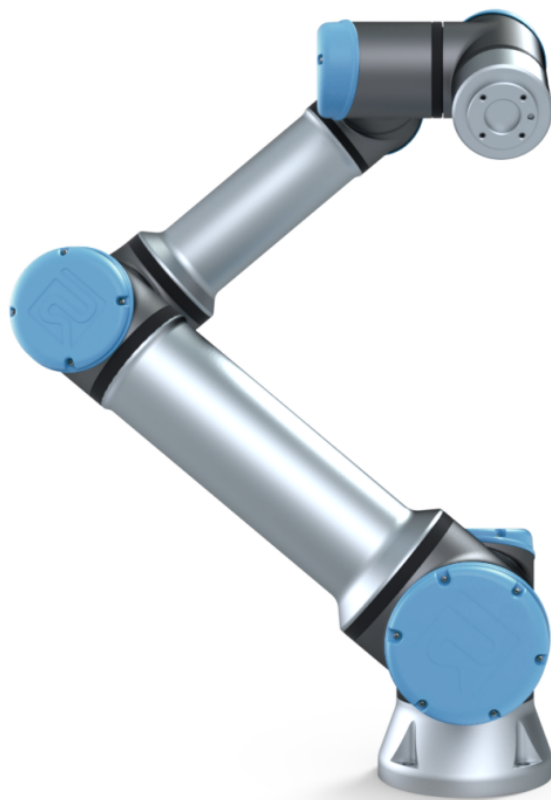




# UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series  
Manual de usuario



UR16e

Traducción de las instrucciones originales (es)





# UNIVERSAL ROBOTS

## Universal Robots e-Series Manual de usuario

UR16e

Versión 5.5

Traducción de las instrucciones originales (es)

La información incluida aquí es propiedad de Universal Robots A/S y no se debe reproducir total ni parcialmente sin el consentimiento previo por escrito de Universal Robots A/S. La información aquí incluida está sujeta a cambios sin previo aviso y no se debe interpretar de modo que constituya una obligación por parte de Universal Robots A/S. El presente manual se somete a revisiones periódicas.

Universal Robots A/S no asume responsabilidad alguna por los errores u omisiones presentes en este documento.

Copyright © 2009–2019 de Universal Robots A/S

El logotipo de Universal Robots es una marca comercial registrada de Universal Robots A/S.

# Índice general

|                                                      |                 |
|------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Prefacio</b>                                      | <b>IX</b>       |
| Contenido de las cajas . . . . .                     | X               |
| Aviso de seguridad importante . . . . .              | X               |
| Cómo leer este manual . . . . .                      | X               |
| Dónde encontrar más información . . . . .            | X               |
| UR+ . . . . .                                        | XI              |
| <br><b>I Manual de instalación del hardware</b>      | <br><b>I-1</b>  |
| <b>1 Seguridad</b>                                   | <b>I-3</b>      |
| 1.1 Introducción . . . . .                           | I-3             |
| 1.2 Validez y responsabilidad . . . . .              | I-3             |
| 1.3 Limitación de responsabilidad . . . . .          | I-4             |
| 1.4 Símbolos de advertencia de este manual . . . . . | I-4             |
| 1.5 Advertencias y precauciones generales . . . . .  | I-5             |
| 1.6 Uso previsto . . . . .                           | I-8             |
| 1.7 Evaluación de riesgos . . . . .                  | I-8             |
| 1.8 Evaluación previa al uso . . . . .               | I-10            |
| 1.9 Parada de emergencia . . . . .                   | I-11            |
| 1.10 Movimiento sin fuerza motriz . . . . .          | I-11            |
| <br><b>2 Interfaces y funciones de seguridad</b>     | <br><b>I-13</b> |
| 2.1 Introducción . . . . .                           | I-13            |
| 2.2 Categorías de parada . . . . .                   | I-14            |
| 2.3 Funciones de seguridad configurables . . . . .   | I-14            |
| 2.4 Función de seguridad . . . . .                   | I-18            |
| 2.5 Modos . . . . .                                  | I-19            |
| <br><b>3 Transporte</b>                              | <br><b>I-21</b> |
| <br><b>4 Interfaz mecánica</b>                       | <br><b>I-23</b> |
| 4.1 Introducción . . . . .                           | I-23            |
| 4.2 Espacio de trabajo del robot . . . . .           | I-23            |
| 4.3 Montaje . . . . .                                | I-23            |
| 4.4 Carga máxima . . . . .                           | I-27            |
| <br><b>5 Interfaz eléctrica</b>                      | <br><b>I-29</b> |
| 5.1 Introducción . . . . .                           | I-29            |
| 5.1.1 Soporte de la caja de control . . . . .        | I-29            |
| 5.2 Ethernet . . . . .                               | I-29            |
| 5.3 Advertencias y precauciones eléctricas . . . . . | I-30            |
| 5.4 E/S de controlador . . . . .                     | I-32            |

|          |                                                                                   |             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 5.4.1    | Especificaciones comunes para todas las E/S digitales . . . . .                   | I-33        |
| 5.4.2    | E/S de seguridad . . . . .                                                        | I-34        |
| 5.4.3    | E/S digitales de uso general . . . . .                                            | I-38        |
| 5.4.4    | Entradas digitales desde un botón . . . . .                                       | I-39        |
| 5.4.5    | Comunicación con otras máquinas o PLC . . . . .                                   | I-39        |
| 5.4.6    | E/S analógicas de uso general . . . . .                                           | I-39        |
| 5.4.7    | Control remoto del encendido y el apagado . . . . .                               | I-41        |
| 5.5      | Conexión a la red de suministro . . . . .                                         | I-42        |
| 5.6      | Conexión al robot . . . . .                                                       | I-43        |
| 5.7      | E/S de herramienta . . . . .                                                      | I-44        |
| 5.7.1    | Suministro eléctrico de la herramienta . . . . .                                  | I-45        |
| 5.7.2    | Salidas digitales de la herramienta . . . . .                                     | I-46        |
| 5.7.3    | Entradas digitales de la herramienta . . . . .                                    | I-47        |
| 5.7.4    | Entrada analógica de la herramienta . . . . .                                     | I-47        |
| 5.7.5    | E/S de comunicación de la herramienta . . . . .                                   | I-48        |
| <b>6</b> | <b>Mantenimiento y reparaciones</b>                                               | <b>I-51</b> |
| 6.1      | Instrucciones de seguridad . . . . .                                              | I-51        |
| <b>7</b> | <b>Eliminación y entorno</b>                                                      | <b>I-53</b> |
| <b>8</b> | <b>Certificaciones</b>                                                            | <b>I-55</b> |
| 8.1      | Certificación de terceros . . . . .                                               | I-55        |
| 8.2      | Certificación de terceros de proveedor . . . . .                                  | I-56        |
| 8.3      | Certificación de prueba de fabricante . . . . .                                   | I-56        |
| 8.4      | Declaraciones según directivas de la UE . . . . .                                 | I-56        |
| <b>9</b> | <b>Garantías</b>                                                                  | <b>I-57</b> |
| 9.1      | Garantía del producto . . . . .                                                   | I-57        |
| 9.2      | Descargo de responsabilidad . . . . .                                             | I-58        |
| <b>A</b> | <b>Tiempo de parada y distancia de parada</b>                                     | <b>I-59</b> |
| <b>B</b> | <b>Declaraciones y certificados</b>                                               | <b>I-63</b> |
| B.1      | EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010 . . . . . | I-63        |
| B.2      | Declaración de incorporación de CE/EU (traducción del original) . . . . .         | I-65        |
| B.3      | Certificado del sistema de seguridad . . . . .                                    | I-67        |
| B.4      | China RoHS . . . . .                                                              | I-69        |
| B.5      | Certificado de pruebas medioambientales . . . . .                                 | I-70        |
| B.6      | Certificado de pruebas de CEM . . . . .                                           | I-71        |
| <b>C</b> | <b>Normas aplicadas</b>                                                           | <b>I-73</b> |
| <b>D</b> | <b>Especificaciones técnicas</b>                                                  | <b>I-79</b> |
| <b>E</b> | <b>Tablas de funciones de seguridad</b>                                           | <b>I-81</b> |
| E.1      | Tabla 1 . . . . .                                                                 | I-81        |
| E.2      | Tabla 2 . . . . .                                                                 | I-86        |

|           |                                                               |              |
|-----------|---------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>II</b> | <b>Manual de PolyScope</b>                                    | <b>II-1</b>  |
| <b>10</b> | <b>Introducción</b>                                           | <b>II-3</b>  |
| 10.1      | Aspectos básicos de PolyScope . . . . .                       | II-3         |
| 10.1.1    | Iconos/pestañas de encabezado . . . . .                       | II-3         |
| 10.1.2    | Botones de pie de página . . . . .                            | II-5         |
| 10.2      | Pantalla Inicio . . . . .                                     | II-5         |
| <b>11</b> | <b>Inicio rápido</b>                                          | <b>II-7</b>  |
| 11.1      | Elementos básicos del brazo robótico . . . . .                | II-7         |
| 11.1.1    | Instalación del brazo robótico y la caja de control . . . . . | II-7         |
| 11.1.2    | Encendido y apagado de la caja de control . . . . .           | II-8         |
| 11.1.3    | Encendido y apagado del brazo robótico . . . . .              | II-8         |
| 11.1.4    | Inicialización del brazo robótico . . . . .                   | II-9         |
| 11.2      | Arranque rápido de sistema . . . . .                          | II-9         |
| 11.3      | El primer programa . . . . .                                  | II-10        |
| 11.4      | Registro de robot y archivos de Licencia URCap . . . . .      | II-11        |
| <b>12</b> | <b>Selección de modo operativo</b>                            | <b>II-13</b> |
| 12.1      | Modos operativos . . . . .                                    | II-13        |
| 12.2      | Dispositivo activador de tres posiciones . . . . .            | II-15        |
| 12.2.1    | Alta velocidad manual . . . . .                               | II-15        |
| <b>13</b> | <b>Configuración de seguridad</b>                             | <b>II-17</b> |
| 13.1      | Elementos básicos de los ajustes de seguridad . . . . .       | II-17        |
| 13.1.1    | Acceder a la configuración de seguridad . . . . .             | II-17        |
| 13.1.2    | Establecer una contraseña de seguridad . . . . .              | II-18        |
| 13.1.3    | Cambiar la configuración de seguridad . . . . .               | II-18        |
| 13.1.4    | Aplicar la nueva configuración de seguridad . . . . .         | II-19        |
| 13.1.5    | Suma de comprobación de seguridad . . . . .                   | II-19        |
| 13.2      | Configuración del menú de seguridad . . . . .                 | II-19        |
| 13.2.1    | Límites del robot . . . . .                                   | II-19        |
| 13.2.2    | Modos de seguridad . . . . .                                  | II-21        |
| 13.2.3    | Tolerancias . . . . .                                         | II-22        |
| 13.2.4    | Límites de eje . . . . .                                      | II-22        |
| 13.2.5    | Planos . . . . .                                              | II-23        |
| 13.2.6    | Movimiento libre . . . . .                                    | II-25        |
| 13.2.7    | Retroceso . . . . .                                           | II-26        |
| 13.2.8    | Posición herramienta . . . . .                                | II-26        |
| 13.2.9    | Dirección de herramienta . . . . .                            | II-28        |
| 13.2.10   | E/S . . . . .                                                 | II-30        |
| 13.2.11   | Hardware . . . . .                                            | II-32        |
| 13.2.12   | Posición Origen seguro . . . . .                              | II-32        |
| <b>14</b> | <b>Pestaña Ejecutar</b>                                       | <b>II-35</b> |
| 14.1      | Programa . . . . .                                            | II-35        |
| 14.2      | Variables . . . . .                                           | II-35        |
| 14.3      | Tiempo de funcionamiento del robot . . . . .                  | II-36        |

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| 14.4 Poner robot en posición . . . . . | II-36 |
|----------------------------------------|-------|

## **15 Ficha Programa II-39**

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 15.1 Árbol de programa . . . . .                                   | II-39 |
| 15.1.1 Indicación de ejecución de programa . . . . .               | II-40 |
| 15.1.2 Botón de búsqueda . . . . .                                 | II-40 |
| 15.1.3 Barra de herramientas del árbol de programa . . . . .       | II-40 |
| 15.1.4 Editor de expresión . . . . .                               | II-41 |
| 15.1.5 Inicie un programa desde un nodo seleccionado . . . . .     | II-41 |
| 15.2 Pestaña Comando . . . . .                                     | II-42 |
| 15.3 Ficha Gráficos . . . . .                                      | II-44 |
| 15.4 Ficha Variables . . . . .                                     | II-45 |
| 15.5 Nodos de programa básico . . . . .                            | II-45 |
| 15.5.1 Mover . . . . .                                             | II-45 |
| 15.5.2 Dirección . . . . .                                         | II-55 |
| 15.5.3 Esperar . . . . .                                           | II-58 |
| 15.5.4 Ajustar . . . . .                                           | II-59 |
| 15.5.5 Aviso . . . . .                                             | II-60 |
| 15.5.6 Detener . . . . .                                           | II-60 |
| 15.5.7 Comentario . . . . .                                        | II-61 |
| 15.5.8 Carpeta . . . . .                                           | II-61 |
| 15.6 Nodos de programa avanzado . . . . .                          | II-62 |
| 15.6.1 Bucle . . . . .                                             | II-62 |
| 15.6.2 If . . . . .                                                | II-62 |
| 15.6.3 Subprograma . . . . .                                       | II-64 |
| 15.6.4 Asignación . . . . .                                        | II-65 |
| 15.6.5 Script . . . . .                                            | II-65 |
| 15.6.6 Evento . . . . .                                            | II-66 |
| 15.6.7 Subproceso . . . . .                                        | II-66 |
| 15.6.8 Atornillado . . . . .                                       | II-67 |
| 15.6.9 Interruptor . . . . .                                       | II-69 |
| 15.6.10 Temporizador . . . . .                                     | II-70 |
| 15.6.11 Origen . . . . .                                           | II-71 |
| 15.7 Plantillas . . . . .                                          | II-71 |
| 15.7.1 Paletizar . . . . .                                         | II-71 |
| 15.7.2 Búsqueda . . . . .                                          | II-78 |
| 15.7.3 Fuerza . . . . .                                            | II-80 |
| 15.7.4 Seguimiento del transportador . . . . .                     | II-83 |
| 15.8 URCaps . . . . .                                              | II-84 |
| 15.8.1 Configuración URCap PCH remoto . . . . .                    | II-84 |
| 15.8.2 Configurar el PCHR a partir de una Característica . . . . . | II-84 |
| 15.8.3 Tipos de movimiento PCH remoto . . . . .                    | II-85 |

## **16 Pestaña Instalación II-87**

|                                             |       |
|---------------------------------------------|-------|
| 16.1 Registros . . . . .                    | II-87 |
| 16.1.1 Configuración de PCH . . . . .       | II-87 |
| 16.1.2 Carga y centro de gravedad . . . . . | II-89 |

|           |                                                                                |               |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 16.1.3    | Montaje . . . . .                                                              | II-91         |
| 16.1.4    | Config. E/S . . . . .                                                          | II-92         |
| 16.1.5    | Variables . . . . .                                                            | II-94         |
| 16.1.6    | Arranque . . . . .                                                             | II-95         |
| 16.1.7    | E/S de la herramienta . . . . .                                                | II-96         |
| 16.1.8    | Transición fluida entre modos de seguridad . . . . .                           | II-97         |
| 16.1.9    | Origen . . . . .                                                               | II-98         |
| 16.1.10   | Configuración del seguimiento del transportador . . . . .                      | II-98         |
| 16.1.11   | Configuración del atornillado . . . . .                                        | II-99         |
| 16.2      | Seguridad . . . . .                                                            | II-102        |
| 16.3      | Funciones . . . . .                                                            | II-102        |
| 16.3.1    | Utilizar una función . . . . .                                                 | II-103        |
| 16.3.2    | Añadir punto . . . . .                                                         | II-104        |
| 16.3.3    | Añadir línea . . . . .                                                         | II-104        |
| 16.3.4    | Función de plano . . . . .                                                     | II-105        |
| 16.3.5    | Ejemplo: actualizar manualmente una función para ajustar un programa . . . . . | II-106        |
| 16.3.6    | Ejemplo: actualizar de forma dinámica una pose de función . . . . .            | II-107        |
| 16.4      | Bus de campo . . . . .                                                         | II-108        |
| 16.4.1    | Config. E/S del cliente MODBUS . . . . .                                       | II-108        |
| 16.4.2    | Ethernet/IP . . . . .                                                          | II-111        |
| <b>17</b> | <b>Ficha Mover</b>                                                             | <b>II-113</b> |
| 17.1      | Mover herram. . . . .                                                          | II-113        |
| 17.2      | Robot . . . . .                                                                | II-113        |
| 17.3      | Posición herramienta . . . . .                                                 | II-114        |
| 17.3.1    | Pantalla de editor de pose . . . . .                                           | II-114        |
| 17.4      | Posición de la junta . . . . .                                                 | II-116        |
| <b>18</b> | <b>Ficha E/S</b>                                                               | <b>II-119</b> |
| 18.1      | Robot . . . . .                                                                | II-119        |
| 18.2      | MODBUS . . . . .                                                               | II-120        |
| <b>19</b> | <b>Ficha Registro</b>                                                          | <b>II-123</b> |
| 19.1      | Lecturas y carga articular . . . . .                                           | II-123        |
| 19.2      | Registro de fecha . . . . .                                                    | II-123        |
| 19.3      | Guardar informes de error . . . . .                                            | II-123        |
| <b>20</b> | <b>Gestor de programas e instalaciones</b>                                     | <b>II-125</b> |
| 20.1      | Abrir... . . . .                                                               | II-125        |
| 20.2      | Nuevo... . . . .                                                               | II-126        |
| 20.3      | Guardar... . . . .                                                             | II-127        |
| 20.4      | Gestor de archivos . . . . .                                                   | II-127        |
| <b>21</b> | <b>Menú Hamburguesa</b>                                                        | <b>II-129</b> |
| 21.1      | Ayuda . . . . .                                                                | II-129        |
| 21.2      | Acerca de . . . . .                                                            | II-129        |
| 21.3      | Ajustes . . . . .                                                              | II-129        |
| 21.3.1    | Preferencias . . . . .                                                         | II-129        |

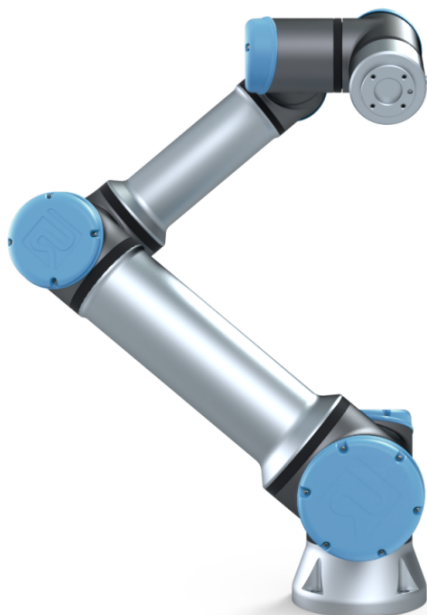


|        |                                          |        |
|--------|------------------------------------------|--------|
| 21.3.2 | Contraseña . . . . .                     | II-130 |
| 21.4   | Sistema . . . . .                        | II-130 |
| 21.4.1 | Copia de seguridad y restaurar . . . . . | II-130 |
| 21.4.2 | Actualizar . . . . .                     | II-131 |
| 21.4.3 | Red . . . . .                            | II-131 |
| 21.4.4 | Gestionar URCaps . . . . .               | II-131 |
| 21.4.5 | Control remoto . . . . .                 | II-132 |
| 21.5   | Apagar robot . . . . .                   | II-133 |

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| <b>Glosario</b> | <b>II-135</b> |
|-----------------|---------------|

|               |               |
|---------------|---------------|
| <b>Índice</b> | <b>II-137</b> |
|---------------|---------------|

# Prefacio



Enhorabuena por la compra de su nuevo robot Universal Robots e-Series UR16e.

El robot puede programarse para mover una herramienta y comunicarse con otras máquinas por medio de señales eléctricas. Es un brazo compuesto por juntas y tubos de aluminio extruido.

Con nuestra interfaz de programación patentada, PolyScope, es fácil programar el robot para mover la herramienta en la trayectoria deseada.

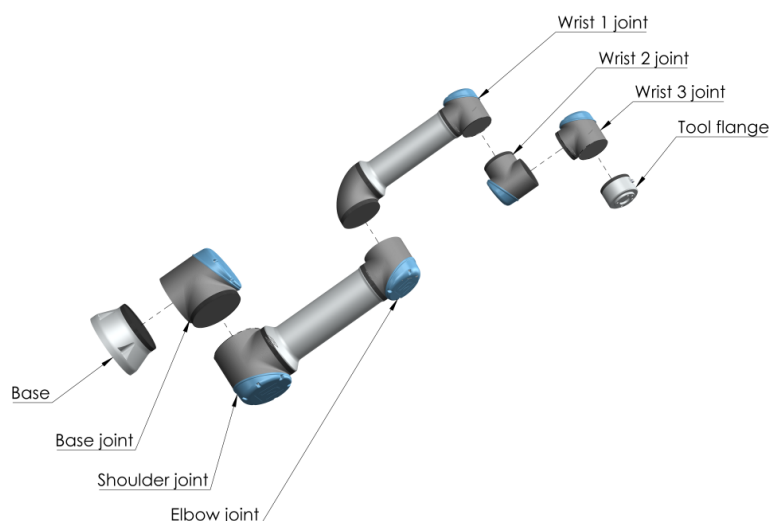


Figura 1: Las juntas, la base y la brida de herramienta del brazo robótico.

Con seis juntas y un amplio alcance de flexibilidad, los brazos robóticos de colaboración de Universal Robots e-Series están diseñados para imitar el rango de movimiento de un brazo hu-

mano. Con nuestra interfaz de programación patentada, PolyScope, es fácil programar el robot para mover herramientas y comunicarse con otras máquinas mediante señales eléctricas. La imagen 1 ilustra los componentes principales del brazo robótico y se puede utilizar como referencia para el manual.

---

## Contenido de las cajas

Cuando realiza un pedido de un robot, recibe dos cajas. Una contiene el brazo robótico, la otra contiene:

- Caja de control con consola portátil
- Soporte de instalación para la caja de control
- Soporte de montaje para la consola portátil
- Llave para abrir la caja de control
- Cable de alimentación o de suministro eléctrico compatible con su región
- Este manual

---

## Aviso de seguridad importante

El robot es una **máquina parcialmente completa** (consulte 8.4) y, como tal, es obligatoria una evaluación de riesgos para cada instalación del robot. Debe cumplir todas las instrucciones de seguridad en el capítulo 1.

---

## Cómo leer este manual

Este manual contiene instrucciones para instalar y programar el robot. El manual se compone de dos partes:

*Manual de instalación del hardware:* La instalación eléctrica y mecánica del robot.

*Manual de PolyScope:* Programación del robot.

Este manual está destinado al integrador de robot, que debe tener un nivel básico de formación eléctrica y mecánica, así como estar familiarizado con los conceptos de programación básicos.

---

## Dónde encontrar más información

La web del servicio técnico (<http://www.universal-robots.com/support>) contiene lo siguiente:

- Versiones de este manual en otros idiomas
- **Manual de PolyScope**
- El **manual de mantenimiento** con instrucciones para resolver problemas y ejecutar tareas de mantenimiento y reparación
- El **manual de scripts** para usuarios avanzados

## UR+

El sitio UR+ (<http://www.universal-robots.com/plus/>) es una sala de exposición en línea que ofrece productos vanguardistas para personalizar la aplicación de su robot de UR. Aquí podrá encontrar todo lo que necesita, desde efectores finales y accesorios hasta cámaras de visión y software. Todos los productos se someten a pruebas y reciben la aprobación para ser integrados con los robots de UR, garantizando una configuración sencilla, un funcionamiento fiable, una experiencia de usuario fluida y una programación sencilla. También puede utilizar el sitio para unirse al programa de desarrolladores de UR+ y tener acceso a nuestra nueva plataforma de software que le permite diseñar productos más intuitivos para los robots de UR.



## **Parte I**

# **Manual de instalación del hardware**



# 1 Seguridad

## 1.1 Introducción

Este capítulo contiene información importante sobre seguridad que el integrador de los robots Universal Robots e-Series debe leer y entender **antes** de encender al robot por primera vez.

En este capítulo, las primeras subsecciones son generales. Las siguientes subsecciones contienen información de ingeniería específicos para permitir la configuración y la programación del robot. El capítulo 2 describe y define las funciones relacionadas con la seguridad, especialmente relevantes para las aplicaciones colaborativas.

Las instrucciones y directrices proporcionadas en el capítulo 2 y la sección 1.7 son especialmente importantes.

Es fundamental respetar y seguir todas las directrices e instrucciones de montaje incluidas en otros capítulos y partes de este manual.

Debe prestarse especial atención al texto relacionado con los símbolos de advertencia.



### NOTA:

Universal Robots rechaza cualquier responsabilidad si el robot (caja de control del brazo o consola portátil) resulta dañado o si se cambia o modifica de cualquier forma. Universal Robots no es responsable ningún daño provocado al robot o a cualquier otro equipo debido a errores de programación o fallos de funcionamiento del robot.

## 1.2 Validez y responsabilidad

La información en el presente manual no cubre el diseño, instalación y funcionamiento de una aplicación robótica completa ni cubre el equipo periférico que pueda influir en la seguridad de todo el sistema. El sistema completo debe diseñarse e instalarse según los requisitos de seguridad establecidos en los estándares y normativas del país en el que se instale el robot.

Los integradores de robots e-Series de Universal Robots son los responsables de garantizar el cumplimiento de las leyes y normas de seguridad aplicables del país en cuestión, así como la eliminación de los peligros en la aplicación robótica completa. Esto incluye, pero no se limita a:

- Realizar una evaluación de riesgos para todo el sistema robótico
- Interconectar con otras máquinas y dispositivos de seguridad adicionales si así lo define la evaluación de riesgos
- Configurar los ajustes de seguridad adecuados en el software
- La garantía de que el usuario no modificará ninguna medida de seguridad
- Validar que el sistema robótico completo está diseñado e instalado correctamente
- Especificar las instrucciones de uso

- Marcar la instalación del robot con las señales relevantes y la información de contacto del integrador
- Recopilar toda la documentación en un documento técnico, incluida la evaluación de riesgos y el presente manual

### 1.3 Limitación de responsabilidad

Cualquier información de seguridad incluida en este manual no debe considerarse como una garantía, por parte de UR, de que el manipulador industrial no causará lesiones o daños, aunque el manipulador industrial cumpla todas las instrucciones de seguridad.

### 1.4 Símbolos de advertencia de este manual

Los símbolos a continuación definen las leyendas que especifican los niveles de peligro utilizados en el presente manual. En el producto se utilizan los mismos símbolos de advertencia.



PELIGRO:

Esto indica una situación eléctrica inminentemente peligrosa que, si no se evita, podría provocar la muerte o lesiones graves.



PELIGRO:

Esto indica una situación inminentemente peligrosa que, si no se evita, podría provocar la muerte o lesiones graves.



ADVERTENCIA:

Esto indica una situación eléctrica posiblemente peligrosa que, si no se evita, podría provocar lesiones o daños importantes en el equipo.



ADVERTENCIA:

Esto indica una situación posiblemente peligrosa que, si no se evita, podría provocar lesiones o daños importantes en el equipo.



ADVERTENCIA:

Esto indica una superficie caliente posiblemente peligrosa que, si se toca, podría provocar lesiones.



PRECAUCIÓN:

Esto indica una situación que, si no se evita, podría provocar daños en el equipo.

## 1.5 Advertencias y precauciones generales

La presente sección contiene algunas advertencias y precauciones generales que pueden repetirse o explicarse en diferentes apartados del presente manual. En este manual se presentan otras advertencias y precauciones.



**PELIGRO:**

Asegúrese de instalar el robot y todos los equipos eléctricos según las especificaciones y advertencias indicadas en los capítulos 4 y 5.



**ADVERTENCIA:**

1. Asegúrese de que brazo robótico y herramienta/efector final estén atornillados de manera correcta y segura en su lugar.
2. Asegúrese de que el brazo robótico tenga espacio suficiente para funcionar libremente.
3. Asegúrese de que se hayan establecido las medidas de seguridad y/o parámetros de configuración de seguridad del robot para proteger tanto a programadores y operadores como a transeúntes, tal como se definan en la evaluación de riesgos.
4. No lleve ropa holgada ni joyas cuando trabaje con el robot. Asegúrese de recogerse el pelo si lo tiene largo cuando trabaje con el robot.
5. No utilice el robot si está dañado, por ejemplo, si los tapones de la junta están sueltos, rotos o se han retirado.
6. Si el software indica que se ha producido un error, active inmediatamente la parada de emergencia, anote las condiciones que han provocado el error, busque los códigos de error correspondientes en la pantalla de registro y póngase en contacto con su proveedor.
7. No conecte ningún equipo de seguridad a la E/S estándar. Use únicamente E/S de seguridad.
8. Asegúrese de utilizar los ajustes de instalación correctos (por ejemplo, el ángulo de montaje del robot, la masa en el PCH, la compensación del PCH o la configuración de seguridad). Guarde y cargue el archivo de instalación junto con el programa.
9. La función movimiento libre solo se utilizará en instalaciones en las que lo permita la evaluación de riesgos.
10. Las herramientas, los efectores finales y los obstáculos no deben tener bordes afilados ni puntos de enganche.
11. Asegúrese de advertir a todas las personas de que mantengan las cabezas y los rostros alejados del alcance del robot en funcionamiento o del robot a punto de funcionar.
12. Tenga cuidado con el movimiento del robot cuando utilice la consola portátil.
13. Si lo determina la evaluación de riesgos, no entre en la zona de seguridad del robot ni toque el robot cuando el sistema esté en funcionamiento.

13. Combinar diferentes máquinas puede aumentar los peligros o crear peligros nuevos. Realice siempre una evaluación de riesgos general de la instalación completa. Dependiendo de la evaluación del riesgo, pueden ser aplicables diferentes niveles de seguridad funcional, como tales, cuando se necesitan diferentes niveles de rendimiento en seguridad y parada de emergencia, seleccione siempre el mayor nivel de rendimiento. Lea y entienda en todo momento los manuales de todos los equipos utilizados en la instalación.
14. Nunca modifique el robot. Las modificaciones podrían crear peligros imprevistos por el integrador. Todos los nuevos montajes autorizados deben llevarse a cabo según la versión más reciente de todos los manuales de servicio correspondientes.
15. Si el robot se adquiere con un módulo adicional (por ejemplo la interfaz euromap67), consulte el manual correspondiente a dicho módulo.
16. Asegúrese de que los usuarios del robot están informados de la ubicación del o los botones de parada de emergencia y han recibido formación para activar la parada de emergencia en caso de emergencia o de situaciones fuera de lo normal.

**ADVERTENCIA:**

1. El robot y su caja de controlador generan calor durante su funcionamiento. No manipule ni toque el robot mientras esté en funcionamiento o inmediatamente después de su funcionamiento dado que el contacto prolongado puede causar malestar. Puede consultar la temperatura en la pantalla de registro antes de manipular o tocar el robot, o puede enfriar el robot apagándolo y esperando una hora.
2. No introduzca nunca los dedos tras la cubierta interna de la caja del controlador.

**PRECAUCIÓN:**

1. Cuando el robot se combina o trabaja, con máquinas capaces de dañar el robot, se recomienda encarecidamente probar todas las funciones y el programa del robot por separado.
2. No exponga el robot a campos magnéticos permanentes. Los campos magnéticos muy fuertes pueden dañar el robot.

## 1.6 Uso previsto

Las unidades e-Series de Universal Robots son robots industriales diseñados para manipular herramientas/efectores finales y accesorios, o para procesar o transferir componentes o productos. Para obtener más información sobre las condiciones bajo las que debe utilizarse el robot, consulte los apéndices B y D.

Los robots e-Series de Universal Robots están equipados con funciones de seguridad especiales, diseñadas específicamente para permitir el funcionamiento colaborativo, según el cual el sistema robótico funciona sin vallas o junto con un ser humano.

El funcionamiento colaborativo solo está destinado a aplicaciones no peligrosas, en las que la aplicación completa, incluyendo la herramienta/efector final, la pieza de trabajo, los obstáculos y otras máquinas, no presenta peligros importantes según la evaluación de riesgos de la aplicación específica.

Cualquier uso o aplicación que se desvíe del uso previsto será considerado como uso inadecuado no permitido. Esto incluye, pero no se limita a:

- Uso en entornos posiblemente explosivos
- Uso en aplicaciones médicas e importantes para la vida
- Uso antes de una evaluación de riesgos
- Uso fuera de las especificaciones establecidas
- Uso como ayuda para trepar
- Funcionamiento fuera de los parámetros de funcionamiento permitidos



### ADVERTENCIA:

- Utilice este robot industrial de acuerdo con el uso previsto y las especificaciones facilitadas en el manual de usuario.
- El producto no está diseñado ni previsto para ser usado en lugares peligrosos o entornos explosivos.
- El producto no está diseñado ni previsto para aplicaciones médicas con contacto o proximidad a los pacientes.
- Queda prohibido cualquier uso o aplicación que se desvíe del uso previsto, de las especificaciones y de los certificados dado que el resultado podría ser muerte, lesión personal y/daños en la propiedad.

UNIVERSAL ROBOTS RECHAZA CUALQUIER GARANTÍA EXPRESA O IMPLÍCITA DE ADECUACIÓN DE CUALQUIER USO NO PREVISTO.

## 1.7 Evaluación de riesgos

Una de las cosas más importantes que el integrador necesita hacer es la evaluación de riesgos. En muchos países, esto es un requisito legal. El robot en sí es una máquina parcialmente completa, ya que la seguridad de la instalación del robot depende de cómo esté integrado el robot (por ejemplo, herramienta/efector final, obstáculos y otras máquinas).

## 1.7 Evaluación de riesgos

Se recomienda que el integrador utilice las normas ISO 12100 e ISO 10218-2 para realizar la evaluación de riesgos. Además, el integrador puede recurrir a la especificación técnica ISO/TS 15066 si desea obtener orientación adicional.

La evaluación de riesgos que realice el integrador debe tener en cuenta todas las tareas de trabajo durante la vida de la aplicación robótica. Incluida, pero no limitada a:

- Programación del robot durante la configuración y el desarrollo de la instalación del robot
- Resolución de problemas y mantenimiento
- Funcionamiento normal de la instalación del robot

Se debe realizar una evaluación de riesgos **antes** del primer encendido del brazo robótico. Una parte de la evaluación de riesgos que realice el integrador es averiguar la configuración de seguridad adecuada, así como la necesidad de pulsadores de parada de emergencia adicionales u otras medidas de protección necesarias para la aplicación robótica en concreto.

Encontrar la configuración de seguridad adecuada es una parte especialmente importante en el desarrollo de aplicaciones robóticas colaborativas. Consulte el capítulo 2 y la parte II para obtener información más detallada.

Algunas funciones relacionadas con la seguridad están diseñadas expresamente para aplicaciones robóticas colaborativas. Estas funciones se pueden configurar mediante la configuración de seguridad y son especialmente importantes cuando se tratan riesgos específicos en la evaluación de riesgos realizadas por el integrador:

- **Limitación de fuerza y potencia:** Se utiliza para reducir la fuerza de sujeción y la presión ejercida por el robot en la dirección del desplazamiento en caso de colisión entre el robot y el operador.
- **Limitación de momento:** Se utiliza para reducir los altos niveles transitorios de energía y fuerza de impacto en caso de colisión entre el robot y el operador, mediante la reducción de velocidad del robot.
- **Limitación de la posición de eje, codo y herramienta/efector final:** Se utiliza especialmente para reducir los riesgos relacionados con ciertas partes del cuerpo. P. ej., evitar movimientos hacia la cabeza y el cuello.
- **Limitación de la orientación de herramienta/efector final:** Se utiliza especialmente para reducir los riesgos relacionados con ciertas zonas y funciones de la herramienta/efector final y la pieza. Por ejemplo, para evitar que los bordes afilados apunten al operador.
- **Limitación de velocidad:** Se utiliza especialmente para asegurar una velocidad baja del brazo robótico.

El integrador debe evitar el acceso no autorizado a la configuración de seguridad mediante protección por contraseña.

Se requiere una evaluación de riesgos para aplicación robótica colaborativa para contactos intencionales o debidos a un mal uso razonablemente previsible y debe contemplar:

- la gravedad de las colisiones potenciales individuales
- la probabilidad de que ocurran colisiones potenciales individuales
- la posibilidades de evitar las colisiones potenciales individuales

Si el robot está instalado en una aplicación robótica no colaborativa en la que los peligros no se eliminan razonablemente o en la que las funciones integradas relacionadas con la seguridad no pueden reducir suficientemente los riesgos (p. ej., cuando se utiliza una herramienta o efector final peligroso), la evaluación de riesgos realizada por el integrador debe tener como conclusión que son necesarias medidas de protección adicionales (p. ej., un dispositivo de habilitación para proteger al operador durante la configuración y la programación).

Universal Robots incluye a continuación riesgos potenciales e importantes que identifica y que los integradores deben tener presentes.

Nota: en una instalación robótica concreta pueden darse otros riesgos importantes.

1. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en la herramienta/efector final o conector de herramienta/efector final.
2. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en obstáculos que haya cerca de la guía del robot.
3. Cardenales causados el contacto con el robot.
4. Torceduras o fracturas óseas debidas a golpes entre una carga pesada y una superficie dura.
5. Consecuencias debidas a tornillos flojos que sujetan el brazo robótico o herramienta/efector final.
6. Objetos que se caen de la herramienta/efector final, por ejemplo por un mal agarre o una interrupción del suministro eléctrico.
7. Errores debido a que hay distintos botones de parada de emergencia para diferentes máquinas.
8. Errores debido a que se han producido cambios no autorizados en los parámetros de configuración de la seguridad.

Puede consultar información sobre los tiempos de parada y las distancias de parada en el capítulo 2 y apéndice A.

## 1.8 Evaluación previa al uso

Se deben realizar las pruebas siguientes antes de utilizar el robot por primera vez o tras realizar modificaciones. Compruebe que todas las entradas y salidas de seguridad son adecuadas y están conectadas. Compruebe que todas las entradas y salidas de seguridad conectadas, incluidos los dispositivos comunes a múltiples máquinas o robots, funcionan. Para ello debe:

- Comprobar que los botones y la entrada de parada de emergencia detienen el robot y activan los frenos.
- Comprobar que la entrada de protección detiene el movimiento del robot. Si se configura un restablecimiento de la protección, comprobar que se deba activar antes de reanudar el movimiento.
- Examinar la pantalla de inicio para comprobar que el modo reducido puede cambiar el modo de seguridad al modo reducido.
- Comprobar que el modo operativo cambia el modo operativo, consulte el icono en la esquina superior derecha de la interfaz de usuario.

## 1.9 Parada de emergencia

---

- Comprobar que el dispositivo activador de 3 posiciones debe pulsarse para activar el movimiento en modo manual y que el robot se encuentra bajo control de velocidad reducida.
- Comprobar que las salidas de parada de emergencia del sistema son realmente capaces de llevar todo el sistema a un estado seguro.
- Comprobar que el sistema conectado a la salida Robot en movimiento, la salida Robot no se detiene, la salida Modo reducido o la salida Modo no reducido puede detectar realmente los cambios de salida

---

## 1.9 Parada de emergencia

Active el pulsador de parada de emergencia para detener inmediatamente cualquier movimiento del robot.

Nota: De acuerdo con IEC 60204-1 e ISO 13850, los dispositivos de emergencia no son protecciones. Son medidas de protectoras complementarias no están previstas para evitar lesiones.

La evaluación de riesgos de la aplicación robótica concluirá si son necesarios botones de parada de emergencia adicionales. Los botones de parada de emergencia deben cumplir la norma IEC 60947-5-5 (consulte sección 5.4.2).

---

## 1.10 Movimiento sin fuerza motriz

En el improbable caso de una emergencia en la que se deba mover cualquier junta de robot, pero el suministro eléctrico al robot sea imposible o no se desee, contacte con su distribuidor Universal Robots.



## 2 Interfaces y funciones de seguridad

### 2.1 Introducción

Los robots Universal Robots e-Series están equipados con una gama de funciones de seguridad incorporadas así como E/S de seguridad, señales de control digital o análogo hacia o desde la interfaz eléctrica, para conectar con otras máquinas y dispositivo de protección adicionales. Para los robots e-Series con controladores estándar, todas las interfaces y funciones de seguridad se supervisan según la norma EN ISO13849-1:2008 (consulte el capítulo 8 para obtener información sobre las certificaciones) y tienen nivel de rendimiento d (PLd) mediante una arquitectura de categoría 3.

Consulte el capítulo 13 en la sección II para la configuración de las entradas, salidas y funciones en la interfaz de usuario. Consulte en el capítulo 5 las descripciones sobre cómo conectar dispositivos de seguridad a E/S.



NOTA:

1. El uso y la configuración de las funciones de seguridad y de las interfaces debe seguir los procedimientos de evaluación de riesgos para cada aplicación de robot. (consulte el capítulo 1 sección 1.7)
2. Si el robot descubre un fallo o violación en el sistema de seguridad (por ejemplo, si uno de los cables del circuito de parada de emergencia está cortado o se ha violado el límite de seguridad), se inicia una parada de categoría 0.
3. El tiempo de parada se debe tener en cuenta como parte de la evaluación de riesgos de la aplicación



PELIGRO:

1. El uso de parámetros de la configuración de seguridad distintos a los que están definidos por la evaluación de riesgos puede traducirse en peligros que no se eliminan razonablemente o riesgos que se no reducen lo suficiente
2. Asegúrese de que las herramientas y las pinzas estén conectadas correctamente para que no haya peligro en caso de un corte de electricidad
3. Hay que tener cuidado al utilizar 12 V, ya que si el programador se equivoca, puede provocar un cambio de voltaje a 24 V, lo que podría dañar el equipo y causar un incendio
4. El efector final no está protegido por el sistema de seguridad UR. El funcionamiento del efector final o del cable de conexión no está supervisado

## 2.2 Categorías de parada

Dependiendo de las circunstancias, el robot puede iniciar tres tipos de categorías de parada definidas de acuerdo con IEC 60204-1. Estas categorías está definidas en la tabla siguiente.

| Categoría de parada | Descripción                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                   | Parada del robot mediante corte inmediato de alimentación.                                                                                                                        |
| 1                   | Parada del robot de manera ordenada y controlada. La alimentación se corta una vez se ha parado el robot.                                                                         |
| 2                   | *Parada del robot con alimentación disponible a los accionamientos, mientras mantiene la trayectoria. La alimentación de accionamiento se mantiene una vez se ha parado el robot. |

Nota: \*Las paradas de categoría 2 de los robots de Universal Robots están descritas con más detalle como tipos de parada SS1 o SS2 de acuerdo con IEC 61800-5-2.

## 2.3 Funciones de seguridad configurables

Las funciones de seguridad del robot Universal Robots, como se enumeran en la tabla a continuación, están en el robot pero su objetivo es controlar el sistema del robot, es decir, el robot con su herramienta/efector final acoplado. Las funciones de seguridad del robot se utilizan para reducir los riesgos del sistema del robot determinados por la evaluación de riesgos. Las posiciones y velocidades son relativas a la base del robot.

| Función de seguridad          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Límite de posición de eje     | Configura los límites superior e inferior para las posiciones de junta permitidas.                                                                                                                                                                                              |
| Límite de velocidad de junta  | Configura un límite superior para la velocidad de junta.                                                                                                                                                                                                                        |
| Planos de seguridad           | Define planos, en el espacio, que limitan la posición del robot. Los planos de seguridad limitan la herramienta/efector final únicamente o tanto la herramienta/efector final y el codo.                                                                                        |
| Orientación herramienta       | Define los límites de orientación permitida para la herramienta.                                                                                                                                                                                                                |
| Velocidad de junta            | Limita la velocidad máxima del robot. La velocidad se limita en el codo, en la brida de herramienta/efector final y en el centro de las posiciones de herramienta/efector final definidas por el usuario.                                                                       |
| Límite de fuerza              | Limita la fuerza máxima ejercida por la herramienta/efector final y codo del robot en situaciones de sujeción. La fuerza se limita en la herramienta/efector final, en la brida de codo y en el centro de las posiciones de herramienta/efector final definidas por el usuario. |
| Límite de momento             | Limita el momento máximo del robot                                                                                                                                                                                                                                              |
| Límite de potencia            | Limita el trabajo mecánico realizado por el robot.                                                                                                                                                                                                                              |
| Límite de tiempo de parada    | Limita el tiempo máximo que emplea el robot para detenerse una vez iniciada una parada de protección.                                                                                                                                                                           |
| Límite de distancia de parada | Limita la distancia máxima que recorre el robot para detenerse una vez iniciada una parada de protección.                                                                                                                                                                       |

A la hora de realizar la evaluación de riesgos de la aplicación, es necesario considerar el movimiento del robot una vez iniciada una parada. Para facilitar este proceso, se pueden utilizar las funciones de seguridad *Límite de tiempo de parada* y *Límite de distancia de parada*. Estas funciones de seguridad reducen de manera dinámica la velocidad del movimiento del robot de forma que siempre se pueda detener dentro de los límites. Es importante tener en cuenta que los límites de posición de eje, los planos de seguridad y los límites de orientación de la herramienta/efector final consideran el recorrido de la distancia de parada previsto, es decir, el movimiento del robot se ralentizará antes de alcanzar el límite.

La seguridad funcional se puede resumir como:

| Función de seguridad          | Tolerancia | Nivel de rendimiento | Categoría |
|-------------------------------|------------|----------------------|-----------|
| Parada de emergencia          | –          | d                    | 3         |
| Parada de seguridad           | –          | d                    | 3         |
| Límite de posición de eje     | 5 °        | d                    | 3         |
| Límite de velocidad de junta  | 1.15 °/s   | d                    | 3         |
| Planos de seguridad           | 40 mm      | d                    | 3         |
| Orientación herramienta       | 3 °        | d                    | 3         |
| Velocidad de junta            | 50 mm/s    | d                    | 3         |
| Límite de fuerza              | 25 N       | d                    | 3         |
| Límite de momento             | 3 kg m/s   | d                    | 3         |
| Límite de potencia            | 10 W       | d                    | 3         |
| Límite de tiempo de parada    | 50 ms      | d                    | 3         |
| Límite de distancia de parada | 40 mm      | d                    | 3         |
| Origen seguro                 | 1.7 °      | d                    | 3         |

**ADVERTENCIA:**

Hay dos excepciones a la función de limitación de fuerza que es importante tener en cuenta al diseñar una aplicación (imagen 2.1). Cuando el robot se extiende, el efecto de articulación de rodilla puede causar fuerzas elevadas en dirección radial (alejándose de la base) a velocidades bajas. De forma similar, el brazo de apalancamiento corto, cuando la herramienta/efector final está cerca de la base y se mueve alrededor de la base, puede causar fuerzas elevadas a velocidades bajas. Los peligros de enganche pueden evitarse eliminando obstáculos en estas zonas, colocando el robot de otra forma o utilizando una combinación de planos de seguridad y límites de eje para eliminar el peligro impidiendo que el robot se mueva hacia esta región de su espacio de trabajo.

**ADVERTENCIA:**

Si el robot se utiliza en aplicaciones con guía manual y movimientos lineales, el límite de la velocidad debe establecerse como máximo en 250 mm/s para la herramienta/efector final y codo salvo que una evaluación de riesgos demuestre que las velocidades superiores son aceptables. Esto evitará los movimientos rápidos del codo robótico cerca de las singularidades.

El robot también cuenta con las entradas de seguridad siguientes:

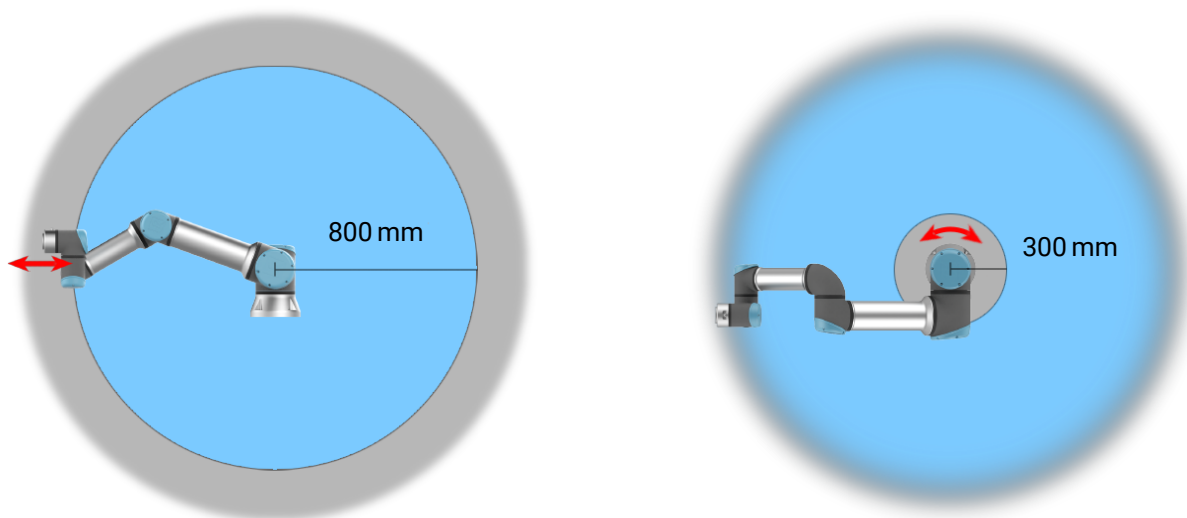


Figura 2.1: Debido a las propiedades físicas del brazo robótico, determinadas zonas de espacio de trabajo requieren atención en relación con los peligros de pinzamiento. Se define una zona (izquierda) para movimientos radiales cuando la junta de la muñeca 1 al menos a 800 mm de la base del robot. La otra zona (derecha) está a 300 mm de la base del robot, cuando el movimiento tangencialmente.

| Entrada de Seguridad                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Botón de parada de emergencia            | Realiza una parada de categoría 1 informando al resto de máquinas con la salida de <i>Parada de emergencia del sistema</i> , si esa salida está definida.                                                                                                                        |
| Parada de emergencia del robot           | Realiza una parada de categoría 1 mediante la caja de control informando al resto de máquinas con la salida de <i>Parada de emergencia del sistema</i> , si esa salida está definida.                                                                                            |
| Parada de emergencia del sistema         | Realiza una parada de categoría 1 solo en el robot.                                                                                                                                                                                                                              |
| Parada de seguridad                      | Realiza una parada de categoría 2.                                                                                                                                                                                                                                               |
| Restablecimiento de protección           | Vuelve del estado de <i>parada de seguridad</i> , cuando hay un flanco en la entrada de restablecimiento de protección.                                                                                                                                                          |
| Modo reducido                            | Cambia el sistema de seguridad para utilizar los límites del <i>modo reducido</i> .                                                                                                                                                                                              |
| Dispositivo activador de tres posiciones | Inicia una <i>parada de seguridad</i> cuando el dispositivo activador está completamente pulsado o completamente liberado. La parada de dispositivo activador de tres posiciones se activa cuando una entrada sea baja. No se ve afectado por un Restablecimiento de protección. |
| Modo operativo                           | Alterna entre modos operacionales. El robot entra en modo automático cuando la entrada sea baja y en modo manual cuando la entrada sea alta.                                                                                                                                     |
| Parada de protección de modo automático  | Realiza una parada de categoría 2 en modo automático.                                                                                                                                                                                                                            |
| Versión 5.5                              | Restablecimiento de protección de modo automático                                                                                                                                                                                                                                |
|                                          | Vuelve del estado de <i>Parada de seguridad de modo automático</i> cuando se produce un flanco ascendente en la entrada de restablecimiento de protección de modo automático.                                                                                                    |

Para interactuar con otras máquinas, el robot está equipado con las salidas de seguridad siguientes:

| Salida de Seguridad              | Descripción                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parada de emergencia del sistema | Mientras esta señal tenga un nivel lógico bajo cuando la entrada de <i>Parada de emergencia del robot</i> tiene un nivel lógico bajo o el botón de parada de emergencia está activado. |
| Robot en movimiento              | Mientras esta señal esté en nivel lógico alto, ninguna junta del robot se mueve más de 0 rad/s.                                                                                        |
| Robot no se detiene              | Nivel lógico alto cuando el robot está detenido o en el proceso de detención debido a una parada de emergencia o una parada de seguridad. De lo contrario, el nivel lógico será bajo.  |
| Modo reducido                    | Nivel lógico bajo cuando el sistema de seguridad está en modo reducido.                                                                                                                |
| Sin modo reducido                | Nivel lógico bajo cuando el sistema no está en modo reducido.                                                                                                                          |
| Origen seguro                    | Nivel lógico alto con el robot se configura en la posición Origen seguro.                                                                                                              |

Todas las E/S de seguridad son de canal dual, es decir que están a salvo con nivel bajo (p. ej., la parada de emergencia está activa cuando el nivel de las señales es bajo).

## 2.4 Función de seguridad

El sistema de seguridad actúa supervisando si se viola cualquiera de los límites de seguridad o si se ha iniciado una parada de emergencia o una parada de seguridad.

Las reacciones del sistema de seguridad son:

| Activador            | Reacción               |
|----------------------|------------------------|
| Parada de emergencia | Categoría de parada 1. |
| Parada de seguridad  | Categoría de parada 2. |
| Violación de límite  | Categoría de parada 0. |
| Detección de fallo   | Categoría de parada 0. |



### NOTA:

Si el sistema de seguridad detecta cualquier error o violación, todas las salidas de seguridad se vuelven bajas.

## 2.5 Modos

**Modo normal y reducido** El sistema de seguridad tiene dos modos de seguridad configurables: **Normal** y **Reducido**. Pueden configurarse límites de seguridad para cada uno de estos modos. El modo reducido está activo cuando la herramienta/efector final del robot se encuentra en el lado del modo reducido de un plano **activador de modo reducido** o cuando lo activa una entrada de seguridad.

**Utilizar un plano para activar el modo reducido:** Cuando el robot se mueve del lado del modo reducido en el plano activador, vuelve al lado del modo normal, hay una zona de 20 mm alrededor del plano activador donde se permiten los límites de los modos normal y reducido. Evita que el modo de seguridad se vuelva intermitente si el robot se encuentra justo en el límite.

**Utilizar una entrada para activar el modo reducido:** Cuando se utiliza una entrada (ya sea para iniciar o detener el modo reducido), pueden pasar hasta 500 ms antes de que se apliquen los valores de límite de modo nuevos. Esto puede ocurrir al cambiar de modo reducido a modo normal O cambiando de modo normal a modo reducido. Por ejemplo, permite al robot adaptar la velocidad a los límites de seguridad nuevos.

**Modo de recuperación** Cuando se incumple un límite de seguridad, debe reiniciarse el sistema de seguridad. Si el sistema está fuera de un límite de seguridad al arrancar (p. ej., fuera de un límite de posición de eje), se entra en el Modo de recuperación especial. En modo de recuperación, no es posible ejecutar programas en el robot, pero el brazo robótico puede devolverse manualmente a los límites utilizando el modo Movimiento libre o utilizando la pestaña Mover en PolyScope (consulte la sección II Manual de PolyScope). Los límites de seguridad del modo de recuperación son:

| Función de seguridad         | Límite   |
|------------------------------|----------|
| Límite de velocidad de junta | 30 °/s   |
| Velocidad de junta           | 250 mm/s |
| Límite de fuerza             | 100 N    |
| Límite de momento            | 10 kgm/s |
| Límite de potencia           | 80 W     |

El sistema de seguridad emite una parada de categoría 0 si aparece una infracción de estos límites.



**ADVERTENCIA:**

Límites de las posiciones de junta, los planos de seguridad y la orientación de la herramienta/efector final se deshabilitan en el modo de recuperación. Tenga cuidado al devolver el brazo robótico a los límites.



### 3 Transporte

De la forma suministrada en el palé, el robot y la caja de control son un conjunto calibrado. No los separe dado que ello requeriría una nueva calibración.

Transporte el robot únicamente en su embalaje original. Guarde el material de embalaje en un lugar seco si desea trasladar el robot más adelante.

Cuando se desplace el robot de su embalaje al espacio de instalación, sujete ambos tubos del brazo robótico al mismo tiempo. Sujete el robot hasta que todos los pernos de montaje estén correctamente fijados en la base del robot.

Levante la caja de control por su empuñadura.



#### ADVERTENCIA:

1. Asegúrese de no sobrecargar su espalda u otras partes de su cuerpo cuando eleve el equipo. Utilice equipo de elevación adecuado. Deben seguirse todas las directrices de elevación regionales y nacionales. Universal Robots no es responsable de los daños que cause el transporte del equipo.
2. Asegúrese de instalar el robot según las instrucciones de montaje del capítulo 4.



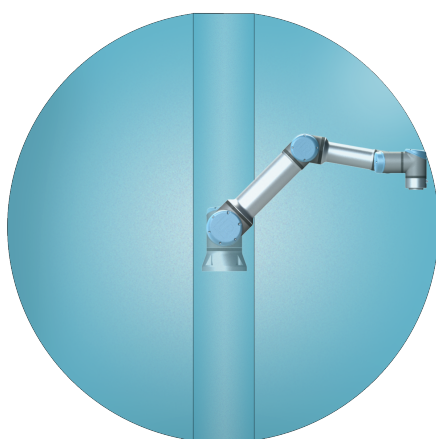
## 4 Interfaz mecánica

### 4.1 Introducción

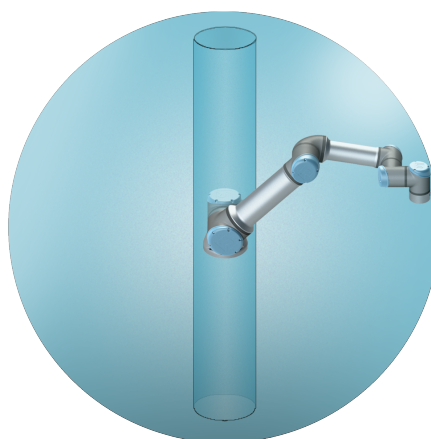
Este capítulo describe los aspectos básicos a la hora de montar las piezas del sistema robótico. Deben seguirse las instrucciones de instalación eléctrica del capítulo 5.

### 4.2 Espacio de trabajo del robot

El espacio de trabajo del robot UR16e alcanza 900 mm desde la junta base. Al elegir el lugar de instalación del robot, es importante tener en cuenta el volumen cilíndrico justo encima y debajo de la base del robot. Evite acercar la herramienta a este volumen cilíndrico, ya que esto provocaría que las juntas del robot se movieran rápido cuando la herramienta lo hiciera despacio, lo que causa que el robot trabaje de forma ineficiente y dificulta la realización de la evaluación de riesgos.



Parte delantera



Inclinada

### 4.3 Montaje

**Brazo robótico** El brazo robótico se monta utilizando cuatro pernos de fuerza 8,8 M8 y cuatro orificios de 8.5 mm montaje en la base. Los pernos se deben apretar con 20 N m par de torsión. Use los dos Ø8 orificios realizados, con un pasador, para volver a colocar el brazo robótico con precisión. Nota: puede comprar un base precisa equivalente como un accesorio. La figura 4.1 muestra dónde taladrar los orificios y montar los tornillos.

Monte el robot sobre una superficie resistente y libre de vibraciones que pueda soportar al menos diez veces el par de torsión total de la junta de la base y al menos cinco veces el peso del brazo robótico. Si el robot se monta sobre un eje lineal o una plataforma móvil, la aceleración de la base de montaje móvil es muy baja. Una aceleración rápida puede causar que el robot realice una parada de seguridad.

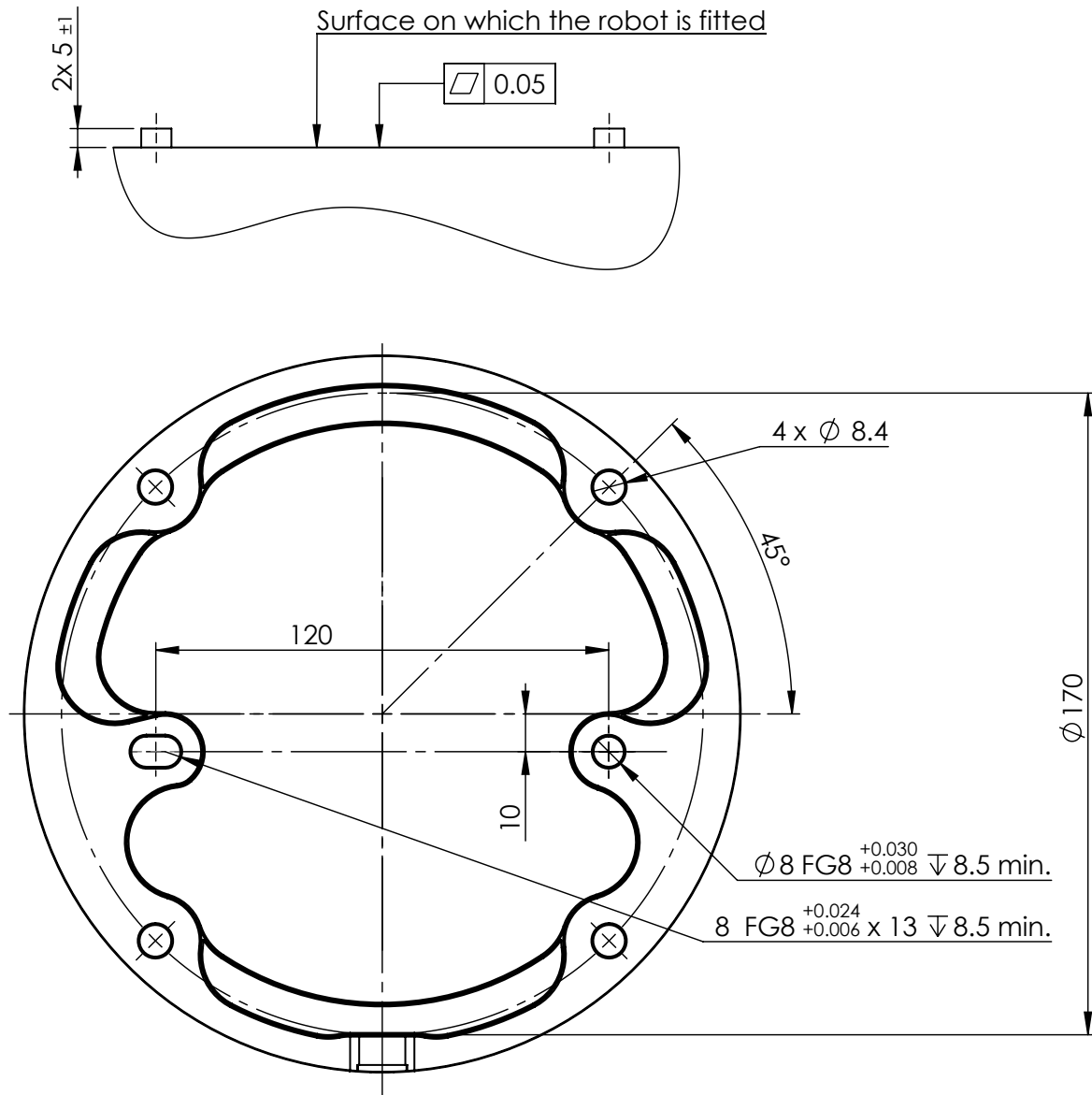


Figura 4.1: Orificios de montaje del robot. Usar cuatro pernos M8. Todas las medidas están en mm.



**PELIGRO:**

Asegúrese de que los pernos del brazo robótico estén correcta y seguramente colocados. Un montaje inestable puede provocar accidentes.



**PRECAUCIÓN:**

Monte el robot en un entorno adecuado para el nivel de IP. El robot no debe funcionar en entornos que superen aquellos correspondientes a los niveles de IP del robot (IP54), de la consola portátil (IP54) y de la caja de control (IP44).

**Herram** La brida de la herramienta del robot tiene cuatro orificios de rosca M6 para acoplar una herramienta al robot. Los pernos M6 se deben apretar con 8 N m, clase de fuerza 8,8. Para un reposicionamiento preciso de la herramienta, use un pasador en el Ø 6 orificio realizado. La imagen 4.2 muestra las dimensiones y el patrón de orificios de la brida de herramienta. Se recomienda utilizar un orificio ranurado radialmente para evitar una limitación excesiva mientras se mantiene una posición precisa. No utilice pernos que sobrepasen los 8 mm para montar la herramienta. Los pernos M6 muy largos pueden presionar la parte inferior de la brida de la herramienta y cortocircuitar el robot.

**PELIGRO:**

1. Asegúrese de que los pernos de la herramienta estén colocados de manera correcta y segura.
2. Asegúrese de que la herramienta esté construida de modo que no pueda crear una situación peligrosa al dejar caer una pieza inesperadamente.
3. Montar una herramienta en el robot con pernos M6 que sobrepasen los 8 mm puede hacer presión en la brida de la herramienta y causar daños irreparables, resultando en una sustitución de la junta final.

**Caja de control** La caja de control puede colgarse en una pared o colocarse sobre el suelo. Se necesita una holgura de 50 mm en cada lado de la caja de control para que el flujo de aire sea suficiente.

**Consola portátil** La consola portátil puede colgarse en una pared o en la caja de control. Compruebe que el cable no causa un peligro de tropiezo.

Nota: puede comprar soportes adicionales para montar la caja de control y la consola portátil.

**PELIGRO:**

1. Asegúrese de que ni la caja de control, ni la consola portátil ni los cables entren en contacto con líquidos. Una caja de control húmeda puede causar lesiones fatales.
2. Coloque la consola portátil (IP54) y la caja de control (IP44) en un entorno adecuado para el nivel de IP.

