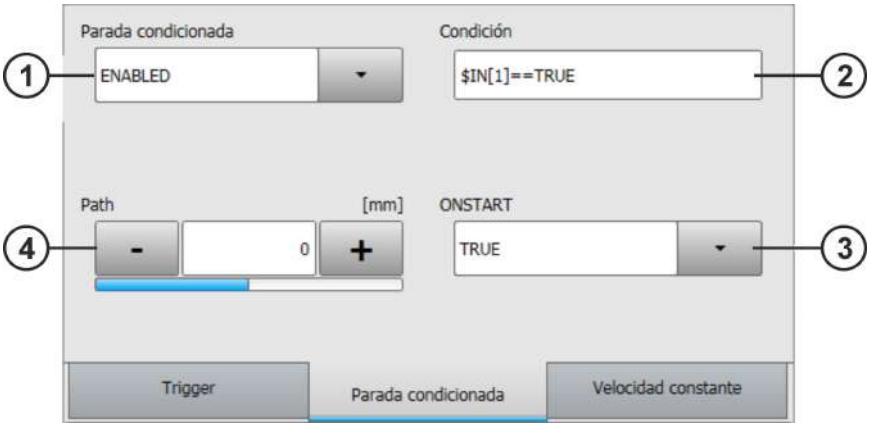



**Fig. 42-4: Programar una parada condicionada**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Parámetro | Valor | Descripción |
|---|---|---|---|
| 1 | Parada condicionada | ENABLED | La parada condicionada está activada con respecto a este punto |
| 2 | Condición | KRL | Condición que se consulta para activar la parada automática al alcanzar este punto de movimiento o para seguir avanzando sin parada.<br>La condición se programa en KRL.<br>(>>> *"Comprobar entrada digital" Página 364*) |
| 3 | ONSTART | TRUE | Start hace referencia al punto de inicio<br>Si el punto de inicio es de posicionamiento aproximado, el punto de referencia se genera de la misma manera que durante la aproximación homogénea del activador PATH. |
| 4 | Path | 0 mm | ningún desplazamiento en el espacio del inicio para la zona de recorrido constante |

**Variante con desplazamiento local**

Desplazamiento en el espacio del inicio para la parada condicionada con respecto al punto 4.

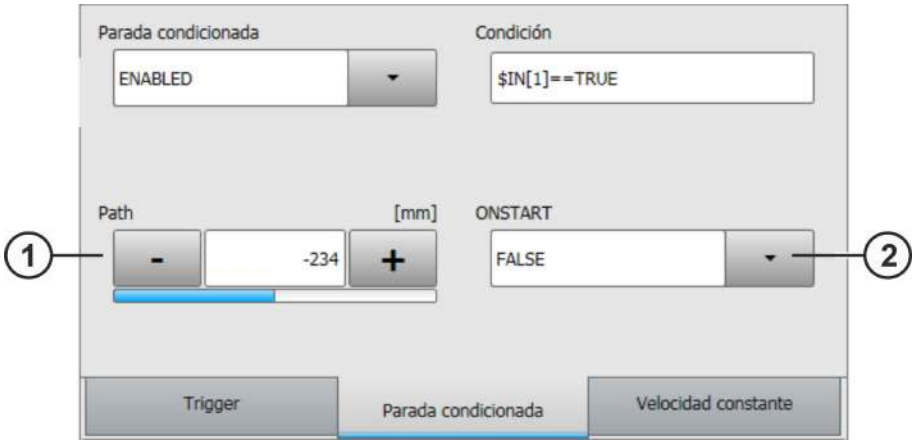



**Fig. 42-5: Punto de referencia desplazado**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Parámetros | Valor | Descripción |
|---|---|---|---|
| 1 | Path | -234 mm | El punto de referencia para la parada condicionada se determina 234 mm antes de alcanzar el punto de destino. |
| 2 | ONSTART | FALSE | Start hace referencia al punto de destino<br>Si el punto de destino es de posicionamiento aproximado, **Start** o **End** hacen referencia al inicio del arco de aproximación. |

**Recepción de los puntos Trigger con acciones Spline**

- Utilizar las teclas del programa para mover el robot hacia delante o hacia atrás sobre la trayectoria SPLINE hasta que se alcance el punto de referencia para la parada condicionada.
- Con el botón *Acciones Spline* > *Registrar ruta parada condicionada* aceptar la posición actual en el campo Path.




**Fig. 42-6: Acciones Spline**

Si se abandona la trayectoria desplazando manualmente el robot no se puede registrar con Path. Aquí es necesario volver a seleccionar un conjunto.

Con la programación por aprendizaje, ONSTART se configura siempre en FALSE y se introduce el desplazamiento en el espacio con respecto al punto de destino (negativo).

Si ONSTART está en TRUE, en principio, es factible un desplazamiento con respecto al punto de inicio. No obstante, el offset (positivo) solo se puede hacer con una entrada numérica.

## 42.5 Programar una parada condicionada mediante formulario inline

**Descripción**

Además de la programación de la parada condicionada directamente en el punto de movimiento del bloque Spline, también existe la posibilidad de programar en un formulario inline independiente.

Este formulario inline únicamente puede utilizarse fuera de un bloque Spline.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Procedimiento**

1. Marcar el conjunto de movimientos tras el que se debe insertar la instrucción lógica.
2. Insertar lógica Spline

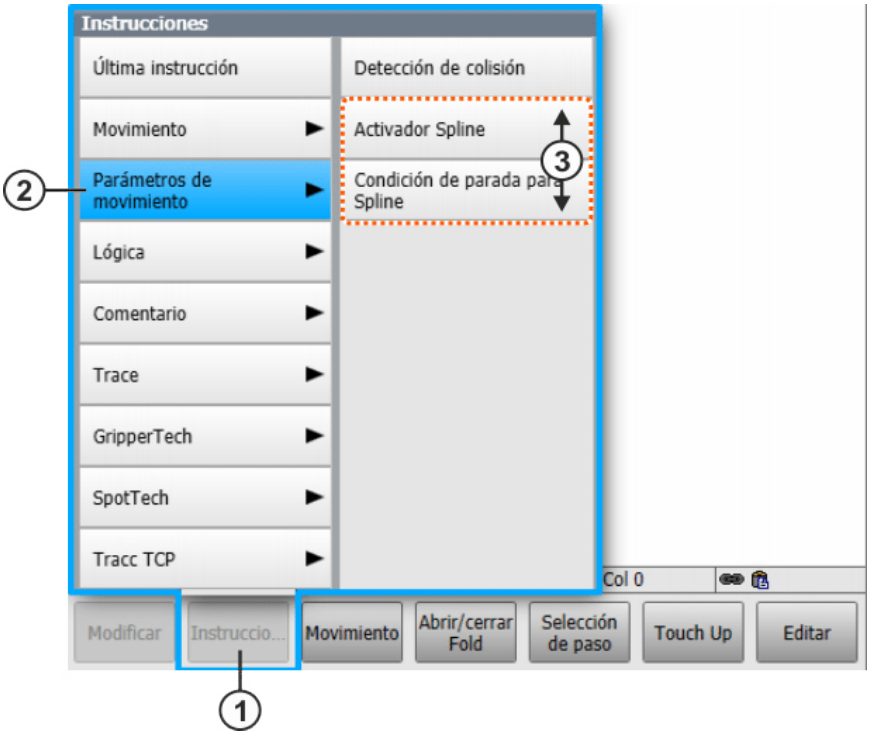



**Fig. 42-7: Insertar lógica Spline**

**Ruta de menú:** *Botón Instrucciones (1) > Parámetro de movimiento (2) > Spline Trigger o Spline Stop Condition (3)*

3. Configurar el formulario inline mostrado.

**Formulario inline**

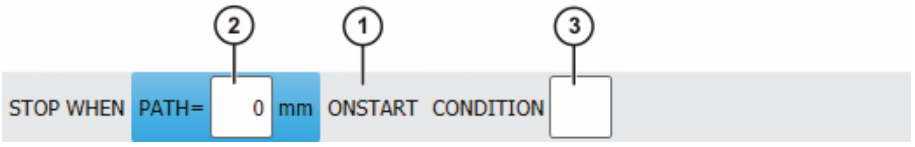



**Fig. 42-8: Formulario inline Condición de parada para Spline**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Punto en el que se basa la parada condicionada<br>• con ONSTART: último punto antes del bloque spline<br>• sin ONSTART: último punto del bloque spline<br>En caso de que se efectúe un posicionamiento aproximado del spline, tendrán validez las mismas normas aplicadas para Trigger PATH.<br>**Indicación:** para más información sobre la aproximación con Trigger PATH, consultar las instrucciones de servicio/programación para integradores de sistemas.<br>ONSTART puede ajustarse o eliminarse con el botón **Conmut. OnStart**. |
| 2 | El punto de parada puede desplazarse en el espacio. Para ello, aquí se debe indicar la distancia deseada con respecto al punto de referencia. Si no se desea ningún desplazamiento en el espacio, introducir "0".<br>• Valor positivo: desplazamiento en dirección al final del movimiento<br>• Valor negativo: desplazamiento en dirección al inicio del movimiento<br>El punto de parada no puede desplazarse libremente en el espacio. Tienen validez los mismos límites aplicados para Trigger PATH.<br>El desplazamiento en el espacio también se puede programar por aprendizaje. |
| 3 | Condición de parada<br>Son admisibles:<br>• una variable global booleana<br>• un nombre de señal<br>• una comparación<br>• un combinación lógica simple: NOT, OR, AND o EXOR |

| | |
|---|---|
| Provoca un mensaje de error: | ($IN[29]==FALSE) OR ($IN[22]==TRUE) |
| Correcto: | NOT $IN[29] OR $IN[22] |

**Botones**

En el estado abierto del formulario inline se muestran botones adicionales.

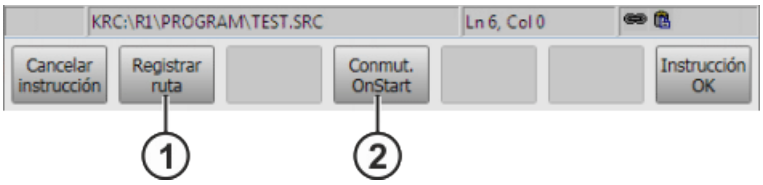



**Fig. 42-9: Botones**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Denominación | Descripción |
|---|---|---|
| 1 | Registrar ruta | El desplazamiento local (path) del punto de conmutación por la trayectoria puede programarse por aprendizaje con "Aceptar path". |
| 2 | Conmut. OnStart | Determinación del punto de conmutación en el punto sin desplazamiento local. |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación con formularios inline > Programar movimientos Spline > Programar una parada condicionada para Spline |




Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Detener el robot en el bloque SPLINE mediante una condición

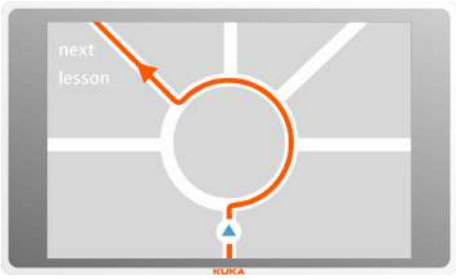


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 43 Conocer la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija

## 43.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá casos de aplicación para piezas de trabajo guiadas por robot y herramientas fijas.
- Conocerá cómo el robot "interpola" la pieza de trabajo en relación con la herramienta fija

## 43.2 Herramienta guiada por robot y herramienta fija

**Descripción**

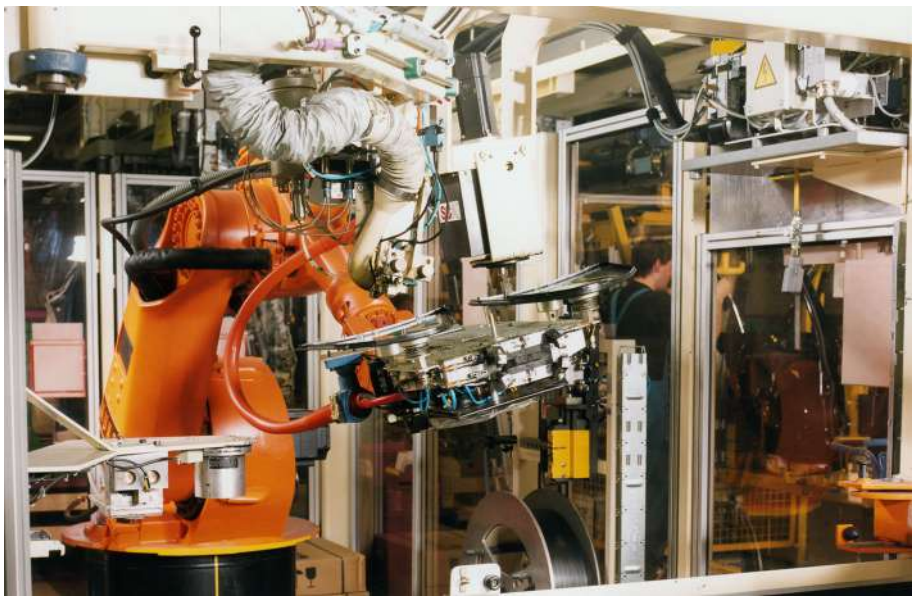


**Fig. 43-1: Pegado de planchas laterales**

En este ejemplo, un robot guía las planchas laterales y el adhesivo se aplica en una herramienta fija.

- **Por motivos específicos del proceso, puede ser necesario lo siguiente:**
  - Que el robot deba guiar la pieza a procesar para, por ejemplo, conseguir un desarrollo del movimiento optimizado.
  - Que la herramienta deba colocarse de manera estacionaria, por ejemplo, debido al tamaño.
- **El uso de una herramienta fija y una pieza guiada por robot**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

  - hace que el peso de la herramienta deje de tener relevancia.
  - hace que la alimentación de medios sea mucho más fácil de aplicar.

    También pueden utilizarse cables de alimentación que no son aptos para cadenas portacables.
- **Es necesario efectuar los siguientes pasos de medición:**
  - Medición de la herramienta fija
  - Medición de una pieza guiada por robot

## 43.3 Interpolación del movimiento con la pieza de trabajo guiada por el robot

### Herramienta guiada por robot

En la mayoría de los casos, el robot guía la herramienta y procesa o transporta las piezas. Para cada conjunto de movimientos programado (programar) se guarda la distancia desde el sistema de coordenadas Base activo hasta el sistema de coordenadas Tool activo (TCP). El movimiento depositado (interpolación) se refiere siempre al TCP de la herramienta guiada por el robot.

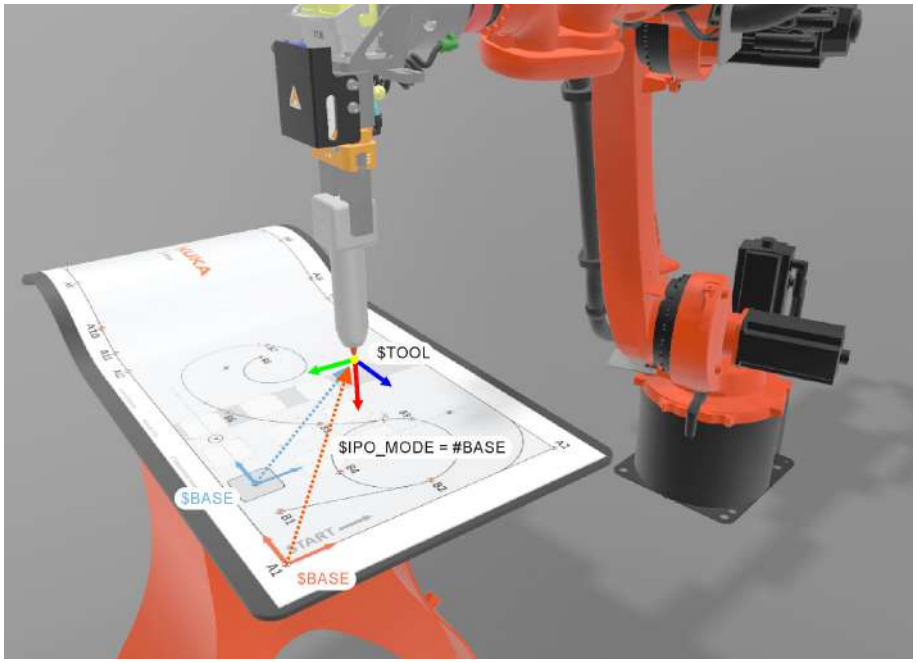



**Fig. 43-2: $IPO_MODE = #BASE**

### Herramienta guiada por robot/herramienta fija

En una aplicación con una herramienta fija y sin movimiento, la pieza de trabajo es guiada por el robot. La herramienta es inalterable en su posición y se almacena dentro de la unidad de control como base. La pieza es guiada por el robot y se gestiona como una herramienta. Sin embargo, la herramienta y la base tienen papeles invertidos. La unidad de control debe ser informada mediante la variable $IPO_MODE = #TCP en el conjunto de movimientos, así como en el modo de desplazamiento manual, de que el movimiento (p. ej., SLIN) se refiere al conocido **Tool Center Point externo**. De este modo, es posible recorrer sin problemas los contornos de la pieza guiada por el robot.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

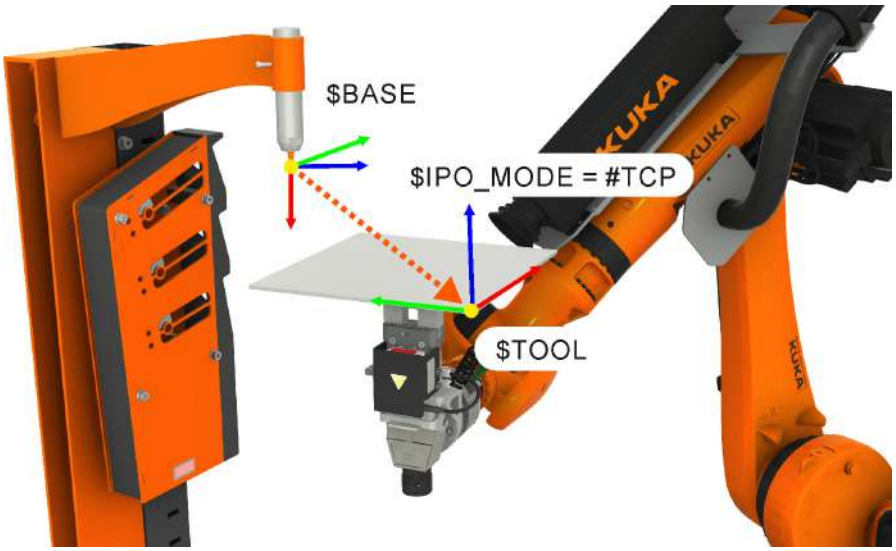



**Fig. 43-3: $IPO_MODE = #TCP**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Conocer la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija

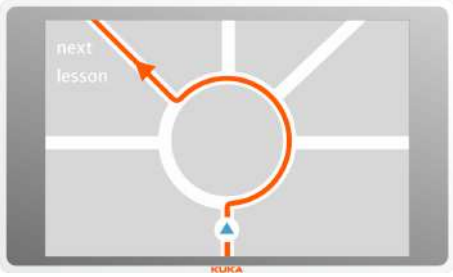


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 44 Medir la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija

## 44.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Medirá una herramienta fija.
- Medirá una pieza de trabajo guiada por robot.

## 44.2 Conocer la medición de una herramienta fija

**Descripción**

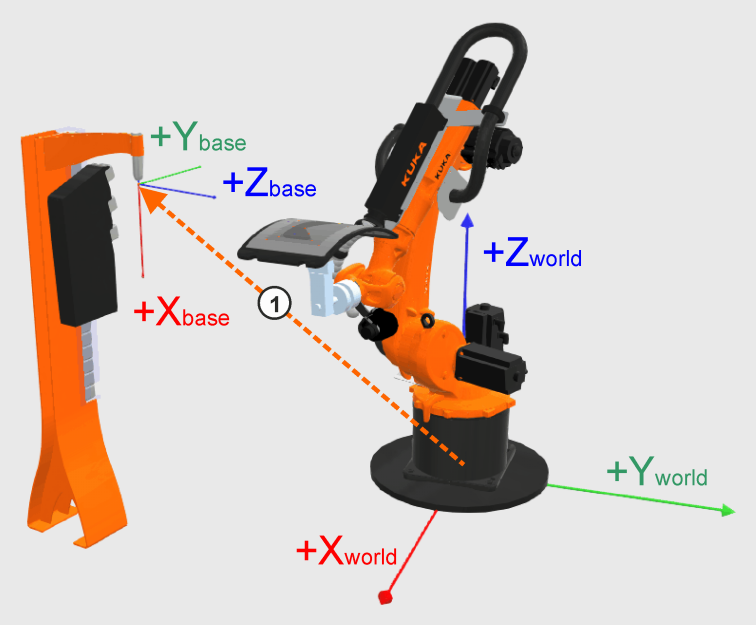



**Fig. 44-1: Fundamentos de medición de la herramienta fija**

1 Distancia (XYZ) y alineación (ABC) del TCP externo con respecto al sistema de coordenadas universales

El TCP externo (1) relacionado con el sistema de coordenadas universal ($WORLD) se gestiona como sistema de coordenadas base.

**La medición de la herramienta fija (externa) consta de dos pasos:**

1. Determinación de la posición del TCP externo en relación con el origen del sistema de coordenadas universal
2. Orientación del sistema de coordenadas en el TCP externo



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 44.2.1 Medición de una herramienta fija

**Requisito**

- Antes de la medición, deben conocerse las direcciones del sistema de coordenadas de brida.
- Para la medición del TCP externo se necesita una herramienta guiada por robot que ya haya sido medida.
- Esto se aplica, especialmente, durante el uso del método 6D, de forma que se obtiene +Z de la base (de los TCP externos) a partir de la brida +X.

Antes de la medición, ajustar la herramienta 0 (brida) y el sistema de coordenadas de herramienta. Desplazar en la dirección +X y marcar la dirección en la brida.

**Procedimiento**

**Determinación del TCP externo**

1. Se ha añadido una nueva herramienta fija a través de la administración de herramientas y bases.
   (>>> *19.6 "Añadir base/herramienta fija nueva" Página 177*)

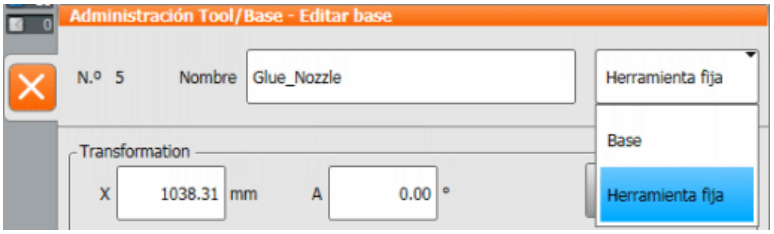



**Fig. 44-2: Crear herramienta fija**

2. Usar el botón **Medir** para seleccionar el **Método XYZ**.




**Fig. 44-3: Método de medición**

3. **Aproximación al TCP externo con herramienta de referencia**
   Con la punta de la herramienta guiada por robot ya medida se realiza la aproximación al TCP externo.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding



**Fig. 44-4: Primer punto: Origen, sistema de coordenadas, TCP externo**

4. **Programar por aprendizaje el TCP externo**




**Fig. 44-5: Medir TCP**

- Seleccionar la herramienta de referencia en la ventana desplegable (1).
- Cuando coincidan el TCP de la herramienta de referencia y el TCP de la herramienta fija, pulsar la línea del punto de calibración TCP (2).

  *La línea se marca en azul.*
- Registrar el punto con el botón "Touch-Up" (3).

  *Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.*
- El offset de herramienta calculado se visualiza en la ventana **Resultados de la medición** (4).
- Usar el botón **Guardar** (5) para guardar los valores.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Mediante el botón **Aproximar (PTP)** se pueden volver a aproximar puntos ya programados por aprendizaje.

5. **Posición de la herramienta fija nueva**

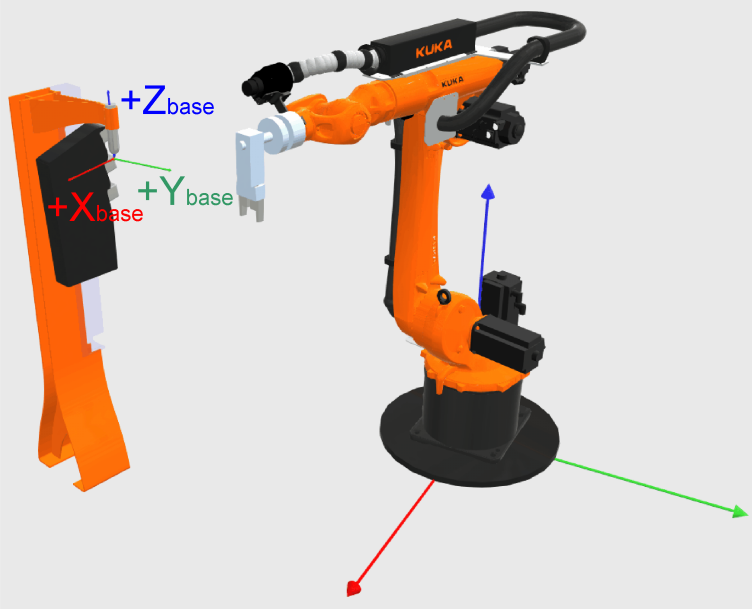



**Fig. 44-6: Herramienta medida, externa**

**Determinación de la orientación**

1. Se ha añadido una nueva herramienta fija a través de la administración de herramientas y bases.
   (>>> *19.6 "Añadir base/herramienta fija nueva" Página 177*)
   Se ha calculado y guardado el TCP de la herramienta fija.
   (>>> *"Determinación del TCP externo" Página 378*)
2. Abrir la herramienta fija en la administración de herramientas.
   Seleccionar con el botón **Medir** el método **Mundo ABC**.




**Fig. 44-7: Método de medición**

3. **Determinar la dirección de avance**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

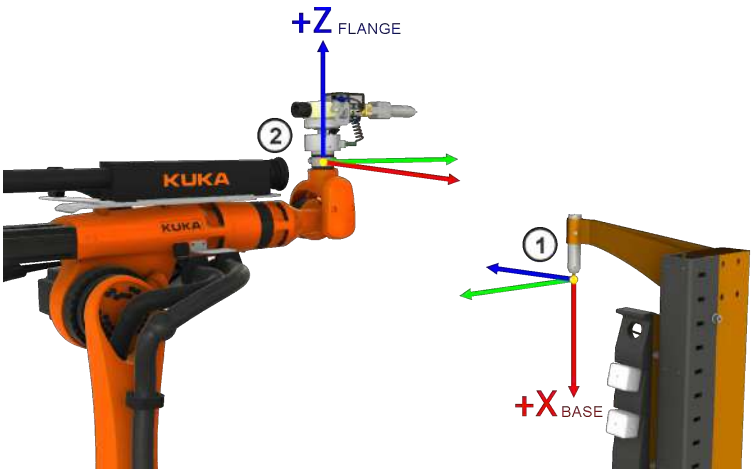



**Fig. 44-8: Medición de la herramienta fija Método ABC universal 5D**

1 Herramienta fija +X
2 Flange +Z

- Para determinar la orientación el sistema de coordenadas FLANGE se alinea paralelamente al nuevo sistema de coordenadas.
- Durante la medición debe prestarse atención a la muñeca central. En muchos tipos de robots la muñeca central puede servir de orientación.

4. **Programar por aprendizaje la dirección de avance**

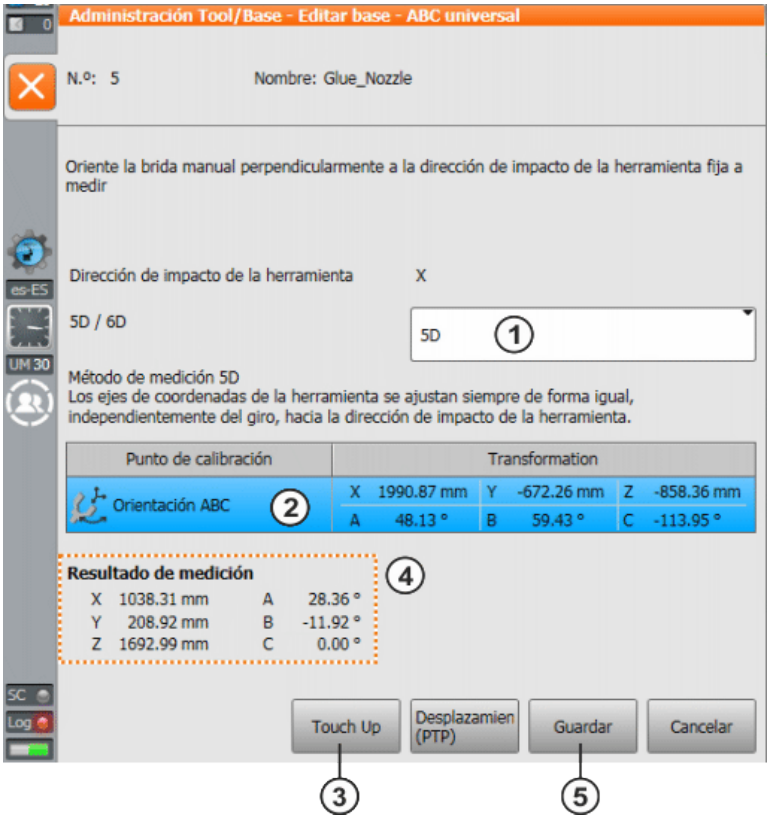



**Fig. 44-9: Dirección de impacto de la herramienta**

- Establecer el tipo de medición en la ventana de selección 5D/6D (1)



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Existen 2 variantes:

- **5D**: A la unidad de control solo se le indica la dirección de trabajo de la herramienta fija. Por defecto, la dirección de avance es el eje X. La orientación de los demás ejes la determina el sistema, y en general no puede ser reconocida fácilmente por el usuario.
- **6D**: A la unidad de control se le indican las orientaciones de los 3 ejes del sistema de coordenadas.

- Pulsar la línea punto de calibración, orientación ABC (2).
  *La línea se marca en azul.*
- Aceptar la posición del robot con el botón Touch-Up (3).
  *Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.*
- El offset de herramienta calculado se visualiza en la ventana **Resultados de la medición** (4).
- Usar el botón **Guardar** (5) para guardar los valores.

Mediante el botón **Aproximar (PTP)** se pueden volver a aproximar puntos ya programados por aprendizaje.

## 44.3 Medición de una pieza de trabajo guiada por robot

### Descripción

En la pieza de trabajo guiada por robot se mide un sistema de coordenadas definido por el cliente.

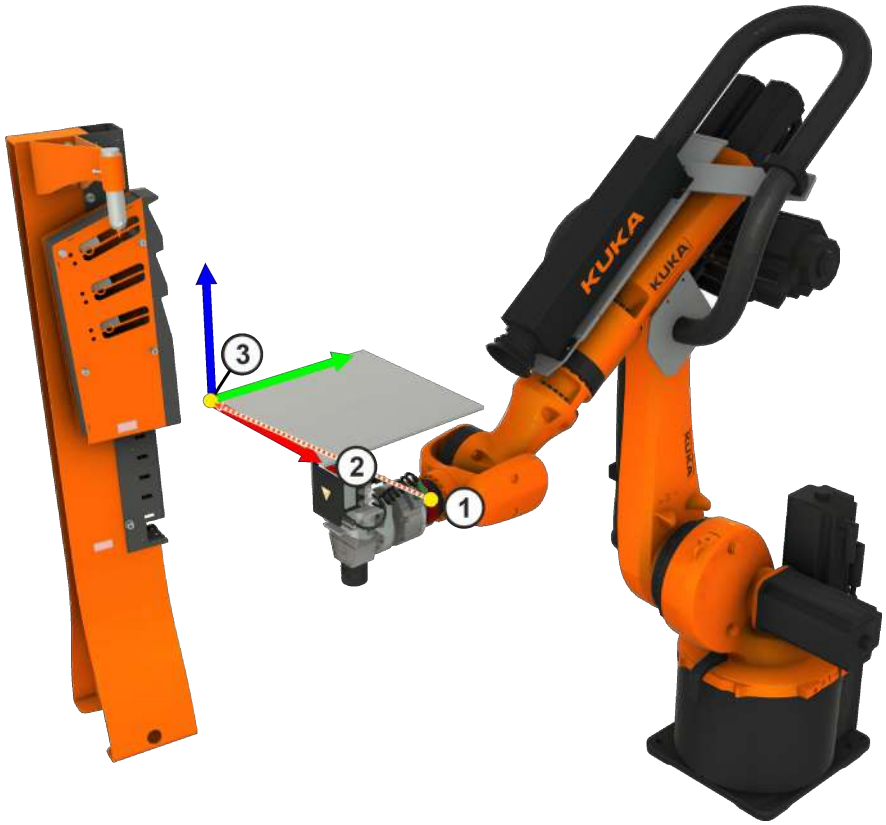



**Fig. 44-10: Medición de la pieza por medición directa**

1 Punto central de la brida
2 Distancia entre 1 y 3, así como giro



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

3 Origen del sistema de coordenadas de la pieza medida

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**

La medición indirecta es muy poco frecuente y se describe en la documentación *KUKA System Software 8.6*. No es un componente de este módulo de aprendizaje.




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.6** |
| | Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Medición > Vista general de los métodos de medición > Método indirecto |

## 44.3.1 Medición de una pieza guiada por robot

**Procedimiento**

1. Se ha medido la herramienta fija.
2. Recoger la pieza necesaria para la medición, por ejemplo, mediante una garra.
3. Se ha añadido una nueva pieza de trabajo guiada por el robot a través de la administración de herramientas y bases.
   (>>> *17.4.1 "Añadir herramienta/pieza nueva" Página 148*)
4. Dentro de la ventana Procesar herramienta, en la ventana desplegable seleccionar **Herramienta**.




**Fig. 44-11: Definir la pieza guiada por robot**

5. Seleccionar con el botón **Medir** el método *3 puntos*.




**Fig. 44-12: Medir base, selección**

6. **Desplazar al origen de coordenadas**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

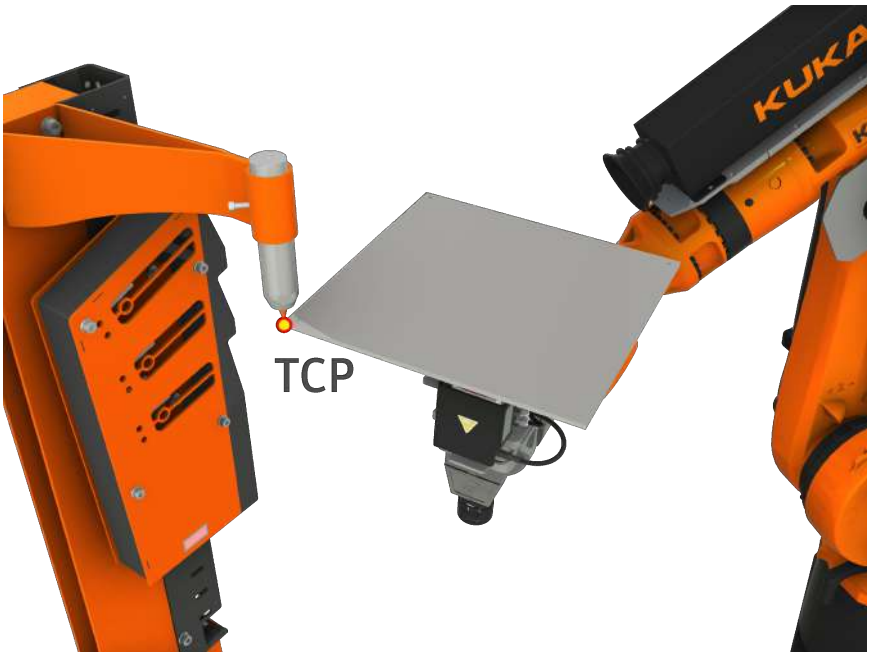



**Fig. 44-13: Origen de coordenadas, pieza de trabajo**

- Desplazar con la herramienta al TCP de la herramienta fija.
- En este proceso hay que hacer coincidir ¡el origen del sistema de coordenadas definido con el TCP de la herramienta fija.

