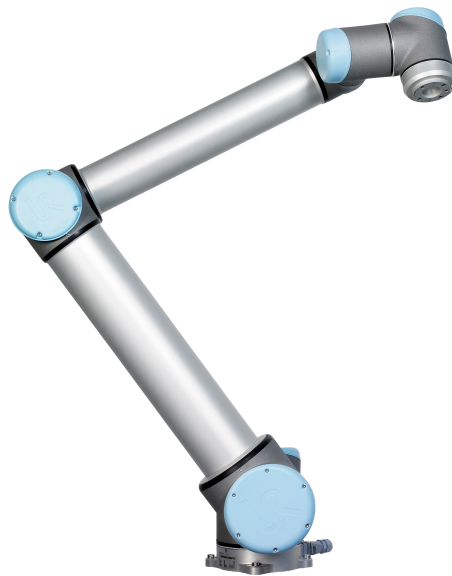




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots



UR10/CB3

Traducción de las instrucciones originales (es)



UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots

UR10/CB3

Versión 3.7.0

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 © 2009–2018 de Universal Robots A/S

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

Índice general

Prefacio	IX
Contenido de las cajas	IX
Aviso de seguridad importante	X
Cómo leer este manual	X
Dónde encontrar más información	X
URCaps	X
 I Manual de instalación del hardware	 I-1
1 Seguridad	I-3
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 Parada de emergencia	I-10
1.9 Movimiento con y sin fuerza motriz	I-10
 2 Interfaces y funciones de seguridad	 I-13
2.1 Introducción	I-13
2.2 Tiempos de parada del sistema de seguridad	I-14
2.3 Funciones de seguridad de los límites	I-14
2.4 Modos de seguridad	I-15
2.5 Interfaces eléctricas de seguridad	I-17
2.5.1 Entradas eléctricas de seguridad	I-17
2.5.2 Salidas eléctricas de seguridad	I-19
 3 Transporte	 I-21
 4 Interfaz mecánica	 I-23
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
 5 Interfaz eléctrica	 I-29
5.1 Introducción	I-29
5.2 Advertencias y precauciones eléctricas	I-29
5.3 E/S de controlador	I-31
5.3.1 Especificaciones comunes para todas las E/S digitales	I-31

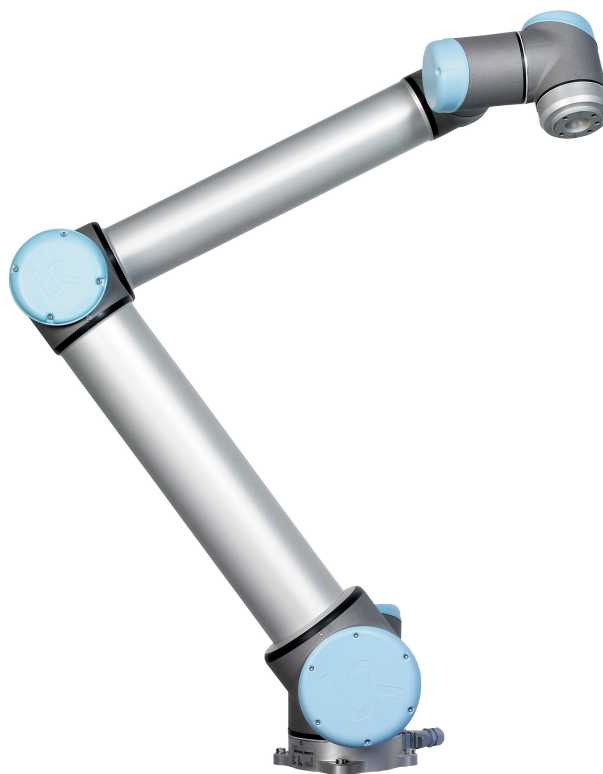
5.3.2	E/S de seguridad	I-33
5.3.3	E/S digitales de uso general	I-36
5.3.4	Entrada digital desde un botón	I-37
5.3.5	Comunicación con otras máquinas o PLC	I-37
5.3.6	E/S analógicas de uso general	I-37
5.3.7	Control remoto del encendido y el apagado	I-39
5.4	E/S de herramienta	I-40
5.4.1	Salidas digitales de la herramienta	I-41
5.4.2	Entradas digitales de la herramienta	I-42
5.4.3	Entradas analógicas de la herramienta	I-43
5.5	Ethernet	I-44
5.6	Conexión a la red de suministro	I-44
5.7	Conexión al robot	I-45
6	Mantenimiento y reparaciones	I-47
6.1	Instrucciones de seguridad	I-47
7	Eliminación y entorno	I-49
8	Certificaciones	I-51
8.1	Certificación de terceros	I-51
8.2	Certificación de terceros de proveedor	I-51
8.3	Certificación de prueba de fabricante	I-52
8.4	Declaraciones según directivas de la UE	I-52
9	Garantías	I-53
9.1	Garantía del producto	I-53
9.2	Descargo de responsabilidad	I-53
A	Tiempo de parada y distancia de parada	I-55
A.1	Tiempos y distancias de paradas de categoría 0	I-55
B	Declaraciones y certificados	I-57
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original)	I-57
B.2	Declaración de incorporación de CE/EU (traducción del original)	I-58
B.3	Certificado del sistema de seguridad	I-59
B.4	China RoHS	I-60
B.5	Certificado de pruebas medioambientales	I-61
B.6	Certificado de pruebas de CEM	I-62
B.7	Certificados de pruebas de sala blanca	I-63
C	Normas aplicadas	I-65
D	Especificaciones técnicas	I-73
E	Tablas de funciones de seguridad	I-75
E.1	Tabla 1	I-75
E.2	Tabla 2	I-78