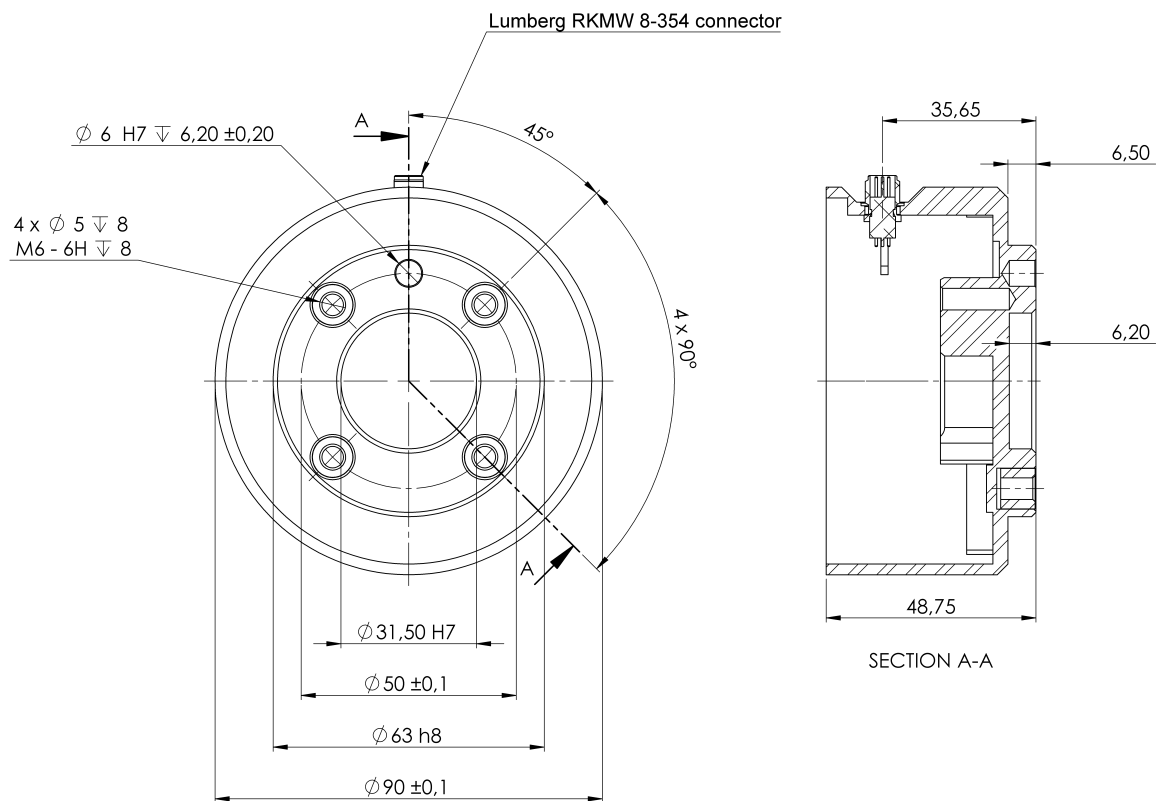


Figura 4.2: La brida de salida de la herramienta (ISO 9409-1-50-4-M6) es donde la herramienta está montada en la puna del robot. Todas las medidas están en mm.

## 4.4 Carga máxima

La carga máxima permitida del brazo robótico depende de la *compensación del centro de gravedad*, (ver imagen 4.3). La compensación del centro de gravedad se define como la distancia entre el centro de la brida de salida de la herramienta y el centro de gravedad de la carga útil acoplada.

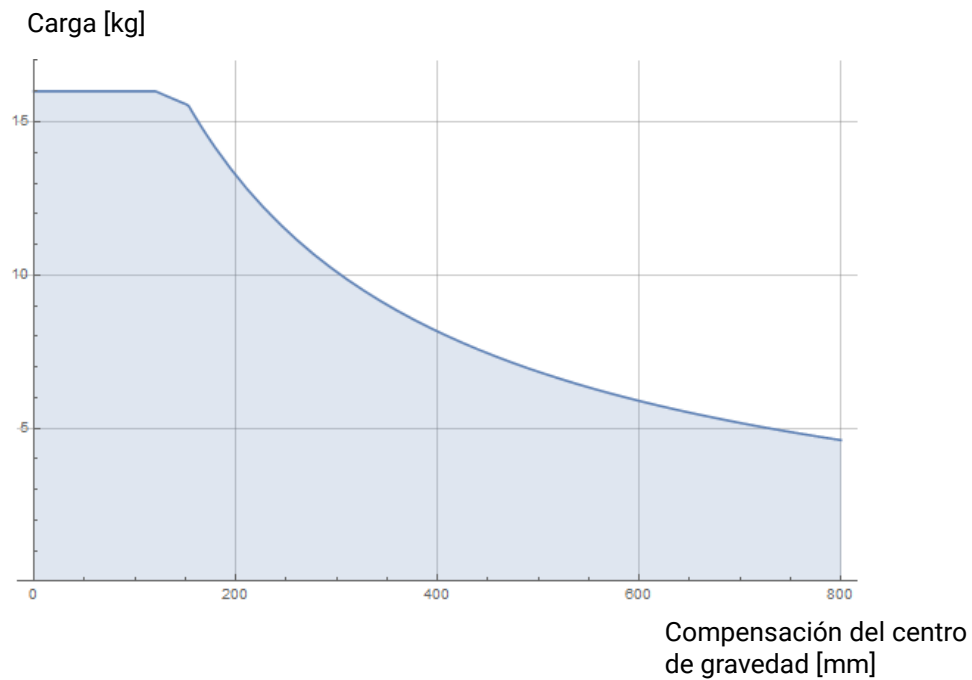


Figura 4.3: La relación entre la carga máxima permitida y la compensación del centro de gravedad.



## 5 Interfaz eléctrica

### 5.1 Introducción

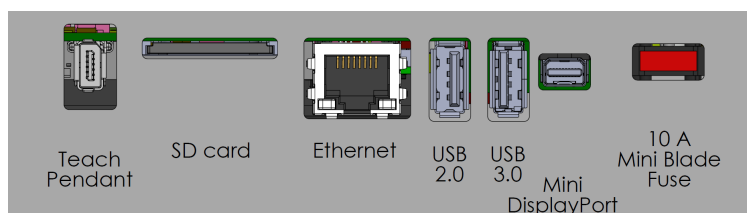
En este capítulo se describen los grupos de interfaz eléctrica para el brazo robótico y la caja de control. Se ofrecen ejemplos de la mayoría de los tipos de E/S **E/S**. El término **E/S** se refiere a las señales digitales y analógicas de control que entran o salen de los grupos de interfaz eléctrica enumerados a continuación.

- Conexión a la red de suministro
- Conexión al robot
- E/S de controlador
- E/S de la herramienta
- Ethernet

#### 5.1.1 Soporte de la caja de control

El la parte inferior de los grupos de interfaz E/S, hay un soporte con puertos que permiten conexiones adicionales (ilustradas a continuación). La base de la caja de control tiene una abertura con tapa para facilitar la conexión (consulte 5.2).

El Mini Displayport es compatible con monitores Displayport y requiere un convertidor activo de Mini Display a DVI o HDMI para conectarse con una interfaz DVI/HDMI. Los convertidores pasivos no funcionan con los puertos DVI/HDMI.



Nota: el fusible debe contar con el certificado UL, tipo enchufable mini con corriente nominal máxima: 10 A y tensión nominal mínima: 32V

### 5.2 Ethernet

La interfaz Ethernet puede utilizarse para lo siguiente:

- MODBUS, EtherNet/IP y PROFINET (consulte parte II).
- Control y acceso remoto.

Para conectar el cable Ethernet pasándolo a través del orificio en la base de la caja de control y conectarlo en el puerto Ethernet en la parte inferior del soporte.

Sustituya la tapa en la base de la caja de control con un pasamuros adecuado para conectar el cable en el puerto Ethernet.



Las especificaciones eléctricas se indican en la tabla que aparece a continuación.

| Parámetro                 | Mín. | Tipo | Máx. | Unidad |
|---------------------------|------|------|------|--------|
| Velocidad de comunicación | 10   | -    | 1000 | Mb/s   |

## 5.3 Advertencias y precauciones eléctricas

Respete las advertencias siguientes para todos los grupos de interfaz anteriormente mencionados, además de cuando se diseña e instala la aplicación de robot.



## PELIGRO:

1. Nunca conecte señales de seguridad a un controlador lógico programable (PLC) que no sea un PLC de seguridad con el nivel de seguridad correcto. Ignorar esta advertencia podría provocar lesiones graves o la muerte, pues podrían anularse las funciones de seguridad. Es importante mantener las señales de interfaz de seguridad separadas de las señales de interfaz de E/S normales.
2. Todas las señales de seguridad son redundantes (dos canales independientes). Mantenga separados los dos canales para que un único fallo no signifique la pérdida de la función de seguridad.
3. Algunas de las E/S en el interior de la caja de control pueden configurarse como E/S normales o de seguridad. Debe leer y comprender toda la sección 5.4.



## PELIGRO:

1. Asegúrese de que cualquier equipo que no pueda exponerse al agua permanezca seco. Si se permite que el agua penetre en el producto, proceda al bloqueo y etiquetado de cualquier fuente de alimentación y contacte con su proveedor de servicios de Universal Robots para asistencia.
2. Utilice únicamente los cables originales suministrados con el robot. No utilice el robot para aplicaciones en las que los cables estén sometidos a flexión.
3. Las conexiones negativas se denominan MASA y van conectadas a la protección del robot y a la caja del controlador. Todas las conexiones de masa mencionadas son solo para alimentación y transmisión de señales. Para la puesta a tierra de protección (PE) utilice las conexiones de tornillos tamaño M6 marcadas con símbolos de tierra dentro de la caja de control. El conductor de masa tendrá al menos la corriente nominal de la corriente más alta del sistema.
4. Actúe con precaución al instalar cables de interfaz en la E/S del robot. La placa metálica de la parte inferior es para conectores y cables de interfaz. Retire la placa antes de taladrar orificios. Asegúrese de eliminar todas las virutas antes de volver a colocar la placa. Recuerde que debe utilizar los tamaños correctos de pasamuros.



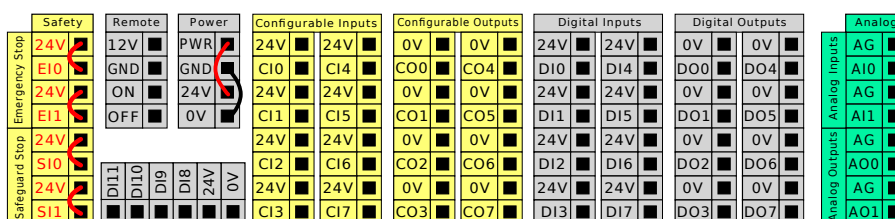
1. El robot se ha probado según las normas IEC internacionales relativas a **CEM (compatibilidad electromagnética)**. Señales perturbadoras con niveles mayores que los definidos en las normas IEC específicas pueden causar comportamientos inesperados del robot. Niveles de señales muy altos o una exposición excesiva pueden causar daños permanentes en el robot. En procesos de soldadura suelen darse problemas de CEM, que suelen indicarse con mensajes de error en el registro. Universal Robots no es responsable de los daños que causen los problemas de CEM.
2. Los cables de E/S que van de la caja de control a otras máquinas y equipos de la fábrica no pueden superar los 30 m de longitud, a menos que se realicen pruebas adicionales.



Todos los voltajes y corrientes son de corriente continua (CC) a menos que se indique lo contrario.

## 5.4 E/S de controlador

En la ilustración que aparece a continuación se muestra el diagrama de los grupos de interfaz eléctrica del interior de la caja de control.



Nota: Puede utilizar el bloque de entradas digitales horizontal (DI8-DI11), ilustrado abajo, para el seguimiento del transportador con codificación en cuadratura (consulte 5.4.1) para estos tipos de entrada.



El significado de los esquemas en color enumerados abajo se debe respetar y mantener.

|                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| Amarillo con texto rojo  | Señales de seguridad asignadas |
| Amarillo con texto negro | Configurable para seguridad    |
| Gris con texto negro     | E/S digital de uso general     |
| Verde con texto negro    | E/S analógica de uso general   |

En la IGU, puede ajustar **E/S configurable** como **E/S relacionada con seguridad** o **E/S de uso general** (consulte parte II).

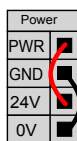
#### 5.4.1 Especificaciones comunes para todas las E/S digitales

Esta sección define las especificaciones eléctricas de las siguientes E/S digitales de 24 V de la caja de control.

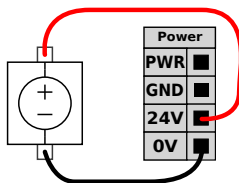
- E/S de seguridad.
- E/S configurable.
- E/S de uso general.

Instale el robot según las especificaciones eléctricas. Estas son idénticas para las tres entradas.

Es posible alimentar la E/S digital desde una fuente de alimentación interna de 24 V o desde una fuente de alimentación externa configurando el bloque de terminales llamado **Alimentación**. Este bloque consta de cuatro terminales. Los dos superiores (alimentación y masa) son de 24 V y obtienen la masa de la fuente interna de 24 V. Los dos terminales inferiores (de 24 V y 0 V) del bloque son la entrada de 24 V que alimenta las E/S. La configuración predeterminada utiliza la fuente de alimentación interna (consulte a continuación).



Nota: si se necesita más corriente, conecte una fuente de alimentación externa como se muestra a continuación.



A continuación se muestran las especificaciones eléctricas para las fuentes de alimentación interna y externa.

| Terminales                                    | Parámetro | Mín. | Tipo | Máx. | Unidad |
|-----------------------------------------------|-----------|------|------|------|--------|
| <i>Fuente de alimentación interna de 24 V</i> |           |      |      |      |        |
| [Alimentación - Masa]                         | Tensión   | 23   | 24   | 25   | V      |
| [Alimentación - Masa]                         | Corriente | 0    | -    | 2    | A      |
| <i>Requisitos de entrada externa de 24 V</i>  |           |      |      |      |        |
| [24 V - 0 V]                                  | Tensión   | 20   | 24   | 29   | V      |
| [24 V - 0 V]                                  | Corriente | 0    | -    | 6    | A      |

Las E/S digitales están construidas de acuerdo con IEC 61131-2. Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

| Terminales                | Parámetro           | Mín. | Tipo  | Máx. | Unidad |
|---------------------------|---------------------|------|-------|------|--------|
| <i>Salidas digitales</i>  |                     |      |       |      |        |
| [COx/DOx]                 | Corriente*          | 0    | -     | 1    | A      |
| [COx/DOx]                 | Caída de tensión    | 0    | -     | 0,5  | V      |
| [COx/DOx]                 | Corriente de fuga   | 0    | -     | 0,1  | mA     |
| [COx/DOx]                 | Función             | -    | PNP   | -    | Tipo   |
| [COx/DOx]                 | IEC 61131-2         | -    | 1A    | -    | Tipo   |
| <i>Entradas digitales</i> |                     |      |       |      |        |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Tensión             | -3   | -     | 30   | V      |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Región OFF          | -3   | -     | 5    | V      |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Región ON           | 11   | -     | 30   | V      |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Corriente (11-30 V) | 2    | -     | 15   | mA     |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Función             | -    | PNP + | -    | Tipo   |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | IEC 61131-2         | -    | 3     | -    | Tipo   |

\*Para cargas resistivas o cargas inductivas con máximo 1 H.



**NOTA:**

La palabra **configurable** se utiliza para las E/S que se configura como E/S de seguridad o como E/S normales. Son los terminales amarillos con texto negro.

### 5.4.2 E/S de seguridad

En esta sección se describen la entrada de seguridad asignadas (terminal amarillo con texto rojo) y E/S configurables (terminales amarillos con texto negro) cuando se configuran como E/S de seguridad. Siga las especificaciones comunes para todas las E/S digitales en la sección 5.4.1. Los equipos y dispositivos de seguridad deben instalarse de acuerdo con las instrucciones de seguridad y la evaluación de riesgos en el capítulo 1).

Todas las E/S de seguridad están emparejadas (redundantes) y deben mantenerse como dos ramas separadas. Un único fallo no provoca la pérdida de la función de seguridad.

Existen dos tipos de entrada de seguridad permanente:

- **Parada de emergencia del robot** solo para equipo de parada de emergencia
- **Parada de seguridad** para otros equipos de protección relacionados con la seguridad.

A continuación se muestra la diferencia funcional.

|                                                                 | <b>Parada de emergencia</b> | <b>Parada de seguridad</b>           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| El robot deja de moverse                                        | Sí                          | Sí                                   |
| Ejecución de programa                                           | Pausas                      | Pausas                               |
| Fuerza motriz                                                   | Apagar                      | Encender                             |
| Restablecer                                                     | Manual                      | Automático o manual                  |
| Frecuencia de uso                                               | Poco frecuente              | De todos los ciclos a poco frecuente |
| Requiere reinicialización                                       | Solo liberación de frenos   | No                                   |
| Categoría de parada (IEC 60204-1)                               | 1                           | 2                                    |
| Nivel de rendimiento de la función de supervisión (ISO 13849-1) | PLd                         | PLd                                  |

Utilice las E/S configurables para configurar funciones de E/S de seguridad adicionales, por ejemplo, la salida de parada de emergencia. La configuración de un conjunto de E/S configurables para funciones de seguridad se realiza a través de la IGU (consulte [parte II](#)).



**PELIGRO:**

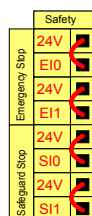
1. Nunca conecte señales de seguridad a un controlador lógico programable (PLC) que no sea un PLC de seguridad con el nivel de seguridad correcto. Ignorar esta advertencia podría provocar lesiones graves o la muerte, pues podrían anularse las funciones de seguridad. Es importante mantener las señales de interfaz de seguridad separadas de las señales de interfaz de E/S normales.
2. Todas las señales de seguridad son redundantes (dos canales independientes). Mantenga separados los dos canales para que un único fallo no signifique la pérdida de la función de seguridad.
3. Las funciones de seguridad deben comprobarse antes de poner el robot en marcha. Las funciones de seguridad deben probarse con frecuencia.
4. La instalación del robot debe cumplir estas especificaciones. De lo contrario, podría provocar lesiones graves o la muerte, pues podría anularse la función de seguridad.

### Filtrado de señales OSSD

Todas las entradas de seguridad configuradas y permanentes están filtradas para permitir el uso de equipos de seguridad OSSD con longitudes de pulso inferiores a 3 ms. Se toma una muestra de la entrada de seguridad cada milisegundo y se determina el estado de la entrada por la señal de entrada vista más frecuente en los últimos 7 milisegundos.

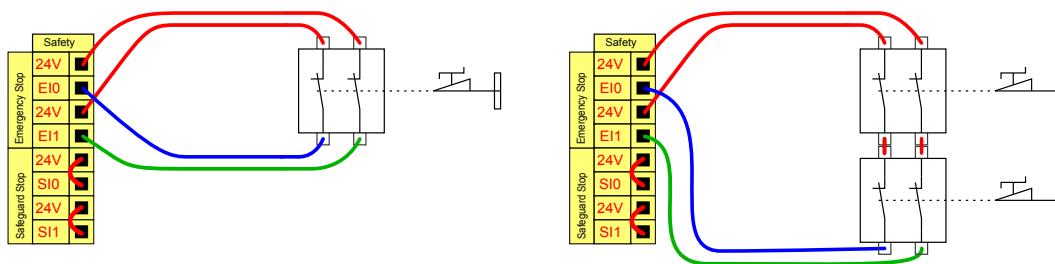
### Configuración de seguridad predeterminada

El robot se suministra con una configuración predeterminada que permite su funcionamiento sin equipo de seguridad adicional (ver ilustración a continuación).



### Conexión de los botones de parada de emergencia

La mayoría de las aplicaciones requieren uno o más botones extra de parada de emergencia. En la ilustración que aparece a continuación se muestra cómo se pueden conectar uno o más botones de parada de emergencia.

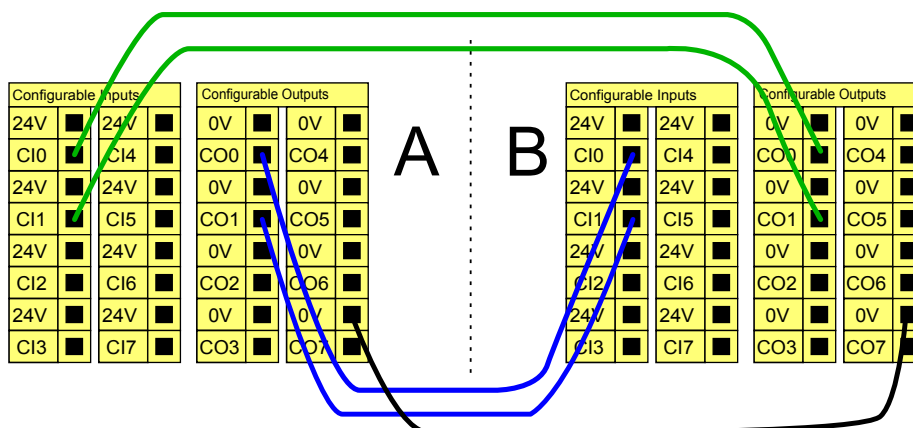


### Compartir la parada de emergencia con otras máquinas

Puede configurar una función de parada de emergencia entre el robot y el resto de máquinas configurando las funciones E/S siguientes mediante la IGU. La entrada de parada de emergencia de robot no se puede utilizar para compartir. Si deben conectarse más de dos robots UR u otras máquinas, se debe utilizar un PLC de seguridad para controlar las señales de parada de emergencia.

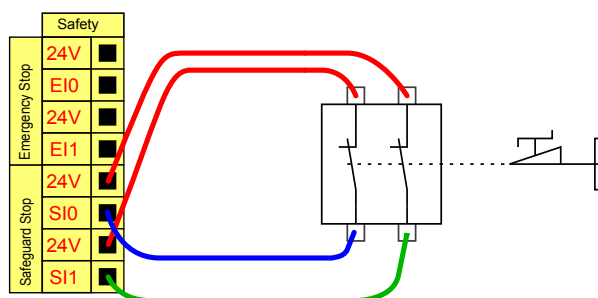
- Par de entradas configurables: Parada de emergencia externa.
- Par de entradas configurables: Parada de emergencia del sistema.

La ilustración que aparece a continuación muestra cómo comparten sus funciones de parada de emergencia dos robots de UR. En este ejemplo, las E/S configuradas que se han utilizado son CI0-CI1 y CO0-CO1.



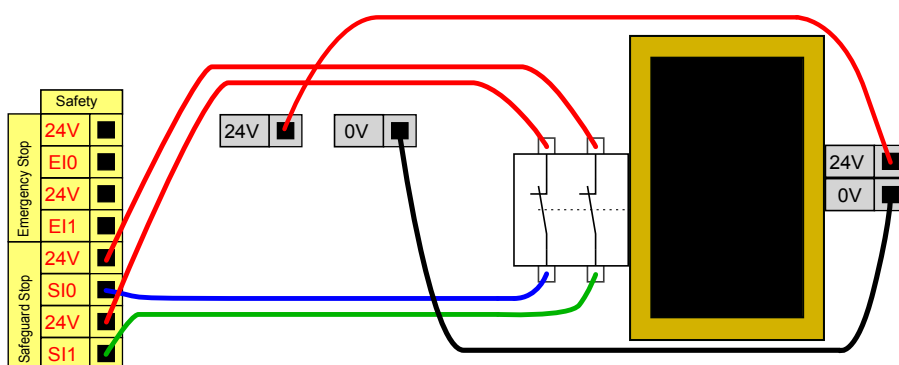
### Parada de seguridad con reanudación automática

Un ejemplo de dispositivo básico de parada de seguridad es un interruptor de puerta con el que se detiene el robot cuando se abre una puerta (ver ilustración a continuación).



Esta configuración solo está prevista para aplicaciones donde el operario no pueda pasar por la puerta y cerrarla tras de él. Las E/S configurables se utilizan para configurar un botón de restablecimiento fuera de la puerta que reactive el movimiento del robot.

Otro ejemplo en el que es apropiada la reanudación automática es cuando se utiliza un tapete de seguridad o un escáner láser de seguridad (ver a continuación).

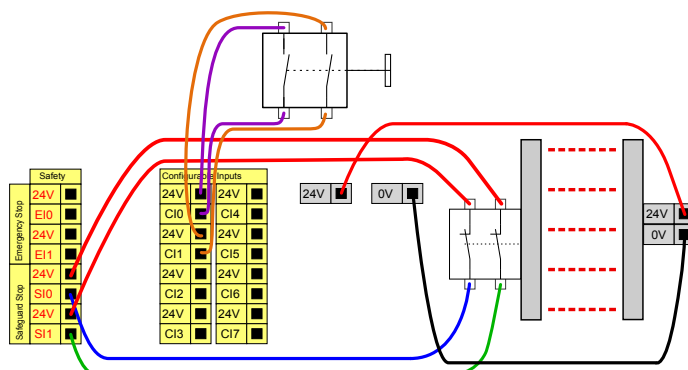


#### PELIGRO:

1. El robot reanuda el movimiento automáticamente cuando se vuelve a establecer la señal. No utilice esta configuración si la señal se puede volver a establecer desde dentro del perímetro de seguridad.

### Parada de seguridad con botón de restablecimiento

Si la interfaz de protección se utiliza para interactuar con una cortina de luz, se necesita un botón de restablecimiento fuera del perímetro de seguridad. El botón de restablecimiento debe tener dos canales. En este ejemplo las E/S configuradas para el restablecimiento son CI0-CI1 (ver a continuación).



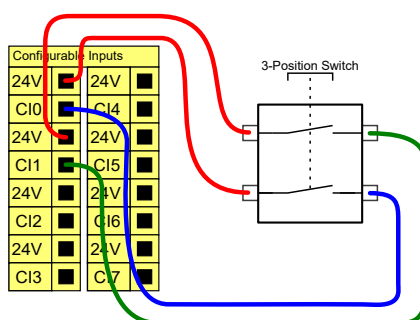
### Dispositivo de habilitación de tres posiciones

En la siguiente ilustración se muestra cómo conectar un dispositivo activador de tres posiciones. Consulte la sección 12.2 para más información sobre el dispositivo activador de tres posiciones.



NOTA:

El sistema de seguridad de Universal Robots no es compatible con los dispositivos activadores de tres posiciones externos.

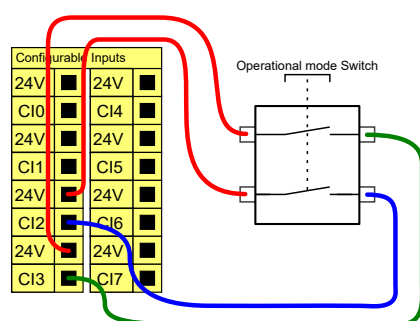


NOTA:

Los dos canales de entrada para la entrada del dispositivo activador de tres posiciones tienen una tolerancia de desplazamiento de 1 segundo.

### Interrupción de modo operativo

La ilustración a continuación muestra un Switch de modo operativo. Consulte la sección 12.1 para más información sobre los modos operativos.



### 5.4.3 E/S digitales de uso general

En esta sección se describen las E/S de 24 V de uso general (terminales grises) y las E/S configurables (terminales amarillos con texto negro) cuando no se configuran como E/S de seguridad. Deben tenerse en cuenta las especificaciones comunes de la sección 5.4.1.

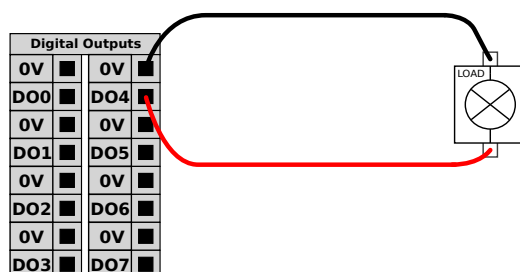
Las E/S de uso general pueden utilizarse para controlar equipos directamente, por ejemplo relés neumáticos, o para comunicarse con otros sistemas PLC. Todas las salidas digitales pueden deshabilitarse automáticamente cuando se detiene la ejecución del programa, consulte

## 5.4 E/S de controlador

parte II. En este modo, la salida siempre es baja cuando no hay un programa funcionando. En las siguientes subsecciones se muestran ejemplos. En estos ejemplos se utilizan salidas digitales normales, pero podría haberse utilizado cualquier salida configurable no configurada para realizar una función de seguridad.

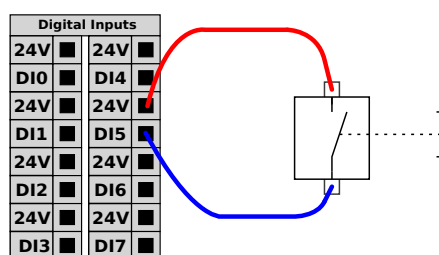
### Carga controlada por una salida digital

En este ejemplo se controla una carga desde una salida digital cuando está conectada.



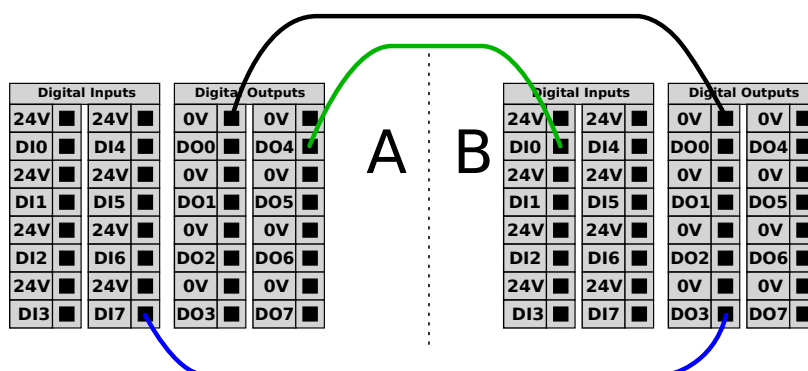
### 5.4.4 Entradas digitales desde un botón

Este ejemplo muestra cómo conectar un botón sencillo a entradas digitales.



### 5.4.5 Comunicación con otras máquinas o PLC

Puede utilizar las E/S digitales para comunicarse con otros equipos si se establece una masa común (0 V) y la máquina utiliza tecnología PNP (ver a continuación).



### 5.4.6 E/S analógicas de uso general

La interfaz de E/S analógicas es el terminal verde. Se utiliza para establecer o medir el voltaje (0-10 V) o la corriente (4-20 mA) hacia y desde otros equipos.

Se recomiendan las instrucciones siguientes para conseguir la mayor precisión.

- Utilice el terminal AG más cercano a la E/S. El par comparte un filtro de modo común.

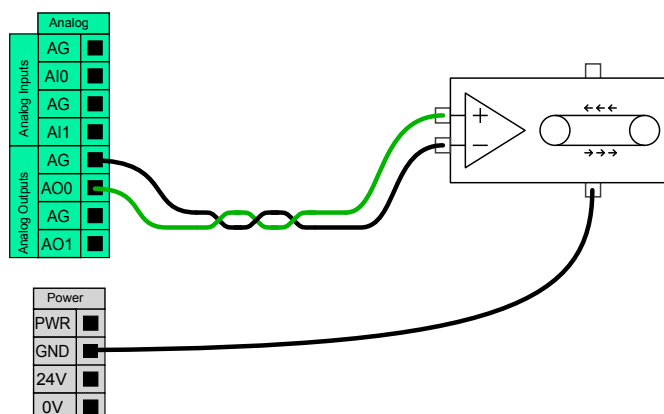
- Utilice la misma masa (0 V) para el equipo y la caja de control. Las E/S analógicas no están aisladas galvánicamente de la caja de control.
- Utilice un cable apantallado o pares trenzados. Conecte la protección al terminal Masa en el terminal llamado **Alimentación**.
- Use equipos que funcionen en modo de corriente. Las señales de corriente son menos sensibles a interferencias.

En la IGU puede seleccionar los modos de entrada (consulte parte II). Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

| Terminales                                    | Parámetro   | Mín. | Tipo | Máx. | Unidad    |
|-----------------------------------------------|-------------|------|------|------|-----------|
| <i>Entrada analógica en modo de corriente</i> |             |      |      |      |           |
| [AIx - AG]                                    | Corriente   | 4    | -    | 20   | mA        |
| [AIx - AG]                                    | Resistencia | -    | 20   | -    | ohmio     |
| [AIx - AG]                                    | Resolución  | -    | 12   | -    | bit       |
| <i>Entrada analógica en modo de tensión</i>   |             |      |      |      |           |
| [AIx - AG]                                    | Tensión     | 0    | -    | 10   | V         |
| [AIx - AG]                                    | Resistencia | -    | 10   | -    | Kiloohmio |
| [AIx - AG]                                    | Resolución  | -    | 12   | -    | bit       |
| <i>Salida analógica en modo de corriente</i>  |             |      |      |      |           |
| [AOx - AG]                                    | Corriente   | 4    | -    | 20   | mA        |
| [AOx - AG]                                    | Tensión     | 0    | -    | 24   | V         |
| [AOx - AG]                                    | Resolución  | -    | 12   | -    | bit       |
| <i>Salida analógica en modo de tensión</i>    |             |      |      |      |           |
| [AOx - AG]                                    | Tensión     | 0    | -    | 10   | V         |
| [AOx - AG]                                    | Corriente   | -20  | -    | 20   | mA        |
| [AOx - AG]                                    | Resistencia | -    | 1    | -    | ohmio     |
| [AOx - AG]                                    | Resolución  | -    | 12   | -    | bit       |

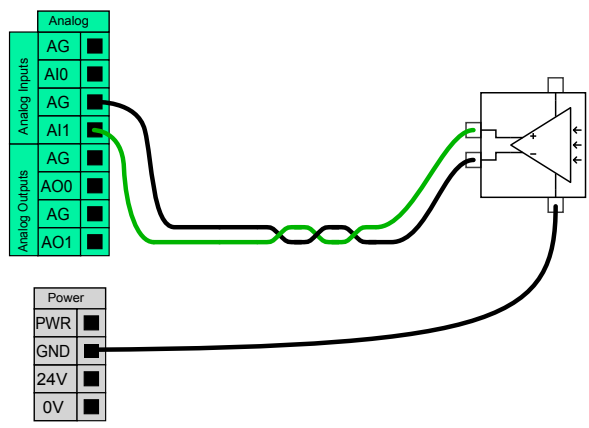
### Uso de una salida analógica

Este ejemplo ilustra cómo controlar un transportador con una salida analógica de control de velocidad.



### Uso de una entrada analógica

Este ejemplo ilustra cómo conectar un sensor análogo.



**5.4.7 Control remoto del encendido y el apagado**

Utilice el control remoto **ACTIVADO/DESACTIVADO** para encender y apagar la caja de control sin utilizar la consola portátil. Normalmente se utiliza:

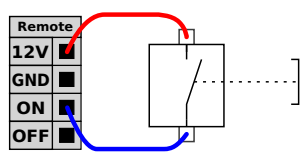
- Cuando no se puede acceder a la consola portátil.
- Cuando un sistema PLC debe tener todo el control.
- Cuando hay que encender o apagar varios robots al mismo tiempo.

El control remoto **ACTIVADO/DESACTIVADO** ofrece una alimentación auxiliar de 12 V, que se mantiene activa cuando se apaga la caja de de control. La entrada **ACTIVADO** se utiliza únicamente para activación breve y funciona de la misma manera que el botón **ALIMENTACIÓN**. La entrada **DESACTIVADO** se puede mantener pulsado según se desee. Las especificaciones eléctricas se indican a continuación. Nota: Utilice una función de software para cargar e iniciar programas automáticamente (consulte parte II).

| Terminales             | Parámetro            | Mín. | Tipo | Máx. | Unidad |
|------------------------|----------------------|------|------|------|--------|
| [12 V - GND]           | Tensión              | 10   | 12   | 13   | V      |
| [12 V - GND]           | Corriente            | -    | -    | 100  | mA     |
| [ACTIVADO/DESACTIVADO] | Tensión inactiva     | 0    | -    | 0,5  | V      |
| [ACTIVADO/DESACTIVADO] | Tensión activa       | 5    | -    | 12   | V      |
| [ACTIVADO/DESACTIVADO] | Corriente de entrada | -    | 1    | -    | mA     |
| [ACTIVADO]             | Tiempo de activación | 200  | -    | 600  | ms     |

**Botón de encendido remoto**

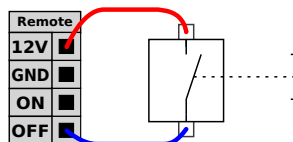
Este ejemplo ilustra cómo conectar un botón **ACTIVADO** remoto.



**Botón DESACTIVADO remoto**

Este ejemplo ilustra cómo conectar un botón **DESACTIVADO** remoto.

Copyright © 2009–2019 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.



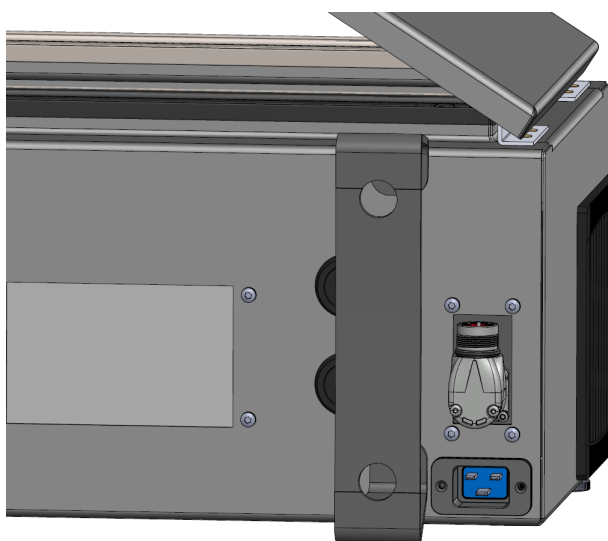
**PRECAUCIÓN:**

No mantenga pulsada la entrada **ACTIVADO** o el botón **ALIMENTACIÓN** dado que apaga la caja de control sin guardar. Debe utilizar la entrada **DESACTIVADO** para el control remoto del apagado, pues esta señal permite que la caja de control guarde los archivos abiertos y se apague correctamente.

## 5.5 Conexión a la red de suministro

Este cable sale de la caja de control y tiene en su extremo un enchufe IEC estándar. Conecte el enchufe IEC a una toma de corriente o cable de alimentación específico de su país.

Para suministrar corriente al robot, la caja de control se debe conectar a la red eléctrica mediante el enchufe IEC C20 estándar situado en la parte inferior de la caja de control con el correspondiente cable IEC C19 (consulte ilustración a continuación).



La red eléctrica está equipada con lo siguiente:

- Conexión a tierra
- Fusible principal
- Dispositivo para corriente residual

Se recomienda instalar un interruptor principal para apagar todos los equipos de la aplicación robótica, de modo que resulte sencillo aplicar el procedimiento de bloqueo-etiquetado al realizar una reparación. Las especificaciones eléctricas se indican en la tabla que aparece a continuación.

| Parámetro                                    | Mín. | Tipo | Máx. | Unidad |
|----------------------------------------------|------|------|------|--------|
| Tensión de entrada                           | 100  | -    | 265  | VCA    |
| Fusible externo de red eléctrica (100-200 V) | 15   | -    | 16   | A      |
| Fusible externo de red eléctrica (200-265V)  | 8    | -    | 16   | A      |
| Frecuencia de entrada                        | 47   | -    | 63   | Hz     |
| Potencia en espera                           | -    | -    | <1,5 | W      |
| Potencia nominal de funcionamiento           | 90   | 250  | 500  | W      |

**PELIGRO:**

1. Asegúrese de que el robot esté correctamente conectado a masa (conexión eléctrica a tierra). Utilice los pernos libres asociados con los símbolos de masa del interior de la caja del controlador para crear una conexión a masa común para todo el equipo del sistema. El conductor de masa tendrá al menos la corriente nominal de la corriente más alta del sistema.
2. Asegúrese de que la entrada de corriente a la caja de control esté protegida con un dispositivo para corriente residual (DCR) y un fusible adecuado.
3. Siga el procedimiento de bloqueo-etiquetado de toda la alimentación de toda la instalación robótica durante el mantenimiento. Cuando el sistema está bloqueado, ningún equipo suministrará tensión a la E/S del robot.
4. Asegúrese de que todos los cables estén correctamente conectados antes de alimentar la caja del controlador. Utilice siempre el cable de alimentación original.

## 5.6 Conexión al robot

Conecte y bloquee el cable procedente del robot al conector situado en la parte inferior de la caja de control (consulte la ilustración que se muestra a continuación). Gire el conector dos veces para comprobar que esté bloqueado correctamente antes de encender el brazo robótico. Gire el conector a la derecha para facilitar el bloqueo una vez el cable esté conectado.

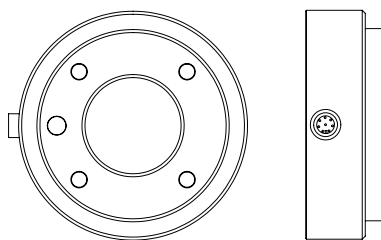


**PRECAUCIÓN:**

1. No desconecte el cable del robot con el brazo robótico encendido.
2. No alargue ni modifique el cable original.

## 5.7 E/S de herramienta

Adyacente a la brida de herramienta en la muñeca n.º 3 hay un conector de 8 pines que suministra corriente y señales de control para diferentes pinzas y sensores que pueden acoplarse al robot. Lumberg KKMV 8-354 es un cable industrial adecuado. Cada uno de los ocho hilos del interior del cable tienen diferentes colores que representan diferentes funciones.



Dicho conector suministra alimentación y señales de control para pinzas y sensores utilizados en una determinada herramienta de robot. El cable industrial indicado a continuación es adecuado:

- Lumberg RKMV 8-354.



**NOTA:**

El conector de herramienta se debe apretar manualmente hasta un máximo de 0,4 Nm.

## 5.7 E/S de herramienta

Los ocho hilos del interior del cable tienen diferentes colores que designan funciones diferentes. Consulte la tabla a continuación:

| Color    | Señal        | Descripción                         |
|----------|--------------|-------------------------------------|
| Rojo     | GND          | Tierra                              |
| Gris     | ALIMENTACIÓN | 0 V/12 V/24 V                       |
| Azul     | T00/PWR      | Salidas digitales 0 o 0 V/12 V/24 V |
| Rosa     | T01/GND      | Salidas digitales 1 o tierra        |
| Amarillo | T10          | Entradas digitales 0                |
| Verde    | T11          | Entradas digitales 1                |
| Blanco   | AI2/RS485+   | Análogo en 2 o RS485+               |
| Marrón   | AI3/RS485-   | Análogo en 3 o RS485-               |

Configure la fuente de alimentación interna a 0 V, 12 V o 24 V en la pestaña E/S de la IGU (consulte parte II). Las especificaciones eléctricas se indican a continuación:

| Parámetro                                 | Mín. | Tipo | Máx.    | Unidad |
|-------------------------------------------|------|------|---------|--------|
| Tensión de alimentación en modo de 24 V   | 23,5 | 24   | 24,8    | V      |
| Tensión de alimentación en modo de 12V    | 11,5 | 12   | 12,5    | V      |
| Corriente de alimentación en ambos modos* | -    | 1000 | 2 000** | mA     |
| Suministro eléctrico con clavija dual     | -    | 2000 | 2000    | mA     |

\*Se recomienda encarecidamente utilizar un diodo protector para cargas

\*\*2 000 mA para 1 segundo máximo. Máx. de ciclo de trabajo: 10 %. La corriente media no debe exceder 1000 mA.

Las siguientes secciones describen las diferentes E/S de la herramienta.



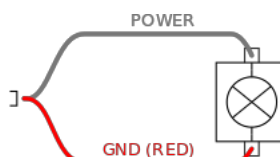
NOTA:

La brida de la herramienta va conectada a masa (igual que el cable rojo).

### 5.7.1 Suministro eléctrico de la herramienta

#### Suministro eléctrico

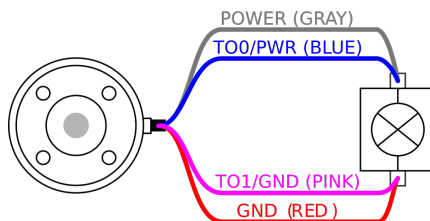
Configure el suministro eléctrico interno a 0 V, 12 V en la pestaña E/S de PolyScope (consulte parte II).



#### Suministro eléctrico con clavija dual

En el modo Corriente con clavija dual, la corriente de salida se puede incrementar de la forma recogida en (5.7 tabla dos).

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En la lista de la izquierda, pulse **General**.
3. Presione **ES herramienta** y seleccione **Corriente con clavija dual**.
4. Conecte los cables Corriente (gris) a T00 (azul) y Tierra (rojo) a T01 (rosa).



**NOTA:**

Una vez que el robot realiza una parada de emergencia, el voltaje pasa a 0 V en ambas clavijas de potencia (se apaga la alimentación).

## 5.7.2 Salidas digitales de la herramienta

Las salidas digitales admiten tres modos distintos:

| Modo            | Activo | Inactivo |
|-----------------|--------|----------|
| Absorber (NPN)  | Bajo   | Abierto  |
| Fuente (PNP)    | Alto   | Abierto  |
| Empujar/estirar | Alto   | Inferior |

El modo de salida de cada clavija se puede configurar desde la pestaña Instalación en ES de herramienta en PolyScope. Las especificaciones eléctricas se indican a continuación:

| Parámetro                  | Mín. | Tipo | Máx.   | Unidad |
|----------------------------|------|------|--------|--------|
| Tensión estando abierta    | -0,5 | -    | 26     | V      |
| Tensión al absorber 1 A    | -    | 0,08 | 0,09   | V      |
| Corriente al absorber      | 0    | 600  | 1000   | mA     |
| Corriente a través de masa | 0    | 600  | 3 000* | mA     |

\*3 000 mA para 1 segundo máximo. Máx. de ciclo de trabajo: 10 %. La corriente media no debe exceder 600 mA



**NOTA:**

Una vez que el robot realiza una parada de emergencia, las salidas digitales (DO0 y DO1) se desactivan (Alto Z).

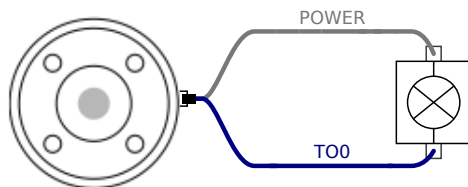


**PRECAUCIÓN:**

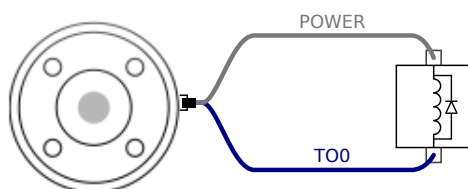
Las salidas digitales en la herramienta no están limitadas por la corriente. Omitir los datos especificados puede conllevar daños permanentes.

### Uso de las salidas digitales de la herramienta

Este ejemplo ilustra cómo activar una carga al usar la fuente de alimentación interna de 12 V o 24 V. La tensión de salida en la pestaña E/S de estar definida. Hay tensión entre la conexión de alimentación (POWER) y la protección/masa, aun cuando la carga esté desactivada.



Se recomienda utilizar un diodo protector para cargas inductivas de la forma mostrada más abajo.



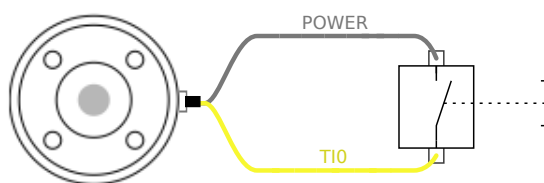
### 5.7.3 Entradas digitales de la herramienta

Las entradas digitales se implementan como PNP con resistencias de desconexión (pull-down) débiles. Esto significa que una entrada flotante siempre da una lectura baja. Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

| Parámetro              | Mín. | Tipo | Máx. | Unidad   |
|------------------------|------|------|------|----------|
| Tensión de entrada     | -0,5 | -    | 26   | V        |
| Tensión lógica baja    | -    | -    | 2,0  | V        |
| Tensión lógica alta    | 5,5  | -    | -    | V        |
| Resistencia de entrada | -    | 47 k | -    | $\Omega$ |

### Uso de las entradas digitales de la herramienta

Este ejemplo ilustra cómo conectar un botón sencillo.



### 5.7.4 Entrada analógica de la herramienta

La entrada analógica de la herramienta son no diferenciales y pueden configurarse para tensión (0-10 V) o corriente en (4-20 mA) en la pestaña E/S (consulte parte II). Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

| Parámetro                                         | Mín. | Tipo | Máx. | Unidad     |
|---------------------------------------------------|------|------|------|------------|
| Tensión de entrada en modo de tensión             | -0,5 | -    | 26   | V          |
| Resistencia de entrada en intervalo de 0V a 10V   | -    | 10,7 | -    | k $\Omega$ |
| Resolución                                        | -    | 12   | -    | bit        |
| Tensión de entrada en modo de corriente           | -0,5 | -    | 5,0  | V          |
| Corriente de entrada en modo de corriente         | -2,5 | -    | 25   | mA         |
| Resistencia de entrada en intervalo de 4mA a 20mA | -    | 182  | 188  | $\Omega$   |
| Resolución                                        | -    | 12   | -    | bit        |

En las siguientes subsecciones se muestran dos ejemplos de cómo utilizar entradas analógicas.



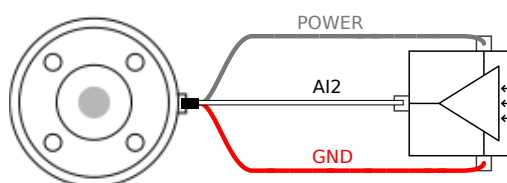
**PRECAUCIÓN:**

1. Las entradas analógicas no están protegidas contra sobretensión en modo de corriente. Si se supera el límite de la especificación eléctrica pueden producirse daños permanentes en la entrada.

**Usar las entradas analógicas de la herramienta, no diferencial**

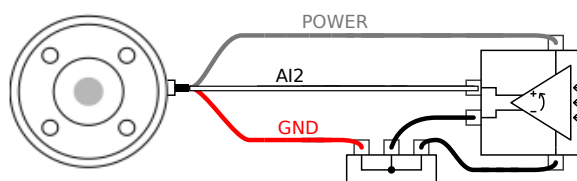
Este ejemplo muestra una conexión de sensor análogo con una salida no diferencial. La salida del sensor puede ser de corriente o tensión, siempre y cuando el modo de entrada de dicha entrada analógica se ajuste igual que en la pestaña E/S.

Nota: Puede comprobar que un sensor con salida de tensión pueda excitar la resistencia interna de la herramienta, o la medición podría no ser válida.



**Usar las entradas analógicas de la herramienta, diferencial**

Este ejemplo muestra una conexión de sensor análogo con una salida diferencial. Conectar la pieza de salida negativa a masa (0 V), funciona igual que un sensor no diferencial.



**5.7.5 E/S de comunicación de la herramienta**

- **Solicitudes de señal** Las señales RS485 utilizan una polarización protegida interna. Si el dispositivo acoplado no es compatible con esta protección, la polarización de la señal debe realizarse en la herramienta acoplada o añadida externamente añadiendo pull-ups a RS485+ y pull-downs RS485-.

- **Latencia** La latencia de los mensajes enviados mediante el conector de la herramienta va desde 2 ms a 4 ms, desde el momento en que se escribe el mensaje en el PC hasta el inicio del mensaje en el RS485. Una memoria intermedia almacena los datos enviados el conector de herramienta hasta que la línea quedé inactiva. Una vez se hayan recibido 1 000 bytes de datos, se escribe el mensaje en el dispositivo.

|                  |                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------|
| Tasas de baudios | 9,6 k, 19,2 k, 38,4 k, 57,6 k, 115,2 k, 1 M, 2 M, 5 M |
| Bits de parada   | 1, 2                                                  |
| Paridad          | Ninguna, impar, par                                   |



## 6 Mantenimiento y reparaciones

Debe realizar los trabajos de mantenimiento y reparación de conformidad con todas las instrucciones de seguridad del presente manual.

Debe realizar los trabajos de mantenimiento, calibración y reparación de acuerdo con las últimas versiones de los Manuales de servicio en el sitio web de asistencia <http://www.universal-robots.com/support>.

Solo integradores de sistema autorizados, o Universal Robots, deben realizar reparaciones.

Todas las piezas devueltas a Universal Robots se devolverán según el manual de mantenimiento.

### 6.1 Instrucciones de seguridad

Tras las tareas de reparación y mantenimiento, deben realizarse comprobaciones para garantizar el nivel de seguridad adecuado. Las comprobaciones deben ser de conformidad con las normativas sobre seguridad laborales nacionales o regionales. Debe comprobarse también el correcto funcionamiento de todas las funciones de seguridad.

El objetivo de las tareas de reparación y mantenimiento es garantizar que el sistema continúe operativo o, si se produce un fallo, devolver el sistema a un estado operativo. Entre los trabajos de reparación se incluye la resolución de problemas, además de la reparación en sí.

Cuando trabaje con un brazo robótico o caja de control, debe cumplir los procedimientos y advertencias a continuación.



#### PELIGRO:

1. No cambie nada en la configuración de seguridad del software (p. ej. el límite de fuerza). La configuración de seguridad se describe en el manual de PolyScope. Si se cambia algún parámetro de seguridad, todo el sistema robótico se considerará nuevo, lo que significa que todo el proceso de aprobación de seguridad, incluida la evaluación de riesgos, debe actualizarse convenientemente.
2. Sustituya los componentes defectuosos utilizando componentes nuevos con los mismos números de artículo o componentes equivalentes aprobados por Universal Robots a este efecto.
3. Vuelva a activar las medidas de seguridad desactivadas inmediatamente después de completar el trabajo.
4. Documente todas las reparaciones y guarde esta documentación en el archivo técnico asociado con todo el sistema robótico.



## PELIGRO:

1. Retire el cable de entrada de la red de suministro de la parte inferior de la caja de control para asegurarse de que no haya alimentación. Desactive cualquier otra fuente de energía conectada al brazo robótico o a la caja de control. Tome las precauciones necesarias para evitar que otras personas activen el sistema durante el período de reparación.
2. Compruebe la conexión a tierra antes de volver a alimentar el sistema.
3. Observe las normativas sobre descarga electrostática (ESD) al desmontar piezas del brazo robótico o la caja de control.
4. No desmonte las fuentes de alimentación del interior de la caja de control. En el interior de estas fuentes de alimentación puede haber altas tensiones (hasta 600 V) horas después de apagar la caja de control.
5. Evite que entren agua y polvo en el brazo robótico o la caja de control.

## 7 Eliminación y entorno

Universal Robots e-Series deben eliminarse de acuerdo con las normas, normativas y leyes nacionales aplicables.

Universal Robots e-Series se producen con un uso limitado de sustancias peligrosas para proteger el medio ambiente, tal como se define en la directiva RoHS europea 2011/65/UE. Entre estas sustancias se incluyen el mercurio, el cadmio, el plomo, el cromo VI, los polibromobifenilos (PBB) y los polibromodifenil éteres (PBDE).

Universal Robots A/S prepaga a DPA-system la tarifa correspondiente por la eliminación y la manipulación de residuos electrónicos de robots Universal Robots e-Series vendidos en el mercado danés. Los importadores de países cubiertos por la directiva europea WEEE 2012/19/UE deben registrarse en el registro WEEE de su país. La tarifa suele ser menos de 1 €/robot. Aquí puede encontrar una lista de registros nacionales: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

En el robot se colocan los siguientes símbolos para indicar conformidad con las legislaciones mencionadas:





## 8 Certificaciones

El presente capítulo presenta certificados y declaraciones preparadas para los robots e-Series con la caja de control estándar.

### 8.1 Certificación de terceros

La certificación de terceros es voluntaria. No obstante, para prestar el mejor servicio a los integradores de robots, UR opta por certificar nuestros robots con los siguientes institutos de pruebas reconocidos:



#### **TÜV NORD**

Universal Robots e-Series. Encontrará una copia del certificado de autorización de seguridad TÜV NORD en el apéndice B.



#### **DELTA**

Universal Robots e-Series. Puede encontrar los certificados de prueba de compatibilidad electromagnética (CEM) y medioambientales en el apéndice B.



#### **CHINA RoHS**

Los robots Universal Robots e-Series son conformes con los métodos de gestión de CHINA RoHS para controlar la contaminación mediante productos informativos electrónicos. Encontrará una copia de la Tabla de declaración de producto en el apéndice B.



#### **Seguridad KCC**

De acuerdo con la información de registro KC, el robot e-Series de Universal Robots, UR16e se ha evaluado para valorar la conformidad para uso en un entorno de trabajo. Por lo tanto, existe un riesgo de radiointerferencias cuando se utiliza en un entorno doméstico. Encontrará una copia del certificado de seguridad KCC en el apéndice B.

## 8.2 Certificación de terceros de proveedor



**Medio ambiente** De la forma facilitada por nuestros proveedores, los palets de envío de los robots Universal Robots e-Series cumplen los requisitos daneses ISPM-15 para producir material de embalaje de madera y están marcados de acuerdo con este programa.

## 8.3 Certificación de prueba de fabricante



**UR**

Universal Robots e-Series pasan por un sistema de pruebas internas continuo y procedimientos de prueba de final de línea. Los procesos de prueba UR pasan una revisión y mejora continuos.

## 8.4 Declaraciones según directivas de la UE

Aunque son principalmente relevantes para Europa, algunos países fuera de Europa reconocen o requieren **declaraciones UE**. Las directivas europeas están en la página oficial: <http://eur-lex.europa.eu>.

Los robots de UR están certificados según las directivas que se enumeran a continuación.

### Directiva sobre máquinas (MD) 2006/42/CE

De acuerdo con la Directiva de Máquinas 2006/42/CE, los robots Universal Robots e-Series son **maquinaria parcialmente completada**, como tal no presentan un marcado **CE**.

Si el robot de UR se utiliza en una aplicación de pesticidas, debe tener en cuenta la presencia de la directiva 2009/127/CE. La declaración de incorporación según 2006/42/CE anexo II 1.B. se muestra en el apéndice B.

### Directiva de baja tensión (LVD) 2006/95/CE

### Directiva de compatibilidad electromagnética (CEM) 2004/108/CE

### Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas (RoHS) 2011/65/UE

### Directiva de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (WEEE) 2012/19/UE

En la Declaración de incorporación en el apéndice B, se encuentran enumeradas las declaraciones de conformidad con las directivas anteriores.

Se incluye una marca **CE** según las anteriores directivas de marcado **CE**. La información sobre residuos de equipo eléctrico y electrónico se encuentra en el capítulo 7.

Encontrará información sobre las normas aplicadas durante el desarrollo del robot, consulte el apéndice C.

## 9 Garantías

### 9.1 Garantía del producto

Sin perjuicio de cualquier reclamación que el usuario (cliente) pueda tener en relación con el distribuidor o vendedor, el cliente cuenta con la garantía del fabricante en las condiciones estipuladas a continuación:

En el caso de que los dispositivos nuevos y sus componentes presenten defectos derivados de la fabricación y/o de los materiales antes de 12 meses de la puesta en servicio (máximo de 15 meses desde el envío), Universal Robots proporcionará las piezas de repuesto necesarias, mientras que las horas de trabajo para instalarlas correrán a cargo del usuario (cliente), ya sea para reemplazar una pieza por otra reflejando el estado actual de la técnica o para reparar dicha pieza. La presente garantía quedará anulada si el defecto del dispositivo cabe atribuirse a un trato indebido y/o incumplimiento de la información incluida en los manuales de instrucciones. Esta garantía no se aplicará ni ampliará a los servicios realizados por el distribuidor autorizado o por los clientes mismos (ej., instalación, configuración, descargas de software). Se exigirá el recibo de compra, junto con la fecha de compra, como prueba para apelar a la garantía. Las reclamaciones sujetas a garantía deben remitirse en un plazo de dos meses desde que se detecte de manera evidente el defecto cubierto por la garantía. La propiedad de los dispositivos o componentes sustituidos y devueltos a Universal Robots pasará a Universal Robots. Cualquier otra reclamación que resulte o esté relacionada con el dispositivo quedará excluida de la presente garantía. Nada en la presente garantía intentará limitar o excluir los derechos legales del cliente ni la responsabilidad del fabricante en caso de muerte o lesiones personales provocadas por su negligencia. La duración de la garantía no quedará prolongada por la prestación de servicios bajo los términos de la misma. En la medida de que no exista defecto cubierto por la garantía, Universal Robots se reserva el derecho de cobrar al cliente la reparación o sustitución. Las disposiciones anteriores no implican cambio en la carga de prueba en detrimento del cliente. En caso de que un dispositivo presente defectos, Universal Robots no cubrirá daños indirectos, incidentales, especiales ni consecuenciales, incluyendo, sin limitación, la pérdida de beneficios, la pérdida de uso, la pérdida de producción o los daños en otros equipos de producción.

En caso de que un dispositivo presente defectos, Universal Robots no cubrirá daños emergentes ni pérdida alguna, como la pérdida de producción o daños en otros equipos de producción.



#### PRECAUCIÓN:

Se suele recomendar evitar utilizar aceleraciones superiores a las necesarias para la aplicación en cuestión. Las aceleraciones altas, especialmente junto con cargas altas, pueden reducir la vida útil del robot. Para aplicaciones con tiempos de ciclo cortos y requisitos altos de velocidad, por lo general se recomienda utilizar transiciones en la medida de lo posible para garantizar trayectorias suaves sin la necesidad de aceleraciones altas.

## 9.2 Descargo de responsabilidad

Universal Robots continúa mejorando la fiabilidad y el rendimiento de sus productos y, por consiguiente, se reserva el derecho a actualizar el producto sin previo aviso. Universal Robots pone gran cuidado en que el contenido del presente manual sea preciso y correcto, pero no asume ninguna responsabilidad si hay errores o falta información.

## A Tiempo de parada y distancia de parada



### NOTA:

Puede ajustar el tiempo y la distancia de parada máximos de seguridad definidos por el usuario. Consulte 2.1 y 13.2. Si se utilizan ajustes definidos por el usuario, la velocidad del programa se adapta dinámicamente para cumplir siempre los límites seleccionados.

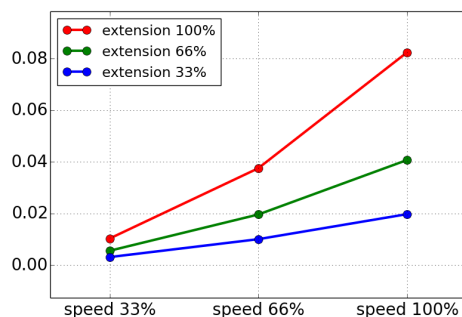
Los datos gráficos facilitados para **Junta 0 (base)**, **Junta 1 (hombro)** y **Junta 2 (codo)** son válidos para la distancia de parada y el tiempo de parada:

- Categoría 0
- Categoría 1
- Categoría 2

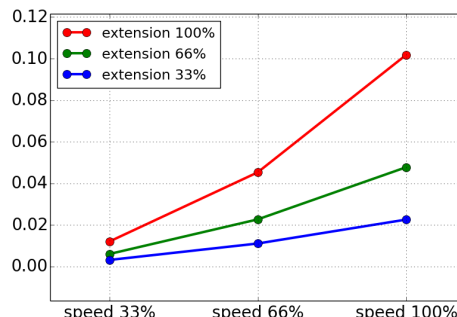
Nota: estos valores representan el peor de los escenarios, sus valores serán diferentes.

La prueba de la **junta 0** se realizó ejecutando un movimiento horizontal, donde el eje de rotación era perpendicular al suelo.

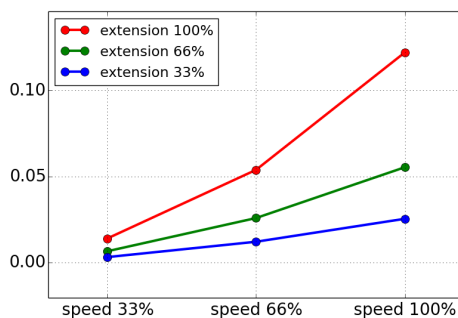
Durante las pruebas de la **junta 1** y la **junta 2**, el robot siguió una trayectoria vertical, donde los ejes de rotación eran paralelos al suelo y la parada se realizó mientras el robot se movía hacia abajo.