7. **Medir el origen de coordenadas**

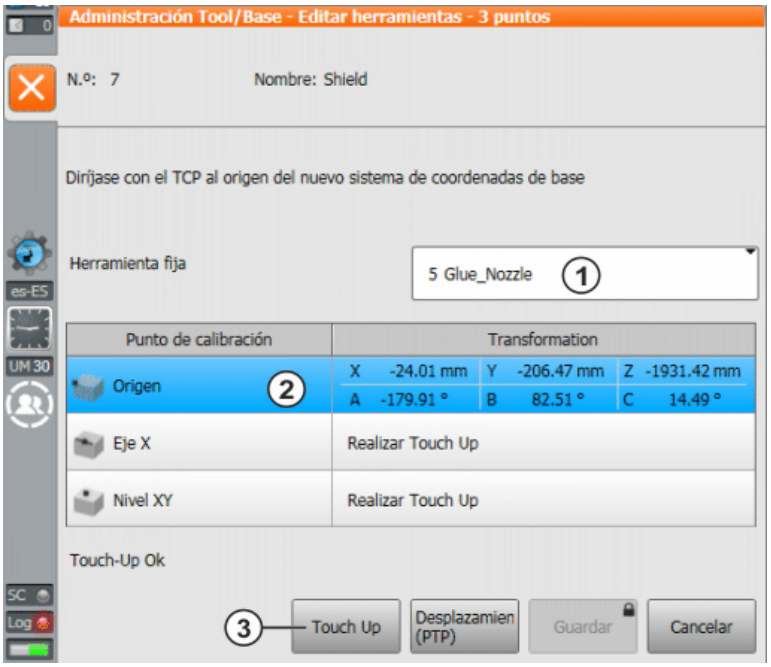



**Fig. 44-14: Medir el origen de coordenadas**

- Seleccionar la herramienta fija en la ventana desplegable (1).
- Si el origen de coordenadas y el TCP de la herramienta fija coinciden, pulsar la línea Origen del punto de calibración (2).
- Registrar el punto con el botón "Touch-Up" (3).

  *Los valores calculados se muestran en el campo Transformación (2).*

8. **Desplazar el punto sobre la orientación X**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

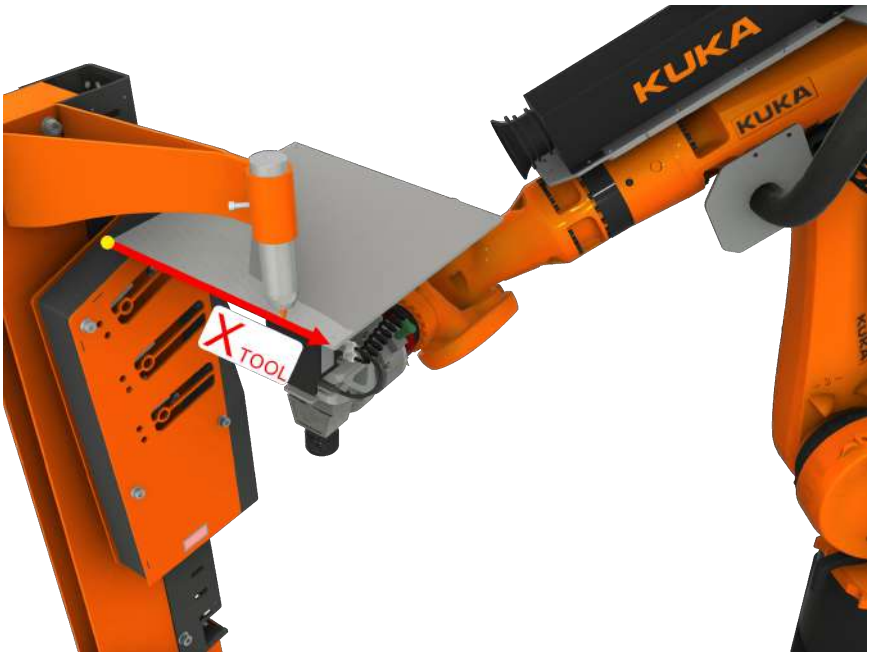



**Fig. 44-15: Orientación X**

- Con el TCP de la herramienta fija desplazarse a un punto sobre el eje X positivo del sistema de coordenada de la pieza de trabajo que hay que definir.

9. **Programar por aprendizaje el punto sobre la orientación X**

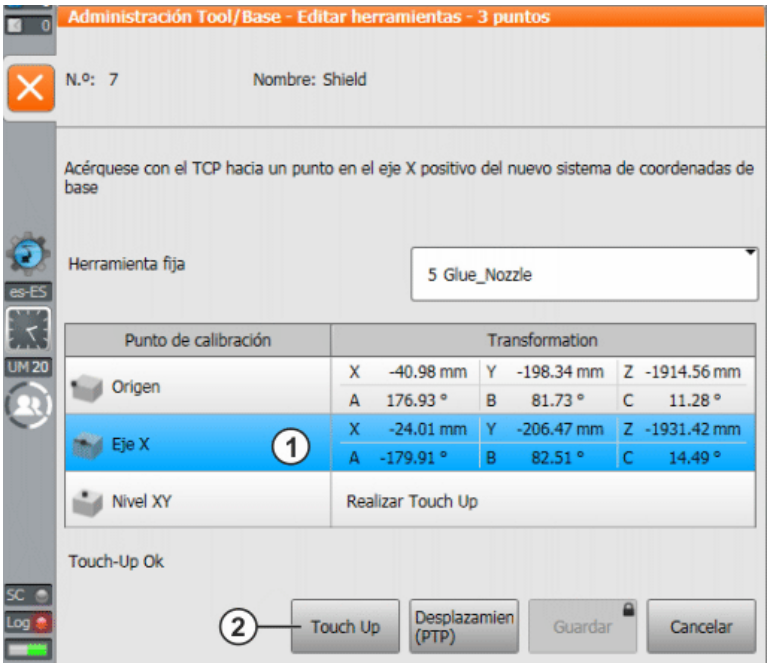



**Fig. 44-16: Medir eje X**

- Pulsar la línea punto de calibración eje X (2).
  *La línea se marca en azul.*
- Registrar el punto con el botón "Touch-Up" (2).
  *Los valores calculados se muestran en el campo Transformación (2).*

10. **Desplazar el punto sobre el plano XY**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

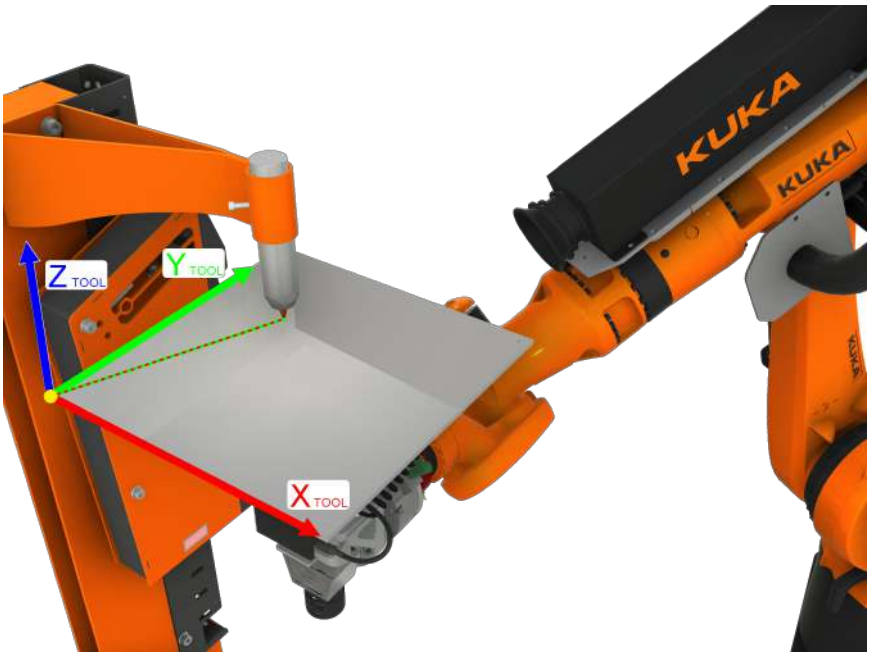



**Fig. 44-17: Plano XY**

- Con el TCP de la herramienta fija desplazarse a un punto sobre el plano XY del sistema de coordenada de la pieza de trabajo que hay que definir.

11. **Programar por aprendizaje el punto sobre el plano XY**

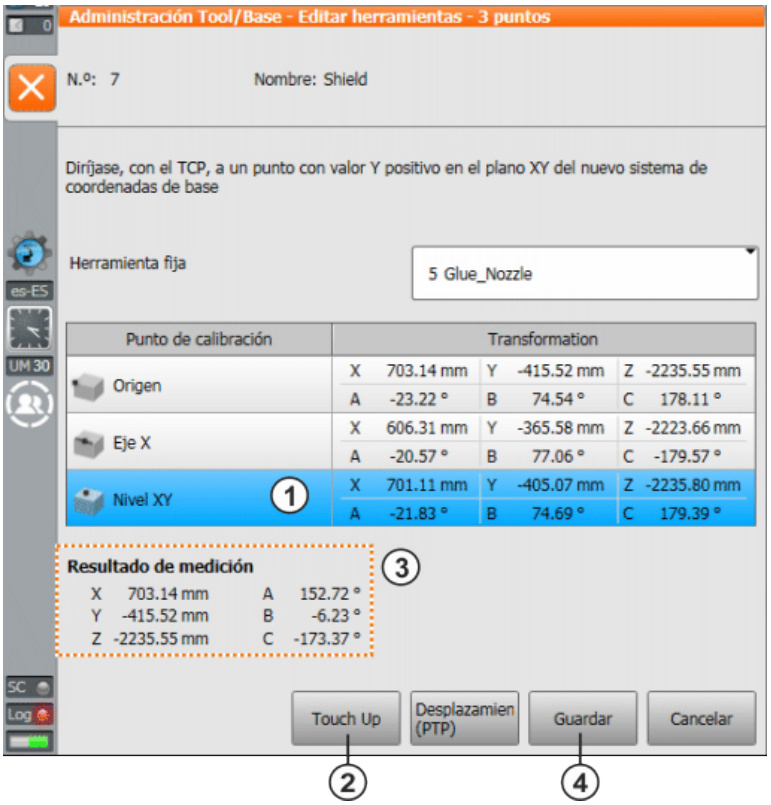



**Fig. 44-18: Medir plano XY**

- Pulsar la línea **plano XY** (2).
- Registrar la posición con el botón **Touch-Up** (2).
  Los valores calculados se muestran en el campo Transformación.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- La medición de la base se concluye al registrar el último punto. Los valores de offset se muestran en el campo **Resultado de la medición** (3).
- Guardar los valores de offset y giro del punto de referencia con el botón de igual nombre **Guardar** (4).

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Puesta en servicio y reanudación del servicio > Medición<br>Medir TOOL o indicarla de forma numérica (herramienta/pieza en brida)<br>Medir BASE o indicarla de forma numérica (base/herramienta fija) |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Medir la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija

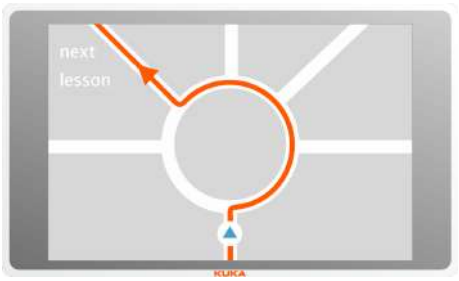


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 45 Desplazamiento manual de la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija

## 45.1 Navegador del curso

### ¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?




Desplazará específicamente una pieza de trabajo guiada por robot en relación con una herramienta fija.

## 45.2 Conocer el desplazamiento manual con una herramienta externa

### Ventajas y campos de aplicación

Algunos procesos de producción y mecanizado requieren que el robot manipule la **Pieza** (componente) (1) y no la **Herramienta** (2). En nuestro ejemplo, el adhesivo se aplica a un cristal para gafas de buceo.

La ventaja es que el componente no se debe depositar sólo para el mecanizado con lo que se pueden ahorrar dispositivos de seguridad.

Este es el caso, por ejemplo, en las situaciones siguientes:

- Aplicaciones de pegamentos
- Aplicaciones soldadas

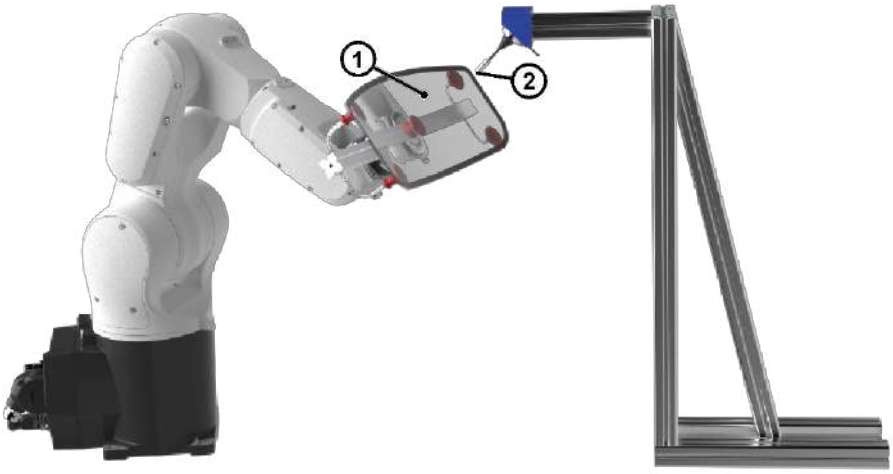



**Fig. 45-1: Ejemplo de herramienta fija**

| AVISO |
| --- |
| Para poder programar correctamente una aplicación de este tipo, se debe medir tanto el Tool Center Point externo de la herramienta fija como la pieza. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 45.3 Desplazamiento manual con pieza de trabajo guiada por robot / herramienta fija

### Procedimiento

### Desplazamiento manual con herramienta fija

1. Abrir la ventana de la base/herramienta (1) actual en el smartPAD.

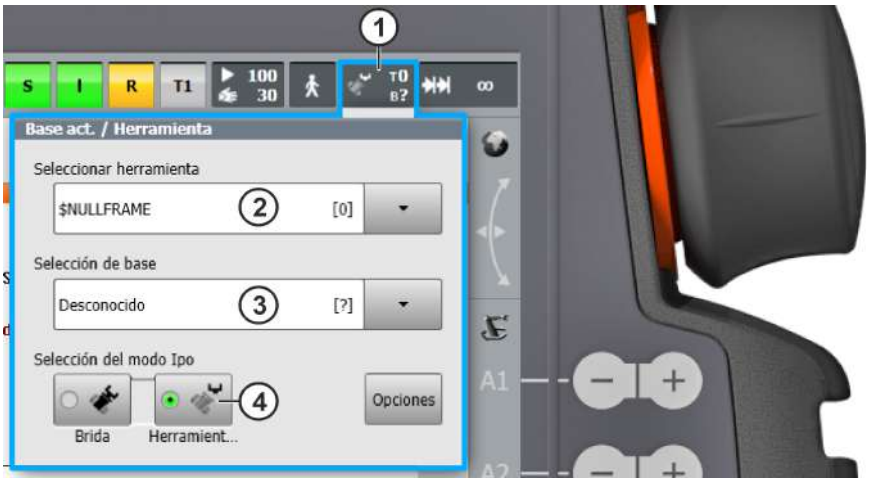
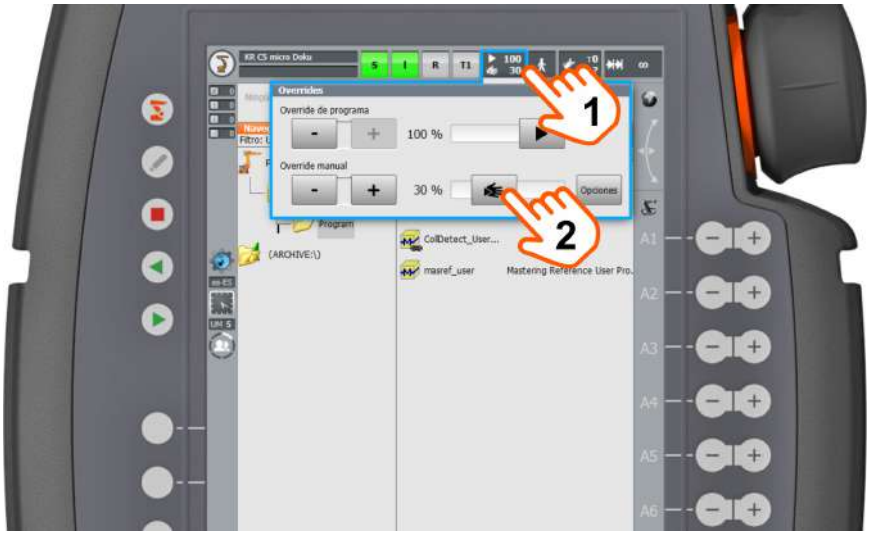



**Fig. 45-2: Selección ext. TCP en el menú de opciones**

- Activar la pieza guiada por el robot en la ventana Selección de herramienta (2).
- Activar la herramienta fija en la ventana Selección de base (3).
- Ajustar la selección del modo IpoMode en la **herramienta externa** (4).

2. Ajustar el override manual (1).




3. Ajustar el desplazamiento manual en el smartPAD conforme a las preferencias.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 45-3: Desplazamiento manual, herramienta externa, ratón 6D**

- Ajustar herramienta para desplazar la pieza en el sistema de coordenadas.
- Ajustar la base para desplazar la herramienta ext. en el sistema de coordenadas.

4. Accionar y mantener accionado uno de los cuatro pulsadores de validación en la posición central.




5. Con las teclas de desplazamiento o el Space Mouse, realizar el desplazamiento en la dirección deseada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 45-4: Desplazamiento manual**

Mediante la selección **herram. ext.** de la ventana de opciones **opciones de procesos manuales** se conmuta la unidad de control: todos los movimientos se realizan con relación al TCP externo y no a la herramienta guiada por el robot.

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Manejo > Desplazar manualmente el robot |

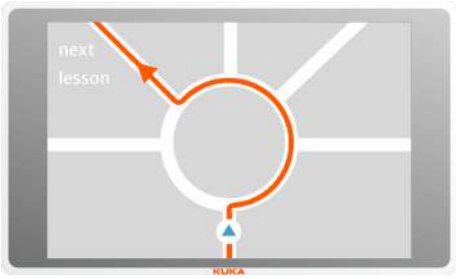


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 46 Programar la pieza de trabajo guiada por robot y la herramienta fija

## 46.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Programará puntos de movimiento en piezas de trabajo guiadas por robot y herramientas fijas con formularios inline.

## 46.2 Programación de movimiento con TCP externo

**Procedimiento**

Al programar movimientos con una herramienta fija, comparado con el movimiento estándar, en este caso el movimiento presenta las diferencias siguientes:

- Identificación en el formulario inline: En la ventana de opciones **Vectores**, la entrada **TCP externo** debe estar en TRUE.

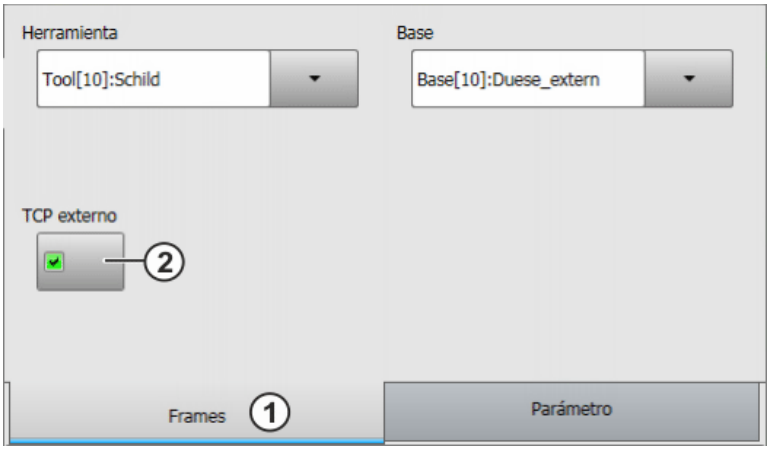



**Fig. 46-1: Ventana de opciones «Frames»: ext. TCP**

- La **velocidad de movimiento** hace referencia al TCP externo.
- La **orientación** a lo largo de la trayectoria hace referencia a la herramienta externa.
- Se debe indicar tanto el sistema de coordenadas de base (herramienta fija/TCP externo) como el sistema de coordenadas de herramienta (pieza guiada por robot).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

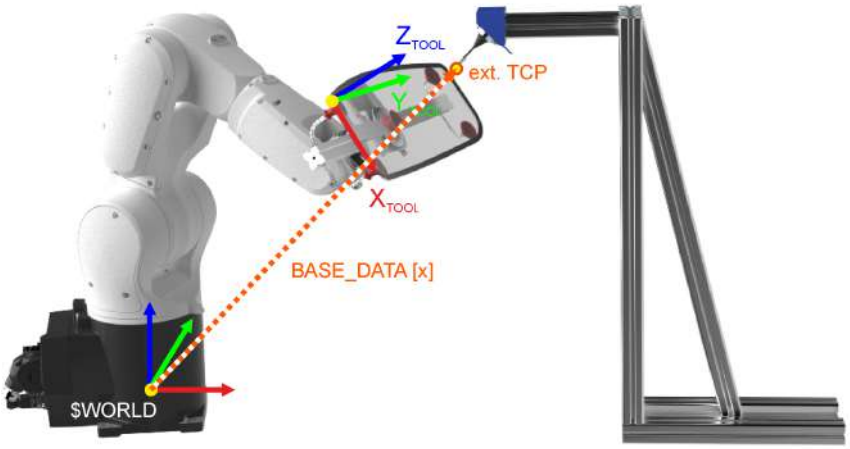



**Fig. 46-2: Sistemas de coordenadas con herramienta fija**

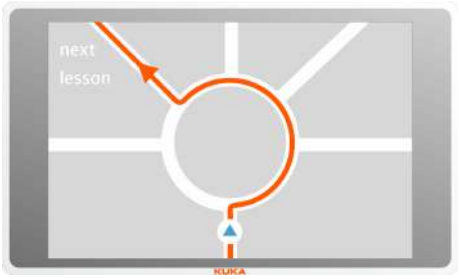


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 47 Introducción al nivel del experto

## 47.1 Navegador del curso

### ¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?




- Aprenderá a crear programas mediante plantillas.
- Adaptará las vistas en el explorador.
- Adaptará las vistas en el editor.
- Limitará los errores en los programas y los subsanará de forma específica.

## 47.2 ¿Qué son las plantillas?

### Descripción

- Las plantillas se proporcionan en el grupo de usuario Experto cuando se crea un nuevo programa.
- Las plantillas son esquemas de programas ("modelos de construcción") que se pueden usar como modelos de copia para crear programas nuevos.
- Las siguientes plantillas suelen estar disponibles.

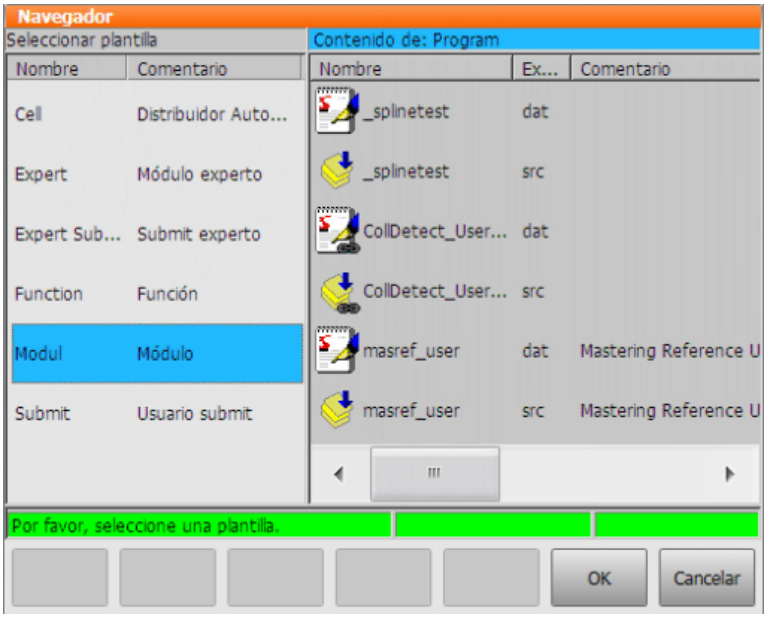



**Fig. 47-1: Seleccionar plantilla**

– **Cell**: El programa Cell disponible solo se puede sustituir o crearse de nuevo en caso de que se borre Cell.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Expert**: Módulo compuesto por ficheros SRC y DAT en los que solo está disponible el encabezamiento y el final del programa.
- **Expert Submit**: Fichero Submit (SUB) adicional compuesto de encabezamiento y final del programa.
- **Function**: Creación de función de fichero SRC, en el que solo se crea el encabezamiento de la función con una variable BOOL. El final de la función está disponible, pero debe programarse el retorno.
- **Módulo**: Módulo compuesto por un archivo SRC y DAT en los que están disponibles el encabezado y el final del programa y la base (INI y 2 SPTP HOME).
- **Submit**: Fichero Submit (SUB) adicional compuesto de encabezamiento y final del programa y estructura base (DECLARATION, INI, LOOP/ENDLOOP).

### 47.2.1 Adaptar las plantillas de forma específica para el cliente

**Modificar plantillas**

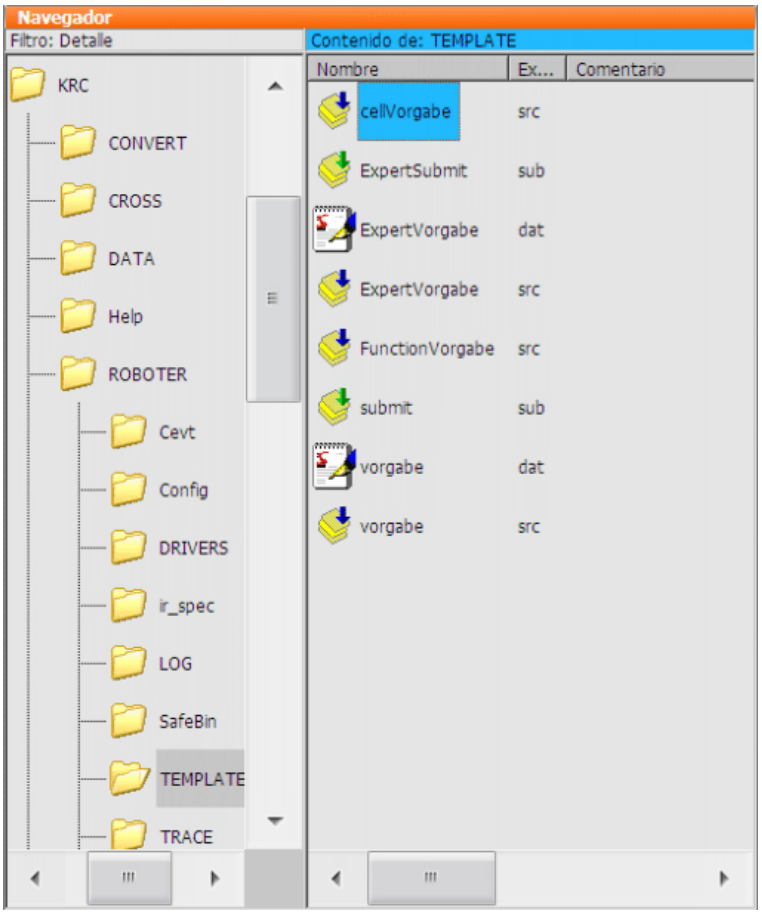



**Fig. 47-2: Plantillas**

Especificación ≙ predefinida

- Las plantillas que pueden seleccionarse para la creación del programa están disponibles en la unidad de control en la siguiente

  **Ruta del archivo:** *C:\KRC\ROBOTER\TEMPLATE*
- Las plantillas no son más que estructuras del programa predefinidas que funcionan como modelos para copia.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Las plantillas pueden modificarse como programas, funciones, etc. "normales".

**AVISO**

Si se modifica una plantilla, esta modificación afecta directamente a cada nueva creación de un programa. Esto no tiene ningún efecto en los programas ya creados.

## 47.3 Vistas en el explorador

### Descripción

En el grupo de usuario Experto, además de la vista del módulo, también se puede utilizar la vista en detalle.

### Vista del módulo

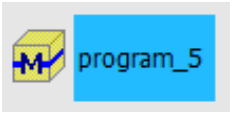



**Fig. 47-3: Vista del módulo**

- En la vista del módulo, un programa se visualiza siempre como una entrada.
- El propio programa *.src y su correspondiente lista de datos *.dat no se pueden editar individualmente.

Si se duplica el módulo, se copiarán siempre todos los archivos necesarios.

### Vista en detalle

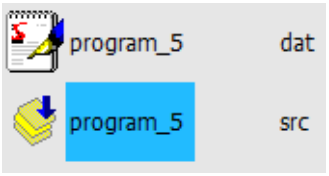



**Fig. 47-4: Vista en detalle**

- En la vista en detalle, el proprio programa *.src y su correspondiente lista de datos *.dat se representan de manera individual.
- Ambos archivos pueden editarse directamente, copiarse, borrarse y archivarse por separado.

Si se duplica el módulo, deberá asegurarse de que se copian siempre ambos archivos *.src y *.dat.

### 47.3.1 Adaptar las vistas en el explorador

#### Procedimiento

- Abrir el menú contextual con el botón "Editar". Abrir la función "Filtros".



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

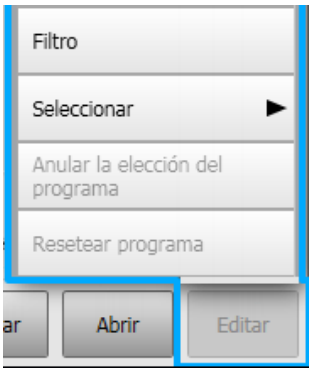



**Fig. 47-5: Editar, filtros**

- En la ventana de selección visualizada se puede alternar entre la vista del módulo y la vista en detalle.

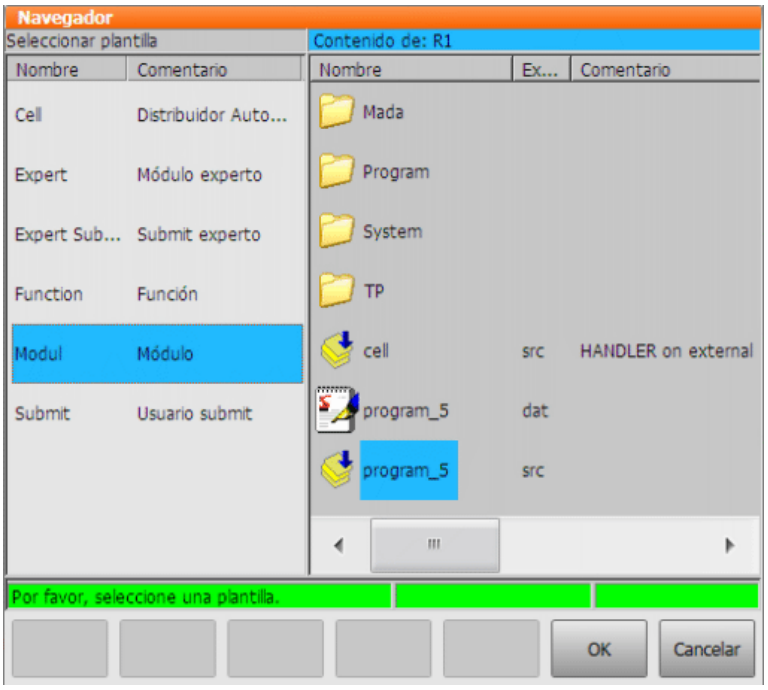



**Fig. 47-6: Selección de filtro**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 47.4 Vistas en el editor del smartPAD



- La vista en el editor puede adaptarse en lo que respecta al manejo y el modo de representación.
- La precisión de detalles también puede adaptarse a las necesidades del usuario.

### 47.4.1 Adaptar la vista en el editor del smartPAD

**Procedimiento**

1. Abrir un programa en el editor del smartPAD.




**Fig. 47-7: Vista**

**Ruta de menú:** *botón Editar > Vista*

- **Línea DEF**
  Se muestra la estructura del programa (Header y END).

```
DEF program()
...
END
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Vista en detalle (ASCII)**

  Se muestran los caracteres ASCII ocultos.

```
...
;FOLD SPTP HOME VEL=100% DEFAULT;%{PE}
%NJZJATOBASUS....
...
```

- **Salto de línea**

  En el ajuste estándar, es posible un desplazamiento en horizontal de la pantalla.

  Si el salto de línea está activo, las líneas de programa más largas se muestran, como alternativa, de manera ininterrumpida.

- **Distancia entre líneas normal/corta**

  La distancia entre las líneas de programa es mayor o menor.

2. **Ejemplo:** Vista ampliada en el editor con líneas DEF, vista en detalle y salto de línea menor.

Editor

```
1  DEF program_5( )
2  ;FOLD INI;%{PE}
3
4  LOOP
5
6  ;FOLD SPTP HOME Vel=100 % DEFAULT;%{PE}%MKUKATPBASIS
   ↳,%CSPLINE,%VSPTP_SB,%P 1:SPTP_SB, 2:HOME, 3:, 5:100,
   ↳ 7:DEFAULT
7
8  ;FOLD SLIN P1 Vel=0.5 m/s CPDAT2 Tool[1]:Greifer
   ↳ Base[1]:Basis_Tisch ;%{PE}
9  ;FOLD SLIN P2 Vel=0.5 m/s CPDAT3 Tool[1]:Greifer
   ↳ Base[1]:Basis_Tisch ;%{PE}
10 ;FOLD SLIN P3 Vel=0.5 m/s CPDAT4 Tool[1]:Greifer
   ↳ Base[1]:Basis_Tisch ;%{PE}
11
12 ;FOLD SPTP HOME Vel=100 % DEFAULT ;%{PE}
13
14 ENDLOOP
15
16
17 END
18
```

**Fig. 47-8: Vista en detalle, editor**

La vista ampliada (mostrar la línea DEF, conectar la vista en detalle) sirve de ayuda durante la búsqueda de errores de sintaxis usando el número de línea.
Además, deben estar abiertos todos los pliegues que puedan existir.

## 47.5 Errores en programas

### Descripción

Por regla general, durante la creación de programas con formularios inline apenas se producen errores de programación. Sin embargo, si la programación se realiza en el lenguaje avanzado KRL-KUKA Robot Language pueden producirse errores de sintaxis durante la introducción de texto. La unidad de control no puede interpretarlos y se visualizan como errores.

- Los programas/archivos defectuosos se marcan con una X roja en el explorador de archivos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

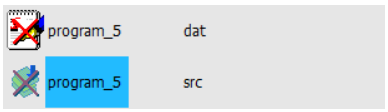



**Fig. 47-9: Programa incorrecto**

- La carpeta principal del programa/archivo defectuoso también se identifica con una pequeña X roja.

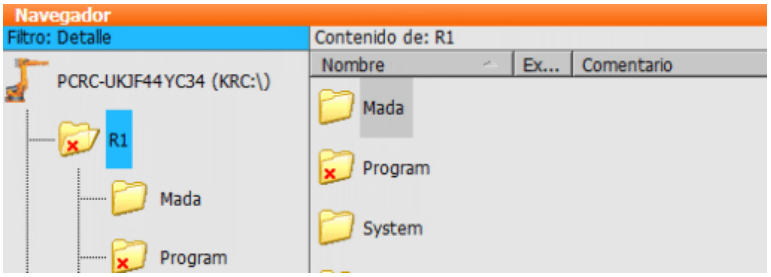



**Fig. 47-10: Marcas de errores en la carpeta**

## 47.5.1 Encontrar el error en el programa y subsanarlo

1. Seleccionar un módulo defectuoso en el navegador (>>> *Fig. 47-9*)
2. Pulsar en el botón **Lista de fallos**.




**Fig. 47-11: Lista de errores, abrir**

3. Se abre la indicación de errores (*nombre del programa*.ERR).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 47-12: Indicación de fallos**

- En la indicación de errores, los errores de sintaxis detectados se representan en tablas.
- Marcar la línea usando el ratón (1). La línea se marca en azul.
- Se mostrará información detallada en una ventana separada (2).
- El programa se abre con el botón **Visualizar** (3).

4. El cursor salta a la línea de sintaxis defectuosa. El error puede analizarse y corregirse.