II	Manual de PolyScope	II-1
10	Configuración de seguridad	II-3
10.1	Introducción	II-3
10.2	Cambio de la configuración de seguridad	II-5
10.3	Sincronización de seguridad y errores	II-5
10.4	Tolerancias	II-6
10.5	Suma de comprobación de seguridad	II-6
10.6	Modos de seguridad	II-7
10.7	Modo Movimiento libre	II-7
10.7.1	Retroceso	II-8
10.8	Bloqueo por contraseña	II-8
10.9	Aplicar	II-8
10.10	Límites generales	II-9
10.11	Límites de junta	II-11
10.12	Límites	II-12
10.12.1	Selección de un límite para realizar la configuración	II-13
10.12.2	Visualización 3D	II-13
10.12.3	Configuración de un plano de seguridad	II-14
10.12.4	Configuración del límite de la herramienta	II-17
10.13	E/S de seguridad	II-19
10.13.1	Señales de entrada	II-19
10.13.2	Señales de salida	II-21
11	Comience a programar	II-23
11.1	Introducción	II-23
11.2	Inicio	II-23
11.2.1	Instalación del brazo robótico y la caja de control	II-24
11.2.2	Encendido y apagado de la caja de control	II-24
11.2.3	Encendido y apagado del brazo robótico	II-24
11.2.4	Inicio rápido	II-25
11.2.5	El primer programa	II-25
11.3	Interfaz de programación PolyScope	II-26
11.4	Pantalla de bienvenida	II-28
11.5	Pantalla de inicialización	II-29
12	Editores en pantalla	II-31
12.1	Editor de expresiones en pantalla	II-31
12.2	Pantalla de editor de pose	II-31
13	Control del robot	II-35
13.1	Ficha Mover	II-35
13.1.1	Robot	II-35
13.1.2	Posición de función y herramienta	II-36
13.1.3	Mover herram.	II-36
13.1.4	Mover juntas	II-36
13.1.5	Movimiento libre	II-36
13.2	Ficha E/S	II-37

13.3	E/S del cliente MODBUS	II-38
13.4	Ficha Automover	II-39
13.5	Instalación → Cargar/guardar	II-40
13.6	Instalación → Configuración de PCH	II-41
13.6.1	Adición, modificación y eliminación de PCH	II-41
13.6.2	El PCH predeterminado y el PCH activo	II-42
13.6.3	Aprendizaje de la posición del PCH	II-42
13.6.4	Aprendizaje de la orientación del PCH	II-43
13.6.5	Carga	II-43
13.6.6	Centro de gravedad	II-43
13.7	Instalación → Fijación	II-44
13.8	Instalación → Config. E/S	II-45
13.8.1	Tipo de señal E/S	II-45
13.8.2	Asignar nombres definidos por usuario	II-46
13.8.3	Acciones E/S y control de pestaña E/S	II-46
13.9	Instalación → Seguridad	II-47
13.10	Instalación → Variables	II-47
13.11	Instalación → Configuración de E/S del cliente MODBUS	II-48
13.12	Instalación → Funciones	II-51
13.12.1	Utilizar una función	II-52
13.12.2	Punto nuevo	II-53
13.12.3	Línea nueva	II-54
13.12.4	Función de plano	II-55
13.12.5	Ejemplo: actualizar manualmente una función para ajustar un programa	II-56
13.12.6	Ejemplo: actualizar de forma dinámica una pose de función	II-57
13.13	Configuración del seguimiento de la cinta transportadora	II-57
13.14	Transición fluida entre modos de seguridad	II-59
13.15	Instalación → Programa predeterminado	II-59
13.16	Ficha Registro	II-61
13.16.1	Guardar informes de error	II-61
13.17	Pantalla Cargar	II-62
13.18	Pestaña Ejecutar	II-64
14	Programación	II-67
14.1	Programa nuevo	II-67
14.2	Ficha Programa	II-68
14.2.1	Árbol de programa	II-68
14.2.2	Indicación de ejecución de programa	II-69
14.2.3	Botón de búsqueda	II-69
14.2.4	Botones Deshacer/Rehacer	II-70
14.2.5	Panel del programa	II-70
14.3	Variables	II-71
14.4	Comando: Vacío	II-71
14.5	Comando: Mover	II-72
14.6	Comando: Punto de paso fijo	II-75
14.7	Comando: Punto de paso relativo	II-81
14.8	Comando: Punto de paso variable	II-82