(a) Distancia de parada en metros para un 33 % de la carga útil máxima

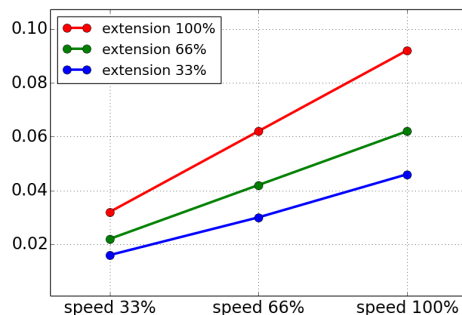


(b) Distancia de parada en metros para un 66 % de la carga útil máxima

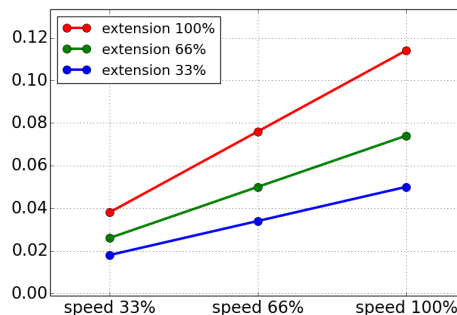


(c) Distancia de parada en metros para la carga útil máxima

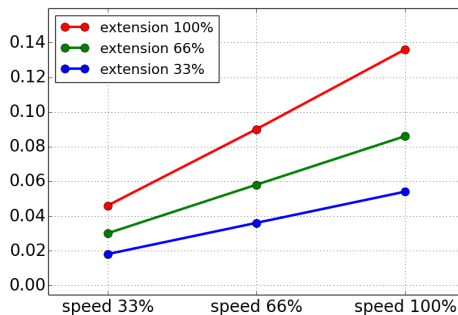
Figura A.1: Distancia de parada para junta 0 (BASE)



(a) Tiempo de parada en segundos para un 33 % de la carga útil máxima

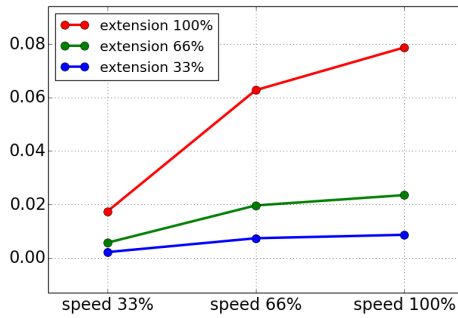


(b) Tiempo de parada en segundos para un 66 % de la carga útil máxima

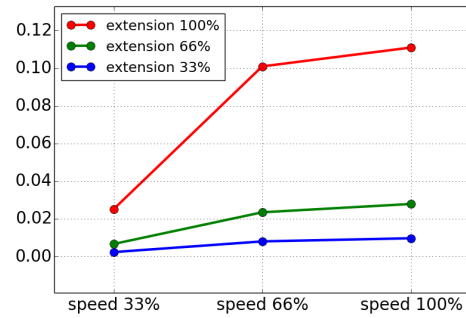


(c) Tiempo de parada en segundos para la carga útil máxima

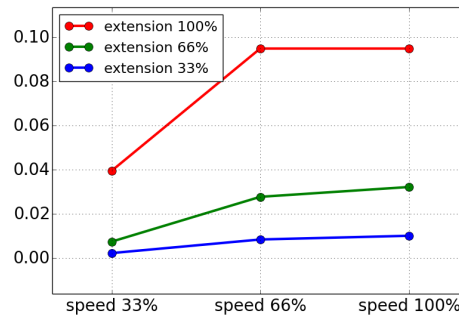
Figura A.2: Tiempo de parada para junta 0 (BASE)



(a) Distancia de parada en metros para un 33 % de la carga útil máxima

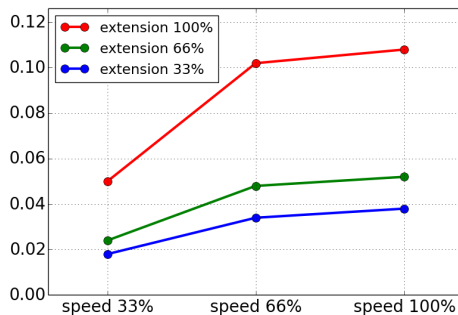


(b) Distancia de parada en metros para un 66 % de la carga útil máxima

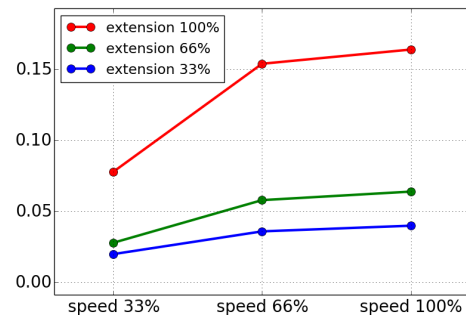


(c) Distancia de parada en metros para la carga útil máxima

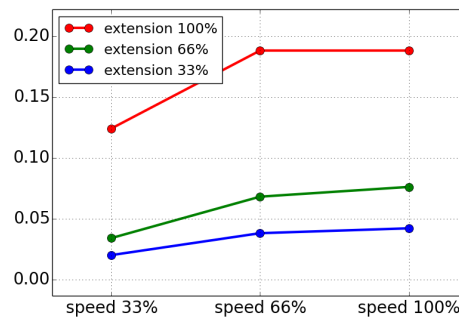
Figura A.3: Distancia de parada para junta 1 (HOMBRO)



(a) Tiempo de parada en segundos para un 33 % de la carga útil máxima

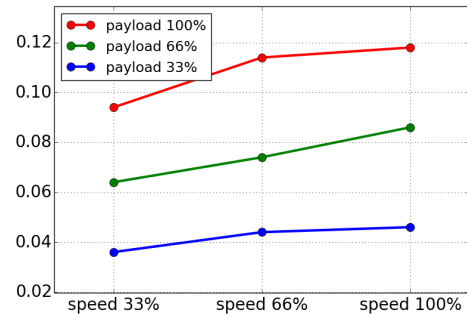
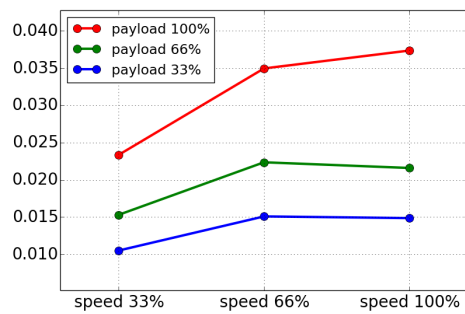


(b) Tiempo de parada en segundos para un 66 % de la carga útil máxima



(c) Tiempo de parada en segundos para la carga útil máxima

Figura A.4: Tiempo de parada para junta 1 (HOMBRO)



(a) Distancia de parada en metros para todas las cargas útiles (b) Tiempo de parada en segundos para todas las cargas útiles

Figura A.5: Distancia y tiempo de parada para junta 2 (COD0)

## B Declaraciones y certificados

This chapter presents certificates and declarations prepared for the e-Series robots with the standard control box.

### B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010

|                                                                       |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manufacturer:                                                         |                                                                  | Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                       | Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>DK-5260 Odense S Denmark | David Brandt<br>Technology Officer, R&D<br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25, DK-5260 Odense S                                                                                                                                                                        |
| Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s): |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                       | Product and Function:<br><br>Model:<br>Serial Number:            | Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use).<br>UR3e, UR5e, UR10e, UR16e (e-Series)<br>Starting 20195000000 and higher – Effective 17 August 2019 |
|                                                                       | Incorporation:                                                   | Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e and UR16e shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.      |

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:

- I **Machinery Directive 2006/42/EC** – The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
- II **Low-voltage Directive 2014/35/EU** – Reference the LVD and the harmonized standards used below.
- III **EMC Directive 2014/30/EU** – Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
- IV **RoHS Directive 2011/65/EU** – Reference the RoHS Directive 2011/65/EU

V **WEEE Directive 2012/19/EU** – Reference to WEEE Directive 2012/19/EU

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reference the harmonized standards used, referred to in Article 7(2) of the MD & LV Directives and Article 6 of the EMC Directive                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |
| (I) EN ISO 10218-1:2011<br><br>TUV Nord Cert. 4470814097607<br>(I) EN ISO 13732-1:2008<br><br>(I) EN ISO 13849-1:2015<br>TUV Nord Cert. 4420714097610<br>(I) EN ISO 13849-2:2012                                                                                                                                            | (I) EN ISO 13850:2015<br><br>(I) EN 1037:1995+A1:2008<br>(II) EN 60204-1:2006/A1:2010<br><br>(II) EN 60320-1:2001/A1:2007<br>(II) EN 60529:1991/A2:2013 | (II) EN 60947-5-1:1997/A11:2013<br>(III) EN 61000-6-2:2005<br>(III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011<br>(II) EN 61131-2:2007<br>(II) EN 61140:2002/A1:2006                |
| Reference to other technical standards and specifications used:                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |
| (I) ISO/TS 15066 as applicable<br>(III) IEC 60068-2-1:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-2:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-27:2008                                                                                                                                                                                                 | (III) IEC 60068-2-64:2008<br>(II) IEC 60664-1:2007<br><br>(II) IEC 60664-5:2007<br><br>(II) IEC 61326-3-1:2008                                          | (II) IEC 61784-3:2010 (SIL2)<br>ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators) |
| <p>The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities.</p> <p>Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #DK008850.</p> |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark  
CVR-nr. 29 13 80 60



Roberta Nelson Shea  
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989  
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com  
[www.universal-robots.com](http://www.universal-robots.com)

El presente capítulo presenta certificados y declaraciones preparadas para los robots e-Series con la caja de control estándar.

## B.2 Declaración de incorporación de CE/EU (traducción del original)

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fabricante:                                                                  | Persona en la comunidad autorizada para compilar el archivo técnico:                                                                                                                                                                                                                             |
| Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>DK-5260 Odense S Dinamarca           | David Brandt<br>Responsable tecnológico, R&D<br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25, DK-5260 Odense S                                                                                                                                                                                           |
| Descripción e identificación de la(s) máquina(s) parcialmente completada(s): |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Producto y función:<br><br>Modelo:<br>Número de serie:                       | Robot industrial (manipulador de varios ejes con controlador y consola portátil). La función la determina la máquina completada (con efector final y uso previsto).<br>UR3e, UR5e, UR10e, UR16e(e-Series)<br>Comenzando por el 20195000000 y superiores – Entrada en vigor: 17 de agosto de 2019 |
| Incorporación:                                                               | Los robots Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e y UR16e solo pueden entrar en servicio una vez integrados en una máquina definitivamente completada (sistema de robots, celda o aplicación), conforme con lo dispuesto en la directiva sobre maquinaria y otras directivas aplicables.             |

Se declara que los productos anteriores, para el objetivo para el que se han suministrado, cumplen las siguientes directivas como se especifica a continuación:

- I **Directiva sobre máquinas 2006/42/CE** – Se han cumplido los siguientes requisitos: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 Se declara que se ha recopilado la documentación técnica relevante de acuerdo con la Parte B del Anexo VII de la Directiva sobre máquinas.
- II **Directiva de baja tensión 2014/35/UE** – Con referencia a la directiva LVD y las normas armonizadas utilizadas a continuación.
- III **Directiva de EMC 2014/30/UE** – Con referencia a la Directiva EMC y las normas armonizadas utilizadas a continuación.
- IV **Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos 2011/65/UE** – Con referencia a la Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos 2011/65/UE
- V **Directiva RAEE 2012/19/UE** – Con referencia a la Directiva RAEE 2012/19/UE



Con referencia a las normas armonizadas utilizadas, según se indica en el Artículo 7(2) del MD & Directivas sobre baja tensión y el Artículo 6 de la Directiva EMC:

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (I) EN ISO 10218-1:2011<br><br>TUV Nord Cert. 4470814097607<br>(I) EN ISO 13732-1:2008<br><br>(I) EN ISO 13849-1:2015<br>TUV Nord Cert. 4420714097610<br>(I) EN ISO 13849-2:2012 | (I) EN ISO 13850:2015<br><br>(I) EN 1037:1995+A1:2008<br>(II) EN 60204-1:2006/A1:2010<br><br>(II) EN 60320-1:2001/A1:2007<br>(II) EN 60529:1991/A2:2013 | (II) EN 60947-5-5:1997/A11:2013<br>(III) EN 61000-6-2:2005<br>(III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011<br>(II) EN 61131-2:2007<br>(II) EN 61140:2002/A1:2006 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Con referencia a otras normas y especificaciones técnicas utilizadas:

|                                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (I) ISO/TS 15066 as applicable<br>(III) IEC 60068-2-1:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-2:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-27:2008 | (III) IEC 60068-2-64:2008<br>(II) IEC 60664-1:2007<br><br>(II) IEC 60664-5:2007<br><br>(II) IEC 61326-3-1:2008 | (II) IEC 61784-3:2010 (SIL2)<br>ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

El fabricante, o su representante autorizado, transmitirá la información correspondiente sobre la máquina parcialmente completada como respuesta a una solicitud justificada por parte de las autoridades nacionales.

Aprobación del sistema de aseguramiento de calidad total (ISO 9001), por parte del organismo acreditado Bureau Veritas, certificado #DK008850.

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark  
CVR-nr. 29 13 80 60

Roberta Nelson Shea  
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989  
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com  
[www.universal-robots.com](http://www.universal-robots.com)

## B.3 Certificado del sistema de seguridad



Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This certifies that the company

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen  
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated

Fertigungsstätte  
Manufacturing plant

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

Beschreibung des Produktes  
(Details s. Anlage 1)  
Description of product  
(Details see Annex 1)

**Industrial robot UR16e, UR10e, UR5e and UR3e**



Geprüft nach  
Tested in accordance with

**EN ISO 10218-1:2011**

Registrier-Nr. / Registered No. 44 780 14097607  
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3524 9416  
Aktenzeichen / File reference 8003008239

Gültigkeit / Validity  
von / from 2019-07-16  
bis / until 2024-07-15

  
Zertifizierungsstelle der  
TUV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TUV NORD CERT GmbH    Langemarckstraße 20    45141 Essen    [www.tuev-nord-cert.de](http://www.tuev-nord-cert.de)    [technology@tuev-nord.de](mailto:technology@tuev-nord.de)

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise  
Please also pay attention to the information stated overleaf



# ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This is to certify, that the company

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.  
is authorized to provide the product described below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte:  
Manufacturing plant:

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

Beschreibung des Produktes  
(Details s. Anlage 1)  
Description of product  
(Details see Annex 1)

**Universal Robots Safety System e-Series**  
**for UR16e, UR10e, UR5e and UR3e robots**

Geprüft nach:  
Tested in accordance with:

**EN ISO 13849-1:2015, Cat.3, PL d**



Registrier-Nr. / Registered No. 44 207 14097610  
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3524 9741  
Aktenzeichen / File reference 8003008239

Gültigkeit / Validity  
von / from 2019-07-16  
bis / until 2024-07-15

  
Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH  
Certification body of TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen

www.tuev-nord-cert.de

technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise  
Please also pay attention to the information stated overleaf

## B.4 China RoHS

**Management Methods for Controlling Pollution**  
**by Electronic Information Products**  
**Product Declaration Table**  
**For Toxic or Hazardous Substances**  
**表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式**



| Product/Part Name<br>产品/部件名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素 |                   |                   |                                        |                                           |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 铅<br>Lead (Pb)                                        | 汞<br>Mercury (Hg) | 镉<br>Cadmium (Cd) | 六价<br>Hexavalent<br>Chromium<br>(Cr+6) | 多溴联苯<br>Polybrominated<br>biphenyls (PBB) | 多溴二苯醚<br>Polybrominated<br>diphenyl ethers<br>(PBDE) |
| UR Robots<br>UR3 / UR5 / UR10<br>UR机器人<br>UR3/UR5/UR10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | X                                                     | O                 | X                 | O                                      | X                                         | X                                                    |
| <p>O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006.<br/>O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。</p> <p>X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006.<br/>X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。</p> <p>(企业可在此处，根据实际情况对上表中打“X”的技术原因进行进一步说明。)</p> <p>Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period:<br/>下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间:</p> <p>Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces<br/>驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口</p> <p>Refer to product manual for detailed conditions of use.<br/>详细使用情况请阅读产品手册。</p> <p>Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability.<br/>Universal Robots 鼓励回收再利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务</p> |                                                       |                   |                   |                                        |                                           |                                                      |

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at <http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility>, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

## B.5 Certificado de pruebas medioambientales

### Climatic and mechanical assessment



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Client</b><br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>5260 Odense S<br>Denmark                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Force Technology project no.</b><br>117-32120                                                                                                        |
| <b>Product identification</b><br>UR 3 robot arms<br>UR 3 control boxes with attached Teach Pendants.<br>UR 5 robot arms<br>UR5 control boxes with attached Teach Pendants.<br>UR10 robot arms:<br>UR10 control boxes with attached Teach Pendants.<br>See reports for details.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                         |
| <b>Force Technology report(s)</b><br>DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069<br>DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                         |
| <b>Other document(s)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                         |
| <b>Conclusion</b><br>The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details).<br><br>IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h<br>IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h<br>IEC 60068-2-2, Test Be; +50°C, 16 h<br>IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g <sup>2</sup> /Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h<br>IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks |                                                                                                                                                         |
| <b>Date</b><br><br>Hørsholm, 25 August 2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Assessor</b><br><br><br>Andreas Wendelboe Højsgaard<br>M.Sc.Eng. |

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

## B.6 Certificado de pruebas de CEM



### Attestation of Conformity no. 119-29304-A1

FORCE Technology has performed compliance testing on electrical products since 1967. FORCE Technology is an accredited test house according to EN17025 and participates in international standardization with organizations such as CEN/CENELEC, IEC/CISPR and ETSI. This attestation of conformity with the below mentioned standards and/or normative documents is based on accredited tests and/or technical assessments carried out at FORCE Technology.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|--|-------------------|
| <b>Attestation holder</b><br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>5260 Odense S<br>DENMARK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                     |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| <b>Product identification</b><br>UR16e – 6-axis robot arm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| <b>Manufacturer</b><br>Universal Robots A/S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| <b>Technical documentation</b><br>FORCE Technology test report 119-24864-1, dated 03 June 2019.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| <b>Standards/Normative documents</b> <table border="0"> <tr> <td>IEC 61000-6-1:2016</td> <td>EMC Directive 2014/30/EU, Article 6</td> </tr> <tr> <td>IEC 61000-6-2:2016</td> <td>EN 61000-6-1:2007</td> </tr> <tr> <td>IEC 61000-6-3:2006 + AMD1:2010</td> <td>EN 61000-6-2:2005</td> </tr> <tr> <td>IEC 61000-6-4:2018</td> <td>EN 61000-6-3:2007 + A1:2011</td> </tr> <tr> <td>IEC 61326-3-1:2017</td> <td>EN 61000-6-4:2007 + A1:2011</td> </tr> <tr> <td></td> <td>EN 61326-3-1:2017</td> </tr> </table> |                                     | IEC 61000-6-1:2016 | EMC Directive 2014/30/EU, Article 6 | IEC 61000-6-2:2016 | EN 61000-6-1:2007 | IEC 61000-6-3:2006 + AMD1:2010 | EN 61000-6-2:2005 | IEC 61000-6-4:2018 | EN 61000-6-3:2007 + A1:2011 | IEC 61326-3-1:2017 | EN 61000-6-4:2007 + A1:2011 |  | EN 61326-3-1:2017 |
| IEC 61000-6-1:2016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EMC Directive 2014/30/EU, Article 6 |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| IEC 61000-6-2:2016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EN 61000-6-1:2007                   |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| IEC 61000-6-3:2006 + AMD1:2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | EN 61000-6-2:2005                   |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| IEC 61000-6-4:2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EN 61000-6-3:2007 + A1:2011         |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| IEC 61326-3-1:2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EN 61000-6-4:2007 + A1:2011         |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | EN 61326-3-1:2017                   |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| <p>The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same properties and quality. This attestation does not contain any statements pertaining to the requirements pursuant to other standards, directives or laws other than the above mentioned.</p>                                               |                                     |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |
| <b>Signature</b><br><div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Knud A.<br/>Baltsen</b></p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Digitally signed by<br/>Knud A. Baltsen<br/>Date: 2019.07.04<br/>20:59:02 +02'00'</p> </div> </div> <p>Signed by: Knud A. Baltsen, Senior Specialist, Product Compliance</p>                                                        |                                     |                    |                                     |                    |                   |                                |                   |                    |                             |                    |                             |  |                   |

**GTS** ADVANCED TECHNOLOGY GROUP

FORCE Technology  
Agro Food Park 13  
8200 Aarhus II  
Tel. +45 43 25 14 00  
Fax

FORCE Technology Norway AS  
Nye Våkås vei 32  
1395 Hvalstad, Norway  
+47 64 00 35 00  
+47 64 00 35 01  
info@forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB  
Tallmätargatan 7  
72134 Västerås, Sweden  
+46 (0)21-490 3000  
+46 (0)21-490 3001  
info@forcetechnology.se

FORCE Technology  
Park Allé 345  
2605 Brøndby, Denmark  
+45 43 25 00 00  
+45 43 25 00 10  
info@forcetechnology.dk  
www.forcetechnology.com



## C Normas aplicadas

En esta sección se describen las normas aplicadas en el desarrollo del brazo robótico y la caja de control. Cuando se indica un número de directiva europea entre corchetes, indica que la norma está armonizada de acuerdo con esa directiva.

Una norma no es una ley. Una norma es un documento desarrollado por partes interesadas de un sector determinado, en el que se definen los requisitos normales de seguridad y rendimiento de un producto o grupo de productos.

Las abreviaturas significan lo siguiente:

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| ISO  | International Standardization Organization |
| IEC  | International Electrotechnical Commission  |
| EN   | European Norm                              |
| TS   | Technical Specification                    |
| TR   | Technical Report                           |
| ANSI | American National Standards Institute      |
| RIA  | Robotic Industries Association             |
| CSA  | Canadian Standards Association             |

La conformidad con las normas que se indican a continuación solo está garantizada si se siguen todas las instrucciones de montaje, instrucciones de seguridad y directrices de este manual.

**ISO 13849-1:2006 [PLd]**

**ISO 13849-1:2015 [PLd]**

**ISO 13849-2:2012**

**EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/CE]**

**EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/CE)**

*Safety of machinery – Safety-related parts of control systems*

*Part 1: General principles for design*

*Part 2: Validation*

El sistema de control de seguridad está diseñado como nivel de rendimiento d (PLd) de acuerdo con los requisitos de estas normas.

**ISO 13850:2006 [Parada de categoría 1]**

**ISO 13850:2015 [Parada de categoría 1]**

**EN ISO 13850:2008 (E) [Parada de categoría 1 - 2006/42/CE]**

**EN ISO 13850:2015 [Parada de categoría 1 - 2006/42/CE]**

*Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*



La función de parada de emergencia está diseñada como una Parada de categoría 1 de acuerdo con esta norma. Una Parada de categoría 1 es una parada controlada que se consigue manteniendo la alimentación en los motores hasta conseguir el paro y desconectando la alimentación una vez parado.

---

**ISO 12100:2010****EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/CE]**

*Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

Los robots de UR se evalúan de acuerdo con los principios de esta norma.

---

**ISO 10218-1:2011****EN ISO 10218-1:2011(E) [2006/42/CE]**

*Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots*

*Part 1: Robots*

Esta norma se aplica al fabricante del robot, no al integrador. La segunda parte (ISO 10218-2) se aplica al integrador del robot, pues trata de la instalación y el diseño de la aplicación robótica.

---

**ANSI/RIA R15.06-2012**

*Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements*

Esta norma estadounidense es la combinación de las normas ISO ISO 10218-1 e ISO 10218-2 en un documento. El idioma cambia de inglés británico a inglés estadounidense, pero el contenido es el mismo.

Tenga en cuenta que la segunda parte (ISO 10218-2) de esta norma se aplica al integrador del sistema robótico, y no a Universal Robots.

---

**CAN/CSA-Z434-14**

*Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements*

Esta norma canadiense es la combinación de las normas ISO ISO 10218-1 (ver arriba) y -2 en un documento. CSA ha añadido requisitos adicionales para el usuario del sistema robótico. Es posible que el integrador del robot deba ocuparse de algunos de estos requisitos.

Tenga en cuenta que la segunda parte (ISO 10218-2) de esta norma se aplica al integrador del sistema robótico, y no a Universal Robots.

---

**IEC 61000-6-2:2005****IEC 61000-6-4/A1:2010****EN 61000-6-2:2005 [2004/108/CE]****EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/CE]**

*Electromagnetic compatibility (EMC)*

*Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments*

*Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments*

Estas normas definen requisitos relativos a las perturbaciones eléctricas y electromagnéticas. El cumplimiento de estas normas garantiza que los robots de UR tengan buenos resultados en entornos industriales y que no perturben el funcionamiento de otros equipos.

---

**IEC 61326-3-1:2008****EN 61326-3-1:2008**

*Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements*

*Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications*

Esta norma define requisitos adicionales sobre inmunidad electromagnética para funciones relacionadas con la seguridad. El cumplimiento de esta norma garantiza la eficacia de las funciones de seguridad de los robots de UR aunque otros equipos superen los límites de emisiones electromagnéticas definidos en las normas IEC 61000.

---

**IEC 61131-2:2007 (E)****EN 61131-2:2007 [2004/108/CE]**

*Programmable controllers*

*Part 2: Equipment requirements and tests*

Las E/S de 24 V, tanto las normales como las de seguridad, cumplen los requisitos de esta norma para garantizar una comunicación fiable con otros sistemas PLC.

---

**ISO 14118:2000 (E)****EN 1037/A1:2008 [2006/42/CE]**

*Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

Estas dos normas son muy similares. Definen principios de seguridad para evitar el arranque inesperado, ya sea por activar de nuevo la alimentación accidentalmente durante el mantenimiento o las reparaciones o por un comando de arranque no deliberado desde una perspectiva de control.

---

**IEC 60947-5-5/A1:2005****EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/CE]**

*Low-voltage switchgear and controlgear*

*Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

La acción de apertura directa y el mecanismo de bloqueo de seguridad del botón de parada de emergencia cumplen los requisitos de esta norma.

---

**IEC 60529:2013****EN 60529/A2:2013**

*Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

Esta norma define las clasificaciones de las carcasas con relación a la protección frente a polvo y agua.



Los robots de UR están diseñados y clasificados con un grado de protección IP acorde con esta norma (ver pegatina del robot).

---

**IEC 60320-1/A1:2007****IEC 60320-1:2015****EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/CE]****EN 60320-1:2015**

*Appliance couplers for household and similar general purposes*

*Part 1: General requirements*

El cable de alimentación cumple esta norma.

---

**ISO 9409-1:2004 [Tipo 50-4-M6]**

*Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces*

*Part 1: Plates*

La brida de la herramienta de los robots de UR se ajusta al tipo 50-4-M6 de esta norma. Además, las herramientas de robot deben construirse de acuerdo con esta norma para garantizar un buen ajuste.

---

**ISO 13732-1:2006****EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/CE]**

*Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces*

*Part 1: Hot surfaces*

Los robots de UR están diseñados de forma que la temperatura superficial se mantenga por debajo de los límites ergonómicos definidos en esta norma.

---

**IEC 61140/A1:2004****EN 61140/A1:2006 [2006/95/CE]**

*Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

Los robots de UR se construyen de acuerdo con esta norma para ofrecer protección contra descargas eléctricas. Una conexión a tierra/masa de protección es obligatoria, tal como se define en Manual de instalación del hardware.

**IEC 60068-2-1:2007**  
**IEC 60068-2-2:2007**  
**IEC 60068-2-27:2008**  
**IEC 60068-2-64:2008**  
**EN 60068-2-1:2007**  
**EN 60068-2-2:2007**  
**EN 60068-2-27:2009**  
**EN 60068-2-64:2008**

*Environmental testing*

*Part 2-1: Tests - Test A: Cold*

*Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat*

*Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock*

*Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

Los robots de UR se prueban con los métodos de prueba definidos en estas normas.

---

**IEC 61784-3:2010**  
**EN 61784-3:2010 [SIL 2]**

*Industrial communication networks – Profiles*

*Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

Esta norma define requisitos para buses de comunicaciones de seguridad.

---

**IEC 60204-1/A1:2008**  
**EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/CE]**

*Safety of machinery – Electrical equipment of machines*

*Part 1: General requirements*

Se aplican los principios generales de esta norma.

---

**IEC 60664-1:2007**  
**IEC 60664-5:2007**  
**EN 60664-1:2007 [2006/95/CE]**  
**EN 60664-5:2007**

*Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

*Part 1: Principles, requirements and tests*

*Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

Los circuitos eléctricos de los robots de UR están diseñados de acuerdo con esta norma.



## D Especificaciones técnicas

|                                                  |                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de robot                                    | UR16e                                                                                                                            |
| Peso                                             | 33.1 kg / 72.9 lb                                                                                                                |
| Carga útil máxima                                | 16 kg / 35.2 lb                                                                                                                  |
| Alcance                                          | 900 mm / 35.4 in                                                                                                                 |
| Rango giro juntas                                | ± 360° en todas las juntas                                                                                                       |
| Velocidad                                        | Juntas de base y hombro: Máx. 120°/s.<br>El resto de juntas: Máx. 180°/s.<br>Herramienta: Aprox. 1 m/s / Aprox. 39.4 in/s.       |
| Frecuencia de actualización del sistema          | 500 Hz                                                                                                                           |
| Precisión del sensor de par de torsión de fuerza | 5.5 N                                                                                                                            |
| Repetibilidad de poses                           | ± 0.05 mm / ± 0.0019 in (1.9 mils) per ISO 9283                                                                                  |
| Espacio necesario                                | Ø190 mm / 7.5 in                                                                                                                 |
| Grados de libertad                               | 6 juntas giratorias                                                                                                              |
| Tamaño de la caja de control (ancho×alto×largo)  | 460 mm × 449 mm × 254 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10 in                                                                             |
| Puertos de E/S de la caja de control             | 16 entradas digitales, 16 salidas digitales, 2 entradas analógicas, 2 salidas analógicas                                         |
| Puertos de E/S de la herramienta                 | 2 entradas digitales, 2 salidas digitales, 2 entradas analógicas                                                                 |
| Comunicación con herramienta                     | RS 485                                                                                                                           |
| Fuente de alimentación de E/S                    | 24 V 2 A en Caja de control                                                                                                      |
| Suministro eléctrico E/S de la herramienta       | 12 V/24 V 2 A (clavija dual) 1 A (clavija individual)                                                                            |
| Comunicación                                     | TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-T Toma Ethernet, Modbus TCP & Adaptador EtherNet/IP, Profinet                             |
| Programación                                     | Interfaz gráfica de usuario PolyScope en pantalla táctil de 12"                                                                  |
| Ruido                                            | Robot Arm: Less than 65dB(A) Control Box: Less than 50dB(A)                                                                      |
| Clasificación IP                                 | IP54                                                                                                                             |
| Clasificación de sala blanca                     | Brazo robótico: ISO Clase 5<br>Caja de control: ISO Clase 6                                                                      |
| Maximum Average Power                            | 585 W                                                                                                                            |
| Consumo de energía                               | Aprox. 350 W utilizando un programa típico                                                                                       |
| Funcionamiento colaborativo                      | 17 funciones de seguridad avanzada. De acuerdo con: EN ISO 13849-1:2008, PLd, Cat.3 y EN ISO 10218-1:2011, cláusula 5.10.5       |
| Materiales                                       | Aluminio, plástico PP                                                                                                            |
| Temperatura                                      | El robot puede funcionar en un intervalo de temperatura ambiente de 0-50 °C                                                      |
| Fuente de alimentación                           | 100-240 VAC, 47-440 Hz                                                                                                           |
| Cables                                           | Cable entre el robot y la caja de control (6 m / 236 in)<br>Cable entre la pantalla táctil y la caja de control (4.5 m / 177 in) |

# E Tablas de funciones de seguridad

## E.1 Tabla 1

UR e-Series Safety Functions and Safety I/O are PLd, Category 3 (ISO 13849-1), with certification by TÜV NORD (certificate # 44 207 14097610)

Safety Function (SF) Descriptions (see Chapter 2 of manual)

For safety I/O, the resulting safety function including the external device or equipment is determined by the overall architecture and the sum of all PFHds, including the UR robot safety function PFHd.

NOTE: All safety functions are individual safety functions.

If any safety function limit is exceeded, or a fault is detected in a safety function or safety-related part of the control system, the result is a Category 0 stop (immediate removal of power) according to IEC 60204-1.

| SF # | Safety Function                                                                 | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | What happens?                                                                                                                                                                             | Tolerance | PFHd     | What is affected?                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-------------------------------------------------|
| 1    | 1, 2, 3, 4<br><b>Emergency Stop</b><br>(according to ISO 13850)                 | Pressing the Estop PB on the pendant <sup>1</sup> or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop <sup>3</sup> with power removed from the robot actuators and the tool I/O.<br><i>CommandError! Bookmark not defined.</i> all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time & Stop Distance Safety Functions <sup>4</sup> .<br><b>ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES</b> , not safeguarding. | <b>Category 1 stop</b><br>(IEC 60204-1)                                                                                                                                                   | ---       | 1.30E-07 | <b>Robot</b><br><i>including robot tool I/O</i> |
| 2    | <b>Safeguard Stop<sup>4</sup></b><br>(Protective Stop according to ISO 10218-1) | This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop <sup>3</sup> . The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configuration are provided.<br>See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions <sup>4</sup> .<br><i>For the functional safety of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of the Safeguard Stop.</i>                  | <b>Category 2 stop</b><br>(IEC 60204-1)<br><b>SS2 stop</b><br>(as described in IEC 61800-5-2)                                                                                             | ---       | 1.20E-07 | <b>Robot</b>                                    |
| 3    | <b>Joint Position Limit (soft axis limiting)</b>                                | Sets upper and lower limits for the allowed joint positions. Stopping time and distance is not a considered as the limit(s) will not be violated.<br>Each joint can have its own limits.<br><i>Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move within. It is set in the safety part of the User Interface. It is a means of safety-rated soft axis limiting &amp; space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>                                | Will not allow motion to exceed any limit settings.<br>Speed could be reduced so motion will not exceed any limit.<br>A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit. | 5 °       | 1.20E-07 | <b>Joint (each)</b>                             |

<sup>1</sup> Communications between the Teach Pendant, controller & within the robot (between joints) are SIL 2 for safety data, per IEC 61784-3.

<sup>2</sup> Estop validation: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated*Error! Bookmark not defined.* to the safety controller by SIL2 communications. To validate the pendant Estop functionality, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller.

<sup>3</sup> Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79). Only Category 0 and 1 stops are allowed for the Estop.

- Category 0 & 1 result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE & Cat 1 being a controlled stop (decelerate then removal). With all UR robots, a Category 1 stop is a controlled stop where power is removed when a monitored standstill state is detected.
- Category 2 is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stops are defined in IEC 60204-1. Descriptions of STO, SS1 and SS2 are in IEC 61800-5-2. With UR robots, a Category 2 stop maintains the trajectory then retains power to the drives after stopping.

<sup>4</sup> It is recommended to use the UR e-series' Stop Time and Stop Distance Safety Functions. These limits should be used for your application stop time/ safety distance values.

| SF # | Safety Function                                                                                         | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | What happens?                                                                                                                                                                             | Tolerance    | PFHd     | What is affected?           |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------------------------|
| 4    | <b>Joint Speed Limit</b>                                                                                | Sets an upper limit for the joint speed.<br>Each joint can have its own limit.<br>This safety function has the most influence on energy transfer upon contact (clamping or transient).<br><i>Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set in the safety setup part of the User Interface.</i><br><i>Used to limit fast joint movements, e.g. risks related to singularities.</i>                                                                                                                                                                                                                | Will not allow motion to exceed any limit settings.<br>Speed could be reduced so motion will not exceed any limit.<br>A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit. | 1.15 °/s     | 1.20E-07 | Joint (each)                |
|      | <b>Joint Torque Limit</b>                                                                               | Exceeding the internal joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop <sup>3</sup> . This is shown as SF #5 in the Generation 3 (CB3) UR robots.<br><i>This is not accessible to the user; it is a factory setting. It is NOT shown as a safety function because there are no user settings and no user configuration possibilities.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                           |              |          |                             |
| 5    | <i>Called various names</i><br><b>Pose Limit Tool Orientation Limit Safety Planes Safety Boundaries</b> | Monitors the TCP Pose (position and orientation) and will prevent exceeding a safety plane or TCP Pose Limit.<br>Multiple pose limits are possible (tool flange, elbow, and up to 2 configurable tool offset points with a radius)<br>Orientation restricted by the deviation from the feature Z direction of the tool flange OR the TCP.<br><i>This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP and wrist inclusion/ exclusion zones due to the safety planes.</i> | Will not allow motion to exceed any limit settings.<br>Speed or torques could be reduced so motion will not exceed any limit.                                                             | 3 °<br>40 mm | 1.20E-07 | TCP<br>Tool flange<br>Elbow |
| 6    | <b>Speed Limit TCP &amp; Elbow</b>                                                                      | Monitors the TCP and elbow speed to prevent exceeding a speed limit.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.                                                                                                                       | 50 mm/s      | 1.20E-07 | TCP                         |
| 7    | <b>Force Limit (TCP)</b>                                                                                | The Force Limit is the force exerted by the robot at the TCP (tool center point) and "elbow". The safety function continuously calculates the torques allowed for each joint to stay within the defined force limit for both the TCP & the elbow.<br>The joints control their torque output to stay within the allowed torque range. This means that the forces at the TCP or elbow will stay within the defined force limit.<br>When a monitored stop is initiated by the Force Limit SF, the robot will stop, then "back-off" to a position where the force limit was not exceeded. Then it will stop again.                                        | Will not allow motion to exceed any limit settings.                                                                                                                                       | 25 N         | 1.50E-07 | TCP                         |
| 8    | <b>Momentum Limit</b>                                                                                   | The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. <i>The Momentum Limit affects the entire robot.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           | 3 kg m/s     | 1.20E-07 | Robot                       |
| 9    | <b>Power Limit</b>                                                                                      | This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the robot speed.<br>This safety function dynamically limits the current/ torque but maintains the speed.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dynamic limiting of the current/ torque                                                                                                                                                   | 10 W         | 1.50E-07 | Robot                       |

**E.1 Tabla 1**

| SF #   | Safety Function                 | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | What happens?                                                                                                                                       | Tolerance | PFHd     | What is affected?                           |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|---------------------------------------------|
| New 15 | Stopping Time Limit             | Real time monitoring of conditions such that the stopping time limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop time limit is not exceeded.<br>The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the time needed to stop the robot is at risk of exceeding the time limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded.<br>The safety function performs the same calculation of the stopping time and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.                                           | Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting.<br>Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit | 50 ms     | 1.20E-07 | Robot                                       |
| New 16 | Stopping Distance Limit         | Real time monitoring of conditions such that the stopping distance limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop distance limit will not be exceeded.<br>The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the distance needed to stop the robot is at risk of exceeding the distance limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded.<br>The safety function performs the same calculation of the stopping distance and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.                  | Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting.<br>Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit | 40 mm     | 1.20E-07 | Robot                                       |
| New 17 | Safe Home Position              | Safety function which monitors a safety rated output, such that it ensures that the output can only be activated when the robot is in the configured "safe home position".<br>A cat 0 stop is initiated if the output is activated when the robot is not in the configured position.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | The "safe home output" can only be activated when the robot is in the configured "safe home position"                                               | 1.7 °     | 1.20E-7  | External connection to logic &/or equipment |
| 10     | UR Robot Estop Output           | When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are high. Pulses are not used but they are tolerated.<br><i>For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton).<sup>5</sup></i><br><i>For the Estop Output, validation is performed at the external equipment, as the UR output is an input to this external equipment.</i> |                                                                                                                                                     |           | 4.70E-08 | External connection to logic &/or equipment |
| 11     | UR Robot Moving: Digital Output | Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                     |           | 1.20E-07 | External connection to logic &/or equipment |

<sup>5</sup> Estop validation: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated to the safety controller by SIL2 communications.

To validate the pendant Estop function, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller. The connection from the pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2.

| SF # | Safety Function                           | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | What happens? | Tolerance | PFHd                                                                 | What is affected?                           |
|------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 12   | UR Robot Not stopping: Digital Output     | Whenever the robot is STOPPING (in process of stopping or in a stand-still condition) the dual digital outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                 |               |           | 1.20E-07                                                             | External connection to logic &/or equipment |
| 13   | UR Robot Reduced Mode: Digital Output     | Whenever the robot is in reduced mode (or reduced mode is initiated), the dual digital outputs are LOW. See below.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |           | 1.20E-07                                                             | External connection to logic &/or equipment |
| 14   | UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output | Whenever the robot is NOT in reduced mode (or the reduced mode is not initiated), the dual digital outputs are LOW.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |           | 1.20E-07                                                             | External connection to logic &/or equipment |
| —    | Reduced Mode SF settings change           | Reduced Mode can be initiated by a safety panel/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms).<br>When the external connections are Low, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL reduced mode limits are ACTIVE.<br><i>Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: joint position, joint speed, TCP pose limit, TCP speed, TCP force, momentum, power, stopping time, and stopping distance.</i> |               |           | PFHd is either 1.20E-07 or 1.50E-07 depending on the safety function | Robot                                       |
| —    | Safeguard Reset                           | When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from low to high, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |           | Input to SF2<br>See SF2                                              | Robot                                       |

| SF # | Safety Function                  | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | What happens? | Tolerance | PFHd                                      | What is affected? |
|------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-------------------------------------------|-------------------|
| —    | 3 Position Enabling Device INPUT | When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated.<br><i>Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the User Interface. If the User Interface is in</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>“run mode”, the enabling device will not be active.</li> <li>“programming mode”, the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.</li> </ul> |               |           | Input to SF2<br>See SF2<br>safeguard stop | Robot             |
| —    | Mode switch INPUT                | When the external connections are Low, Operation Mode (running/ automatic operation in automatic mode) is in effect. When High, mode is programming/ teach.<br><i>Recommendation: Use with a 3-position enabling device. When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s. The speed can manually be increased by using the pendant user interface “speed-slider”, but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.</i>                                                                                                  |               |           | Input to SF2<br>See SF2<br>safeguard stop | Robot             |

**E.1 Tabla 1**
**Global safety standards for all industrial robots<sup>6</sup>**

ISO 10218-1: Manufacturer of robots  
 ISO 13849-1 & -2: Provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including safety software.

**Global safety requirements for robot systems**

ISO 10218-2: Integrator of robot systems  
 A risk assessment is mandatory for the robot system because it is a completed machine. A risk assessment is the overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation. This means identifying all risks and reducing these risks to an acceptable level (See ISO 12100).  
 ISO 13849-1 & -2: Safety-related parts of control systems  
 ISO/TS 15066 is NOT a standard; it is a Technical Specification with additional guidance and requirements for collaborative applications. An informative annex includes a research study on pain thresholds. It has been adopted by various countries including in Europe. USA adopted it as a technical report (RIA TR R15.606).

**Global acceptance of ISO 10218-1 and ISO 10218-2**

ISO 10218-1, -2 have been adopted as key safety standards for industrial robots by many countries including:

- Europe: Harmonized, shown as **EN ISO** 10218-1 & -2
- USA: National adoption as ANSI/RIA R15.06
- Canada: National adoption as CAN/CSA Z434
- Japan: National adoption as JIS B 8433-1
- Republic of Korea: National adoption as KS B ISO 10218-1/-2

**Regulations about machine safety in EU countries**

All machines installed within EU shall comply with the essential health and safety requirements listed in ANNEX I of the Machinery Directive (MD) 2006/42/EC.

It is not required to comply with any standard, however, ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO 13849-1 are harmonized under the MD. Harmonized standards have an "EN" prefix, e.g. EN ISO 10218. Complying with a harmonized standard provides a presumption of conformity with the relevant MD essential requirements.

For a completed machine (robot system), the following is required:

- A risk assessment of the intended use(s);
- Instructions for use;
- A CE Declaration of Conformity (DOC);  
*A DOI (Declaration of Incorporation) is provided for incomplete or partial machines. Robots are incomplete machines. A DOI is provided to enable integrators to CE mark their robot system.*
- Marking, including the CE mark, on the completed machine (robot system) according to ANNEX III;
- A supplier's "technical file", to be stored for 10 years.

<sup>6</sup> ISO robot safety standards are developed by ISO TC 299 (Technical Committee 299), with industrial robots handled by WG 3. UR is a very active member of TC299 WG3.

**Key safety clauses from ISO 10218-1**

§5.10: Robots designed for collaborative operation shall comply with 1 or more of the requirements in §5.10.2 through §5.10.5

**§5.10.2 safety-rated monitored stop**

A Category 2 stop according to IEC 60204-1, monitored according to functional safety requirements in §5.4.

UR robots: Safeguard Stop safety function fulfills §5.10.2.

**§5.10.5 power and force limiting by inherent design or control**

Power and force limiting of the robot shall comply with §5.4. If any parameter limit is exceeded, a protective stop shall be issued. Whether an application is collaborative is determined by the application risk assessment. ISO 10218-2 is used for the robot system and robot application – collaborative or non-collaborative.

**§5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting**

Soft limits are software-defined limits to robot motion. Space limiting is used to define any geometric shape which may be used as an inclusionary or exclusionary zone, either limiting robot motion within the defined space, or preventing the robot from entering the defined space.

With UR robots, the following can be used for §5.12.3:

- Safety Boundaries (Planes);
- Joint Position Limits;
- Pose Limits for the tool flange and TCP.  
*With the e-Series, Pose Limits also include the elbow, and two configurable tool offset points with a radius.*

## E.2 Tabla 2

UR e-Series robots comply with ISO 10218-1:2011 and the applicable portions of ISO/TS 15066. It is important to note that most of ISO/TS 15066 is directed towards the integrator and not the robot manufacturer. ISO 10218-1:2011, clause 5.10 collaborative operation details 4 collaborative operation techniques as explained below.

It is very important to understand that collaborative operation is of the APPLICATION when in AUTOMATIC mode.

| # | ISO 10218-1                                         | Technique                                                    | Explanation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | UR e-Series                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.2 | Safety-rated monitored stop                                  | <p>Stop condition where position is held at a standstill and is monitored as a safety function. Category 2 stop is permitted to auto reset.</p> <p>In the case of resetting and restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 as resumption shall not cause hazardous conditions.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>UR robots' safeguard stop is a safety-rated monitored stop, See SF2 on page 1.</p> <p><i>It is likely, in the future, that "safety-rated monitored stop" will not be called a form of collaborative operation.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.3 | Hand-guiding                                                 | <p>This is essentially individual and direct personal control while the robot is in automatic mode.</p> <p>Hand guiding equipment shall be located close to the end-effector and shall have:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Emergency Stop pushbutton; and</li> <li>• a 3-position enabling device; and</li> <li>• a safety-rated monitored stop function; and</li> <li>• a settable safety-rated monitored speed function.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>UR robots do not provide hand-guiding for collaborative operation.</p> <p>Hand-guided teach (free drive) is provided with UR robots but this is for programming in manual mode and not for collaborative operation in automatic mode.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.4 | Speed & separation monitoring (SSM) safety functions         | <p>SSM is the robot maintaining a separation distance from any operator (human). This is done by monitoring of the distance between the robot system and intrusions to ensure that the MINIMUM PROTECTIVE DISTANCE is assured.</p> <p>Presently, this is accomplished using Sensitive Protective Equipment (SPE), where typically a safety laser scanner detects intrusion(s) towards the robot system and causing</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) dynamic changing of the parameters for the limiting safety functions; or</li> <li>2) a safety-rated monitored stop condition.</li> </ol> <p>Upon detection of the intrusion exiting the protective device's detection zone, the robot is permitted to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) resume the "higher" normal safety function limits in the case of 1) above;</li> <li>b) resume operation in the case of 2) above.</li> </ol> <p>In the case of 2) b) restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 for requirements.</p> | <p>To facilitate SSM, UR robots have the capability of switching between two sets of parameters for safety functions with configurable limits (normal and reduced).</p> <p>See Reduced Mode on page 4.</p> <p>Normal operation can be when no intrusion is detected. It can also be caused by safety planes/ safety boundaries.</p> <p>Multiple safety zones can be readily used with UR robots. For example, one safety zone can be used for "reduced settings" and another zone boundary is used as a safeguard stop input to the UR robot.</p> <p>Reduced limits can also include a reduced setting for the stop time and stop distance limits – to reduce the work area and floorspace.</p> |
| 4 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.5 | Power and force limiting (PFL) by inherent design or control | <p>How to accomplish PFL is left to the robot manufacturer. The robot design and/or safety functions will limit the energy transfer from the robot to a person. If any parameter limit is exceeded, a protective stop happens.</p> <p>PFL applications require considering the ROBOT APPLICATION (including the end-effector and workpiece(s)), so that any contact will not cause injury. The study performed evaluated pressures to the ONSET of pain, not injury. See Annex A.</p> <p>See ISO/TR 20218-1 End-effectors</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>UR robots are power and force limiting robots that were specifically designed to enable collaborative applications where the robot could contact a person and cause no injury.</p> <p>UR robots have safety functions that can be used to limit motion, speed, momentum, force, power and more of the robot.</p> <p>These safety functions are used in the robot application to thereby lessen pressures and forces caused by the end-effector and workpiece(s).</p>                                                                                                                                                                                                                         |

## FAQs

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Do UR robots comply with ISO 10218-1 (EN ISO 10218-1)?                      | <p>Yes, both Generation 3 (CB3) and e-Series are certified to comply with EN ISO 10218-1. Often the below questions are asked about UR robots and clauses of EN ISO 10218-1.</p> <p><b>§5.7.1: Mode selector which can be locked in each position.</b><br/> <i>Automatic and manual mode are usability features and not safety functions for UR robots. Mode locking does not contribute to risk reduction for UR robots because the safeguard stop and all safety functions are operational in all modes. If the INTEGRATION risk assessment determines a mode selector is needed, it can be added and integrated as "mode selector" inputs to the UR safety controller.</i></p> <p><b>§5.7.3 and §5.8.3: Manual control of the robot from inside the safeguarded space shall be performed with a reduced speed with an enabling device...</b><br/> <i>UR does not know if there will be a safeguarded space or if programming will take place within the safeguarded space of a non-collaborative application. When PFL robots are integrated into collaborative applications, an enabling device might not be required according to ISO/TS 15066.</i><br/> <i>If the INTEGRATION risk assessment determines that an enabling device is needed for risk reduction, it can be added and integrated as inputs to the UR safety controller.</i></p> <p><b>§5.12.1: Limiting motion by mechanical stops for axis 1 and comply with §5.12.2 or §5.12.3.</b><br/> <i>UR robots provide axis limiting capabilities completely by §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting safety functions. Soft axis and space limiting is an acceptable alternate to mechanical stops, as it achieves the same goal.</i></p> |
|                                                                             | <p>UR Robots have been certified to comply with both ISO 10218-1 and ISO 13849. UR robots comply with the optional collaborative operation requirements of §5.10.2 safety-rated monitored stop, §5.10.5 power and force limiting, and §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting. Power and force limiting safety functions enable collaborative applications where contact with people is permitted when contact pressure/forces are acceptable.</p> <p>The robot application determines whether it is collaborative according to the risk assessment. If the application integrates a protective device, e.g. safety laser scanner, with the UR Robot, the application can be a collaborative application according to "Speed and Separation Monitoring".</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| What is ISO/TS 15066:2016, Technical Specification on Collaborative Robots? | ISO/TS 15066 is a Technical Specification with guidance for collaborative applications to aid integrators. It also includes a research study's results on pain thresholds which can be used for verifying a collaborative (contact permitted) application. Pain thresholds are acknowledged to be more conservative than injury thresholds. Typical workplace safety standards and regulations require an injury-free, not a pain-free workplace.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| What is ISO 13849? <sup>7</sup>                                             | <p>ISO 13849-1: provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including the design of software. Functional safety performance is expressed as a PFHd (Probability of dangerous failure per hour).</p> <p>ISO 13849-2: specifies the procedures and conditions for the validation by analysis and testing of the specified safety functions, the category and the performance level of the safety function &amp; SRP/CS according to ISO 13849-1.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| What is a stop category?<br>See IEC 60204-1                                 | <p>"Stop Category" is a classification of how a stop operates. It is described in IEC 60204-1 (NFPA79):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stop Category 0: A stop by immediate removal of power &lt;to the robot/ robot system&gt;. It is an uncontrolled stop, where the &lt;robot/ robot system&gt; can deviate from the programmed path.</li> <li>Stop Category 1: A stop with power available to the &lt;robot/ robot system&gt; to achieve the stop &lt;decelerate&gt; and then power is removed after the stop is achieved. It is a controlled stop, where the &lt;robot/ robot system&gt; continues along the programmed path. Power is removed after the stop.</li> <li>Stop Category 2: A controlled stop with power available &lt;to the robot/ robot system&gt;. The safety-related control system monitors that position is maintained.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| What is "Cat 3" or "Category 3"?<br>See ISO 13849                           | Here "Category" refers to the architecture used for functional safety as described in ISO 13849. It is one attribute in the determination of a Performance Level (PL). With Category 3 architecture, a single fault will not lead to a loss of the safety function. "Category 3" is often called "dual channel".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| What is "PLd" or "Performance Level d"?<br>See ISO 13849                    | <p>A Performance Level (PL) is a discrete level used to specify the ability of safety-related parts of control systems to perform safety functions under foreseeable conditions. According to ISO 13849, PL=d is highly reliable. PLd is required by ISO 10218 for hazardous robot applications.</p> <p>A PL is described by its PFHd (probability of dangerous failure per hour) where lower mean more reliable (safe) performance.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| What is the difference between Emergency stop and Safeguard stop?           | <p>Emergency stop functions are to be used for emergencies only. Emergency stop is manually activated by a person pressing the Emergency stop pushbutton.</p> <p>Safeguard stop is used to stop the robot in a safe way, typically triggered by protective devices, e.g. sensitive protective equipment (light curtains, safety scanners), interlocking devices.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

<sup>7</sup> Universal Robots publishes a list of the safety functions associated with both Generation 3 (CB3) and e-Series robots. This describes each safety function including what triggers the safety function, the outcome of the safety function, PL, Category, and PFHd value.



## **Parte II**

# **Manual de PolyScope**



# 10 Introducción

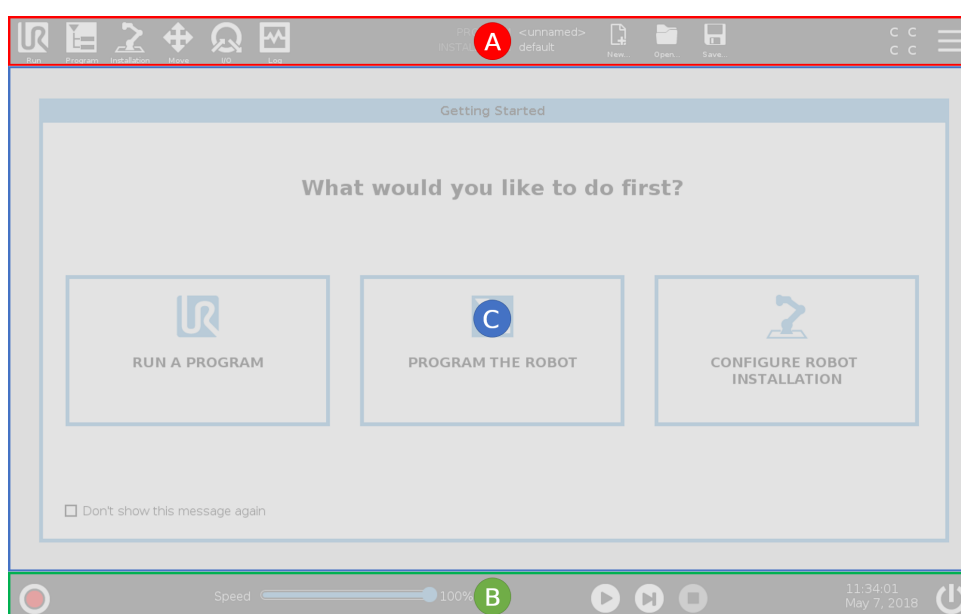
## 10.1 Aspectos básicos de PolyScope

PolyScope es la interfaz gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés) en la **Consola portátil** que dirige el brazo robótico, la caja de control y ejecuta los programas.

**A : Encabezado** con pestañas/iconos que ponen a su disposición pantallas interactivas.

**B : Pie de página** con botones que controlan su o sus programas cargados.

**C : Pantalla** con campos que gestionan y supervisan las acciones del robot.



Nota: Durante el arranque puede aparecer una ventana de diálogo No se puede proceder. Debe seleccionar **Ir a pantalla de inicialización** para encender el robot.

### 10.1.1 Iconos/pestañas de encabezado



**Ejecutar** es una forma sencilla de manejar el robot mediante programas ya preparados.



**Programa** crea o modifica los programas de robot.



**Instalación** configura los ajustes del brazo robótico y el equipo externo, p. ej., montaje y seguridad.



**Mover** controla o regula el movimiento del robot.



**E/S** supervisa y ajusta las señales de Entrada/Salida hacia y desde la caja de control del robot.



**Registro** indica la salud del robot así como cualquier mensaje de advertencia o error.



#### Gestor de programas e instalaciones

selecciona y muestra el programa y la instalación activos (consulte 20.4). Nota: Ruta de archivo, Abrir y Guardar componen el Gestor de programas e instalaciones.



**Nuevo...** crea un programa o una instalación nueva.



**Abrir...** abre un programa o una instalación creada y guardada previamente.



**Guardar...** guarda un programa, instalación o ambos al mismo tiempo.

Nota: Los iconos de modo automático y modo manual solo aparecen en el encabezado si establece una contraseña de modo operativo.



Modo **Automático** indica que el robot tiene cargado un entorno automático. Púlselo para un entorno manual.



Modo **Manual** indica que el robot tiene cargado un entorno manual. Púlselo para un entorno automático.

Nota: Solo se puede acceder a los iconos de Modo local y de Modo remoto si Control remoto está activado.



**Modo local** indica que el robot se puede controlar de forma local. Púlselo para cambiar a Control remoto. Se debe establecer una contraseña para acceder al icono Modo local.



**Moto remoto** indica que el robot se puede controlar desde una ubicación remota. Púlselo para cambiar a Control local.



**Suma de comprobación** muestra la configuración de seguridad activa.



**Menú hamburguesa** permite el acceso a Ayuda PolyScope, Acerca de y Ajustes.

### 10.1.2 Botones de pie de página



**Iniciar** gestiona el estado del robot. Cuando está en ROJO, pulse para poner al robot en estado operativo.



**Control deslizante de velocidad** muestra en tiempo real la velocidad relativa a la que se mueve el brazo robótico, teniendo en cuenta los ajustes de seguridad.



El botón **Simulación** cambia la ejecución de un programa entre el modo Simulación y el robot real. Al ejecutarse en modo de simulación, el brazo robótico no se mueve. Por lo tanto, el robot no puede dañarse a sí mismo ni a ningún equipo cercano en una colisión. Si no está seguro de lo que hará el brazo robótico, utilice el modo Simulación para probar programas.



**250mm/s Velocidad alta manual** permite que la velocidad de la herramienta supere temporalmente 250 mm/s. La función de hombre muerto solo está disponible en modo Manual cuando se ha configurado el dispositivo activador de tres posiciones.



**Reproducir** inicia el programa de robot cargado actualmente.

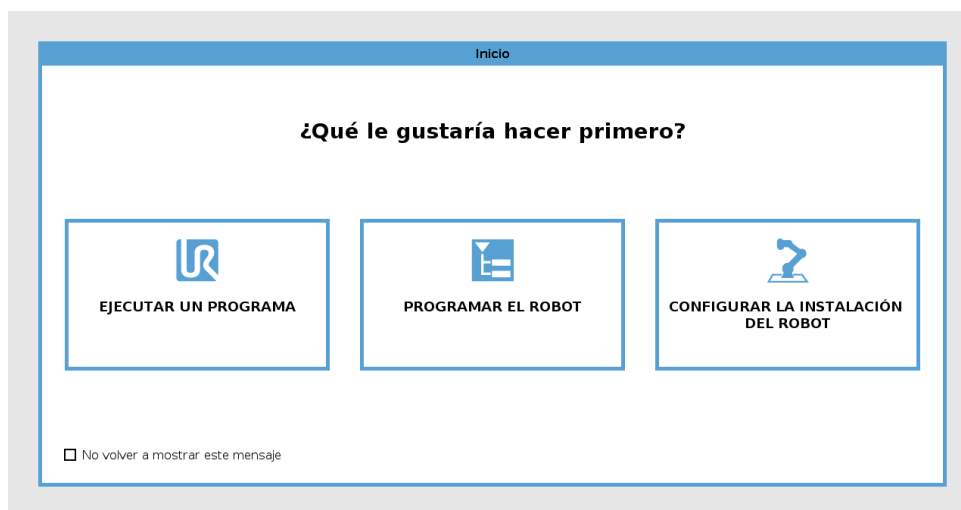


**Paso** permite ejecutar un programa con una única etapa.



**Parar** detiene el programa de robot cargado actualmente.

## 10.2 Pantalla Inicio





Ejecutar un programa, Programar el robot o Configurar instalación del robot.

# 11 Inicio rápido

## 11.1 Elementos básicos del brazo robótico

El brazo de Universal Robot se compone de juntas y tubos. Puede utilizar PolyScope para coordinar el movimiento de estas juntas, moviendo el robot y posicionando su herramienta según se desee: excepto para la zona directamente encima y directamente debajo de la base.

**Base** es donde está montado el robot.

**Hombro y Codo** realizan movimientos más amplios.

**Muñecas 1 y 2** realiza movimientos más finos.

**Muñeca 3** es donde acopla la herramienta del robot.



### NOTA:

Antes del primer encendido del robot, su integrador de robot UR designado debe:

1. leer y entender la información de seguridad en el Manual de instalación del hardware.
2. Ajustar los parámetros de configuración de seguridad definidos por la valoración de riesgo (consulte capítulo 13).

### 11.1.1 Instalación del brazo robótico y la caja de control

Puede utilizar PolyScope, una vez el brazo robótico y la caja de control estén instalados y encendidos.

1. Desembale el **brazo robótico** y la **caja de control**.
2. Monte el **brazo robótico** sobre una superficie resistente y libre de vibraciones.
3. Coloque la **caja de control** sobre su **pie**.
4. Conecte el cable al robot y a la caja de control.
5. Conecte el enchufe principal de la caja de control.



### PELIGRO:

Peligro de caída. Si el robot no se coloca de forma segura sobre una superficie resistente, el robot puede caer y provocar lesiones.

Consulte Manual de instalación del hardware para instrucciones de instalación detalladas.

### 11.1.2 Encendido y apagado de la caja de control

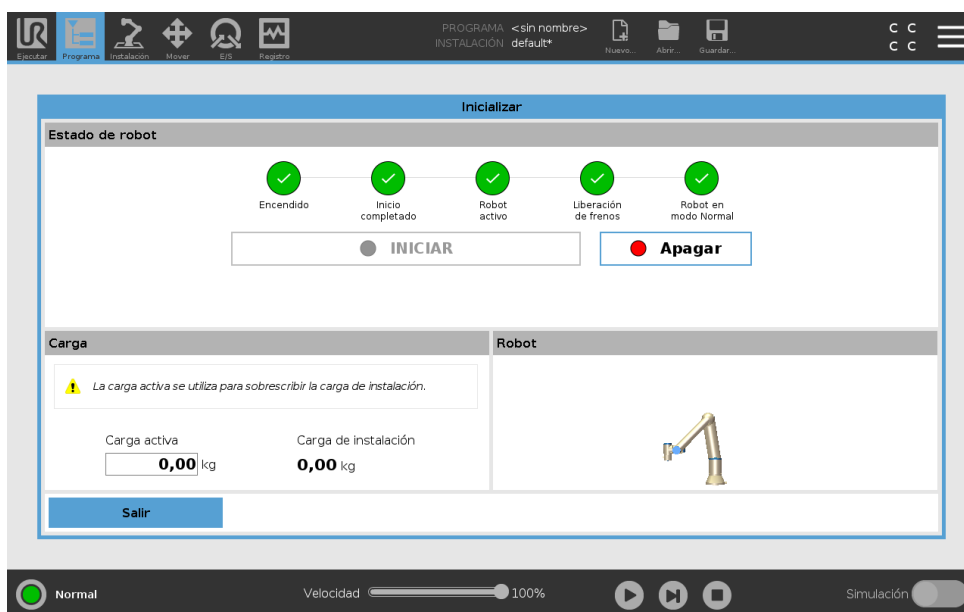
La caja de control contiene principalmente las entradas/salidas eléctricas físicas que conectan el brazo robótico, la consola portátil y cualquier periférico. Debe encender la caja de control para poder activar el brazo robótico.

1. En su **consola portátil**, pulse el botón de encendido para activar la caja de control.
2. Espere mientras aparece en pantalla texto del sistema operativo subyacente, seguido por botones.
3. Cuando aparezca una ventana de diálogo No se puede proceder, seleccione **Ir a pantalla de inicialización** para acceder a la pantalla Inicializar.

### 11.1.3 Encendido y apagado del brazo robótico

En la parte inferior izquierda de la pantalla, el icono Inicializar indica el estado del brazo robótico mediante colores:

- **Rojo** El brazo robótico está en estado de parada.
- **Amarillo** El brazo robótico está encendido, pero no está listo para funcionar con normalidad.
- **Verde** El brazo robótico está encendido y listo para funcionar con normalidad.



Nota: El arranque del brazo robótico está acompañado por sonido y ligeros movimientos a medida que se liberan los frenos de junta.

### 11.1.4 Inicialización del brazo robótico



**PELIGRO:**

Compruebe siempre que la instalación y la carga útil real sean correctas antes de poner en marcha el brazo robótico. Si estos ajustes son incorrectos, ni el brazo robótico ni la caja de control funcionarán bien, y puede llegar a ser peligroso para las personas o los equipos.



**PRECAUCIÓN:**

Asegúrese de que el brazo robótico no toque ningún objeto (p. ej., una mesa), ya que la colisión entre el brazo robótico y un obstáculo podría dañar la caja de engranajes de alguna junta.

Para iniciar el robot:

1. Presione el botón ENCENDIDO con el LED verde para comenzar el proceso de inicialización. A continuación, el LED pasa a amarillo para indicar que el suministro eléctrico está activado y en **Inactivo**.
2. Presione el botón INICIAR para liberar los frenos.
3. Presione el botón APAGADO con el LED rojo para apagar el brazo robótico.
  - Cuando se arranca el PolyScope, pulse el botón ENCENDIDO una vez para encender el brazo robótico. A continuación, el estado pasa a amarillo para indicar que el robot está activado y en inactivo. **Inactivo**.
  - Cuando el estado del robot es **Inactivo**, pulse el botón INICIAR para iniciar el brazo robótico. En este momento, los datos del sensor se comparan con el montaje configurado del brazo robótico. Si no coinciden (con una tolerancia de 30°), se deshabilita el botón y aparece un mensaje de error bajo él. Si se comprueba el montaje, pulsar el botón libera todos los frenos de junta y el brazo robótico está listo para un funcionamiento normal.

## 11.2 Arranque rápido de sistema

Antes de utilizar el PolyScope, compruebe que el brazo robótico y la caja de control están instalados correctamente.

1. En la **consola portátil**, pulse el botón de parada de emergencia.
2. En la consola portátil, pulse el botón de encendido y permita que se inicie el sistema, mostrando texto en el **PolyScope**.
3. Aparece una ventana emergente en la pantalla táctil indicando que el sistema está preparado y que se debe inicializar el robot.
4. En la ventana de diálogo emergente, pulse **Ir a pantalla de inicialización** para acceder a la pantalla de inicialización.
5. Desbloquee el botón de parada de emergencia para cambiar el estado del robot de **Parada de emergencia** a **Apagado**.

6. Salga del alcance (espacio de trabajo) del robot.
7. En la pantalla **Inicializar robot**, pulse el botón **ENCENDIDO** y permita que el estado del robot cambie a **Inactivo**.
8. En el campo **Carga útil**, en Carga útil activa, compruebe la masa de la carga útil. También puede comprobar que la posición de montaje sea correcta en el campo **Robot**.
9. Pulse el botón **Iniciar**, para que el robot libere su sistema de frenos. Nota: El robot vibra y emite sonidos de clic lo que indica que está preparado para la programación.