```
Editor
  1  INI
  2
  3  LOOP
  4
  5  SPTP HOME Vel=100 % DEFAULT
  6
  7  SLIN P1 Vel=0.5 m/s CPDAT2 Tool[1]:Greifer
  8  SLIN P2 Vel=0.5 m/s CPDAT3 Tool[1]:Greifer
  9  SLIN P3 Vel=0.5 m/s CPDAT4 Tool[1]:Greifer
 10
 11  SPTP HOME Vel=100 % DEFAULT
 12
 13  ENDLOP
 14
```

**Fig. 47-13: Error de sintaxis bucle infinito, "ENDLOP"**



En este ejemplo, el número de línea 46 mostrado en la visualización de errores no coincide con el del programa 13. Esto se debe a que la vista se muestra en versión reducida.

5. Abandonar el editor y guardar



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Gestión del proyecto y del programa > Seleccionar o abrir el programa |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Gestión del proyecto y de programas > Navegador del administrador de archivos |

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Gestión del proyecto y de programas > Editar programas |



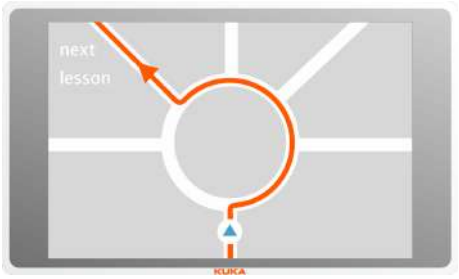
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 48 Estructurar programas de robot

## 48.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Para una mejor legibilidad, estructure los programas de robot con las siguientes técnicas

- Comentar
- Sangrar
- Ocultar
- Tecnología de módulos

## 48.2 Comentar programas

**Descripción**

La opción para añadir un comentario permite colocar un texto en el programa de robot dirigido a los lectores del programa. El texto de los comentarios no es leído por el interpretador del robot, sino que solo aumenta la legibilidad de un programa.

Los comentarios pueden introducirse en el programa de robot con diferentes fines:

- **Informaciones** sobre el texto de programa: autor, versión, fecha de creación

```
Editor
1  DEF welding1( )
2  ; Programmed by JACK SPARROW
3  ; Version 1.5 (10/10/2010)
4  INI
5
6  PTP HOME  Vel= 100 % DEFAULT
```

**Fig. 48-1: Ejemplo de comentario: informaciones**

- **Estructura** del texto del programa: especialmente mediante el uso de elementos gráficos (caracteres especiales como #, *, ~,)

```
7  ;**************Initialisation************
8  INIT
9  BASISTECH INI
10 CHECK HOME
```

**Fig. 48-2: Ejemplo de comentario: Esquematización**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Definir comentario** (nivel experto): al colocar un punto y coma al principio de una línea de programa, esta se define como comentario y se salta en la ejecución del programa.

```
11  PTP HOME  Vel= 100 % DEFAULT
12  ;$OUT[33]=TRUE
13  AUTOEXT INI
```

**Fig. 48-3: Ejemplo de comentario: Insertar punto y coma**

| |
|---|
| Los formularios inline **no** se pueden definir como comentarios (mediante ;). |

- **Explicación** sobre cada línea
  e **indicación sobre el trabajo que se debe realizar**: marcado de partes no definidas del programa

```
18      CASE 1
19        P00 (#EXT_PGNO,#PGNO_ACKN,DMY[],0 ) ; Reset
  ↳ Progr.No.-Request
20        Main_Prog ( ) ; Call User-Program
```

**Fig. 48-4: Ejemplo de comentario: Explicaciones**

| AVISO |
|---|
| El uso de comentarios tienen sentido únicamente si se mantienen actualizados. Es obligatorio actualizar los comentarios siempre que se realicen modificaciones en las instrucciones. |

### Tipos de comentario

- **Colocar un punto y coma** (nivel experto): al introducir un punto y coma (" ; "), la parte de la línea que sigue al mismo se convierte en un comentario.

```
...
SPTP  HOME  Vel=100%  DEFAULT

;  #####  Wuerfel  holen  ####

SLIN  P1  Vel=0.5  m/s  CPDAT1  Tool[1]....
```

- **Introducción del formulario inline "Comentario"**

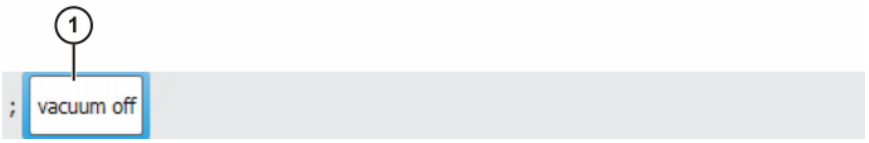



**Fig. 48-5: Formulario inline Comentario**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Texto cualquiera |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Insertar el formulario inline "Marca":**
  aquí se inserta una marca de tiempo adicional. Asimismo, existe la posibilidad de introducir el nombre del editor de la marca.

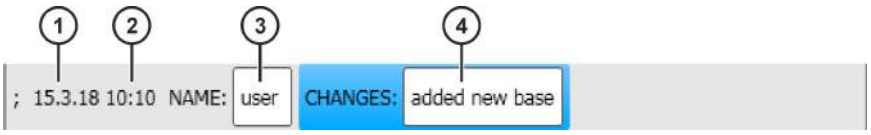



**Fig. 48-6: Formulario inline Marca**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Fecha del sistema (puede actualizarse) |
| 2 | Hora del sistema (puede actualizarse) |
| 3 | Nombre o identificación del usuario |
| 4 | Texto cualquiera |

**Procedimiento**

1. Marcar la línea detrás de la cuales debe insertarse el comentario o la marca.
2. **Secuencia de menú:** *Instrucciones* > *Comentario* > *Normal o Marca*




**Fig. 48-7: Insertar comentario**

3. Introducir los datos deseados.

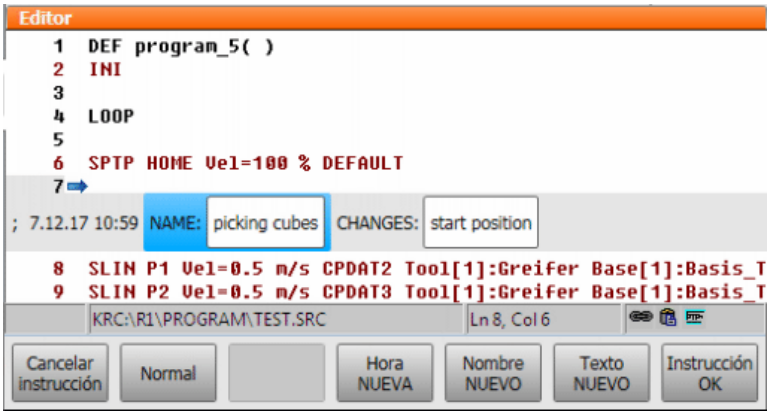



**Fig. 48-8: Insertar marca**

- En el caso de los comentarios, con **Texto NUEVO** es posible vaciar el campo para poder introducir texto nuevo.
- En el caso de las marcas, con **Hora NUEVA** es posible actualizar el sistema y con **Nombre NUEVO**, es posible vaciar el campo **NOMBRE**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Si ya se introdujo anteriormente un comentario o una marca, el formulario inline contendrá las mismas indicaciones.

4. Guardar el comentario/la marca usando el botón **OK**.

## 48.3 Conocer cómo comentar programas

### Descripción

La opción para añadir un comentario permite colocar un texto en el programa de robot dirigido a los lectores del programa. El texto de los comentarios no es leído por el interpretador del robot, sino que solo aumenta la legibilidad de un programa.

Los comentarios pueden introducirse en el programa de robot con diferentes fines:

- **Informaciones** sobre el texto de programa: autor, versión, fecha de creación

```
1  DEF welding1( )
2  ; Programmed by JACK SPARROW
3  ; Version 1.5 (10/10/2010)
4  INI
5
6  PTP HOME  Vel= 100 % DEFAULT
```

**Fig. 48-9: Ejemplo de comentario: informaciones**

- **Estructura** del texto del programa: especialmente mediante el uso de elementos gráficos (caracteres especiales como #, *, ~,)

```
7  ;**************Initialisation*************
8  INIT
9  BASISTECH INI
10 CHECK HOME
```

**Fig. 48-10: Ejemplo de comentario: Esquematización**

- **Definir comentario** (nivel experto): al colocar un punto y coma al principio de una línea de programa, esta se define como comentario y se salta en la ejecución del programa.

```
11 PTP HOME  Vel= 100 % DEFAULT
12 ;$OUT[33]=TRUE
13 AUTOEXT INI
14   LOOP
```

**Fig. 48-11: Ejemplo de comentario: Insertar punto y coma**

Los formularios inline **no** se pueden definir como comentarios (mediante **;**).

- **Explicación** sobre cada línea
  e **indicación sobre el trabajo que se debe realizar**: marcado de partes no definidas del programa



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
17
18      CASE 1
19        P00 (#EXT_PGNO,#PGNO_ACKN,DMY[],0 ) ; Reset
  ↳ Progr.No.-Request
20        Main_Prog ( ) ; Call User-Program
21
```

**Fig. 48-12: Ejemplo de comentario: Explicaciones**

| AVISO |
| --- |
| El uso de comentarios tienen sentido únicamente si se mantienen actualizados. Es obligatorio actualizar los comentarios siempre que se realicen modificaciones en las instrucciones. |

## 48.3.1 ¿Qué posibilidades hay de realización de comentarios?

**Tipos de comentario**

- **Colocar un punto y coma** (nivel experto): al introducir un punto y coma (" ; "), la parte de la línea que sigue al mismo se convierte en un comentario.

```
...
SPTP HOME Vel=100% DEFAULT

; ##### Wuerfel holen ####

SLIN P1 Vel=0.5 m/s CPDAT1 Tool[1]....
```

- **Introducción del formulario inline "Comentario"**

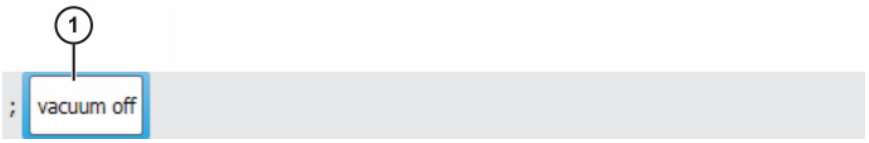



**Fig. 48-13: Formulario inline Comentario**

| Pos. | Descripción |
| --- | --- |
| 1 | Texto cualquiera |

- **Insertar el formulario inline "Marca":**
  aquí se inserta una marca de tiempo adicional. Asimismo, existe la posibilidad de introducir el nombre del editor de la marca.

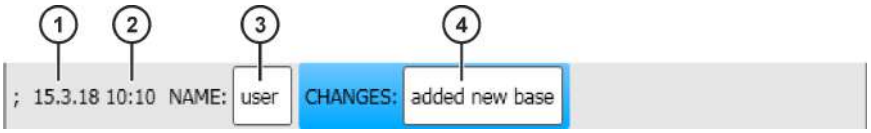



**Fig. 48-14: Formulario inline Marca**

| Pos. | Descripción |
| --- | --- |
| 1 | Fecha del sistema (puede actualizarse) |
| 2 | Hora del sistema (puede actualizarse) |
| 3 | Nombre o identificación del usuario |
| 4 | Texto cualquiera |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 48.3.2 Comentar programas a través de formularios inline

**Procedimiento**

1. Marcar la línea detrás de la cuales debe insertarse el comentario o la marca.
2. **Secuencia de menú:** *Instrucciones* > *Comentario* > *Normal o Marca*




**Fig. 48-15: Insertar comentario**

3. Introducir los datos deseados.

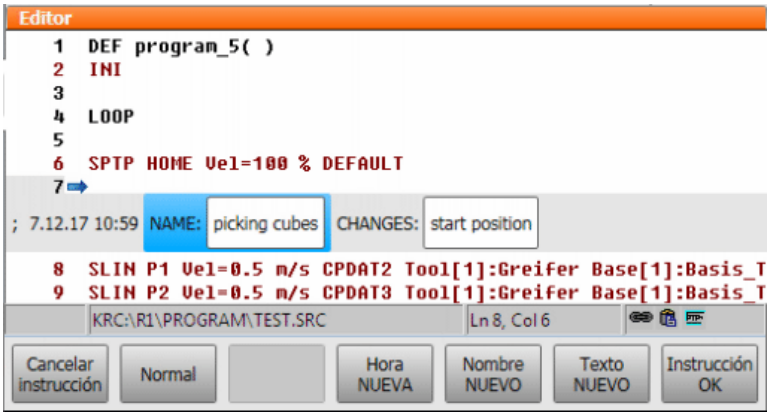



**Fig. 48-16: Insertar marca**

- En el caso de los comentarios, con **Texto NUEVO** es posible vaciar el campo para poder introducir texto nuevo.
- En el caso de las marcas, con **Hora NUEVA** es posible actualizar el sistema y con **Nombre NUEVO**, es posible vaciar el campo **NOMBRE**.

Si ya se introdujo anteriormente un comentario o una marca, el formulario inline contendrá las mismas indicaciones.

4. Guardar el comentario/la marca usando el botón **OK**.

## 48.4 Sangrar programas

**Sangrar líneas de programa**

Un método efectivo para aumentar la legibilidad de un programa de robot es el sangrado de líneas de programa. De este modo se consigue aclarar la relación entre módulos de programa. La sangría se realiza utilizando uno o varios espacios.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
13  AUTOEXT INI
14  LOOP
15      P00 (#EXT_PGNO,#PGNO_GET,DMY[],0 )
16      SWITCH  PGNO ; Select with Programnumber
17         CASE 1
18           P00 (#EXT_PGNO,#PGNO_ACKN,DMY[],0 )
19           Main_Prog ( ) ; Call User-Program
20         CASE 2
21           P00 (#EXT_PGNO,#PGNO_ACKN,DMY[],0 )
22           Sub_Prog1 ( ) ; Call User-Program
23         DEFAULT
24           P00 (#EXT_PGNO,#PGNO_FAULT,DMY[],0 )
25      ENDSWITCH
26  ENDLOOP
```

**Fig. 48-17: Acoplar líneas de programa**

| | |
|---|---|
|  | El efecto del sangrado es meramente visual. Durante la ejecución del programa las partes con sangrado se procesan igual que las que no tienen sangrado. |

## 48.5 Ocultar líneas de programa

### Ocultar las líneas del programa a través de Fold

El lenguaje del robot de KUKA ofrece la posibilidad de agrupar y ocultar en *FOLD* las líneas del programa. Esto hace que partes del programa no sean visibles para el usuario. La simplicidad de la lectura del programa aumenta. En el grupo de usuario Experto es posible abrir y cerrar los Fold.

```
13
14
15  CHECK HOME
16
```

**Fig. 48-18: Fold cerrado**

```
14
15  CHECK HOME
16    $H_POS=XHOME
17    IF CHECK_HOME==TRUE THEN
18      P00 (#CHK_HOME,#PGNO_GET,DMY[],0 ) ;Test HPos
19    ENDIF
```

**Fig. 48-19: Fold abierto**

**Marcas de color en las folds:**

| Color | Descripción |
|---|---|
| Rojo oscuro | Fold cerrado |
| Rojo claro | Fold abierto |
| Azul oscuro | Subfold cerrado |
| Azul claro | Subfold abierto |
| Verde | Contenido del fold |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Gestión del proyecto y de programas > Editar programas |

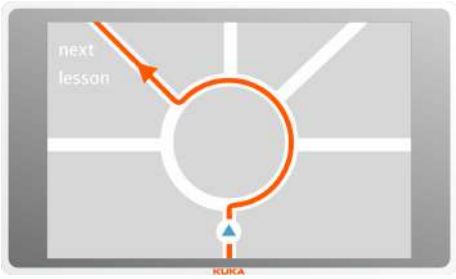


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 49 Activar y vincular programas de robot como subprogramas (KRL)

## 49.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Activan programas de robot existentes como subprogramas.
- Activan programas sucesivamente mediante vinculación.

## 49.2 Conocer la vinculación de programas de robot

**Descripción**

La técnica de subprogramas permite estructurar modularmente los programas de robot y, así, lograr una composición estructuralmente eficiente. El objetivo no es registrar todas las instrucciones en un programa, si no almacenar determinadas secuencias, cálculos o procesos en programas independientes.

Ventajas de la utilización de subprogramas:

- El programa principal obtiene una estructura clara y es más fácil de leer, puesto que se reduce la longitud del programa.
- Los subprogramas pueden desarrollarse por separado: el esfuerzo de programación puede dividirse y se minimizan las fuentes de error.
- Los subprogramas pueden reutilizarse varias veces.
- Mejor mantenibilidad y conservación de los diferentes módulos de programa/subprogramas.

Básicamente, se pueden distinguir dos tipos de subprogramas:

- **Subprogramas globales**
  (>>> *"Subprogramas globales" Página 413*)
- **Subprogramas locales**
  (>>> *"Subprogramas locales" Página 414*)

**Subprogramas globales**

Un subprograma global es un programa de robot independiente (un archivo *.SRC y *.DAT) que se activa con otro programa de robot. La ramificación de los programas puede realizarse específicamente según la demanda, es decir, un programa puede ser una vez un programa principal, pero la siguiente vez, puede operar como un subprograma.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

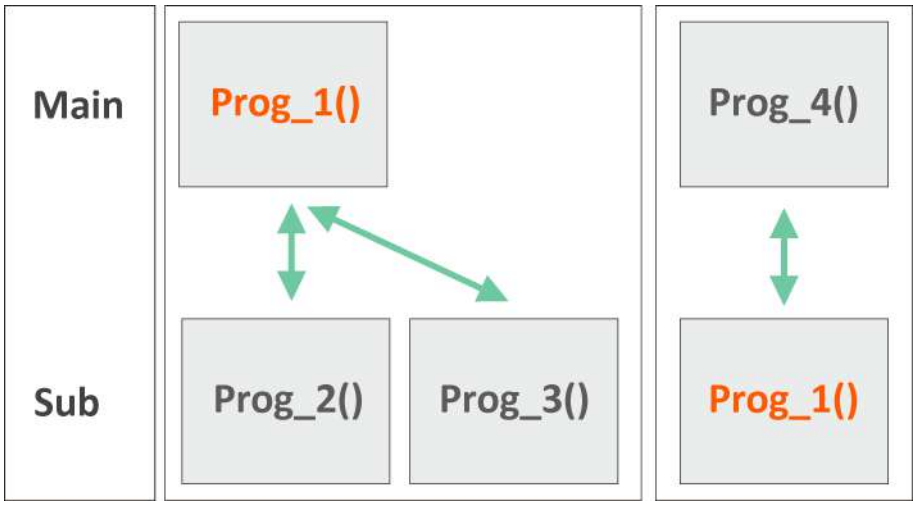



**Fig. 49-1: Ejemplo de esquema para subprogramas globales**

### Subprogramas locales

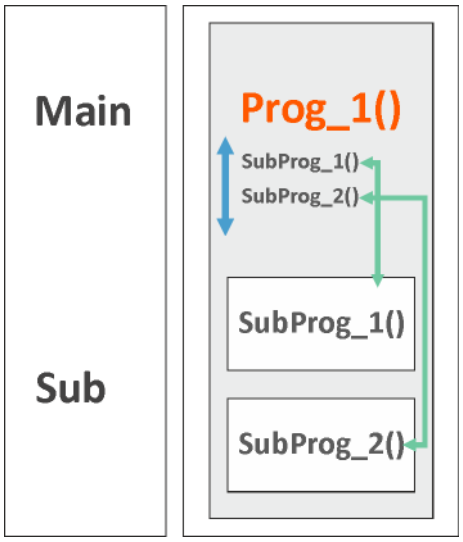



**Fig. 49-2: Esquema: subprogramas locales**

- Los subprogramas locales son programas integrados en un programa principal, es decir, las instrucciones están incluidas en el mismo archivo SRC.
- Así, las coordenadas de punto del subprograma se guardan en el mismo archivo DAT.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Secuencia de una activación de un subprograma

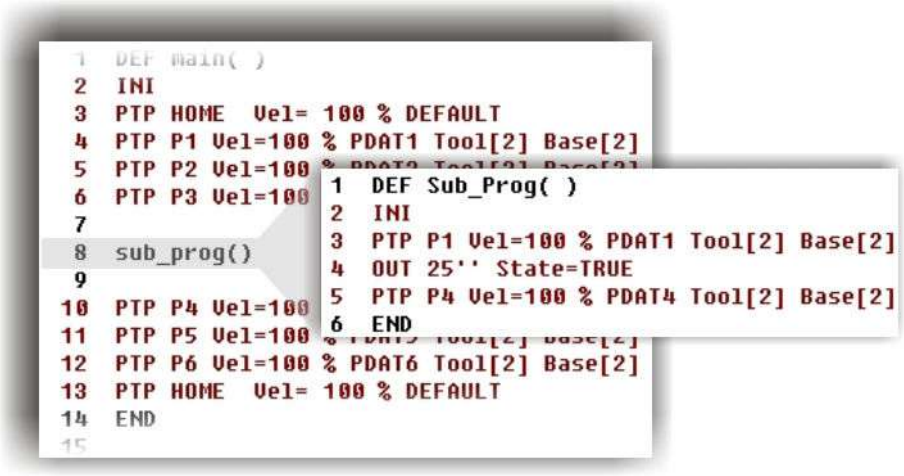



**Fig. 49-3: Procedimiento de apertura de un subprograma**

- Cada programa empieza con una línea DEF y acaba con una END.
- En caso de que se active un subprograma en el programa principal se procesará, por regla general, ese subprograma de DEF a END.
- Al llegar a la línea END, el puntero de ejecución del programa saltará otra vez al programa desde el que se abrió (programa principal).

**AVISO**

Para poder abandonar un subprograma antes de tiempo (es decir, antes de las líneas DEF y END), se puede programar la instrucción RETRUN. La ejecución de estas líneas de programa provoca la cancelación anticipada del subprograma.

## 49.3 Concatenar programas de robot

### Procedimiento

### Acceder a un subprograma

- Se requiere el grupo de usuario Experto.
  (>>> *13.2.1 "Cambiar grupo de usuarios" Página 94*)
- Sintaxis: `Nombre( )`

1. Cargar el programa principal deseado en el editor pulsando en **Abrir**.

```
INI
SPTP HOME Vel= 100% DEFAULT

SPTP HOME Vel= 100% DEFAULT
```

2. Posicionar el cursor en la línea deseada.
3. Introducir el nombre del subprograma entre paréntesis, p. ej., **myprog( )**.

```
INI
SPTP HOME Vel= 100% DEFAULT
myprog( )
SPTP HOME Vel= 100% DEFAULT
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

4. Cerrar el editor pulsando sobre el símbolo de cierre y guardar las modificaciones.

**Aplicación de subprogramas**

```
DEF MAIN()

INI

     GET_PEN()
     PAINT_PATH()
     PEN_BACK()
     GET_PLATE()
     GLUE_PLATE()
     PLATE_BACK()

END
```

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación KRL > Subprogramas y funciones |

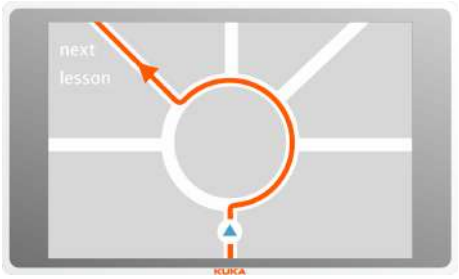


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 50 Ampliar programas con variables y acuerdos

## 50.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Aprenderá a declarar las primeras variables sencillas.
- Distinguirá entre variables globales y locales.
- Sabrá cómo afecta el lugar de una declaración de variables a la disponibilidad de una variable.
- Sabrá qué efecto tiene una entrega de valores entre diferentes tipos de variables.

## 50.2 Gestión de datos en KRL

**Generalidades sobre variables**




- En la programación de robots con KRL, una variable es en, sentido amplio de la palabra, simplemente un recipiente para operandos ("valores") que aparecen en el desarrollo de un proceso del robot.
- Una variable dispone de una dirección determinada asignada en la memoria de un ordenador.
- Una variable se denomina mediante un nombre que no es una palabra clave de KUKA.
- Cada variable está unida a un tipo determinado de archivos.
- La declaración del tipo de datos es necesaria antes de la utilización.
- En KRL se distingue entre variables locales y globales.

### 50.2.1 Convenciones sobre nombres

**En la elección del nombre de la variable se deben tener en cuenta las siguientes reglas:**

- Los nombres en KRL pueden tener una longitud máxima de 24 caracteres.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Los nombres en KRL pueden contener letras (A-Z), cifras (0-9) y los caracteres especiales "_" y "$".
- Los nombres en KRL no deben comenzar con cifras.
- Los nombres en KRL no deben ser palabras clave.
- La utilización de mayúsculas y minúsculas es indiferente.

**Consejos:**

- Utilizar nombres de variables adecuados y autoexplicativos.
- No utilizar ninguna abreviatura.
- Utilizar una longitud de nombre adecuada, no utilizar cada vez 24 caracteres.

### 50.2.2 Tipos de datos

**Tipos de datos estándar predefinidos**

- **BOOL:** resultados "SÍ"/"NO" clásicos
- **REAL:** número de coma flotante, resultado de operaciones de cálculo, para poder evitar errores de redondeo
- **INT:** número entero, típica de recuento clásica para bucles de recuento o contadores de piezas
- **CHAR:** solo un carácter

  String o el texto solo se pueden realizar como campo CHAR.

| Tipos de datos simples | Número entero | Número de coma flotante | Valores lógicos | Carácter individual |
|---|---|---|---|---|
| Palabra clave | INT | REAL | BOOL | CHAR |
| Gama de valores | $-2^{31}$ ... ($2^{31}$-1) | ± 1.1 $10^{-38}$... ± 3.4 $10^{+38}$ | TRUE FALSE | Juego de caracteres ASCII |
| Ejemplos | -199 o 56 | -0,0000123 o 3,1415 | TRUE FALSE | "A" o "q" o "7" |

**Perspectivas**

Basado en los tipos de datos estándar existen otros tipos de datos derivados más complejos que se utilizarán en un seminario más avanzado.

**Campos/Grupo**

Se guardan varias variables del mismo tipo de datos mediante el índice.

```
Voltage[10] = 8.0
Voltage[11] = 9.1
```

**Tipo de datos de enumeración**

Todos los valores del tipo de enumeración se definen en la creación con nombre (en forma de texto).

```
color = #red
```

**Tipo de datos combinado/estructura**

Una estructura es un tipo de datos combinado de componentes de diferentes tipos de datos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
Date = {day 14, month 12, year 1996}
```

```
DECL E6POS P0 = {X 1089.676, Y -297.9451, Z 1087.762, A
-147.4035, B 89.66425, C -132.2622,
S 6, T 50 , E1 0.0, E2 0.0, E3 0.0, E4 0.0, E5 0.0, E6
0.0}
```

### 50.2.3 Creación de variables

#### Declaración de variables

- La declaración se debe realizar siempre antes de su uso.
- A cada variable se le debe asignar un tipo de datos.
- Se deben respetar las convenciones sobre nombres en la asignación de nombres.
- La palabra clave para la declaración es **DECL**.
- Se puede suprimir la palabra clave **DECL** en los cuatro tipos de datos simples.
- Las asignaciones de valores se realizan en el movimiento de avance.
- La declaración de variables se puede realizar en diferentes puntos. Esto afecta a la vida útil y la validez de las correspondientes variables.

### 50.2.4 Doble declaración de variables

#### Descripción

Una doble declaración ocurre siempre que se usan los mismos nombres de variables (cadenas).

Cuando se utiliza el mismo nombre de variable en un archivo *.SRC/ *.DAT y en el $config.dat, **no** se trata de una declaración doble. En este caso, la variable local tiene preferencia ante la variable global, siempre y cuando la variable se describa desde el programa en el que fue declarada.

Si la variable se describe desde otro programa, se escribirá la variable global.

### 50.2.5 Vida útil y validez de las variables

#### Vida útil

- Por vida útil se entiende el periodo de tiempo en el que se reserva memoria para la variable.
- Las variables de duración temporal vuelven a liberar su espacio de almacenamiento al abandonar el programa o la función.
- Las variables de una lista de datos mantienen su valor actual (el más reciente) de forma permanente en la memoria.

#### Validez

- Las variables declaradas como locales solo están disponibles y visibles en el programa en el cual han sido declaradas.
- Las variables globales están registradas en una lista de datos central (global).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Las variables globales se pueden registrar también en un lista de datos local y aplicarles la palabra clave **global** al declararlas.

### 50.2.6 Declaración de variables en función del lugar de almacenamiento

**Variable en el archivo *.SRC**

- Una variable creada en el *archivo *.SRC* se denomina variable de tiempo de ejecución.
- Esta no siempre se puede visualizar.
- Solo se encuentra disponible en la rutina de programación en la que ha sido declarada. Por tanto, las variables estarán disponibles durante la ejecución del programa.
- Deja libre de nuevo su espacio de memoria al alcanzar la última línea del programa (línea END).

**Variable en el archivo DAT local**

- Se puede visualizar siempre durante la ejecución del programa del *archivo SRC* correspondiente.
- El valor de la variable se mantiene tras la finalización del programa.
- Está disponible en todo el *archivo SRC*, es decir, también en los subprogramas locales.
- También se puede crear como variable global.
- Recibe el valor actual en el *archivo DAT* y comienza con el valor guardado en una nueva llamada.
- Si la variable se declara como global, también está disponible a nivel global. Permite un acceso de lectura y de escritura en todas las rutinas de programación, si en el archivo DAT se define la palabra clave `PUBLIC` y en la declaración se usa adicionalmente la palabra clave `GLOBAL`.

**Variable en el archivo de sistema $CONFIG.DAT**

- Está disponible en todos los programas (global).
- Se puede visualizar siempre, incluso si ningún programa está activo.
- Está disponible de forma global, es decir, en todas las rutinas de programación es posible un acceso de lectura y de escritura.
- Guarda el valor actual en el archivo *$CONFIG.DAT*.

### 50.2.7 Datos de sistema de KUKA

**Descripción**

- Los datos de sistema KUKA están presentes en todos los tipos de datos, p. ej., como
  - Tipo de datos de enumeración, p. ej.: modo de servicio
  - Estructura, p. ej.: fecha/hora
- Las informaciones de sistema se obtienen a través de variables de sistema de KUKA. Estas
  - leen la información actual del sistema
  - modifican las configuraciones actuales del sistema
  - están predefinidas y comienzan con el carácter "*$*"
    - *$DATE* (fecha y hora actuales)



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- *$POS_ACT* (posición actual del robot)
- *$MODE_OP*(modo de servicio actual)
- ...

## 50.3 Trabajar con tipos de datos simples

A continuación se explica la creación, la inicialización y la modificación de variables. En este caso solo se utilizan los tipos de datos simples.

**Tipos de datos simples con KRL**

- Números enteros (INT)
- Números con coma flotante (REAL)
- Valores lógicos (BOOL)
- Carácter individual (CHAR)

### 50.3.1 Programar las instrucciones lógicas y los bucles mediante formularios inline

**Descripción**

A partir de KSS 8.6, se han añadido formularios inline adicionales para la programación lógica a través del smartPAD.




**Fig. 50-1: Programación de instrucciones lógicas mediante formularios inline**

Los formularios inline facilitan la programación y evitan los errores de sintaxis. Detrás del formulario inline se encuentra la conocida sintaxis KRL, que por supuesto no se ha modificado. Para la programación de estructuras más complejas, por ejemplo, el intercalado de bucles, se sigue recomendando utilizar la programación nativa de KRL.

Los formularios inline solo pueden insertarse en el archivo SRC. Para ello, el programa debe estar abierto, como en la programación de la sintaxis.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 50.3.2 Declaración de variables

### Principio de la declaración de variables

#### Ejemplo de estructura del programa en el fichero SRC

- En la sección de declaración se deben declarar variables
- La sección de inicialización comienza con la primera asignación de valor, aunque a menudo con la línea "INI"
- En la sección de instrucciones se asignan o se modifican valores

```
DEF main( )
; Sección de declaraciones
...
; Sección de inicialización
INI
...
; Sección de instrucciones
SPTP HOME Vel=100% DEFAULT
...
END
```

#### Modificar la vista estándar

- La visualización de la línea DEF solo es posible como experto
- El proceso es necesario para acceder a la sección de declaración en los módulos delante de la línea "INI".
- Para poder ver la línea DEF y END, también es importante para la transferencia de variables a subprogramas

#### Planificar la declaración de variables

- Establecer la vida útil
- Determinar la validez/disponibilidad
- Determinar el tipo de datos
- Asignación de nombre y declaración

### Procedimiento en la declaración de variables con tipo de datos sencillos

#### Crear la variable en el fichero SRC

1. Grupo de usuario Experto
2. Dejar mostrar la línea DEF
3. Abrir el fichero SRC en el editor
4. Realizar la declaración de las variables

```
DEF MY_PROG ( )
DECL INT counter
DECL REAL price
DECL BOOL error
DECL CHAR symbol
INI
...
END
```

5. Cerrar el programa y guardar

#### Crear la variable en el fichero DAT

1. Grupo de usuario Experto



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

2. Abrir el fichero DAT en el editor
3. Realizar la declaración de las variables

```
DEFDAT MY_PROG
EXTERNAL DECLARATIONS
DECL INT counter1
DECL REAL price1
DECL BOOL error1
DECL CHAR symbol1
...
ENDDAT
```

**AVISO**

No utilizar variables que se usen en el archivo SRC. Ello produce una declaración doble.

4. Cerrar la lista de datos y guardar

**Crear variables en el fichero $CONFIG.DAT**

1. Grupo de usuario Experto
2. Abrir en la carpeta SYSTEM el fichero $CONFIG.DAT en el editor

```
DEFDAT $CONFIG
BASISTECH GLOBALS
AUTOEXT GLOBALS
USER GLOBALS
BackupManagerConfig
Conveyor
ENDDAT
```

3. Seleccionar el Fold "USER GLOBALS" y abrir con la tecla de función programable "Abrir/Cerrar Fold"
4. Realizar la declaración de las variables

```
DEFDAT $CONFIG
...
;=================================
; Userdefined Types
;=================================
;=================================
; Userdefined Externals
;=================================
;=================================
; Userdefined Variables
;=================================
DECL INT counter
DECL REAL price
DECL BOOL error
DECL CHAR symbol
...
; ****************************************
;Make your modifications -ONLY- here
; ****************************************

ENDDAT
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

El **$CONFIG.DAT** puede modificarse en el marco de actualizaciones del software y mediante paquetes de tecnología. La única excluida es la parte marcada específicamente *"Make your modifications - ONLY- here"*.