14.9	Comando: Esperar	II-83
14.10	Comando: Ajustar	II-83
14.11	Comando: Aviso	II-84
14.12	Comando: Detener	II-85
14.13	Comando: Comentario	II-85
14.14	Comando: Carpeta	II-86
14.15	Comando: Bucle	II-86
14.16	Comando: Subprograma	II-87
14.17	Comando: Asignación	II-88
14.18	Comando: If	II-89
14.19	Comando: Script	II-90
14.20	Comando: Evento	II-91
14.21	Comando: Subproceso	II-92
14.22	Comando: Interruptor	II-92
14.22.1	Temporizador	II-93
14.23	Comando: Patrón	II-94
14.24	Comando: Fuerza	II-95
14.25	Comando: Palé	II-98
14.26	Comando: Búsqueda	II-99
14.27	Comando: Seguimiento de la cinta transportadora	II-103
14.28	Comando: Suprimir	II-103
14.29	Ficha Gráficos	II-103
14.30	Ficha Estructura	II-104
14.31	Ficha Variables	II-105
14.32	Comando: Inicialización de variables	II-106
15	Pantalla de configuración	II-107
15.1	Idioma y unidades	II-108
15.2	Actualizar robot	II-109
15.3	Fijar contraseña	II-110
15.4	Pantalla Calibrar	II-111
15.5	Configurar red	II-111
15.6	Ajuste de hora	II-112
15.7	Configuración de URCaps	II-113
	Glosario	II-115
	Índice	II-117

Prefacio



Enhorabuena por la compra de su nuevo robot Universal Robots UR10.

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.

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 para conectar el brazo robótico y la caja de control
- Cable de alimentación o de suministro eléctrico compatible con su región
- Lápiz con láser
- Este manual

Aviso de seguridad importante

El robot es **maquinaria parcialmente completada** (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

URCaps

El sitio URCaps (<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 URCaps 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 UR 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 de UR 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:**

Debe 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. Nunca utilice el robot si está dañado. Por ejemplo, si los tapones 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 (impedancia/retroceso) solo se utilizará en instalaciones en las que lo permita la evaluación de riesgos. Las herramientas, los efectores finales y los obstáculos no deben tener bordes afilados ni puntos de enganche.
10. 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.
11. Tenga cuidado con el movimiento del robot cuando utilice la consola portátil.
12. 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. Las colisiones pueden liberar altos niveles de energía cinética, que será mucho más elevada a gran velocidad y con una gran carga útil. (Energía cinética = $\frac{1}{2}$ Masa · Velocidad²)
14. 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.
15. 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.
16. Si el robot se adquiere con un módulo adicional (por ejemplo la interfaz euromap67), consulte el manual correspondiente a dicho módulo.

**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. Para refrigerar el robot, apague el robot y espere 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. También se recomienda probar el programa del robot utilizando puntos de paso temporales fuera del espacio de trabajo de otras máquinas.
2. No exponga el robot a campos magnéticos permanentes. Los campos magnéticos muy fuertes pueden dañar el robot.

1.6 Uso previsto

Las unidades de UR 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 de UR 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

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).

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 todos 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 herramienta/efector final y PCH:** 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 y PCH:** 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. Atrapamiento de dedos entre conector de cable del brazo robótico y la base (junta 0).
2. Atrapamiento de dedos entre el pie y la base del robot (junta 0).
3. Atrapamiento de dedos entre muñeca de robot 1 y muñeca de robot 2 (junta 3 y junta 4).

4. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en la herramienta/efector final o conector de herramienta/efector final.
5. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en obstáculos que haya cerca de la guía del robot.
6. Cardenales causados el contacto con el robot.
7. Torceduras o fracturas óseas debidas a golpes entre una carga pesada y una superficie dura.
8. Consecuencias debidas a tornillos flojos que sujetan el brazo robótico o herramienta/efector final.
9. Objetos que se caen de la herramienta/efector final, por ejemplo por un mal agarre o una interrupción del suministro eléctrico.
10. Errores debido a que hay distintos botones de parada de emergencia para diferentes máquinas.
11. 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 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 5.3.2).

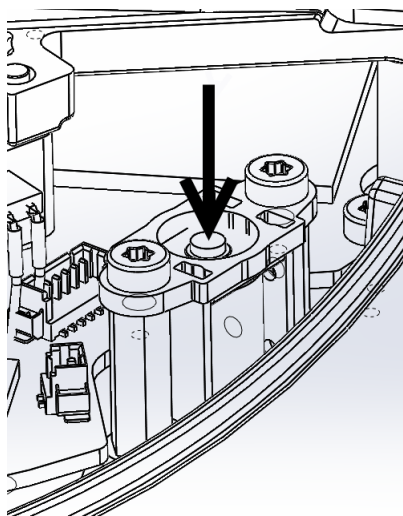
1.9 Movimiento con y sin fuerza motriz

En el caso improbable de que se dé una situación de emergencia y haya que mover una o varias juntas del robot y no se pueda o no se quiera mover el robot, hay dos formas distintas de forzar el movimiento de las juntas del robot: Nota: En una situación de servicio, se puede liberar el freno en las juntas sin conectar el suministro eléctrico.

1. Retroceso forzado: Fuerce el movimiento de una junta empujando o tirando fuerte del brazo robótico. Cada freno de junta dispone de un embrague de fricción que permite el movimiento durante un par forzado alto.
2. Liberación manual de frenos: para retirar la cubierta de la junta, quite los tornillos M3 que la sujetan. Libere el freno presionando el émbolo del pequeño electroimán tal como muestra la imagen inferior.

**ADVERTENCIA:**

1. El movimiento manual del brazo robótico debe reservarse únicamente para casos de emergencia y puede dañar las juntas.
2. Si el freno se suelta manualmente, la atracción gravitatoria puede hacer que caiga el brazo robótico. Sujete siempre el brazo robótico, la herramienta/efector final y la pieza de trabajo cuando suelte el freno.



2 Interfaces y funciones de seguridad

2.1 Introducción

Los robots de UR están equipados con distintas funciones de seguridad integradas, así como con interfaces eléctricas de seguridad para conectarse a otras máquinas y dispositivos de protección adicionales. Todas las interfaces y funciones de seguridad se supervisan según la norma ISO13849-1:2008 (vea el capítulo 8 para obtener información sobre las certificaciones) y tienen nivel de rendimiento d (PLd).



PELIGRO:

El uso de parámetros de la configuración de seguridad distintos a los que están definidos por la evaluación de riesgos realizada por el integrador puede traducirse en peligros que no se eliminan razonablemente o riesgos que no se reducen lo suficiente.

Consulte el capítulo 10, sección II para la configuración de las entradas, salidas y funciones relacionadas con la seguridad de la interfaz de usuario. Consulte en el capítulo 5 las descripciones de la conexión de dispositivos de seguridad a la interfaz eléctrica.



NOTA:

1. El uso y la configuración de las funciones y las interfaces relacionadas con la seguridad deben llevarse a cabo de acuerdo con la evaluación de riesgos que realice el integrador en la aplicación robótica específica. Consulte la sección 1.7 en el capítulo 1.
2. Si el robot detecta un fallo o infracción en el sistema de seguridad, por ejemplo, que uno de los cables del circuito de parada de emergencia está cortado, un sensor de posición está roto o que se ha infringido una limitación de una función de seguridad, se inicia una parada de categoría 0. El tiempo necesario en el peor caso desde que se produce un error hasta que el robot se detiene aparece al final de este capítulo. Este tiempo debe tenerse en cuenta como parte de la evaluación de riesgos realizada por el integrador.

El robot tiene una serie de funciones de seguridad que pueden utilizarse para limitar el movimiento de sus juntas y del *Punto Central de la Herramienta* (PCH) del robot. El PCH es el punto central de la brida de salida con la adición de la compensación del PCH.