## NOTA:

Puede aprender cómo programar su robot en Universal Robots Academy en [www.universal-robots.com/academy/](http://www.universal-robots.com/academy/)

## 11.3 El primer programa

Un programa es una lista de comandos que indica al robot lo que tiene que hacer. Para la mayoría de las tareas, la programación se realiza enteramente utilizando el PolyScope. Enseñe al brazo robótico cómo moverse utilizando una serie de puntos de paso para configurar una ruta que deba seguir el brazo robótico.

Use la pestaña Mover (consulte 17) para mover el brazo robótico hasta una posición deseada, o enseñe la posición estirando del brazo robótico hasta el lugar deseado manteniendo pulsado el botón de movimiento libre en la parte superior de la consola portátil.

Puede crear un programa para enviar señales de E/S a otras máquinas en determinados puntos de la ruta del robot, y ejecutar comandos como **si...entonces** y **bucle**, basándose en variables y señales de E/S.

A continuación encontrará un sencillo programa que permite a un brazo robótico moverse entre dos puntos de paso.

1. En el PolyScope, en el Encabezado **Ruta de archivo**, pulse **Nuevo...** y seleccione **Programa**.
2. En Básico, pulse **Punto de paso** para añadir un punto de paso al árbol de programa. También se añade un MovimientoJ predeterminado al árbol de programa.
3. Seleccione un punto de paso nuevo y en la pestaña Comando, escriba **Punto de paso**.
4. En la pantalla Mover herramienta, mueva el brazo robótico pulsando las flechas de movimiento.  
También puede mover el brazo robótico manteniendo pulsado el botón Movimiento libre y tirando del brazo robótico hasta las posiciones deseadas.
5. Una vez el brazo robótico se encuentre en posición, pulse **Aceptar** y el punto de paso nuevo aparece como Punto de paso\_1.
6. Siga los pasos 2 a 5 para crear el punto de paso\_2.
7. Seleccione Punto de paso\_2 y pulse la flecha Mover arriba hasta que se encuentre encima de Punto de paso\_1 para cambiar el orden de los movimientos.

- Apártese, sujete el botón de parada de emergencia y en el pie de página del PolyScope, pulse el botón **Reproducir** para que el brazo robótico se mueva entre el Punto de paso\_1 y el Punto de paso\_2.

¡Enhorabuena! Ya ha generado su primer programa para mover el brazo robótico entre dos puntos de paso determinados.



**NOTA:**

- No dirija el robot hacia sí mismo ni hacia otra cosa, pues esto podría causar daños en el robot.
- Esto es solo una guía de inicio rápido para mostrar lo sencillo que resulta utilizar un robot de UR. Suponemos que el entorno es inofensivo y el usuario, muy cuidadoso. No aumente la velocidad ni la aceleración por encima de los valores predeterminados. Realice siempre una evaluación de riesgos antes de poner en marcha el robot.

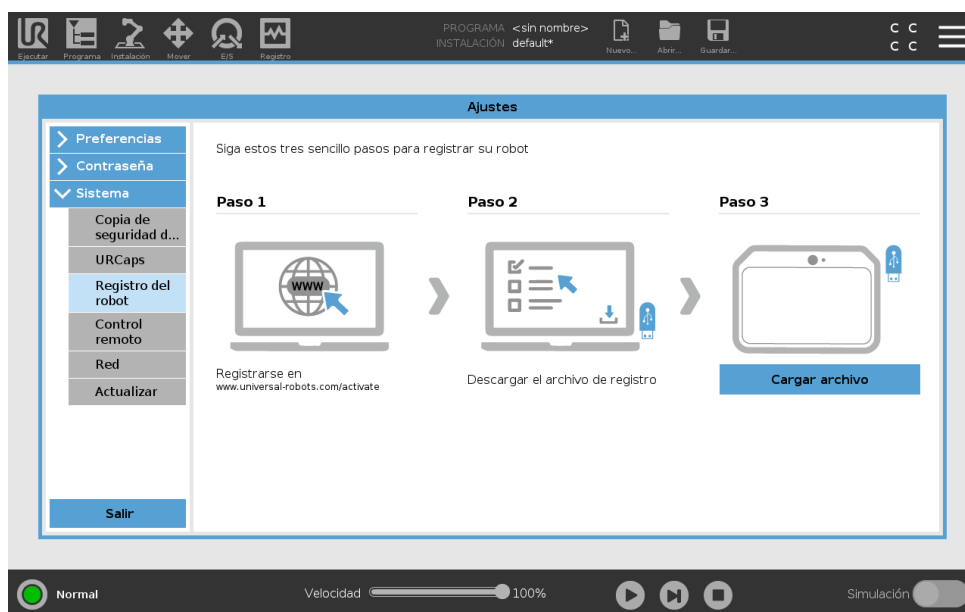


**ADVERTENCIA:**

Mantenga la cabeza y el torso fuera del alcance (espacio de trabajo) del robot. No ponga los dedos en ningún lugar en el que puedan quedar atrapados.

## 11.4 Registro de robot y archivos de Licencia URCap

Antes de utilizar el URCap de PCH remoto, registre el robot y descargue e instale el Archivo de licencia URCap (consulte 15.8).



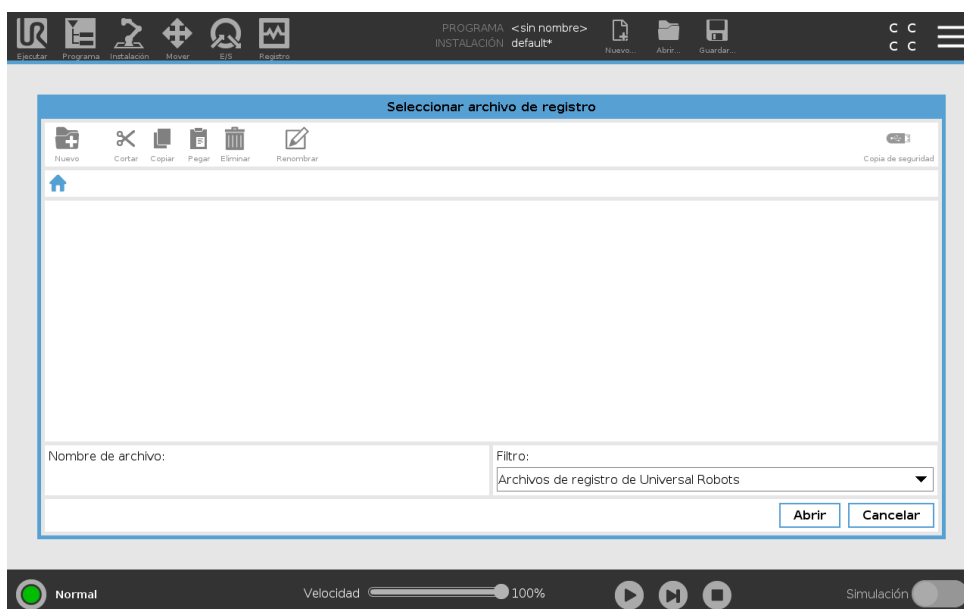
### Registrar el robot desde su pantalla actual

- En el Encabezado, pulse el menú **Hamburguesa** y seleccione **Ajustes**.

2. En el menú a la izquierda, pulse **Sistema** y seleccione **Registro del robot** para que aparezca la pantalla Ajustes.
3. Siga los pasos 1 y 2 en la pantalla para registrar su robot.

### Descargar el Archivo de licencia URCAP

1. Complete los campos obligatorios en línea y descargue el archivo de licencia en su PC.
2. Copie el archivo de licencia en un soporte USB y conéctese a la consola portátil.
3. En la pantalla Ajustes, en el paso 3, pulse **Cargar archivo** para abrir la pantalla **Seleccionar archivo de registro**.
4. En la lista, seleccione el soporte USB para mostrar el contenido y desplazarse hasta el archivo de licencia.
5. Seleccione **license.p7b** y pulse **Abrir** para confirmar el registro del robot.
6. En la parte inferior izquierda, pulse **Salir**.



### Anular el registro de un robot

Se necesita una nueva licencia cuando el robot cambia de propietario. En dicho caso, primero se debe eliminar el registro del robot.

1. En el Encabezado, pulse el menú **Hamburguesa** y seleccione **Ajustes**.
2. En el menú a la izquierda, pulse **Sistema** y seleccione **Registro del robot**.
3. En la parte inferior derecha de la pantalla Ajustes, pulse **Anular registro**.

## 12 Selección de modo operativo

### 12.1 Modos operativos

Se pueden activar los Modos operacionales cuando configura un dispositivo activador de tres posiciones, configure una contraseña, defina una E/S configurable de modo operacional, o mediante el Servidor del panel de control (consulte 12.1).

**Modo automático** Una vez activado, el robot solo puede realizar tareas predefinidas. La pestaña Mover y el modo Movimiento libre no están disponibles si se ha configurado un dispositivo activador de tres posiciones. No puede modificar o guardar programas e instalaciones.

**Modo manual** Una vez activado, puede programar el robot mediante la pestaña mover, modo movimiento libre y control deslizante de velocidad. Puede modificar o guardar programas e instalaciones.



**ADVERTENCIA:**

La Parada de protección de modo automático solo se puede activar en Modo automático, por lo que la función de protección de seguridad solo está activa en Modo automático.

| Modo operativo                                     | Manual                | Automático |
|----------------------------------------------------|-----------------------|------------|
| Movimiento libre                                   | x                     | *          |
| Mueva el robot con las flechas en la pestaña Mover | x                     | *          |
| Barra deslizante de velocidad                      | x                     | x**        |
| Editar & guardar programa & instalación            | x                     |            |
| Ejecute programas                                  | Velocidad reducida*** | x          |
| Inicie el programa desde el nodo seleccionado      | x                     |            |

\*Solo cuando se configura un dispositivo activador de tres posiciones

\*\* El control deslizante de velocidad en la pantalla Ejecutar se puede activar en los Ajustes PolyScope.

\*\*\* Si se ha configurado un dispositivo activador de tres posiciones, el robot funciona a Velocidad reducida manual a menos que se haya activado Velocidad alta manual.


**NOTA:**

- Los robots de Universal Robots no están equipados con un dispositivo activador de tres posiciones. Si la valoración de riesgo requiere el dispositivo, se debe acoplar antes de utilizar el robot.
- Si no se ha configurado un dispositivo activador de tres posiciones, la velocidad no es reducida en modo Manual.


**ADVERTENCIA:**

- Se debe restablecer la funcionalidad total de cualquier protección antes de seleccionar el modo automático.
- Siempre que sea posible, el modo manual de operación se debe realizar con el espacio de seguridad despejado de cualquier persona.
- El dispositivo utilizado para cambiar entre modos operacionales debe colocarse fuera del espacio de seguridad.
- El usuario no debe acceder al espacio de seguridad cuando el robot esté en modo automático, a menos que se haya configurado una entrada Protección de modo automático.

Los métodos para configurar la selección del modo operativo están descritos en los subapartados siguientes. Cada método es exclusivo, lo que significa que al utilizar un método, los otros dos dejan de estar activos.

---

**Utilizar la entrada de seguridad del modo operativo**

1. En la pestaña Instalación, seleccione Seguridad E/S.
2. Configure la entrada del modo operativo. La opción para configurar aparece en el menú desplegable.
3. El robot se encuentra en modo automático cuando la entrada de modo operativo es baja y en modo manual cuando la entrada de modo operativo cuando sea alta.


**NOTA:**

Si se utiliza el selector de modo físico, debe cumplir completamente la norma ISO 10218-1: artículo 5.7.1 para selección.

---

**Utilizar PolyScope**

1. Configure una contraseña (consulte 21.3.2) para cambiar entre modos operacionales.
2. Para alternar entre modos, seleccione el icono de perfil en el encabezado.

**Nota:** PolyScope es automático en modo manual cuando la configuración E/S de seguridad con dispositivo activador de tres posiciones está activado.

**Utilizar el servidor de panel**

1. Conéctese al servidor de panel.
2. Utilice los comandos **Definir modo**.
  - Defina modo operativo automático
  - Defina modo operativo manual
  - Confirme el modo operativo

Consulte <http://universal-robots.com/support/> para más información sobre cómo utilizar el servidor de panel.

---

## 12.2 Dispositivo activador de tres posiciones

Cuando se configura un dispositivo activador de tres posiciones y el **modo operacional** se encuentra en modo manual, el robot solo se puede mover pulsando el dispositivo activador de tres posiciones.

El dispositivo activador de tres posiciones no influye en el modo automático. La Parada de protección de modo automático solo se puede activar en Modo automático, por lo que la función de protección de seguridad solo está activa en Modo automático.

**NOTA:**

Un dispositivo activador de tres posiciones debe cumplir la norma ISO 10218-1: artículo 5.8.3 para un dispositivo activador.

---

### 12.2.1 Alta velocidad manual

La función de hombre muerto, **Velocidad alta manual** permite que la velocidad de la herramienta supere temporalmente 250 mm/s. Solo está disponible cuando su robot se encuentra en modo manual y se ha configurado un dispositivo activador de tres posiciones. El realiza una parada de protección en modo manual si se ha configurado un dispositivo activador de tres posiciones pero no se ha pulsado. Cambiar entre modo automático y manual requiere que el dispositivo activador de tres posiciones esté completamente liberado y pulsado de nuevo para permitir que el robot se mueva.

**Nota:** Cuando utilice Velocidad alta manual, utilice límites de junta de seguridad (consulte 13.2.4) o planos de seguridad (consulte 13.2.5) para restringir el espacio de movimiento del robot.



# 13 Configuración de seguridad

## 13.1 Elementos básicos de los ajustes de seguridad

Esta sección describe cómo acceder a los ajustes de seguridad del robot. Se compone de elementos que le ayudan en la configuración de seguridad del robot.



### PELIGRO:

Antes de que configure los ajustes de seguridad de su robot, su integrador debe realizar una evaluación de riesgo para garantizar la seguridad del personal y del equipo alrededor del robot. Una evaluación de riesgo es una valoración de todos los procedimientos de trabajo de toda la vida útil del robot, realizada para aplicar ajustes correctos de configuración de seguridad (consulte Manual de instalación del hardware). Debe configurar los elementos siguientes de acuerdo con la evaluación de riesgos del integrador.

1. El integrador debe evitar que personas no autorizadas cambien la configuración de seguridad usando, por ejemplo, la protección por contraseña.
2. Uso y configuración de las funciones e interfaces de seguridad para una aplicación robótica específica (consulte Manual de instalación del hardware).
3. Ajustes de configuración de seguridad para preparación y formación antes del primer encendido del brazo robótico.
4. Todos los ajustes de configuración de seguridad accesibles en esta pantalla y subpestañas.
5. El integrador debe garantizar que todos los cambios de los ajustes de configuración seguridad se realicen según la evaluación de riesgos.

### 13.1.1 Acceder a la configuración de seguridad

Nota: Los ajustes de seguridad están protegidos por contraseña y solo se pueden configurar una vez se haya establecido la contraseña y utilizado posteriormente.

1. En el encabezado de su PolyScope, pulse el icono **Instalación**.
2. En el menú lateral a la izquierda de la pantalla, pulse **Seguridad**.
3. Tenga en cuenta que la pantalla **Límites de robot** aparece, pero no se puede acceder a los ajustes.
4. Si se ha establecido previamente una **Contraseña de seguridad**, introduzca la contraseña y pulse **Desbloquear** para poder acceder a los ajustes. Nota: una vez desbloqueados los ajustes de seguridad, todos los ajustes están activos.

- Presione la pestaña **Bloquear** navegue fuera del menú Seguridad para volver a bloquear todos los ajustes de Seguridad.



Puede encontrar más información sobre el sistema de seguridad en el Manual de instalación de hardware.

### 13.1.2 Establecer una contraseña de seguridad

Debe establecer una contraseña para desbloquear todos los ajustes de seguridad que componen su configuración de seguridad.

Nota: si no se aplica ninguna contraseña, se le indicará que la configure.

- En la esquina derecha del encabezado de su PolyScope, pulse el menú **Hamburguesa** y seleccione **Ajustes**.
- En la parte izquierda de la pantalla, en el menú azul, pulse **Contraseña** y seleccione **Seguridad**.
- En **Contraseña nueva**, introduzca una contraseña.
- Ahora, en **Confirmar contraseña nueva**, introduzca la misma contraseña y pulse **Aplicar**.
- En la parte inferior izquierda del menú azul, pulse Salir para volver a la pantalla anterior.

Nota: puede pulsar la pestaña **Bloquear** para volver a bloquear todos los ajustes de seguridad o simplemente navegar a una pantalla fuera del menú Seguridad.



### 13.1.3 Cambiar la configuración de seguridad

Los cambios en los ajustes de la configuración de seguridad se deben realizar de acuerdo con la evaluación de riesgos llevada a cabo por el integrador (consulte Manual de instalación del hardware).

Procedimiento recomendado:

## 13.2 Configuración del menú de seguridad

1. Compruebe que los cambios se realizan de acuerdo con la evaluación de riesgos realizada por el integrador.
2. Ajuste la configuración de seguridad al nivel apropiado indicado por la evaluación de riesgos que realice el integrador.
3. Compruebe que se aplica la configuración.
4. Incluya el siguiente texto en los manuales de los operadores:

“Antes de trabajar cerca del robot, asegúrese de que la configuración de seguridad sea la esperada. Esto puede comprobarse, por ejemplo, inspeccionando cualquier cambio en la suma de comprobación de la esquina superior derecha de PolyScope.”

### 13.1.4 Aplicar la nueva configuración de seguridad

El robot está encendido mientras realiza los cambios en la configuración. Sus cambios solo tendrán efecto una vez pulse el botón **Aplicar**. El robot no se puede volver a encender hasta que seleccione **Aplicar y reiniciar** o **Revertir cambios**. La primera le permite inspeccionar visualmente la configuración de seguridad de su robot la cual, por razones de seguridad, aparece en las unidades del SI en una ventana emergente. Cuando haya completado su inspección visual puede seleccionar **Confirmar configuración de seguridad** y los cambios se guardan automáticamente como parte de la instalación de robot actual.

### 13.1.5 Suma de comprobación de seguridad



El icono **Suma de comprobación de seguridad** muestra la configuración de seguridad de robot aplicada, de izquierda a derecha, p. ej., BF4B. El texto o colores diferentes indican cambios a la configuración de seguridad aplicada.

Nota:

- La **suma de comprobación de seguridad** cambia si cambia los ajustes de las **funciones de seguridad**, dado que la **suma de comprobación de seguridad** solo se genera mediante los ajustes de seguridad.
- Debe aplicar sus cambios en la **configuración de seguridad** para que la **suma de comprobación de seguridad** refleje sus cambios.

## 13.2 Configuración del menú de seguridad

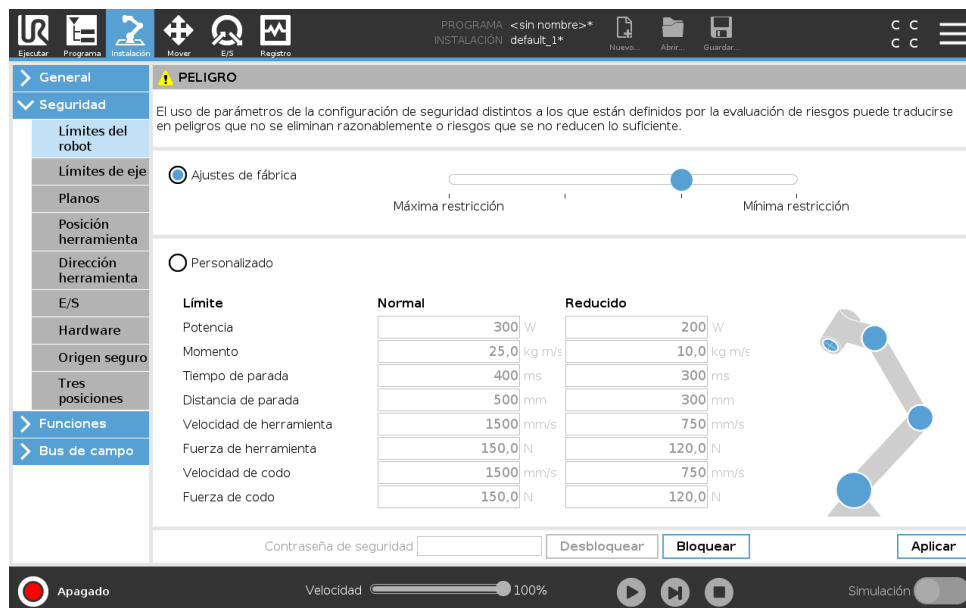
Esta sección define la configuración del menú de seguridad que compone la configuración de seguridad de su robot.

### 13.2.1 Límites del robot

Límites de robot le permiten restringir movimientos generales del robot. La pantalla Límites de robot presenta dos opciones de configuración: **Ajustes de fábrica** y **Personalizado**.

1. Ajustes de fábrica es donde puede utilizar el control deslizante para seleccionar una configuración de seguridad predefinida. Los valores en la tabla se actualizan para reflejar los valores predefinidos desde **Máxima restricción** a **Mínima restricción**

Nota: los valores del control deslizante y no sustituyen una evaluación de riesgos apropiada.



2. Personalizado es donde puede establecer límites al funcionamiento del robot y supervisar la tolerancia asociada.

**Potencia** limita el trabajo mecánico máximo producido por el robot en el entorno.

Nota: este límite tiene en cuenta la carga útil como parte del robot y no del entorno.

**Momento** limita el momento máximo del robot.

**Tiempo de parada** limita el tiempo máximo necesario para que el robot se detenga, p. ej., cuando se activa una parada de emergencia.

**Distancia de parada** limita la distancia máxima que la herramienta o codo de robot puede recorrer mientras se detiene.



**NOTA:**

Restringir el tiempo y la distancia de parada afecta a la velocidad general del robot. Por ejemplo, si se establece el tiempo de parada en 300 ms, la velocidad máxima del robot se limita lo que permite al robot detenerse en 300 ms.

**Velocidad de herramienta** limita la velocidad máxima de la herramienta de robot.

**Fuerza de herramienta** limita la fuerza máxima ejercida por la herramienta del robot en situaciones de sujeción.

**Velocidad de codo** limita la velocidad máxima del codo del robot.

**Fuerza de codo** limita la fuerza máxima que ejerce el codo de robot sobre el entorno.

La velocidad y la fuerza de la herramienta están limitadas en el flanco de la herramienta y el centro de las dos posiciones de herramienta definidas por el usuario, consulte 13.2.8.

**NOTA:**

Puede volver a **Ajustes de fábrica** para que todos los límites del robot vuelvan a sus ajustes predeterminados.

### 13.2.2 Modos de seguridad

En condiciones normales, es decir, cuando no se aplica una parada de protección), el sistema de seguridad funciona en modo de seguridad asociado a un conjunto de límites de seguridad:

**Modo normal** es el modo de seguridad activo de forma predeterminada

**Modo Reducido** está activo cuando el **punto central de herramienta** (PCH) del robot se encuentra más allá de un plano en modo reducido con activador (consulte 13.2.5), o cuando se activa utilizando una entrada configurable (consulte 13.2.10)

**Modo Recuperación** se activa cuando se incumple un límite de seguridad del conjunto de límites activo, el brazo robótico realiza una parada de categoría 0. Si un límite de seguridad activo, por ejemplo un límite de posición de eje o un límite de seguridad, se incumple con el brazo robótico ya encendido, arranca en modo **Recuperación**. Esto permite devolver el brazo robótico a los límites de seguridad. En modo Recuperación, el movimiento del brazo robótico está limitado por un conjunto fijo de límites que usted no puede personalizar. Para obtener más información sobre los límites de Modo recuperación (consulte Manual de instalación del hardware).

**ADVERTENCIA:**

Los límites de **posición de la junta**, **posición de herramienta** y **orientación de herramienta** se deshabilitan en modo Recuperación, así que tenga cuidado al devolver el brazo robótico dentro de los límites.

El menú de la pantalla Configuración de seguridad permiten al usuario definir conjuntos separados de límites de seguridad para el modo Normal y Reducido. Para la herramienta y las juntas,

los límites del modo Reducido sobre velocidad y momento deben ser más restrictivos que su contrapartida en modo Normal.

### 13.2.3 Tolerancias

En la configuración de seguridad se especifican los límites del sistema de seguridad. El *Sistema de seguridad* recibe los valores de los campos de entrada y detecta cualquier infracción si se supera cualquiera de estos valores. El controlador de robot intenta evitar cualquier infracción realizando una parada de protección o reduciendo la velocidad. Esto significa que es posible que un programa no pueda realizar movimientos muy cerca de un límite.



#### ADVERTENCIA:

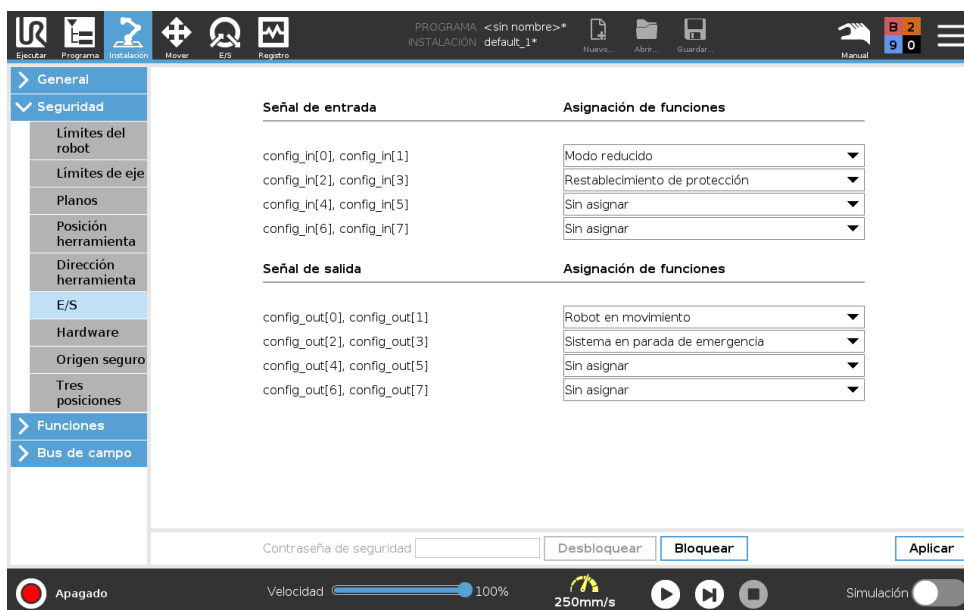
Las tolerancias son específicas a la versión de software. Actualizar el software puede cambiar las tolerancias. Consulte las notas de la versión para información sobre cambios en la versión del software.

### 13.2.4 Límites de eje

Los límites de junta le permiten restringir movimientos de junta de robot individuales en el espacio de junta, es decir, posición rotacional de junta y velocidad rotacional de junta. Existen dos opciones de límites de eje: **Velocidad máxima y Rango de posiciones**.

El intervalo de posición de la Muñeca 3 es ilimitado de manera predeterminada. Cuando utilice cable acoplados al robot, primero debe desactivar la casilla **Rango sin restricción para muñeca 3** para evitar tensión en el cable y paradas de protección.

1. La velocidad máxima define la velocidad angular máxima de cada junta.
2. El rango de posición es donde define el rango de posiciones para cada junta. De nuevo, los campos de entrada para el modo reducido están desactivados si no se ha configurado un plano de seguridad o una entrada configurable para activarlos. Este límite habilita la limitación del eje blando de seguridad del robot.



### 13.2.5 Planos

**NOTA:**

La configuración de planos se basa completamente en funciones. Recomendamos crear y asignar un nombre a todas las funciones antes de editar la configuración de seguridad, cuando se haya apagado el robot una vez y desbloqueado la pestaña Seguridad y mover el robot sea imposible.

Los planos de seguridad restringen el espacio de trabajo del robot. Puede definir hasta ocho planos de seguridad, que restringen la herramienta y el codo del robot. También puede restringir el movimiento del codo para cada plano de seguridad y desactivarlo deseleccionando la casilla de comprobación. Antes de configurar los planos de seguridad, debe definir una función en la instalación del robot (consulte 16.1.4). A continuación puede copiar y configurar esta función en la pantalla de plano de seguridad.

**ADVERTENCIA:**

Definir planos de seguridad solo limita las esferas y el codo de la herramienta, no el límite global del brazo robótico. Esto significa que especificar un plano de seguridad no garantiza que otras partes del brazo robótico obedezcan esta limitación.

#### Modos

Puede configurar cada plano con **modos** restrictivos utilizando los iconos enumerados a continuación.

**Desactivado** El plano de seguridad nunca está activo en este estado.



**Normal** Cuando el sistema de seguridad está en modo Normal, un plano normal está activo y actúa como límite estricto sobre la posición.



**Reducido** Cuando el sistema de seguridad está en modo Reducido, un plano reducido está activo y actúa como límite estricto sobre la posición.



**Normal & Reducido** Cuando el sistema de seguridad está en modo Normal o Reducido, un plano de modo Normal y Reducido está activo y actúa como límite estricto sobre la posición.



**Modo Reducido con activador** El plano de seguridad provoca que el sistema de seguridad cambie a modo Reducido si la herramienta o el codo del robot sobrepasan su posición.



**Mostrar** Pulsar este icono oculta o muestra el plano de seguridad en el panel gráfico.



**Eliminar** Elimina el plano de seguridad creado (nota: aquí no existe la acción deshacer/repetir por lo que si se elimina un plano por error, se deberá volver a hacer)

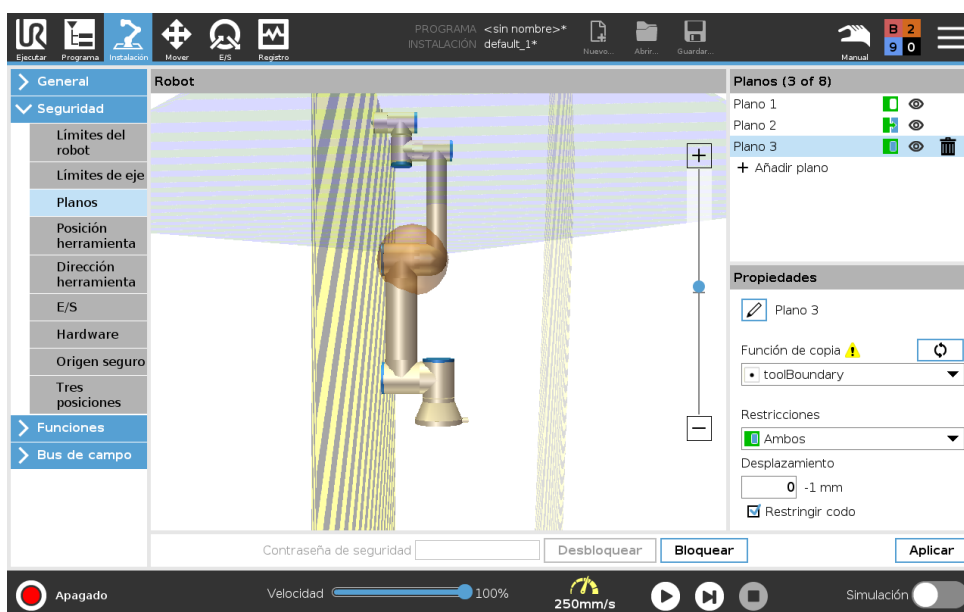


**Renombrar** Pulsar este icono le permite renombrar el plano.

**Configurar los planos de seguridad**

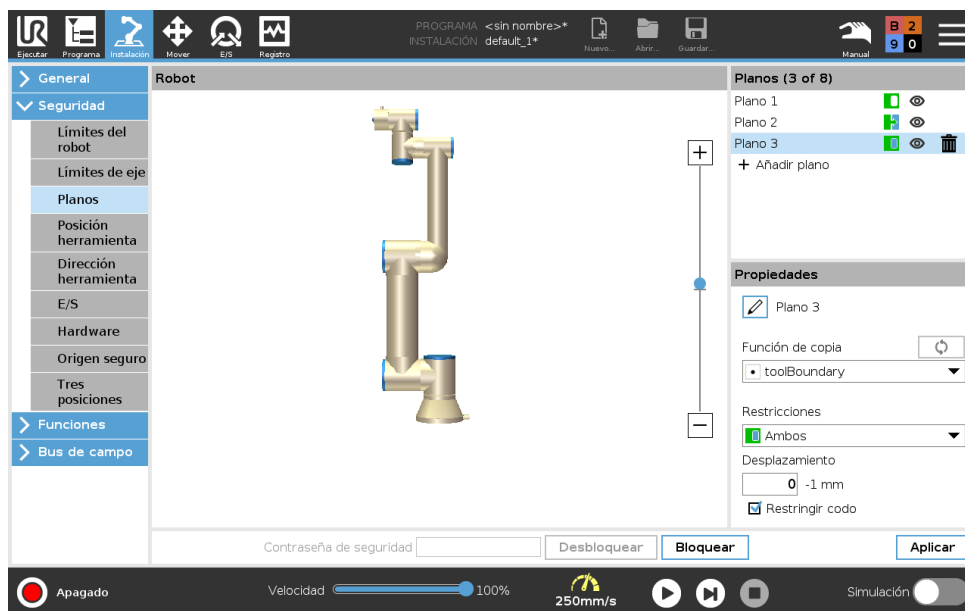
1. En el encabezado de su PolyScope, pulse **Instalación**.
2. En el menú lateral a la izquierda de la pantalla, pulse Seguridad y seleccione **Planos**.
3. En la parte superior derecha de la pantalla, en el campo Planos, pulse **Añadir plano**.
4. En la parte inferior derecha de la pantalla, en el campo **Propiedades**, configure Nombre, Copiar función y Restricciones. Nota: en **Copiar función**, solo están disponibles Indefinida y Base. Puede restablecer un plano de seguridad configurado seleccionando **Indefinido**

Si la función copiada se modifica en la pantalla Funciones, aparece un icono de advertencia a la derecha del texto de Copiar función. Esto indica que la función no está sincronizada, es decir, que la información en la tarjeta de propiedades no está actualizada para reflejar las modificaciones que puedan haberse realizado en Función.


**Codo**

Puede activar **Restringir codo** para evitar que la junta del codo de robot atravesase cualquiera de sus planos definidos. Desactive Restringir codo para que el codo atravesase planos.

### Códigos de color



**Gris** Plano configurado pero desactivado (A)

**Amarillo & Negro** Plano normal (B)

**Azul & Verde** Plano activador (C)

**Flecha negra** Se permite la activación del lado del plano, de la herramienta o del codo (para Planos normales)

**Flecha verde** Se permite la activación del lado del plano, de la herramienta o del codo (para Planos activadores)

**Flecha gris** Se permite la activación del lado del plano, de la herramienta o del codo (para Planos desactivados)

#### 13.2.6 Movimiento libre

Movimiento libre permite llevar manualmente el brazo robótico hasta las posiciones y/o poses deseadas. Las juntas se mueven con poca resistencia dado que se han liberado los frenos. Mientras que el brazo robótico se mueve manualmente, se encuentra en modo Movimiento libre (consulte 12.1).

A medida que el brazo robótico en Movimiento libre se acerca a un límite o plano predefinido (consulte 13.2.5), la resistencia aumenta. Esto hace que al llevar el robot hasta la posición parezca pesado.

Puede activar Movimiento libre de las formas siguientes:

- Utilice el botón Movimiento libre
- Utilice acciones E/S (consulte 16.1.4)
- Utilice el botón Movimiento libre en la pantalla de la pestaña Mover (consulte 17.2)

**Utilizar el botón Movimiento libre**

1. Mantenga pulsado el **botón Movimiento libre** situado en la **Consola portátil**.
2. Mueva el brazo robótico según desee.

**13.2.7 Retroceso**

Durante la inicialización del brazo robótico, puede que se observen pequeñas vibraciones al liberarse los frenos del robot. En algunas situaciones, como cuando el robot está próximo a una colisión, estas vibraciones son indeseables y la función de **Retroceso** puede utilizarse para mover enérgicamente articulaciones específicas hacia una posición deseada sin tener que liberar todos los frenos del brazo del robot.

**Habilitar Retroceso**

1. En la pantalla **Inicializar**, pulse **ON** para iniciar la secuencia de puesta en marcha.
2. Cuando el estado del robot es **Inactivo**, mantenga pulsado el botón **Movimiento libre**. El estado del robot cambia a **Retroceso**.
3. Los frenos solo se liberan en las juntas donde se aplica una presión significativa. Siempre que el botón **Movimiento libre** esté activado/pulsado. Mientras se use la función **Retroceso**, el brazo robótico parece pesado al moverlo.

**13.2.8 Posición herramienta**

La pantalla Posición de herramienta permite una restricción más controlada de las herramientas o accesorios colocados en el extremo del brazo robótico.

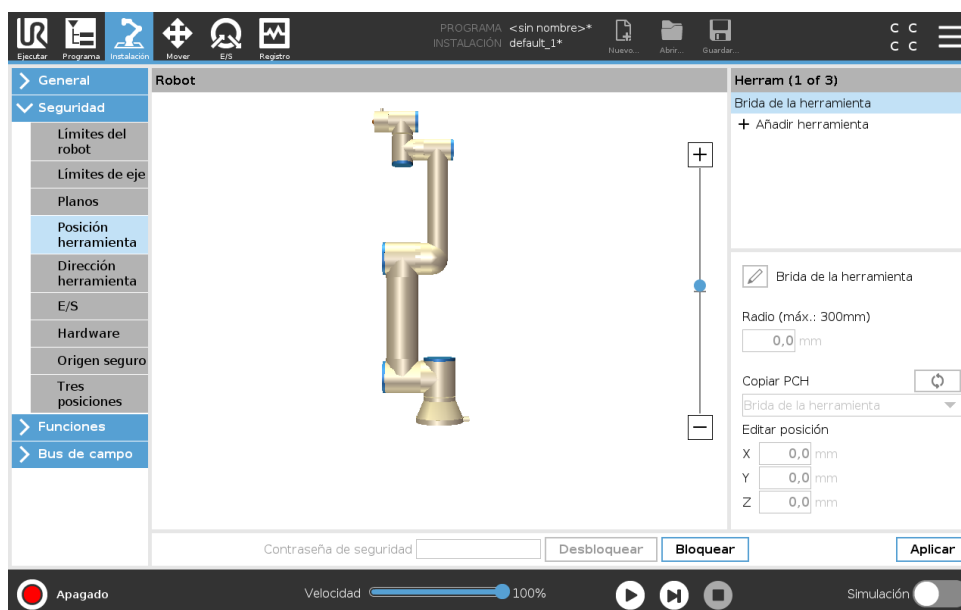
**Robot** donde puede visualizar sus modificaciones.

**Herramienta** es donde puede definir y configurar una herramienta, con un máximo de dos herramientas.

**Herramienta\_1** es la herramienta predeterminada definida con valores  $x=0,0$ ,  $y=0,0$ ,  $z=0,0$  y  $radio=0,0$ . Estos valores representan la brida de herramienta del robot.

Nota:

- En Copiar PCH, también puede seleccionar **Brida de herramienta** y hacer que todos los valores de herramienta vuelvan a 0.
- Hay una esfera predeterminada definida en la brida de herramienta.



Para las herramientas definidas por el usuario, el usuario puede modificar:

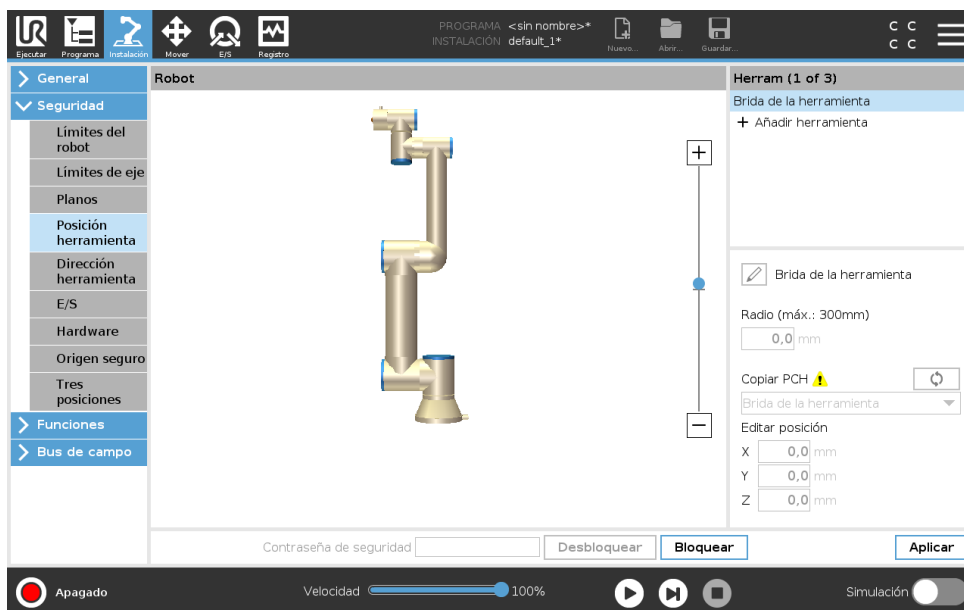
**Radio** para cambiar el radio de la esfera de herramienta. Se tiene en cuenta el radio a la hora de utilizar planos de seguridad. Cuando un punto en una esfera pasa a un plano activador de modo reducido, el robot cambia a *modo Reducido*. El sistema de seguridad evita que cualquier punto en la esfera pase un plano de seguridad (consulte 13.2.5).

**Posición** para modificar la posición de la herramienta con respecto a la brida de herramienta del robot. Se tiene en cuenta la posición para las funciones de seguridad de velocidad de herramienta, fuerza de herramienta, distancia de parada y planos de seguridad.

Puede utilizar un Punto central de herramienta existente como base para definir posiciones de herramienta nuevas. Se puede acceder en el menú Posición de herramienta a una copia del PCH existente, predefinido en el menú General, en la lista desplegable Copiar PCH de la pantalla PCH. Cuando edita o ajusta los valores en los campos de entrada **Editar posición**, el nombre del PCH visible en el menú desplegable cambia a **personalizado**, indicando que existe una diferencia entre el PCH copiado y la entrada de límite actual. El PCH original sigue disponible en la lista desplegable y se puede volver a seleccionar para establecer de vuelta los valores a la posición original. La selección en el menú desplegable Copiar PCH no afecta al nombre de herramienta. Una vez aplica sus cambios en la pantalla Posición de herramienta, si intenta modificar el PCH copiado en la pantalla Configuración de PCH, aparece un icono de advertencia a la derecha del texto Copiar PCH. Esto indica que el PCH no está sincronizado, es decir, que la información en el campo de propiedades no está actualizada para reflejar las modificaciones que puedan haberse realizado en el PCH. El PCH se puede sincronizar pulsando el icono de sincronización (consulte 16.1.1).

Nota: no es necesario sincronizar el PCH para definir y utilizar con éxito una herramienta.

Puede cambiar el nombre de la herramienta pulsando la pestaña del lápiz junto al nombre de herramienta mostrado. También puede determinar el radio dentro de un rango permitido de 0-300 mm. El límite aparece en el panel de gráficos como un punto o una esfera dependiendo del tamaño del radio.



### 13.2.9 Dirección de herramienta

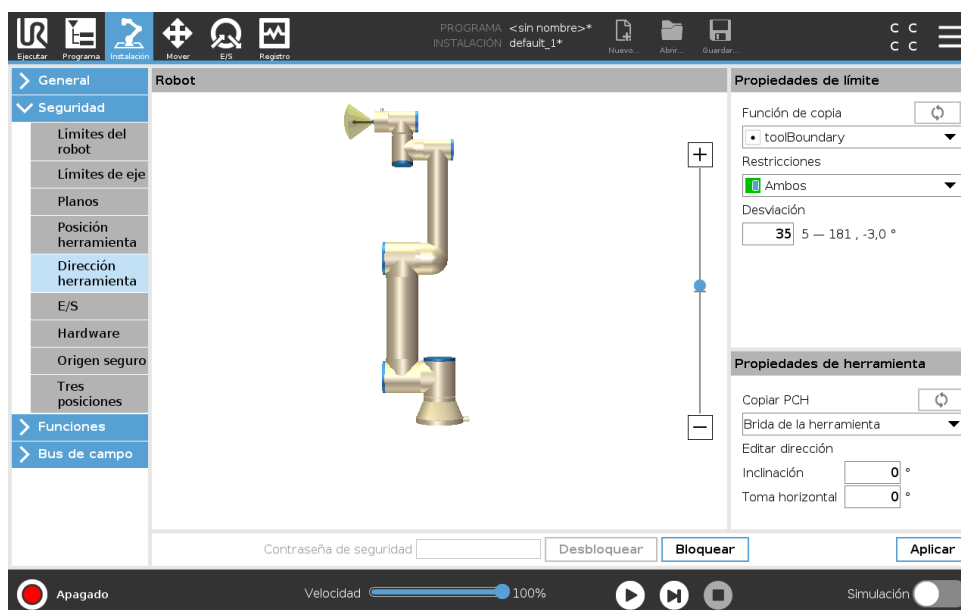
La pantalla de dirección de herramienta se puede utilizar para restringir el ángulo en el cual apunta la herramienta. El límite está definido por un cono con una orientación fija con respecto a la base del brazo robótico. A medida que el brazo robótico se mueve, la dirección de la herramienta está restringida de forma que permanezca dentro del cono definido. La dirección predeterminada de la herramienta coincide con el eje Z de la brida de salida de la herramienta. Se puede personalizar especificando los ángulos de inclinación y de toma horizontal.

Antes de configurar el límite, debe definir un punto o plano en la instalación del robot (consulte 16.3). A continuación la función se puede copiar y su eje Z se utiliza como centro del cono que define el límite.



#### NOTA:

La configuración de la dirección de herramienta se basa en funciones. Recomendamos que cree la o las funciones deseadas antes de editar la configuración de seguridad, dado que una vez se haya desbloqueado la ficha Seguridad, el brazo robótico se apaga e imposibilita definir funciones nuevas.



### Propiedades de límite

El límite de dirección de herramienta tiene tres propiedades configurables:

1. **Centro de cono:** puede seleccionar una función de punto o plano en el menú desplegable, para definir el centro del cono. El eje Z de la función seleccionada se utiliza como la dirección alrededor de la cual está centrado el cono.
2. **Ángulo de cono:** puede definir cuántos grados puede desviarse el robot del centro.

**Límite de dirección de herramienta desactivado** nunca está activo

 **Límite de dirección de herramienta normal** El solo está activo cuando el sistema de seguridad se encuentra en **modo Normal**.

 **Límite de dirección de herramienta reducido** El solo está activo cuando el sistema de seguridad se encuentra en **modo Reducido**.

 **Límite de dirección de herramienta normal & reducido** El está activo cuando el sistema de seguridad se encuentra en **modo Normal** así como cuando está en **modo Reducido**.

Puede restablecer los valores a los predeterminados o deshacer la configuración de la dirección de herramienta volviendo a ajustar la función de copa a "Indefinido".

### Propiedades de herramienta

Por defecto, la herramienta apunta en la misma dirección que el eje Z de la brida de salida de la herramienta. Esto se puede modificar especificando dos ángulos:

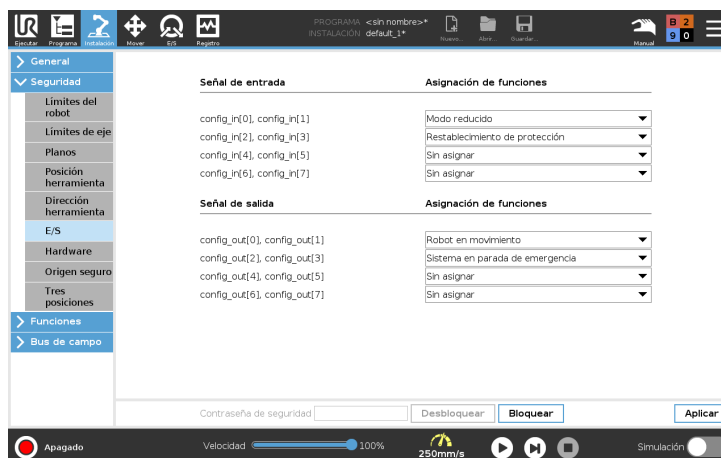
**Ángulo de inclinación:** cuánto inclinar el eje Z de la brida de salida hacia el eje X de la brida de salida

**Ángulo de toma horizontal:** cuánto rotar el eje Z inclinado alrededor del eje Z original de brida de salida.

De forma alternativa, el eje Z de un PCH se puede copiar seleccionando ese PCH en el menú desplegable.

### 13.2.10 E/S

Las E/S están divididas en entradas y salidas y emparejadas para que cada función proporcione una Categoría 3 y E/S PLd.



#### Señales de entrada

Las siguientes funciones de seguridad se pueden utilizar con las señales de entrada:

**Parada de emergencia del sistema** Es un botón de parada de emergencia alternativo al de la consola portátil, que ofrece la misma funcionalidad si el dispositivo cumple con ISO 13850.

**Modo reducido** Se pueden aplicar todos los límites de seguridad ya sea en modo Normal o en modo Reducido (consulte 13.2.2). Cuando se configura, se envía una señal baja a las entradas lo que provoca que el sistema de seguridad cambie a modo Reducido. El brazo robótico reduce la velocidad para cumplir el conjunto de límites del modo Reducido. El sistema de seguridad garantiza que el robot se encuentra dentro de los límites del modo Reducido menos de 0,5 s después de que se activen las entradas. Si el brazo robótico continúa incumpliendo alguno de los límites del modo Reducido, realiza una parada de categoría 0. La transición al modo Normal se produce de la misma forma. Nota: tenga en cuenta que los planos de activador también pueden provocar una transición al modo Reducido.

**Dispositivo activador de tres posiciones** En el modo manual, el dispositivo activador de tres posiciones se pulsar para mover el robot.

**Modo operativo** Una vez definida, esta entrada se puede utilizar para alternar entre **modo automático** y **modo manual** (consulte 12.1).

**Restablecimiento de protección** Cuando se produce una parada de seguridad, este resultado garantiza que el estado Parada de seguridad se mantiene hasta que se active un restablecimiento.

**Parada de protección de modo automático** Una vez configurado, **Parada de protección de modo automático** realiza una parada de protección las clavijas de entrada son bajas y el robot se encuentra en modo automático.

**Restablecimiento de protección de modo automático** Cuando se produce una Parada de protección de modo automático, el robot permanece en parada de protección en modo automático hasta que un flanco ascendente en las clavijas de entrada activen un restablecimiento.



## ADVERTENCIA:

- Si desactiva la entrada Restablecimiento de protección predefinida, el brazo robótico ya no está detenido por la parada de protección en cuanto la entrada sea alta. Un programa pausado solo por la parada de protección se reanuda.
- Similar al Restablecimiento de protección, si se desactiva el Restablecimiento de protección de modo automático, el brazo robótico ya no se encuentra parado por la Parada de protección una vez la entrada de Parada de protección de modo de seguridad sea alta. Un programa pausado solo por la parada de protección en modo automático se reanuda.

---

**Señales de salida**

Puede aplicar las siguientes funciones de seguridad para señales de salida. Todas las señales vuelven a ser bajas cuando termina el estado que activó la señal alta:

**Parada de emergencia del sistema** La señal es *baja* cuando se haya activado el estado Parada de emergencia en el sistema de seguridad por parte de la entrada Parada de emergencia de robot o Botón de parada de emergencia. Para evitar los interbloques, si la entrada Parada de emergencia de sistema activa el estado Parada de emergencia, no se emitirá la señal baja.

**Robot en movimiento** La señal es *baja* si el robot está en movimiento, de lo contrario alta.

**Robot no se detiene** La señal es *alta* cuando el robot está detenido o en el proceso de detención debido a una parada de emergencia o una parada de seguridad. De lo contrario, el nivel lógico será bajo.

**Modo reducido** La señal es *baja* cuando el brazo robótico está en modo Reducido o si la entrada de seguridad está configurada con una entrada de modo Reducido y la señal es baja en ese momento. De lo contrario, la señal es alta.

**Sin modo reducido** Es lo contrario del modo Reducido anteriormente definido.

**Origen seguro** La señal es *alta* si el brazo robótico se detiene en la posición Origen seguro configurada. De lo contrario, la señal es *baja*.


**NOTA:**

Cualquier máquina externa que reciban el estado Parada de emergencia a través del robot mediante la salida Parada de emergencia de sistema deben cumplir la norma ISO 13850. Esto es especialmente necesario en las configuraciones donde la entrada Parada de emergencia de robot se conecta a un dispositivo externo Parada de emergencia. En estos casos, la salida Parada de emergencia de sistema será alta cuando se libere el dispositivo externo Parada de emergencia. Esto implica que el estado de parada de emergencia de las máquinas externas se restablecerá sin que haga falta ninguna acción manual por parte del operador del robot. Por lo tanto, para cumplir con las normas de seguridad, es necesario que las máquinas externas exijan una acción manual con el fin de reanudar su funcionamiento.

### 13.2.11 Hardware

Puede utilizar el robot sin acoplar la consola portátil. Retirar la consola portátil requiere definir otra fuente de parada de emergencia. Debe especificarla si la consola portátil está acoplada para evitar activar una violación de la seguridad.

**Seleccionar hardware disponible**

El robot se puede utilizar sin PolyScope como interfaz de programación.

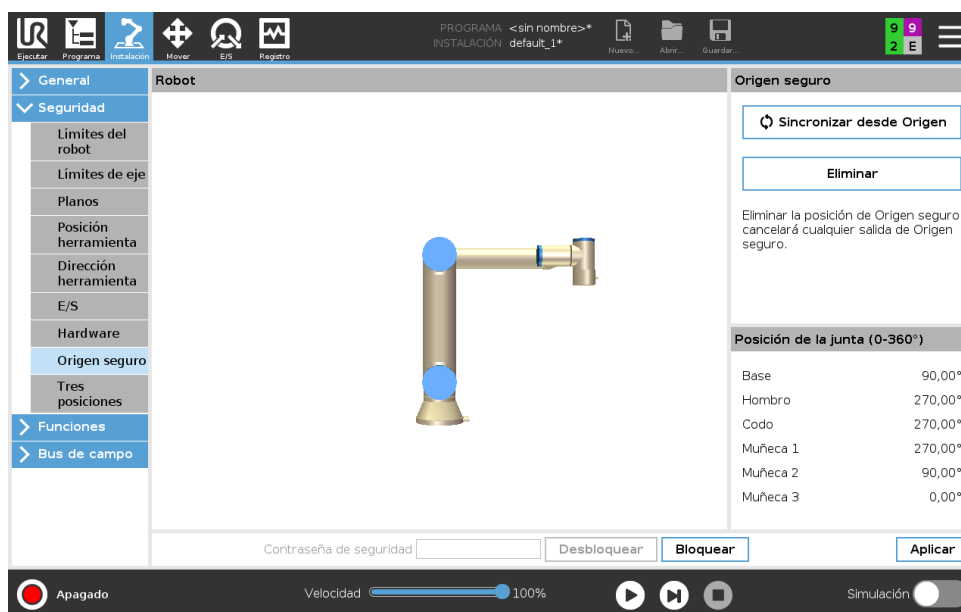
1. En el Encabezado pulse **Instalación**.
2. En el menú lateral de la izquierda pulse **Seguridad** y seleccione **Hardware**.
3. Introduzca la contraseña de seguridad y seleccione **Desbloquear** la pantalla.
4. Deseleccione **Consola portátil** para utilizar el robot sin la interfaz PolyScope.
5. Presione **Guardar y reiniciar** para implementar los cambios.


**PRECAUCIÓN:**

Si la consola portátil no está acoplada o está desconectada del robot, el botón de parada de emergencia ya no está activo. Debe alejar la consola portátil del robot.

### 13.2.12 Posición Origen seguro

Origen seguro es una posición de retorno definida utilizando la posición Origen definida por el usuario. Las E/S de Origen seguro están activas cuando el brazo robótico se encuentra en la posición Origen seguro y se ha definido una E/S Origen seguro. El brazo robótico se encuentra la posición Origen seguro si las posiciones de junta se encuentran en los ángulos de junto especificados o en un múltiplo de 360 grados de ella.



### Sincronizar desde Origen

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En el menú lateral a la izquierda de la pantalla, pulse **Seguridad** y seleccione **Origen seguro**.
3. En **Origen seguro**, pulse **Sincronizar desde Origen**.
4. Presione **Aplicar** y en el ventana de diálogo que aparece, seleccione **Aplicar y reiniciar**.

### Salida de inicio seguro

La posición Origen seguro se debe definir antes de Salida de inicio seguro (consulte 13.2.10).

### Definir Salida de inicio seguro

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En el menú lateral a la izquierda de la pantalla, en **Seguridad**, seleccione **E/S**.
3. En la pantalla E/S en la señal de salida, en Asignación de función, en el menú desplegable, seleccione **Origen seguro**.
4. Presione **Aplicar** y en el ventana de diálogo que aparece, seleccione **Aplicar y reiniciar**.

### Editar Origen seguro

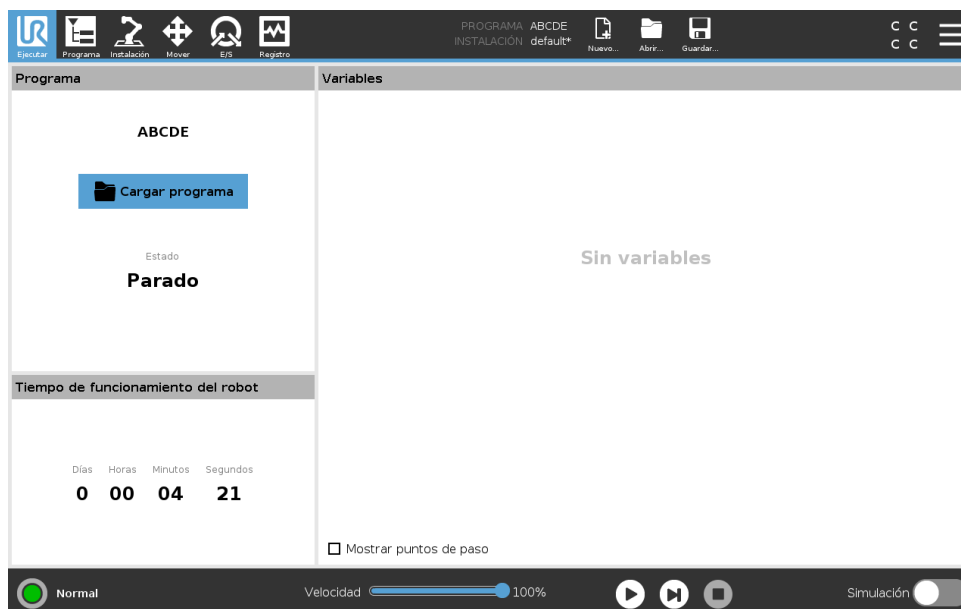
Editar Origen no modifica automáticamente una posición de Origen seguro previamente definida. Mientras que estos valores no estén sincronizados, el nodo de programa Origen no está definido.

### Editar Origen seguro

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En el menú lateral a la izquierda de la pantalla, en **General**, seleccione **Inicio**.
3. Presione **Editar posición** y defina la posición nueva del brazo robótico y pulse **OK**.
4. En el menú lateral, pulse **Seguridad** y seleccione **Origen seguro**. Nota: se requiere una contraseña de seguridad para **Desbloquear** los ajustes de seguridad (consulte 13.1.2).
5. En **Origen seguro**, pulse **Sincronizar desde Origen**.



## 14 Pestaña Ejecutar



La pestaña **Ejecutar** le permite manejar el brazo robótico y la caja de control de forma muy sencilla, con la menor cantidad posible de botones y opciones. Puede combinar una operación sencilla con contraseña protegiendo la parte de programación de PolyScope (consulte 21.3.2), para convertir el robot en una herramienta que puede ejecutar exclusivamente programas ya preparados.

En esta pantalla puede cargar automáticamente e iniciar un programa predeterminado basado en una transición del flanco de entrada externa (consulte 16.1.6).

Nota: la combinación de carga e inicio automáticos de un programa predeterminado con la inicialización automática al arrancar puede utilizarse, por ejemplo, para integrar el brazo robótico en otra maquinaria.

### 14.1 Programa

El campo **Programa** muestra el nombre del programa que se ha cargado en el robot y su estado actual. Puede pulsar la pestaña **Cargar programa** para cargar un programa diferente.

### 14.2 Variables

Un programa del robot puede utilizar variables para almacenar y actualizar distintos valores durante el tiempo de ejecución. Existen dos tipos de variables:

**Variables de instalación** Estas variables pueden utilizarlas varios programas, y sus nombres y valores persisten junto con la instalación del robot (consulte 16.1.5). Las variables de instalación mantienen su valor después de que el robot y la caja de control se hayan reiniciado.

**Variables normales del programa** Estas variables solo están disponibles para el programa que se esté ejecutando, y sus valores se pierden cuando se para el programa.

**Mostrar puntos de paso** El programa de robot utiliza variables de script para almacenar información sobre los puntos de paso.

Seleccione la casilla **Mostrar puntos de pago**, en **Variables**, para mostrar las variables de script en la lista de variables.

#### Tipos de variables

---

*booleana* Una variable booleana cuyo valor es True o False.

*entera* Un número entero cuyo intervalo va de  $-2147483648$  a  $2147483647$  (32 bits).

*flotante* Un número de punto flotante (decimal) (32 bits).

*cadena* Una secuencia de caracteres.

*pose* Un vector que describe la ubicación y la orientación en el espacio cartesiano. Es una combinación de un vector de posición  $(x, y, z)$  y un vector de rotación  $(rx, ry, rz)$  que representa la orientación, expresado como  $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .

*lista* Una secuencia de variables.

---

### 14.3 Tiempo de funcionamiento del robot

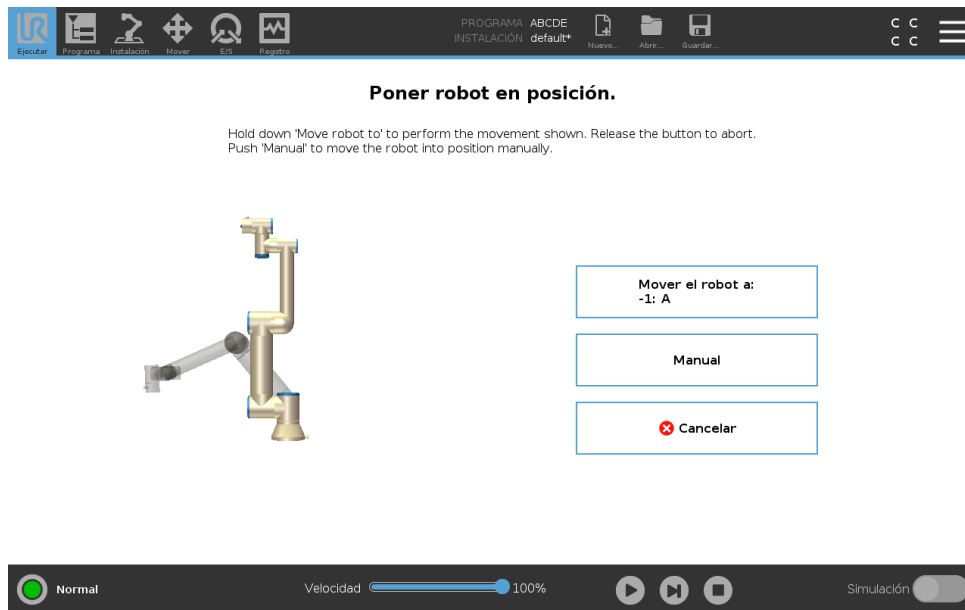
Este campo representa cuánto tiempo ha transcurrido desde la primera vez que se encendió el robot. Los números en este campo no están asociados con el tiempo de ejecución del programa

### 14.4 Poner robot en posición

Aparece la pantalla **Poner robot en posición** cuando pulsa **Reproducir** en el **Pie de página**. Acceda a la pantalla **Poner robot en posición** cuando el brazo robótico deba moverse a una posición de inicio determinada antes de ejecutar un programa, o para moverse a un punto de paso cuando se modifica un programa.

En los casos en que la pantalla **Poner robot en posición** no pueda mover el brazo robótico a la posición de inicio del programa, se mueve al primer punto de paso en el árbol de programa. El brazo robótico se puede mover a una pose incorrecta si:

- Se modifica la PCH, la pose de función o la pose de punto de paso del primer movimiento mientras se ejecuta el programa antes de realizarse el primer movimiento.
- El primer punto de paso se encuentra dentro de un nodo en el árbol del programa condicional o de cambio.



## Auto

Mantenga pulsado la pestaña **Auto** para mover el brazo robótico a su posición inicial.

Nota: suelte el botón para detener el movimiento en cualquier momento.

## Animación

La animación muestra el movimiento que el brazo robótico está a punto de realizar cuando mantiene pulsada la pestaña **Auto**.



### PRECAUCIÓN:

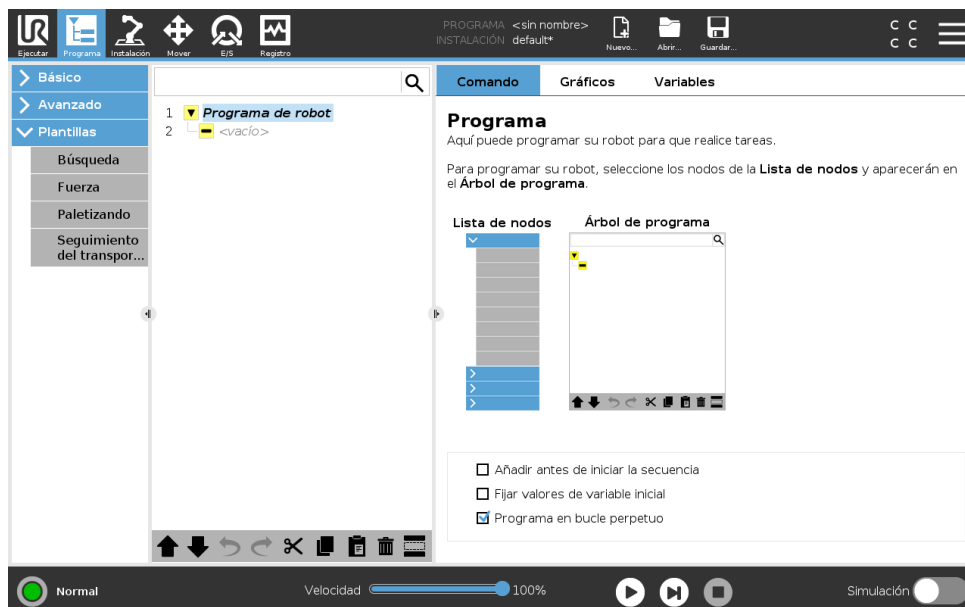
1. Compare la animación con la posición del brazo robótico real y asegúrese de que el brazo robótico pueda realizar de forma segura el movimiento, sin golpearse contra ningún obstáculo.
2. La función Automover se mueve por el robot a lo largo de la trayectoria sombreada. Una colisión podría dañar el robot u otros equipos.