5. Cerrar la lista de datos y guardar

**Crear la variable global en el fichero DAT**

1. Grupo de usuario Experto
2. Abrir el fichero DAT en el editor
3. Ampliar lista de datos en el encabezamiento del programa con la palabra clave PUBLIC

```
DEFDAT MY_PROG PUBLIC
```

4. Realizar la declaración de las variables

```
DEFDAT MY_PROG PUBLIC
EXTERNAL DECLARATIONS
DECL GLOBAL INT counter
DECL GLOBAL REAL price
DECL GLOBAL BOOL error
DECL GLOBAL CHAR symbol
...
ENDDAT
```

**AVISO**

No utilizar nombres que se usen en CONFIG.DAT. Ello produce una declaración doble.

5. Cerrar la lista de datos y guardar

### 50.3.3 Inicialización de variables con tipos de datos simples

**Descripción de la inicialización con KRL**

- Después de la declaración, la variable solo tiene reservado un espacio de memoria. Su valor siempre es un valor no válido.
- En el archivo SRC se realiza la declaración y la inicialización siempre en dos líneas separadas.
- En el archivo DAT, la declaración y la inicialización se realizan siempre en una línea (siempre y cuando se desee una inicialización).

  Un constante solo puede estar declarada en una lista de datos y debe ser inicializada inmediatamente.

  En caso de que los últimos contenidos de variables asignados deban ser "visibles" en la lista de datos, también en esta debe producirse una "inicialización inicial".
- En el archivo *.src, la sección de inicialización comienza con la primera asignación de valor.

**Principio de la inicialización**

**Inicialización de números enteros**

- Inicialización como número decimal

```
value = 58
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Inicialización como número binario

```
value = 'B111010'
```

Cálculo: 1*32+1*16+1*8+0*4+1*2+0*1 = 58

| Binario | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dec | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |

- Inicialización hexadecimal

```
value = 'H3A'
```

| HEX | Digit | | autom. | | Sumas |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 10 | * | $16^0$ | = | 10 |
| 3 | 3 | * | $16^1$ | = | 48 |
| Cálculo: 3*16 +10 = 58 | | | | | **58** |

| Hex | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dec | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

**Procedimiento en la inicialización con KRL**

**Declaración e inicialización en el fichero SRC**

1. Abrir el fichero SRC en el editor
2. La declaración se ha realizado
3. Realizar la inicialización

```
DEF MY_PROG ( )
DECL INT counter
DECL REAL price
DECL BOOL error
DECL CHAR symbol
INI
counter = 10
price = 0.0
error = FALSE
symbol = "X"
...
END
```

4. Cerrar el programa y guardar

**Declaración e inicialización en el fichero DAT**

1. Abrir el fichero DAT en el editor
2. La declaración se ha realizado
3. Realizar la inicialización

```
DEFDAT MY_PROG
EXTERNAL DECLARATIONS
DECL INT counter = 10
DECL REAL price = 0.0
DECL BOOL error = FALSE
DECL CHAR symbol = "X"
...
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
ENDDAT
```

4. Cerrar la lista de datos y guardar

**Declaración en el fichero DAT e inicialización en el fichero SRC**

1. Abrir el fichero DAT en el editor
2. Realizar la declaración

```
DEFDAT MY_PROG
EXTERNAL DECLARATIONS
DECL INT counter
DECL REAL price
DECL BOOL error
DECL CHAR symbol
...
ENDDAT
```

3. Cerrar la lista de datos y guardar
4. Abrir el fichero SRC en el editor
5. Realizar la inicialización

```
DEF MY_PROG ( )
...
INI
counter = 10
price = 0.0
error = FALSE
symbol = "X"
...
END
```

6. Cerrar el programa y guardar

**Declaración e inicialización de una constante**

Descripción

- Las constantes se crean con la palabra clave **CONST**.
- Las constantes solo se pueden crear en listas de datos.

creación de constantes

1. Abrir el fichero DAT en el editor.
2. Realizar la declaración y la inicialización.

```
DEFDAT MY_PROG
EXTERNAL DECLARATIONS
DECL CONST INT max_size = 99
DECL CONST REAL PI = 3.1415
...
ENDDAT
```

3. Cerrar la lista de datos y guardar.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 50.3.4 Declarar la variable mediante un formulario inline e inicializar




**Fig. 50-2: Programación de instrucciones lógicas mediante formularios inline**

1. Marcar el punto en el programa en el que se va a insertar el formulario inline
2. Pulsar los botones Instrucciones (1) y Lógica (2).
3. Seleccionar la instrucción lógica deseado (3) en la ventana de selección En el ejemplo, la declaración de la variable
4. Adaptar el formulario inline insertado y ampliarlo según su función con los botones de entrada.

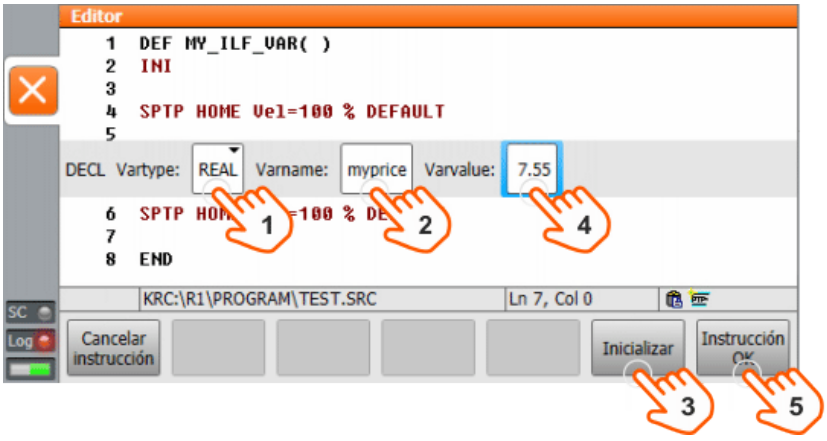



**Fig. 50-3: Variable, declaración e inicialización en el formulario inline**

Para nuestro ejemplo "Declaración de la variable" seleccionar el tipo de datos (Vartype) (1) y definir el nombre de la variable (Varname) (2). Si la variable debe inicializarse al mismo tiempo, utilizar el botón Inicializar (3) para ampliar el formulario inline Introducir el valor de inicialización en el campo Varvalue (4) y guardar las entradas con el botón de instrucción OK (5).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

5. La declaración e inicialización de las variables se transfiere al programa existente. La inicialización se encuentra de nuevo en el **pliegue:** *INI > User INI*.

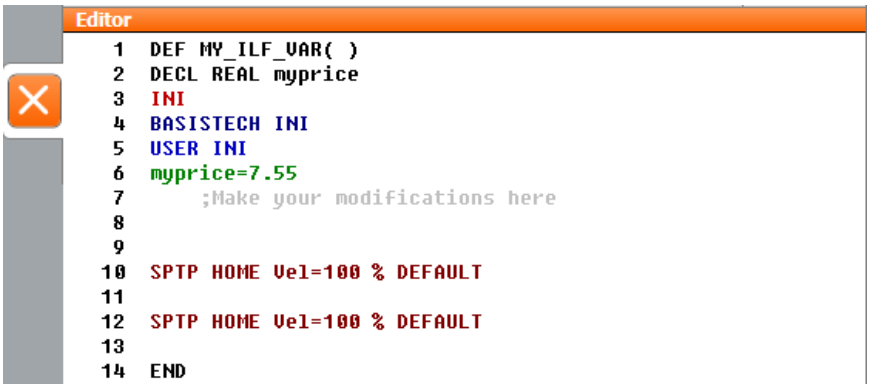



**Fig. 50-4: Aceptación en KRL**

**Restricciones en "Modificar"**

A través del botón **Modificar** no es posible modificar ni añadir ninguna inicialización.

Posibles modificaciones: Modificar nombre y tipo de las variables

## 50.3.5 Manipulación de valores de variables de tipos de datos simples con KRL

**Listado de las posibilidades para la modificación de valores de variables con KRL**

Los valores de las variables se modifican de diferentes maneras en las rutinas de programación (fichero SRC) en función de la tarea. A continuación se comentarán los métodos más comunes. La manipulación mediante operaciones de bit y funciones estándar es posible, pero aquí no se profundizará en ello.

**Manipulación de datos por medio de**

- **Tipos de cálculo básicos**
  - **(+)** Suma
  - **(-)** Resta
  - **(*)** Multiplicación
  - **(/)** División
- Operaciones de comparación
  - **(==)** idéntico/igualdad
  - **(<>)** desigual
  - **(>)** mayor que
  - **(<)** menor que
  - **(>=)** mayor o igual que
  - **(<=)** menor o igual que
- Operaciones lógicas
  - **(NOT)** Inversión
  - **(AND)** Y lógico
  - **(OR)** O lógico
  - **(EXOR)** O excluyente
- Operaciones de bit



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **(B_NOT)** Inversión por bits
- **(B_AND)** Combinación de Y por bits
- **(B_OR)** Combinación de O por bits
- **(B_EXOR)** Combinación de O excluyente por bits

**Funciones estándar**

- Función absoluta
- Función raíz
- Función de seno y coseno
- Función de tangente
- Función de arcocoseno
- Función de arcotangente
- Varias funciones para la manipulación de cadenas

## Relaciones en la manipulación de datos

Modificación de valores con la utilización del tipo de datos REAL y INT

- Redondear hacia arriba/hacia abajo

```
; Declaración
DECL INT A,B,C
DECL REAL R,S,T
; Inicialización
A = 3          ; A=3
B = 5.5        ; B=6 (a partir de x.5 se redondea a la
alza)
C = 2.25      ; C=2 (redondear a la baja)
R = 4          ; R=4.0
S = 6.5        ; S=6.5
T = C          ; T=2.0 (se utiliza el valor redondeado a
la baja)
```

**Regla básica:**
**Paso 1:** Se calcula el resultado intermedio (a la derecha de =).
**Paso 2:** A continuación tiene lugar la asignación del valor, el cual debe redondearse dependiendo del tipo de dato objetivo (INT como tipo de datos objetivo)

- Resultados de operaciones aritméticas **(+;-;*)**

| Resultado | Operando 1 | Operación | Operando 2 |
|---|---|---|---|
| INT | INT | +/-/* | INT |
| REAL | INT | +/-/* | REAL |
| REAL | REAL | +/-/* | INT |
| REAL | REAL | +/-/* | REAL |

**Regla básica:**
Tan pronto como un operando presenta el tipo de dato REAL, el resultante resultado también es REAL.

```
; Declaración
DECL INT D,E
DECL REAL U,V
; Inicialización
D = 2
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
E = 5
U = 0.5
V = 10.6
; Sección de instrucciones (manipulación de datos)
D = D*E ; D = 2 * 5 = 10
E = E+V ; E= 5 + 10.6 = 15.6 -> Redondear a la alza
E=16
U = U*V ; U= 0.5 * 10.6 = 5.3
V = E+V ; V= 16 + 10.6 = 26.6
```

- Resultados de operaciones aritméticas **(/)**

  Particularidades en las operaciones aritméticas con valores enteros:

  – En caso de resultados intermedios de operaciones enteras puras, se eliminarán todas las posiciones decimales.
  – En la asignación de valor a una variable entera, el resultado se redondeará de acuerdo con las reglas normales de cálculo.

```
; Declaración
DECL INT F
DECL REAL W
; Inicialización
F = 10
W = 10.0
; Sección de instrucciones (manipulación de datos)
; INT / INT -> INT
F = F/2 ; F=5
F = 10/4 ; F=2 (10/4 = 2.5 -> Cortar posición decimal)
; REAL / INT -> REAL
F = W/4 ; F=3 (10.0/4=2.5 -> Redondear a la alza)
W = W/4 ; W=2.5
```

**Operaciones de comparación**

Con las operaciones de comparación se pueden formar expresiones lógicas. El resultado de una comparación siempre es del tipo de datos BOOL.

| Operador / KRL | Descripción | Tipos de datos admisibles |
|---|---|---|
| == | idéntico/igualdad | INT, REAL, CHAR, BOOL |
| <> | desigual | INT, REAL, CHAR, BOOL |
| > | mayor que | INT, REAL, CHAR |
| < | menor que | INT, REAL, CHAR |
| >= | mayor o igual que | INT, REAL, CHAR |
| <= | menor o igual que | INT, REAL, CHAR |

```
; Declaración
DECL BOOL G,H
; Inicialización/sección de instrucciones
G = 10>10.1 ; G=FALSE
H = 10/3 == 3 ; H=TRUE
G = G<>H ; G=TRUE
```

**Operaciones lógicas**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Con las operaciones lógicas se pueden formar expresiones lógicas. El resultado de una operación de este tipo siempre es del tipo de datos BOOL.

| Operaciones | | NOT A | A AND B | A OR B | A EXOR B |
|---|---|---|---|---|---|
| A=FALSE | B=FALSE | TRUE | FALSE | FALSE | FALSE |
| A=FALSE | B=TRUE | TRUE | FALSE | TRUE | TRUE |
| A=TRUE | B=FALSE | FALSE | FALSE | TRUE | TRUE |
| A=TRUE | B=TRUE | FALSE | TRUE | TRUE | FALSE |

```
; Declaración
DECL BOOL K,L,M
; Inicialización/sección de instrucciones
K = TRUE
L = NOT K ; L=FALSE
M = (K AND L) OR (K EXOR L) ; M=TRUE
L = NOT (NOT K) ; L=TRUE
```

Los operadores se ejecutan en el orden de su prioridad

| Prioridad | Operator |
|---|---|
| 1 | NOT (B_NOT) |
| 2 | Multiplicación (*); división (/) |
| 3 | Suma (+), resta (-) |
| 4 | AND (B_AND) |
| 5 | EXOR (B_EXOR) |
| 6 | OR (B_OR) |
| 7 | cualquier comparación (==; <>; ...) |

```
; Declaración
DECL BOOL X, Y
DECL INT Z
; Inicialización/sección de instrucciones
X = TRUE
Z = 4
Y = (4*Z+16 <> 32) AND X ; Y=FALSE
```

**Procedimiento para la manipulación de datos**

1. Especificar el tipo de datos para la variable o variables
2. Determinar la validez y la vida útil de las variables
3. Realizar la declaración de variables
4. Inicializar la variable
5. Manipular la variable en las rutinas de programación, es decir, siempre en el fichero **.SRC*
6. Guardar y cerrar el fichero **.SRC*

**Instrucción HALT**

`HALT` se usa, sobre todo, para realizar pruebas en la fase de programación, por ejemplo, para visualizar el contenido de una variable en tiempo de ejecución.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- La instrucción `HALT` detiene el programa. La última instrucción de movimiento lanzada se ejecuta por completo.
- El programa puede continuarse exclusivamente con la tecla de arranque. A continuación se ejecutará la siguiente instrucción después de HALT.

En un programa de interrupción el programa no se detiene hasta que se haya ejecutado por completo el procesamiento.

**Ejemplo:**

```
DEF program()
DECL BOOL a,b
INI
...
SPTP XP1
a=$IN[1]
b=$IN[2]
HALT
IF ((a == TRUE) AND (b == FALSE)) THEN
..
ENDIF
...
```

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación KRL > Variables y acuerdos |

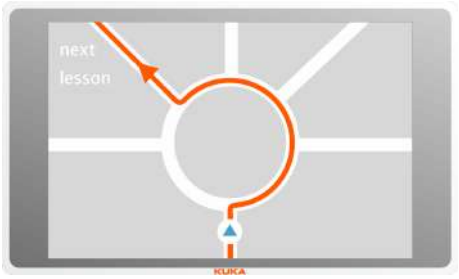


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 51 Repetir secciones de programas con bucles

## 51.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Aprenderá cómo los programas y las secciones de programas se ejecutan con o sin condición.

- LOOP-ENDLOOP
- FOR-ENDFOR
- WHILE-ENDWHILE
- REPEAT-UNTIL

## 51.2 Programar bucles

Además de las instrucciones de movimiento y comunicación (funciones de conmutación y espera) en sí, los programas de robot albergan una gran cantidad de rutinas que sirven para el control de la ejecución del programa.

**Generalidades sobre bucles**

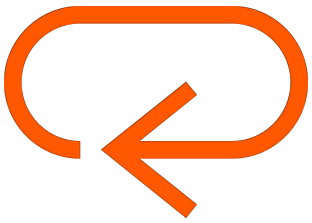


**Fig. 51-1: Repetir**

- Los bucles son estructuras de control.
- Repiten bloques de instrucciones hasta que se produce una condición de interrupción.
- Un salto desde fuera a un cuerpo de bucle no está permitido
- Los bucles se pueden intercalar entre sí
- Existen diferentes tipos de bucles
  - Bucle sinfin
  - Bucle de conteo
  - Bucles condicionados
    - Bucle finito
    - bucle infinito

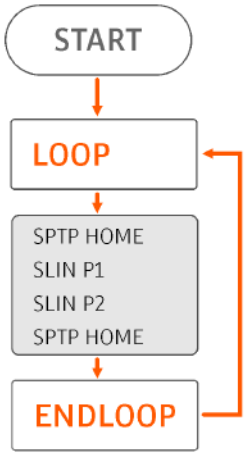


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 51.3 Programar un bucle sinfín

### Descripción

El bucle sinfin es un bucle que se vuelven a ejecutar después de cada ejecución. La ejecución se puede interrumpir por influencias externas.




- El bucle sinfin se puede abandonar mediante `EXIT`.
- Al abandonar un bucle sinfin con `EXIT` se deberá asegurar la ausencia de colisiones.
- En caso de que haya dos bucles sinfin intercalados, también serán necesarios dos comandos `EXIT` para abandonar ambos bucles.

### 51.3.1 Programar un bucle sinfin con KRL

#### Sintaxis

```
LOOP
;    Instrucción
...
;    Instrucción
ENDLOOP
```

#### Ejemplo para la programación de un bucle infinito

**Bucle infinito sin interrupción**

```
DEF MY_PROG( )
INI
SPTP HOME Vel=100% DEFAULT

LOOP
    SPTP P1
    SPTP P2
    SPTP P3
    SPTP P4
ENDLOOP
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
SPTP P5 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
SPTP HOME Vel=100% DEFAULT
END
```

El punto P5 nunca se alcanza desde el punto de vista técnico del programa.

**Bucle infinito con interrupción**

```
DEF MY_PROG( )
INI
SPTP HOME Vel=100% DEFAULT

LOOP
    SPTP P1
    SPTP P2
; Bedingung für Abbruch
 IF $IN[3]==TRUE THEN ;
       EXIT
  ENDIF
    SPTP P3
    SPTP P4
ENDLOOP

SPTP P5 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
SPTP HOME Vel=100% DEFAULT
END
```

El punto P5 se alcanza en cuanto está activa la entrada 3.
Importante: Se deberá comprobar la ausencia de colisión en el desplazamiento entre P2 y P5.

### 51.3.2 Programar un bucle sinfin con formularios inline

**Descripción de la situación**

Ya ha preparado una serie de programas que representan un ciclo de producción completo. Estos programas deben ejecutarse ahora de forma consecutiva y el ciclo debe repetirse.

**En nuestro ejemplo, estos son los programas:**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | pick_workpiece | Recoger_pieza de trabajo |
| 2 | process_workpiece | Procesar_pieza de trabajo |
| 3 | place_workpiece | Depositar_pieza de trabajo |

**Procedimiento**

1. Marque el módulo de programa que debe ampliarse (1) y ábralo con el botón con el mismo nombre "Abrir" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-2: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 1**

| | |
|---|---|
| | Solo en el modo "Abrir" es posible añadir formularios inline de lógica. |

2. Marque la célula de programa en la que se debe añadir el bucle LOOP-ENDLOOP.
   Pulsar el botón "Comandos" y seleccionar "Lógica" en el menú contextual.




**Fig. 51-3: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 2**

3. En el menú contextual "Lógica" seleccionar el bucle "LOOP...ENDLOOP".



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-4: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 3**

4. El bucle "LOOP-ENDLOOP" se añade automáticamente en el área del programa marcada.

   Después de la comprobación, aceptar el formulario inline con el botón "Comando OK".




**Fig. 51-5: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 4**

Con el botón "Añadir cond. canc." se puede ampliar el bucle LOOP-ENLOOP con un bucle FOR como condición de cancelación.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

5. Marque la línea con el texto guardado en gris como comentario *";insert your code here"* (1) y muestre el teclado de pantalla con la tecla "Clavija" (2).




**Fig. 51-6: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 5**

6. Introducir sucesivamente los módulos de programa que se deben activar.

   La activación del módulo se identifica con () de acuerdo con el nombre del programa.

```
pick_workpiece()
process_workpiece()
place_workpiece()
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-7: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 6**

| | |
|---|---|
| | Mediante el botón "Desarrollo del movimiento" también se pueden registrar y programar movimientos del robot. |

Después de comprobar las entradas (2), cerrar el teclado de pantalla con el símbolo "X" naranja (3).

7. Cierre el programa abierto (1). Se ha modificado el diálogo `KRC:\..../Nombre de módulo.src`. Confirmar la pregunta `¿Desea guardar las modificaciones?` con el botón "Sí" (2).




**Fig. 51-8: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 7**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

8. Para realizar pruebas, marque el programa modificado en el navegador y selecciónelo con el botón del mismo nombre "Seleccionar".




**Fig. 51-9: Programar LOOP-ENDLOOP, paso 8**

**Bucle sinfín a través del formulario inline**

```
LOOP
```

**Fig. 51-10: Formulario inline LOOP ... ENDLOOP sin campos**

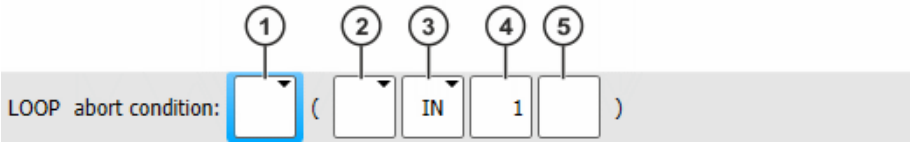



**Fig. 51-11: Formulario inline LOOP ... ENDLOOP con campos**

Para mostrar los campos, tocar el botón **Añadir cond. canc.**.

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación externa. El término se encuentra entre las expresiones entre paréntesis.<br>Añadir el término deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 2 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación interna. El operador se ubica dentro de una expresión colocada entre paréntesis.<br>Añadir el operador deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |
| 3 | Señal que se evalúa. Selección por defecto:<br>• **IN**, **OUT**, **CYCFLAG**, **TIMER** o **FLAG**<br>También es posible programar otras señales: Mediante el botón **Texto libre** es posible mostrar un campo en vez de la selección por defecto en el que se puede introducir el KRL.<br>**Lista de sistema** vuelve a mostrar la selección por defecto. Al tocar los botones puede cambiarse entre ellos. |
| 4 | Este campo solo está disponible cuando se ha seleccionado una señal de la selección por defecto.<br>Introducir el número de la señal. |
| 5 | Este campo solo está disponible cuando se ha seleccionado una señal de la selección por defecto. Si la señal ya tiene nombre, este se muestra.<br>A partir del grupo de usuario experto: Puede introducirse un nombre o puede modificarse el nombre existente. Mientras no se haya guardado el formulario inline, pueden volver a restablecerse estas modificaciones pulsando **Texto largo**. |

**Restricciones en "Modificar"**

No es posible modificar el formulario inline mediante el botón **Modificar**.

## 51.4 Programar un bucle de conteo

**Descripción**

El bucle `FOR` es una estructura de control con la que se puede llevar a cabo una o varias indicaciones con un número fijo de repeticiones.

Para un bucle de recuento es necesario declarar con anterioridad un contador de bucle del tipo de datos entero (Integer).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




El valor para *increment* debe indicarse como número entero y no puede ser ninguna variable.

### 51.4.1 Programar un bucle de conteo con KRL

**Sintaxis con la anchura de paso estándar + 1**

```
FOR counter = start TO last
;Instrucción
ENDFOR
```

El bucle de recuento comienza en el valor `start` y finaliza, como muy tarde, en el valor `last`.

**Sintaxis para diferentes anchuras de paso**

```
FOR counter = start TO last STEP increment
;Instrucción
ENDFOR
```

La anchura de paso (`increment`) también se puede indicar como número entero con la palabra clave `STEP`.

El valor para *increment* debe indicarse como número entero y **no** puede ser ninguna variable.

Del bucle de recuento se puede salir de forma inmediata con `EXIT`

**Funcionamiento**

```
DECL INT counter

FOR counter = 1 TO 3 Step 1
;Instrucción
ENDFOR
```

1. El contador de bucles se inicializa con el valor de inicio: `counter = 1`



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

2. El contador de bucles se incremente en ENDFOR con la anchura de paso STEP
3. El bucle vuelve a comenzar en la línea FOR
4. Control de la condición de entrada: El contador de bucles debe ser menor o igual que el valor final indicado, en caso contrario se finalizará el bucle
5. Dependiendo de la comprobación, se incrementarán de nuevo el contador de bucles o el bucle se finaliza y el programa continúa después de la línea ENDFOR

**Bucle de recuento simple sin indicación de la anchura de paso**

```
DECL INT counter

FOR counter = 1 TO 50
    $OUT[counter] = FALSE
ENDFOR
```

Si no se indica la anchura de paso mediante STEP se utiliza automáticamente la anchura de paso +1.

**Bucle de conteo simple con indicación de la anchura de paso**

```
DECL INT counter

FOR counter = 1 TO 4 STEP 2
    $OUT[counter] = TRUE
ENDFOR
```

Este bucle solo se recorre dos veces. Una vez con el valor de inicio counter=1 y la segunda vez con counter=3. Con el valor de contador 5, el bucle se interrumpe inmediatamente.

**Recuento de cuenta atrás**

Bucle de recuento con indicación de anchura de paso negativa

```
DECL INT counter

FOR counter = 10 TO 1 STEP -1
     value = 100 - 2 * counter
ENDFOR
```

El valor inicial o valor de inicio del bucle debe ser mayor que el valor final para que el bucle pueda recorrerse varias veces.

**Bucle de recuento intercalado**

Bucle de recuento intercalado con indicación de la anchura de paso

```
DECL INT counter1, counter2

FOR counter1 = 1 TO 21 STEP 2
     FOR counter2 = 20 TO 2 STEP -2
          ...
     ENDFOR
ENDFOR
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Siempre se ejecuta primero el bucle interior, aquí `counter2` y, después, el exterior (`counter1`).

## 51.4.2 Programar un bucle de conteo con formularios inline

### Descripción de la situación

Sus programas preparados que representan un ciclo de producción completo, deben ejecutarse de forma consecutiva. Después de cinco ciclos, el robot debe detenerse automáticamente y retroceder la posición Home.

**En nuestro ejemplo, estos son los programas:**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | pick_workpiece | Recoger_pieza de trabajo |
| 2 | process_workpiece | Procesar_pieza de trabajo |
| 3 | place_workpiece | Depositar_pieza de trabajo |

### Procedimiento

1. Marque el módulo de programa que debe ampliarse (1) y ábralo con el botón con el mismo nombre "Abrir" (2).




**Fig. 51-12: Programar FOR-ENDFOR, paso 1**

Solo en el modo "Abrir" es posible introducir formularios inline lógicos.

2. Marque la célula de programa (1) en la que se debe añadir el bucle FOR-ENDFOR.
   Pulsar el botón "Comandos" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-13: Programar FOR-ENDFOR, paso 2**

3. En el menú contextual seleccione "Lógica" (1) y "FOR-ENDFOR" (2).




**Fig. 51-14: Programar FOR-ENDFOR, paso 3**

4. En el formulario inline FOR ENDFOR añadido, pulsar el primer campo de entrada (1).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-15: Programar FOR-ENDFOR, paso 4**

5. El bucle FOR-ENDFOR debe "memorizar" el número de ejecuciones después de cada ejecución del bucle. Para ello se necesita una "variable auxiliar" que se genera a través de este campo (1). El nombre puede seleccionarse libremente y se introduce a través del teclado de la pantalla visualizado (2).




**Fig. 51-16: Programar FOR-ENDFOR, paso 5**

6. El número de ejecuciones del bucle deseados se determina en el tercer campo de entrada (1,2). Se pueden definir diferentes modos de conteo de forma diferente a través de otros campos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-17: Programar FOR-ENDFOR, paso 6**

Después de la entrada, aceptar el bucle FOR-ENDFOR con el botón "Comando OK" (3).

7. El bucle definido en el paso 5 y la variable auxiliar se introducen ahora automáticamente por el sistema como sintaxis KRL en el programa. Para ello, el diálogo debe contestarse con "Sí" (1).




**Fig. 51-18: Programar FOR-ENDFOR, paso 7**

8. Marque la línea con el texto guardado en gris como comentario *";insert your code here"* (1) y muestre el teclado de pantalla con la tecla "Clavija" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-19: Programar FOR-ENDFOR, paso 8**

9. Introduzca sucesivamente los módulos de programa que se van a activar a través del teclado de pantalla (1, 2).

   La activación del módulo se identifica con () de acuerdo con el nombre del programa.

```
pick_workpiece()
process_workpiece()
place_workpiece()
```




**Fig. 51-20: Programar FOR-ENDFOR, paso 9**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Mediante el botón "Desarrollo del movimiento" también se pueden registrar y programar movimientos del robot.

Después de comprobar las entradas (2), cerrar el teclado de pantalla con el símbolo X naranja (3).

10. Cierre el programa abierto (1). Confirmar el diálogo `La lista de datos se modificará irrevocablemente. Al cerrar el archivo SRC se ejecutará una copia de seguridad automática sin realizar la consulta correspondiente.` Confirmar la pregunta `¿Desea continuar?` con el botón Sí" (2).




**Fig. 51-21: Programar FOR-ENDFOR, paso 10**

11. Para realizar pruebas, marque el programa modificado en el navegador y selecciónelo con el botón del mismo nombre "Seleccionar".



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-22: Programar FOR-ENDFOR, paso 11**

**Programar el bucle de conteo con el formulario inline**

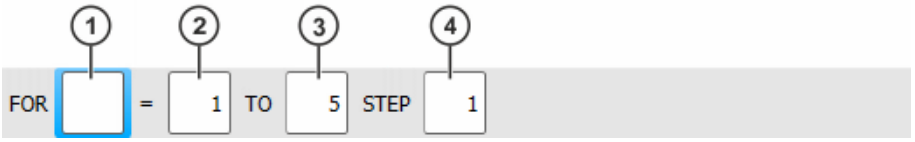



**Fig. 51-23: Formulario inline FOR ... ENDFOR**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Variable INT que cuenta las ejecuciones, la "Variable de recuento". Es posible la declaración previa de la variable, pero no es obligatoria.<br>El valor de las variables puede emplearse en instrucciones dentro y fuera del bucle. Después de salir del bucle, la variable adopta el último valor tomado. |
| 2 | Valor inicial<br>La variable de recuento avanza automáticamente con el valor de inicio. |
| 3 | Valor final<br>Cuando se alcanza o se sobrepasa el valor final, el bucle ha finalizado. |
| 4 | Anchura de paso<br>Después de cada ejecución del bucle la variable de recuento cambia automáticamente en la amplitud del paso. El valor puede ser negativo. Por defecto: 1.<br>• Valor positivo: El bucle ha finalizado cuando la variable de recuento es mayor que el valor final.<br>• Valor negativo: El bucle ha finalizado cuando la variable de recuento es inferior al valor final.<br>El valor no puede ser cero ni una variable. |

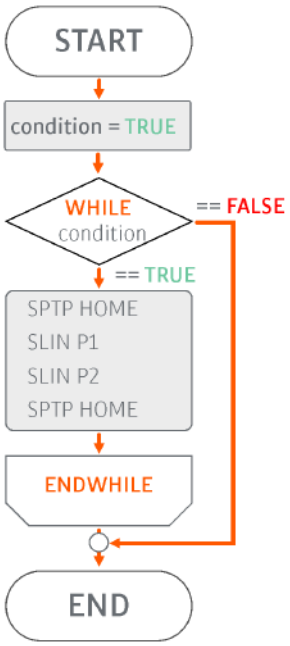


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 51.5 Conocer un bucle finito

### Descripción

Un bucle WHILE-ENDWHILE se denomina también *bucle controlado desde arriba*. Es un bucle *finito* o *preliminar* al que se le va a comprobar la condición de ejecución antes de que se ejecute la sección de instrucción del bucle.




### 51.5.1 Programar un bucle finito con KRL

#### Sintaxis

Un bucle finito repite procesos mientras que se cumpla una determinada condición de ejecución (`condition`). El incumplimiento de la condición de ejecución tiene como consecuencia que el bucle finaliza inmediatamente y se ejecutan las instrucciones que siguen a `ENDWHILE`

```
WHILE condition
   ; Instrucción
ENDWHILE
```

Del bucle finito se puede salir de forma inmediata con `EXIT`

#### Programación con un bucle finito

- **Bucle finito con condición de ejecución sencilla**

```
...
WHILE $IN[41]==TRUE ; Pieza preparada en el depósito
    PICK_PART( )
ENDWHILE
...
```

La expresión `WHILE $IN[41]==TRUE` también se puede reducir a `WHILE $IN[41]`. Una omisión significa siempre la comparación con `TRUE`.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Bucle finito con condición de ejecución negada sencilla**

```
...
WHILE $IN[41]==FALSE ; Depósito está vacío
    PICK_PART( )
ENDWHILE...
```

o bien

```
...
WHILE NOT $IN[41]==TRUE ; Depósito está vacío
    PICK_PART( )
ENDWHILE...
```

- **Bucle finito con condición de ejecución compleja**

```
...
WHILE   (($IN[40]==TRUE) AND ($IN[41]==FALSE) OR
(counter>20))
    PALLET( )
ENDWHILE
...
```

### 51.5.2 Programar un bucle finito con formularios inline

**Descripción de la situación**

Sus programas preparados que representan un ciclo de producción completo, deben ejecutarse de forma consecutiva. Al inicio de la ejecución del bucle, se comprueba si la entrada digital 20 es TRUE. En caso contrario, se omite la ejecución del bucle. Si se ha efectuado una ejecución del bucle, el bucle vuelve a saltar al principio y vuelve a comprobar la entrada digital 20.

**En nuestro ejemplo, estos son los programas:**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | pick_workpiece | Recoger_pieza de trabajo |
| 2 | process_workpiece | Procesar_pieza de trabajo |
| 3 | place_workpiece | Depositar_pieza de trabajo |

**Procedimiento**

1. Marque el módulo de programa que debe ampliarse (1) y ábralo con el botón con el mismo nombre "Abrir" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-24: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 1**

| | |
|---|---|
| | Solo en el modo "Abrir" es posible añadir formularios inline de lógica. |

2. Marque la célula de programa (1) en la que se debe añadir el bucle FOR-ENDFOR.
   Pulse el botón "Comandos" (2).




**Fig. 51-25: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 2**

3. En el menú contextual seleccione "Lógica" (1) y "REPEAT-UNTIL" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-26: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 3**

4. En el formulario inline WHILE-ENDWHILE añadido, pulsar el tercer campo de entrada (1). En el menú desplegable seleccione el grupo ante el que debe reaccionarse.
   En el ejemplo es "IN" para entradas digitales.




**Fig. 51-27: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 4**

5. Pulse el cuarto campo de entrada (1). Introduzca el número de canal deseado del grupo seleccionado mediante el teclado visualizado (2).
   Acepte las introducciones con el botón "Comando OK" (3).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-28: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 5**

6. Confirmar el diálogo `La lista de datos se modificará irrevocablemente. Al cerrar el archivo SRC se ejecutará una copia de seguridad automática sin realizar la consulta correspondiente.` Confirmar la pregunta `¿Desea continuar?` con el botón "Sí" (1).




**Fig. 51-29: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 6**

7. Marque la línea con el texto guardado en gris como comentario *";insert your code here"* (1) y muestre el teclado de pantalla con la tecla "Clavija" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-30: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 7**

8. Introduzca sucesivamente los módulos de programa que se van a activar a través del teclado de pantalla (1,2).

   La activación del módulo se identifica con () de acuerdo con el nombre del programa.