Las funciones de seguridad limitadoras son:

Función de Seguridad Limitadora	Descripción
Posición de junta	Posición angular mín. y máx. de la junta
Velocidad de junta	Velocidad angular máx. de la junta
Posición del PCH	Planos del espacio cartesiano que limitan la posición del PCH del robot
Velocidad del PCH	Velocidad máx. del PCH del robot
Fuerza del PCH	Fuerza de empuje máx. del PCH del robot
Momento	Momento máx. del brazo robótico
Potencia	Potencia aplicada máx. del brazo robótico

2.2 Tiempos de parada del sistema de seguridad

El tiempo de parada del sistema de seguridad es el tiempo que discurre desde que se produce un error o infracción en una función de seguridad hasta que el robot se detiene por completo y los frenos mecánicos se activan.

Deben tenerse en cuenta los tiempos de parada máximos de la tabla si la seguridad de la aplicación depende del tiempo de parada del robot. Por ejemplo, si un error en el robot provoca la parada de toda una cadena de la fábrica, en la que es necesario llevar a cabo determinadas acciones inmediatamente después de la parada, deben tenerse en cuenta los tiempos de parada máximos.

Las medidas se realizan con la siguiente configuración del robot:

- Extensión: 100 % (el brazo robótico está completamente extendido en el plano horizontal).
- Velocidad: El límite de velocidad PCH del sistema de seguridad está establecido al límite indicado.
- Carga útil: carga útil máxima manipulada por el robot conectada al PCH (10 kg).

El tiempo de parada en el peor caso para una parada de categoría¹ 0 en caso de infracción de las interfaces o límites de seguridad, puede verse al final de la siguiente tabla.

Límite de velocidad del PCH	Tiempo de parada máximo
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

2.3 Funciones de seguridad de los límites

El software de control de trayectoria avanzado reduce la velocidad o emite una parada de ejecución de programa si el brazo robótico se acerca a un límite de seguridad. Por eso, los incumplimientos de los límites solo se producen en casos excepcionales. No obstante, si se incumple un límite, el sistema de seguridad emite una parada de categoría 0.

¹Categorías de parada según IEC 60204-1, consulte el glosario para obtener más información.

Función de Seguridad Limitadora	Peor Caso			
	Certeza	Tiempo de Detección	Tiempo de Eliminación de Energía	Tiempo de Reacción
Posición de junta	1.15°	100 ms	1000 ms	1100 ms
Velocidad de junta	1.15°/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Posición del PCH	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
Orientación del PCH	1.15°	100 ms	1000 ms	1100 ms
Velocidad del PCH	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Fuerza del PCH	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Momento	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Potencia	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

El sistema se considera *sin energía* cuando la tensión de bus de 48 V llega a un potencial eléctrico inferior a 7,3 V. El tiempo de eliminación de energía es el tiempo que transcurre desde la detección de un evento hasta que el sistema se queda sin energía.

**ADVERTENCIA:**

Hay dos excepciones a la función de limitación de fuerza que es importante tener en cuenta al diseñar la célula de trabajo del robot. Se ilustran en la Figura 2.1. Cuando el robot se extiende, el efecto de articulación de rodilla puede causar fuerzas elevadas en dirección radial (alejándose de la base), pero, al mismo tiempo, velocidades bajas. De forma similar, el brazo de apalancamiento corto, cuando la herramienta está cerca de la base y se mueve de forma tangencial (alrededor) a la base, puede causar fuerzas elevadas, pero también a velocidades bajas. Los peligros de engancho pueden evitarse, por ejemplo, eliminando obstáculos en estas zonas, colocando el robot de otra forma o utilizando una combinación de planos de seguridad y límites de junta 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 de junta debe establecerse como máximo en 40 grados por segundo para las juntas de base y hombro, salvo que una evaluación de los riesgos demuestre que las velocidades por encima de los 40 grados por segundo son aceptables. Esto evitará los movimientos rápidos del codo robótico cerca de las singularidades.