## Manual

Presione la pestaña **Manual** para acceder a la pantalla de icono **Mover**, donde podrá mover el brazo robótico de forma manual. Esto solo es necesario si no prefiere el movimiento de la animación.



# 15 Ficha Programa



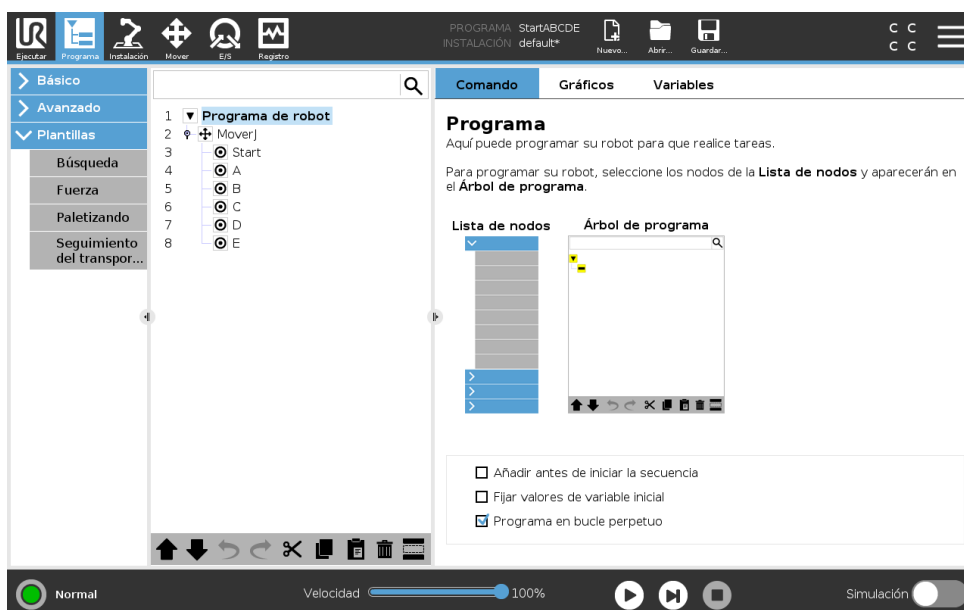
La ficha Programa muestra el programa que se está modificando.

## 15.1 Árbol de programa

Al pulsar **Comando** añade nodos de programa al árbol de programa. Configure la funcionalidad de los nodos de programa añadidos en el lado derecho de la pantalla.

No se permite la ejecución de un árbol de programa vacío. Tampoco se permite la ejecución de programas que contengan nodos de programa mal configurados. Se resaltan en amarillo los nodos de programa no válidos para indicar lo que se debería ajustar antes de permitir la ejecución del programa.

### 15.1.1 Indicación de ejecución de programa



Cuando el programa se encuentra en ejecución, el nodo de programa ejecutado en ese momento queda indicado por un pequeño icono  junto al nodo. Además, la ruta de ejecución queda resaltada utilizando un color azul.

Al pulsar el icono  en la esquina del programa se realizará un seguimiento del comando ejecutado.

### 15.1.2 Botón de búsqueda

Presione el  para realizar una búsqueda en el árbol de programa. Presione el icono  para salir de la búsqueda.

### 15.1.3 Barra de herramientas del árbol de programa

Utilice la barra de herramientas en la base del árbol de programa para modificar el árbol de programa.

#### Botones Deshacer/Rehacer

Los botones  y  sirven para deshacer y repetir cambios en los comandos.

#### Mover arriba & abajo

Los botones  y  cambian la posición de un nodo.

#### Cortar

El botón  corta un nodo y permite utilizarlo para otras acciones (p. ej., pegarlo en otro lugar en el árbol de programa).

#### Copiar

El botón  permite copiar un nodo y permite utilizarlo para otras acciones (p. ej., pegarlo en otro lugar en el árbol de programa).

## Pegar

El botón  le permite pegar un nodo que se haya cortado o copiado previamente.

## Eliminar

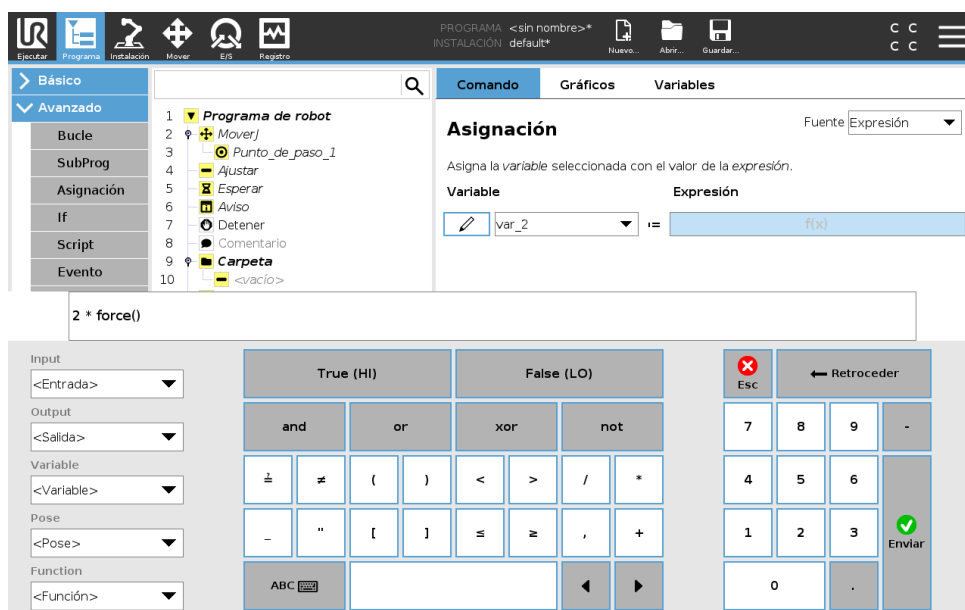
Presione el botón  para eliminar un nodo del árbol de programa.

## Suprimir

Presione el botón  para eliminar nodos específicos en el árbol de programa.

Las líneas de programa suprimidas se omiten al ejecutar el programa. Una línea suprimida puede volver a habilitarse posteriormente. Esta es una forma rápida de hacer cambios en un programa sin destruir el contenido original.

### 15.1.4 Editor de expresión



Aunque la expresión en sí puede modificarse como texto, el editor de expresiones tiene varios botones y funciones para introducir símbolos especiales, tales como \* para multiplicación y ≤ para inferior o igual a. El botón del símbolo del teclado de la parte superior izquierda de la pantalla sirve para cambiar a edición de texto de la expresión. Todas las variables definidas pueden encontrarse en el selector *Variable*, mientras que los nombres de los puertos de entrada y salida pueden encontrarse en los selectores *Entrada* y *Salida*. En *Función* se incluyen algunas funciones especiales.

Al pulsar el botón , se comprueba la expresión en busca de errores gramaticales. Al hacer clic en el botón , se sale de la pantalla sin aplicar ningún cambio.

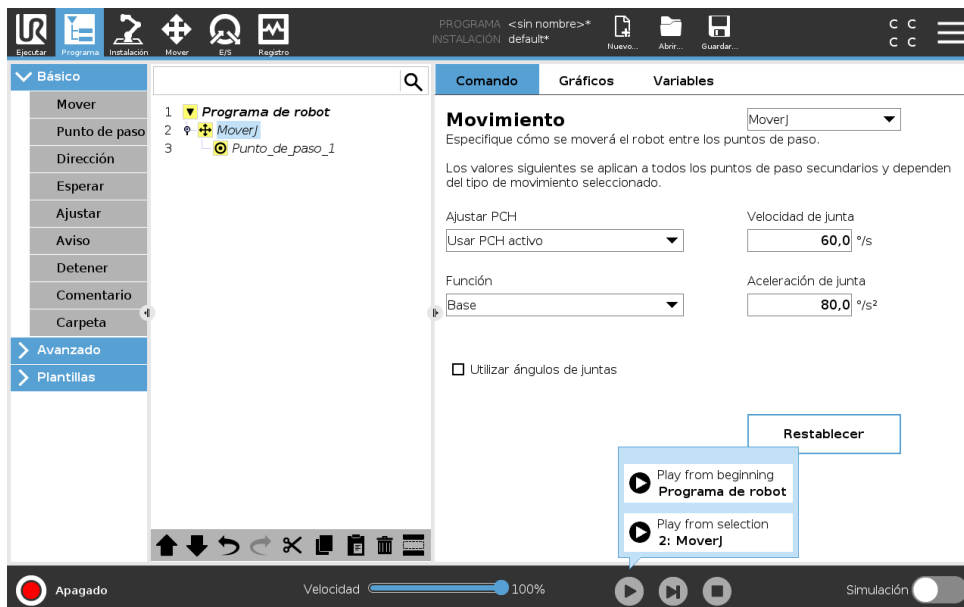
Una expresión puede ser así:

```
digital_in[1] = True and analog_in[0] < 0.5
```

### 15.1.5 Inicie un programa desde un nodo seleccionado

Cuando el robot se encuentre en modo manual (consulte 12.1), **Reproducir desde selección** permite iniciar un programa desde un nodo seleccionado. **Reproducir desde el principio** ejecuta

un programa normalmente. La opción **Reproducir desde selección** está desactivada si no se puede ejecutar un programa desde un nodo particular. Reproducir desde selección no se puede activar con una subtarea dado que las tareas siempre empiezan desde el principio.



### Utilizar Reproducir desde selección

Pulse **Reproducir** y seleccione **Reproducir desde selección** para ejecutar un programa desde un nodo en el árbol de programa.

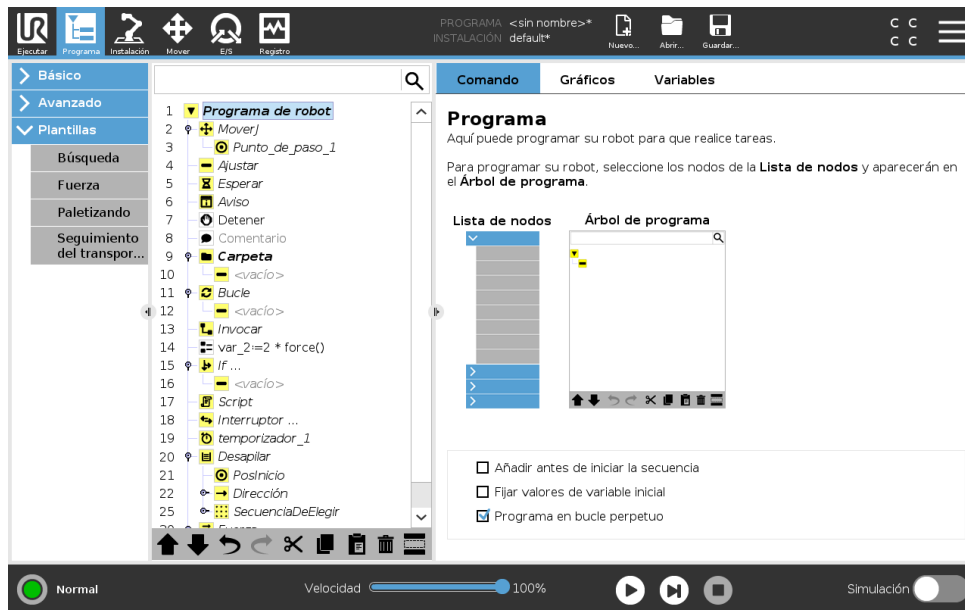


#### NOTA:

- La sección **Antes de iniciar**, si se utiliza, siempre se ejecuta para **Reproducir desde selección** y para **Reproducir desde principio**.
- El programa se detiene y muestra un mensaje de error si se encuentra una variable no asignada.
- Un programa solo puede iniciarse desde un nodo en el Programa de robot.
- **Reproducir desde selección** se puede utilizar dentro de un subprograma. La ejecución del programa se detiene cuando termina el subprograma.

## 15.2 Pestaña Comando

Este manual no cubre todos los detalles sobre cada tipo de nodo de programa. El nodo de programa de robot incluye tres casillas que controlan el comportamiento general del programa.



### Añadir antes de iniciar la secuencia

Marque esta casilla para añadir una sección especial al programa, que es una vez empieza el programa.

### Fijar valores de variables iniciales

Marque esto para definir valores iniciales de las variables del programa.

1. Seleccione una variable de la lista desplegable o use el cuadro del selector de variable.
2. Introduzca una expresión para esa variable. Esta expresión se utiliza para definir el valor de la variable durante el inicio del programa.
3. Puede seleccionar **Conservar el valor de ejecución anterior** para inicializar la variable para el valor encontrado en la pestaña **Variables** (consulte 15.4).

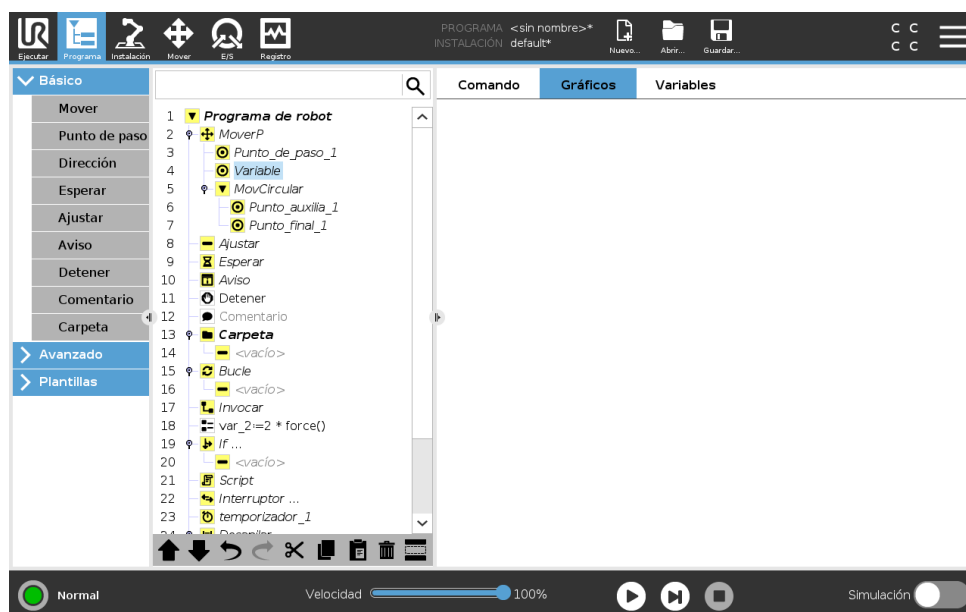
Esto permite a las variables mantener sus valores entre ejecuciones del programa. La variable obtiene su valor de la expresión si el programa se ejecuta por primera vez, o si la ficha del valor se ha borrado.

Puede eliminarse una variable del programa poniendo su nombre en blanco (solo espacios).

### Programa en bucle perpetuo

Marque esto para convertir el programa en continuo.

## 15.3 Ficha Gráficos



Es la representación gráfica del programa del robot en uso. La trayectoria del punto central de la herramienta (PCH) se muestra en vista 3D, con los segmentos de movimiento en negro y los segmentos de transición (transiciones entre segmentos de movimiento) en verde. Los puntos verdes especifican las posiciones del PCH de cada punto de paso del programa. El dibujo 3D del brazo robótico muestra la posición actual del brazo robótico, y la *sombra* del brazo robótico muestra cómo tiene previsto el brazo robótico llegar al punto de paso seleccionado en la parte izquierda de la pantalla.

Si la posición actual del PCH del robot se acerca a un plano activador o de seguridad, o la orientación de la herramienta del robot es cercana al límite de orientación de la herramienta (consulte 13.2.5), se muestra una representación en 3D del límite.

**Nota:** cuando el robot esté ejecutando un programa, se deshabilitará la visualización de límites.

Los planos de seguridad se visualizan en amarillo y negro con una pequeña flecha que representa la normal del plano, que indica el lado del plano en el que puede estar el PCH del robot. Los planos activadores se muestran en azul y verde, y una pequeña flecha señala el lado del plano donde están activos los límites del modo **Normal** (consulte 13.2.2). El límite de orientación de la herramienta se visualiza con un cono esférico junto con un vector que indica la orientación actual de la herramienta del robot. El interior del cono representa la zona permitida para la orientación de la herramienta (vector).

Cuando el PCH objetivo del robot ya no esté cerca del límite, desaparecerá la representación 3D. Si el PCH no respeta un límite o está muy cerca de no respetarlo, el límite se verá en rojo.

La vista 3D puede ampliarse y girarse para ver mejor el brazo robótico. Los botones de la parte superior derecha de la pantalla pueden desactivar los distintos componentes gráficos en vista 3D. El botón inferior activa/desactiva la visualización de los límites proximales.

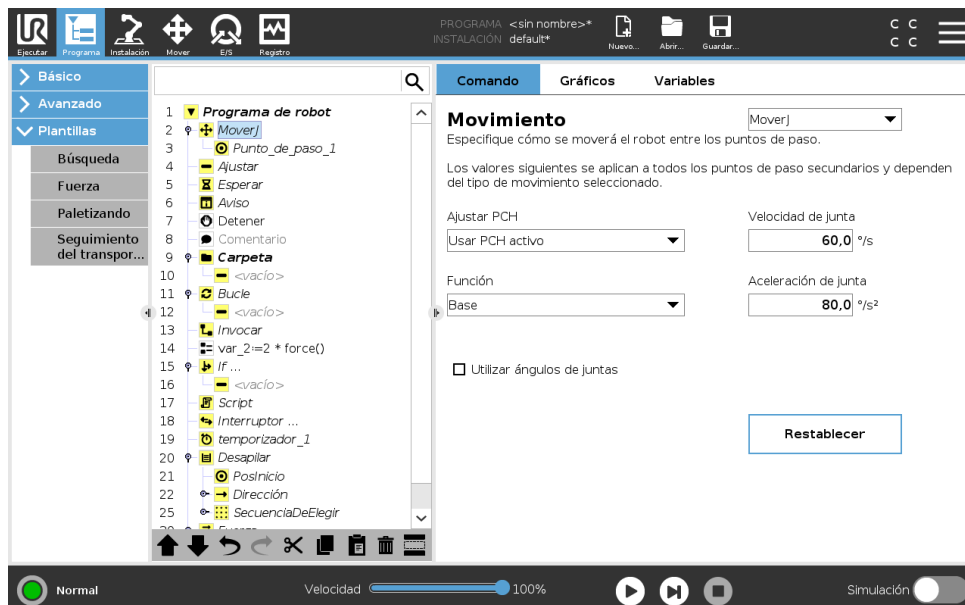
## 15.4 Ficha Variables



La ficha **Variables** muestra los valores activos de las variables en el programa que está ejecutándose y mantiene una lista de variables y valores entre ejecuciones del programa. Aparece solo cuando tiene información que mostrar. Las variables de puntos de paso se muestran en la lista si está habilitado **Mostrar puntos de paso**.

## 15.5 Nodos de programa básico

### 15.5.1 Mover

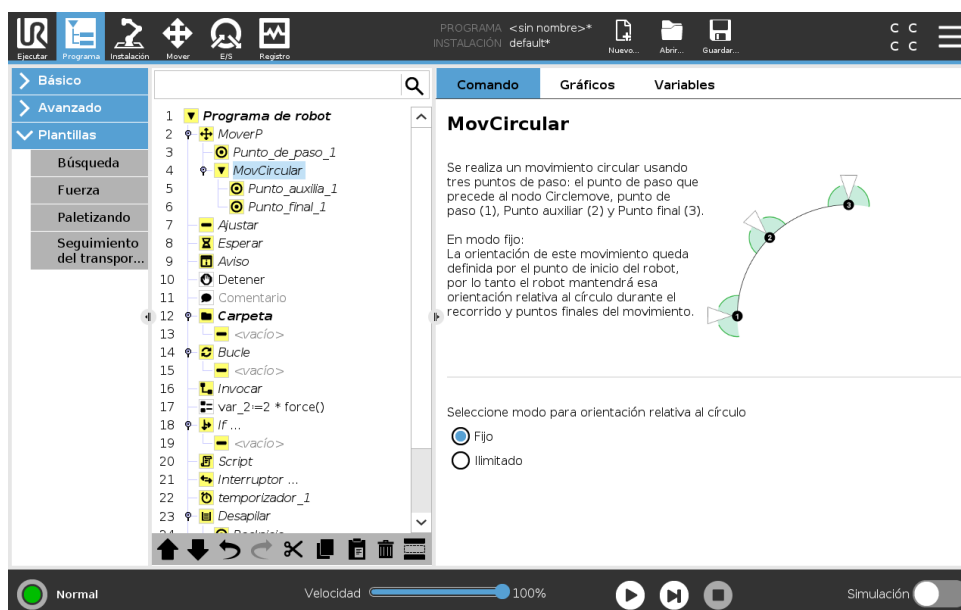


El comando **Mover** controla el movimiento del robot a través de los puntos de paso subyacentes. Los puntos de paso tienen que obedecer a un comando Mover. El comando Mover define la aceleración y velocidad a la que se moverá el brazo robótico entre esos puntos de paso.

## Tipos de movimiento

Puede seleccionar uno de estos tres tipos de movimientos: **MovimientoJ**, **MovimientoL** y **MovimientoP**. Cada movimiento se explica a continuación.

- **MovimientoJ** realiza movimientos calculados en el **espacio articular** del brazo robótico. Las juntas se controlan para finalizar sus movimientos al mismo tiempo. Este tipo de movimiento da lugar a una trayectoria curva de la herramienta. Los parámetros compartidos que se aplican a este tipo de movimiento son la velocidad de la junta y la aceleración de la junta máximas, especificadas en *grados/s* y *grados/s<sup>2</sup>*, respectivamente. Si se desea que el brazo robótico se mueva rápido entre puntos de paso, sin tener en cuenta la trayectoria de la herramienta entre esos puntos de paso, este tipo de movimiento es la opción preferible.
- **MovimientoL** mueve el punto central de herramienta (TCP, por sus siglas en inglés) linealmente entre los puntos de paso. Esto significa que cada junta realiza un movimiento más complicado para mantener la herramienta en una trayectoria recta. Los parámetros compartidos que se pueden configurar para este tipo de movimiento son la velocidad de la herramienta y la aceleración de la herramienta deseadas, especificadas en *mm/s* y *mm/s<sup>2</sup>*, respectivamente, y también una función.
- **MovimientoP** mueve la herramienta linealmente a una velocidad constante con transiciones circulares; está pensado para operaciones de ciertos procesos, como el encolado o la dispensación. El tamaño del radio de transición tiene, de forma predeterminada, un valor compartido entre todos los puntos de paso. Un valor más pequeño hará que trayectoria resulte más brusca, mientras que con un valor más alto la trayectoria será más suave. Mientras el brazo robótico se mueva por los puntos de paso a una velocidad constante, la caja de control del robot no podrá esperar una operación de E/S ni una acción del operador. Si lo hiciera, podría detener el movimiento del brazo robótico o provocar una parada de protección.
- **Movimiento circular** se puede añadir a **MovimientoP** para realizar un movimiento circular. El robot empieza el movimiento desde su posición actual o punto de inicio, se mueve a través de un **Punto auxiliar** especificado en el arco circular, y un **Punto final** que completa el movimiento circular.  
Se utiliza un modo para calcular la orientación de la herramienta a través del arco circular. Este modo puede ser:
  - Fijo: solo se utiliza el punto de inicio para definir la orientación de la herramienta
  - Ilimitado: el punto de inicio se transforma en el **Punto final** para definir la orientación de la herramienta



### Parámetros compartidos

Los parámetros compartidos en la esquina inferior derecha de la pantalla Mover se aplican al movimiento desde la posición actual del brazo robótico hasta el primer punto de paso indicado por el comando, y de ahí a cada uno de los siguientes puntos de paso. Los ajustes de un comando Mover no se aplican a la trayectoria que parte *desde* el último punto de paso según dicho comando Mover.

### Selección de PCH

La manera en la que el robot se mueve entre puntos de paso se ajusta según si el TCP se define mediante un TCP definido por un usuario o un TCP activo. **Ignorar PCH activo** permite ajustar este movimiento en relación con la brida de herramienta.

#### Ajustar el TCP en un movimiento

1. Acceda a la pantalla de la pestaña Programa para definir el TCP utilizado para los puntos de paso.
2. En Comando, en el menú desplegable a la derecha seleccione el tipo de movimiento.
3. En Mover, seleccione una opción en el menú desplegable **TCP**.
4. Seleccione **Usar TCP activo** o seleccione **un TCP definido por un usuario**.  
También puede seleccionar **Ignorar PCH activo**.

### Selección de coordenadas

La función espacia los puntos de paso bajo el comando Mover, que debería estar representado al especificar estos puntos de paso (consulte sección 16.3). Esto significa que al configurar un punto de paso, el programa recordará las coordenadas de la herramienta en el espacio de la función seleccionada. Hay algunas circunstancias que necesitan una explicación detallada:

**Puntos de paso relativos** La función seleccionada no afecta a los puntos de paso relativos. El movimiento relativo siempre se realiza según la orientación de la **Base**.

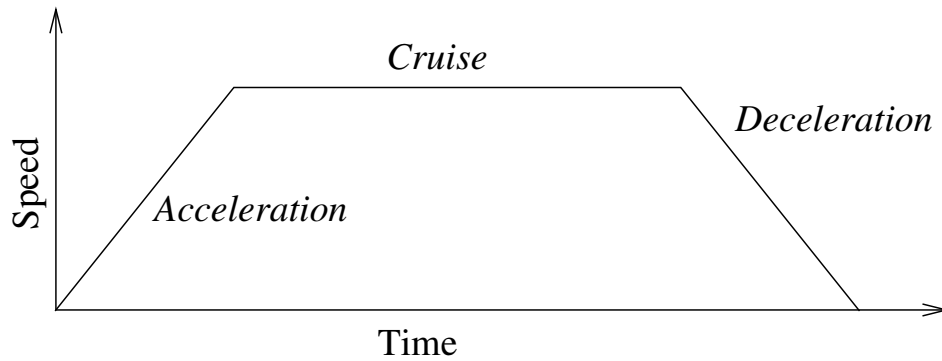


Figura 15.1: Perfil de velocidad para un movimiento. La curva se divide en tres segmentos: *aceleración*, *cruce* y *desaceleración*. El nivel de la fase *cruce* se obtiene del ajuste de velocidad del movimiento, mientras que la pendiente de las fases de *aceleración* y *desaceleración* se obtiene del parámetro de aceleración.

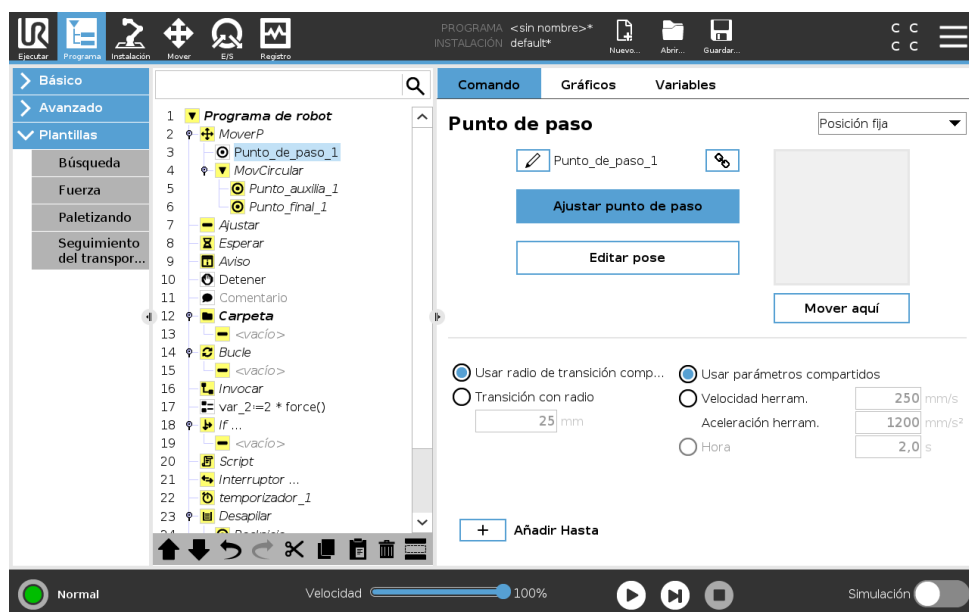
**Puntos de paso variables** Cuando el brazo robótico se mueve a un punto de paso variable, el Punto central de herramienta (PCH) se calcula como las coordenadas de la variable en el espacio de la función seleccionada. Por tanto, el movimiento del brazo robótico para un punto de paso variable cambia si se selecciona otra función.

**Variable de función** Puede cambiar la posición de una función mientras se ejecuta el programa asignando una pose a su variable correspondiente.

### Utilizar ángulos de juntas

Como alternativa a la pose en 3D, puede seleccionar la casilla **Utilizar ángulos de juntas** al utilizar el MovimientoJ para definir los puntos de paso con los ángulos de las juntas del robot. Si se habilita **Utilizar ángulos de juntas**, dejan de estar disponibles el PCH y las opciones de la función. Los puntos de paso definidos con **Utilizar ángulos de juntas** no se ajustan cuando el programa pasa de un robot a otro.

### Punto de paso fijo



## 15.5 Nodos de programa básico

Se trata de un punto en la trayectoria del robot. Los puntos de paso son la parte más importante del programa de un robot, ya que le dicen al brazo robótico dónde tiene que ir. Para enseñar un punto de paso fijo, hay que mover físicamente el brazo robótico hasta la posición en cuestión.

### Enseñar puntos de paso

Se utiliza el término enseñar para mostrar al robot cómo ubicar el PCH para una función de una aplicación. Para enseñar un punto de paso a un robot, siga las instrucciones siguientes:

1. En la pestaña Programa, introduzca un **Nodo de movimiento**.
2. En el Nodo de movimiento, utilice el menú desplegable **Ajustar PCH** para ajustar el PCH.
3. En el Nodo de movimiento, utilice el menú desplegable **Función** para ajustar una función.
4. En el Nodo de punto de paso, utilice **Modo de enseñanza** o **Colocar** para colocar el robot en la configuración que desee.

### Uso de puntos de paso

El uso de un punto de paso permite aplicar la relación enseñada entre la función y el PCH a la situación actual. La relación entre la función y el PCH, aplicada a la función seleccionada actualmente, archiva la ubicación de PCH deseada. Posteriormente, el robot determina cómo colocarse para permitir que el PCH activo actual alcance esa posición PCH. Para utilizar un punto de paso, siga las instrucciones siguientes:

1. Utilice un punto de paso existente en un Nodo de movimiento o introduzca el punto de paso en otro Nodo de movimiento (p. ej., copiando y pegando, o utilizando el botón “Enlazar” en el punto de paso).
2. Ajuste el PCH deseado.
3. Ajuste la función deseada.

### Ajuste del punto de paso

#### Nombres de puntos de paso

Los puntos de paso reciben un nombre único automáticamente. El usuario puede cambiar el nombre. Al seleccionar el icono de enlace, los puntos de paso se enlazan y comparten la información de posición. Otros datos de los puntos de paso como el radio de transición, la velocidad de la herramienta/junta y la aceleración de la herramienta/junta están configurados de forma individual para cada punto de paso aunque puedan estar enlazados.

### Transición

La transición permite que el robot realice una transición fluida entre las dos trayectorias sin pararse en el punto de paso entre ambas.

**Ejemplo** Tomemos como ejemplo una aplicación de carga y descarga (consulte figura 15.2), en la que el robot se encuentra en ese momento en el punto de paso 1 (WP\_1) y necesita recoger un objeto en el punto de paso 3 (WP\_3). Para evitar colisiones con el objeto y otros obstáculos (0), el robot debe aproximarse a WP\_3 en la dirección procedente del punto de paso 2 (WP\_2). Por ello, se introducen tres puntos de paso para crear una trayectoria que cumpla estos requisitos.

Si no se configuran otros ajustes, el robot se parará en cada punto de paso antes de proseguir con el movimiento. Para esta tarea, una parada en WP\_2 no sería óptima dado que un giro suave

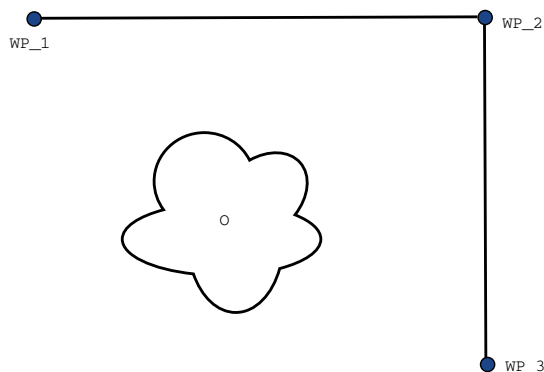


Figura 15.2: WP\_1: posición inicial, WP\_2: punto de la ruta, WP\_3: posición de recogida, O: obstáculo.

requeriría menos tiempo y energía, a la vez que seguiría cumpliendo con los requisitos. Incluso es aceptable que el robot no alcance WP\_2 exactamente, siempre que la transición entre la primera y la segunda trayectoria se realice cerca de esta posición.

La parada en WP\_2 se puede evitar si se configura una transición para el punto de paso, lo que permitiría que el robot calcule una transición fluida hacia la próxima trayectoria. El parámetro primario para la transición es su radio. Cuando el robot se encuentra dentro del radio de transición del punto de paso, puede empezar a realizar la transición y a desviarse de la trayectoria original. Esto permite unos movimientos más rápidos y fluidos, dado que el robot no necesita desacelerar ni volver a acelerar.

**Parámetros de transición** Además de los puntos de paso, otros parámetros afectarán a la trayectoria de transición (ver figura 15.3):

- el radio de transición ( $r$ )
- la velocidad inicial y final del robot (en las posiciones  $p_1$  y  $p_2$  respectivamente)
- el tiempo de movimiento (p. ej. si se configura un tiempo específico para una trayectoria, esto influirá en la velocidad inicial/final del robot)
- los tipos de trayectoria desde/hacia la transición (`MovimientoL`, `MovimientoJ`)

Si se establece un radio de transición, la trayectoria del brazo robótico converge en torno al punto de paso, lo que permite al brazo robótico no detenerse en dicho punto.

Las transiciones no se pueden solapar, así que no es posible establecer un radio de transición que solape el radio de transición de un punto de paso anterior o posterior tal y como se muestra en la figura 15.4.

**Trayectorias de transición condicionadas** La trayectoria de transición está condicionada por el punto de paso donde se ha establecido el radio de transición y el siguiente en el árbol de programa. Es decir, en el programa de la figura 15.5, la transición en torno a WP\_1 está condicionada por WP\_2. La consecuencia de esto es más perceptible cuando se converge en torno a WP\_2 en este ejemplo. Existen dos posiciones finales posibles, y para determinar cuál es el siguiente punto de paso hacia el que realizar la transición, el robot ya debe haber evaluado la lectura

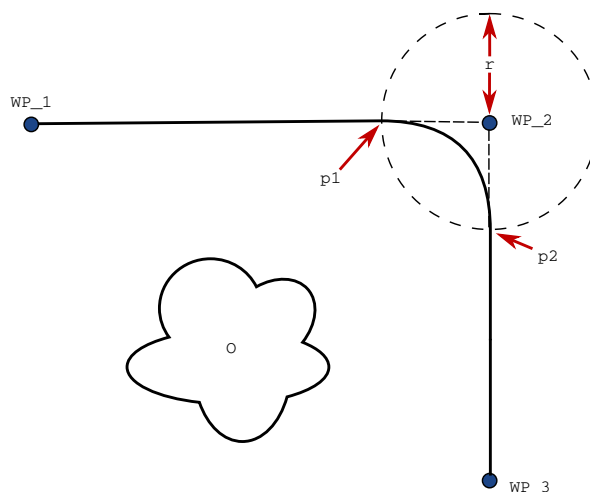


Figura 15.3: Transición de WP\_2 con radio  $r$ , posición de transición inicial en p1 y posición de transición final en p2. O es un obstáculo.

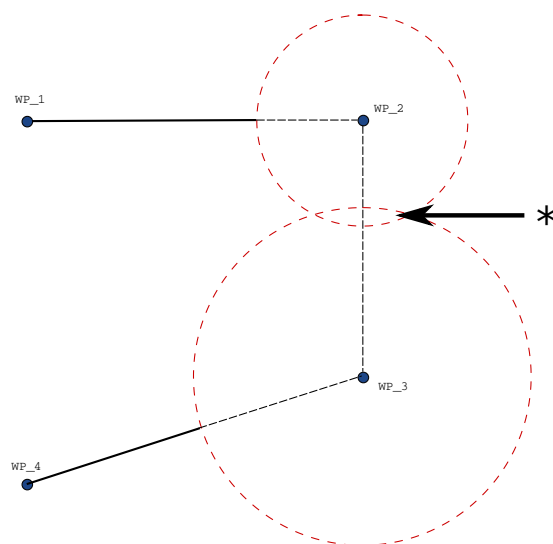


Figura 15.4: No se permite el solapamiento del radio de transición (\*).

actual de la `entrada_digital[1]` al entrar en el radio de transición. Eso quiere decir que la expresión **if...then** (u otras instrucciones necesarias para determinar el punto de paso siguiente, p. ej. puntos de paso variables) se evalúa antes de que realmente alcancemos WP\_2, algo poco lógico si se observa la secuencia de programa. Si un punto de paso es un punto de parada y viene seguido por unas expresiones condicionales que determinan el siguiente punto de paso (p. ej. el comando de E/S), estas se ejecutan cuando el brazo robótico se para en el punto de paso.

**Trayectorias de transición** En función del tipo de movimiento (es decir, MovimientoL, MovimientoJ, o MovimientoP), se generan distintas trayectorias de transición.

- **Transiciones en MovimientoP** Cuando se realiza una transición en MovimientoP, la posi-

```
MovimientoL
  WP_I
  WP_1 (transición)
  WP_2 (transición)
  if (digital_input[1]) then
    WP_F_1
  else
    WP_F_2
```

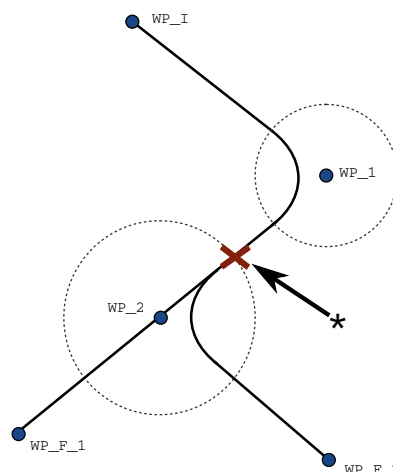


Figura 15.5: WP\_I es el punto de paso inicial y existen dos puntos de paso finales potenciales, WP\_F\_1 y WP\_F\_2, en función de una expresión condicional. La expresión condicional if se evalúa cuando el brazo robótico entra en la segunda transición (\*).

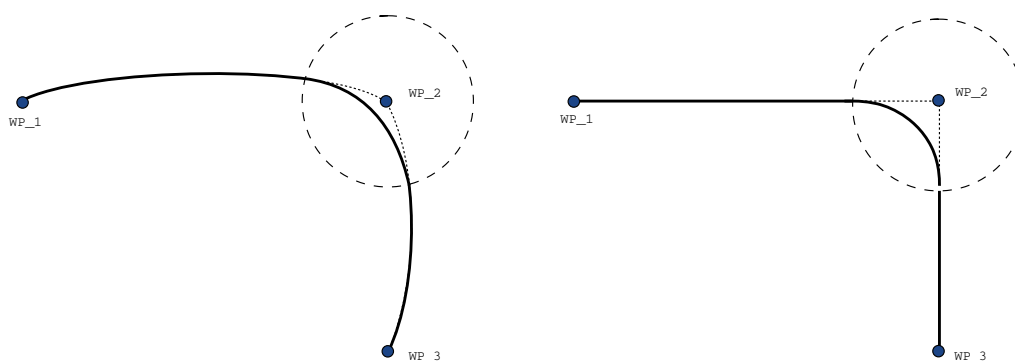


Figura 15.6: Movimiento y transición del espacio articular (MovimientoJ) frente al espacio cartesiano (MovimientoL).

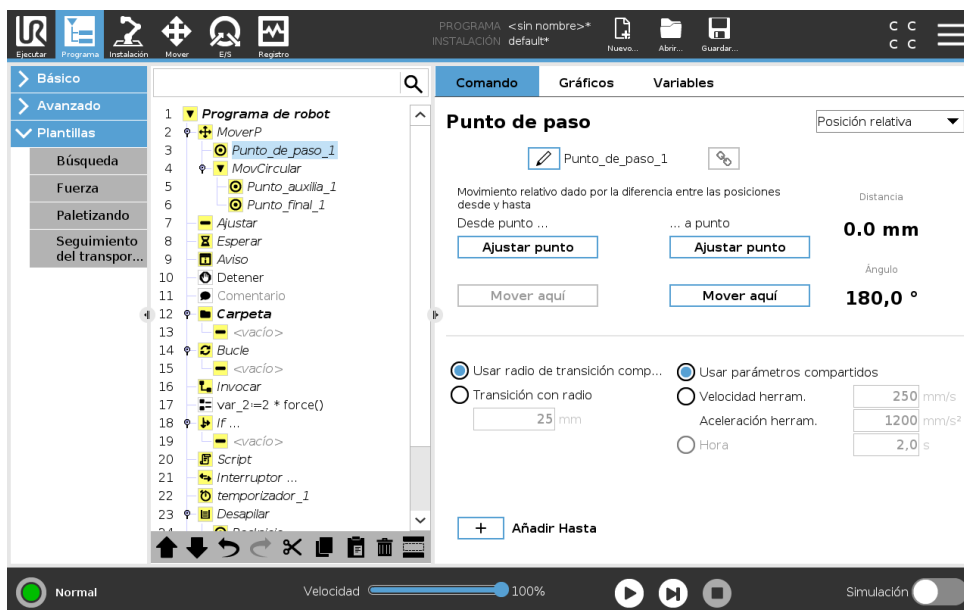
ción de la transición sigue un arco circular a velocidad constante. La orientación se combina con una interpolación suave entre las dos trayectorias. Puede realizar la transición de un MovimientoJ o un MovimientoL en un MovimientoP. En dicho caso, el robot utiliza la transición en arco circular de MovimientoP, e interpola la velocidad de los dos movimientos. No puede realizar la transición de un MovimientoP a un MovimientoJ o un MovimientoL. En su lugar, se considera que el último punto de paso del MovimientoP es un punto de parada sin transición. No puede realizar una transición si las dos trayectorias están en un ángulo cerrado a 180 grados (sentido contrario) porque crea un arco circular con un radio muy reducido que el robot no puede seguir a una velocidad constante. Esto genera una excepción de tiempo de ejecución en el programa que se puede corregir ajustando los puntos de paso para generar un ángulo menos agudo.

- **Transiciones con MovimientoJ** Las transiciones con MovimientoJ generan una curva suave

ve en el espacio articular. Esto incluye transiciones de MovimientoJ a MovimientoJ, de MovimientoJ a MovimientoL y de MovimientoL a MovimientoJ. La transición genera una trayectoria más suave y rápida que los movimientos sin transición (consulte la imagen 15.6). Si la velocidad y la aceleración se utilizan para especificar el perfil de velocidad, la transición permanece dentro del radio de transición durante la transición. Si se utiliza el *tiempo* en lugar de la *velocidad* y la *aceleración* para especificar el perfil de velocidad de ambos movimientos, la trayectoria de transición sigue la trayectoria del MovimientoJ original. Cuando ambos movimientos tienen restricciones de tiempo, utilizar transiciones no ahorra tiempo.

- **Transiciones en MovimientoL** Cuando se realiza una transición en MovimientoL, la posición de la transición sigue un arco circular a velocidad constante. La orientación se combina con una interpolación suave entre las dos trayectorias. El robot puede desacelerar en la trayectoria antes de seguir el arco circular para evitar aceleraciones muy altas (p. ej., si el ángulo entre las dos trayectorias está cerca de 180 grados).

## Punto de paso relativo

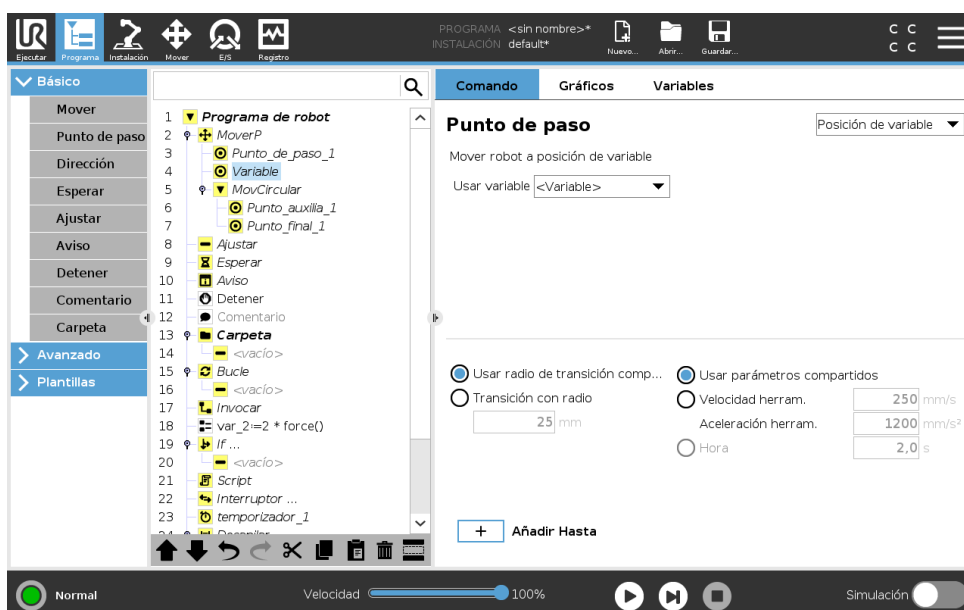


Se trata de un punto de paso con una posición dada y relacionada con la posición anterior del brazo robótico, como por ejemplo, “dos centímetros a la izquierda”. La posición relativa se define como la diferencia entre las dos posiciones dadas (de izquierda a derecha).

Nota: posiciones relativas repetidas pueden sacar el brazo robótico de su espacio de trabajo.

La distancia aquí es la distancia cartesiana entre el PCH en las dos posiciones. El ángulo pone de manifiesto cuánto cambia la orientación del PCH entre las dos posiciones. Para ser más precisos, la longitud del vector de rotación que describe el cambio de orientación.

## Punto de paso variable



Se trata de un punto de paso con la posición dada por una variable, en este caso `calculada_pos`.

La variable tiene que ser una *pose* como

## 15.5 Nodos de programa básico

$\text{var}=\text{p}[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]$ . Las tres primeras son  $x,y,z$  y las tres últimas son la orientación dada como un vector de rotación dado por el vector  $rx,ry,rz$ . La longitud del eje es el ángulo que se debe rotar en radianes, y el vector en sí proporciona el eje sobre el que rotar. La posición siempre se da en relación con un marco de referencia o sistema de coordenadas, definido por la función seleccionada. Si un radio de transición se establece en un punto de paso fijo y los puntos de paso anteriores y posteriores son variables, o si el radio de transición se establece en un punto de paso variable, no se comprobará el solapamiento del radio de transición (consulte 15.5.1). Si al ejecutar el programa el radio de transición se solapa en un punto, el robot lo ignorará y pasará al siguiente.

Por ejemplo, para mover el robot 20 mm a lo largo del eje  $z$  de la herramienta:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

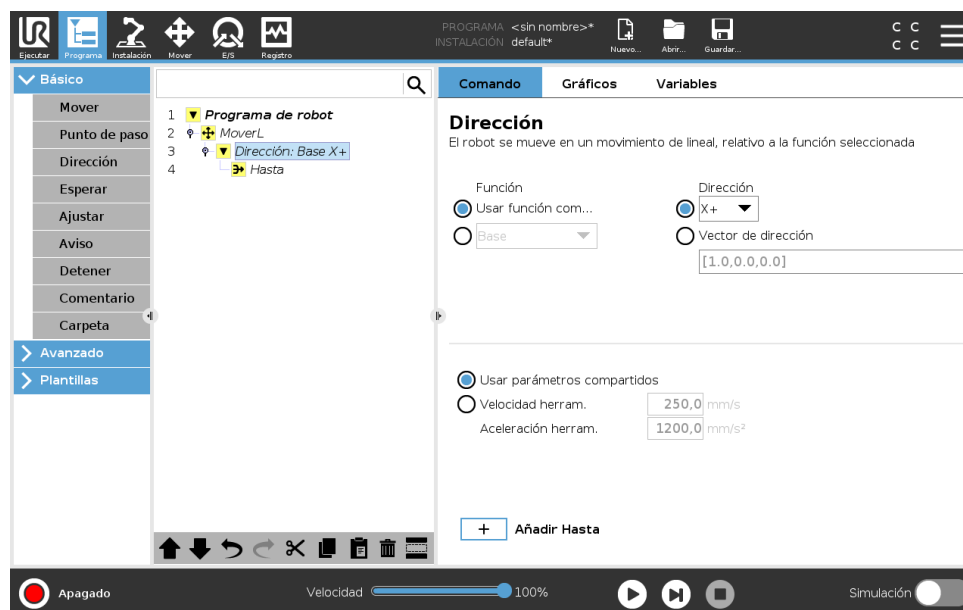
MovimientoL

Punto de paso\_1 (posición variable):

Utilice la variable=var\_1, Feature=Tool

### 15.5.2 Dirección

El nodo de programa **Dirección** especifica un movimiento en relación con los ejes de funciones o PHC. El robot se mueve por rutas especificadas por el nodo de programa Dirección hasta que dicho movimiento se detiene por una condición **Hasta**.



#### Añadir un movimiento de dirección

1. En Básico, pulse **Dirección** para añadir un movimiento lineal a su árbol de programa.
2. En el campo Dirección, en la sección Función, defina el movimiento lineal.

#### Parar un movimiento de dirección

1. En el campo Dirección, toque el botón **Añadir hasta** para definir y añadir los criterios de parada a su árbol de programa.

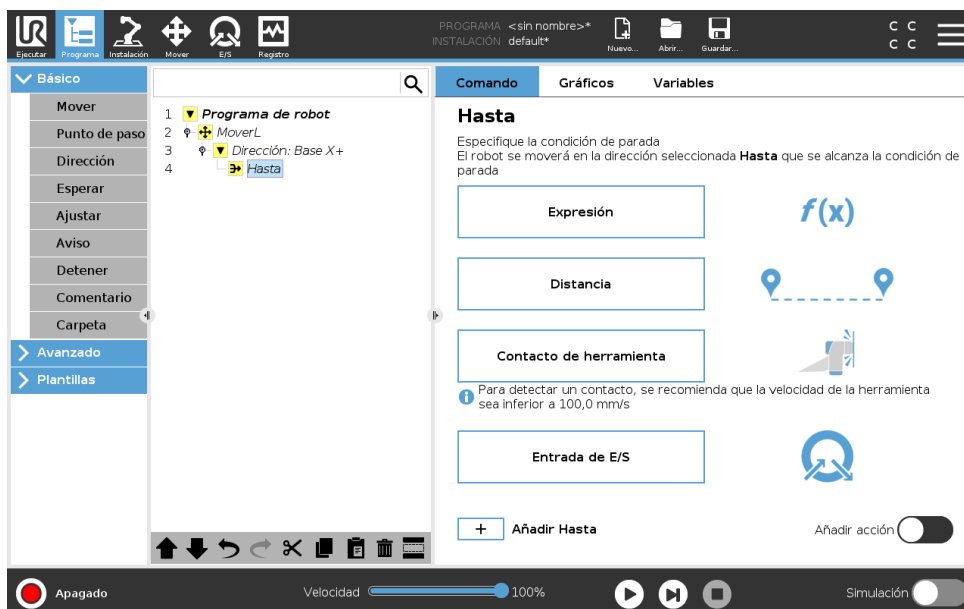
Puede añadir ajustes de Vector de dirección para **Velocidad de la herramienta** y **Aceleración de la herramienta** para definir la dirección del vector para movimientos lineales, permitiendo usos avanzados como:

- definir movimiento lineal en relación con múltiples ejes de función
- calcular la dirección como expresión matemática

Los Vectores de dirección definen una expresión de código personalizado que se resuelve en un vector de unidad. Por ejemplo, los vectores de dirección [100,0,0] y [1,0,0] tienen exactamente el mismo efecto en el robot; utilice el control deslizante de velocidad a lo largo del eje X a la velocidad deseada. Los valores de los números en el vector de dirección solo se tienen en cuenta en relación con los demás.

## Hasta

El nodo de programa **Hasta** define un criterio de parada de un movimiento. El robot se mueve por una ruta y para cuando detecta contacto. En el árbol de programa, puede añadir nodos Hasta en Nodos de dirección y Nodos de punto de paso. Puede añadir varios criterios de parada a un único movimiento. El movimiento se para cuando se cumple la primera condición **Hasta**.



En el campo **Hasta**, puede definir los siguientes criterios de parada:

- **Distancia** Este nodo se puede utilizar para parar un movimiento de dirección cuando el robot ha recorrido una distancia determinada. La velocidad disminuye y el robot se para exactamente en la distancia.
- **Contacto de herramienta** (consulte 15.5.2) Puede utilizar este nodo para detener un movimiento cuando la herramienta del robot detecta un contacto.
- **Expresión** Este nodo se puede utilizar para parar el movimiento mediante una expresión de programa personalizada. Puede utilizar las E/S, variables o funciones de script para especificar la condición de parada.
- **Entrada E/S** Puede utilizar este nodo para detener un movimiento controlado por señal en una entrada E/S.

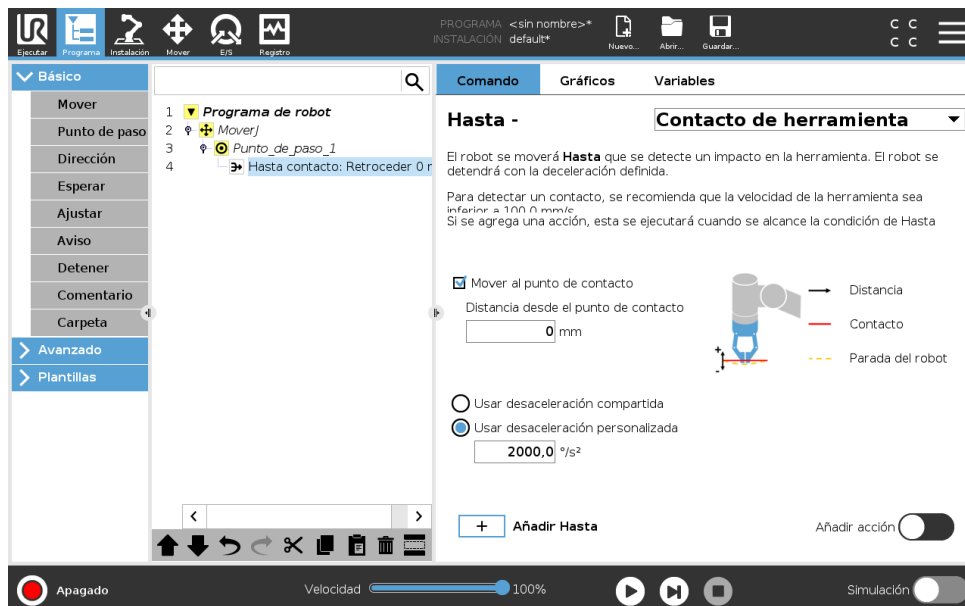
## Hasta - Contacto de herramienta

El nodo de programa **Hasta contacto de herramienta** permite al robot detener su movimiento cuando se establece contacto con la herramienta. Puede definir la desaceleración de la parada y la retracción de la herramienta.



### PRECAUCIÓN:

La velocidad predeterminada del movimiento es demasiado alta para la detección de contacto. Una mayor velocidad del movimiento activa una parada de protección antes de que se pueda producir el estado Contacto de herramienta. Para evitar activar una parada de protección, reduzca la velocidad del movimiento. Por ejemplo: 100 m/s.



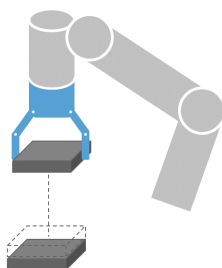
### NOTA:

Es posible que Hasta contacto de herramienta no funcione si la herramienta montada vibra. Por ejemplo: una pinza de vacío con una bomba integrada puede introducir vibraciones rápidas.

Puede utilizar el nodo Hasta contacto de herramienta para aplicaciones como apilar/desapilar, donde Hasta contacto de herramienta determina la altura de los objetos apilados.

## Retraer hasta contacto

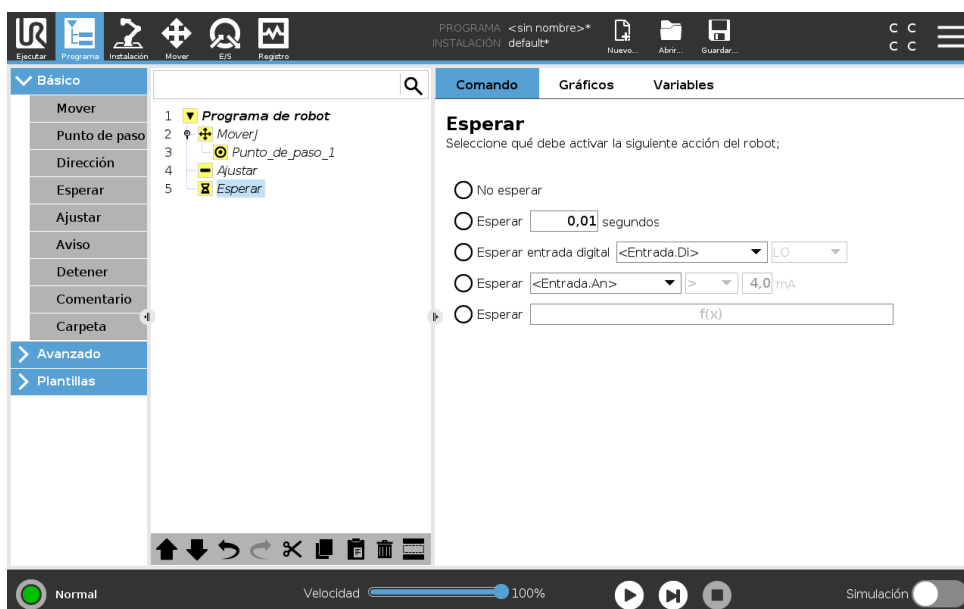
Use el ajuste **Retraer hasta contacto** para que el robot vuelva al punto inicial de contacto. Puede definir un movimiento inverso adicional para hacer que el robot se mueva libre del contacto o hacia el contacto. Esto es útil si tiene una pinza que requiera espacio libre para moverse, o si se requiere una acción de sujeción.



### Acción

Añadir una **Acción** permite añadir un nodo de programa si se cumple una condición **Hasta** específica. Por ejemplo, Hasta contacto de herramienta puede activar la acción de agarre de una herramienta de pinza. Si no se define ninguna **Acción**, entonces la ejecución del programa pasa al siguiente nodo de programa en el Árbol de programas.

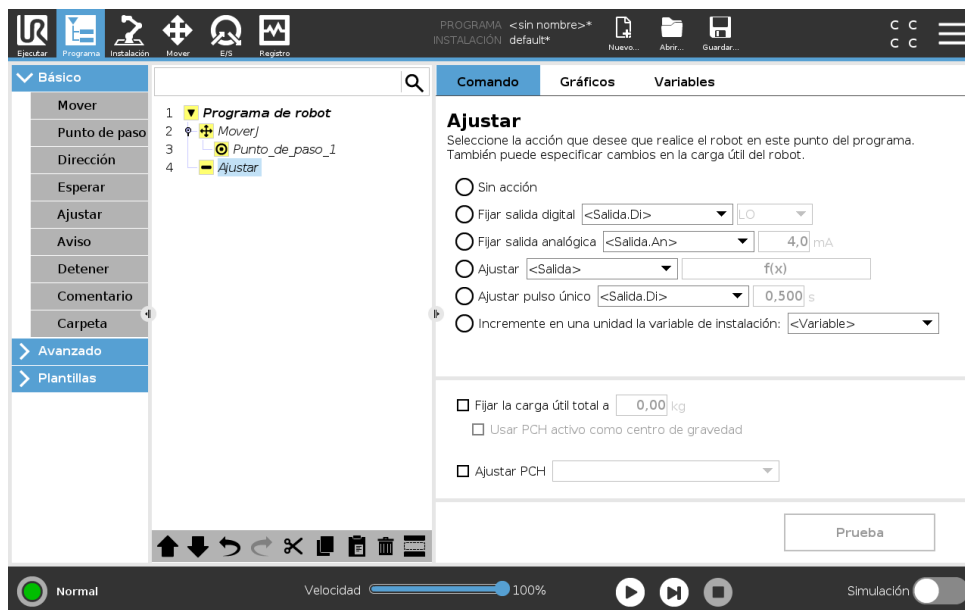
### 15.5.3 Esperar



**Esperar** pausa la señal E/S, o la expresión, durante un tiempo definido. Si se selecciona **Sin esperar**, no se hace nada.

Nota: Una vez activada la interfaz de comunicación con herramienta TCI, la entrada análoga de herramienta no está disponible para la selección **Esperar a** y expresiones

### 15.5.4 Ajustar



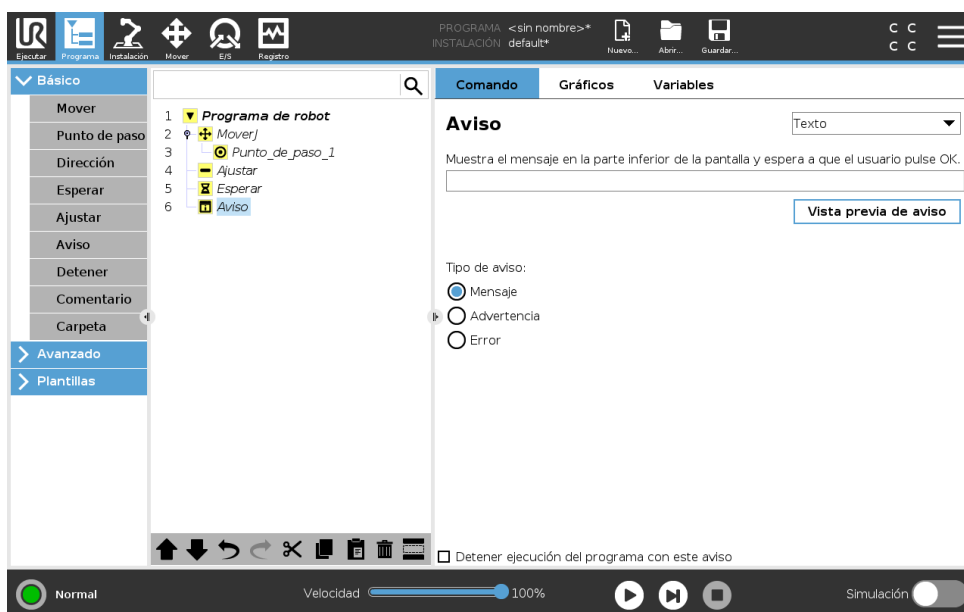
Sirve para ajustar salidas digitales o analógicas para un valor dado. También se pueden configurar las salidas digitales para enviar un pulso individual.

Utilice el comando **Ajustar** para fijar la carga del brazo robótico. Puede ajustar el peso de la carga para evitar que el robot active una parada de protección cuando el peso en la herramienta difiera de la carga prevista. Si no se recomienda el uso del PCH activo como centro de gravedad, debe desmarcar la casilla.

El PCH activo también puede modificarse utilizando el comando **Ajustar**, marcando la casilla de verificación y seleccionando una de las compensaciones del PCH del menú.

Si el PCH activo de un movimiento específico se conoce en el momento de la escritura del programa, puede utilizar la selección de PCH presionando **Mover** en el menú lateral de la izquierda (consulte 15.5.1). Para obtener más información sobre la configuración de PCH con nombre, (consulte 16.1.1).

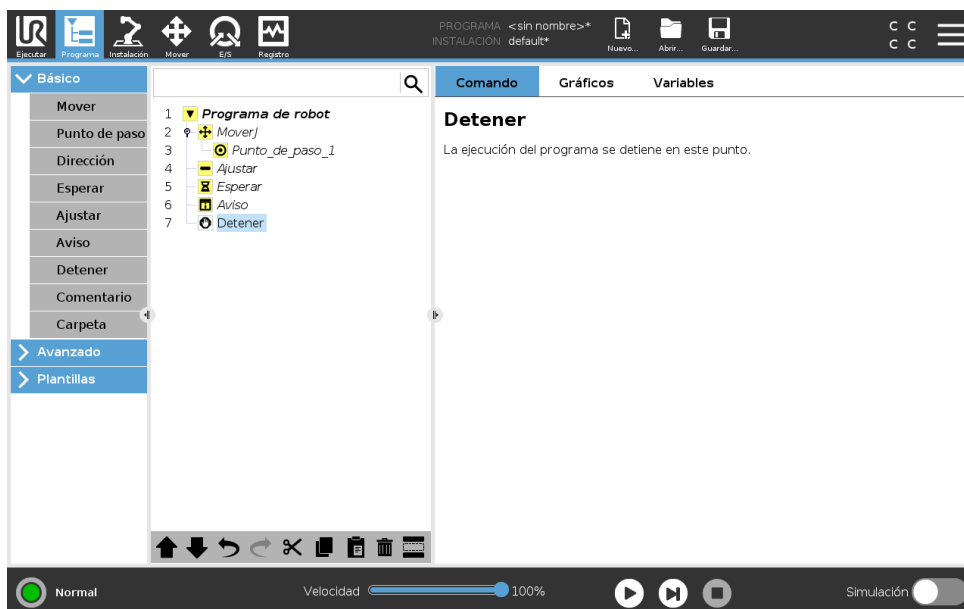
### 15.5.5 Aviso



El aviso es un mensaje emergente que aparece en la pantalla cuando el programa llega a este comando. Puede seleccionarse el estilo del mensaje y también indicarse el texto con el teclado en pantalla. El robot espera a que el usuario/operador pulse el botón "OK" del aviso emergente antes de continuar con el programa. Si se selecciona la opción "Detener ejecución del programa", el programa del robot se detendrá al aparecer este aviso emergente.