```
pick_workpiece()
process_workpiece()
place_workpiece()
```




**Fig. 51-31: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 8**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Mediante el botón "Desarrollo del movimiento" también se pueden registrar y programar movimientos del robot.

Después de comprobar las entradas (2), cerrar el teclado de pantalla con el símbolo "X" naranja (3).

9. Cierre el programa abierto (1).




**Fig. 51-32: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 9**

10. Para realizar pruebas, marque el programa modificado en el navegador y selecciónelo con el botón del mismo nombre "Seleccionar".




**Fig. 51-33: Programar WHILE-ENDWHILE, paso 10**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Programar el bucle finito mediante formularios inline

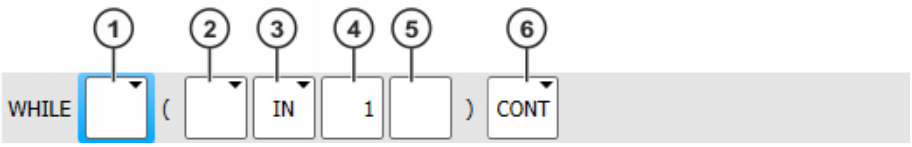



**Fig. 51-34: Formulario inline WHILE ... ENDWHILE**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación externa. El término se encuentra entre las expresiones entre paréntesis.<br>Añadir el término deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |
| 2 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación interna. El operador se ubica dentro de una expresión colocada entre paréntesis.<br>Añadir el operador deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |
| 3 | Señal que se evalúa. Selección por defecto:<br>• **IN**, **OUT**, **CYCFLAG**, **TIMER** o **FLAG**<br>También es posible programar otras señales. Para ello están disponibles los siguientes botones. Al tocar el botón se muestra el siguiente.<br>• **Texto libre**: Muestra un campo en el que se puede introducir el KRL.<br>• **Lista de usuario**: Muestra una lista con variables definidas por el usuario. Requisito: Se ha configurado la lista.<br>• **Lista de sistema**: Vuelve a mostrar la selección por defecto. |
| 4 | • Si se ha seleccionado una señal de la selección por defecto: Introducir el número.<br>• Si se ha seleccionado una variable de la lista de usuario: Introducir el valor. |
| 5 | Este campo solo está disponible cuando se ha seleccionado una señal de la selección por defecto. Si la señal ya tiene nombre, este se muestra.<br>A partir del grupo de usuario experto: Puede introducirse un nombre o puede modificarse el nombre existente. Mientras no se haya guardado el formulario inline, pueden volver a restablecerse estas modificaciones pulsando **Texto largo**. |
| 6 | • **CONT**: procesamiento en el movimiento de avance<br>• **[vacío]**: procesamiento con parada del movimiento de avance |



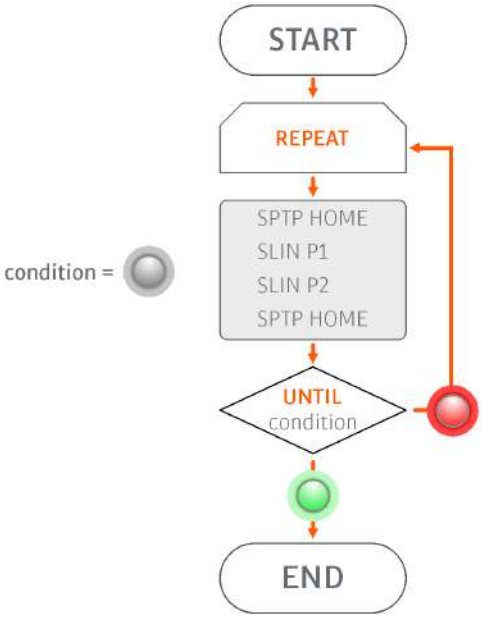
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Restricciones en "Modificar"**

Mediante el botón **Modificar** solo se puede modificar la condición. No es posible añadir ni eliminar CONT.

## 51.6 Programar un bucle infinito

**Descripción**




- El bucle infinito también se denomina *bucle controlado desde abajo*.
- Un bucle REPEAT es un bucle *infinito* o *verificable* al que se le va a comprobar la condición de interrupción después que se ejecute por primera vez la sección de instrucción del bucle.
- Una vez ejecutada la sección de instrucciones, se comprueba si se cumple una condición (`condition`) para poder salir del bucle.
  - Si el resultado de la condición es positivo, se sale del bucle y se ejecutan las instrucciones que siguen a `UNTIL`.
  - Con un resultado negativo de la condición, el bucle se inicia de nuevo con `REPEAT`.
- Sintaxis

```
REPEAT
  ; Instrucción
UNTIL condition
```

- El bucle infinito se puede abandonar de forma inmediata mediante `EXIT`.

### 51.6.1 Programar un bucle infinito con KRL

**Programación de un bucle infinito**

- Bucle infinito con condición de ejecución sencilla

```
...
REPEAT
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
    PICK_PART( )
UNTIL $IN[42]==TRUE ; Entrada 42: Depósito está vacío
...
```

La expresión `UNTIL $IN[42]==TRUE` también se puede reducir a `UNTIL $IN[42]`. Una omisión significa siempre la comparación con `TRUE`.

- Bucle infinito con condición de ejecución compleja

```
...
REPEAT
    PALLET( )
UNTIL (($IN[40]==TRUE) AND ($IN[41]==FALSE) OR
(counter>20))
...
```

El bucle se finaliza en caso de un resultado positivo.

### 51.6.2 Programar un bucle infinito con formularios inline

**Descripción de la situación**

Sus programas preparados que representan un ciclo de producción completo, deben ejecutarse de forma consecutiva. El bucle debe ser ejecutado al menos una vez. Tras la finalización de la ejecución del bucle, se comprueba si la entrada digital 20 es TRUE. Si no es así, ya no se repetirá la ejecución del bucle.

**En nuestro ejemplo, estos son los programas:**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | pick_workpiece | Recoger_pieza de trabajo |
| 2 | process_workpiece | Procesar_pieza de trabajo |
| 3 | place_workpiece | Depositar_pieza de trabajo |

**Procedimiento**

1. Marque el módulo de programa que debe ampliarse (1) y ábralo con el botón con el mismo nombre "Abrir" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-35: Programar REPEAT-UNTIL, paso 1**

| | |
|---|---|
| | Solo en el modo "Abrir" es posible introducir formularios inline lógicos. |

2. Marque la célula de programa (1) en la que se debe añadir el bucle FOR-ENDFOR.
   Pulsar el botón "Comandos" (2).




**Fig. 51-36: Programar REPEAT-UNTIL, paso 2**

3. En el menú contextual seleccione "Lógica" (1) y "REPEAT-UNTIL" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-37: Programar REPEAT-UNTIL, paso 3**

4. En el formulario inline REPEAT UNTIL añadido, pulse el tercer campo de entrada (1). En el menú desplegable seleccione el grupo ante el que debe reaccionarse.

   En el ejemplo es "IN" para entradas digitales.




**Fig. 51-38: Programar REPEAT-UNTIL, paso 4**

5. Pulsar el cuarto campo de entrada (1). Introduzca el número de canal deseado del grupo seleccionado mediante el teclado visualizado (2).

   Acepte las introducciones con el botón "Comando OK" (3).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-39: Programar REPEAT-UNTIL, paso 5**

6. Confirmar el diálogo `La lista de datos se modificará irrevocablemente. Al cerrar el archivo SRC se ejecutará una copia de seguridad automática sin realizar la consulta correspondiente.` Confirmar la pregunta `¿Desea continuar?` con el botón Sí" (2).




**Fig. 51-40: Programar REPEAT-UNTIL, paso 6**

7. Marque la línea con el texto guardado en gris como comentario *";insert your code here"* (1) y muestre el teclado de pantalla con la tecla "Clavija" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 51-41: Programar REPEAT-UNTIL, paso 7**

8. Introduzca sucesivamente los módulos de programa que se van a activar a través del teclado de pantalla (1,2).

   La activación del módulo se identifica con () de acuerdo con el nombre del programa.

```
pick_workpiece()
process_workpiece()
place_workpiece()
```




**Fig. 51-42: Programar REPEAT-UNTIL, paso 8**

9. Compruebe las entradas (1).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Cierre el programa abierto (2).




**Fig. 51-43: Programar REPEAT-UNTIL, paso 9**

Los errores tipográficos dan lugar a un programa no ejecutable.

10. Para realizar pruebas, marque el programa modificado en el navegador y selecciónelo con el botón del mismo nombre "Seleccionar".




**Fig. 51-44: Programar REPEAT-UNTIL, paso 10**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Programar el bucle infinito mediante el formulario inline

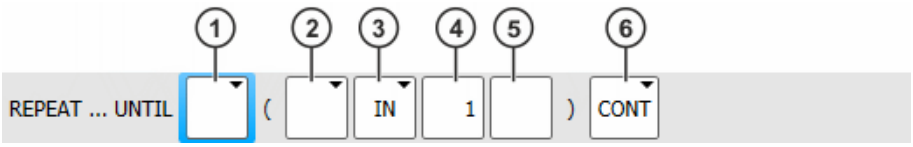



**Fig. 51-45: Formulario inline REPEAT ... UNTIL**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación externa. El término se encuentra entre las expresiones entre paréntesis.<br>Añadir el término deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |
| 2 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación interna. El operador se ubica dentro de una expresión colocada entre paréntesis.<br>Añadir el operador deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |
| 3 | Señal que se evalúa. Selección por defecto:<br>• **IN**, **OUT**, **CYCFLAG**, **TIMER** o **FLAG**<br>También es posible programar otras señales. Para ello están disponibles los siguientes botones. Al tocar el botón se muestra el siguiente.<br>• **Texto libre**: Muestra un campo en el que se puede introducir el KRL.<br>• **Lista de usuario**: Muestra una lista con variables definidas por el usuario. Requisito: Se ha configurado la lista.<br>• **Lista de sistema**: Vuelve a mostrar la selección por defecto. |
| 4 | • Si se ha seleccionado una señal de la selección por defecto: Introducir el número.<br>• Si se ha seleccionado una variable de la lista de usuario: Introducir el valor. |
| 5 | Este campo solo está disponible cuando se ha seleccionado una señal de la selección por defecto. Si la señal ya tiene nombre, este se muestra.<br>A partir del grupo de usuario experto: Puede introducirse un nombre o puede modificarse el nombre existente. Mientras no se haya guardado el formulario inline, pueden volver a restablecerse estas modificaciones pulsando **Texto largo**. |
| 6 | • **CONT**: procesamiento en el movimiento de avance<br>• **[vacío]**: procesamiento con parada del movimiento de avance |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Restricciones en "Modificar"

Mediante el botón **Modificar** solo se puede modificar la condición. No es posible añadir ni eliminar CONT.

### Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación KRL > Control de ejecución del programa |



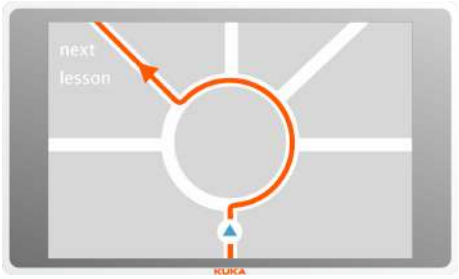
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 52 Ramificar secciones de programa sobre condiciones

## 52.1 Navegador del curso

### ¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?



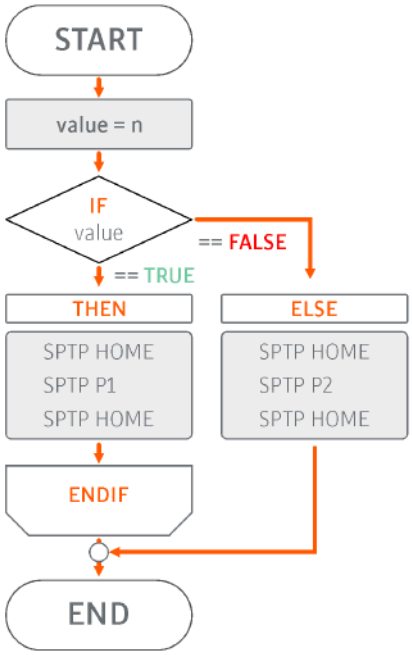

Aprenderá cómo los programas y las secciones de programas se ramifican con una condición.

- IF-ENDIF
- SWITCH-CASE
- Comando de salto GOTO

## 52.2 Conocer consultas o ramificaciones (IF-THEN-ELSE)

### Descripción

El uso de ramificaciones permite que secciones del programa se ejecuten únicamente si se da una condición determinada. Se utilizan para dividir un programa en varias rutas. Una *ramificación condicionada* (consulta IF) está compuesta por una condición y dos secciones de instrucción.




La instrucción `IF` comprueba si esta condición es verdadera (TRUE) o falsa (FALSE).

- En cuanto se cumple la condición, puede ejecutarse la primera instrucción.
- Si no se cumple la condición, se ejecuta la segunda instrucción.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Variantes de la consulta IF

- La segunda sección de instrucción puede omitirse: consulta IF sin ELSE. Por tanto, en caso de que no se cumpla la condición, el programa continuará directamente tras la ramificación (ENDIF).
- Es posible intercalar varias consultas IF (*ramificación múltiple*): las consultas se ejecutan por orden y se comprueba si se cumple una condición.

## 52.2.1 Programar consultas o ramificaciones (IF-THEN-ELSE) con KRL

### Programación de una ramificación

Sintaxis

- **con ramificación alternativa**

```
IF condition THEN
Instrucción
ELSE
Instrucción
ENDIF
```

- **sin ramificación alternativa (consulta)**

```
IF condition THEN
Instrucción
ENDIF
```

### Ejemplos de ramificaciones

#### Ramificación con ramificación alternativa

```
DEF MY_PROG( )
DECL INT error_nr
...
INI
error_nr = 4
...
; solo con error_nr = 5 se desplaza a XP21, de lo
contrario a XP22
IF error_nr == 5 THEN
    SPTP XP21Instrucción 1
ELSE
    SPTP XP22Instrucción 2
ENDIF
...
END
```

#### Ramificación sin ramificación alternativa

```
DEF MY_PROG( )
DECL INT error_nr
...
INI
error_nr = 4
...
; solo con error_nr = 5 se desplaza a XP21
IF error_nr == 5 THEN
    SPTP XP21
ENDIF
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
...
END
```

**Ramificación con condiciones de ejecución complejas**

```
DEF MY_PROG( )
DECL INT error_nr
...
INI
error_nr = 4
...
; solo con error_nr = 1 o 10 o mayor que 99, se desplaza a
XP21
IF ((error_nr == 1) OR (error_nr == 10) OR (error_nr >
99)) THEN
    SPTP XP21
ENDIF
...
END
```

**Ramificación con expresiones booleanas**

```
DEF MY_PROG( )
DECL BOOL no_error
...
INI
no_error = TRUE
...
; solo en caso de ausencia de error (no_error) se desplaza
a XP21
IF no_error == TRUE THEN
    SPTP XP21
ENDIF
...
END
```

La expresión `IF no_error==TRUE THEN` también se puede reducir a `IF no_error THEN`. Una omisión significa siempre la comparación con `TRUE`.

## 52.2.2 Programar consultas o ramificaciones (IF-THEN-ELSE) con formularios inline

### Descripción de la situación

Ha preparado programas que procesan dos piezas similares, pero diferentes. El propio proceso de mecanizado es idéntico.

Antes de cada ciclo se debe consultar qué pieza debe ser mecanizada a continuación.

Una consulta IF decide a través de una entrada digital, qué programa se inicia para la recogida del nuevo componente.

**En nuestro ejemplo, estos son los programas:**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | pick_workpiece_01 | Werkstück_holen_01 |
| 2 | pick_workpiece_02 | Werkstück_holen_02 |
| 3 | process_workpiece | Procesar_pieza de trabajo |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| | | |
|---|---|---|
| 4 | place_workpiece | Depositar_pieza de trabajo |

**Procedimiento**

1. Marque el módulo de programa que debe ampliarse (1) y ábralo con el botón con el mismo nombre "Abrir" (2).




**Fig. 52-1: Programar IF-THEN-ELSE, paso 1**

| | |
|---|---|
| | Solo en el modo "Abrir" es posible introducir formularios inline lógicos. |

2. Marque la célula de programa (1) en la que se debe añadir el bucle FOR-ENDFOR.
   Pulsar el botón "Comandos" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-2: Programar IF-THEN-ELSE, paso 2**

3. En el menú contextual seleccione "Lógica" (1) y "IF-THEN" (2).




**Fig. 52-3: Programar IF-THEN-ELSE, paso 3**

4. En el formulario inline IF THEN añadido, pulse el primer campo de entrada (1).

   Si se desea una ramificación "ELSE", en este punto debe ampliarse el formulario inline con la el botón "Añadir término ELSE" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-4: Programar IF-THEN-ELSE, paso 4**

| AVISO |
| --- |
| La ampliación posterior del término ELSE ya no será posible en el curso posterior a través del formulario inline. |

| |
| --- |
| Desde el menú desplegable se puede negar la siguiente impresión entre paréntesis con la consulta IF. |

5. En el formulario inline IF THEN añadido, pulse el tercer campo de entrada (1). En el menú desplegable seleccione el grupo ante el que debe reaccionarse.

   En el ejemplo es "IN" para entradas digitales.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-5: Programar IF-THEN-ELSE, paso 5**

6. Pulse el cuarto campo de entrada (1). Introduzca el número de canal deseado del grupo seleccionado mediante el teclado visualizado (2).




**Fig. 52-6: Programar IF-THEN-ELSE, paso 6**

7. Acepte las introducciones con el botón "Comando OK" (1).
   Confirmar el diálogo `La lista de datos se modificará irrevocablemente. Al cerrar el archivo SRC se ejecutará una copia de seguridad automática sin realizar la consulta correspondiente.` Confirmar la pregunta `¿Desea continuar?` con el botón "Sí" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-7: Programar IF-THEN-ELSE, paso 7**

8. En IF-TERM, marque la línea con el texto guardado en gris como comentario *";insert your code here"* (1) y muestre el teclado de pantalla con la tecla "Clavija" (2).




**Fig. 52-8: Programar IF-THEN-ELSE, paso 8**

9. Introduzca sucesivamente los módulos de programa que se van a activar a través del teclado de pantalla (1,2).

   La activación del módulo se identifica con () de acuerdo con el nombre del programa.

```
process_workpiece_01()
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-9: Programar IF-THEN-ELSE, paso 9**

| | |
|---|---|
| | Los movimientos se pueden insertar a través del botón del mismo nombre. |

10. En ELSE-TERM, marque la línea con el texto guardado en gris como comentario *";insert your code here"* (1).

    Introduzca sucesivamente los módulos de programa que se van a activar a través del teclado de pantalla (1,2).

    Cerrar el teclado en la pantalla con el botón X naranja (3).




**Fig. 52-10: Programar IF-THEN-ELSE, paso 10**

11. Cerrar el teclado en la pantalla con el botón X naranja (1).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-11: Programar IF-THEN-ELSE, paso 11**

12. Para realizar pruebas, marque el programa modificado en el navegador y selecciónelo con el botón del mismo nombre "Seleccionar".




**Fig. 52-12: Programar IF-THEN-ELSE, paso 12**

**Programar consultas o ramificaciones con un formulario inline**

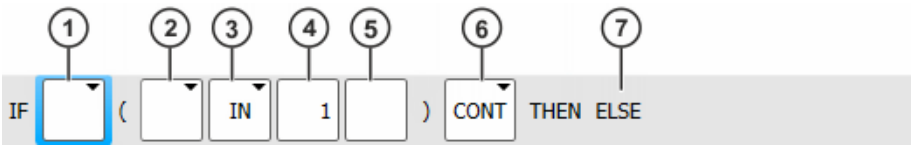



**Fig. 52-13: Formulario inline IF ... THEN**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación externa. El término se encuentra entre las expresiones entre paréntesis.<br>Añadir el término deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |
| 2 | • **NOT**: Agregar NOT.<br>• **[vacío]** |
| | Agregar la combinación interna. El operador se ubica dentro de una expresión colocada entre paréntesis.<br>Añadir el operador deseado mediante el botón correspondiente:<br>• **AND**, **OR** o **EXOR** |
| 3 | Señal que se evalúa. Selección por defecto:<br>• **IN**, **OUT**, **CYCFLAG**, **TIMER** o **FLAG**<br>También es posible programar otras señales. Para ello están disponibles los siguientes botones. Al tocar el botón se muestra el siguiente.<br>• **Texto libre**: Muestra un campo en el que se puede introducir el KRL.<br>• **Lista de usuario**: Muestra una lista con variables definidas por el usuario. Requisito: Se ha configurado la lista.<br>• **Lista de sistema**: Vuelve a mostrar la selección por defecto. |
| 4 | • Si se ha seleccionado una señal de la selección por defecto: Introducir el número.<br>• Si se ha seleccionado una variable de la lista de usuario: Introducir el valor. |
| 5 | Este campo solo está disponible cuando se ha seleccionado una señal de la selección por defecto. Si la señal ya tiene nombre, este se muestra.<br>A partir del grupo de usuario experto: Puede introducirse un nombre o puede modificarse el nombre existente. Mientras no se haya guardado el formulario inline, pueden volver a restablecerse estas modificaciones pulsando **Texto largo**. |
| 6 | • **CONT**: procesamiento en el movimiento de avance<br>• **[vacío]**: procesamiento con parada del movimiento de avance |
| 7 | Añadir **ELSE** mediante el botón correspondiente.<br>El foco debe estar en el campo 1 o 2. |

**Restricciones en "Modificar"**

Mediante el botón **Modificar** solo se puede modificar la condición. No es posible añadir ni eliminar ELSE o CONT.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 52.3 Conocer el distribuidor (SWITCH-CASE)

### Descripción

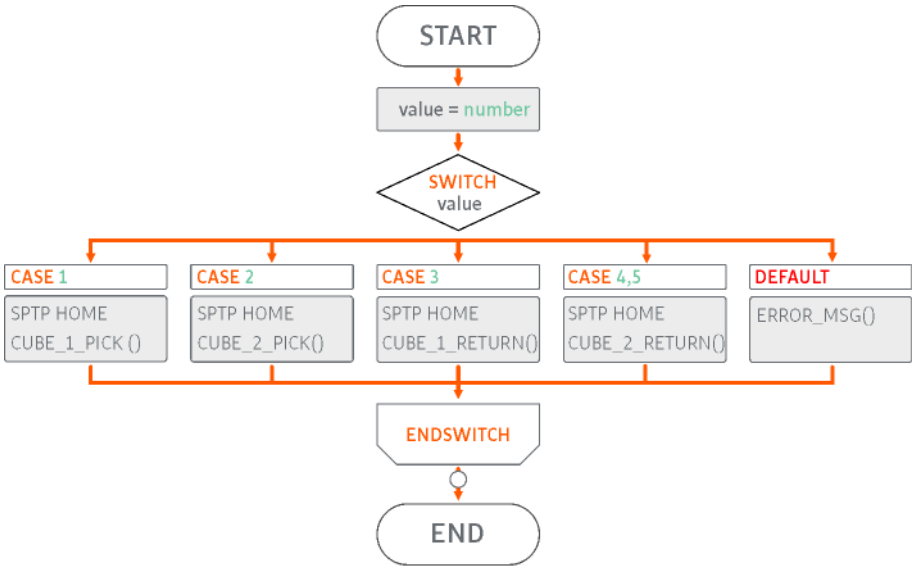



**Fig. 52-14: Plano de desarrollo del programa: Distribuidor SWITCH - CASE**

- Si se desea diferenciar entre varios casos y ejecutar diferentes acciones para cada caso, se puede lograr con una instrucción `SWITCH-CASE`.
- Una ramificación `SWITCH-CASE` es un *distribuidor* o una *ramificación múltiple* y sirve para la diferenciación de casos.
- Una variable transmitida a la instrucción `SWITCH` se utiliza como conmutador y salta, en el bloque de instrucciones, a la instrucción `CASE` predefinida.
- Si la instrucción `SWITCH` no encuentra ninguna instrucción `CASE` predefinida, se ejecutará la sección `DEFAULT`, en caso de que esta haya sido definida con anterioridad.

### 52.3.1 Programar distribuidores (SWITCH-CASE) con KRL

#### Sintaxis

```
SWITCH Criterio de selección
       CASE Valor
         Instrucción
       CASE Valor
         Instrucción
       CASE Valor
         Instrucción
       ...
       DEFAULT
         Instrucción
ENDSWITCH
```

#### Transferencia de valores mediante tipos de datos simples

- **SWITCH- CASE** puede ser usada en combinación con los siguientes tipos de datos:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

– **INT (número entero)**

**Ejemplo con distribuidores definidos y sin ruta alternativa**

```
DEF MY_PROG( )
DECL INT my_number
...
INI
my_number = 2
...
SWITCH my_number
    CASE 1
        SPTP P21 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
    CASE 2
        SPTP P22 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
    CASE 3
        SPTP P23 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
ENDSWITCH
...
```

En caso de *number* distinto de 1 o 2 o 3 se salta directamente a ENDSWITCH, sin ejecutar una instrucción.

– **CHAR (un carácter)**

**Ejemplo con distribuidores definidos y una ruta alternativa**

```
DEF MY_PROG( )
DECL CHAR my_sign
...
INI
my_sign = "a"
...
SWITCH my_sign
    CASE "a"
        SPTP P21 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
    CASE "b"
        SPTP P22 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
    CASE "c"
        SPTP P23 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
   DEFAULT
    SPTP P24 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
ENDSWITCH
...
```

En caso de *my_sign* distinto de "a" o "b" o "c" se salta al "caso DEFAULT" para ejecutar esta/s instrucción/instrucciones.

**Con varias soluciones en un distribuidor**

Ejemplo **con varias soluciones en un distribuidor y una ruta alternativa**

```
SWITCH number
   CASE 1,2
       SPTP P21 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
   CASE 3,4,5
       SPTP P22 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
   CASE 6
       SPTP Px3Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
   DEFAULT
       SPTP P24 Vel=30% PDAT5 Tool[1] Base[1]
```



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

```
ENDSWITCH
```

En *number* 3, 4 o 5 se salta al segundo "CASE" para ejecutar esta instrucción/instrucciones.

## 52.3.2 Programar distribuidores (SWITCH - CASE) con formularios inline

### Descripción de la situación

Ha preparado programas que procesan dos piezas similares, pero diferentes. El propio proceso de mecanizado es idéntico.

Antes de cada ciclo se debe consultar qué pieza debe ser mecanizada a continuación.

Un distribuidor decide por medio de un "número de programa" (variable INT) qué programa se inicia para la recogida del nuevo componente.

**En nuestro ejemplo, estos son los programas:**

| | | |
|---|---|---|
| **1** | **pick_workpiece_01** | Werkstück_holen_01 |
| **2** | **pick_workpiece_02** | Werkstück_holen_02 |
| 3 | process_workpiece | Procesar_pieza de trabajo |
| 4 | place_workpiece | Depositar_pieza de trabajo |

### Procedimiento

1. Marque el módulo de programa que debe ampliarse (1) y ábralo con el botón con el mismo nombre "Abrir" (2).




**Fig. 52-15: Programar SWITCH-CASE, paso 1**

Solo en el modo "Abrir" es posible introducir formularios inline lógicos.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

2. Marque la célula de programa (1) en la que se debe añadir el distribuidor SWITCH-CASE.

   Pulsar el botón "Comandos" (2).




**Fig. 52-16: Programar SWITCH-CASE, paso 2**

3. En el menú contextual seleccione "Lógica" (1) y "SWITCH-CASE" (2).




**Fig. 52-17: Programar SWITCH-CASE, paso 3**

4. En el formulario inline SWITCH-CASE añadido, pulsar cualquier campo de entrada. Añadir (2) o eliminar (2) un "término CASE" a través del botón del mismo nombre.

   El "término Default" se genera automáticamente.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-18: Programar SWITCH-CASE, paso 4**

5. Pulsar el primer campo de entrada (1). Introducir la variable que debe evaluarse a través del teclado de pantalla visualizado (2).




**Fig. 52-19: Programar SWITCH-CASE, paso 5**

Si la variable aún no está disponible, se declarará a continuación en el programa abierto.

6. Para cada término CASE (1,2,3), introducir el número de programa correspondiente a través del teclado de la pantalla.
   Aceptar las introducciones con el botón "Comandos OK" (4).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-20: Programar SWITCH-CASE, paso 6**

7. Confirmar el diálogo `La lista de datos se modificará irrevocablemente. Al cerrar el archivo SRC se ejecutará una copia de seguridad automática sin realizar la consulta correspondiente.` Confirmar la pregunta `¿Desea continuar?` con el botón Sí" (2).




**Fig. 52-21: Programar SWITCH-CASE, paso 7**

8. En el diálogo `¿Desea declarar una variable con el nombre "Value"?` seleccionar el tipo de datos deseado.

   En nuestro ejemplo, el tipo de datos completo INT (entero) (1).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-22: Programar SWITCH-CASE, paso 8**

9. El distribuidor SWITCH-CASE se ha añadido a la parte del programa marcada.

   Mostrar el teclado de la pantalla con la tecla "Clavija" (2).




**Fig. 52-23: Programar SWITCH-CASE, paso 9**

10. En cada término CASE individual, marcar el texto *";insert your code here"* (1,2,3) guardado con el comentario e introducir con el teclado de la pantalla los programas, movimientos o comandos que se deben activar.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-24: Programar SWITCH-CASE, paso 10**

11. Si nuestro "número de programa" no corresponde a un término CASE predefinido, se procesará el término DEFAULT.

    Marcar también aquí el texto *";insert your code here"* guardado con el comentario.

    En nuestro ejemplo, el robot debe retroceder a la posición HOME. El formulario inline correspondiente se inserta como de costumbre mediante el botón "Desarrollo del movimiento" (2).




**Fig. 52-25: Programar SWITCH-CASE, paso 11**

12. Adaptar el formulario inline visualizado (1) y aceptar con el botón "Comando OK" (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-26: Programar SWITCH-CASE, paso 12**

13. En el formulario inline comprobar el distribuidor SWITCH-CASE (1) y cerrar el teclado en pantalla con el botón X naranja (2).




**Fig. 52-27: Programar SWITCH-CASE, paso 13**

14. Comprobar la lógica y la presencia de errores tipográficos en el distribuidor SWITCH-CASE (1) y cerrar el programa a través del botón X naranja (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding




**Fig. 52-28: Programar SWITCH-CASE, paso 14**

15. Para realizar pruebas, marque el programa modificado en el navegador y selecciónelo con el botón del mismo nombre "Seleccionar".




**Fig. 52-29: Programar SWITCH-CASE, paso 15**

**Programar los distribuidores con el formulario inline (SWITCH-CASE)**

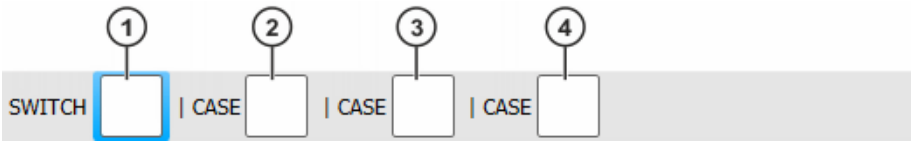



**Fig. 52-30: Formulario inline SWITCH ... CASE**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Variable para el criterio de selección<br>• Es posible declarar previamente una variable INT o CHAR, aunque no es obligatorio.<br>• Debe declararse manualmente de forma previa o posteriormente una variable ENUM. |
| 2 | Identificación para el bloque de instrucciones<br>El tipo de datos de la identificación debe coincidir con el tipo de datos de las variables (pos. 1).<br>Un bloque de instrucciones puede tener todas las identificaciones que se desee. Deben separarse mediante comas las diferentes identificaciones en un campo CASE. |
| 3 | Como pos. 2 |
| 4 | Los campos CASE disponibles deben rellenarse con identificaciones o eliminarse.<br>Mediante los botones correspondientes es posible eliminar o añadir campos CASE. |

**Restricciones en "Modificar"**

A través del botón **Modificar** no es posible añadir ni eliminar ningún CASE.

Posibles modificaciones:

- Cuando el cursor se encuentra en la línea con SWITCH, es posible modificar la variable.
- Si el cursor se encuentra en una línea con CASE, es posible modificar el valor.

## 52.4 Conocer el comando de salto (GOTO)

**Descripción**

Salto obligatorio al lugar específico del programa. El programa se reanuda en este punto.

El destino del salto se debe encontrar en la misma parte del programa o en la misma función que la instrucción GOTO.

Los siguientes saltos **no** son posibles:

- Saltar del exterior a una instrucción IF.
- Saltar del exterior a un bucle.
- Saltar de una instrucción CASE a otra instrucción CASE.



En un salto incondicional no se comprueba, por parte del programa, si se cumple o no una determinada condición.
El salto se ejecuta siempre. Un posible salto no deseado debe ser interceptado por parte de la programación. Ver también el segundo ejemplo de programa.
La programación con GOTO puede generar programas poco claros.
En cambio, es mejor trabajar con ramificaciones, distribuidores o bucles.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 52.4.1 Programar un comando de salto (GOTO) con KRL

**Sintaxis**

```
...
GOTO Marke
...
Marke:
...
```

| Elemento | Descripción |
|---|---|
| *Marca* | Lugar al cual se saltará. En este punto de destino *Marca* debe tener dos puntos al final. |

**Ejemplos**

- Salto obligatorio al punto del programa `GLUE_STOP`.

```
GOTO GLUE_STOP
...
GLUE_STOP:
```

- Conversión de un salto incondicional a un salto condicionado mediante una ampliación con una instrucción IF. El salto lleva a la posición de programa *GLUE_END*.

```
IF X>100 THEN
    GOTO GLUE_END
ELSE
    X=X+1
ENDIF
A=A*X
...
GLUE_END:
END
```

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Programación KRL > Control de ejecución del programa |



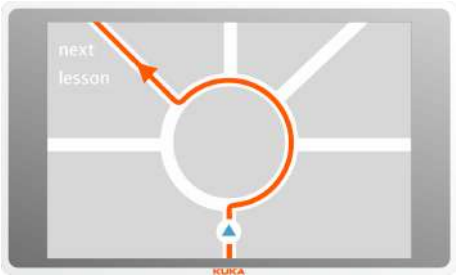
Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 53 Activación del programa a través de un PLC de orden superior (CELL.SRC)

## 53.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




Operar la estación con un PLC de orden superior

- Conocerá la interfaz de comunicación entre el PLC y el robot.
- Podrá adaptar el programa de organización para la activación de programas.
- Podrá iniciar el robot en el modo de servicio "Automático externo".