2.4 Modos de seguridad

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

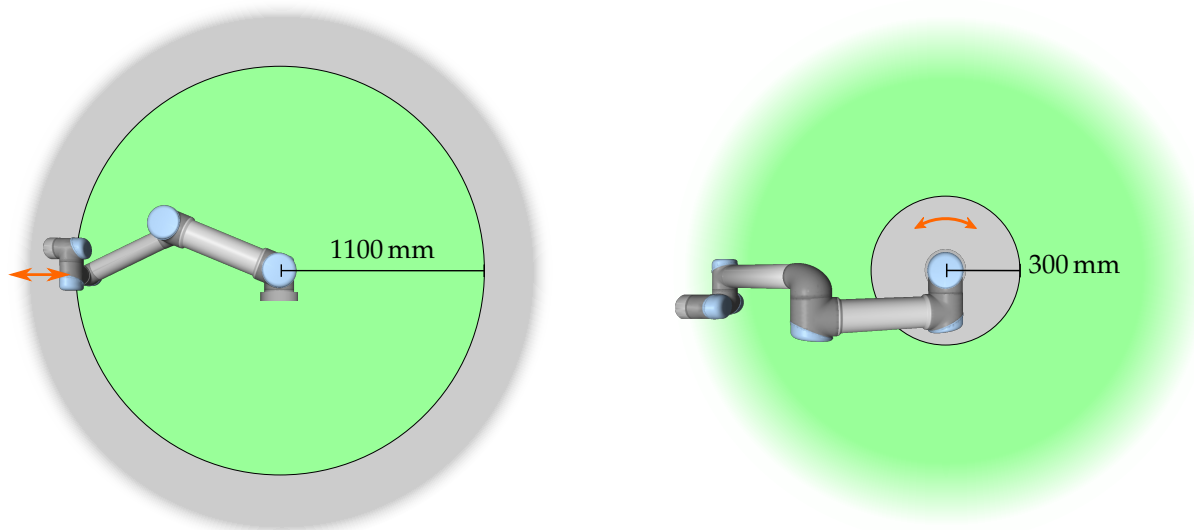


Figura 2.1: En determinadas zonas del espacio de trabajo debe prestarse atención a los peligros de engan- che, debido a las propiedades físicas del brazo robótico. Se define una zona para movimientos radiales cuando la junta de la muñeca 1 está a una distancia de al menos 1100 mm de la base del robot. La otra zona está a 300 mm de la base del robot, cuando el movimiento se produce en dirección tangencial.

modos. El modo Reducido está activo cuando el PCH del robot se encuentra más allá de un plano en *modo Reducido con activador* o cuando lo activa una entrada de seguridad. El modo Reducido se puede activar mediante un plano o una entrada.

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 junta), se entra en el modo especial *Recuperación*. En el modo 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 ficha Mover de PolyScope (consulte la sección II “Manual de PolyScope”). Los límites de seguridad del modo *Recuperación* son:

Función de Seguridad Limitadora	Límite
Velocidad de junta	30 °/s
Velocidad del PCH	250 mm/s
Fuerza del PCH	100 N
Momento	10 kg m/s
Potencia	80 W

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

**ADVERTENCIA:**

Tenga en cuenta que los límites de la *posición de junta*, la *posición de PCH* y la *orientación de PCH* se deshabilitan en el modo Recuperación. Tenga cuidado al devolver el brazo robótico a los límites.

2.5 Interfaces eléctricas de seguridad

El robot está equipado con varias entradas y salidas eléctricas de seguridad. Todas las entradas y salidas eléctricas de seguridad tienen dos canales. Son seguras cuando son bajas, p. ej. la parada de emergencia no está activa cuando las señales son altas (+24 V).

2.5.1 Entradas eléctricas de seguridad

En la siguiente tabla se ofrece una visión general de las entradas eléctricas de seguridad.

Entrada de Seguridad	Descripción
Parada de emergencia del robot	(Entrada dedicada). Realiza una parada de categoría 1, que puede ser transmitida a otras máquinas con la salida de <i>Parada de emergencia del sistema</i> cuando se configura para ello.
Botón de parada de emergencia	(Botón de la consola portátil). Realiza una parada de categoría 1, que puede ser transmitida a otras máquinas con la salida de <i>Parada de emergencia del sistema</i> cuando se configura para ello.
Parada de emergencia del sistema	(Entrada configurable). Realiza una parada de categoría 1. Para evitar los interbloques, esta señal no se transmitirá a otras máquinas a través de la salida de <i>Parada de emergencia del sistema</i> .
Parada de protección Restablecimiento de protección	(Entrada dedicada). Realiza una parada de categoría 2. (Entrada configurable). Reanuda el robot desde un estado de <i>parada de protección</i> , cuando hay un flanco en la entrada de restablecimiento de protección.
Modo reducido	(Entrada configurable). El sistema de seguridad cambia a los límites del modo <i>Reducido</i> .
Dispositivo de habilitación de 3 posiciones	(Entrada configurable). Funciona como entrada de parada de protección cuando la entrada de modo operativo está a nivel (lógico) alto.
Modo operativo	(Entrada configurable). El modo operativo se utiliza cuando se configura un dispositivo de habilitación de 3 posiciones.