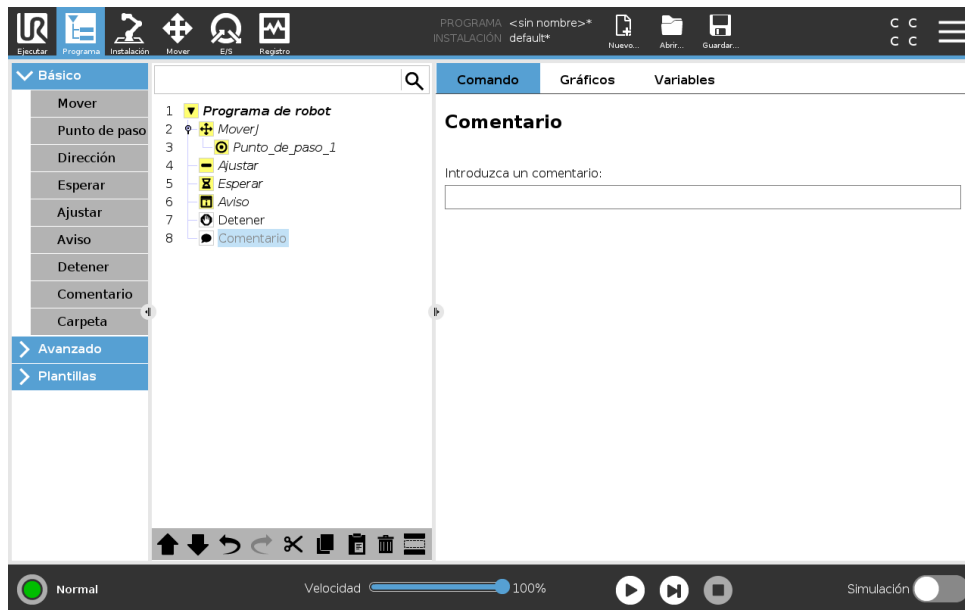
Nota: Los mensajes están limitados a un máximo de 255 caracteres.

### 15.5.6 Detener



La ejecución del programa se detiene en ese punto.

### 15.5.7 Comentario



Da al programador la opción de añadir una línea de texto al programa. Esta línea de texto no hace nada mientras se ejecuta el programa.

### 15.5.8 Carpeta

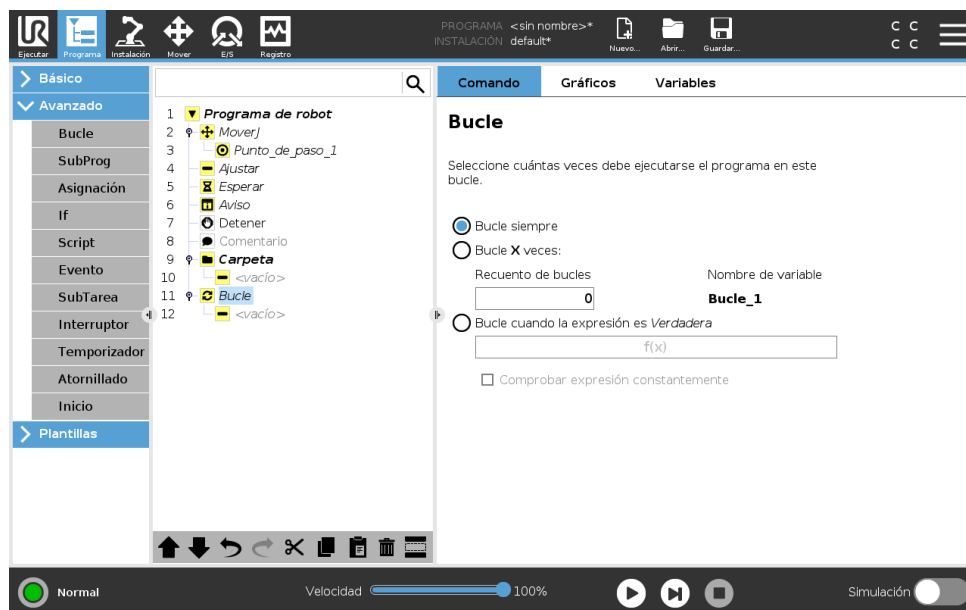


Una **carpeta** sirve para organizar y designar partes específicas de un programa, para despejar el árbol de programa y para facilitar la lectura y navegación por el programa.

**Carpeta**s no tiene efecto sobre el programa y su ejecución.

## 15.6 Nodos de programa avanzado

### 15.6.1 Bucle

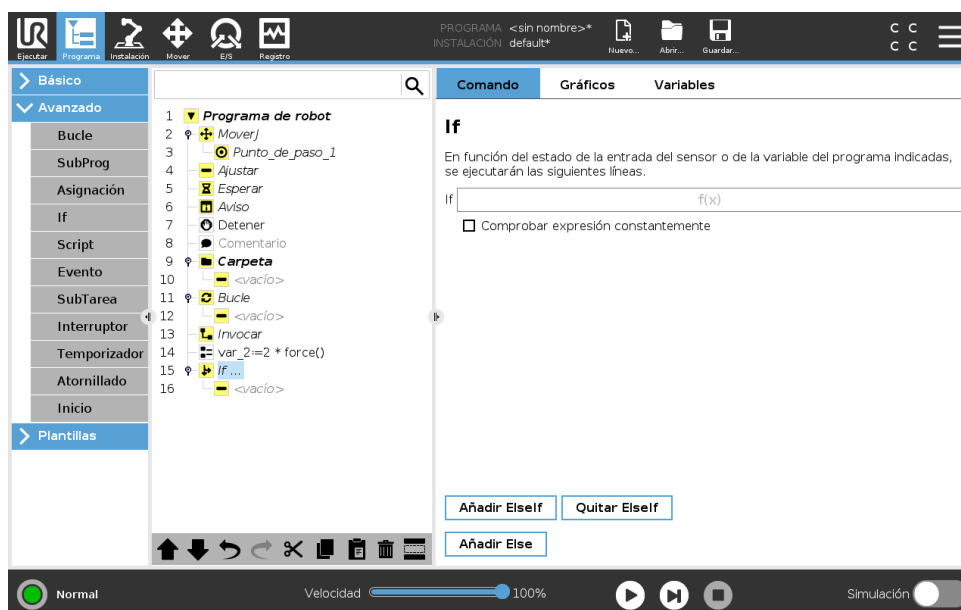


Repita los comandos del programa subyacente. Dependiendo de lo que se seleccione, los comandos del programa subyacente se repiten hasta el infinito, un número determinado de veces o siempre que la condición dada sea verdadera. Al repetir en bucle un número determinado de veces, se crea una variable de repetición dedicada (denominada `Bucle_1` en la imagen anterior), que se puede usar en expresiones dentro del bucle. La variable de bucle cuenta desde 0 hasta  $N - 1$ .

Al repetir en bucle usando una expresión como condición final, PolyScope proporciona una opción para evaluar continuamente dicha expresión, de modo que el “bucle” puede interrumpirse en cualquier momento durante su ejecución, en vez de solo detrás de cada iteración.

### 15.6.2 If

Las instrucciones `Si Si... entonces` cambian el comportamiento del robot basándose en valores variables o entradas de sensores.



Seleccione las condiciones en el Editor de expresiones que compongan expresiones utilizando una instrucción Si. Si la condición se evalúa como Verdadera, se ejecutan las instrucciones incluidas en este comando Si. Un comando Si solo puede tener un argumento Else. Utilice Añadir ElseIf y Eliminar ElseIf para añadir o eliminar expresiones ElseIf.

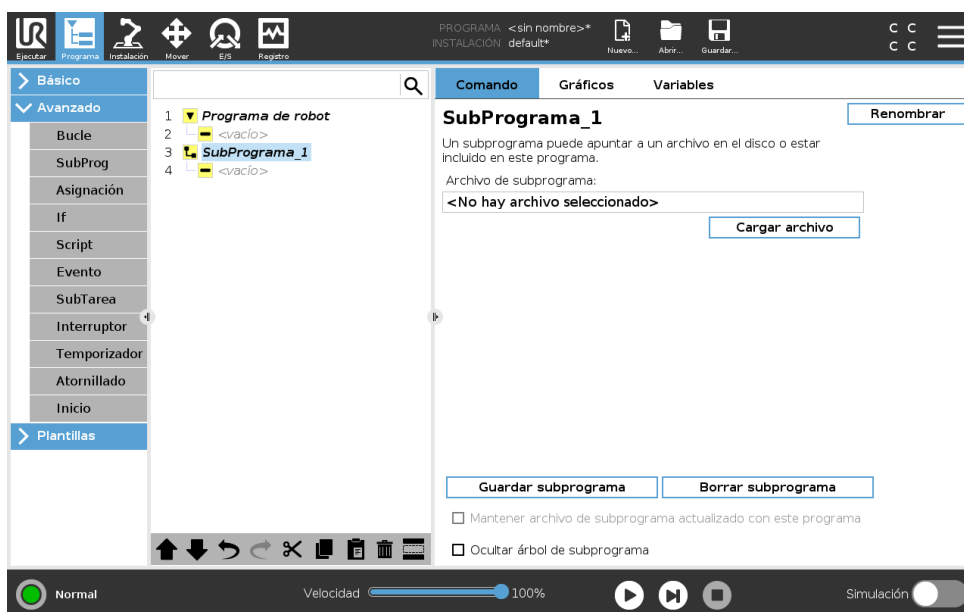
Seleccione Comprobar expresión continuamente para permitir que se valoren las instrucciones If, ElseIf y Bucle mientras se ejecutan las líneas contenidas. Si una expresión dentro de un instrucción If se evalúa como Falsa, se siguen las instrucciones ElseIf o Else.



#### NOTA:

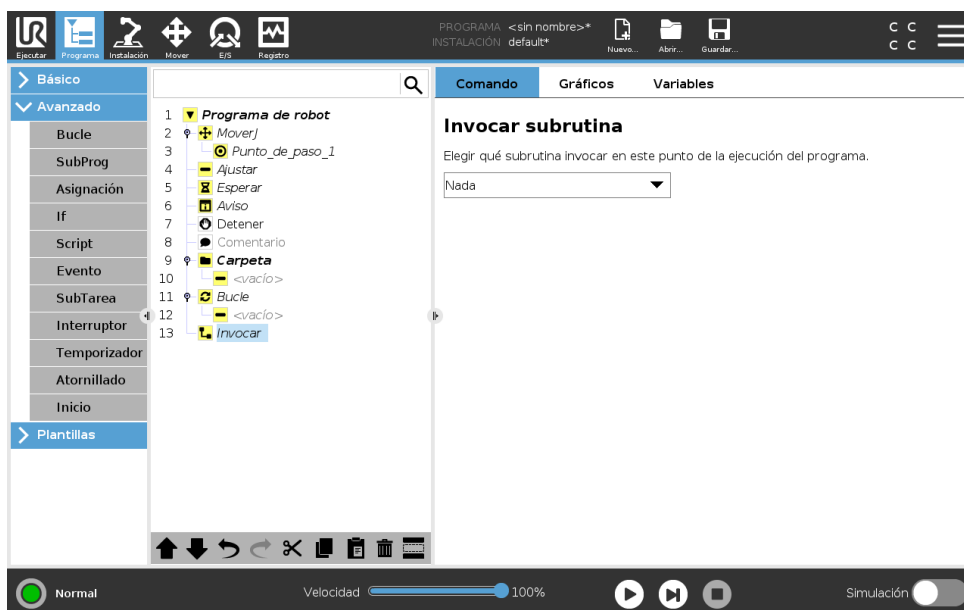
Existen puntos de ruta dentro de una expresión If o dentro de una expresión Bucle con la opción Comprobar expresión continuamente puede añadir un stopj() o un stopl() tras la expresión para desacelerar suavemente el brazo robótico. Esto es válido para los comandos If y Bucle (consulte la sección 15.6.1).

### 15.6.3 Subprograma



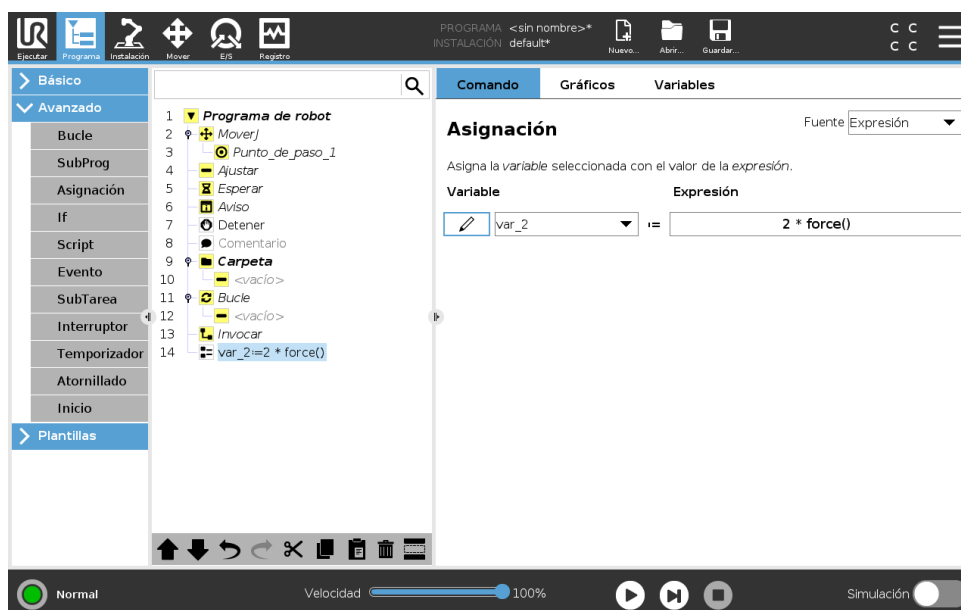
Un subprograma puede albergar partes de un programa que se necesiten en varios lugares. Un subprograma puede ser un archivo independiente en el disco y también puede ocultarse para protegerlo de cambios involuntarios.

#### Invocar subprograma



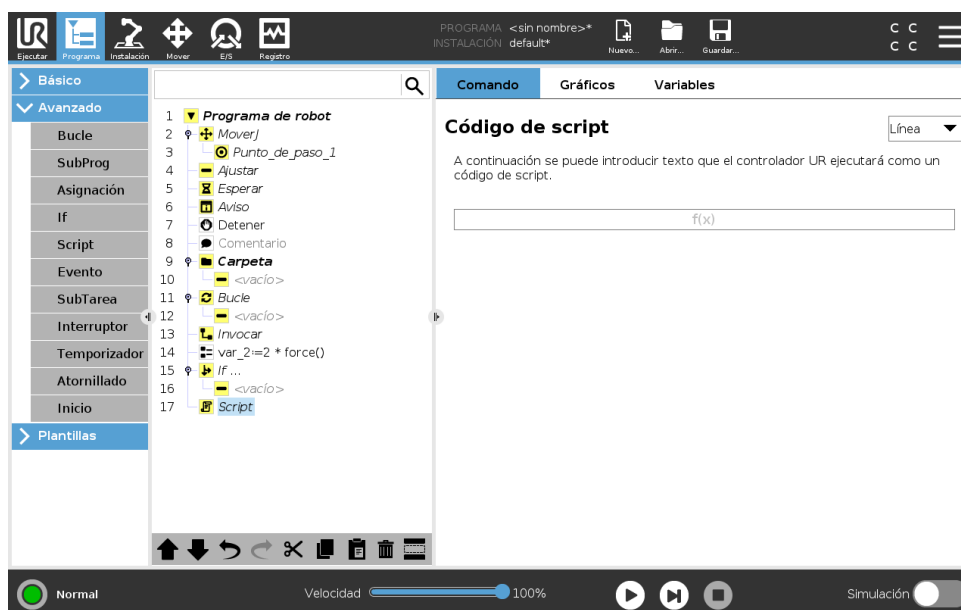
Al invocar un subprograma, se ejecutarán las líneas del programa en el subprograma y luego se regresará a la línea siguiente.

### 15.6.4 Asignación



Sirve para asignar valores a variables. Una asignación pone el valor computado de la derecha dentro de la variable de la izquierda. Esto puede resultar útil en programas complejos.

### 15.6.5 Script



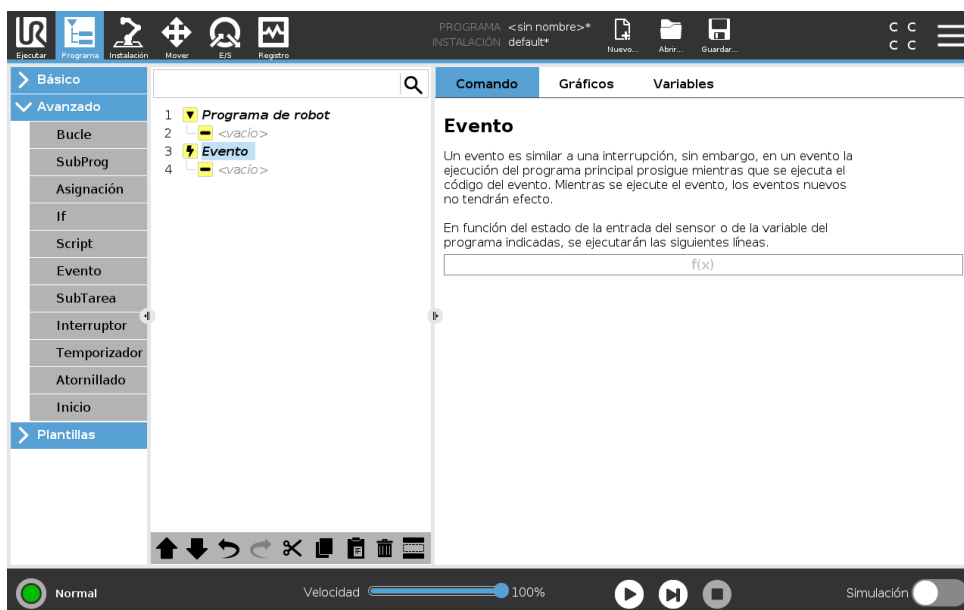
Las opciones siguientes están disponibles en la lista desplegable en Comando:

- **Línea** le permite escribir una línea individual de código URscript code, utilizando el Editor de expresión ( 15.1.4)
- **Archivo** le permite escribir, editar o cargar archivos URscript.

Puede encontrar instrucciones para escribir URscript en el Manual de script en el sitio web de asistencia (<http://www.universal-robots.com/support>).

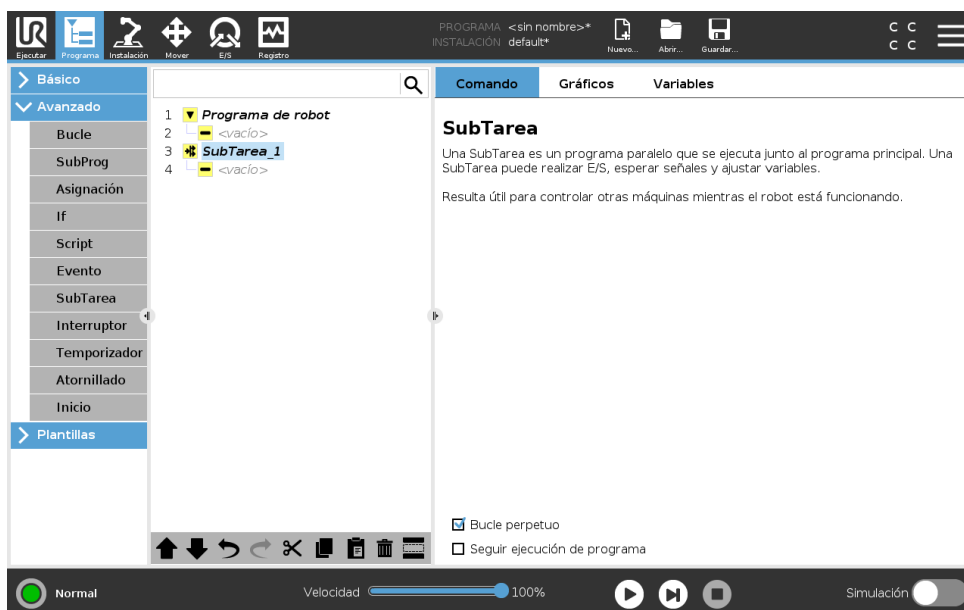
Las funciones y variables declaradas en un archivo URscript están disponibles para usar durante todo el programa en el PolyScope.

### 15.6.6 Evento



Un evento puede servir para supervisar una señal de entrada, realizar alguna acción o ajustar una variable cuando dicha señal de entrada se vuelva alta. Por ejemplo, si una señal se vuelve alta, el programa de eventos puede esperar 200 ms y luego volver a bajarla. Esto puede simplificar mucho el código del programa principal en el caso de que una máquina externa se active en un flanco ascendente en vez de en un nivel de entrada alto. Los eventos se comprueban cada ciclo de control (2 ms).

### 15.6.7 Subproceso

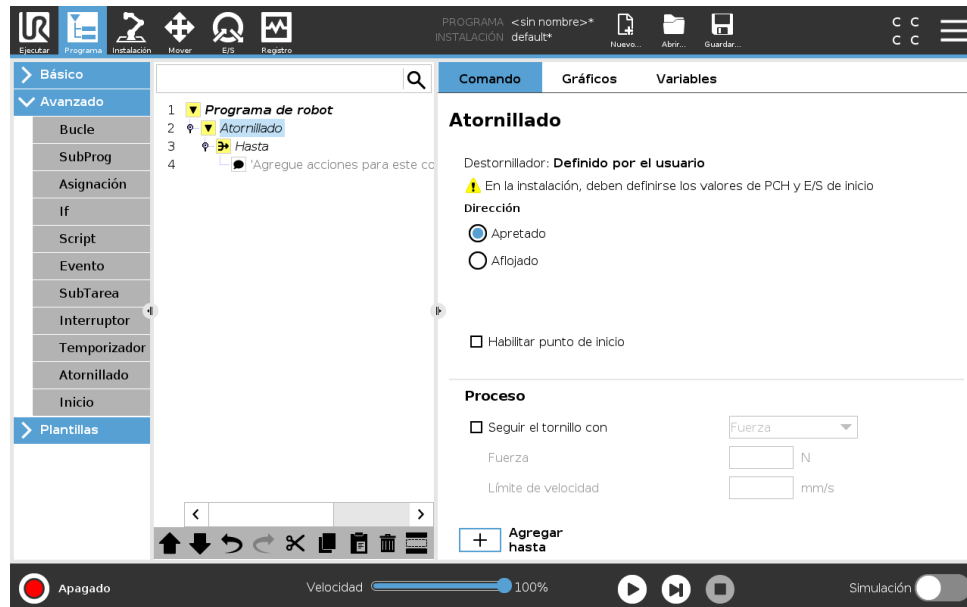


Una SubTarea es un proceso paralelo al programa del robot. Puede usarse para controlar una máquina externa con independencia del brazo robótico. Una SubTarea puede comunicarse con

el programa del robot con variables y señales de salida.

### 15.6.8 Atornillado

El nodo de programa **Atornillado** ofrece una manera fácil de añadir una aplicación de atornillado para un destornillador acoplado. Configurar el destornillador y sus conexiones al robot queda definido en la pestaña Instalación (consulte 16.1).



#### Añadir un nodo de atornillado

1. En el Encabezado, pulse **Programar**.
2. En Avanzado, pulse **Atornillado**.
3. Seleccione **Apretar** para seguir el tornillo en una dirección de apriete (entrada), o seleccione **Aflojar** para seguir el tornillo en una dirección de afloje (salida). Esta selección influye únicamente en el movimiento del robot para seguir el tornillo y sus cálculos de medición.
4. En el campo **Selección de programa**, puede seleccionar un programa de destornillador, dependiendo de la señales **Selección de programa** en la instalación.
5. Seleccione **Activar punto de inicio**, para añadir un MovimientoL al Árbol de programas que se ejecuta cuando el destornillador ya está en marcha.

Seleccionar **Seguir el tornillo**, en **Proceso**, para influenciar la acción de atornillado de las maneras siguientes:

- **Fuerza:** Seleccione **Fuerza** para definir cuánta fuerza se ejerce sobre un tornillo. A continuación seleccione **Límite de velocidad**, de forma que el robot se mueva a esa velocidad siempre que no entre en contacto con el tornillo.



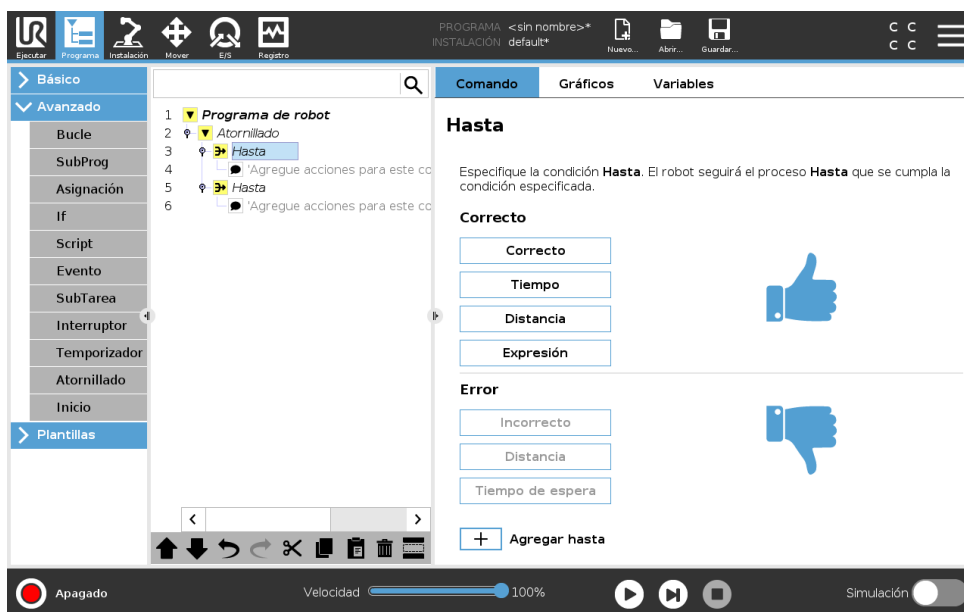
#### PRECAUCIÓN:

Coloque la broca del destornillador sobre el tornillo antes de iniciar un programa de atornillado. Ejercer cualquier fuerza sobre el tornillo puede afectar al resultado del programa de atornillado.

- **Velocidad:** Seleccione una **Velocidad de herramienta** y **Aceleración** fijas para que el robot siga el tornillo.
- **Expresión:** Similar al comando If (consulte 15.6.2), seleccione **Expresión** para describir la condición bajo la cual el robot sigue el tornillo.

## Atornillar hasta

El nodo de programa Atornillar incluye un nodo **Hasta** hasta éxito que define los criterios de parada para el proceso de atornillado.



Puede definir los siguientes criterios de parada:

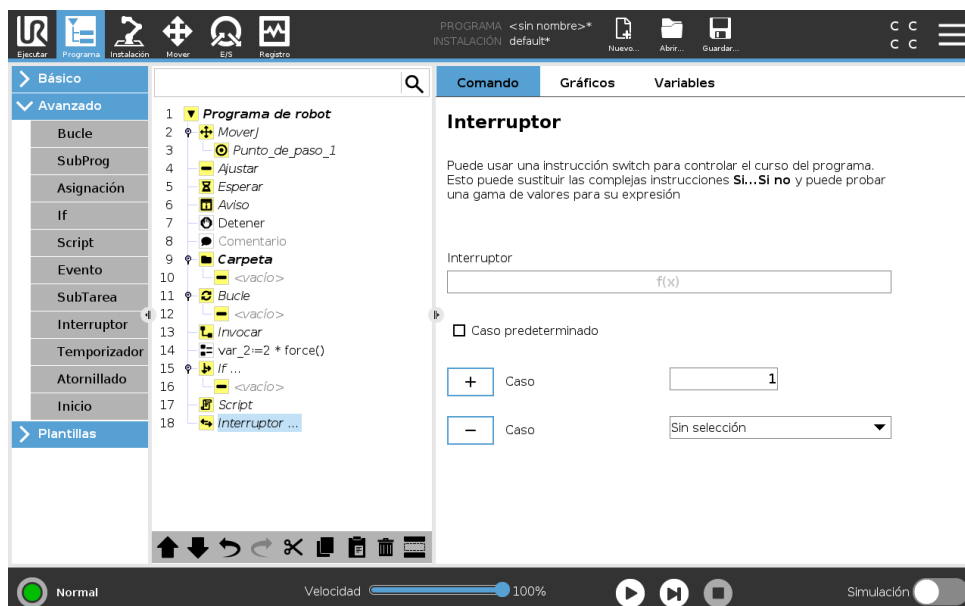
- **Éxito:** El atornillado continua hasta que se detecta la finalización utilizando su opción seleccionada. Solo puede añadir una condición de éxito.
- **Error:** El atornillado continua hasta que se detecta un error utilizando su opción u opciones seleccionadas. Puede añadir más de una condición de error.

**Éxito**

- **OK:** El atornillado continua hasta que se detecta una señal OK del destornillador.
- **Tiempo:** El atornillado continua durante un tiempo definido.
- **Distancia:** El atornillado continua hasta una distancia definida.
- **Expresión:** El atornillado continua hasta que se cumple una condición de expresión personalizada.

**Error**

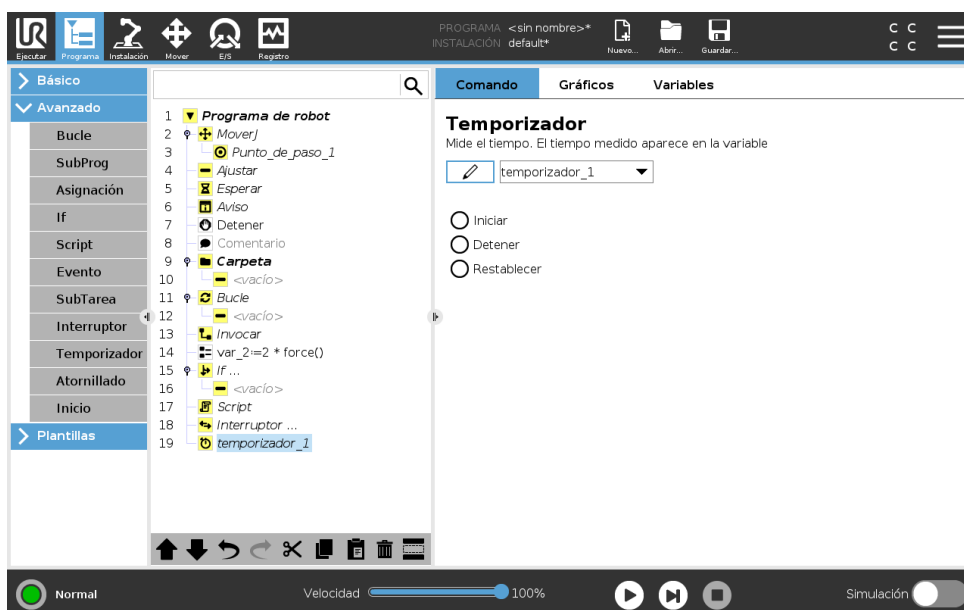
- **No OK:** El atornillado cuando se detecta una señal NOT OK del destornillador.
- **Distancia:** El atornillado se detiene cuando se supera la distancia definida.
- **Tiempo de espera:** El atornillado se detiene cuando se supera el tiempo definido.

**15.6.9 Interruptor**

Una **estructura de caso de interruptor** puede cambiar el comportamiento del robot en función de valores variables y entradas de sensores. Use el **editor de expresiones** para describir la condición base y definir los casos por los que el robot debe ejecutar los subcomandos de este Switch. Si al evaluar la condición coincide con uno de los casos, se ejecutan las líneas dentro del Caso. Si se ha especificado un Caso predeterminado, las líneas se ejecutarán únicamente si no se encuentran otros casos coincidentes.

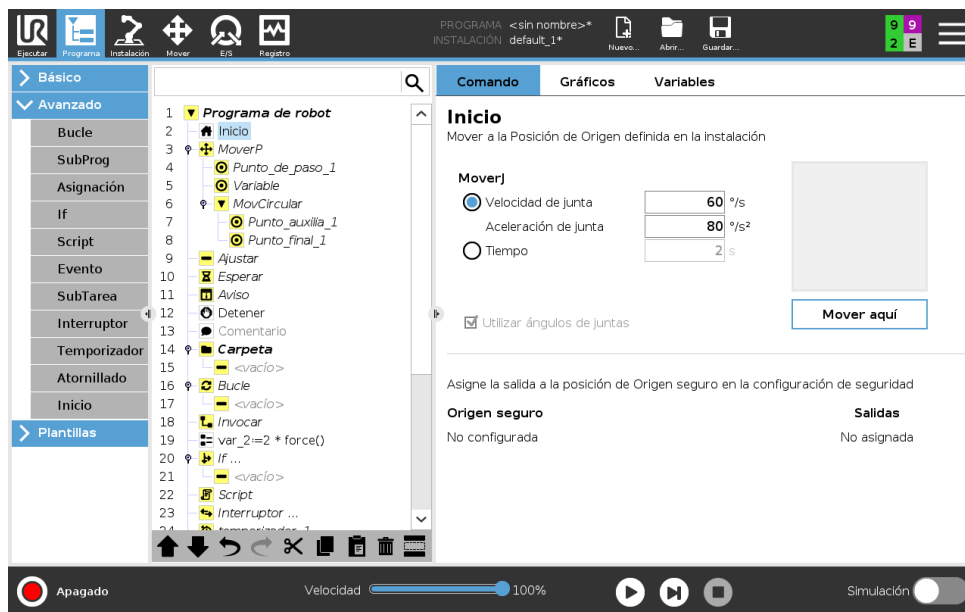
Cada Switch puede tener varios Casos y un Caso predeterminado. Los Switches solo pueden tener un ejemplo de cualesquiera valores de Case definidos. Los Casos se pueden añadir usando los botones de la pantalla. Puede eliminarse un comando de Caso de la pantalla para dicho interruptor.

### 15.6.10 Temporizador



Un temporizador mide el tiempo que necesitan piezas concretas de un programa para funcionar. Una variable de programa contiene el tiempo transcurrido desde que se inició un temporizador y se puede consultar en la pestaña Variables en la pestaña Ejecutar.

### 15.6.11 Origen



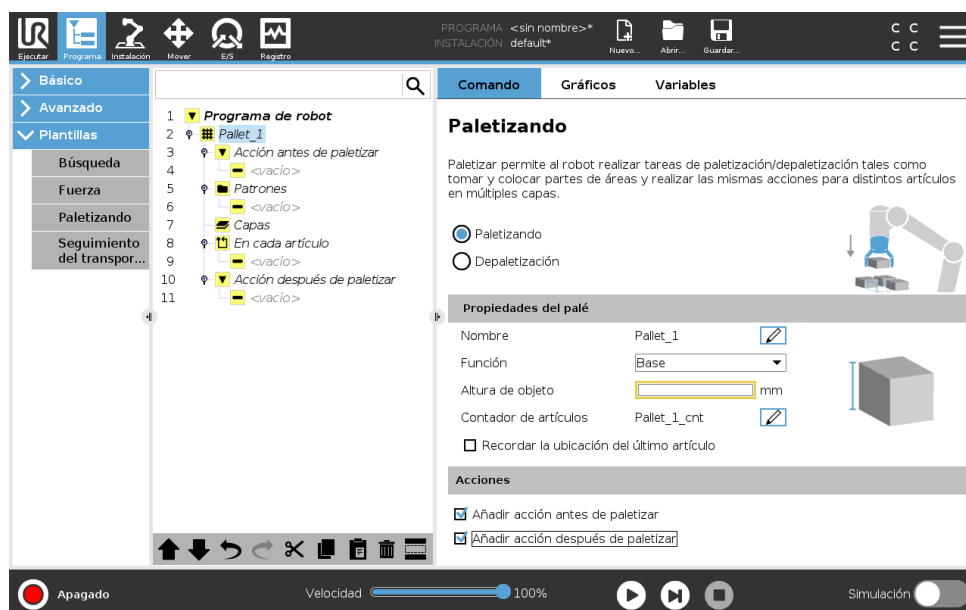
El nodo Origen utiliza ángulos de junta para mover el robot a una posición Origen predefinida. Si se define como una posición Origen seguro, el nodo Origen aparece como Origen (Seguridad) en el árbol de programa. Si la posición Origen no está sincronizada con Seguridad, el nodo no está definido.

## 15.7 Plantillas

### 15.7.1 Paletizar

Paletizar es una plantilla que programa fácilmente tareas de paletizado y despaletizado, así como cargar y descargar partes (p. ej., de bandejas, accesorios, etc.) y permite al robot realizar acciones repetibles para artículos diferentes en varias capas con patrones diferentes. Puede crear patrones diferentes y aplicarlos a capas específicas. También puede colocar un separador entre cada capa (consulte 15.7.1). De forma adicional, puede utilizar Características en Propiedades de palé para ajustar fácilmente la colocación de su palé. Para más información sobre Características, consulte 16.3. Siga la sección **Crear un programa de paletizado** a continuación para utilizar la plantilla de paletizado.

## Crear un programa de paletizado



1. Decida si desea enseñar una Característica (consulte 16.3) o utilizar una base como plano de referencia.
2. En la **pestaña Programa**, en **Plantillas**, pulse **Paletizado**.
3. En la pantalla Paletizado, seleccione una de las acciones siguientes en función de lo que desee hacer.
  - a) Seleccione **Paletizado** para organizar elementos en un palé.
  - b) Seleccione **Despaletizado** para retirar elementos en un palé.
4. En **Propiedades de palé**, especifique el nombre, la característica (consulte Paso 1), la altura del objeto y el nombre de contador de artículo a su programa. Seleccione la casilla **Recordar última ubicación del artículo** si quiere que el robot se reinicie en el artículo que estaba manipulando cuando se paró.
5. En la pantalla Paletizado, en **Acciones**, añada otras acciones por realizar antes o después de la secuencia de paletizado seleccionando lo siguiente:
  - a) **Añadir acción antes de paletizado**: Estas acciones se realizan antes de comenzar a paletizar.
  - b) **Añadir acción después de paletizado**: Estas acciones se realizan tras finalizar el paletizado.
6. En el árbol de programa, pulse en el nodo **Patrones** para diseñar patrones para sus capas. Puede crear los siguientes tipos de patrones: Línea, Cuadrícula o Irregular (consulte la figura a continuación). En esta pantalla, puede seleccionar si desea incluir un separador entre las capas. (consulte 15.7.1).
7. Pulse en los nodos de patrón en el árbol de programa para enseñar al robot las posiciones específicas de las capas (p. ej., puntos de inicio/final, esquinas de la cuadrícula y número de artículos). Consulte 15.5.1 para más información sobre las instrucciones de enseñanza. Se deben enseñar todas las posiciones en la parte inferior del palé. Para duplicar un patrón, pulse el botón **Duplicar patrón** en la pantalla del nodo de patrón que desee duplicar.

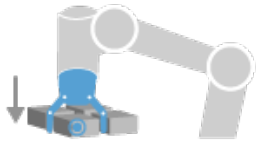
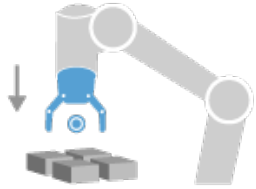
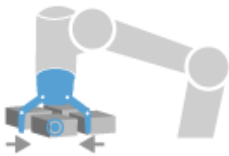
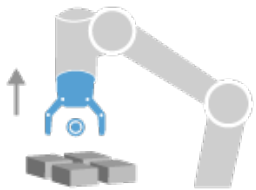
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Línea</b></p> <p>Para enseñar las posiciones, seleccione cada artículo en el árbol de programa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Start_Item_1</li> <li>■ End_Item_1</li> </ul> <p>Introduzca el número de artículos en su secuencia utilizando el cuadro de texto <b>Artículos</b> en la parte inferior de la pantalla.</p>                                             |
|    | <p><b>Cuadrícula</b></p> <p>Para enseñar las posiciones, seleccione cada artículo en el árbol de programa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Corner_Item_1</li> <li>■ Corner_Item_2</li> <li>■ Corner_Item_3</li> <li>■ Corner_Item_4</li> </ul> <p>Introduzca el número de filas y columnas en los cuadros de texto adecuados para establecer las dimensiones del patrón.</p> |
|  | <p><b>Irregular</b></p> <p>Para enseñar las posiciones, seleccione cada artículo en el árbol de programa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Artículo_1</li> <li>■ Artículo_2</li> <li>■ Artículo_3</li> </ul> <p>Pulse <b>Añadir artículo</b> para añadir e identificar un nuevo artículo en la secuencia.</p>                                                                 |

- En el árbol de programa, pulse en el nodo **Capas** para configurar las capas de su secuencia de paletizado. Utilice el menú desplegable **Elegir patrón** para seleccionar el patrón de cada capa. Pulse el botón **Añadir capa** y añada más capas a su programa. Las capas se deben añadir en el orden correcto, dado que no se pueden volver a ordenar más tarde.
- En el árbol de programa, pulse en el nodo **En cada artículo**. Elija utilizar la opción predeterminada (A) Asistente de En cada artículo o (B) Configurar manualmente En cada artículo. A continuación, se muestran las instrucciones para cada opción.

**(A) Asistente de En cada artículo** El Asistente de En cada artículo ayuda a definir las acciones realizadas en cada artículo de un palé, como en el Punto de referencia, el Punto de paso de acercamiento, el Punto de paso de punto de acción de la herramienta y el Punto de paso de salida (descritos en la tabla siguiente). Los puntos de paso Acercarse y Salir para cada artículo

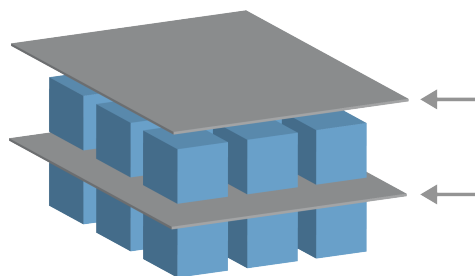
mantendrán la misma orientación y dirección sin importar la orientación de cada uno de los distintos artículos.

1. Pulse en el nodo **En cada artículo** en el árbol de programa.
2. En la pantalla En cada artículo, pulse **Siguiente**.
3. Pulse el botón **Mover aquí**. A continuación, mantenga pulsado el botón **Auto** o utilice el botón **Manual** para mover el robot al punto de referencia. Pulse el botón **Continuar**. Pulse **Siguiente**.
4. Pulse **Ajustar punto de paso** para enseñar el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1). Pulse **Siguiente**.
5. Repita el paso 3.
6. Pulse **Ajustar punto de paso** para enseñar el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1). Pulse **Siguiente**.
7. Pulse **Finalizar**.
8. Ahora puede añadir los nodos de acción de pinzas adecuados en la carpeta Acción de herramienta en el árbol de programa.

|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Punto de acción de herramienta</p> | <p><b>Punto de paso del punto de acción de herramienta:</b> La ubicación y la posición en la que desea que esté el robot cuando realiza una acción para cada artículo en una capa. El Punto de paso del punto de acción de herramienta es el punto de referencia de manera predeterminada, pero se puede modificar en el árbol de programa pulsando en el nodo Punto de paso del punto de acción de herramienta.</p> <p>Cuando utiliza el asistente, el Punto de referencia es la primera posición en la primera capa definida del palé. El Punto de referencia se utiliza para enseñar al robot el Punto de paso de acercamiento, el Punto de paso de punto de acción de la herramienta y el Punto de paso de salida de cada artículo de una capa.</p> |
|  <p>Acercamiento</p>                  | <p><b>Punto de paso de acercamiento:</b> La posición y dirección libres de colisión que desea que el robot tome cuando se aproxime a un artículo en una capa.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|  <p>Acción de herramienta</p>        | <p><b>Acción de herramienta:</b> La acción que desea que el accesorio del robot realice con cada artículo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  <p>Salida</p>                       | <p><b>Punto de paso de salida:</b> La posición y dirección que desea que el robot tome cuando se marche de un artículo en una capa.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**(B) Configuración manual**

1. Pulse en el nodo **En cada artículo** en el árbol de programa.
2. En la pantalla **En cada artículo**, pulse **Configuración manual**.
3. Utilice los menús desplegables para seleccionar un Patrón y un artículo de punto de referencia. Pulse el botón **Utilizar este punto de referencia** para fijar el punto de referencia.
4. Mueva el robot al punto de referencia pulsando **Mover aquí**.
5. Pulse en el nodo Acercamiento en el árbol de programa para enseñar al robot el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1). El punto de paso de acercamiento conserva la misma orientación y dirección sin importar la orientación los diferentes artículos.
6. Pulse en el nodo En cada artículo en el árbol de programa. Repita el paso 4.
7. Pulse en el nodo **Salir** el árbol de programas para enseñar al robot el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1).
8. Ahora puede añadir los nodos de acción de pinzas adecuados en la carpeta Acción de herramienta en el árbol de programa.

**Añadir un separador entre capas en una secuencia de paletizado**


Los separadores, como un papel o Styrofoam, se puede colocar entre capas en una secuencia de paletizado. Para añadir separadores entre capas, siga las instrucciones a continuación:

1. En el árbol de programa, seleccione el nodo **Patrones**.
2. En la pantalla **Patrones**, seleccione **Separador** y defina la altura mediante el cuadro de texto **Altura de separador**. Si no está definida la altura, el programa no se ejecutará.
3. Seleccione **Capas** en el árbol de programa. En la pantalla Capas, seleccione entre qué capas desea que vayan los separadores (los separadores se colocan automáticamente entre cada capa).
4. Pulse en el nodo **Separador** en el árbol de programa. Pulse **Definir separador** para enseñar la posición del separador.
5. Elija entre utilizar la opción predeterminada (A) Asistente de separador o (B) Configurar manualmente la secuencia de separador. A continuación, se muestran las instrucciones para cada opción.

Cuando se haya completado el asistente, o si cancela el asistente, aparecerá una plantilla en el árbol de programa en **Acción de separador**. Además de la carpeta Acción de herramienta en el nodo Acción de separador, puede seleccionar una de las carpetas siguientes:

- **Coger separador** para programar al robot para que coja separadores para el paletizado
- **Soltar separador** para soltar separadores para despaletizado

**(A) Asistente de separador**

1. Pulse en el nodo **Acción de separador** en el árbol de programa.
2. En la pantalla Acción de separador, pulse **Siguiente**.
3. Pulse el botón **Mover aquí** y mantenga pulsado el botón **Auto** o utilice el botón **Manual** para mover el robot al punto de separador. Pulse el botón **Continuar**. Pulse **Siguiente**.
4. Pulse **Ajustar punto de paso** para enseñar el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1). Pulse **Siguiente**.
5. Repita el paso 3.
6. Pulse **Ajustar punto de paso** para enseñar el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1). Pulse **Siguiente**.
7. Pulse **Finalizar**.
8. Ahora puede añadir los nodos de acción adecuados en las carpetas Coger separador, Soltar separador y Acción de herramienta en el árbol de programa.

**(B) Configuración manual**

1. Pulse en el nodo **Acción de separador** en el árbol de programa.
2. En la pantalla **Acción de separador**, pulse **Configuración manual**.
3. Mueva el robot al punto de separador pulsando **Mover al punto de separador**.
4. Pulse en el nodo Acercamiento en el árbol de programa para enseñar al robot el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1).
5. Pulse en el nodo Acción de separador en el árbol de programa. Repita el paso 3.
6. Pulse en el nodo Salir el árbol de programas para enseñar al robot el punto de paso de acercamiento (consulte 15.5.1).
7. Ahora puede añadir los nodos de acción adecuados en las carpetas Coger separador, Soltar separador y Acción de herramienta en el árbol de programa.

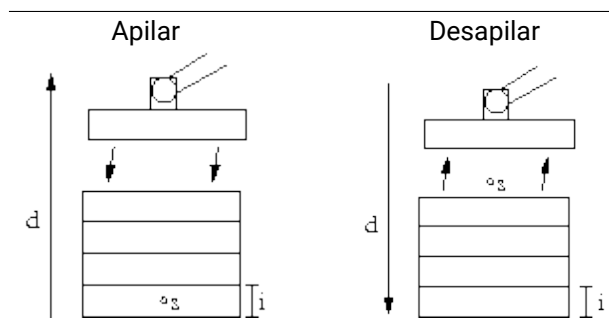
**Opciones para personalizar un programa de paletizado**

Puede personalizar su programa de paletizado de las formas siguientes:

- Si es necesario ajustar o volver a posicionar una vez haya creado un programa de paletizado, solo debe volver a enseñar la Característica de palé (consulte 16.3) dado que la secuencia de paletizado es fija con relación a la característica. De esta forma, el resto de componentes del programa se ajustan automáticamente a la posición recién enseñada.
- Puede editar las propiedades de los comandos de movimiento (consulte 15.5.1).
- Puede modificar las velocidades y los radios de transición (consulte 15.5.1).
- Puede añadir otros nodos de programa a la secuencia En cada artículo o la secuencia Acción de separador

## 15.7.2 Búsqueda

La función de búsqueda utiliza un sensor para determinar cuándo se alcanza la posición correcta para agarrar o soltar un artículo. El sensor puede ser un botón pulsador, un sensor de presión o un sensor capacitivo. Esta función sirve para trabajar con pilas de artículos con distintos grosores, o cuando las posiciones exactas de los artículos se desconocen o son difíciles de programar.



Al programar una operación de búsqueda para trabajar en una pila, hay que definir el punto de inicio  $s$ , la dirección de apilado  $d$  y el grosor  $i$  de los artículos de la pila.

Además de esto, hay que definir la condición para cuando se alcance la siguiente posición de la pila, una secuencia especial del programa que se llevará a cabo en cada posición de la misma. También hay que facilitar la velocidad y aceleraciones para el movimiento que se produce en la operación con la pila.

### Apilar



Al apilar, el brazo robótico se mueve hasta la posición inicial y, a continuación, se desplaza en dirección *opuesta* para buscar la siguiente posición de pila. Cuando la encuentra, el robot recuerda la posición y ejecuta la secuencia especial. En la siguiente ronda, el robot comienza la búsqueda desde la posición recordada, que se incrementa con el grosor del artículo a lo largo de la dirección. El apilado finaliza cuando la altura de la pila supera algún número definido, o cuando el sensor emite una señal.

## Desapilar

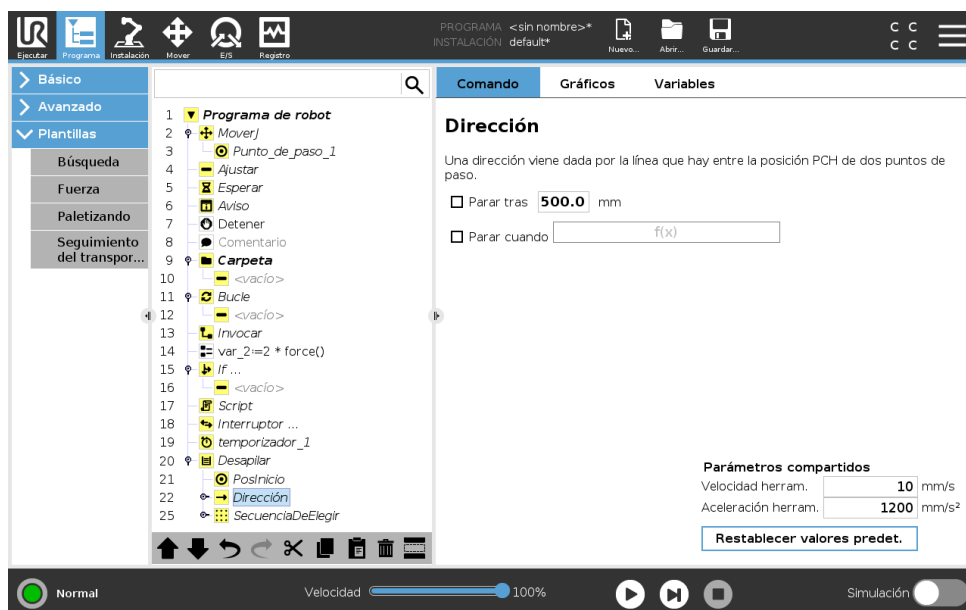


Al desapilar, el brazo robótico se mueve desde la posición inicial en la dirección indicada para buscar el siguiente artículo. La condición de la pantalla determina cuándo se alcanzará el siguiente artículo. Cuando se satisface la condición, el robot recuerda la posición y ejecuta la secuencia especial. En la siguiente ronda, el robot comienza la búsqueda desde la posición recordada, que se incrementa con el grosor del artículo a lo largo de la dirección.

### Posición inicial

La posición inicial es donde comienza la operación con la pila. Si se omite la posición inicial, la pila empieza en la posición actual del brazo robótico.

### Dirección



La dirección la dan dos posiciones y se calcula como la diferencia posicional desde las primeras posiciones PCH hasta las segundas posiciones PCH.

Nota: una dirección no considera las orientaciones de los puntos.

### Expresión de siguiente posición de apilado

El brazo robótico se mueve a lo largo del vector de dirección al tiempo que evalúa constantemente si se ha alcanzado la siguiente posición de pila. Cuando la evaluación detecta que la expresión es `True` (verdadera), se ejecuta la secuencia especial.

### “BeforeStart”

La secuencia `BeforeStart` se ejecuta antes de que comience la operación. Esto puede usarse para esperar señales de que el sistema está preparado.

### “AfterEnd”

La secuencia opcional `AfterEnd` se ejecuta cuando la operación finaliza. Esto puede usarse para enviar una señal que inicie el movimiento del transportador y que se prepare para la siguiente pila.

### Secuencia Coger/Colocar

La secuencia Carga/descarga es una secuencia de programa especial realizada en cada posición de apilamiento, similar a la operación `Palé` . .

## 15.7.3 Fuerza

En el espacio de trabajo del robot **modo de fuerza** permite la conformidad y la fuerza en ejes seleccionables. Todos los movimientos del brazo robótico debidos a un comando de **fuerza** estarán en **modo de fuerza**. Cuando el brazo robótico se mueve en **modo de fuerza**, es posible seleccionar uno o más ejes en los que el brazo robótico ofrece conformidad. El brazo robótico es conforme con el medio ambiente junto con ejes conformes. Esto quiere decir que el brazo robótico ajusta automáticamente su posición para lograr la fuerza deseada. También es posible hacer que el propio brazo robótico aplique una fuerza a su entorno, por ejemplo a una pieza.

El **modo de fuerza** es idóneo para aplicaciones en las que la posición real del PCH a lo largo de un eje predefinido no sea importante, pero que, en cambio, se requiera una fuerza deseada a lo largo de dicho eje. Por ejemplo si el PCH del robot se mueve por una superficie curva, empuja una pieza o tira de ella. El **modo de fuerza** también permite aplicar determinados pares de torsión alrededor de ejes predefinidos.

Nota: si no se encuentran obstáculos en un eje en el que se haya establecido una fuerza diferente a cero, el brazo robótico intenta acelerar a lo largo de dicho eje.

Aunque se seleccione la conformidad de un eje, el programa del robot sigue intentando mover el robot a lo largo de dicho eje. No obstante, el control de fuerza garantiza que el brazo robótico siga aproximándose a la fuerza especificada.



#### NOTA:

Si existe un nodo Fuerza dentro de un `Si, Entonces si O Bucle`, y la opción `Comprobar continuamente expresión` está seleccionada, puede añadir un script `modo_terminar_fuerza_()` al final de la expresión para salir del control de fuerza.

**ADVERTENCIA:**

1. Evite una desaceleración alta justo antes de pasar a modo de fuerza.
2. Evite una aceleración alta en modo de fuerza, dado que reduce la precisión del control de fuerza.
3. Evite movimientos paralelos a ejes conformes antes de pasar al modo de fuerza.

**Selección de coordenadas**

El **menú de funciones** sirve para seleccionar el sistema de coordenadas (ejes) que usará el robot al funcionar en modo de fuerza. Las coordenadas del menú son las que se han definido en la instalación (consulte 16.3).

**Tipo de modo de fuerza**

Hay cuatro tipos distintos de modo de fuerza, cada uno de los cuales determina la forma en que se interpretará la función seleccionada.

- **Sencillo:** Solo un eje se adaptará en modo de fuerza. La fuerza a lo largo de este eje se puede ajustar. La fuerza deseada siempre se aplicará a lo largo del eje z de la función seleccionada. Sin embargo, en el caso de coordenadas de línea, será a lo largo del eje y.
- **Marco:** Este tipo permite un uso más avanzado. Aquí pueden seleccionarse de forma independiente la adaptabilidad y las fuerzas en los seis grados de libertad.
- **Punto:** Cuando se selecciona Punto, el marco de tarea tiene el eje y apuntando desde el PCH del robot hacia el punto de partida de la función seleccionada. La distancia entre el PCH del robot y el punto de partida de la función seleccionada ha de ser al menos de 10 mm. Tenga en cuenta que el marco de tarea cambiará durante el tiempo de ejecución a medida que lo haga la posición del PCH del robot. El eje x y el eje z del marco de tarea dependen de la orientación original de la función seleccionada.

- **Movimiento:** Movimiento significa que el marco de tarea cambiará la dirección del movimiento del PCH. El eje x del marco de tarea será la proyección de la dirección del movimiento del PCH sobre el plano formado por los ejes x e y de la función seleccionada. El eje y será perpendicular al movimiento del brazo robótico, y estará en el plano x-y de la función seleccionada. Esto puede resultar útil al desbarbar a lo largo de una trayectoria completa donde haga falta una fuerza perpendicular al movimiento del PCH.

Tenga en cuenta que cuando el brazo robótico no se está moviendo: Si se entra en modo de fuerza con el brazo robótico quieto, no habrá ejes conformes hasta que la velocidad del PCH sea superior a cero. Si posteriormente, aún en modo de fuerza, el brazo robótico vuelve a estar quieto, el marco de tarea tendrá la misma orientación que la última vez que la velocidad del PCH fue mayor que cero.

En estos tres últimos tipos, el marco de tarea real puede verse en tiempo de ejecución en la ficha Gráficos (consulte 15.3), cuando el robot está funcionando en modo de fuerza.

### Selección de valores de fuerza

- El valor de fuerza o de par de torsión se puede definir para ejes conformes, y el brazo robótico ajusta su posición para alcanzar la fuerza seleccionada.
- Para los ejes no conformes, el brazo robótico seguirá la trayectoria definida por el programa.

En el caso de parámetros traslacionales, la fuerza se especifica en Newtons [N] y en el de rotatorios, el par se especifica en Newton metros [Nm].



NOTA:

Debe realizar lo siguiente:

- Use la función de script `get_tcp_force()` en una SubTarea separada para leer la fuerza y el par de torsión actuales.
- Corrija el vector de llave si la fuerza o el par de presión actuales son inferiores a los solicitados.

### Límites de velocidad

Se puede configurar la velocidad cartesiana máxima para los ejes conformes. El robot se mueve a esta velocidad en control de fuerza, siempre que no entre en contacto con un objeto.

### Ajustes de fuerza de prueba

El botón de encendido/apagado, etiquetado como **Prueba**, alterna la función del botón **Movimiento libre** en la parte trasera de la consola portátil entre modo de movimiento libre normal y prueba del comando de fuerza.

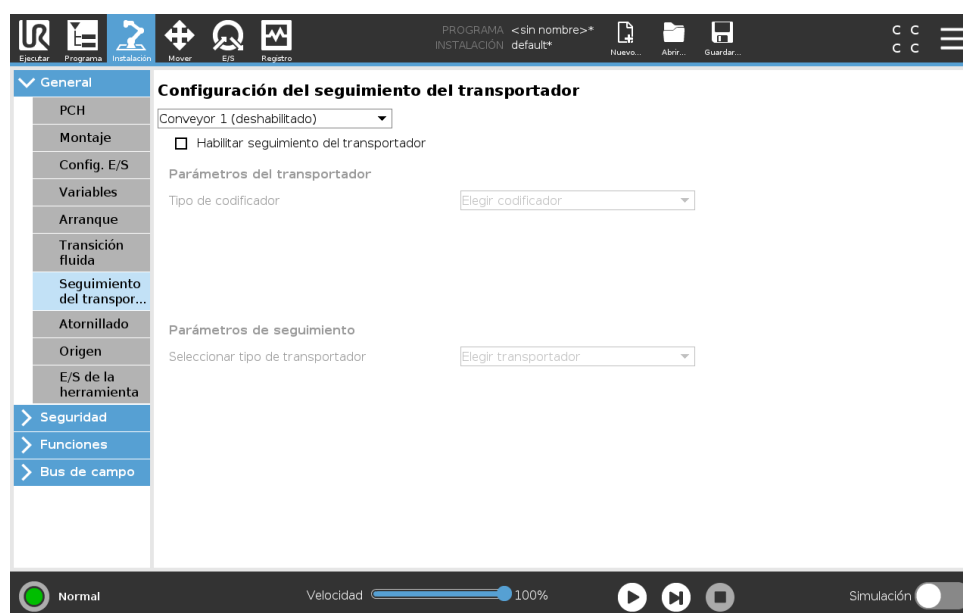
Cuando el **botón Prueba** está accionado y se pulsa el botón **Movimiento libre** de la parte trasera de la consola portátil, el robot actúa como si el programa hubiera alcanzado su comando de fuerza y, de esta forma, pueden verificarse los ajustes antes de ejecutar realmente todo el programa. Esta posibilidad es útil, sobre todo, para verificar que se hayan seleccionado correctamente las fuerzas y los ejes adaptables. Simplemente hay que sostener el PCH del robot con

una mano y pulsar el botón **Movimiento libre** con la otra, y ver en qué direcciones puede o no puede moverse el brazo robótico. Al salir de esta pantalla, el botón Prueba se apagará automáticamente, lo que dejará nuevamente el botón **Movimiento libre** de la parte trasera de la consola portátil listo para usarse en el modo de **movimiento libre**.

Nota: El botón **Movimiento libre** solo estará operativo si se ha seleccionado una función válida para el comando Fuerza.

### 15.7.4 Seguimiento del transportador

Seguimiento del transportador permite al brazo robótico realizar un seguimiento del movimiento de hasta dos transportadores. El seguimiento de la cinta se define en la pestaña Instalación (consulte sección 16.1.10).



El nodo de programa Seguimiento del transportador está disponible en la pestaña Programa en la pestaña Plantillas. Se permiten todos los movimientos en este nodo mientras se realiza un seguimiento del transportador, pero están relacionados con el movimiento de la cinta. Las transiciones no están permitidas a la salida del seguimiento del transportador, por lo que el robot se detiene completamente antes de realizar el movimiento siguiente.

#### Realizar el seguimiento de un transportador

1. En el Encabezado, pulse **Programar**.
2. Presione **Plantillas** y seleccione **Seguimiento del transportador** para añadir un nodo de seguimiento de transportador al árbol de programa. Cualquier movimiento recogido bajo el nodo de seguimiento del transportador realiza un seguimiento del movimiento del transportador.
3. En Seguimiento del transportador, en la lista desplegable Seleccionar transportador, seleccione **Transportador 1** o **Transportador 2**.



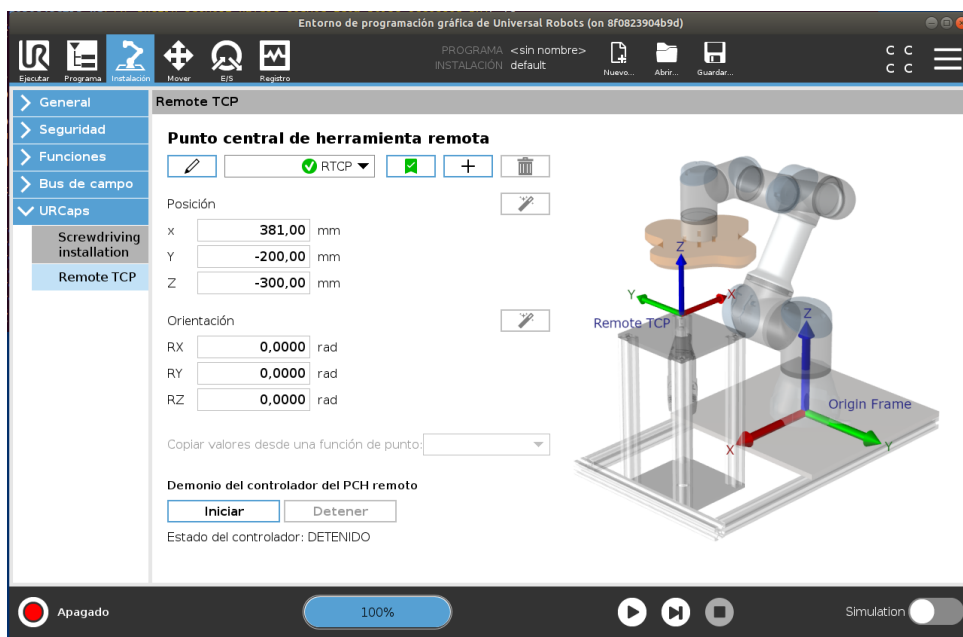
NOTA:

Si existe un nodo Seguimiento de transportador dentro de un Si, Entonces si o Bucle, y la opción Comprobar continuamente expresión está seleccionada, puede añadir un script modo terminar\_seguimiento\_de transportador() al final de la expresión para salir del seguimiento de transportador.

## 15.8 URCaps

### 15.8.1 Configuración URCap PCH remoto

El URCap PCH remoto requiere que registre su robot antes de usarlo (consulte 11.4). Un **Punto de centro de herramienta remoto** (PCHR) es un punto de entro de herramienta fijo en un espacio con respecto a la base del robot. El PCHR funciona en aplicaciones que requieran que el robot agarre y desplace artículos, con respecto a una herramienta fija. El PCHR se utiliza junto con los comandos PCHR\_MovimientoP y PCHR\_MoverCircular para mover una parte agarrada con una velocidad constante con respecto a la herramienta fijada.