## 53.2 Conocer el inicio del programa a través de un PLC de orden superior

**Robots en red**

En una línea de producción, muchos robots trabajan "mano a mano". Para que esto funcione sin problemas, un ordenador principal de orden superior o un PLC coordina la secuencia. Para la comunicación entre el nivel de dirección y el robot están disponibles el modo de servicio "Automático externo" y el programa "SPS.SUB".



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

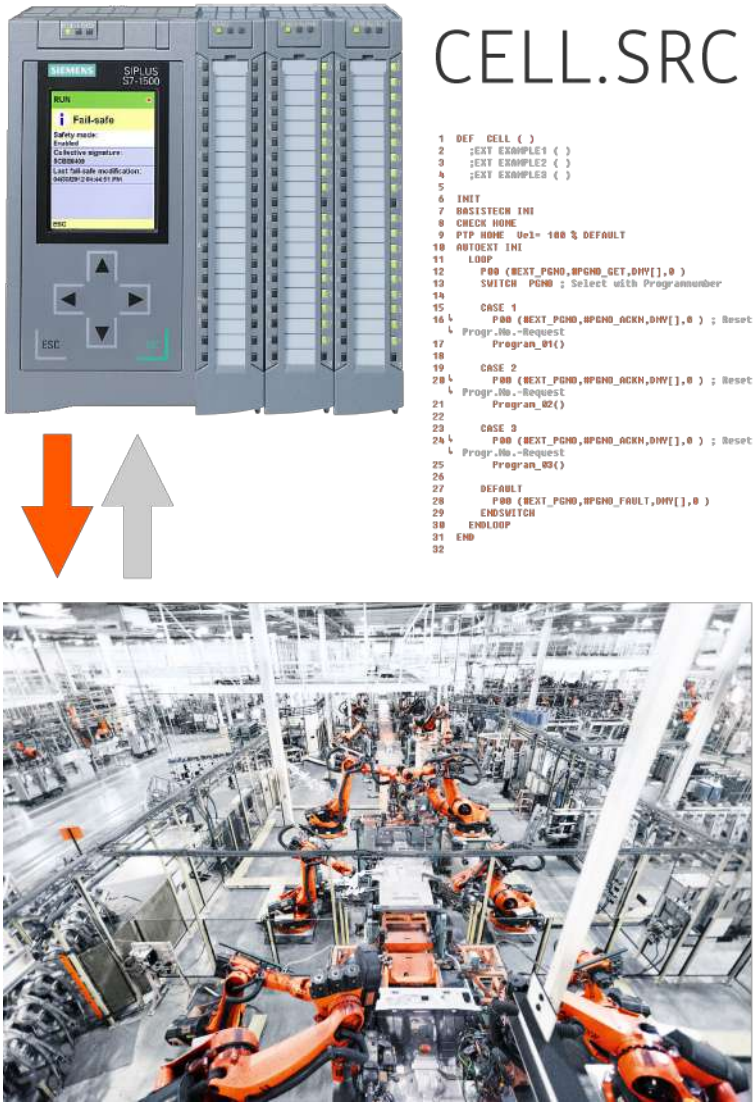



**Fig. 53-1: Conexión de PLC**

## 53.3 Conocer el programa de organización Cell.src

### Descripción

Para administrar los números de programas transmitidos por el PLC, se utiliza el programa organizativo Cell.src.

Se encuentra siempre en la carpeta "KRC:\R1".

Como cualquier otro programa, el programa Cell puede adaptarse individualmente mientras que la estructura de base del programa debe mantenerse igual.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## Estructura y funcionalidad del programa Cell

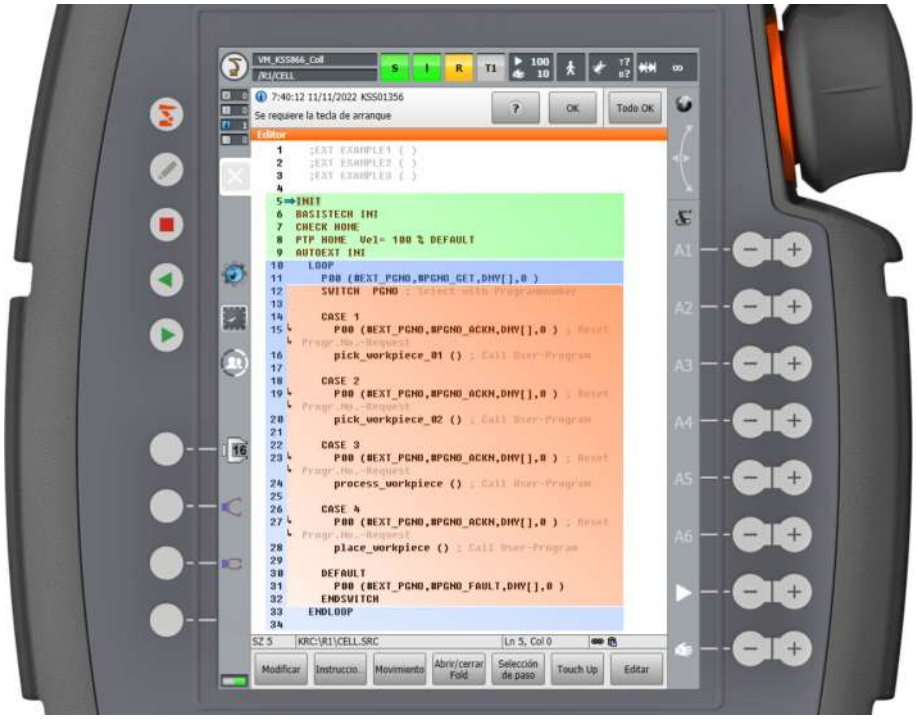



**Fig. 53-2: Programa CELL**

| | |
|---|---|
| verde | Inicialización y posición inicial<br>• Inicialización de los parámetros básicos<br>• Comprobación de la posición del robot respecto a la posición inicial<br>• Inicialización de la interfaz "Automático externo"<br>• Desplazamiento hacia la "posición inicial" |
| azul | Bucle infinito:<br>• Consulta del número de programa a través del módulo "P00"<br>• Acceso al bucle de selección con el número de programa facilitado. |
| naranja | Bucle de selección con número del programa<br>• El salto en la ramificación correspondiente ("CASE") se realiza conforme al número de programa (determinado en la variable "PGNO").<br>• Se ejecuta el programa de robot especificado en la ramificación.<br>• Los números de programa no válidos provocan que se salte a la ramificación "Por defecto".<br>• Una vez finalizada la ejecución, se repite el bucle. |

Las rutas CASE pueden ampliarse copiando las líneas de programa e introduciéndolas en el SWITCH-CSE existente.
El número de programa y los programas que se deben activarse pueden adaptarse individualmente.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## 53.4 Comunicación entre la unidad de control y el PLC en el ejemplo de la celda de formación

### PAP para la probar la interfaz externa automático en la celda de formación

La secuencia de la comunicación entre el robot y el PLC se establece de forma fija a través de la interfaz externa automática. El programa correspondiente se representa e se inicia en el PLC.

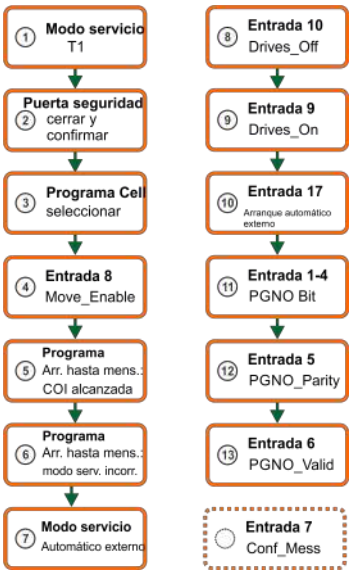



**Fig. 53-3: PAP - Automático externo, celda College**

### Panel de mando College

Para entender qué entradas y pasos de programa son necesarios, puede aceptar el rol del PLC a través del panel de mando College. Mediante LEDs se muestra el estado actual del robot y a través de los interruptores "digitales" puede enviar entradas y comandos al robot.

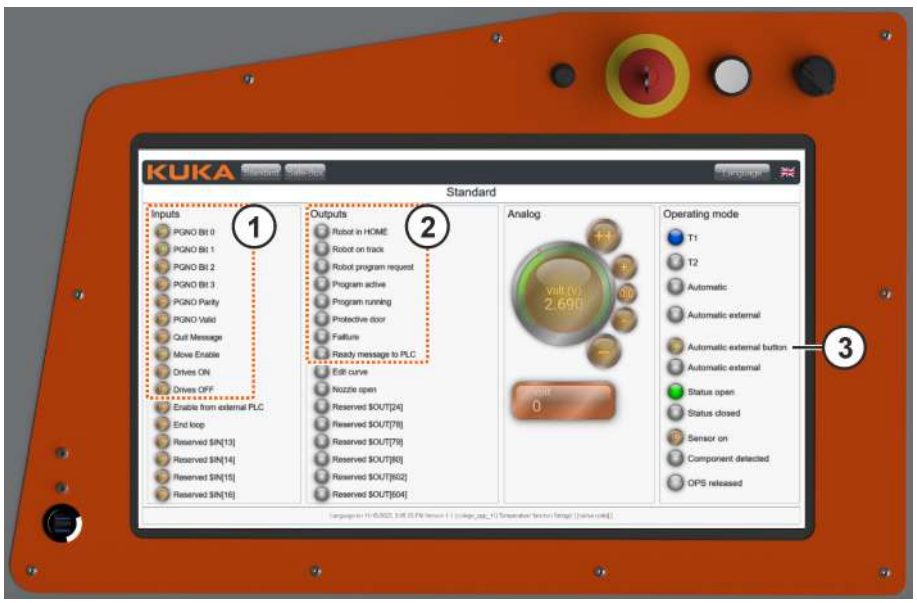



**Fig. 53-4: Pupitre College 4.0**

#### Panel de mando basado en interruptores

En parte, encontrará el panel de mando basado en interruptores en las celdas de formación College.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Sin embargo, la comunicación desde y hacia el PLC de orden superior se realiza a través de las mismas entradas y salidas.

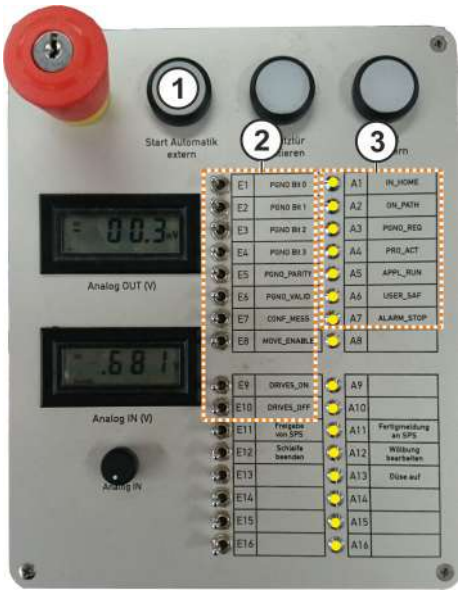



**Fig. 53-5: Panel de mando College**

| Pos. | Señal | Descripción |
|---|---|---|
| 1 | E17 | Arranque automático externo |
| 2<br>Entradas "PLC" | E1 | PGNO Bit 0 |
| | E2 | PGNO Bit 1 |
| | E3 | PGNO Bit 2 |
| | E4 | PGNO Bit 3 |
| | E5 | PGNO_PARITY |
| | E6 | PGNO_VALID |
| | E7 | CONF_MESS |
| | E8 | MOVE_ENABLE |
| | E9 | DRIVES_ON |
| | E10 | DRIVES_OFF |
| 3<br>Salidas "PLC" | A1 | IN_HOME |
| | A2 | ON_PATH |
| | A3 | PGNO_REQ |
| | A4 | PRO_ACT |
| | A5 | APPL_RUN |
| | A6 | USER_SAF |
| | A7 | ALARM_STOP |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Activación del programa a través de un PLC de orden superior (CELL.SRC)

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA System Software 8.7**<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | Configuración > Configurar Automático Externo |

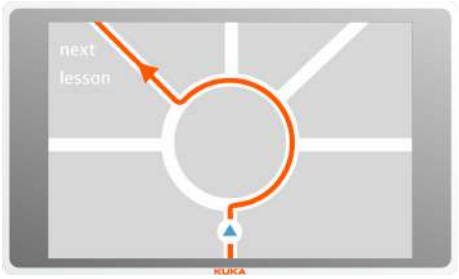


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 54 Guardar la imagen del disco duro y los datos

## 54.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




**Guardar la imagen del disco duro y los datos**

- Conocerá el KUKA.RecoveryUSB y sus posibilidades de uso.
- Puede crear y restaurar imágenes del disco duro.

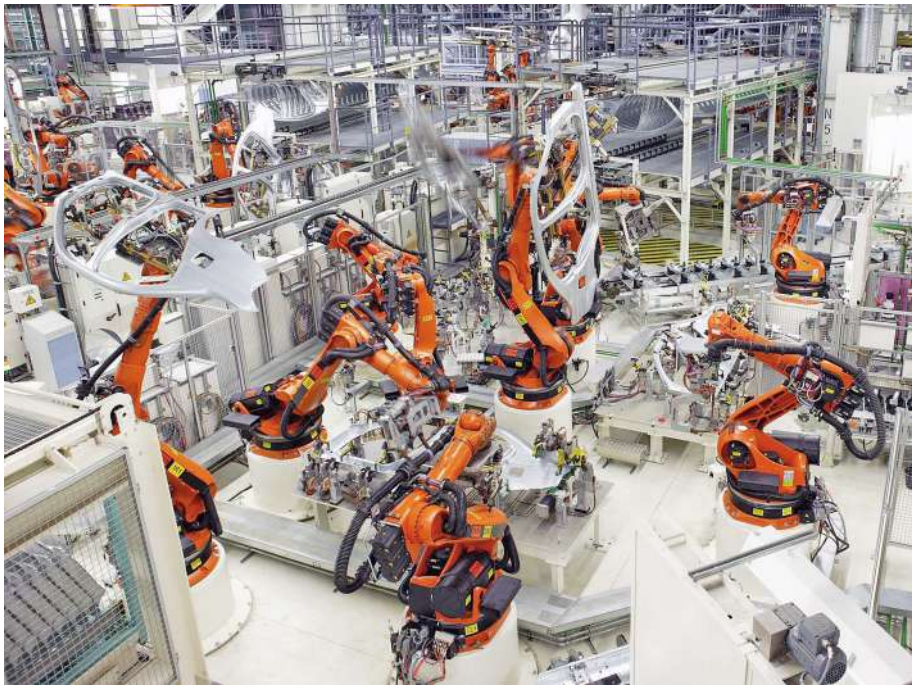
## 54.2 Descripción de la situación

**Situación**

Recibe el encargo de optimizar una aplicación de robot.

**¿Qué cree que se debe hacer haga antes de comenzar el trabajo?**

Exacto, el estado del sistema actual debe guardarse.



## 54.3 ¿Qué se puede guardar?

Una imagen de copia de seguridad del disco duro puede generarse en una partición oculta, una memoria USB o una red.

A través del administrador de copias de seguridad se pueden guardar y restablecer proyectos, paquetes de opciones y datos RDC.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Las aplicaciones, los datos del sistema y de registro pueden guardarse juntos o individualmente en una memoria USB o en la red.

Los programas individuales pueden duplicarse.

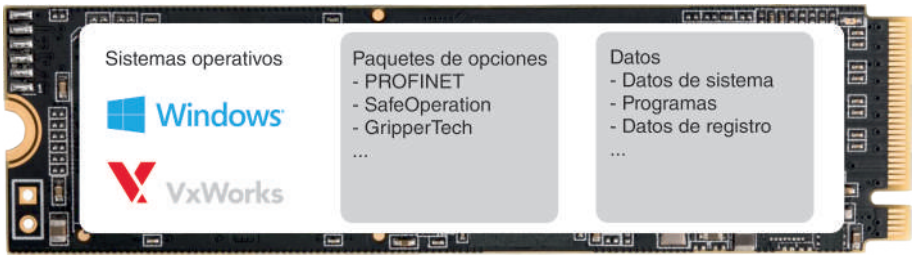



**Fig. 54-1: Imagen del robot**

## 54.4 ¿Cómo se puede crear una imagen y archivar datos?




Las imágenes del software pueden instalarse o guardarse con la memoria KUKA.RecoveryUSB en unidades de control de KUKA.

KUKA.Recovery es un software de archivado basado en WinPE.

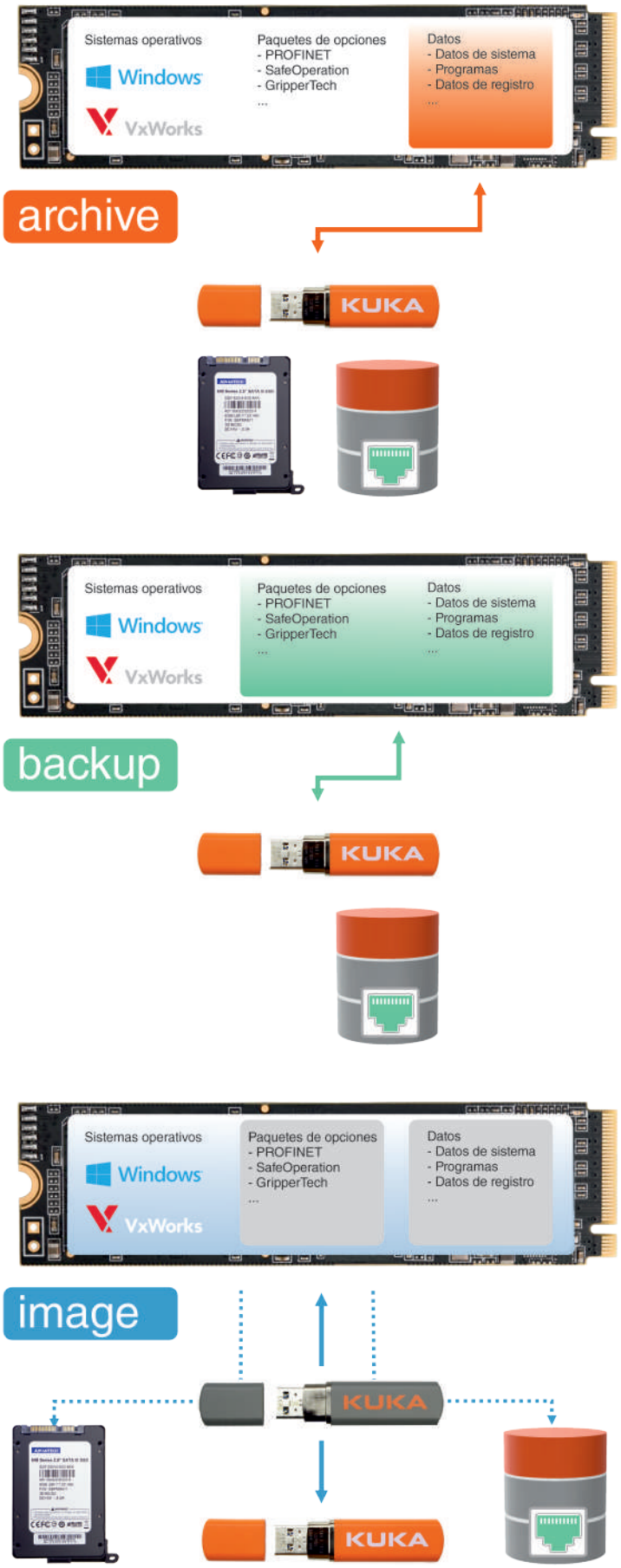
Pueden preajustarse diferentes modos, como p. ej. la copia de seguridad automática de una imagen tras el arranque de la unidad de control con la memoria KUKA.RecoveryUSB conectada.

Un archivo puede guardarse en una memoria USB convencional o a través de la red.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**¿En qué se diferencian el archivo, la copia de seguridad y la imagen entre sí?**






Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 54.4.1 KUKA.Recovery USB, modo de ejecución

La **consola KUKA.Recovery USB** puede iniciarse en dos modos diferentes.

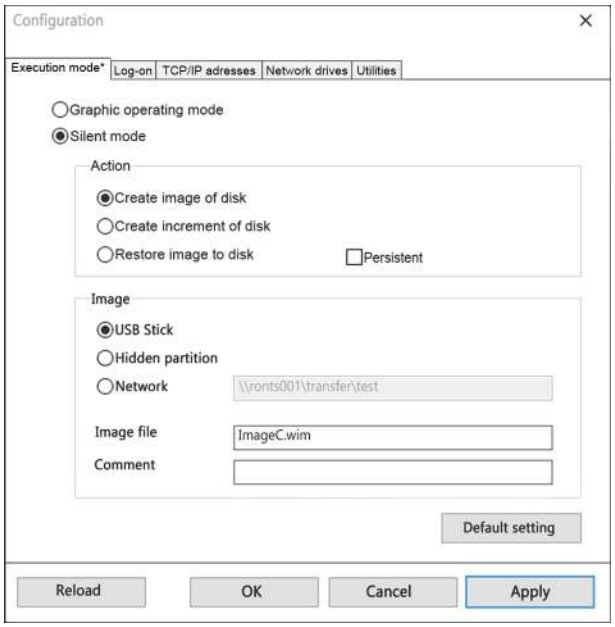



**Fig. 54-2: KUKA.Recovery USB, modo de ejecución**

- **Modo de servicio gráfico**
  - En este modo es imprescindible un monitor DVI externo y un teclado USB externo.
  - Todas las funciones del software *KUKA.RecoveryUSB* se pueden seleccionar mediante una interfaz de usuario.
- **Modo automático**
  - En este modo la *consola KUKA.RecoveryUSB* se debe preajustar mediante un ordenador portátil.
  - El programa **RecoveryConfig** está disponible para ello en el directorio root.
  - En el proceso posterior de archivado o de restauración en la unidad de control del robot no es necesario realizar más entradas.
  - La consola KUKA.Recovery ejecuta de modo independiente todas las acciones preconfiguradas.

**AVISO**

Arrancar el KUKA.Recovery USB en un hardware IT estándar podría tener como consecuencia un borrado indeseado del disco duro.
Esto puede evitarse en los ajustes de nivel Experto de RecoveryConfig.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | KUKA System Technology<br>**KUKA.Recovery 4.0**<br>Para KR C4, KR C5 y KUKA Sunrise Cabinet<br>Instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas |
| **Filtro de búsqueda** | Documentación > Instrucciones de servicio |
| **Capítulo/apartado** | --- |

Guardar la imagen del disco duro y los datos



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Guardar la imagen del disco duro y los datos

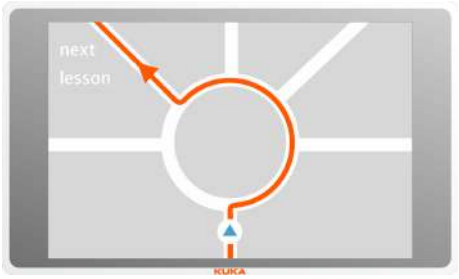


Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 55 Trabajar con WorkVisual

## 55.1 Navegador del curso

**¿Qué le espera en esta unidad de aprendizaje?**




- Conocerá el entorno de configuración de WorkVisual.
- Creará su propia instalación portátil de WorkVisual.
- Sabrá cómo conectar el PC de WorkVisual a la unidad de control.
- Conocerá las funciones y habilidades básicas para el manejo de WorkVisual.

## 55.2 Presentación del entorno de configuración WorkVisual

**Descripción**




**Fig. 55-1: WorkVisual**

El entorno de desarrollo de KUKA **WorkVisual** se utiliza para la amplia configuración del KR C4 y del KR C5.

Mediante la superficie puede accederse a las siguientes funciones (selección):

- Configurar la cinemática de robots, por ejemplo, ejes adicionales
- Construir y conectar buses de campo de forma lógica con ayuda de bases de datos descriptivas del dispositivo.
- Administrar textos largos para entradas y salidas
- Crear programas de robot offline
- Procesar la configuración de seguridad
- Funciones de diagnóstico
- Visualización de mensajes
- Vista general del sistema de la unidad de control del robot
- Registro y evaluación del osciloscopio



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### Gestión de proyectos

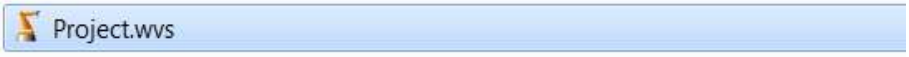



**Fig. 55-2: Archivo de proyecto WorkVisual**

- Mediante WorkVisual pueden gestionarse paquetes de tecnología específicos de la unidad de control y los periféricos, archivos descriptivos de dispositivos, datos de la máquina y catálogos.
- Mediante asistentes y ventanas de configuración se crean tareas individuales específicas del cliente globales.

  **Ejemplos:** *Configuración de bus de campo, configuración del eje adicional, programación, etc.*
- Las configuraciones creadas se guardan en WorkVisual en los llamados proyectos.
- Los proyectos se guardan en un fichero con la extensión ***.wvs** (formato de KUKA) y WorkVisual los transfiere a la unidad de control basada en KR C4/C5.
- El camino inverso también es posible. Los proyectos terminados y ejecutables pueden cargarse en el entorno de WorkVisual para archivarlos o editarlos.
- La transmisión propiamente dicha se lleva a cabo a través de una conexión de red tradicional.

  KLI- *KUKA Line Interface* o KSI- *KUKA Service Interface*

**Podrá encontrar más información en la documentación del cliente.**




| | |
|---|---|
| **Libro** | **KUKA.WorkVisual** |
| **Filtro de búsqueda** | Tipo de información: Documentación > Instrucciones de manejo y programación |
| **Capítulo/apartado** | --- |

## 55.3 Crear versión portátil de WorkVisual

### Descripción




**Fig. 55-3: Clave USB KUKA**

- Como alternativa a la instalación estándar se puede generar y ejecutar una versión portátil de WorkVisual.
- La instalación puede realizarse, por ejemplo, en un soporte de datos USB.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Los proyectos y los directorios vinculados a los usuarios se incluyen en la estructura de carpetas de la versión portátil.

**Ventajas**

- Es posible instalar versiones de WorkVisual antiguas y actuales aisladas unas de otras.
- Los archivos descriptivos de dispositivos y los paquetes de opciones se organizan por proyectos en diferentes versiones de WorkVisual.

Como alternativa, cabe mencionar la opción de gestión de paquetes dentro de una instalación de WorkVisual.

- La versión de WorkVisual portátil puede ejecutarse de forma móvil e independiente del dispositivo.

**Centro de descargas KUKA**

El software, los modelos de CAD, las hojas de datos, etc. en torno al tema de la robótica KUKA pueden obtenerse cómodamente a través del centro de descarga de KUKA.

https://www.kuka.com/en-de/services/downloads?terms=Language:en:1&q=

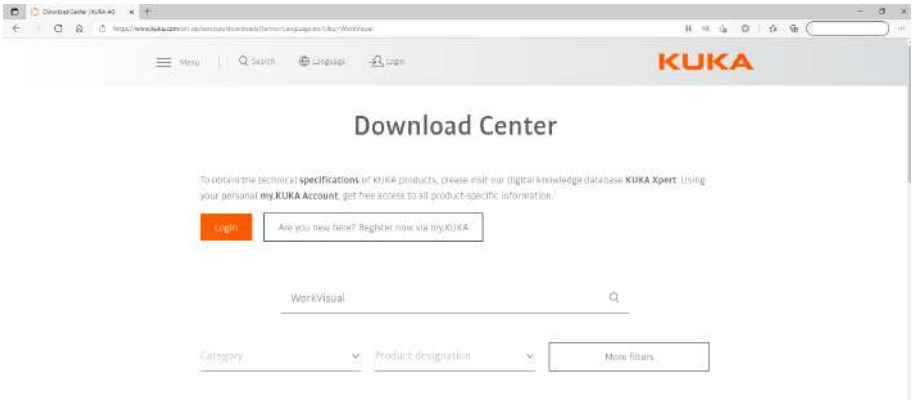



**Fig. 55-4: Centro de descargas KUKA**

**Procedimiento**

1. Descomprimir el archivo WorkVisual descargado y abrir la carpeta de instalación.
2. Conectar el soporte de datos de instalación (por ejemplo, memoria USB) al PC.
3. Abrir la ruta de instalación y ejecutar el archivo de instalación **PortableCreator.exe**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

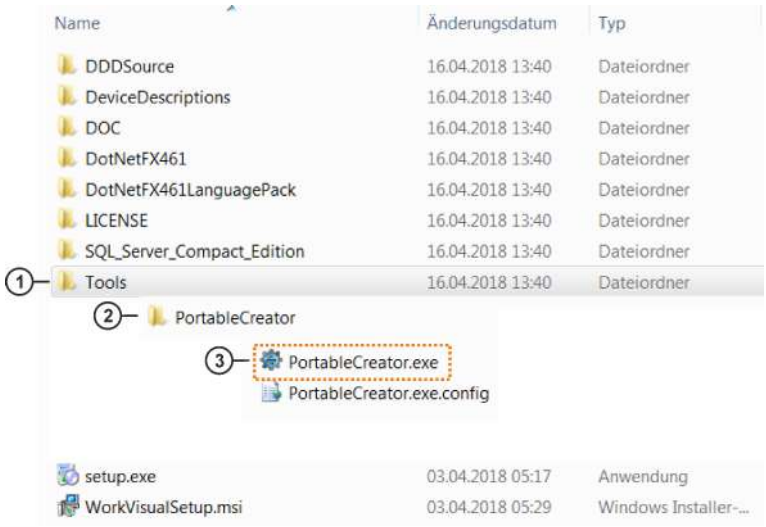



**Fig. 55-5: Ruta de instalación**

**Ruta del archivo:** *Herramientas > PortableCreator > PortableCreator.exe*

4. Ventana de ruta de instalación

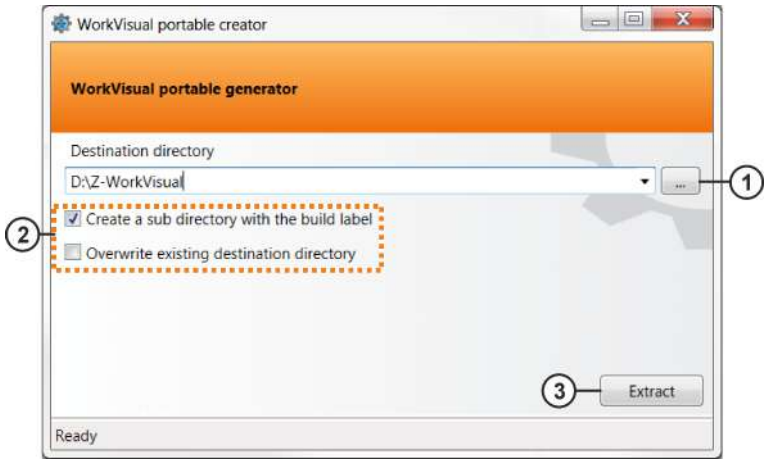



**Fig. 55-6: Ruta de instalación**

- Hacer clic en el botón **...** (1) y seleccionar el directorio en el que debe guardarse la versión portátil.
- Otros ajustes (2)
  - **Create a sub directory with the build label**
    Crea una nueva carpeta con la denominación de la versión WorkVisual.
  - **Overwrite existing destination directory**
    Si ya existe una versión instalada, la sobrescribe con la nueva instalación.
- Ejecutar la instalación con extracción.

5. Se crea la versión portátil y se finaliza.




**Fig. 55-7: Creation completed**

- Cuando haya finalizado, se muestra un enlace en el borde inferior de la ventana.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Hacer clic en el enlace o navegar de forma manual hasta el directorio.
- Arrancar el programa **WorkVisual.exe**. Se arranca la versión portátil.

6. Cerrar el programa **WorkVisual portable creator**.

## 55.4 Conexión de un PC WorkVisual a la unidad de control

### Descripción

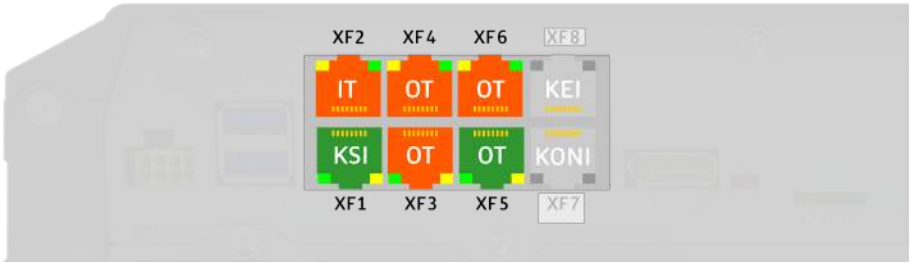



**Fig. 55-8: Interfaces de WorkVisual**

Para acceder a la unidad de control del robot con WorkVisual, se debe establecer una conexión de red.

Para la conexión se pueden utilizar las siguientes interfaces de red:

- **KSI** - *KUKA Service Interface*
- **KLI** - *KUKA Line Interface IT*
- **KLI** - *KUKA Line Interface OT*
  - Se puede ampliar a los puertos **XF3**, **XF4** y **XF6** mediante las opciones **KUKA.EthernetSwitch Dual-Port/Quad-Port**.

Las interfaces de color naranja XF2, XF3, XF4 y XF6 son opciones de pago.

### Conectar el ordenador portátil con WorkVisual en la KSI




**Fig. 55-9: Conexión ordenador portátil en la KSI, armario KR C5**

1. El ajuste de red del ordenador portátil con WorkVisual está configurado en **DHCP** (instalación automática de una dirección de red).
2. Conectar el cable de red del ordenador portátil WorkVisual a la conexión KSI ejecutada en el armario KR C5.
3. La unidad de control KR C5 asigna automáticamente una dirección IP al ordenador portátil conectado.

**AVISO**

La interfaz ejecutada puede ser ocupada por otro puerto del cliente.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

**ATENCIÓN**

La **KSI** - *KUKA Service Interface* no debe conectarse nunca a una red de IT ya existente. Esto provoca conflictos de direcciones y funciones erróneas.

## 55.5 Vista general de la interfaz de usuario WorkVisual

- En la interfaz de usuario no están visibles todos los elementos de manera estándar, sino que se pueden mostrar u ocultar según sea necesario.
- Aparte de las ventanas y editores mostrados, se dispone de otros. Pueden activarse de diferentes maneras o a través de las opciones de menú **Ventanas** y **Editores**.