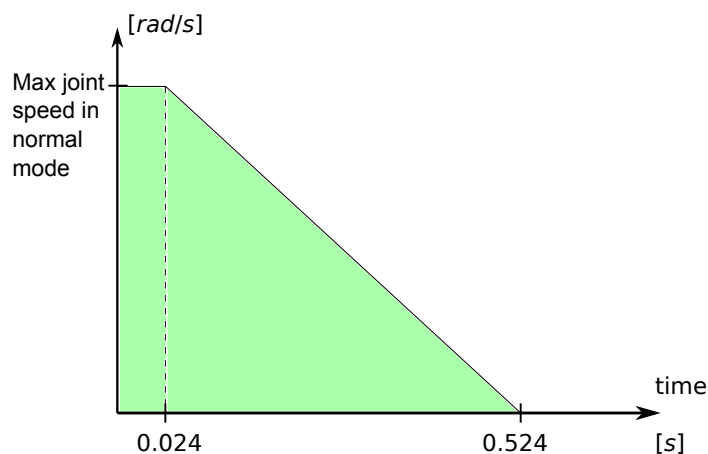


Figura 2.2: La zona verde bajo la línea representa las velocidades permitidas para una junta durante el frenado. Cuando el tiempo es 0 un evento (parada de emergencia o parada de protección) se detecta en el procesador de seguridad. La reducción de la velocidad comienza después de 24 ms.

Las paradas de categoría 1 y 2 reducen la velocidad del robot manteniendo la fuerza motriz, lo que permite que el robot se detenga sin desviarse de su trayectoria.

Supervisión de entradas de seguridad El sistema de seguridad supervisa las paradas de categoría 1 y 2 del siguiente modo:

1. El sistema de seguridad supervisa que el frenado se inicie en menos de 24 ms (ver Figura 2.2).
2. Si una junta se está moviendo, su velocidad se supervisa para que nunca supere la velocidad obtenida al reducir constantemente la velocidad desde el límite de velocidad máxima de la junta en el modo *Normal* hasta 0 rad/s en 500 ms.
3. Si una junta está parada (la velocidad de junta es inferior a 0,2 rad/s), se supervisa para que no se mueva más de 0,05 rad desde la posición que tenía cuando se midió la velocidad por debajo de 0,2 rad/s.

Además, para una parada de categoría 1, el sistema de seguridad supervisa que, después de que se pare el brazo robótico, el apagado finalice en menos de 600 ms. Por otra parte, después de una entrada de parada de protección, el brazo robótico solo puede retomar el movimiento tras un flanco positivo en la entrada de restablecimiento de protección. Si no se cumple ninguna de las propiedades anteriores, el sistema de seguridad emite una parada de categoría 0.

Una transición al modo *Reducido* activada por la entrada de modo reducido se supervisa como sigue:

1. El sistema de seguridad acepta los conjuntos de límites del modo *Normal* y del *Reducido* para 500 ms tras la activación de la entrada de modo reducido.
2. Una vez transcurridos 500 ms, solo están activos los límites del modo *Reducido*.

Si no se cumple ninguna de las propiedades anteriores, el sistema de seguridad emite una parada de categoría 0.

El sistema de seguridad realiza una parada de categoría 0 con el rendimiento descrito en la tabla que aparece a continuación. El tiempo de reacción en el peor caso es el tiempo necesario para

2.5 Interfaces eléctricas de seguridad

detener y *eliminar la energía* (descargar hasta un potencial eléctrico menor de 7,3 V) de un robot funcionando a plena velocidad y con toda la carga útil.

Función de Entrada de Seguridad	Peor Caso		
	Tiempo de Detección	Tiempo de Eliminación de Energía	Tiempo de Reacción
Parada de emergencia del robot	250 ms	1000 ms	1250 ms
Botón de parada de emergencia	250 ms	1000 ms	1250 ms
Parada de emergencia del sistema	250 ms	1000 ms	1250 ms
Parada de protección	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Salidas eléctricas de seguridad

En la siguiente tabla se ofrece una visión general de las salidas eléctricas de seguridad:

Salida de Seguridad	Descripción
Parada de emergencia del sistema	Nivel lógico bajo cuando la entrada de <i>Parada de emergencia del robot</i> la entrada 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 brazo robótico se mueve más de 0,1 rad.
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 protección. De lo contrario, el nivel lógico será bajo.
Modo reducido	Nivel lógico bajo cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Reducido</i> .
Sin modo reducido	La negación de la salida <i>modo Reducido</i> .