Similar al PCH regular (consulte 16.1.1) puede definir y asignar un nombre a un PCHR en la configuración de la pestaña Instalación. También puede completar las acciones siguientes:

- Añadir, renombrar, modificar y retirar PCHR
- Entender el PCHR predeterminado y activo
- Enseñar posición de PCHR
- Enseñar orientación de PCHR

### 15.8.2 Configurar el PCHR a partir de una Característica

Configure un PCHR utilizando una característica para permitir que se nivele el robot con respecto al PCHR mientras crea puntos de paso PCHR y movimientos circulares PCHR.

1. Pulse el icono positivo para crear un nuevo PCHR **PCHR**. O seleccione un PCHR existente en el menú desplegable.
2. Pulse el menú desplegable **Copiar valor de una característica de punto** y seleccione una Característica. Compruebe la actualización de los valores de posición y orientación del PCHR para que coincidan con los de la característica seleccionada.

### 15.8.3 Tipos de movimiento PCH remoto

#### RTCP\_MovimientoP

Similar a MovimientoP regular, PCHR\_MovimientoP define la velocidad y la aceleración de la herramienta que el brazo robótico mueve con respecto al PCH remoto. Consulte 16.1.1.

#### Movimiento circular PCHR

Similar a un movimiento circular regular, el movimiento circular PCHR se puede añadir a un PCHR\_MovimientoP para realizar movimientos circulares. Consulte 16.1.1.

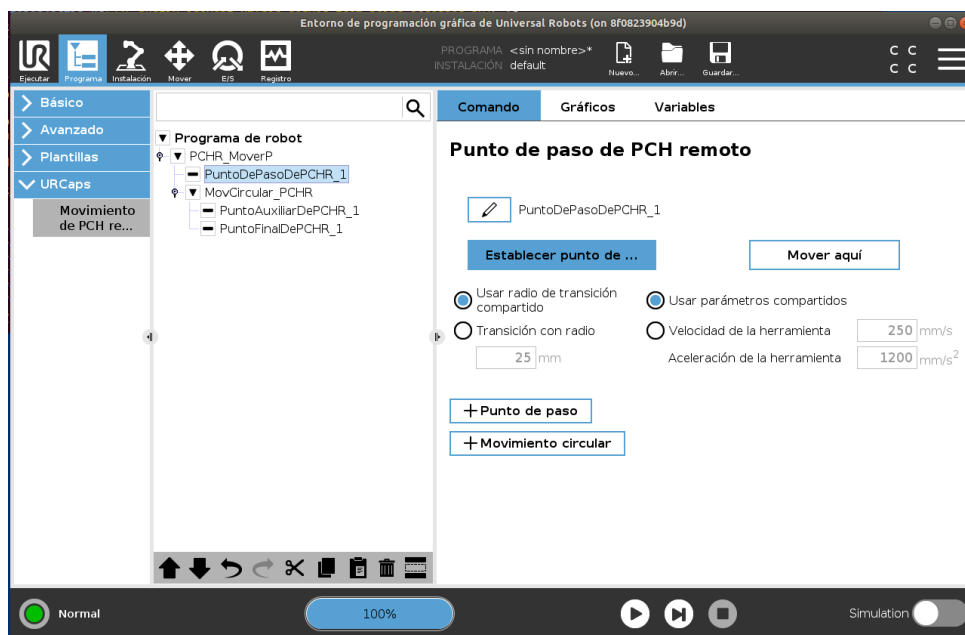


#### NOTA:

La velocidad máxima de un movimiento circular puede ser inferior al valor especificado. El radio del círculo es  $r$ , la aceleración máxima es  $A$  y la velocidad máxima no puede superar  $Ar$  a causa de la aceleración centrípeta.

#### Punto de paso PCHR

Similar a los puntos de paso regulares, los puntos de paso PCHR permite que una herramienta se mueva de forma lineal utilizando velocidad constante y transiciones circulares. El tamaño del radio de transición predeterminado es un valor compartido entre todos los puntos de paso. Un tamaño de radio de transición menor cierra el giro de ruta. Un tamaño de radio de transición mayor suaviza el giro de ruta. Los puntos de paso PCHR se enseñan moviendo físicamente el brazo robótico hasta una posición deseada.



**Enseñar puntos de paso PCHR**

1. En la pestaña Programa, introduzca un nodo **RTCP\_MovimientoP**.
2. En el nodo RTCP\_MovimientoP, pulse **Configurar** para que aparezca la pantalla Mover.
3. En la pantalla Mover, utilice **Modo de enseñanza** o **Colocar** para colocar el robot en la configuración que desee.
4. Pulse la marca verde para validar.

**Configurar un punto de paso PCHR**

Utilice transiciones para permitir al robot transicionar suavemente entre dos trayectorias. Pulse **Usar radio de transición compartido** o pulse **Transición con radio** para configurar el radio de transición para un punto de paso desde un RTCP\_MovimientoP.

**NOTA:**

Un nodo de tiempo físico (p. ej., Mover, Esperar) no se puede utilizar como una subclase de un nodo PCHR\_MovimientoP. Si se añade un nodo no compatible como subclase de un nodo PCHR\_MovimientoP, el programa no puede validar.

# 16 Pestaña Instalación

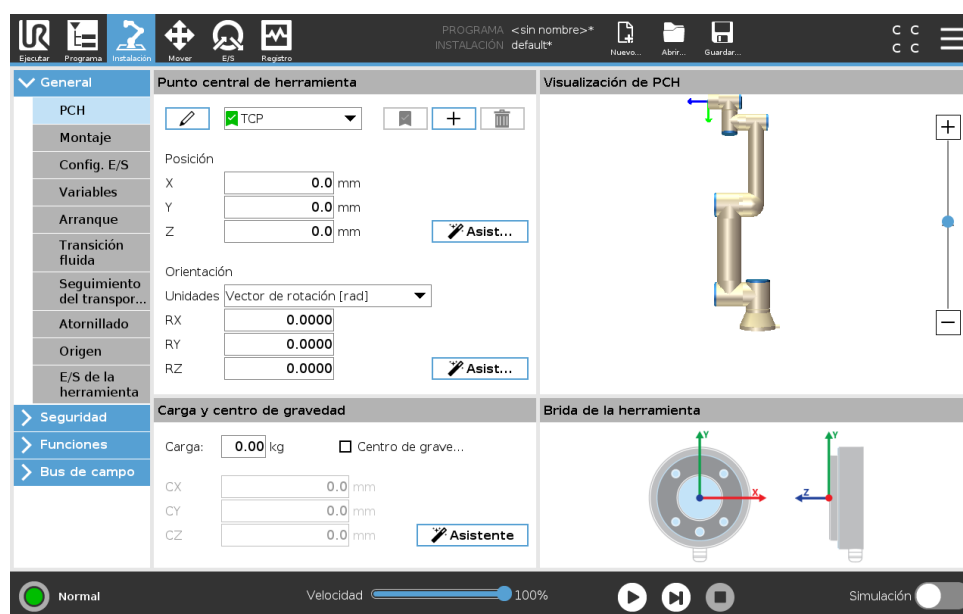
## 16.1 Registros

La pestaña Instalación le permite configurar los ajustes que afectan al rendimiento general del robot y PolyScope.

### 16.1.1 Configuración de PCH

Un **Punto central de herramienta** (PCH) es un punto de la herramienta del robot. Cada PCH contiene una traslación y una rotación relacionadas con el centro de la brida de salida de la herramienta.

Cuando se programa para volver a un punto de paso guardado previamente, un robot mueve el PCH a la posición y orientación guardada en el punto de paso. Cuando se programa para movimiento lineal, el PCH se mueve linealmente.



#### Posición

Las coordenadas X, Y, Z especifican la posición PCH. Cuando todos los valores (incluyendo orientación) son cero, el PCH coincidirá con el punto central de la brida de salida de la herramienta y adoptará el sistema de coordenadas representado en la pantalla.

#### Orientación

Las casillas de coordenada RX, RY, RZ especifican la orientación PCH. Similar al pestaña Mover, utilice el menú desplegable Unidades sobre las casillas RX, RY, RZ para seleccionar las coordenadas de orientación (consulte 17.3.1).

#### Añadir, renombrar, modificar y retirar PCH

Pulse el botón **Nuevo** para definir un PCH nuevo. El PCH creado recibe automáticamente un nombre único y se activa para selección en el menú desplegable. Para renombrar un PCH, pul-

se el botón **Lápiz** junto al menú desplegable **PCH**. Para eliminar el PCH seleccionado, pulse el botón **Quitar**. El último PCH no puede eliminarse.

La traslación y rotación de un PCH seleccionado se puede modificar introduciendo valores nuevos en los campos.

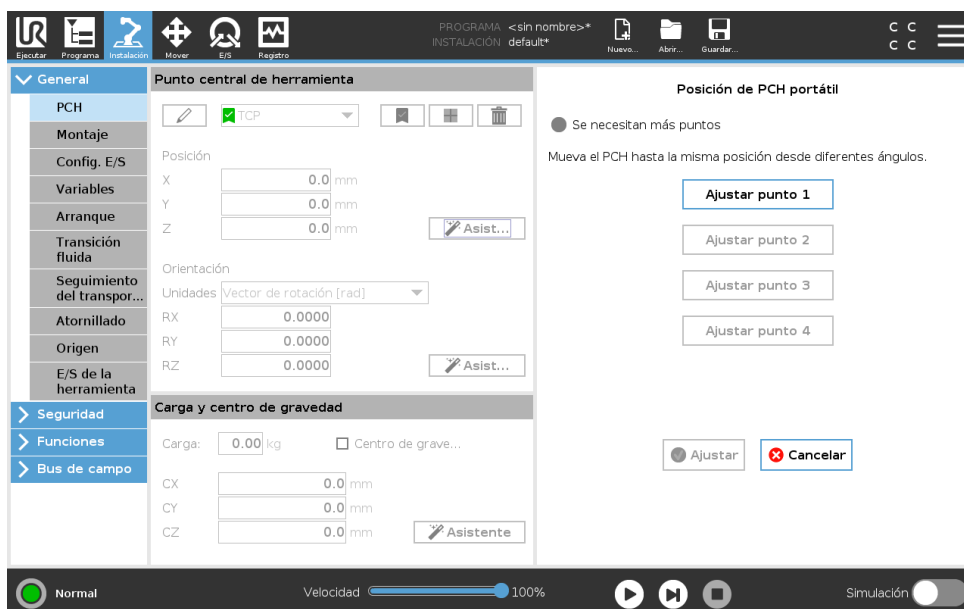
### PCH activo

Al moverse de forma lineal, el robot utiliza siempre el PCH activo para determinar la compensación de PCH. El PCH se puede cambiar utilizando un comando Mover (consulte 15.5.1) o un comando Configurar. El movimiento del PCH activo se ve en la pestaña Gráficos (consulte 15.3).

### PCH predeterminado

El PCH predeterminado se debe configurar como PCH activo antes de ejecutar un programa. Seleccione el PCH deseado y pulse **Configurar como predeterminado** para establecer un PCH como predeterminado. El icono verde en el menú desplegable disponible indica el PCH configurado predeterminado.

### Aprendizaje de la posición del PCH

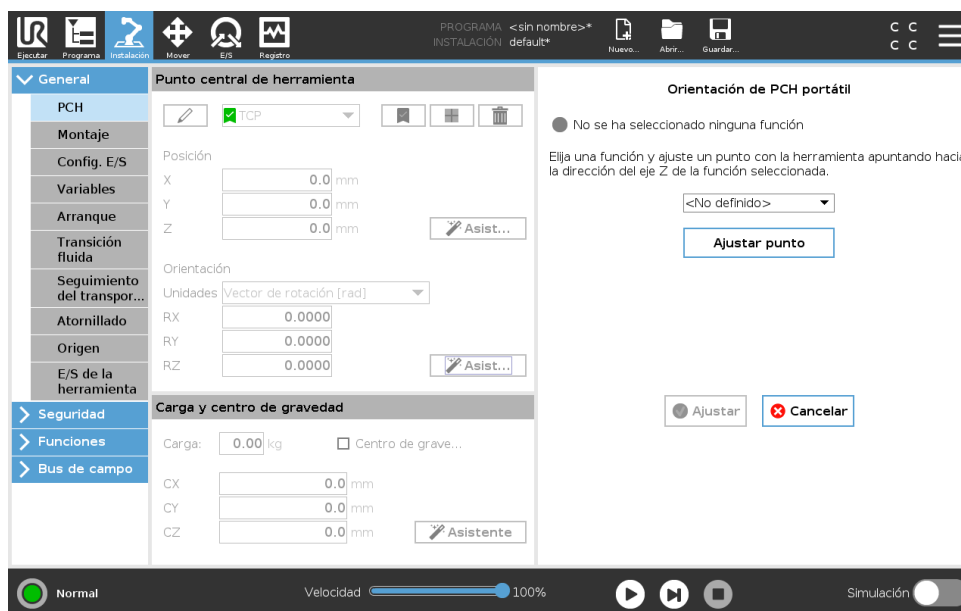


Las coordenadas de la posición del PCH pueden calcularse automáticamente de la siguiente forma:

1. Presione el **Asistente de posición del PCH**.
2. Elija un punto fijo en el espacio de trabajo del robot.
3. Utilice las flechas de posición de la parte derecha de la pantalla para mover el PCH desde al menos tres ángulos diferentes y para guardar las posiciones correspondientes de la brida de salida de la herramienta.
4. Utilice el botón **Ajustar** para aplicar las coordenadas comprobadas con el PCH adecuado. Las posiciones deben ser suficientemente diversas para que el cálculo se realice correctamente. Si no son suficientemente diversas, el LED de estado situado sobre los botones se volverá rojo.

Aunque tres posiciones bastan para determinar el PCH, una cuarta posición puede utilizarse para comprobar que el cálculo es correcto. La calidad de cada punto guardado con respecto al PCH calculado se indica utilizando un LED verde, amarillo o rojo en el botón correspondiente.

### Aprendizaje de la orientación del PCH



1. Presione el **Asistente de orientación del PCH**.
2. Seleccione una función en la lista desplegable. (consulte 16.3) para más información sobre la definición de funciones nuevas
3. Presione **Seleccionar punto** y utilice **Mover flechas de herramientas** a una posición donde la orientación de la herramienta y el PCH correspondiente coincidan con el sistema de coordenadas de la función seleccionada.
4. Compruebe la orientación del PCH calculada y aplíquela al PCH seleccionado pulsando **Ajustar**.

### 16.1.2 Carga y centro de gravedad

Especifique el peso de la carga útil y defina un centro de gravedad.

#### Configurar la Carga útil

Pulse el campo Carga útil e introduzca un peso nuevo. El ajuste se aplica a todos los PCH definidos. Para obtener más información sobre la carga máxima permitida, consulte el Manual de instalación del hardware.

#### Configurar el Centro de gravedad

Pulse los campos CX, CY y CZ para configurar el centro de gravedad. Los ajustes se aplican a todos los PCH definidos. Las instalaciones creadas antes de versión 5.2 son compatibles con un centro de gravedad configurado al PCH si se habían configurado previamente. Sin embargo, a partir de la versión 5.2, no puede configurar manualmente el centro de gravedad.


**ADVERTENCIA:**

Utilice los ajustes de instalación correctos. Guarde y cargue los archivos de instalación con el programa.

**Estimación de carga**

Esta función permite que el robot ayude a definir la carga útil correcta y el centro de gravedad.

**Utilizar el asistente de estimación de carga útil**

1. En la pestaña Instalación, en General, seleccione **PCH**
2. En la pantalla PCH, en Carga útil y Centro de gravedad, pulse el **Asistente de carga útil y centro de gravedad**.
3. En el asistente de estimación de carga útil pulse **Siguiente**
4. Siga los pasos para definir las cuatro posiciones.  
Definir las cuatro posiciones requiere mover el brazo robótico a cuatro posiciones diferentes. Se mide cada posición. Las mediciones individuales se pueden modificar pulsando los campos del centro de gravedad e introduciendo valores.
5. Una vez se han completado todos los valores pulse **Finalizar**


**NOTA:**

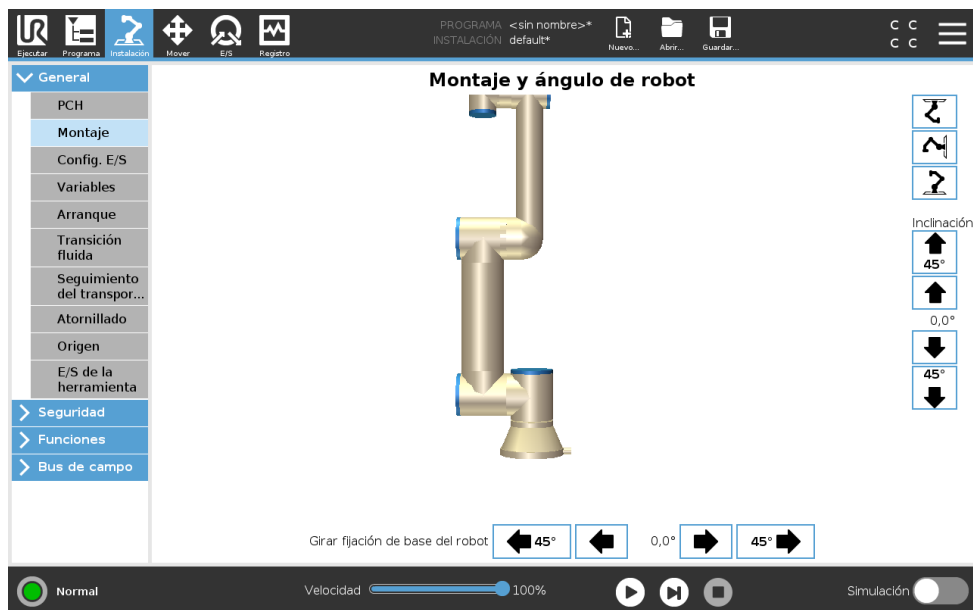
Siga estas directrices para optimizar los resultados de la estimación de carga útil:

- Asegúrese de que haya la mayor diferencia posible entre las posiciones PCH
- Realice las mediciones en un intervalo de tiempo breve


**ADVERTENCIA:**

- Evite tirar de la herramienta o de la carga útil acoplada antes y durante la estimación
- El montaje y el ángulo del robot deben definir correctamente en la instalación

### 16.1.3 Montaje



Especificar el montaje del brazo robótico sirve para dos fines:

1. Hacer que el brazo robótico aparezca correctamente en la pantalla.
2. Comunicar al controlador la dirección de gravedad.

Un modelo de dinámica avanzada ofrece al brazo robótico movimientos suaves y precisos, al mismo tiempo que permite al brazo robótico permanecer en **modo movimiento libre**. Por esa razón, es importante montar correctamente el robot.



#### ADVERTENCIA:

Si el montaje del brazo robótico no se realiza correctamente, pueden producirse frecuentes paradas de seguridad o el brazo robótico se moverá cuando se pulse el botón **movimiento libre**.

Si el brazo robótico se monta sobre el suelo o una mesa lisa, no hace falta ningún cambio en esta pantalla. No obstante, si el brazo robótico se **monta en el techo**, **se monta en la pared** o se **monta en ángulo**, esto debe ajustarse utilizando los botones.

Los botones del lado derecho de la pantalla sirven para configurar el ángulo de montaje del brazo robótico. Los tres botones de la parte superior derecha configuran el ángulo para **techo** (180°), **pared** (90°) o **suelo** (0°). Los botones **Inclinar** definen un ángulo arbitrario.

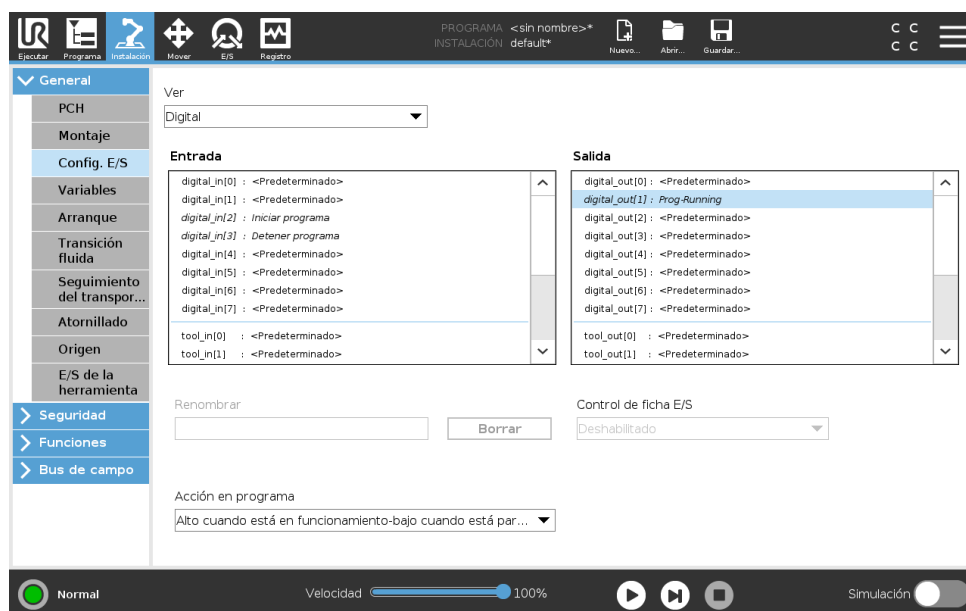
Los botones de la parte inferior de la pantalla sirven para girar el montaje del brazo robótico con el objetivo de que coincida con el montaje real.



#### ADVERTENCIA:

Utilice los ajustes de instalación correctos. Guarde y cargue los archivos de instalación con el programa.

## 16.1.4 Config. E/S



En la pantalla de configuración E/S, los usuarios pueden definir las señales E/S y configurar acciones con el control de pestaña E/S.

Nota: Cuando se activa la Interfaz de comunicación con herramienta TCI, la entrada análoga de herramienta no está disponible.

Las secciones **Entrada** y **Salida** enumeran listas de señales E/S como:

- Digital uso general estándar, configurable y herramienta
- Uso general estándar análogo y herramienta
- MODBUS
- Registros de uso general (booleano, n° entero y flotante) Se puede acceder a los registros de uso general mediante un bus de campo (p. ej., Profinet y EtherNet/IP).

### Tipo de señal E/S

Para limitar el número de señales enumeradas en las secciones **Entrada** y **Salida**, utilice el menú desplegable **Vista** en la parte superior de la pantalla para cambiar el contenido visualizado en base al tipo de señal.

### Asignar nombres definidos por usuario

Para recordar con facilidad lo que hacen las señales mientras trabajan con el robot, los usuarios pueden asociar nombres a las señales de entrada y salida.

1. Seleccione la señal deseada
2. Presione el campo de texto en la parte inferior de la pantalla para definir el nombre.
3. Para restablecer el nombre al valor predeterminado, pulse **Borrar**.

Un registro de objetivo general debe recibir un nombre definido por el usuario para que esté disponible en el programa (es decir, para un comando **Esperar** o la expresión condicional de un comando **If**). Los comandos **Esperar** e **If** están descritos en (15.5.3) y (15.6.2), respectivamente. Los registros de uso general con nombre se pueden encontrar en el selector de **Entrada** o **Salida** en la pantalla del **Editor de expresión**.

**Acciones E/S y control de pestaña E/S**

**Acciones de entrada y salida** Las E/S físicas y digitales de bus de campo se puede utilizar para activar acciones o reaccionar ante el estado de un programa.

Acciones de entrada disponibles:

- Inicio: inicia o reanuda el programa actual en un borde ascendente. Esta función solo está habilitada en modo Control remoto (consulte 21.4.5).
- Parada: Detiene el programa actual en un borde ascendente.
- Pausa: Pausa el programa actual en un borde ascendente.
- Movimiento libre: Cuando la entrada es alta, el robot está en movimiento libre (como el botón Movimiento libre). Se ignora la entrada si un programa se está ejecutando u otra condición no permite el movimiento libre.

**ADVERTENCIA:**

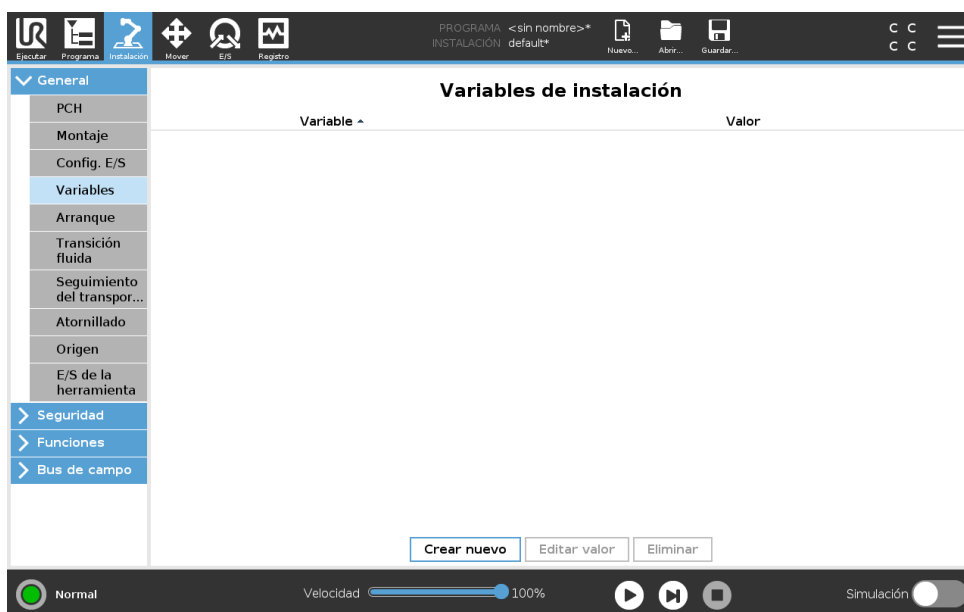
Si el robot se detiene mientras utiliza la acción de entrada Inicio, el robot se mueve lentamente al primer punto de paso del programa antes de ejecutar ese programa. Si el robot queda pausado mientras utiliza la acción de entrada Inicio, el robot se mueve lentamente a la posición donde se pausó antes de retomar ese programa.

Acciones de salida disponibles:

- Baja cuando no está funcionando: La salida es baja cuando el estado del programa es "parado" o "pausado".
- Alta cuando no está funcionando: La salida es alta cuando el estado del programa es "parado" o "pausado".
- Alto cuando está en funcionamiento, bajo cuando está parado: La salida es baja cuando el estado del programa es "parado" o "pausado" y alta cuando está funcionando.
- Pulso continuo: La salida alterna entre alta y baja durante un número de segundos determinado, mientras el programa se está ejecutando. Pause o pare el programa para mantener el estado de pulso.

**Control de pestaña E/S** Especifique si se controla una salida en la pestaña E/S (ya sea por programadores o por operarios y programadores), o si se controla mediante programas de robot.

## 16.1.5 Variables



Las variables creadas en la pantalla Variables se denominan variables de instalación y se utilizan como variables de programa normales. Las variables de instalación son distintas porque mantienen su valor aunque un programa se pare y se inicie de nuevo, y cuando el brazo robótico o la caja de control se apagan y se vuelven a encender. Sus nombres y valores se almacenan con la instalación, por lo tanto es posible utilizar la misma variable en varios programas.

### Crear nueva variable de instalación

|                                                                           |                               |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Nombre                                                                    | Valor                         |
| <input type="text" value="i_var_1"/>                                      | <input type="text" value=""/> |
| <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancelar"/> |                               |

Al pulsar **Crear nueva**, aparece un panel con un nombre recomendado para la nueva variable. Se puede cambiar el nombre e introducir su valor tocando los campos de texto correspondientes. Solo se puede pulsar el botón **OK** si el nuevo nombre no se está utilizando ya en esta instalación.

Es posible cambiar el valor de una variable de instalación resaltando la variable en la lista y, a continuación, haciendo clic en **Editar valor**.

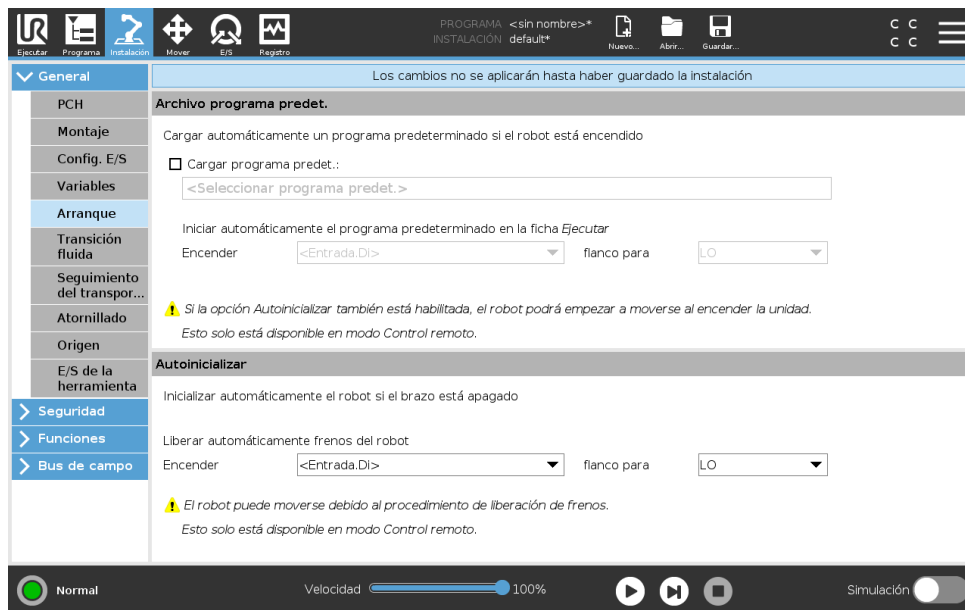
Para eliminar una variable, selecciónela y pulse **Eliminar**.

Tras configurar las variables de instalación, debe guardarse la propia instalación para conservar la configuración.

Las variables de instalación y sus valores se guardan automáticamente cada 10 minutos.

Si se cargan un programa o una instalación y una o más de las variables del programa tienen el mismo nombre que las variables de instalación, el usuario tiene opciones para resolver el problema mediante las variables de instalación del mismo nombre en vez de la variable del programa u solucionar el problema cambiando automáticamente el nombre de las variables en conflicto.

### 16.1.6 Arranque



La pantalla Arranque contiene ajustes para cargar e iniciar automáticamente un programa predeterminado, y para inicializar automáticamente el brazo robótico al encender la unidad.



#### ADVERTENCIA:

1. Cuando autocarga, autoinicio y autoinicializar están activadas, el robot ejecuta el programa en cuando se enciende la caja de control siempre que la señal de entrada coincida con el nivel de señal seleccionado. Por ejemplo, la transición de flanco con el nivel de señal seleccionado no se requerirá en este caso.
2. Tenga cuidado cuando el nivel de señal esté establecido en BAJO. Las señales de entrada son bajas por defecto, lo que conlleva que el programa se ejecute automáticamente sin estar activado por una señal externa.
3. Debe encontrarse en modo **Control remoto** antes de ejecutar un programa donde estén activados inicio automático e inicialización automática.

#### Carga de un programa de Arranque

Una vez se enciende la caja de control se carga un programa predeterminado. Además, el programa predeterminado también se carga automáticamente cuando se entre en la pantalla **Ejecutar programa** (consulte 14) y no hay ningún programa cargado.

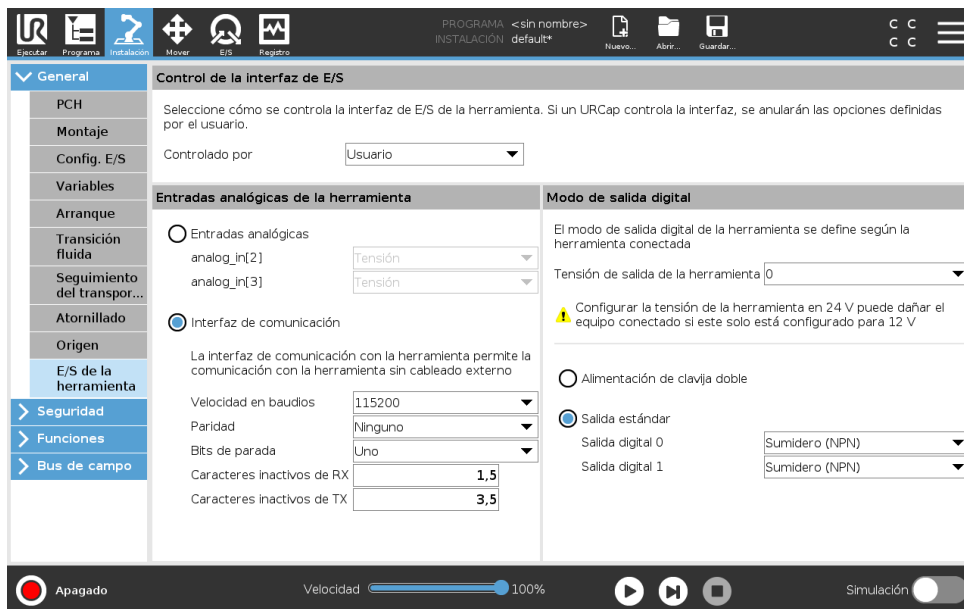
#### Inicio de un programa de Arranque

El programa predeterminado se inicia automáticamente en la pantalla **Ejecutar programa**. Cuando el programa predeterminado está cargado y se detecta la transición del flanco de entrada

externa especificada, el programa se inicia automáticamente.

Durante el Arranque, el nivel de señal de entrada en uso no está definido. Al seleccionar una transición que coincida con el nivel de señal en el Arranque, el programa se ejecuta inmediatamente. Además, si sale de la pantalla **Ejecutar programa** o pulsa el botón de parada en el Panel, desactiva la función de inicio automático hasta que se vuelva a pulsar el botón de ejecución.

## 16.1.7 E/S de la herramienta



### Control de interfaz E/S

El **Control de interfaz E/S** le permite alternar entre el control de usuario y el control URcap.

1. Pulse la pestaña Instalación y en General pulse **E/S herramienta**
2. En **Control de interfaz E/S**, seleccione **Usuario** para acceder a los ajustes Entradas análogas de herramienta y/o Modo de salida digital. Si seleccione un URcap elimina el acceso a los ajustes Entradas análogas de herramienta y Modo de salida digital.



#### NOTA:

Si un URcap controla un efector final, como una pinza, entonces el URcap requiere control de la Interfaz E/S de herramienta. Seleccione el URcap en la lista para permitir que controle la Interfaz E/S de herramienta.

### Entradas analógicas de herramienta

#### Interfaz de comunicación con herramienta

La Interfaz de comunicación con herramienta TCI permite que el robot se comunice con una herramienta acoplada mediante la entrada análoga de herramienta del robot. Esto elimina la necesidad del cableado externo.

Una vez activada la Interfaz de comunicación con herramienta, se pierde la disponibilidad de todas las entradas análogas de herramienta.

**Configurar la Interfaz de comunicación de herramienta (TCI, por sus siglas en inglés)**

1. Presione la pestaña Instalación y en General pulse **E/S de herramienta**.
2. Seleccione **Interfaz de comunicación** para editar los ajustes de TCI.  
Una vez activada la TCI, la entrada análoga de herramienta no está disponible para la Configuración E/S de la instalación y no aparece en la lista de entradas. La entrada análoga de herramienta tampoco está disponible para programas como la opción Esperar a y expresiones.
3. En los menús desplegables de Interfaz de comunicación, seleccione los valores requeridos. Cualquier cambio en los valores se envía inmediatamente a la herramienta. Si cualquier valor de instalación difiere de lo que utiliza la herramienta, aparece una advertencia.

**Modo Salida digital**

La interfaz de comunicación de herramienta permite configurar de manera independiente dos salidas digitales. En PolyScope, cada clavija cuenta con un menú desplegable que permite configurar cada modo de salida. Las opciones siguientes están disponibles:

- **Absorber:** Esto permite configurar la clavija con una configuración NPN o Absorber. Cuando la salida está desactivada, la clavija permite que una corriente fluya al suelo. Esto se puede utilizar conjuntamente con la clavija PWR para crear un circuito completo (consulte 5.7.2).
- **Fuentes:** Esto permite configurar la clavija con una configuración PNP o Absorber. Cuando la salida está activada, la clavija ofrece una fuente de tensión positiva (configurable en la pestaña ES). Esto se puede utilizar conjuntamente con la clavija GND para crear un circuito completo (consulte 5.7.2).
- **Empujar/estirar:** Esto permite configurar la clavija con una configuración Empujar/estirar. Cuando la salida está activada, la clavija ofrece una fuente de tensión positiva (configurable en la pestaña ES). Esto se puede utilizar conjuntamente con la clavija GND para crear un circuito completo (consulte 5.7.2). Cuando la salida está desactivada, la clavija permite que una corriente fluya al suelo.

Tras seleccionar una configuración de salida nueva, los cambios se aplican. La instalación cargada actual se modifica para reflejar la nueva configuración. Tras comprobar que las salidas de la herramienta funcionan de la manera prevista, asegúrese de guardar la instalación para evitar perder los cambios.

**Suministro eléctrico con clavija dual**

Suministro eléctrico con clavija dual se utiliza como una fuente de energía para la herramienta. Al activar Suministro eléctrico con clavija dual se desactivan las salidas digitales de la herramienta predeterminadas.

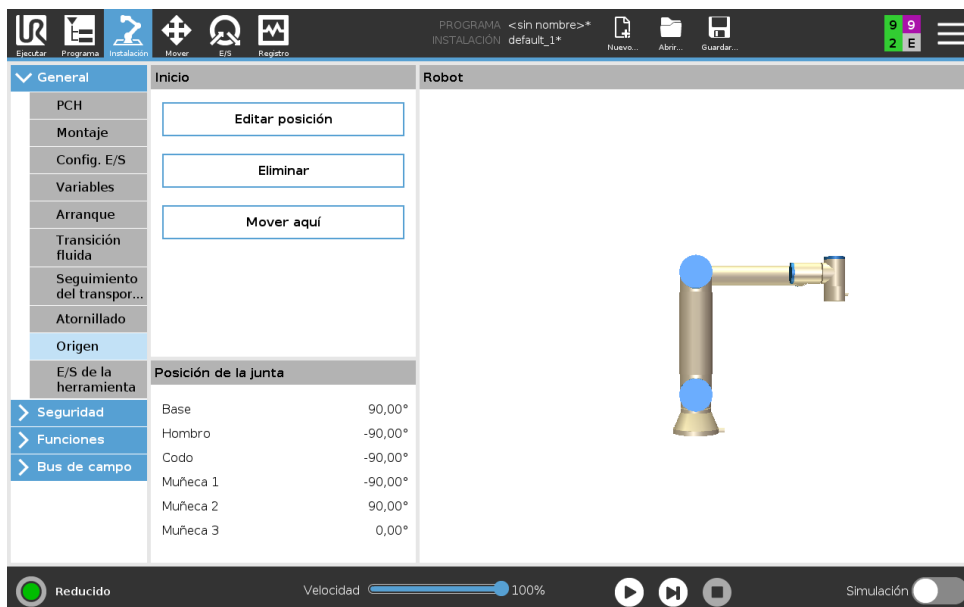
**16.1.8 Transición fluida entre modos de seguridad**

Al cambiar entre modos de seguridad durante los eventos (es decir, entrada de modo reducido, plano en modo reducido con activador, paradas de seguridad y dispositivo activador de tres posiciones), el brazo robótico utiliza 0,4 seg. para crear una transición fluida. Las aplicaciones existente tienen un comportamiento sin cambios correspondiente al ajuste "brusco". Los archivos de nueva instalación utilizan por defecto el ajuste "fluido".

## Ajuste de la configuración de aceleración/desaceleración

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En el menú lateral de la izquierda, en **General**, seleccione **Transición fluida**.
3. Seleccione **Brusco** para que la aceleración/desaceleración sea mayor o seleccione **Fluido** para que el ajuste de la transición predeterminada sea más suave.

### 16.1.9 Origen



Origen es una posición de retorno definida por el usuario para el brazo robótico. Una vez definida, la posición Origen está disponible al crear un programa de robot. Puede utilizar la posición Origen para definir una posición Origen seguro. (consulte 13.2.12)

## Definir Origen

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En **General**, seleccione **Origen**.
3. Presione **Definir posición**.
4. Enseñe al robot utilizando los botones **Movimiento libre** o **Transición**.

### 16.1.10 Configuración del seguimiento del transportador

La configuración del seguimiento del transportador permite configurar el movimiento de hasta dos transportadores diferentes. La configuración del seguimiento del transportador ofrece opciones para configurar el robot de modo que trabaje con codificadores incrementales o absolutos, así como con transportadores lineales o circulares.

## Definir un transportador

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En **General**, seleccione **Seguimiento de transportador**.
3. En Configuración del seguimiento del transportador, seleccione en la lista desplegable **Transportador 1** o **Transportador 2**.  
Solo puede definir un transportador al mismo tiempo.

4. Seleccione **Habilitar seguimiento del transportador**
5. Configure **Parámetros de transportador** (sección 16.1.10) y **Parámetros de seguimiento** (sección 16.1.10).

---

### Parámetros del transportador

**Los codificadores** del tipo Incremental pueden conectarse a las entradas digitales desde el número 8 a 11. La decodificación de señales digitales funciona a 40 kHz. Si se utiliza un codificador de tipo **Cuadratura** (se necesitan dos entradas), el robot podrá determinar la velocidad y la dirección del transportador. Si la dirección del transportador es constante, se puede utilizar para detectar la *Subida*, *Bajada* o la *Subida y bajada* de los bordes que determinan la velocidad del transportador.

**Los codificadores** de tipo Absoluto pueden conectarse a través de la señal MODBUS. Esto requiere preconfigurar un registro de salida MODBUS digital en (sección 16.4.1).

---

### Parámetros de seguimiento

**Transportadores lineales** Cuando se selecciona un transportador lineal, se debe configurar unas coordenadas de línea en la parte **Coordenadas** de la instalación para determinar la dirección del transportador. Garantice la precisión colocando la función de línea paralela a la dirección del transportador, con una amplia distancia entre los dos puntos que definen la función de línea. Configure la función de línea colocando la herramienta firmemente contra el lado del transportador cuando se enseñen dos puntos. Si la dirección de la función de línea es opuesta al movimiento del transportador, utilice el botón **Sentido contrario**.

El campo **Marcas por metro** muestra el número de marcas que genera el codificador cuando el transportador se desplaza un metro.

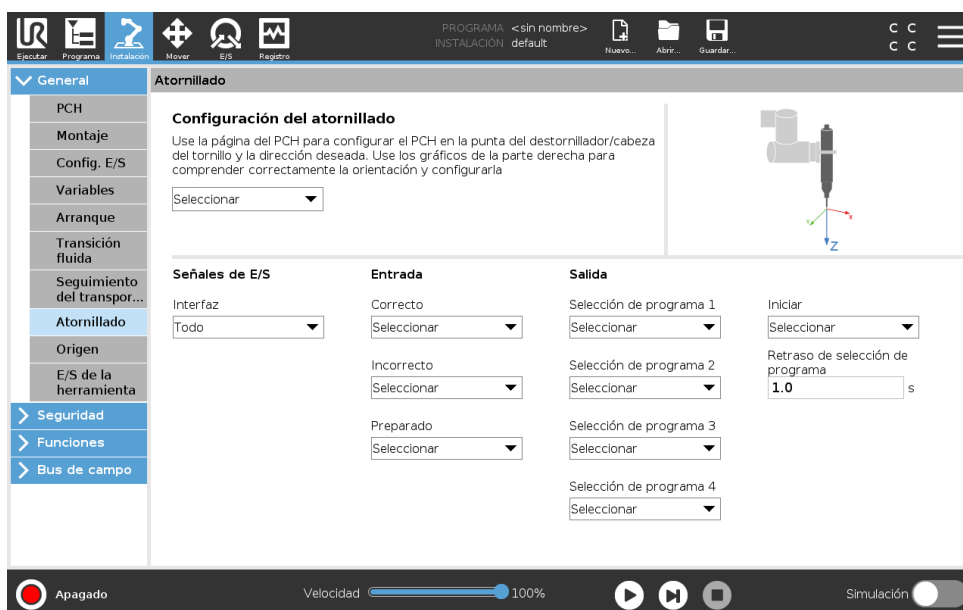
**Transportadores circulares** Cuando realice el seguimiento de un transportador circular, se debe definir el punto central del transportador.

1. Defina el punto central en la parte **Funciones** de la instalación. El valor de **Marcas por revolución** debe ser el número de marcas que genera el codificador cuando el transportador gira una revolución completa.
2. Marque la casilla **Girar herramienta con transportador** para la orientación de la herramienta para realizar un seguimiento de la rotación del transportador.

---

### 16.1.11 Configuración del atornillado

La Configuración de atornillado ofrece opciones para configurar el trabajo del robot con un destornillador industrial o un aprieta tuercas industrial. Puede configurar la posición del destornillador con respecto a la brida de herramienta y la interfaz eléctrica del robot.



### Configurar un destornillador

1. En el Encabezado, pulse **Instalación**.
2. En General, seleccione **Atornillar**, o cree su propio TCP para atornillar pulsando **TCP** en General.
3. En **Entrada** y **Salida**, configure las E/S para su destornillador. Puede utilizar la lista **Interfaz** para filtrar el tipo de E/S mostradas en Entrada y Salida.
4. En **Iniciar**, seleccione la E/S que inicia la acción de atornillado.

Nota: En cualquier salida de lista de Selección de programa en Salida, puede seleccionar una salida de n.º entero para cambiar Selección de programa (consulte 15.6.8) a un campo de número.

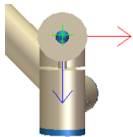
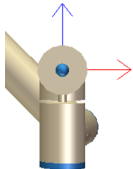
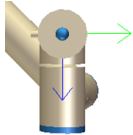
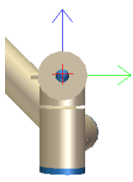
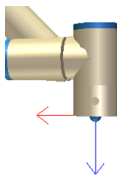
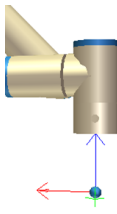
### Configurar la Posición de destornillador

1. En **Configuración de atornillado**, utilice el menú desplegable para seleccionar un TCP previamente definido (consulte 16.1.1) donde Posición y Orientación se definen de la forma siguiente:
  - Configure la Posición como la punta de la herramienta destornillador donde entra en contacto con el tornillo.
  - Configure la Orientación de forma que la dirección Z positiva esté alineada con la longitud de los tornillos que desee apretar.

Puede visualizar las coordenadas X, Y y Z del TCP seleccionado para confirmar que coincide con la broca o la boca de la herramienta.

El nodo de programa Atornillado (consulte 15.6.8) utiliza la dirección Z positiva del TCP seleccionado para seguir el tornillo y calcular distancias.

Los valores de Orientación típicos (en notación Vector de rotación [rad]) están ilustrados en la tabla siguiente.

|                                                                                            |                                                                                     |                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eje de atornillado paralelo a la dirección Y negativa de la brida de herramienta del robot |    | Orientación <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>RX:</b> 1.5708 rad</li> <li>■ <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>■ <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>  |
| Eje de atornillado paralelo a la dirección Y positiva de la brida de herramienta del robot |    | Orientación <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>RX:</b> -1.5708 rad</li> <li>■ <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>■ <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul> |
| Eje de atornillado paralelo a la dirección X positiva de la brida de herramienta del robot |    | Orientación <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>RX:</b> 0.0000 rad</li> <li>■ <b>RY:</b> 1.5708 rad</li> <li>■ <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>  |
| Eje de atornillado paralelo a la dirección X negativa de la brida de herramienta del robot |  | Orientación <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>RX:</b> 0.0000 rad</li> <li>■ <b>RY:</b> -1.5708 rad</li> <li>■ <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul> |
| Eje de atornillado paralelo a la dirección Z positiva de la brida de herramienta del robot |  | Orientación <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>RX:</b> 0.0000 rad</li> <li>■ <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>■ <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>  |
| Eje de atornillado paralelo a la dirección Z negativa de la brida de herramienta del robot |  | Orientación <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>RX:</b> 3.1416 rad</li> <li>■ <b>RY:</b> 0.0000 rad</li> <li>■ <b>RZ:</b> 0.0000 rad</li> </ul>  |

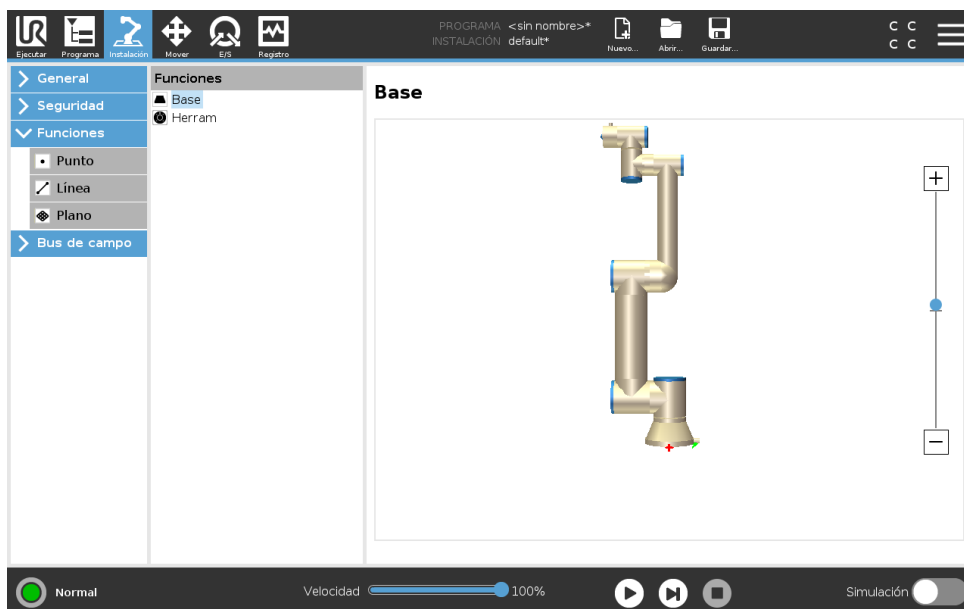
### Configurar la Interfaz de destornillador

1. Use el menú desplegable **Interfaz** en la parte superior de la pantalla para cambiar el contenido mostrado según el tipo de señal.
2. En **Entrada**, configure las señales que recibe el robot del destornillador:
  - OK: Alta cuando el apriete termina correctamente, si no se selecciona esta condición no está disponible en el nodo de programa Atornillado
  - NOK: Alta cuando el apriete termina con errores, si no se selecciona esta condición no está disponible en el nodo de programa Atornillado
  - Listo: Alta cuando el destornillador está listo para uso, si no se selecciona esta condición no se comprueba
3. En **Salida**, configure las señales que envía el robot al destornillador:
  - Iniciar: inicia la herramienta para apriete o afloje de un tornillo dependiendo solo del cableado.
  - Selección de programa: se puede seleccionar un n.º entero, o hasta cuatro señales binarias para activar diferentes configuraciones de apriete almacenadas en el destornillador.
  - Espera de la selección de programa: tiempo de espera utilizado tras cambiar el programa del destornillador para asegurarse de que está activo

## 16.2 Seguridad

Consulte capítulo13.

## 16.3 Funciones



La **Función** es una representación de un objeto definida con un nombre para una referencia futura y una pose de seis dimensiones (posición y orientación) en relación con la base del robot.

Algunas partes secundarias de un programa de robot consisten en movimientos ejecutados en

relación con objetos específicos aparte de la base del brazo robótico. Estos objetos podrían ser mesas, otras máquinas, piezas de trabajo, transportadores, sistemas de visión, espacios vacíos o límites que existen en los entornos del brazo robótico. Siempre existen dos funciones predefinidas para el robot. La pose de cada función está definida por la configuración del propio brazo robótico:

- La función base localizada con origen en el centro de la base del robot (consulte imagen 16.1)
- La función herramienta localizada con origen en el centro del PCH actual (consulte imagen 16.2)

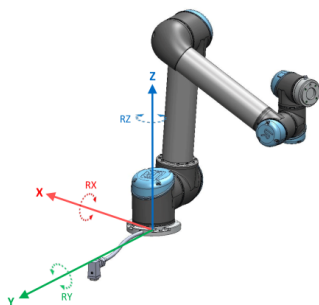


Figura 16.1: Función base

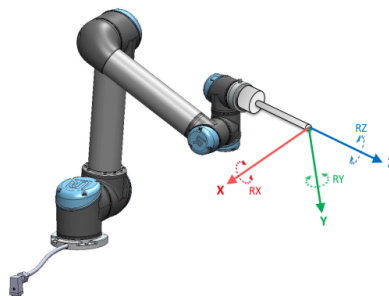


Figura 16.2: Función herramienta (PCH)

Las funciones definidas por el usuario se posicionan mediante un método que utiliza la pose actual del TCP en la zona de trabajo. Esto significa que los usuarios pueden enseñar ubicaciones de funciones usando el modo movimiento libre u las operaciones sucesivas para mover el robot hasta la pose deseada.

Existen tres estrategias diferentes (**Punto, Línea y Plano**) para definir una pose de función. La mejor estrategia para una aplicación definida depende del tipo de objeto utilizado y de los requisitos de precisión. De manera general, una función basada en más puntos de entrada (**Línea y Plano**) es preferible si es aplicable al objeto específico.

Para definir con precisión mejor la dirección de un transportador lineal, defina dos puntos de una función de línea con la mayor separación física posible. La función punto también se puede utilizar para definir un transportador lineal, sin embargo, el usuario debe orientar el TCP en la dirección del movimiento del transportador.

Usar más puntos para definir la pose de una mesa significa que la orientación está basada en las posiciones más que en la orientación de un único PCH. La orientación de un único TCP es más difícil de configurar con mucha precisión.

Para aprender sobre los diferentes métodos para definir una función, consulte (secciones: 16.3.2), (16.3.3) y (16.3.4).

### 16.3.1 Utilizar una función

Cuando se define una función en la instalación, puede referirse a ella desde el programa de robot, para relacionar movimientos de robot (p. ej., comandos **MovimientoJ**, **MovimientoL** y **MovimientoP**) con la función (consulte la sección 15.5.1). Esto permite una fácil adaptación de un programa de robot (p. ej., cuando existen múltiples estaciones de robot, cuando un objeto se mueve durante el tiempo de ejecución del programa o cuando un objeto se mueve

de forma permanente en la escena). Al ajustar la función de referencia de un objeto, todos los movimientos del programa relacionados con el objeto se mueven correspondientemente. Para más ejemplos, consulte (secciones 16.3.5) y (16.3.6). Cuando se selecciona una función como referencia, los botones Mover herram. para traslación y rotación operan en el espacio de función seleccionado (consulte 17.3) y (17.1), la lectura actual de las coordenadas PCH. Por ejemplo, si una tabla está definida como una función y se selecciona como una referencia en la pestaña Mover, las flechas de traslación (es decir, arriba/abajo, izquierda/derecha, hacia delante/hacia atrás) mueven el robot en estas direcciones con respecto a la mesa. Adicionalmente, las coordenadas de PCH se encontrarán en el marco de la mesa.

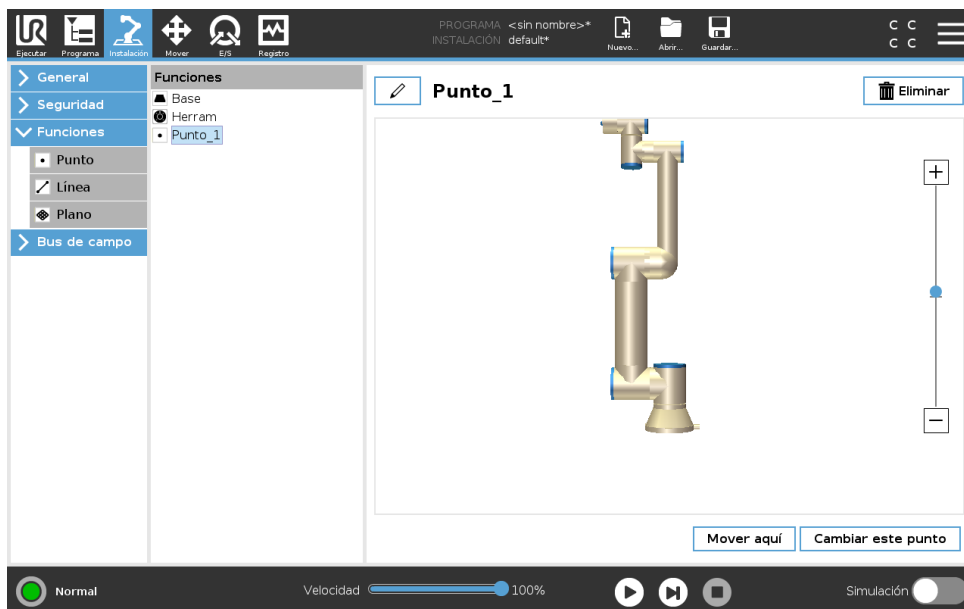
- En el árbol de funciones puede cambiar el nombre de un punto, línea o plano pulsando el botón del lápiz.
- En el árbol de funciones puede eliminar un punto, línea o plano pulsando el botón Eliminar.

### Utilizar Mover robot aquí

Presione el botón **Mover el robot aquí** para mover el brazo robótico hacia la función seleccionada. Al final de este movimiento, los sistemas de coordenadas de la función y el punto central de la herramienta (PCH) coincidirán.

### 16.3.2 Añadir punto

Presione el botón **Punto** para añadir una función de punto a la instalación. La función de punto define un límite de seguridad o una configuración de origen global del brazo robótico. La pose de una función de punto se define como la posición y orientación del PCH.



### 16.3.3 Añadir línea

Presione el botón **Línea** para añadir una función de línea a la instalación. La función de línea define líneas que el robot debe seguir. (p. ej., cuando utiliza el seguimiento de transportador). Se define una línea / como eje entre dos funciones de punto  $p1$  y  $p2$  como se muestra en la figura 16.3.

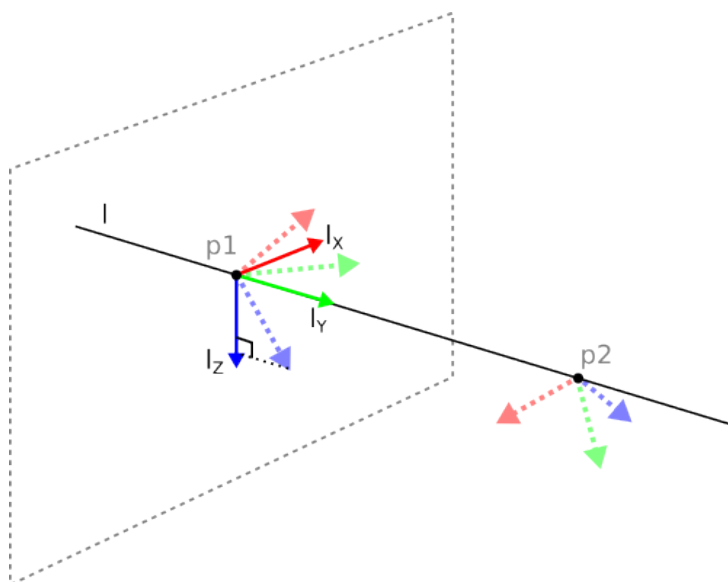
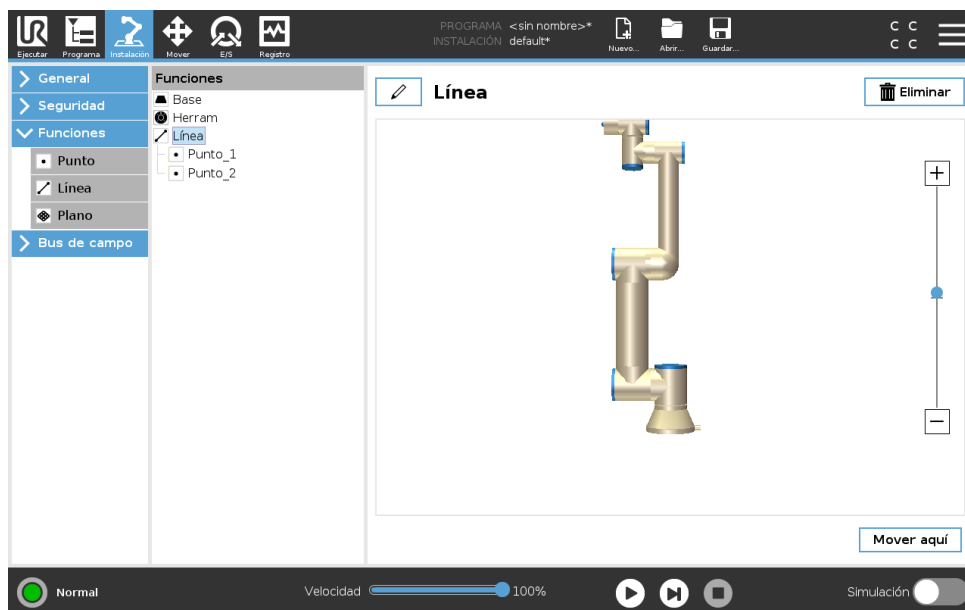


Figura 16.3: Definición de la función de línea

En la figura 16.3 el eje dirigido desde el primer punto hacia el segundo, constituye el eje y del sistema de coordenadas de la línea. El eje z se define mediante la proyección del eje z de  $p1$  sobre el plano perpendicular a la línea. La posición del sistema de coordenadas de la línea es la misma que la posición de  $p1$ .



### 16.3.4 Función de plano

Seleccione la función de plano cuando necesite un marco con alta precisión, p. ej., cuando se trabaja con un sistema de visión o se realizan movimientos con relación a una mesa.

#### Añadir un plano

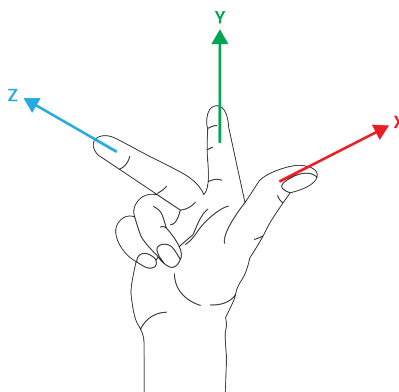
1. En Instalación, seleccione **Funciones**.
2. En Funciones, seleccione **Plano**.

### Enseñar un plano

Cuando pulsa el botón de plano para crear un plano nuevo, el asistente en pantalla le ayuda a crear un plano.

1. Seleccione Punto de partida
2. Mueva el robot para definir la dirección del eje x positivo del plano
3. Mueva el robot para definir la dirección del eje y positivo del plano

El plano se define usando la regla de la mano derecha, por lo que el eje z es el producto cruzado del eje x y del eje y, como se muestra a continuación.



NOTA:

Puede volver a enseñar el plano en la dirección opuesta del eje x si desea que ese plano sea normal en la dirección opuesta.

Modifique un plano existente seleccionando Plano y pulsando Modificar plano. A continuación utilizará la misma guía como para enseñar un plano nuevo.