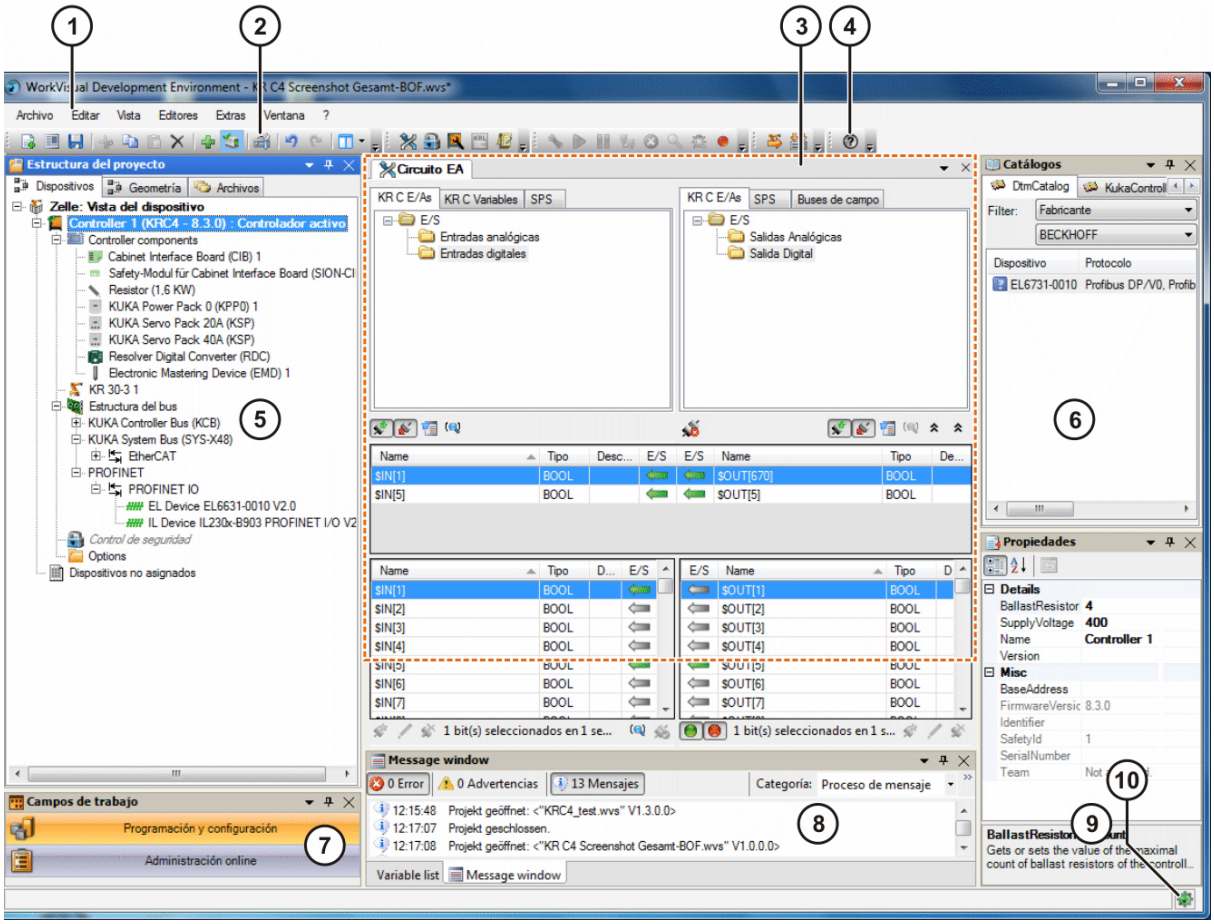



**Fig. 55-10: Resumen de la superficie de operación**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Barra de menús |
| 2 | Barras de botones |
| 3 | Zona de los editores<br>Cuando se abre el editor, se muestra aquí. Tal y como se muestra en el ejemplo, puede haber abiertos varios editores simultáneamente. Aparecerá uno encima del otro y se podrán seleccionar a través de las pestañas. |
| 4 | Botón de ayuda |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 5 | Ventana **Estructura del proyecto** |
| 6 | Ventana **Catálogos**<br>En esta ventana se muestran todos los catálogos añadidos. Los elementos de los catálogos se pueden añadir en la ventana **Estructura del proyecto** sobre la pestaña **Dispositivo** o **Geometría**. |
| 7 | Ventana **Zonas de trabajo** |
| 8 | Ventana **Mensajes** |
| 9 | Ventana **Propiedades**<br>Si se selecciona un objeto se mostrarán sus propiedades en esta ventana. Las propiedades se pueden modificar. No es posible modificar las propiedades de los campos grises. |
| 10 | Icono **Análisis de proyecto de WorkVisual** |

## 55.6 Cargar un proyecto existente en WorkVisual

### Descripción

Las configuraciones y los programas se intercambian a través de ficheros de proyecto (*.wvs) entre la unidad de control y un ordenador portátil WorkVisual conectado.

Los proyectos descargados por la unidad de control se guardan en el directorio *....\WorkVisual Projects\Downloaded Projects*.

Se pueden "almacenar" varios proyectos en la unidad de control y activarlos sin WorkVisual si es necesario.




**Fig. 55-11: Transferir el proyecto de WorkVisual**

### Mostrar el proyecto activo en la interfaz de usuario

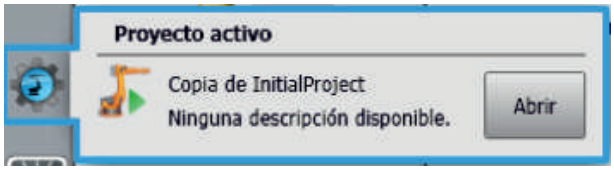



**Fig. 55-12: Visualización del proyecto en la interfaz de usuario**

- El proyecto activo se muestra en la smartPAD al pulsar el botón del proyecto.
- Al pulsar el botón **Abrir** aparece una vista general de todos los proyectos que se encuentran la unidad de control.
- No se necesitan derechos de usuario especiales para la unidad de control.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## Cargar el proyecto WorkVisual de la unidad de control

1. **Secuencia de menú:** *Fichero* > *Buscar por proyecto*

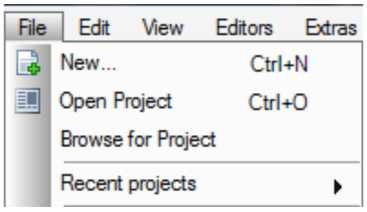



**Fig. 55-13: Nuevo proyecto, abrir, buscar**

2. Se abre el **Explorador de proyecto**.

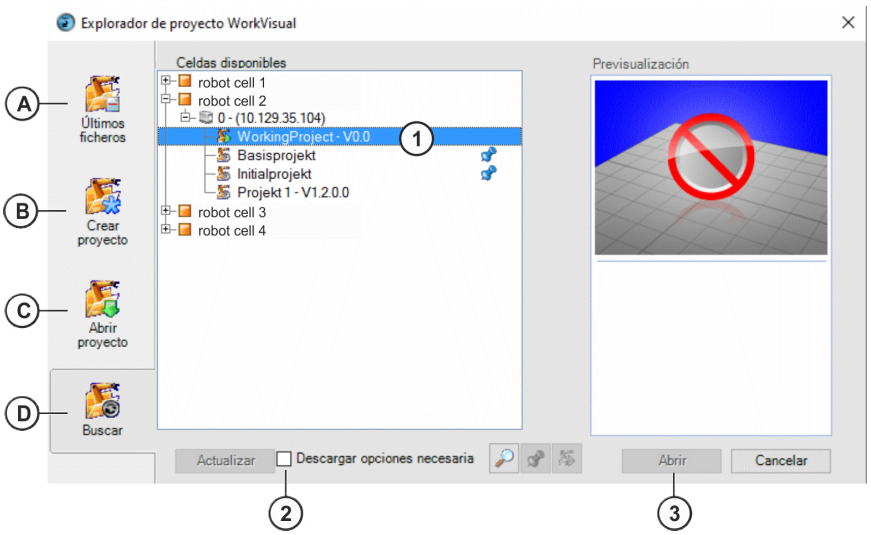



**Fig. 55-14: Explorador de proyecto**

A la izquierda está seleccionada la pestaña **Buscar** (D).

3. En la zona **Celdas disponibles**, desplegar el nodo de la celda deseada. Se muestran todas las unidades de control del robot de dicha celda.
4. Desplegar los nodos de la unidad de control del robot deseada. Se muestran todos los proyectos.
5. En caso de que falten los paquetes de opciones necesarios en el PC de WorkVisual, estos se pueden descargar con el proyecto. Para ello, marcar la casilla de verificación (2).
6. Marcar el proyecto (1) deseado y hacer clic en **Abrir** (2). El proyecto se abre en WorkVisual.

Pestañas

- En **Últimos ficheros (A)** se muestran los últimos ficheros utilizados
  **Ruta de menú:** *Fichero* > *Últimos ficheros abiertos* (acceso rápido a través de una ventana de selección independiente)
- Con **Crear proyecto (B)** se genera:
  - un proyecto nuevo y vacío
  - un proyecto nuevo con un modelo
  - un proyecto nuevo basado en un proyecto ya existente

  **Ruta de menú:** *Fichero* > *Nuevo*
- Con **Abrir proyecto (C)** se abren los proyectos ya existentes
  **Ruta de menú:** *Fichero* > *Abrir proyecto*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- Con **Buscar (D)** se puede cargar un proyecto de la unidad de control del robot

  **Ruta de menú:** *Fichero* > *Buscar por proyecto*

### Eliminación de errores

En ciertos casos puede ser que, a pesar de que haya conexión de red no se muestre ninguna unidad de control en la ventana **Buscar**. La ayuda presenta el siguiente procedimiento:

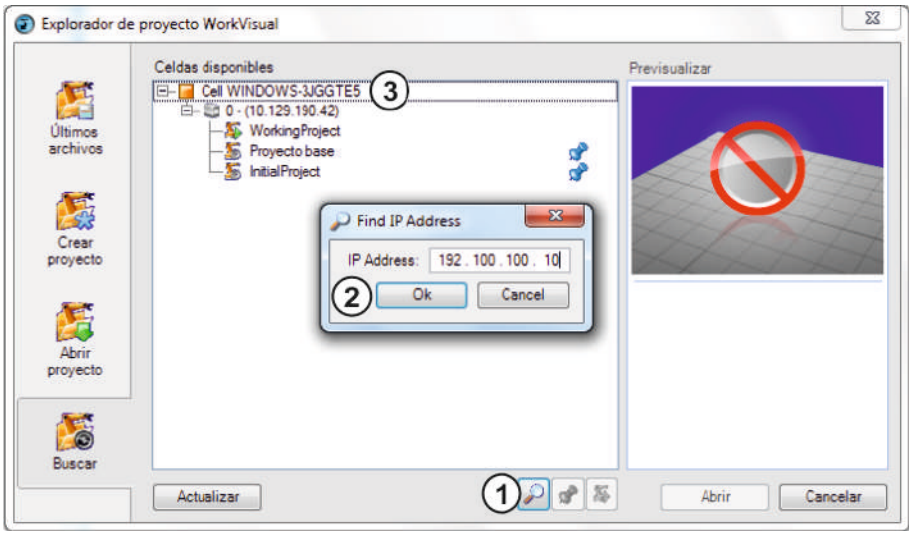



**Fig. 55-15: Buscar dirección IP**

1. Hacer clic en el botón **Lupa** (1) del explorador de WorkVisual.
2. Se abre la ventana **Find IP Address** (buscar dirección IP) (2).
3. Introducir la dirección IP deseada del armario de control.
4. Aceptar la dirección IP con **OK** (2).
5. A continuación, la unidad de control se muestra en la ventana **Celdas disponibles** (3).

## 55.7 Guardar localmente proyecto WorkVisual

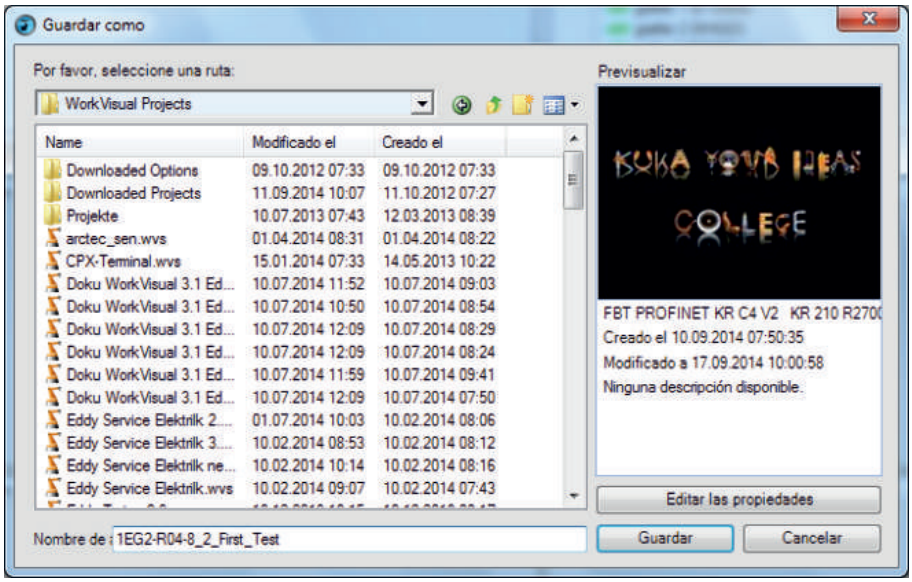



**Fig. 55-16: Guardar los proyectos cargados**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

1. Guardar proyecto mediante la **ruta de menú:** *Archivo* > *Guardar en*.
2. El nombre del archivo mostrado aparece ahora en la barra de título de WorkVisual con un "*"; esto quiere decir que el archivo no se ha guardado en WorkVisual.
3. Definir la ubicación del proyecto en el Explorador mostrado.
4. Especificar el nombre del archivo en la misma ventana de entrada.
5. En el botón **Editar propiedades** se recomienda describir el proyecto brevemente y opcionalmente añadir una imagen al proyecto.
6. Con el botón **Guardar** el proyecto actual se almacenará ahora en la ruta de archivo predefinido.

## 55.8 Modos de WorkVisual

### Descripción

- WorkVisual puede utilizarse en dos modos diferentes:
  - **Configuración y puesta en servicio**
    Área para trabajos relacionados con el proyecto, como los trabajos con el editor KRL, configuración de hardware, de bus de campo y de seguridad.
  - **Programación y diagnóstico**
    Área para el diagnóstico online, como el diagnóstico de hardware y el Registro Trace
- Éstas pueden seleccionarse a través de la opción de menú **Vista** o a través de la ventana **Zonas de trabajo**.
  1. Seleccionar la secuencia de menú **Ventana** > **Zonas de trabajo**.
  2. Hacer clic sobre el modo deseado en la ventana Zonas de trabajo. La selección activa se representa en naranja.

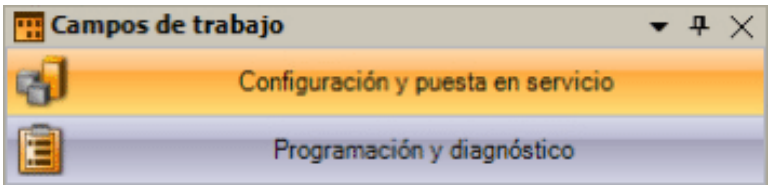



**Fig. 55-17: Ventana Campos de trabajo**

## 55.9 Transmitir el proyecto a la unidad de control del robot (instalar)

Para transmitir un proyecto se requiere una conexión de red existente con la unidad de control del robot real.

Si en la unidad de control del robot real existe un proyecto que ha sido transmitido en un momento anterior y no se ha activado nunca, este es sobreescrito por causa de la transmisión de otro proyecto.

### Funciones

#### Crear código

- Con este procedimiento se puede crear por separado el código y comprobar por adelantado si está libre de errores.
- Se accede a través de:
  - Secuencia de menú **Extras** > **Crear código**.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

– o botón 

– El código aparece en la ventana **Estructura del proyecto** en la pestaña **Ficheros**.

El código generado automáticamente se muestra en color gris claro.

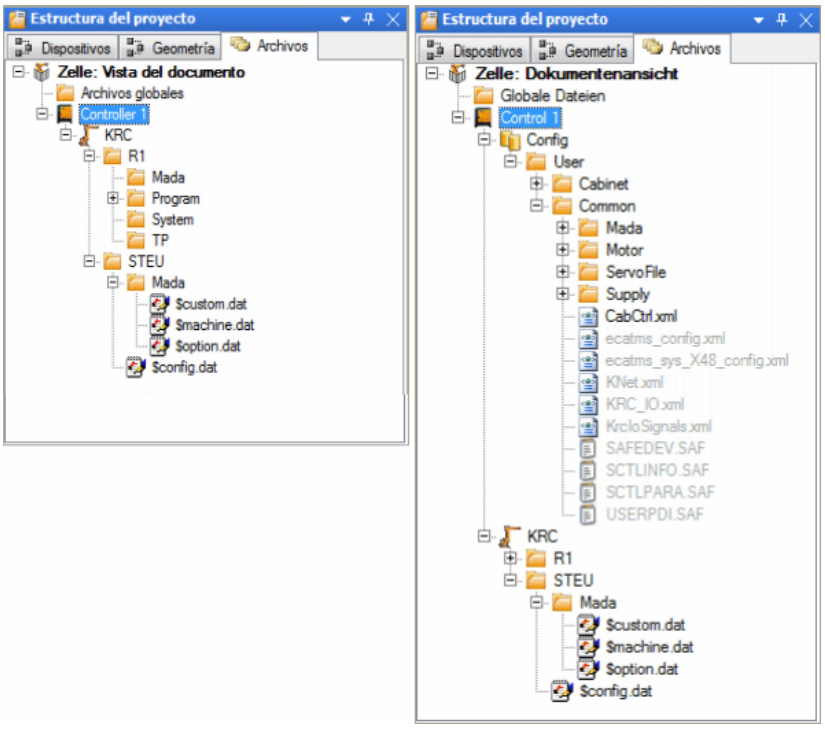



**Fig. 55-18: Ejemplo de creación de código: antes y después**

– Se crea el código. Cuando ha finalizado el proceso, en la ventana de mensajes se muestra el siguiente mensaje: **Se ha compilado el proyecto <"{0}" V{1}>. Los resultados están disponibles en el árbol de ficheros.**

**Procedimiento**

**Iniciar trasferencia de proyecto**

- En la barra de menús hacer clic en el botón **Instalar ...**  .
- Se abre la ventana **Transmisión del proyecto**.
- Alternativamente, también se puede realizar la transferencia del proyecto a través de la **ruta del menú:** *Extras > Acceder a Instalar*.

**Asignar unidad de control**

1. El controlador del proyecto WorkVisual (2) está listo para asignar el controlador real (4) a la flecha azul (3).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

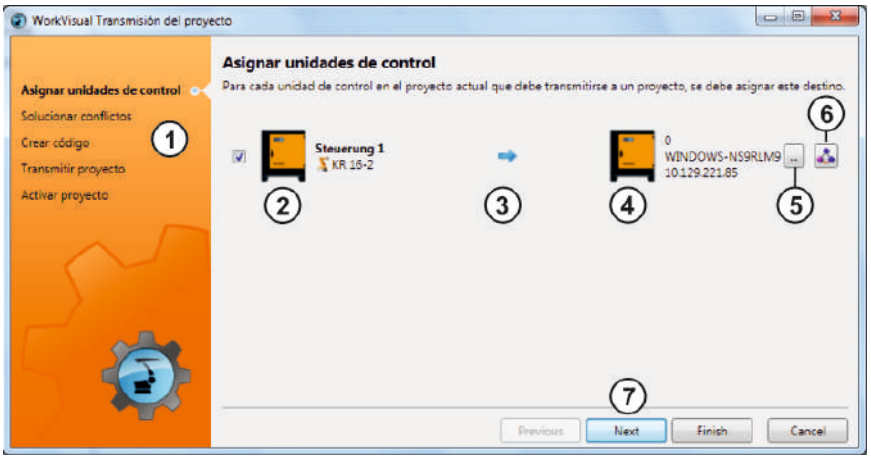



**Fig. 55-19: Asignar unidad de control**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Transcurso de la transferencia del proyecto |
| 2 | Armario de control del proyecto WorkVisual |
| 3 | Asignación del proyecto al armario de control real |
| 4 | Armario de control real en la red de la instalación |
| 5 | Abrir la ventana para la búsqueda de armarios de control en la red de la instalación<br>(>>> *"Asignar unidad de control" Página 515*) |
| 6 | Abrir la ventana para la comparación de proyectos |
| 7 | Confirmación de la asignación de armario de control |

2. Confirmar la asignación con el botón **Continuar** (7)

**Búsqueda de unidades de control disponibles en la red**

1. La transmisión de proyectos se ha abierto en WorkVisual.
   (>>> *"Asignar unidad de control" Página 515*)
2. Hacer clic en el botón **...** (5), junto al símbolo del armario de control de la derecha.
   (>>> *Fig. 55-19*)
3. Se abre una ventana. El filtro está ajustado automáticamente de tal manera que solo se mostrarán unidades de control del mismo tipo y la misma versión que la unidad de control virtual. Este ajuste puede modificarse.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

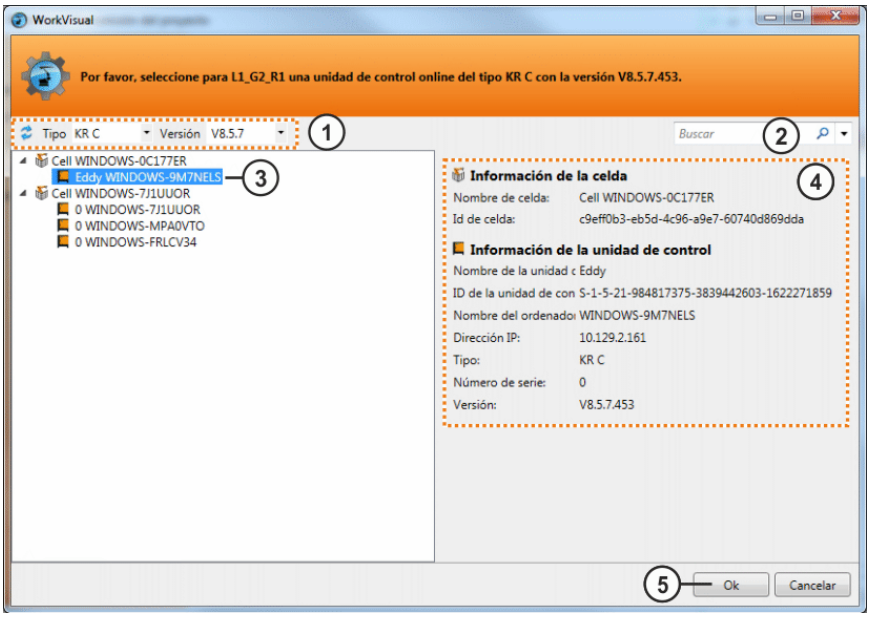



**Fig. 55-20: Asignar proyecto a una unidad de control**

- Ambos filtros, **Tipo** y **Versión** (1), permiten realizar una búsqueda más precisa de determinadas unidades de control.
- Si se conoce el nombre exacto de la unidad de control, puede buscarse directamente en el campo de búsqueda (2).
- Los resultados de la búsqueda de muestran en una estructura de árbol, clasificada en celdas.
- Aquí, hacer clic en la unidad de mando deseada (3).
- En la ventana **Información de celda/información de unidad de control** se muestra información detallada de la unidad de mando seleccionada.
- Aceptar la selección pulsando el botón **OK** (5).

## Solucionar conflictos

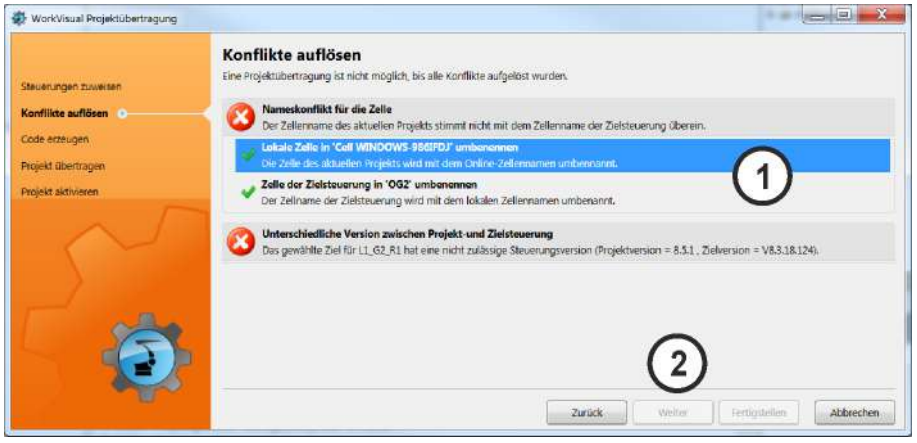



**Fig. 55-21: Solucionar conflictos**

- Si hay algún conflicto o discrepancia durante la transmisión del proyecto, aparecerá una ventana de eliminación de errores que mostrará la resolución de conflictos.
- Seleccionar la solución correspondiente de entre las propuestas (1) y aceptar con el botón**Siguiente** (2).



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

El proyecto solo puede traducirse y transferirse cuando se hayan solucionado todos los conflictos.

### Crear código

- Después de la asignación del controlador WorkVisual generará los datos **.xml* necesarios de la configuración gráfica.

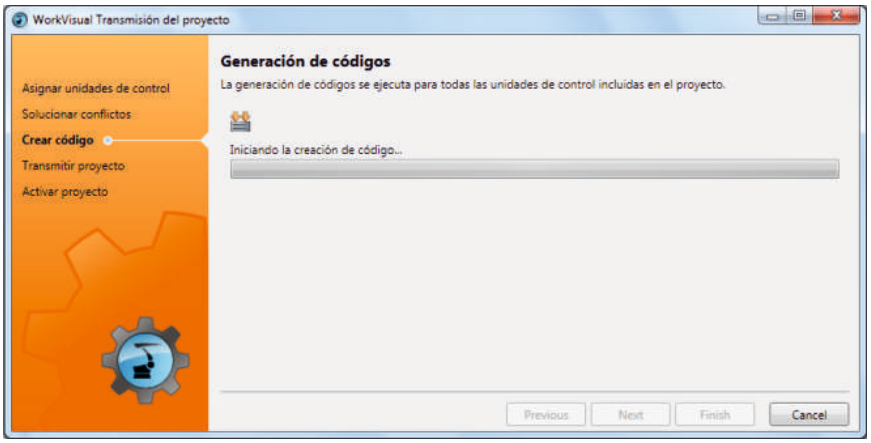



**Fig. 55-22: Generación de códigos**

- Este paso de trabajo también puede llevarse a cabo por separado con antelación. **Ruta:** *Extras* > *Generar código*
- Si hay errores durante la generación de código, la barra de progreso se mostrará en rojo y se cancelará la generación.

### Transmitir proyecto

- El proyecto final será transferido automáticamente a la unidad de control en el siguiente paso de trabajo.

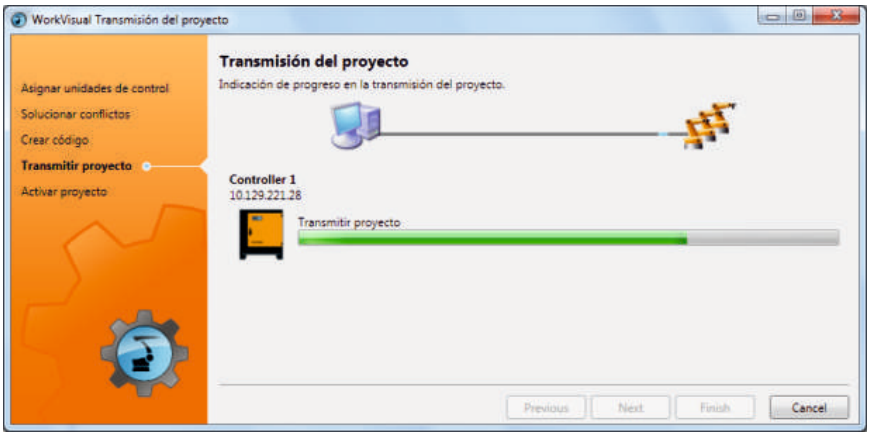



**Fig. 55-23: Transmitir proyecto**

- Los proyectos siempre se pueden transferir al controlador sin derechos de usuario explícitos.

  Se copiarán en el controlador de la gestión de proyectos.
- Si hay una desconexión durante la transferencia, se interrumpirá este paso de trabajo.

### Activar proyecto

- Después de que el proyecto haya sido transferido, el proyecto se puede activar directamente a través de WorkVisual. Indica un fallo de ac-



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

tivación, porque, por ejemplo, no están presentes los derechos de usuario necesarios en el controlador, mediante el icono (1) se activará de nuevo el proyecto para el controlador.

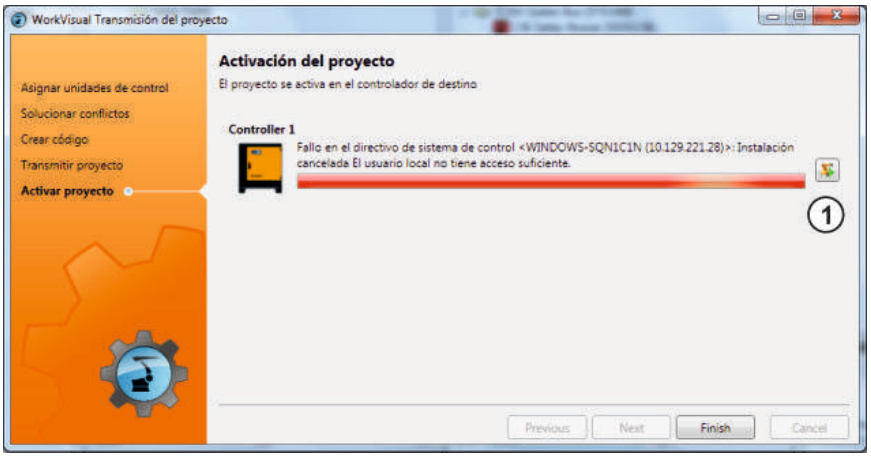



**Fig. 55-24: Activación del proyecto fallida**

- Después de una activación de proyecto con éxito aparecerá una barra de progreso de color verde. Con el botón **Finalizar** (1) se cerrará el asistente.

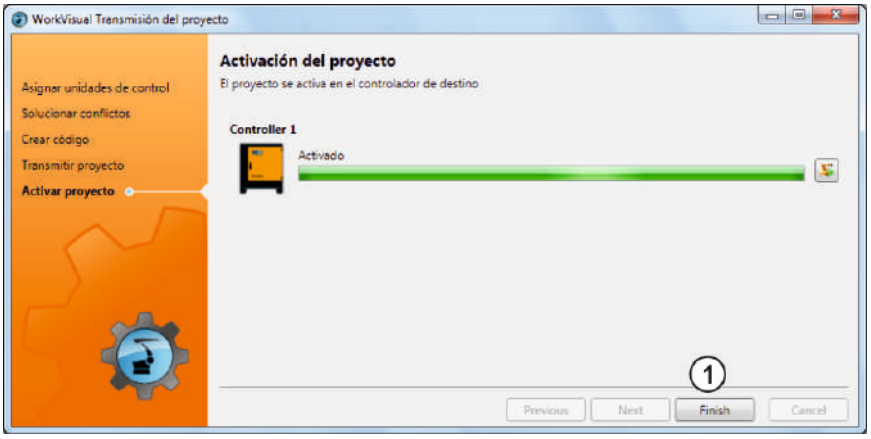



**Fig. 55-25: Trasferencia de proyecto completa**

- Si no se responde a la pregunta en la unidad de control del robot dentro de 30 min, se transmite el proyecto de todas formas, aunque no estará activo en la unidad de control del robot. Se puede activar el proyecto por separado. (>>> *Fig. 55-24*)

### 55.9.1 Confirmar el proyecto en la unidad de control

**Confirmar la activación del proyecto en el smartPAD**

1. En función de los cambios del proyecto, se necesitará el perfil de usuario experto o responsable de seguridad.
2. En el HMI del smartPAD aparece el mensaje *"Entrada de usuario esperada"*.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

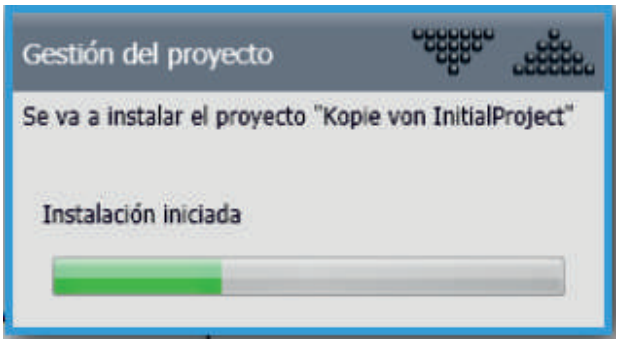



**Fig. 55-26: Mensaje de instalación**

3. En el smartPAD se abre la ventana "Gestión del proyecto" con la pregunta *"¿Desea permitir la activación del proyecto "1EG2-R04-8_2_First_Test"?"* Confirmar la activación con *"SÍ"*.

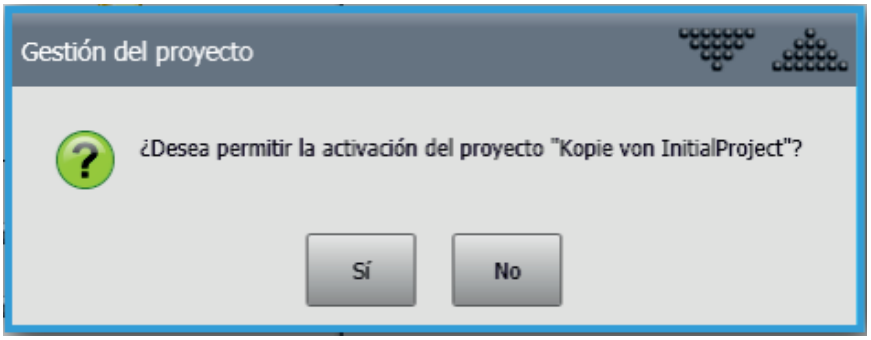



**Fig. 55-27: permitir activación**

4. Se muestra otra ventana "Gestión de proyecto". Ahí se muestran los cambios propuestos.
   Responder a la pregunta *"¿Desea continuar?"* con *"SÍ"*.

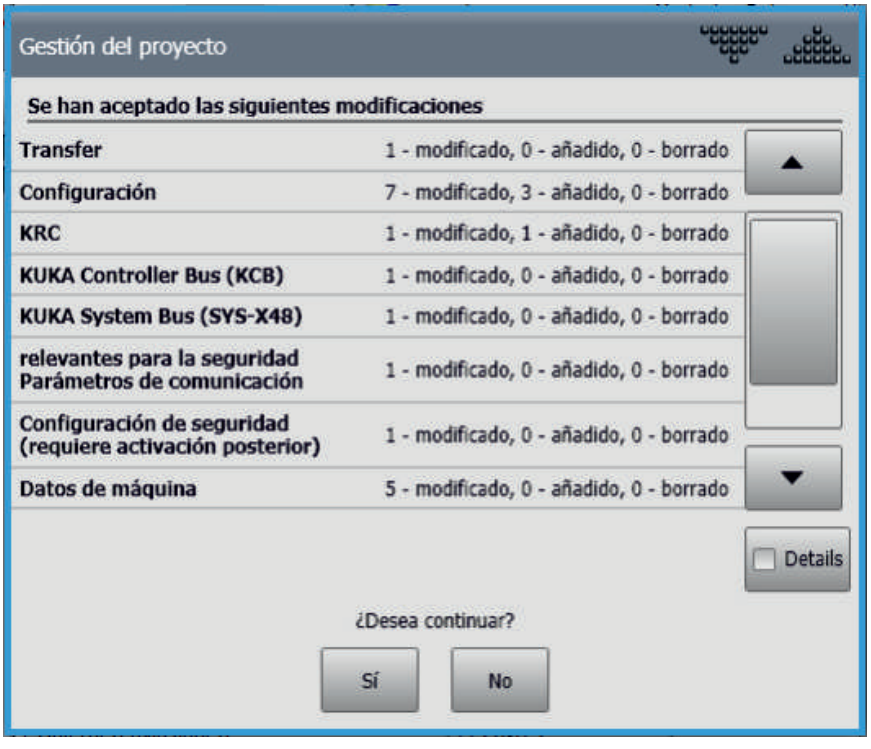



**Fig. 55-28: Visualización de cambios**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

5. En el smartPAD aparece un mensaje indicando que se está llevando a cabo una reconfiguración.

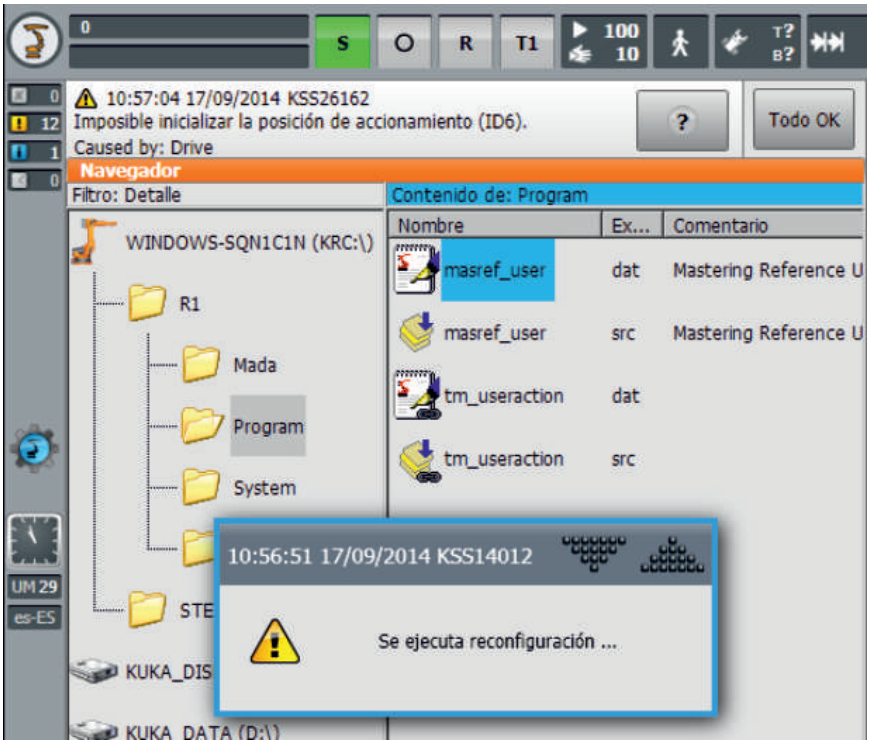



**Fig. 55-29: Se ejecuta reconfiguración**

6. Si se han modificado los parámetros relevantes para el proyecto, entonces deberá adoptarse la suma de comprobación modificada.
   (>>> *55.9.2 "Activar la configuración de seguridad modificada" Página 521*)

## 55.9.2 Activar la configuración de seguridad modificada

### Aplicar la suma de control modificada

1. Si se cambia la seguridad en WorkVisual, como p. ej. los parámetros de la interfaz de seguridad o de SafeOperation, en la ventana de mensajes aparecerá el siguiente mensaje de error: "Suma de control de la configuración de seguridad incorrecta".