#### 16.3.5 Ejemplo: actualizar manualmente una función para ajustar un programa

Considere una aplicación donde múltiples partes de un programa de robot están relacionadas con una mesa. La figura 16.4 ilustra el movimiento desde los puntos de paso wp1 a wp4.

```
Programa de robot
MovimientoJ
  S1
MovimientoL # Función: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

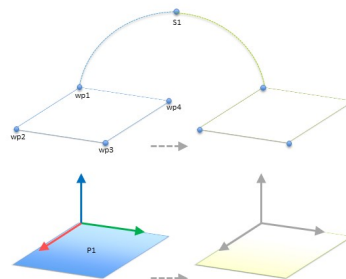


Figura 16.4: Programa sencillo con cuatro puntos de paso relacionado con una función de plano actualizada de forma manual al cambiar la función

La aplicación requiere que el programa se vuelva a utilizar para múltiples instalaciones de robot cuando la posición de la mesa varíe ligeramente. El movimiento relacionado con la mesa es

idéntico. Al definir la posición de la mesa como una función  $P1$  en la instalación, el programa con un comando *MovimientoL* configurado relacionado con el plano se puede aplicar fácilmente en robots adicionales actualizando la instalación con la posición actual de la mesa.

El concepto es aplicable a un número de funciones en una aplicación, para lograr un programa flexible que pueda resolver la misma tarea en muchos robots aunque otros lugares en la zona de trabajo varíen entre instalaciones.

### 16.3.6 Ejemplo: actualizar de forma dinámica una pose de función

Considere una aplicación similar donde el robot deba moverse en un patrón específico encima de una mesa para realizar una tarea particular (consulte 16.5).

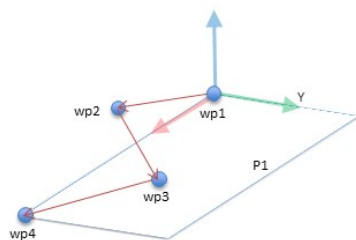


Figura 16.5: Un comando *MovimientoL* con cuatro puntos de paso con relación a la función de plano

```
Programa de robot
  MovimientoJ
    wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_trans(P1_var, o)
  MovimientoL # Función: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```

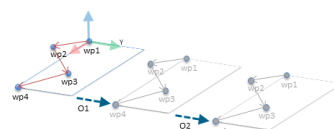


Figura 16.6: Aplicar una compensación a la función de plano

```
Programa de robot
  MovimientoJ
    S1
  if (digital_input[0]) then
    P1_var = P1
  else
    P1_var = P2
  MovimientoL # Función: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```

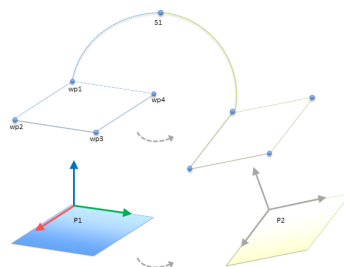


Figura 16.7: Cambiar de una función de plano a otra

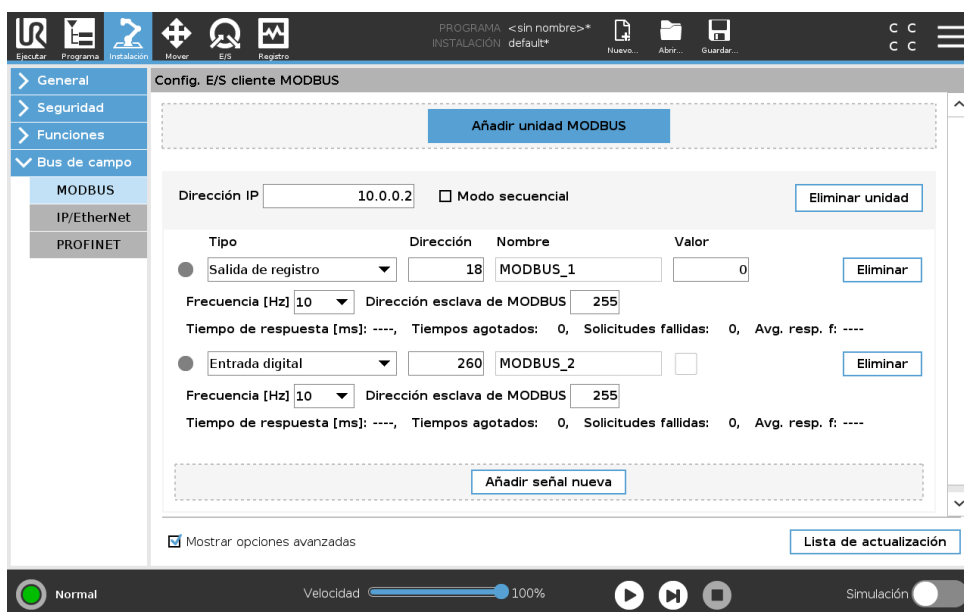
El movimiento relativo a  $P1$  se repite un número de veces, cada vez por una en compensación  $o$ . En este ejemplo la compensación se establece en 10 cm en la dirección Y (consulte imagen 16.6, compensaciones  $O1$  y  $O2$ ). Esto se logra utilizando las funciones de script *pose\_add()* o

`pose_trans()` para manipular la variable. Es posible cambiar a una función diferente mientras que se ejecuta el programa en vez de añadir una compensación. Esto se muestra en el ejemplo a continuación (consulte figura 16.7) donde la función de referencia para el comando *MovimientoL* *P1\_var* puede cambiar entre dos planos *P1* y *P2*.

## 16.4 Bus de campo

Aquí puede configurar la familia de los protocolos de red de ordenador industrial utilizadas para un control distribuido en tiempo real aceptado por PolyScope: MODBUS, Ethernet/IP y PROFINET.

### 16.4.1 Config. E/S del cliente MODBUS



Aquí pueden configurarse las señales del cliente MODBUS (principal). Las conexiones a los servidores MODBUS (o secundarios) de direcciones IP especificadas pueden crearse con señales de entrada/salida (digitales o de registro). Cada señal tiene un nombre único, de modo que puede utilizarse en los programas.

#### Actualizar

Presione este botón para actualizar todas las conexiones MODBUS. Actualizar desconecta todas las unidades modbus y las vuelve a conectar. Se eliminan todas las estadísticas.

#### Añadir unidad

Presione este botón para añadir una nueva unidad MODBUS.

#### Eliminar unidad

Presione este botón para eliminar la unidad MODBUS y todas las señales de dicha unidad.

#### Fijar IP de unidad

Aquí se muestra la dirección IP de la unidad MODBUS. Presione el botón para cambiarla.

### Modo secuencial

Disponible únicamente cuando se seleccione *Mostrar opciones avanzadas* (consulte 16.4.1). Seleccionar esta casilla fuerza al cliente de modbus a esperar una respuesta antes de enviar la solicitud siguiente. Algunas unidades de bus de campo requieren este modo. Activar esta opción puede ayudar cuando existen múltiples señales, y el incremento de la frecuencia de solicitud resulta en desconexiones de la señal. Tenga en cuenta que la frecuencia de señal actual puede ser inferior que la solicitada cuando se definen múltiples señales en modo secuencial. La frecuencia de señal actual se puede consultar en las estadísticas de señal (consulte 16.4.1). El indicador de señal se volverá amarillo si la frecuencia de señal actual es inferior a la mitad del valor seleccionado en la lista desplegable "Frecuencia".

---

### Añadir señal

Presione este botón para añadir una señal a la correspondiente unidad MODBUS.

---

### Eliminar señal

Presione este botón para eliminar una señal MODBUS de la correspondiente unidad MODBUS.

---

### Fijar tipo de señal

Utilice este menú desplegable para elegir el tipo de señal. Los tipos disponibles son:

**Entrada digital** Una entrada digital (bobina) es una cantidad de un bit que se lee desde la unidad MODBUS en la bobina especificada en el campo de dirección de la señal. Se emplea un código de función 0x02 (entradas discretas de lectura).

**Salida digital** Una salida digital (bobina) es una cantidad de un bit que puede establecer en un nivel alto o bajo. Antes de que el usuario ajuste el valor de esta salida, el valor se lee desde la unidad MODBUS remota. Esto significa que se emplea un código de función 0x01 (bobinas de lectura). Cuando la salida se ha fijado mediante un programa del robot o pulsando el botón de **fijar valor de señal**, el código de función que se usa en adelante es 0x05 (una sola bobina de escritura).

**Entrada de registro** Una entrada de registro es una cantidad de 16 bits que se lee desde la dirección especificada en el campo de dirección. Se emplea el código de función 0x04 (registros de entrada de lectura).

**Salida de registro** Una salida de registro es una cantidad de 16 bits que puede ajustar el usuario. Antes de que se ajuste el valor del registro, el valor se lee desde la unidad MODBUS remota. Esto significa que se emplea un código de función 0x03 (registros de retención de lectura). Cuando la salida se ha fijado mediante un programa del robot o especificando un valor de señal en el campo **fijar valor de señal**, se utiliza el código de función 0x06 (una sola bobina de escritura) para fijar el valor en la unidad MODBUS remota.

---

### Fijar dirección de señal

Este campo muestra la dirección del servidor MODBUS remoto. Use el teclado en pantalla para elegir una dirección diferente. Las direcciones válidas dependen del fabricante y la configuración de la unidad MODBUS remota.

---

### Fijar nombre de señal

Al utilizar el teclado en pantalla, el usuario puede asignar a la señal un nombre. Este nombre se utiliza cuando la señal se emplea en programas.

### Valor de señal

Aquí se muestra el valor actual de la señal. Para las señales de registro, el valor se expresa como un número entero sin signo. Para las señales de salida, puede usarse el botón para ajustar el valor de señal deseado. De nuevo, para una salida de registro, el valor para escribir en la unidad debe facilitarse como un número entero sin signo.

### Estado de conectividad de señal

Este icono muestra si la señal puede leerse/escribirse convenientemente (verde) o si la unidad responde de manera imprevista o no es accesible (gris). Si se recibe una respuesta de excepción de MODBUS, aparecerá el código de respuesta. Las respuestas de excepción de MODBUS-TCP son:

- E1 FUNCIÓN ILEGAL (0x01)** El código de función recibido en la consulta no es una acción permitida para el servidor (o servidor secundario).
- E2 DIRECCIÓN DE DATOS ILEGAL (0x02)** El código de función recibido en la consulta no es una acción permitida para el servidor (o servidor secundario); compruebe que la dirección de la señal introducida corresponde con la configuración del servidor MODBUS remoto.
- E3 VALOR DE DATOS ILEGAL (0x03)** Un valor incluido en el campo de datos de consulta no es un valor permitido para el servidor (o servidor secundario); compruebe que el valor de la señal introducido es válido para la dirección especificada en el servidor MODBUS remoto.
- E4 FALLO DE DISPOSITIVO SECUNDARIO (0x04)** Se ha producido un error irrecuperable mientras el servidor (o servidor secundario) estaba tratando de realizar la acción solicitada.
- E5 CONFIRMACIÓN (0x05)** Uso especializado de forma conjunta con los comandos de programación enviados a la unidad MODBUS remota.
- E6 DISPOSITIVO SECUNDARIO OCUPADO (0x06)** Uso especializado de forma conjunta con los comandos de programación enviados a la unidad MODBUS remota; el servidor secundario no es capaz de responder en este momento.

### Mostrar opciones avanzadas

Esta casilla muestra/oculta las opciones avanzadas de cada señal.

### Opciones avanzadas

**Frecuencia de actualización** Este menú sirve para cambiar la frecuencia de actualización de la señal. es decir, la frecuencia con la que se envían solicitudes a la unidad MODBUS remota para leer o escribir el valor de la señal. Cuando se define la frecuencia a 0, las solicitudes de modbus se inician bajo petición usando *modbus\_get\_signal\_status*, *modbus\_set\_output\_register*, y funciones de script *modbus\_set\_output\_signal*.

**Dirección secundaria** Este campo de texto puede usarse para fijar una dirección esclava específica para las solicitudes que corresponden a una señal concreta. El valor debe estar en el intervalo de 0-255, ambos incluidos, siendo el valor predeterminado 255. Si cambia este valor, se recomienda consultar el manual del dispositivo MODBUS remoto para verificar su funcionalidad al cambiar la dirección esclava.

**Recuento de reconexiones** Número de veces que se ha cerrado la conexión PCH y se ha vuelto a conectar.

**Estado de la conexión** Estado de la conexión PCH.

**Tiempo de respuesta [ms]** Tiempo entre el envío de solicitud de modbus y la respuesta recibida. Esto solo se actualiza con la comunicación está activa.

**Errores de paquete Modbus** Número de paquetes recibidos que contienen errores (esto es, longitud no válida, datos incompletos, error de conector PCH).

**Tiempos agotados** Número de solicitudes de modbus que no obtuvieron respuesta.

**Solicitudes fallidas** Número de paquetes que no se pudieron enviar a causa de un estado de conector no válido.

**Frec. actual** La frecuencia media de las actualizaciones de estado de señal de cliente (principal). Este valor se vuelve a calcular cada vez que la señal recibe una respuesta del servidor (o secundario).

Todos los contados llegan a 65 535 y a continuación vuelven a 0.

---

### 16.4.2 Ethernet/IP

EtherNet/IP es donde puede habilitar o deshabilitar la conexión del robot a la EtherNet/IP. Al seleccionar Habilitar, puede indicar la acción que debería ocurrir a un programa cuando una pérdida de la conexión de escáner EtherNet/IP. Esas acciones son:

**Ninguno:** PolyScope ignorará la pérdida de la conexión EtherNet/IP y continuará con normalidad con el programa.

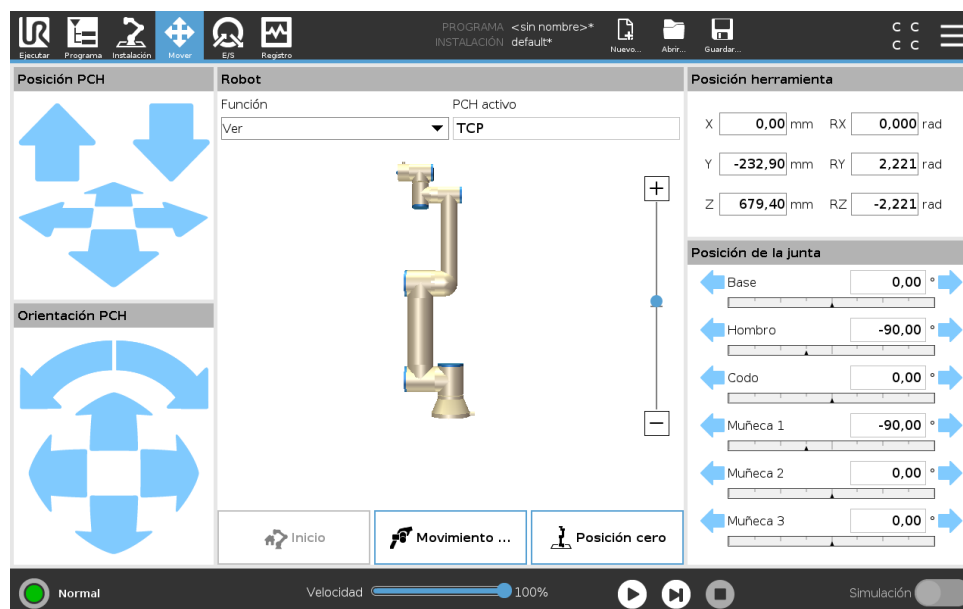
**Pausa:** PolyScope pausará el programa actual. El programa reanudará donde se detuvo.

**Parada:** PolyScope parará el programa actual.



## 17 Ficha Mover

En esta pantalla puede mover (poco a poco) el brazo robótico directamente, ya sea desplazando/rotando la herramienta del robot o moviendo una a una las juntas del robot.



### 17.1 Mover herram.

Mantenga pulsado cualquiera de las flechas de **Mover herram.** para mover el brazo robótico en una dirección particular.

- Las **flechas de traslación** (superior) mueven la punta de herramienta del robot en la dirección indicada.
- Las **flechas de rotación** (inferior) cambian la orientación de la herramienta de robot en la dirección indicada. El punto de rotación es el Punto Central de la Herramienta (PCH), es decir, el punto que está al final del brazo robótico y que indica un punto característico en la herramienta del robot. El PCH se muestra como una pequeña bola azul.

### 17.2 Robot

Si la posición actual del PCH del robot se acerca a un plano activador o de seguridad, o la orientación de la herramienta del robot es cercana al límite de orientación de la herramienta (consulte 13.2.5), se muestra una representación en 3D del límite proximal.

Nota: cuando el robot ejecuta un programa, se deshabilita la visualización de límites.

Los planos de seguridad se visualizan en amarillo y negro con una pequeña flecha que representa la normal del plano, que indica el lado del plano en el que puede estar el PCH del robot. Los planos activadores se muestran en azul y verde, y una pequeña flecha señala el lado del plano donde

están activos los límites del modo **Normal** (consulte 13.2.2). El límite de orientación de la herramienta se visualiza con un cono esférico junto con un vector que indica la orientación actual de la herramienta del robot. El interior del cono representa la zona permitida para la orientación de la herramienta (vector).

Cuando el PCH del robot ya no está cerca del límite, la representación 3D desaparece. Si el PCH no respeta un límite o está muy cerca de no respetarlo, el límite se verá en rojo.

---

## Función

En la esquina superior izquierda del campo **Robot**, en **Función**, puede definir cómo controlar el brazo robótico para que pueda definir cómo controlar el brazo robótico según las funciones **Ver**, **Base** o **Herramienta**.

Nota: Para que la sensación de controlar el brazo robótico sea lo más real posible, seleccione la función **Vista** y a continuación utilice **Rotar flechas** para cambiar el ángulo de visualización de la imagen 3D para que coincida con su visión del brazo robótico real.

---

## PCH activo

En el campo **Robot**, en **PCH activo**, aparece el nombre del Punto Central de Herramienta (PCH) activo actual.

---

## Inicio

El botón **Origen** accede a la pantalla **Mover robot a posición**, donde puede mantener pulsado el botón **Auto**. (consulte 14.4) para mover el robot a la posición definida previamente en Instalación (consulte 16.1.9).

---

## Movimiento libre

El botón en pantalla **Movimiento libre** permite estirar del brazo robótico a las posiciones/poses deseadas.

---

## Posición cero

El botón **Posición cero** permite devolver el brazo robótico a una posición vertical.

---

# 17.3 Posición herramienta

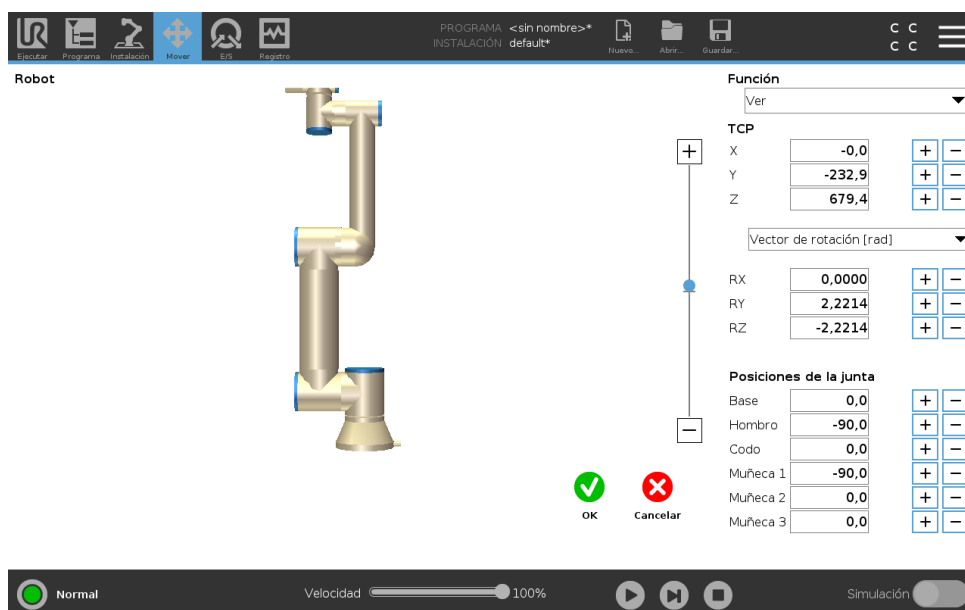
Los cuadros de texto muestran los valores de coordenadas completos del PCH con relación a la función seleccionada.

Nota: Puede configurar varios TCP denominados (consulte 16.1.1). También puede pulsar **Editar pose** para acceder a la pantalla **Editor de pose**.

---

## 17.3.1 Pantalla de editor de pose

Una vez accede a la pantalla de **editor de pose**, puede configurar de manera precisa posiciones de junta objetivo o una pose objetivo (posición y orientación) para el TCP. Nota: Esta pantalla está en modo **sin conexión** y no controla el brazo robótico directamente.



### Robot

La imagen 3D muestra la posición actual del brazo robótico. La **sombra** muestra la posición objetivo del brazo robótico controlada por los valores específicos en la pantalla. Pulse los iconos de lupa para acercar/alejar o deslice el dedo para cambiar la vista.

Si la posición objetivo especificada para el PCH del robot está cerca de un plano activador o de seguridad, o la orientación de la herramienta del robot es cercana al límite de orientación de la herramienta (consulte 13.2.5), se muestra una representación en 3D del límite cercano. Los planos de seguridad se visualizan en amarillo y negro con una pequeña flecha que representa la normal del plano, que indica el lado del plano en el que puede estar el PCH del robot. Los planos activadores se muestran en azul y verde, y una pequeña flecha señala el lado del plano donde están activos los límites del modo **Normal** (consulte 13.2.2). El límite de orientación de la herramienta se visualiza con un cono esférico junto con un vector que indica la orientación actual de la herramienta del robot. El interior del cono representa la zona permitida para la orientación de la herramienta (vector). Cuando el PCH del robot objetivo ya no está cerca del límite, la representación 3D desaparece. Si el PCH objetivo no respeta un límite o está muy cerca de no respetarlo, el límite se verá en rojo.

### Posición de función y herramienta

Aparecen el PCH activo y los valores de coordenada de la característica seleccionada. Las coordenadas **X, Y, Z** especifican la posición de la herramienta. Las coordenadas **RX, RY, RZ** especifican la orientación. Para obtener más información sobre la configuración de varios PCH con nombre, (consulte 16.1.1).

Utilice el menú desplegable situado encima de las casillas **RX, RY** y **RZ** para elegir el tipo de representación de la orientación:

- **Vector de rotación [rad]** La orientación se indica como un *vector de rotación*. La longitud del eje es el ángulo que se debe rotar en radianes, y el vector en sí proporciona el eje sobre el que rotar. Este es el ajuste predeterminado.

- **Vector de rotación** [°] La orientación se indica como un *vector de rotación*, en el que la longitud del vector es el ángulo de rotación en grados.
- **RPY [rad]** Ángulos de *alabeo*, *cabeceo* y *guiñada* (RPY), en los que los ángulos están en radianes. La matriz de rotación RPY (rotación X, Y', Z'') es determinada por:  

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$
- **RPY [°]** Ángulos de *alabeo*, *cabeceo* y *guiñada* (RPY), en los que los ángulos están en grados.

Puede introducir los valores para editar las coordenadas. También puede pulsar los botones **+** o **-**, ubicados a la derecha de una casilla para sumar o restar una cantidad al valor actual. O puede mantener pulsado un botón para incrementar o disminuir directamente el valor.

### Posiciones de la junta

Las posiciones de junta individual se especifican directamente. Cada posición de junta puede tener un rango de Límite de junta de  $-360^\circ$  a  $+360^\circ$ . Puede configurar las posiciones de junta de la manera siguiente:

- Pulse la posición de junta para editar los valores.
- Pulse los botones **+** o **-**, ubicados a la derecha de una casilla para sumar o restar una cantidad al valor actual.
- Mantenga pulsado un botón para incrementar o disminuir directamente el valor.

### Botón OK

Si activa esta pantalla desde la pantalla **Mover** (consulte 17), pulse el botón **OK** para volver a la pantalla **Mover**. El brazo robótico se mueve hasta el objetivo especificado. Si el último valor especificado era una coordenada de herramienta, el brazo robótico se mueve hasta la posición objetivo mediante el tipo de movimiento **MoverL**; o utiliza el tipo de movimiento **MoverJ** si se había especificado una posición de eje la última vez (consulte 15.5.1).

### Botón Cancelar

Al hacer clic en el botón **Cancelar**, se sale de la pantalla sin aplicar ningún cambio.

## 17.4 Posición de la junta

El campo **Posición de eje** le permite controlar directamente juntas individuales. Cada junta se mueve a lo largo de un rango de junta predeterminado desde  $-360^\circ$  a  $+360^\circ$ , definido por una barra horizontal. Una vez se ha alcanzado el límite no puede mover una junta más allá.

Nota: Puede configurar juntas con un rango de posición diferente al predeterminado (consulte 13.2.4), este nuevo rango se indica con una zona roja dentro de la barra horizontal.



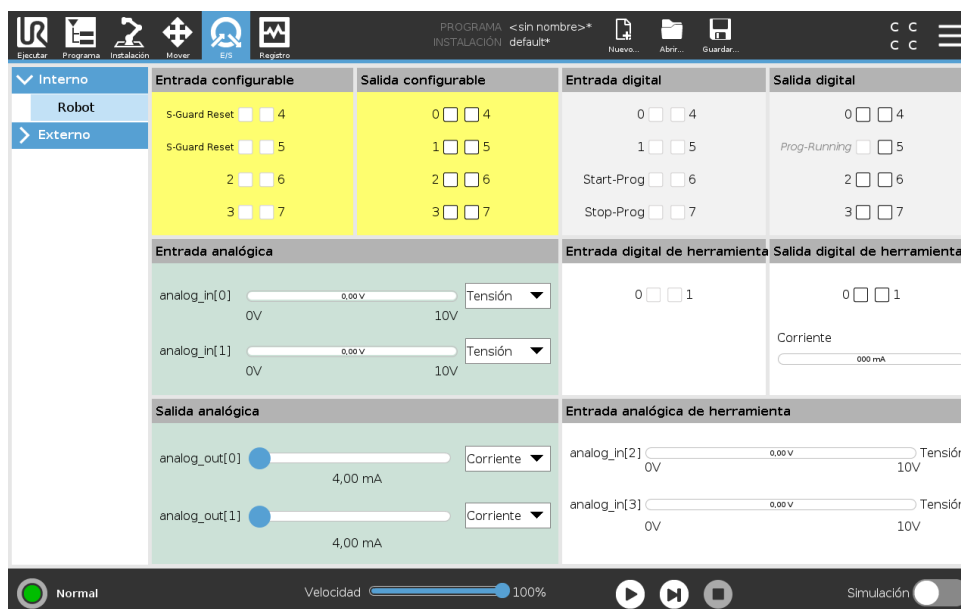
## ADVERTENCIA:

1. En la pestaña **Ajustes**, si la configuración de gravedad (consulte 16.1.3) es errónea, o el brazo robótico transporta una carga pesada, el brazo robótico puede empezar a moverse (caer) cuando pulse la pestaña **Movimiento libre**. En ese caso, vuelva a liberar **Movimiento libre**.
2. Utilice los ajustes de instalación correctos (por ejemplo, ángulo de montaje del robot, masa de carga útil y compensación del centro de gravedad de la carga útil). Guarde y cargue los archivos de instalación junto con el programa.
3. Los ajustes de la carga útil y los ajustes de montaje del robot se deben configurar correctamente antes de activar el botón **Movimiento libre**. Si estos ajustes no son correctos, el brazo robótico se moverá cuando active **Movimiento libre**.
4. La función **Movimiento libre** solo se debe utilizar en instalaciones en las que lo permita la evaluación de riesgos. Las herramientas y los obstáculos no deben tener bordes afilados ni puntos de enganche. Asegúrese de que todo el personal esté fuera del alcance del brazo robótico.



# 18 Ficha E/S

## 18.1 Robot



En esta pantalla se pueden supervisar y ajustar las señales de E/S activas que proceden o van a la caja de control del robot. La pantalla muestra el estado actual de la E/S, también incluso durante la ejecución del programa. Si durante la misma cambia cualquier cosa, el programa se detendrá. Al pararse el programa, todas las señales de salida conservarán sus estados. La pantalla se actualiza a solo 10 Hz, de modo que es posible que no se vean bien las señales muy rápidas.

Las E/S configurables pueden reservarse para ajustes especiales de seguridad definidos en la sección de configuración de E/S de seguridad de la instalación (consulte 13.2.10); las reservadas tendrán el nombre de la función de seguridad en lugar del nombre definido por el usuario o el predeterminado. Las salidas configurables reservadas para ajustes de seguridad no se pueden alternar, y solo se mostrarán como LED.

Los detalles eléctricos de las señales se describen en el capítulo 5.4.

**Tensión** En Salida de herramienta, Tensión se puede configurar solo cuando Salida de herramienta está controlado por el usuario. Seleccionar un URCap elimina el acceso a Tensión.

**Ajustes de dominios analógicos** Las E/S analógicas pueden ajustarse como salidas de corriente [4-20 mA] o de tensión [0-10 V]. Al guardar un programa, esta configuración será recordada en posibles reinicios posteriores del controlador del robot. Seleccionar un URCap, en Salida de herramienta, elimina el acceso a los Ajustes de dominio para las Entradas de herramienta análogas.

**Interfaz de comunicación con herramienta** Cuando se activa la **Interfaz de comunicación con herramienta TCI**, la entrada análoga de herramienta no está disponible. En la pantalla **E/S**, el campo **Entrada de herramienta** cambia como se ilustra a continuación.

| Tool Analog Input |        |
|-------------------|--------|
| Baud Rate         | 115200 |
| Parity            | None   |
| Stop Bits         | One    |
| RX Idle Chars     | 1.50   |
| TX Idle Chars     | 3.50   |



NOTA:

Cuando se activa la **Clavija dual alimentada**, las salidas digitales de la herramienta se deben nombrar de la manera siguiente:

- tool\_out[0] (energía)
- tool\_out[1] (GND)

El campo **Salida de herramienta** está ilustrado a continuación.

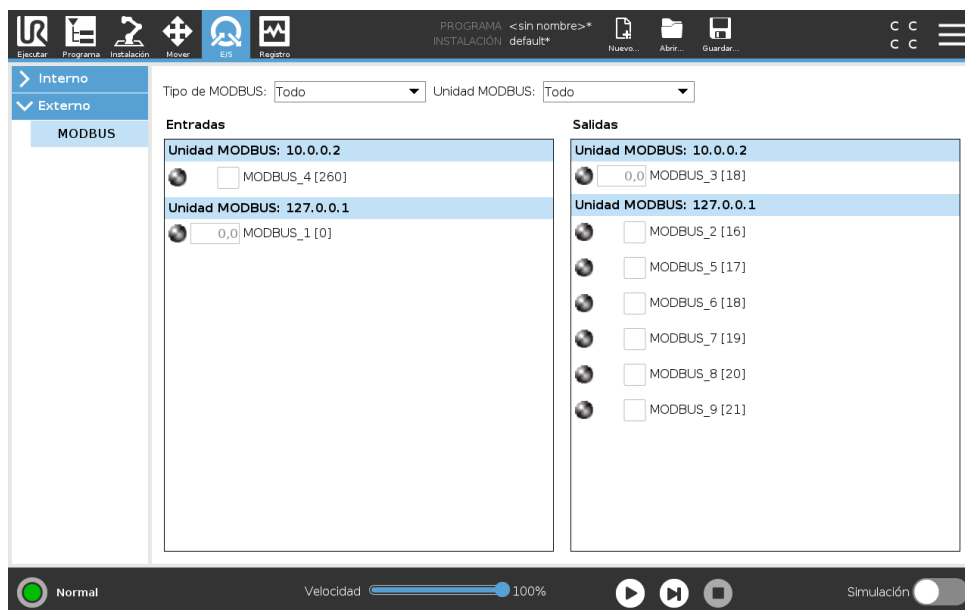
**Tool Digital Output**

Power ☐ ☐ GND

Current

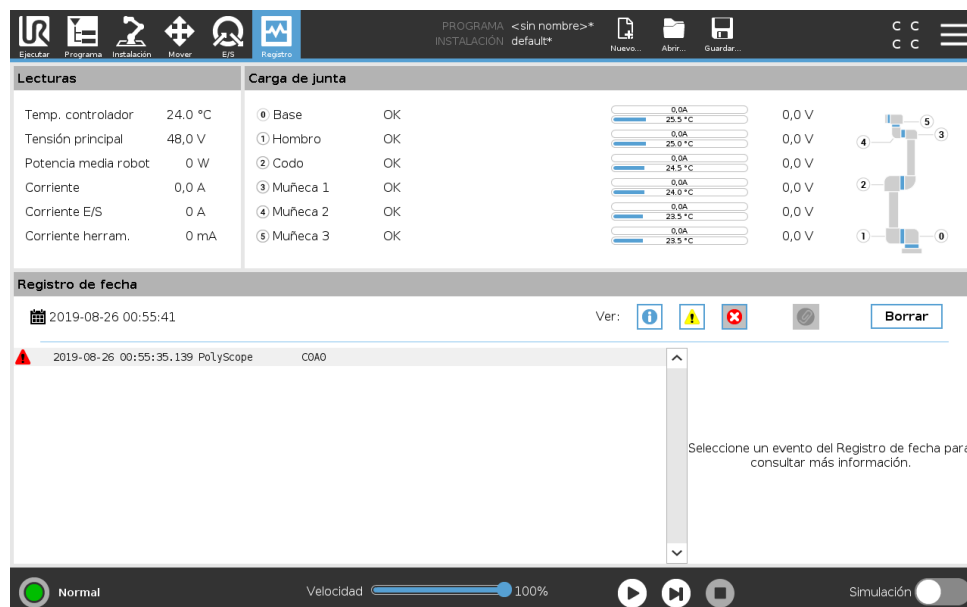
## 18.2 MODBUS

La captura de pantalla a continuación muestra las señales de E/S del cliente MODBUS a medida que se configuran en la instalación. Utilizando los menús desplegables en la parte superior de la pantalla, puede modificar el contenido mostrado según el tipo de señal y la unidad MODBUS si hay más de una configurada. Cada señal en las listas contiene su estado de conexiones, nombre de valor y dirección de señal. Las señales de salida se puede alternarse si el estado de conexión y la opción para el control de pestaña E/S lo permite (consulte 16.1.4).





# 19 Ficha Registro



## 19.1 Lecturas y carga articular

La mitad superior de la pantalla muestra el estado del brazo robótico y de la caja de control. El lado izquierdo de la pantalla muestra información relacionada con la caja de control, mientras que la parte derecha de la pantalla muestra información sobre la junta de robot. Cada junta muestra información de la temperatura de la carga de la junta y la tensión.

## 19.2 Registro de fecha

La primera columna categoriza la gravedad de la entrada de registro. La segunda columna muestra la hora de llegada de los mensajes. La siguiente columna muestra el remitente del mensaje. La última columna muestra el mensaje en sí. Los mensajes pueden filtrarse seleccionando los botones de alternancia que correspondan a la gravedad. La figura anterior muestra errores que se mostrarán y la información y los mensajes de advertencia que se filtrarán. Algunos mensajes de registro están diseñados para ofrecer más información que aparece a la derecha, tras seleccionar la entrada de registro.

## 19.3 Guardar informes de error

Tiene disponible un informe de estado detallado cuando aparece el icono de un clip en la línea de registro.

- Seleccione una línea de registro y pulse el botón Guardar informe para guardar el informe en una memoria USB.
- El informe se puede guardar mientras se ejecuta un programa.



## NOTA:

Se elimina el informe más antiguo cuando se genera uno nuevo.  
Solo se guardan los cinco informes más recientes.

Se puede realizar un seguimiento y exportar la siguiente lista de errores:

- Fallo
- Excepciones de PolyScope internas
- Parada de seguridad
- Excepción no controlada en URCap
- Violación

El informe exportado contiene un programa de usuario, un registro de historial, una instalación y una lista de los servicios en funcionamiento.

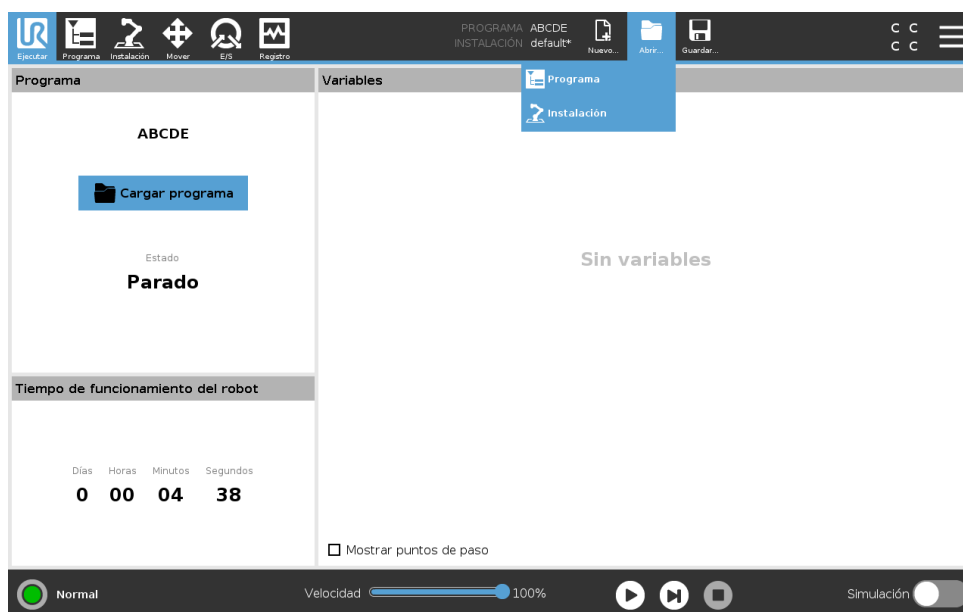
## 20 Gestor de programas e instalaciones



El Gestor de programas e instalaciones hace referencia a tres iconos que le permiten crear, cargar y configurar programas e instalaciones: **Nuevo...**, **Abrir...** y **Guardar...**. La ruta de archivo muestra el nombre del programa cargado y el tipo de instalación en ese momento. Ruta de archivo cambia cuando crea o carga un Programa o Instalación. Puede tener varios archivos de instalación para un robot. Los programas creados se cargan y utilizan la instalación activa de forma automática.

### 20.1 Abrir...

Le permite cargar un programa o instalación.



Abrir un programa

1. En Gestor de programas e instalaciones, pulse **Abrir...** y seleccione Programa.
2. En la pantalla Cargar programa, seleccione un programa existente y pulse Abrir.
3. En Ruta de archivo, compruebe que aparece el nombre de programa deseado.

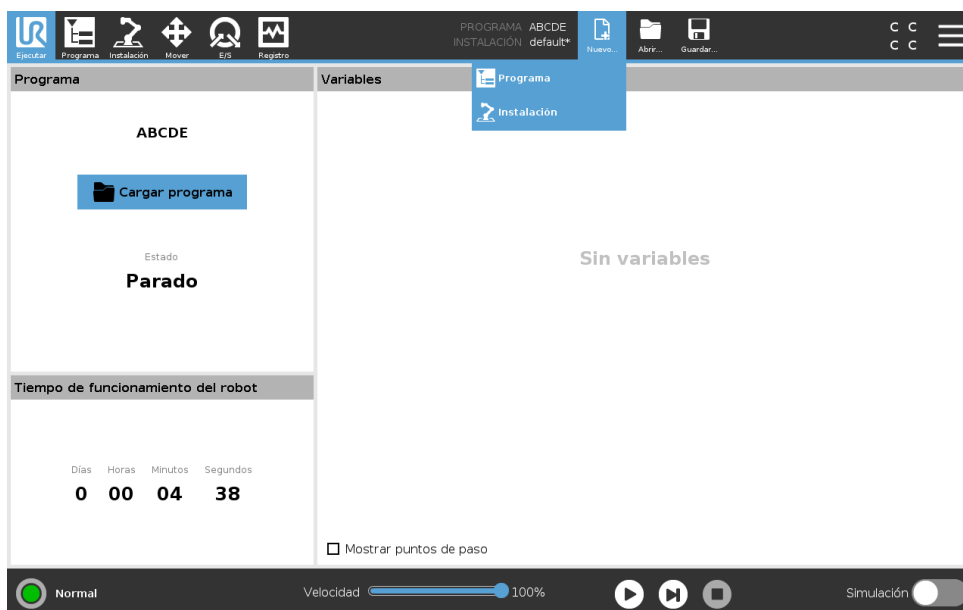
Abrir una instalación.

1. En Gestor de programas e instalaciones, pulse **Abrir...** y seleccione Instalación.

2. En la pantalla Cargar instalación de robot, seleccione una instalación existente y pulse Abrir.
3. En la casilla Configuración de seguridad, seleccione Aplicar y reinicie para provocar el reinicio del robot.
4. Seleccione Configurar instalación para configurar la instalación para el programa actual.
5. En Ruta de archivo, compruebe que aparece el nombre de instalación deseado.

## 20.2 Nuevo...

Le permite crear un programa o instalación.



### Crear un programa

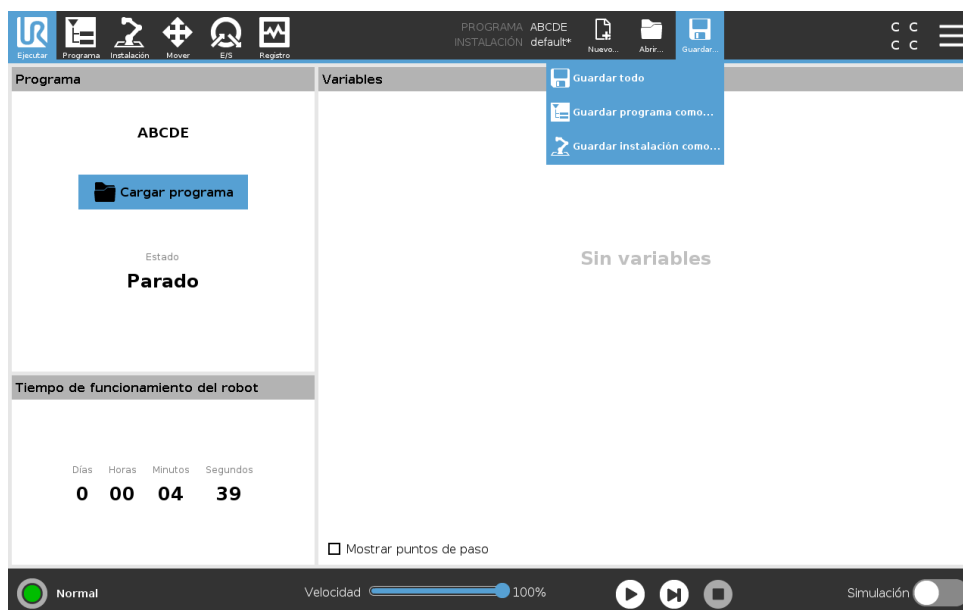
1. En Gestor de programas e instalaciones, pulse **Nuevo...** y seleccione Programa.
2. En la pantalla Programa, configure su programa nuevo según desee.
3. En Gestor de programas e instalaciones, pulse **Guardar...** y seleccione Guardar todo o Guardar programa como...
4. En la pantalla Guardar programa como, asigne un nombre de archivo y pulse Guardar.
5. En Ruta de archivo, compruebe que aparece el nuevo nombre de programa.

### Crear una instalación

Nota: debe guardar una instalación para su uso tras el apagado del robot.

1. En Gestor de programas e instalaciones, pulse **Nuevo...** y seleccione Instalación.
2. Presione Confirmar configuración de seguridad.
3. En la pantalla Instalación, configure su instalación nueva según desee.
4. En Gestor de programas e instalaciones, pulse **Guardar...** y seleccione Guardar instalación como...
5. En la pantalla Guardar instalación de robot, asigne un nombre de archivo y pulse Guardar.
6. Seleccione Configurar instalación para configurar la instalación para el programa actual.
7. En Ruta de archivo, compruebe que aparece el nombre de la instalación nueva.

## 20.3 Guardar...



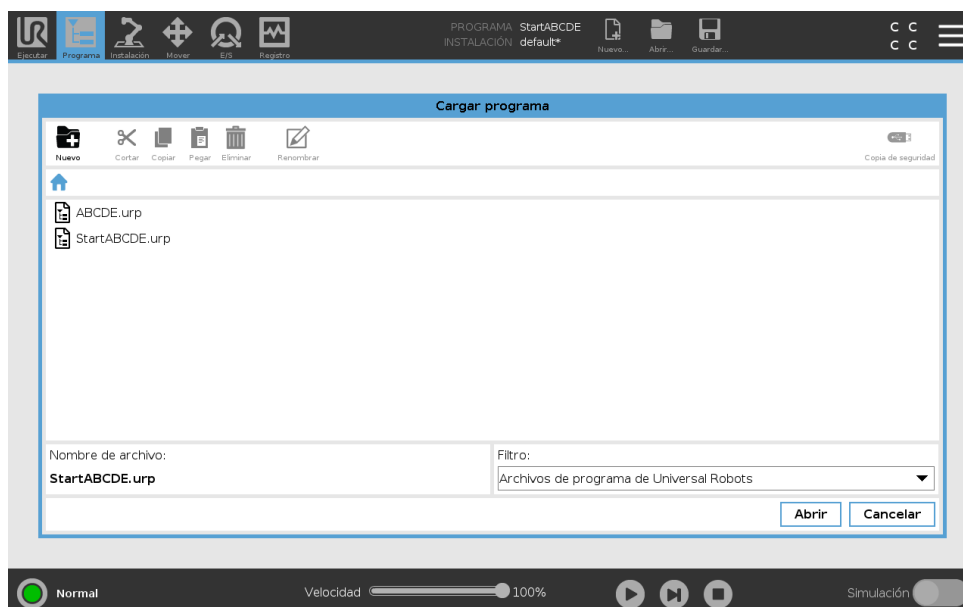
**Guardar...** ofrece tres opciones. Según el programa/la instalación que cargue o cree, puede:

**Guardar todo** para guardar inmediatamente el programa y la instalación de ese momento, sin que el sistema indique que se guarde en una ubicación diferente o con un nombre diferente. Nota: si no se aplican cambios al programa o la instalación, el botón Guardar todo... aparece desactivado.

**Guardar programa como...** para cambiar el nombre e ubicación de programa nuevos. Nota: la instalación actual también se guarda con el nombre y la ubicación existentes.

**Guardar instalación como...** para cambiar el nombre e ubicación de instalación nuevos. Nota: se guarda el programa actual, con el nombre e ubicación existentes.

## 20.4 Gestor de archivos



Esta imagen muestra la pantalla de carga que consta de los siguientes botones:

**Ruta de navegación** La ruta de navegación muestra una lista de directorios que llevan a la presente ubicación. Al seleccionar el nombre de un directorio en la ruta, la ubicación cambia a ese directorio y lo muestra en el área de selección de archivos.

**Área de selección de archivos** Presione el nombre de un archivo para abrirlo. Para seleccionar un directorio, pulse su nombre durante medio segundo.

**Filtro de archivos** Puede especificar el tipo de archivo que se muestra. Después de seleccionar Archivos de copia, este área muestra las 10 versiones del programa guardadas más recientemente, siendo “.old0” la más nueva y “.old9” la más antigua.

**Nombre de archivo** Aquí se muestra el archivo seleccionado. Al guardar un archivo, utilice el campo de texto para introducir manualmente el nombre del archivo.

**Botones de acción** La barra de acciones consta de varios botones que le permiten gestionar los archivos.

La acción “Copia de seguridad” a la derecha de la barra de acciones permite realizar copias de seguridad de los archivos y directorios actualmente seleccionados en la ubicación y en un dispositivo USB. La acción “Copia de seguridad” solo está habilitada cuando hay un soporte externo conectado al puerto USB.

## 21 Menú Hamburguesa

### 21.1 Ayuda

Puede encontrar definiciones de todos los elementos que componen las funciones de PolyScope.

1. En la esquina derecha del **Encabezado**, pulse el menú **Hamburguesa** y seleccione **Ayuda**.
2. Presione uno de los signos de interrogación que aparecen, para definir el elemento deseado.
3. En la esquina superior derecha de la pantalla de definición de elemento, pulse la X roja para salir de Ayuda.

### 21.2 Acerca de

Puede visualizar la información de versión y legal.

1. Presione el menú **Hamburguesa** y seleccione **Acerca de**.
2. Presione **Versión** o **Legal** para visualizar la información.
3. Presione Cerrar para volver a su pantalla.

### 21.3 Ajustes

#### Personalizar los ajustes PolyScope

1. En el Encabezado, pulse el menú Hamburguesa y seleccione **Ajustes**.
2. En el menú lateral a la izquierda, seleccione el elemento que desee personalizar. Nota: Si se ha definido una contraseña de modo operativo, en el menú lateral, **Sistema** solo está disponible para el programador.
3. En la parte inferior derecha, pulse **Aplicar y reiniciar** para implementar sus cambios.
4. En la parte inferior izquierda, pulse **Salir** para cerrar la pantalla Ajustes sin cambios.

#### 21.3.1 Preferencias

##### Idioma

Puede cambiar el idioma de PolyScope y la unidad de medición (métrica o imperial).

##### Tiempo

Puede acceder y/o ajustar la hora y fecha actuales mostradas en el PolyScope.

1. En el Encabezado, pulse el icono del menú Hamburguesa y seleccione Ajustes **Ajustes**.
2. En Preferencias, seleccione **Hora**.
3. Compruebe y/o ajuste **Fecha** y/o **Fecha** según desee.
4. Pulse **Aplicar y reiniciar** para aplicar sus cambios.

La fecha y la hora aparecen en la pestaña Registro (consulte 19.3) en **Registro de fecha**.

### Esconder el control deslizante de velocidad

Ubicado en la base de la pantalla de la pestaña Ejecutar, el control deslizante de velocidad permite al operario cambiar la velocidad de un programa en ejecución.

1. En el Encabezado, pulse el icono del menú Hamburguesa y seleccione **Ajustes**.
2. En Preferencias, pulse **Ejecutar pantalla**.
3. Marque la casilla para mostrar o esconder **Control deslizante de velocidad**

## 21.3.2 Contraseña

### Modo

La contraseña de modo operativo evita una modificación no autorizada de la configuración del robot, al crear dos funciones de usuario diferentes en PolyScope: automático y manual. Al establecer una contraseña de modo operativo, los programas o instalaciones solo se pueden crear y cargar en modo manual. Cada vez que acceda al modo manual, PolyScope le solicitará la contraseña definida previamente en esta pantalla.

### Seguridad

La contraseña Seguridad evitar modificaciones no autorizadas de los Ajustes de seguridad.

## 21.4 Sistema

### 21.4.1 Copia de seguridad y restaurar

Guarde una copia completa de sus sistema en una memoria USB y utilícela para restaurar su sistema a un estado anterior. Esto puede ser necesario tras corrupción del disco o borrado accidental.



#### NOTA:

Utilice uno de los puertos USB dentro de la caja de control (CC) cuando realice una copia de seguridad y la operación Restaurar. Utilizar un puerto USB CC es más estable y ejecutar una copia de seguridad requiere menos tiempo.

### Realizar copia de seguridad del sistema

1. En el Encabezado, pulse el icono del menú Hamburguesa y seleccione **Ajustes**.
2. En Sistema, pulse **Restaurar copia de seguridad**.
3. Seleccione la Ubicación donde guardar la copia de seguridad y pulse **Copia de seguridad**.
4. Pulse **Aceptar** para un reinicio completo del sistema.

### Restaurar el sistema

1. En el Encabezado, pulse el icono del menú Hamburguesa y seleccione **Ajustes**.
2. En Sistema, pulse **Restaurar copia de seguridad**.
3. Seleccione su archivo de copia de seguridad y pulse **Restaurar**.
4. Pulse **Aceptar** para confirmar.

### 21.4.2 Actualizar

Instale actualizaciones desde un USB a fin de garantizar que el software del robot está actualizado.

#### Actualizar el software

1. En el Encabezado, pulse el icono del menú Hamburguesa y seleccione **Ajustes**.
2. En Sistema, pulse **Actualizar**.
3. Inserte un USB y pulse **Buscar** para mostrar los archivos de actualización válidos.
4. En la lista de archivos de actualización válidos, seleccione la ves deseada y pulse **Actualizar** para instalar.



#### ADVERTENCIA:

Compruebe siempre sus programas tras una actualización de software. La actualización puede cambiar las trayectorias de su programa.

### 21.4.3 Red

Puede configurar la conexión de robot a una red al seleccionar uno de los tres métodos de red disponibles.

- DHCP
- Dirección estática
- Red desactivada (si no desea conectar su robot a una red)

Según el método de red de que prefiera, configure sus ajustes de red:

- Dirección IP
- Máscara de subred
- Pasarela predeterminada
- Servidor DNS preferido
- Servidor DNS alternativo

Nota: Presione **Aplicar** para aplicar los cambios.

### 21.4.4 Gestionar URCaps

Puede gestionar su **URCaps** existente o instalar uno nuevo en su robot.

1. En el Encabezado, pulse el menú Hamburguesa y seleccione **Ajustes**.
2. En Sistema, seleccione **URCaps**.
3. Presione el botón **+**, seleccione el archivo **.urcap** y pulse **Abrir** Nota: Obtenga más información sobre el nuevo URCaps seleccionándolo en el campo **URCaps activos**. Aparece más información a continuación en el campo **Información URCaps** más abajo.
4. Si desea proceder con la instalación de ese URCap, pulse **Reiniciar**. Tras ese paso, el URCaps está instalado y listo para usar.
5. Para eliminar un URCaps instalado, selecciónelo de URCaps activos y pulse el botón **-** y **Reinicio** para que se apliquen los cambios.

### 21.4.5 Control remoto

Un robot puede estar en Control local (controlado desde la consola portátil) o Control remoto (controlado de manera externa).

|  <b>Control local no permite</b> |  <b>Control remoto no permite</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Encendido y liberación de frenos enviado al robot a través de la red                                              | Mover el robot desde la pestaña Mover                                                                              |
| Recibir y ejecutar programas de robot e instalación enviado al robot a través de la red                           | Empezar desde Consola portátil                                                                                     |
| Inicio automático de los programas en el inicio, controlados desde entradas digitales                             | Cargar programas e instalaciones desde la Consola portátil                                                         |
| Liberación de frenos automática en el inicio, controlada desde entradas digitales                                 | Movimiento libre                                                                                                   |
| Inicio de los programas, controlados desde entradas digitales                                                     |                                                                                                                    |

El control del robot a través de red o entradas digitales está restringido por defecto. Al activar y seleccionar la función Control remoto se elimina esta restricción. Active el Control remoto al cambiar al perfil Control local (control PolyScope) del robot, lo que permite todo el control de los programas en funcionamiento y ejecutar scripts para que se realicen de forma remota.

Nota: Active la función Control remoto en Ajustes para acceder al modo Remoto y al modo Local en el perfil.

#### Activar control remoto

1. En el Encabezado, pulse el menú Hamburguesa y seleccione **Ajustes**.
2. En Sistema, seleccione **Control remoto**.
3. Presione **Habilitar** para que la función Control remoto esté disponible. PolyScope permanece activo. Nota: habilitar Control remoto no inicia inmediatamente la función. Le permite cambiar de Control local a Control remoto.
4. En el menú de perfil, seleccione **Control remoto** para alterar PolyScope. Nota: Puede volver a Control local volviendo a cambiar en el menú de perfil o seleccionando Operador o Programador si se ha establecido una contraseña.



#### NOTA:

- Aunque Control remoto limita sus acciones en PolyScope, aún puede supervisar el estado del robot.
- Cuando se apaga un sistema de robot en control remoto, se enciende en control remoto.

## 21.5 Apagar robot

El botón **Apagar robot** permite apagar o reiniciar el robot.

---

### Cierre del robot

1. En el Encabezado, pulse el menú Hamburguesa y seleccione **Apagar robot**.
2. Cuando aparezca la ventana de diálogo Apagar robot, pulse **Apagar**.



# Glosario

**Categoría de parada 0** El movimiento del robot se detiene a través de la desconexión inmediata de la alimentación que recibe el robot. Se trata de una parada no controlada, en la que el robot puede desviarse de la trayectoria programada, pues cada junta frena de la forma más rápida posible. Esta parada de protección se utiliza si se supera el límite de seguridad o en el caso de que se produzca un fallo en las piezas de seguridad del sistema de control. Para obtener más información, consulte ISO 13850 o IEC 60204-1.

**Categoría de parada 1** El movimiento del robot se detiene y el robot recibe alimentación hasta detenerse; una vez detenido, se desconecta la alimentación. Se trata de una parada controlada, en la que el robot seguirá la trayectoria programada. La alimentación se desconecta en cuanto se detiene el robot. Para obtener más información, consulte ISO 13850 o IEC 60204-1.

**Categoría de parada 2** Parada controlada en la que el robot dispone de alimentación. El sistema de control de seguridad controla que el robot permanezca en la posición de parada. Para obtener más información, consulte IEC 60204-1.

**Categoría 3** El término *Categoría* no debe confundirse con el término *Categoría de parada*. *Categoría* se refiere al tipo de arquitectura que se usa como base de un *Nivel de rendimiento* determinado. Una importante propiedad de una arquitectura de *Categoría 3* es que un solo fallo no conduce a la pérdida de la función de seguridad. Para obtener más información, consulte ISO 13849-1.

**Nivel de rendimiento** El nivel de rendimiento (PL) es un nivel diferenciado que se utiliza para especificar la capacidad de las piezas de los sistemas de control relacionadas con la seguridad de utilizar funciones de seguridad bajo condiciones previsibles. PLd es la segunda clasificación de fiabilidad por orden de importancia, lo que significa que la función de seguridad es extremadamente fiable. Para obtener más información, consulte ISO 13849-1.

**Cobertura de diagnóstico (DC)** es una medida de la efectividad del diagnóstico implementado para lograr el nivel de rendimiento indicado. Para obtener más información, consulte ISO 13849-1.

**MTTFd** El tiempo medio hasta que se produce un fallo peligroso (MTTFd) es un valor basado en cálculos y pruebas utilizado para alcanzar el nivel de rendimiento indicado. Para obtener más información, consulte ISO 13849-1.

**Integrador** El integrador es la entidad que diseña la instalación final del robot. El integrador es responsable de realizar la evaluación de riesgos final y debe asegurarse de que la instalación final cumpla las leyes y normativas locales.

**Evaluación de riesgos** Una evaluación de riesgos es el proceso general de identificar todos los riesgos y reducirlos a un nivel apropiado. Las evaluaciones de riesgos deben estar documentadas. Consulte ISO 12100 para obtener más información.

**Aplicación robótica colaborativa** El término *colaborativo* se refiere a la colaboración entre el operario y el robot en una aplicación robótica. Vea las definiciones precisas y las descripciones en la ISO 10218-1 e ISO 10218-2.

**Configuración de seguridad** Las interfaces y funciones relacionadas con la seguridad se pueden configurar mediante los parámetros de configuración de seguridad. Estos están definidos mediante la interfaz del software; consulte la sección II.

# Índice

## Symbols

|                    |      |
|--------------------|------|
| : Automático ..... | II-4 |
| : Local .....      | II-4 |
| : Manual .....     | II-4 |
| : Remoto .....     | II-4 |

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| Instrucciones de seguridad ..... | I-51 |
|----------------------------------|------|

## A

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| Abrir...                   | II-4, II-125       |
| Acerca de .....            | II-129             |
| Ajustar .....              | II-59              |
| Ajustes .....              | II-117, II-129     |
| Ajustes de fábrica .....   | II-20              |
| Ajustes de seguridad ..... | I-3, II-17, II-130 |
| Apagar .....               | II-133             |
| Auto .....                 | II-37              |
| Auto. ....                 | II-114             |
| Automover .....            | II-37              |

## B

|                      |                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------|
| Base .....           | I-59, II-7, II-47                                      |
| Botón Prueba .....   | II-82                                                  |
| Brazo robótico ...   | I-29, I-73, II-8, II-78–II-80, II-82,<br>II-94, II-113 |
| brazo robótico ..... | II-7                                                   |

## C

|                                        |                                                     |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Caja de control ...                    | I-25, I-29, I-32, I-41–I-43, I-73,<br>II-94, II-119 |
| caja de control .....                  | II-8                                                |
| Carga articular .....                  | II-123                                              |
| Carpeta .....                          | II-61                                               |
| Centro de cono .....                   | II-29                                               |
| Codo .....                             | I-59, II-7                                          |
| Configuración de seguridad             | I-9, II-17–II-19, II-22                             |
| Configuración del seguimiento del      |                                                     |
| transportador .....                    | II-98                                               |
| Configurar instalación del robot ..... | II-6                                                |
| Consola portátil .                     | I-25, I-41, II-3, II-32, II-82, II-132              |
| consola portátil .....                 | II-8                                                |
| Control deslizante de velocidad .....  | II-5                                                |
| control deslizante de velocidad .....  | II-13                                               |

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| Control remoto ..... | II-95, II-132 |
| Coordenadas .....    | II-99         |

## D

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| Desactivado .....              | II-23, II-25 |
| Dirección de herramienta ..... | II-28, II-29 |
| Distancia de parada .....      | II-20        |

## E

|                                         |                                               |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| E/S .....                               | I-29, I-34, II-4, II-30, II-92, II-93, II-119 |
| E/S configurable .....                  | I-33                                          |
| E/S de herramienta .....                | I-44                                          |
| E/S de seguridad .....                  | I-13, I-18, I-33, I-34                        |
| E/S de uso general .....                | I-33                                          |
| Editar posición .....                   | II-27                                         |
| Editor de expresiones .....             | II-70                                         |
| Editor de pose .....                    | II-114                                        |
| Ejecutar .....                          | II-3, II-35                                   |
| Ejecutar un programa .....              | II-6                                          |
| Eliminar .....                          | II-23                                         |
| Encabezado .....                        | II-3                                          |
| Error .....                             | II-68                                         |
| Espacio articular .....                 | II-46                                         |
| Esperar .....                           | II-58                                         |
| estado de parada .....                  | II-8                                          |
| Estructura de caso de interruptor ..... | II-70                                         |
| Ethernet .....                          | I-29, II-108                                  |
| EtherNet/IP .....                       | I-29, II-92, II-111                           |
| Evaluación de riesgos .....             | I-3, I-8, I-11, I-15                          |

## F

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| Fuerza de codo .....         | II-20          |
| Fuerza de herramienta .....  | II-20          |
| Funciones de seguridad ..... | I-13, I-14     |
| Función .....                | II-102, II-114 |
| Función base .....           | II-103         |
| Función herramienta .....    | II-103         |
| Función variable .....       | II-48          |

## G

|                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| Garantía .....                      | I-57                 |
| Gestor de programas e instalaciones | II-4, II-125         |
| Guardar...                          | II-4, II-125, II-127 |

## H

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Hasta .....                         | II-55        |
| Hasta contacto de herramienta ..... | II-56, II-57 |
| Hasta distancia .....               | II-56        |
| Hasta expresión .....               | II-56        |
| Herramienta .....                   | II-26        |
| Hombro .....                        | I-59, II-7   |

## I

|                                                    |                     |
|----------------------------------------------------|---------------------|
| Inicializar .....                                  | II-5, II-8          |
| Instalación .....                                  | II-3, II-94, II-125 |
| Instalación nueva .....                            | II-126              |
| Integrador .....                                   | I-8                 |
| Interfaz de comunicación con herramienta TCI ..... | II-96               |

## L

|                                                            |       |
|------------------------------------------------------------|-------|
| Límite de dirección de herramienta desactivado .....       | II-29 |
| límite de dirección de herramienta normal ..               | II-29 |
| límite de dirección de herramienta normal & reducido ..... | II-29 |
| límite de dirección de herramienta reducido ..             | II-29 |
| límites de junta .....                                     | II-22 |
| Límites de robot .....                                     | II-19 |

## M

|                                   |                                          |
|-----------------------------------|------------------------------------------|
| Marco .....                       | II-81                                    |
| mensaje emergente .....           | II-60                                    |
| Menú de coordenadas .....         | II-81                                    |
| Menú hamburguesa .....            | II-4                                     |
| Mini Displayport .....            | I-29                                     |
| MODBUS .....                      | I-29, II-99, II-108, II-110, II-120      |
| Modo automático .....             | II-13                                    |
| Modo de fuerza .....              | II-80                                    |
| Modo de recuperación .....        | I-19                                     |
| Modo manual .....                 | II-13                                    |
| Modo no reducido .....            | II-31                                    |
| Modo Normal .....                 | II-21, II-44, II-115                     |
| modo Normal .....                 | II-29                                    |
| Modo Recuperación .....           | II-21                                    |
| Modo Reducido .....               | II-21                                    |
| Modo reducido .....               | I-19, II-30, II-31                       |
| modo Reducido .....               | II-27, II-29                             |
| Modo Reducido con activador ..... | II-23                                    |
| Modos .....                       | I-19, II-23                              |
| Momento .....                     | II-20                                    |
| Mostrar .....                     | II-23                                    |
| Mover .....                       | II-3, II-13, II-45, II-47, II-59, II-116 |
| Mover herram. ....                | II-113                                   |
| MoverJ .....                      | II-116                                   |

|                      |                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| MoverL .....         | II-116                                            |
| Movimiento .....     | II-82                                             |
| Movimiento libre ... | I-19, II-13, II-82, II-91, II-103, II-114, II-117 |
| MovimientoJ .....    | II-46, II-103                                     |
| MovimientoL .....    | II-46, II-103                                     |
| MovimientoP .....    | II-46, II-103                                     |
| Muñeca .....         | II-7                                              |

## N

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| Nodo de programa .....          | II-39, II-42 |
| Nodo de programa de robot ..... | II-42        |
| Norma .....                     | I-73         |
| norma .....                     | I-75         |
| Normal .....                    | II-23        |
| Normal & Reducido .....         | II-23        |
| Nuevo... ..                     | II-4, II-125 |

## O

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Origen .....        | II-114 |
| Origen seguro ..... | II-31  |

## P

|                                            |                                                                                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Pantalla .....                             | II-3                                                                               |
| Parada de emergencia del sistema ...       | II-30, II-31                                                                       |
| Parada de protección de modo automático .. | II-30                                                                              |
| Parar .....                                | II-5                                                                               |
| Parámetros de transición .....             | II-50                                                                              |
| Paso .....                                 | II-5                                                                               |
| Personalizado .....                        | II-20                                                                              |
| Pie de página .....                        | II-3, II-36                                                                        |
| Plano activador .....                      | II-25                                                                              |
| Plano normal .....                         | II-25                                                                              |
| Planos de seguridad .....                  | II-23, II-113, II-115                                                              |
| Plantillas .....                           | II-83                                                                              |
| PolyScope ...                              | I-19, II-3, II-7, II-9, II-32, II-35, II-62, II-87, II-108, II-111, II-129, II-132 |
| Posición .....                             | II-27                                                                              |
| Posición de herramienta .....              | II-26, II-27                                                                       |
| Potencia .....                             | II-20                                                                              |
| Programa .....                             | II-3, II-35, II-83, II-125                                                         |
| Programa nuevo .....                       | II-126                                                                             |
| Programar un robot .....                   | II-6                                                                               |
| Punto .....                                | II-81                                                                              |
| Punto Central de Herramienta .....         | II-114                                                                             |
| Punto central de herramienta ...           | II-21, II-27, II-48, II-87                                                         |
| Punto de paso .....                        | II-45, II-49, II-54                                                                |
| Punto de paso relativo .....               | II-47                                                                              |
| Punto de paso variable .....               | II-48                                                                              |
| Puntos de paso .....                       | II-10, II-47                                                                       |

## R

|                                        |                       |
|----------------------------------------|-----------------------|
| Radio .....                            | II-27                 |
| Rango de posiciones .....              | II-22                 |
| Reducido .....                         | II-23                 |
| Registro .....                         | II-4                  |
| Renombrar .....                        | II-23                 |
| Reproducir .....                       | II-5, II-36           |
| Restablecimiento de protección .....   | II-30                 |
| Restablecimiento de protección de modo |                       |
| automático .....                       | II-30                 |
| Restringir codo .....                  | II-24                 |
| Robot .....                            | II-26, II-113, II-114 |
| Robot en movimiento .....              | II-31                 |
| Robot no se detiene .....              | II-31                 |
| Ruta de archivo .....                  | II-125                |

## S

|                                         |             |
|-----------------------------------------|-------------|
| Seguimiento del transportador .....     | I-32, II-83 |
| Sencillo .....                          | II-81       |
| señales de entrada .....                | II-30       |
| señales de salida .....                 | II-31       |
| Simulación .....                        | II-5        |
| soporte .....                           | I-29        |
| Suma de comprobación .....              | II-4        |
| Suma de comprobación de seguridad ..... | II-19       |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Símbolos de advertencia ..... | I-4 |
|-------------------------------|-----|

## T

|                        |        |
|------------------------|--------|
| TCI .....              | II-58  |
| Tensión .....          | II-119 |
| Tiempo de parada ..... | II-20  |
| Transición .....       | II-49  |

## U

|              |        |
|--------------|--------|
| URCaps ..... | II-131 |
|--------------|--------|

## V

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| Variables .....                | II-35, II-45 |
| Variables de instalación ..... | II-94        |
| Vector de dirección .....      | II-55        |
| Velocidad alta manual .....    | II-5, II-15  |
| Velocidad de codo .....        | II-20        |
| Velocidad de herramienta ..... | II-20        |



|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Ángulo de cono .....            | II-29 |
| Ángulo de inclinación .....     | II-29 |
| Ángulo de toma horizontal ..... | II-29 |
| Árbol de programa .....         | II-39 |
| Éxito .....                     | II-68 |

Software version: 5.5



99474