**Fig. 55-30: Error de suma de verificación**

2. Es necesario el perfil del usuario Técnico de puesta en servicio con seguridad.
3. Abrir la configuración de seguridad.
   **Ruta de menú:** *Tecla KUKA > Configuración > Configuración de seguridad*
4. En la ventana *"Asistente para la resolución de problemas"* seleccionar la entrada *"Ya se ha activado un proyecto de WorkVisual"*.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

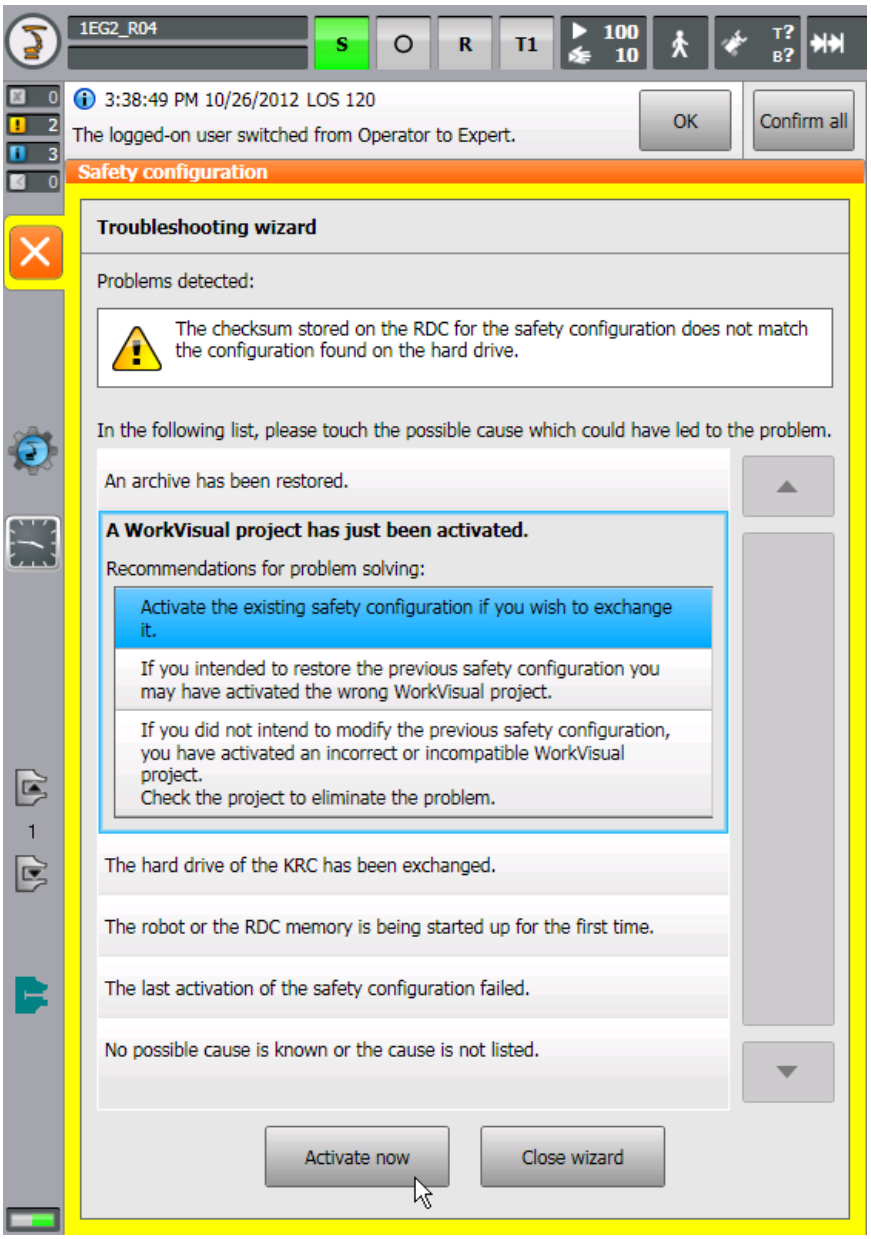



**Fig. 55-31: Asistente solucionador de problemas**

5. Aceptar la primera propuesta pulsando el botón *"Activar ahora"*.
6. En la ventana *"Activar"*, responder a la pregunta *"¿Seguro que quiere cambiar las siguientes partes de la configuración relacionadas con la seguridad?"* con *"SÍ"*. Se ejecuta la reconfiguración.
7. Confirmar el mensaje del smartPAD *"Los cambios se guardaron correctamente"* con el botón *"OK"*.
8. Confirmar el mensaje de confirmación *"Confirmación: La suma de control de la configuración de seguridad no es correcta"* con *"Todo OK"*.

### 55.9.3 Administración de proyectos avanzada en el smartPAD

**Descripción**

Además del proyecto activo, en la unidad de control pueden guardarse otros proyectos no activados.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Estos proyectos pueden activarse en cualquier momento a través del smartPAD siempre y cuando se disponga de los derechos de usuario pertinentes.

**Procedimiento**

**Ejemplo: Activar proyecto**

1. Si se quiere copiar, borrar, renombrar o activar un proyecto, es necesario el grupo de usuarios **Experto**, como mínimo.
   Si, además, se activa una configuración de seguridad modificada, es necesario el grupo de usuarios **Responsable de seguridad**.
2. **Abrir la Gestión de proyecto**
   - Debe hacerse clic en el símbolo de la rueda de la interfaz de usuario.
     Se muestra el proyecto activo en ese momento en la unidad de control.

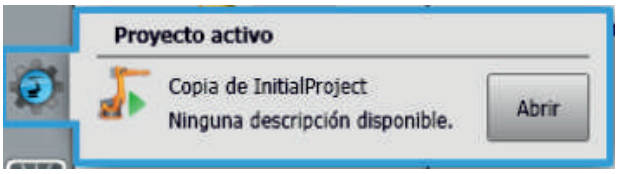



**Fig. 55-32: Visualización del proyecto en la interfaz de usuario**

   - Pulsando el botón **Abrir** se accede a la gestión del proyecto avanzada.

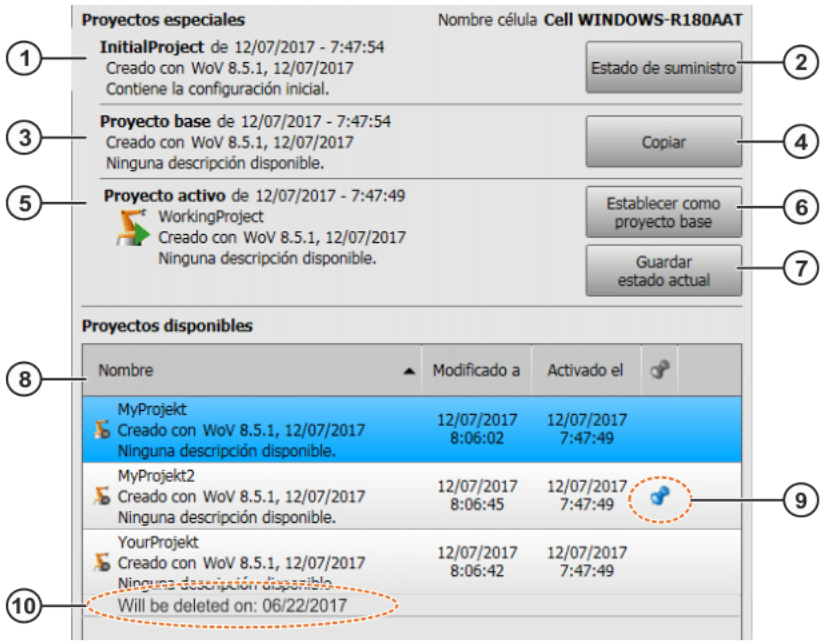



**Fig. 55-33: Pestaña Proyectos**

   - Pulsar el proyecto deseado en el campo **Proyectos disponibles**.
     *El proyecto seleccionado pasa a tener fondo azul.*
   - **Activar** el proyecto con el botón del mismo nombre.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

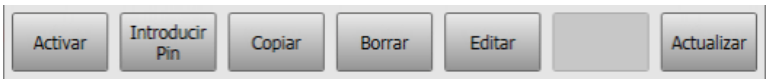



**Fig. 55-34: Barra de acciones**

- Activar el proyecto en la unidad de control.
  (>>> *55.9.1 "Confirmar el proyecto en la unidad de control" Página 519*)

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| **Proyectos especiales** | |
| 1 | Se muestra el proyecto inicial. |
| 2 | Restaura el estado de suministro de la unidad de control del robot.<br>Derechos de usuario necesarios: Grupo funcional **Modificaciones de programa KRL críticas** |
| 3 | Se muestra el proyecto base. |
| 4 | Crea una copia del proyecto base. |
| 5 | Se muestra el proyecto activo. |
| 6 | Guarda el proyecto activo como proyecto base. El proyecto activo permanece activo y el que hasta ahora era el proyecto de base, se borra.<br>Derechos de usuario necesarios: Grupo funcional **Configuración general** |
| 7 | Crea una copia bloqueada del proyecto activo. |
| **Proyectos disponibles** | |
| 8 | Lista de los proyectos inactivos (excepto el proyecto base y el proyecto inicial) |
| 9 | Este símbolo indica que el proyecto está bloqueado. |
| 10 | En ese momento el proyecto se borra automáticamente, a menos que haya activado antes.<br>El tiempo se puede ajustar en WorkVisual por cada proyecto mediante **Tiempo para la activación:**. El ajuste predeterminado es que el proyecto no se borre nunca.<br>Si el proyecto se activa o se activó una vez en la unidad de control del robot, los ajustes ya no tienen efecto: El proyecto no se borra automáticamente. |

En cada proceso de copia se abre una ventana en la que es posible introducir el nombre y una descripción para la copia.

**Botones**

Están disponibles los siguientes botones:



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Botón | Descripción |
|---|---|
| **Activar** | Activa el proyecto marcado.<br>Si el proyecto marcado está bloqueado: Crea una copia del proyecto marcado. (Un proyecto bloqueado no puede activarse, solo una copia del mismo.) El usuario puede decidir si la copia debe activarse ya o el proyecto actual debe quedar activo.<br>Requisito: grupo de usuario Experto<br>Si el proyecto que se desea activar contiene modificaciones en los ajustes de seguridad: Grupo de usuario Técnico de puesta en servicio con seguridad |
| **Introducir Pin** | Bloquea el proyecto.<br>Solamente está disponible si está marcado un proyecto desbloqueado. Derechos de usuario necesarios: Grupo funcional **Configuración general** |
| **Desbloquear** | Desbloquea el proyecto.<br>Sólo está disponible si está marcado un proyecto bloqueado. Derechos de usuario necesarios: Grupo funcional **Configuración general** |
| **Copiar** | Copia el proyecto marcado. |
| **Borrar** | Borra el proyecto marcado.<br>Sólo está disponible si está marcado un proyecto inactivo y desbloqueado. Derechos de usuario necesarios: Grupo funcional **Configuración general** |
| **Editar** | Abre una ventana en la que pueden modificarse el nombre y/o la descripción del proyecto marcado. |
| **Actualizar** | Actualiza la lista de proyectos. De esta forma se muestran, p. ej., los proyectos que se han transmitido a la unidad de control del robot desde la apertura del indicador. |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# 56 Anexo

## 56.1 Indicar el uso de la memoria

### Descripción

Los procesos paralelos y las opciones adicionales aumentan el uso que se hace de las memorias de trabajo y del disco duro en la unidad de control. El plugin ofrece una visión general del uso actual de la memoria de trabajo y del disco duro.

### Procedimiento

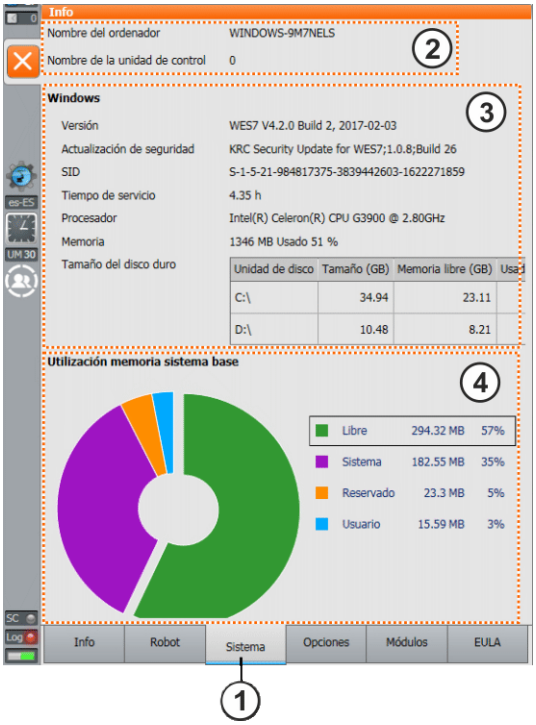



**Fig. 56-1: Sistema básico, uso de memoria**

**Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Ayuda* > *Info* > *Pestaña Sistema (1)*

- **Nombre del ordenador (2)**

  Este nombre se determina durante la puesta en servicio y se corresponde con el nombre de Windows.
- **Nombre de la unidad de control (2)**

  Este nombre se establece durante la puesta en servicio.

  **Ruta de menú:** *Tecla de robot* > *Puesta en servicio* > *Datos del robot*

  El nombre de la unidad de control se guarda en el EDS del RDC.
- **Versión de Windows (3)**

  Información de la versión a través del sistema básico de Windows instalado
- **SID: Security Identifier (3)**

  Identificación unívoca del sistema básico de Windows

  El SID se genera durante la puesta en servicio con el paso de finalización **Sysprep**.
- **Tiempo de funcionamiento (3)**

  Indicación del tiempo de ejecución [h] del cuánto tiempo que lleva conectada la unidad de control.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

- **Procesador (3)**
  Denominación exacta del modelo del procesador montado.
- **Memoria de trabajo (3)**
  Visualización de la memoria de trabajo disponible [MB] y su uso en [%], menos el espacio reservado para el sistema básico.
- **Tamaño del disco duro (3)**
  Visualización de la capacidad y uso de las particiones C:\ y D:\.
- **Uso de memoria del sistema básico (4)**
  Vista general del uso del espacio de memoria reservado [MB] [%] en el sistema básico.

## 56.2 Apagar la unidad de control, conocer variantes

### Descripción

Además del interruptor principal, la unidad de control también puede apagarse o reiniciarse a través de una opción de menú. Esto permite un apagado controlado en función de la situación, el cual es especialmente necesario durante la configuración, puesta en servicio o búsqueda de errores.



**Fig. 56-2: Power**

Debido a la gestión de derechos, la opción de menú Apagar solo suele ser accesible desde determinados grupos de usuarios.

**AVISO**

**Daños en los ficheros de sistema debido a un accionamiento prematuro del interruptor principal**
Si se selecciona la opción **Iniciar de nuevo el PC de control** y se acciona el interruptor principal mientras no haya finalizado el reinicio, pueden dañarse ficheros del sistema.

- Esperar hasta que haya concluido el reinicio. Solo entonces accionar el interruptor principal.

### 56.2.1 Apagar la unidad de control

#### Procedimiento

1. **Ruta de menú:** *Tecla de robot > Apagar*
2. Seleccionar las opciones deseadas.
   *Se requieren derechos de usuario especiales.*
3. Pulsar en **PC de control apagado** o **Iniciar de nuevo el PC de control**.
4. Responder **SÍ** a la pregunta de seguridad. El System Software se finaliza y se vuelve a iniciar dependiendo de la opción seleccionada.



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

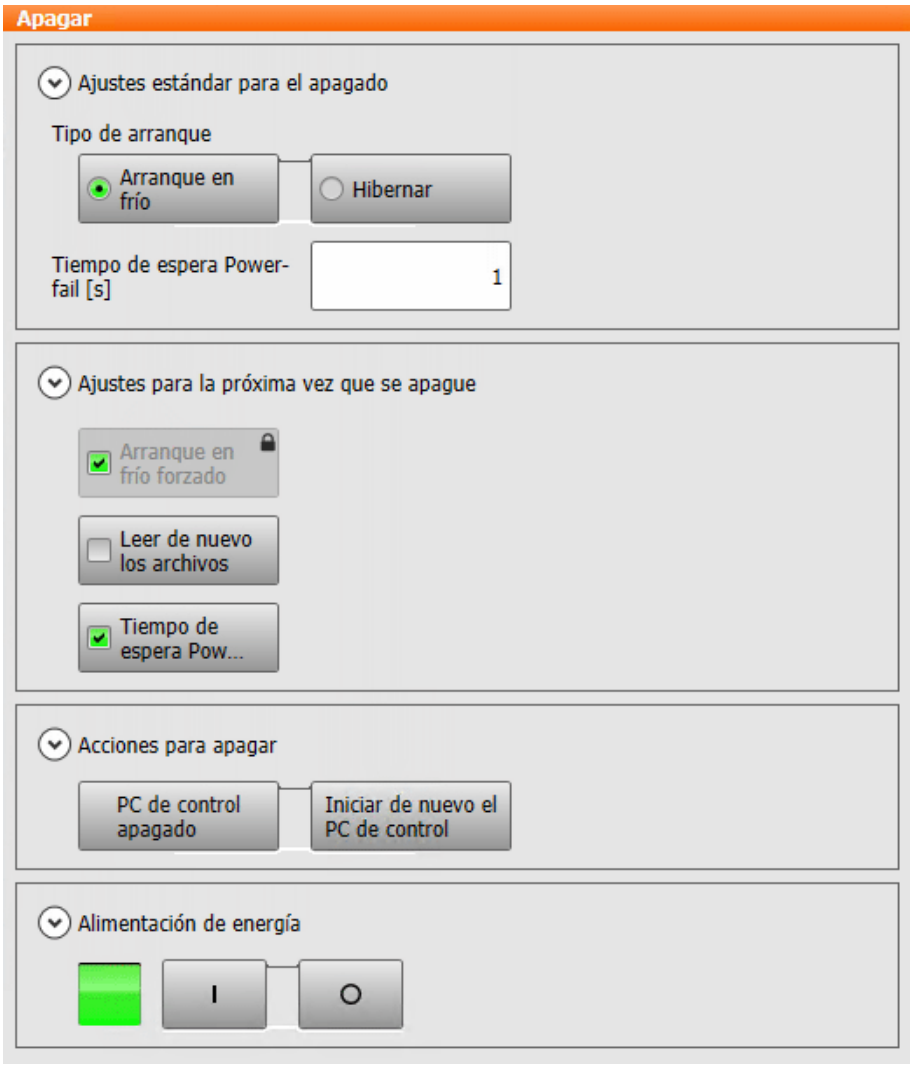



**Fig. 56-3: Ventana Apagar**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | **Ajuste estándar para el apagado**<br>*Los ajustes definen el comportamiento estándar durante el apagado.* |
| | • **Arranque en frío**<br>Después de un arranque en frío la unidad de control del robot muestra el navegador. No hay ningún programa seleccionado. La unidad de control del robot se está reiniciando, es decir, todas las salidas de usuario se ponen en FALSE. Se tienen en cuenta los archivos XML modificados.<br>• **Hibernar**<br>Después de un arranque con hibernación, se puede continuar el programa del robot previamente seleccionado. El estado del sistema básico como, programas, puntero de paso, contenido de las variables y las salidas, se restaura por completo.<br>• **Tiempo de espera Power-off [s]**<br>Cuando la unidad de control se desconecta con el interruptor principal, se apaga tras transcurrir el tiempo de espera aquí fijado.<br>• **Tiempo de espera Power-fail [s]**<br>Para las instalaciones que no cuentan con una alimentación de red fiable, indicación en [s] sin alimentación de tensión en la que se fuerza el apagado de la unidad de control. |
| 2 | **Ajustes para la próxima vez que se apague**<br>*Los ajustes definen el comportamiento solamente para la siguiente desconexión.*<br>*Tras el arranque, de nuevo se aplican los ajustes estándar.* |
| | • **Arranque en frío forzado**<br>La unidad de control del robot se apaga y seguidamente se reinicia con un arranque en frío.<br>• **Leer de nuevo los archivos**<br>– Si se han modificado archivos XML en la unidad de control, por ejemplo, mediante la activación de proyectos, modificación de la configuración de red, etc. hay que activar este ajuste. En el menú de configuración suele aparecer por lo general la indicación correspondiente.<br>– Solo está disponible si se seleccionó arranque en frío o forzar arranque en frío.<br>• **Tiempo de espera Power-off**<br>Activación del tiempo de espera de Power-off indicado en (1)<br>• **Tiempo de espera Power-fail**<br>Activación del tiempo de espera de Power-fail indicado en (1) |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 3 | **Acciones para apagar**<br>*Acciones para apagar o reiniciar. Este tipo de apagado del sistema protege la batería.* |
| | • **PC de control apagado**<br>La unidad de control del robot se apaga. El interruptor principal está en posición CON. y el LED de reposo parpadea en el CSP.<br>• **Iniciar de nuevo el PC de control**<br>La unidad de control del robot se apaga sin activar el interruptor principal y se reinicia con un arranque en frío. |
| 4 | **Bus de accionamiento**<br>*Activación/desactivación del bus de accionamiento* |
| | **Con. «» Desc.**<br>• Verde: El bus de accionamiento está encendido.<br>• Rojo: El bus de accionamiento está apagado.<br>• Gris: El estado del controlador es desconocido. |

## 56.3 Conocer el libro de protocolo

### Descripción

Todas las manipulaciones de la unidad de control, los mensajes de error y los estados se registran en un protocolo.

Cada resultado incluye una marca de tiempo y un número correlativo.

El protocolo no puede borrarse.




**Fig. 56-4: Libro de protocolo**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

### 56.3.1 Abrir y utilizar el libro de protocolo

**Procedimiento**

1. **Ruta de menú:** *Botón KUKA* > *Diagnóstico* > *Protocolo* > *Visualizar*

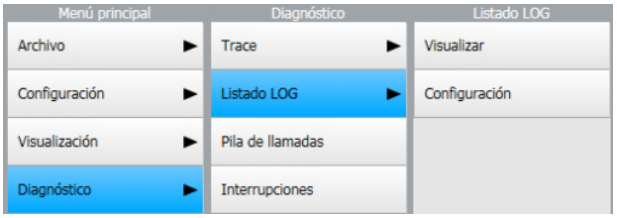



**Fig. 56-5: Mostrar y configurar el protocolo**

2. El protocolo se visualiza en el smartPAD.

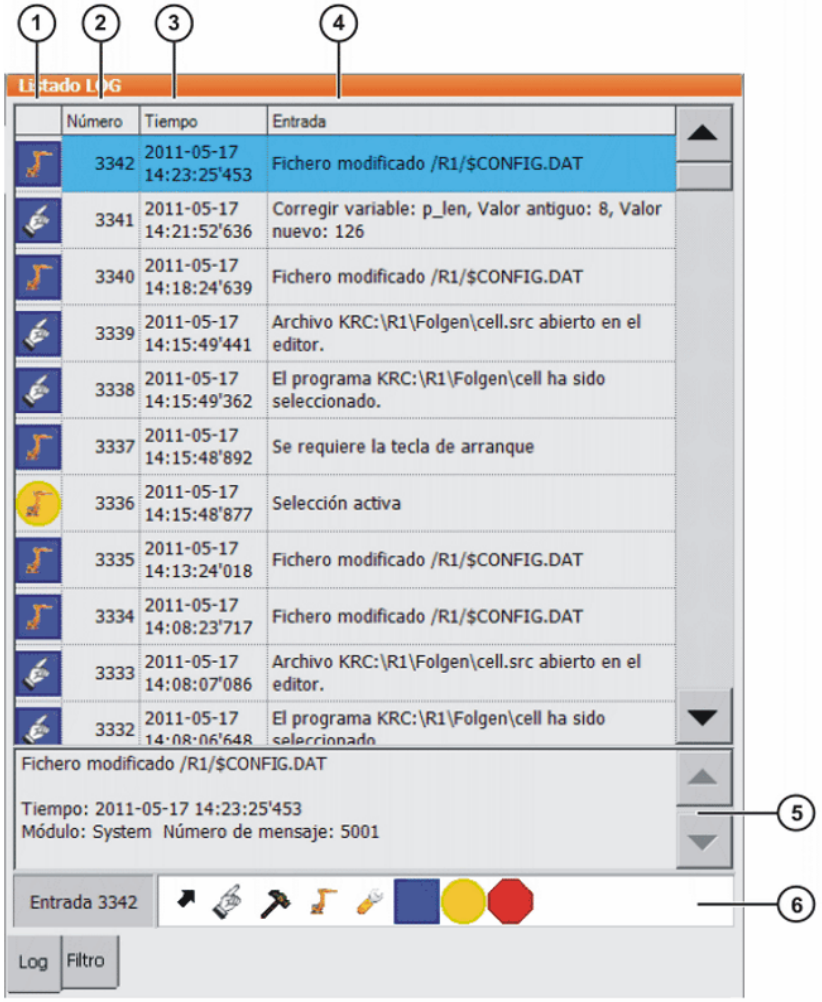



**Fig. 56-6: Protocolo, tarjeta de registro Log**

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 1 | Tipo de incidencia Log<br>Los distintos tipos de filtro están en un listado de la pestaña **Filtro**. |
| 2 | Número de incidencia Log |
| 3 | Fecha y hora de la incidencia Log |
| 4 | Breve descripción de la incidencia Log |



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

| Pos. | Descripción |
|---|---|
| 5 | Descripción detallada de la incidencia Log marcada |
| 6 | Visualización del filtro activo |

**Filtrado de incidencias Log**

En la pestaña Filtros se pueden ajustar las entradas del protocolo que se pueden visualizar.

Las entradas con relevancia se marcarán con el ratón.




**Fig. 56-7: Protocolo, tarjeta de registro Filtro**

## 56.3.2 Exportación de protocolo

**Descripción**

- El estado actual del protocolo se puede exportar a un archivo de texto.
- La función de exportación no afecta al contenido del protocolo de la unidad de control.

**Procedimiento**

1. Se necesita, como mínimo, el grupo de usuario **Usuario**.
2. En el ajuste estándar, para la función de exportación se necesita, como mínimo, el grupo de usuario Experto.
3. **Ruta de menú:** *Diagnóstico* > *Protocolo* > *Configuración*



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

4. Configurar los parámetros de exportación.

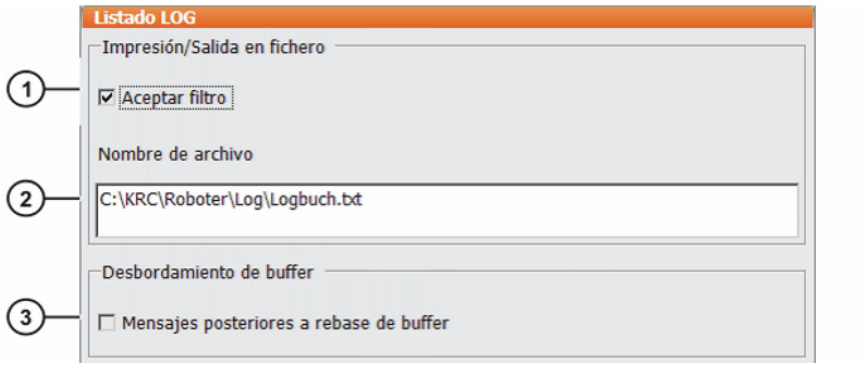



**Fig. 56-8: Ventana Configuración del listado LOG**

| | |
|---|---|
| 1 | Realizar los ajuste del filtro para la edición. Si no hay ninguna marca de verificación, la edición no está filtrada. |
| 2 | Ruta del archivo de texto. |
| 3 | Los datos del log que se han borrado por el desbordamiento de la memoria intermedia aparecen en gris en el fichero de texto. |

5. Usar el botón **OK** para guardar la configuración y cerrar la ventana.
6. Pasar a la visualización del protocolo
   **Ruta de menú:** *Botón KUKA* > *Diagnóstico* > *Protocolo* > *Visualizar*
7. **Exportar** el protocolo usando el botón (1) con el mismo nombre.




**Fig. 56-9: Exportación de protocolo**



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

# Índice

Pieza de trabajo guiada por robot.....382
Pieza guiada por robot..... 383

## A

Abandonar la celda de formación..... 36
Acceso a la celda de formación.....33
Activar la configuración de seguridad..... 521
Activar proyecto.....519
Acuerdos.....417
Administración de herramientas y bases.... 127
Administración de proyectos avanzada
smartPAD.....522
Ajuste.....100
Apagar la unidad de control..... 528
Apagar la unidad de control a través del
software..... 528
Aproximación: SCIRC.....249
Aproximación: SLIN.....249
Ayuda.....510

## B

Barra de menús.....510
Barras de botones.....510
Bloque spline.....295
Bucle de conteo..... 441, 442, 444
Bucle sinfin.....434, 435
Bucle sinfín.....434
Bucle, finito.....451, 452
Bucle, infinito.....459, 460
Bucles..... 433

## C

Cambiar modo de servicio.....51
Carga adicional en el robot..... 137
Cargas sobre el robot..... 135
Caso de incendio..... 32
Catálogos (ventana)..... 511
Comando de salto..... 490, 491
Componentes del robot.....14
Comportamiento..... 36
Comprobar la garra
Formulario inline.....293
Configurar la carga adicional en el robot... 139
Conocer el desplazamiento manual
incremental..... 77
Conocer el sistema de coordenadas Base. 174
Conocer las ventajas de las herramientas
medidas..... 144
Consultas.....469–471
Creación.....219
Creación de programas
Encontrar el error en el programa y
subsanarlo..... 401

## D

Datos de carga de la herramienta..... 136
DECL.....419, 422
Declaración.....422
Desplazamiento incremental del robot..... 78
Desplazamiento manual, Tool..... 169
Desplazamientos manuales específicos del
eje..... 54
Desplazamientos manuales, universales.....67
Dispositivo de liberación..... 60
Distribuidor SWITCH-CASE..... 480
Distribuidores (SWITCH-CASE)..... 480
Distribuidores (SWITCH - CASE)..... 482
Documentación del sistema de robot.....39

## E

Estructura del proyecto (ventana).....511

## F

Fold..... 411
Formulario inline.....221
Funciones estándar.....429

## G

Gestión de datos en KRL.....417
GOTO.....490, 491
Grupos de usuarios.....93
cambiar.....94, 96

## H

Herramienta fija.....377, 378
Herramientas guiadas por robot..... 144

## I

Incremento.....79
Indicaciones de seguridad..... 32
Indicaciones generales de seguridad.....33
Inicialización.....424
Inicio del programa.....198
Instrucciones de movimiento.....219
Introducción al nivel del experto.....395

## K

KUKA Xpert..... 39
Registro.....41
utilizar.....43

## L

Leer e interpretar mensajes.....47
Libro de protocolo.....531, 532
Lógica, general.....319



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding

## M

Manipulación..... 428, 429
Medición..... 377, 378, 382, 383
Medir una herramienta.....146
Mensaje de confirmación..... 46
Mensaje de diálogo.....46
Mensaje de espera.....46
Mensaje de estado.....46
Mensaje de observación..... 46
Mensajes (ventana)..... 511
Mensajes en el smartPAD..... 45
Modificar, instrucciones de movimiento.....258
Modos de servicio
  Conocer..... 49
  Función y utilización.....50
Mover ejes del robot individualmente.....54
Movimiento CIRC..... 237
Movimiento de avance.....419
Movimiento LIN.....237
Movimiento spline.....295

## N

Nociones básicas sobre robots..... 13

## O

Operaciones de bit.....428
Operaciones de comparación.....428
Operaciones lógicas.....428

## P

Palabra clave.....419
Parada condicionada.....363
Posición de pánico.....55
Posición de robot
  Visualización.....87
Posición del robot
  smartPAD.....89
Principio..... 100
Prioridad.....431
Programa de robot.....194, 196
  seleccionar.....195
Programa, borrar..... 209
Programa: cambiar nombre.....211
Programa: duplicar..... 210
Programación lógica
  lógica simple.....323
Programación, TCP externo.....393
Propiedades (ventana)..... 511
Proyecto, inactivo..... 524
Punto de la raíz de la muñeca..... 253, 254

## R

Ramificación..... 469–471
Robroot..... 63

## S

Salto.....490
Sangrar..... 410
Seguridad del robot.....37
Selección de paso.....316
Señales de la garra..... 286
Sistema de coordenadas Base.....63
Sistema de coordenadas Flange.....63
Sistema de coordenadas Tool.....63, 167
Sistema de coordenadas Welt.....63
Sistema de coordenadas World.....63
Sistemas de coordenadas.....63
smartPAD-2.....22
SPTP – Desarrollo del movimiento..... 223
Sustancias estupefacientes.....36

## T

Tipos de cálculo básicos.....428
tipos de datos simples..... 421

## V

Variables.....417, 422

## W

WHILE..... 451, 452
WorkVisual
  Conexión a la unidad de control..... 509
  guardar localmente.....513
  instalar..... 506
  Modos..... 514
  presentación..... 505
  Transmitir/instalar proyecto..... 514
  Vista general.....510
  Cargar proyecto.....511
WorkVisual portátil.....506

## Z

Zonas de trabajo (ventana).....511



Alvaro Abadía, Gala Gar, S.L. - Synerbot Welding