Si una salida de seguridad no está bien configurada, el sistema de seguridad emite una parada de categoría 0, con los siguientes tiempos de reacción en el peor caso:

Salida de Seguridad	Tiempo de Reacción en el Peor Caso
Parada de emergencia del sistema	1100 ms
Robot en movimiento	1100 ms
Robot no se detiene	1100 ms
Modo reducido	1100 ms
Sin modo reducido	1100 ms

3 Transporte

Transporte el robot en el embalaje original. Guarde el material de embalaje en un lugar seco; es posible que deba embalar y trasladar el robot más adelante.

Eleve ambos tubos del brazo robótico al mismo tiempo cuando lo traslade del embalaje al lugar de instalación. Sujete el robot hasta que todos los pernos de montaje estén correctamente fijados en la base del robot.

La caja del controlador debe elevarse con el mango.



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.

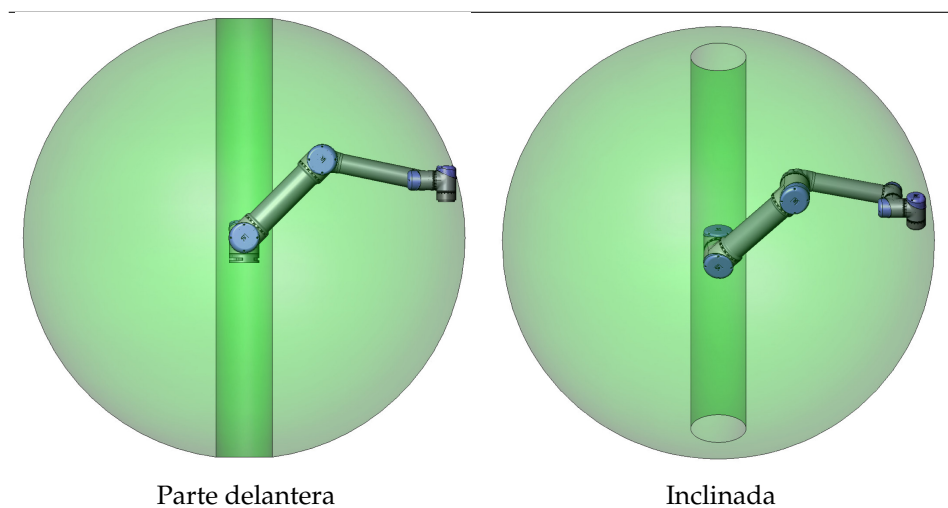
4 Interfaz mecánica

4.1 Introducción

Este capítulo describe los aspectos básicos a la hora de montar las distintas 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 UR10 ocupa 1300 mm desde la junta de la 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 en la medida de lo posible, ya que esto provocaría que las juntas del robot se movieran rápido aunque la herramienta lo hiciera despacio, causando que el robot trabaje de forma ineficiente y dificultando la realización de la evaluación de riesgos.



4.3 Montaje

Brazo robótico El brazo robótico se monta utilizando cuatro pernos M8 en los cuatro orificios de 8.5 mm de la base. Se recomienda apretar estos pernos con un par de torsión de 20 N m. En caso de que se desee volver a colocar de forma muy precisa el brazo robótico, se suministran dos orificios de Ø8 para utilizar con una clavija. Asimismo, como accesorio, también puede adquirirse una contrapieza precisa para la base. La figura 4.1 muestra dónde taladrar los orificios y montar los tornillos.

El cable de conexión en la base del robot puede montarse por el lateral o a través de la parte inferior de la base. Monte el robot sobre una superficie resistente, lo bastante fuerte para 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. Además, en la superficie no debe haber vibraciones.

Si el robot se monta sobre un eje lineal o una plataforma móvil, la aceleración de la base de montaje móvil debe ser muy baja. Una aceleración alta puede hacer que el robot se pare por pensar que ha chocado con algo.

**PELIGRO:**

- Asegúrese de que los pernos del brazo robótico estén correcta y seguramente colocados. La superficie de montaje debe ser resistente.
- Recuerde insertar los tapones de goma en todos los agujeros de montaje de la base del robot para evitar el atrapamiento de los dedos.

**PRECAUCIÓN:**

Si el robot permanece mojado durante un período prolongado, podría dañarse. El robot no debe montarse en el agua ni en un entorno húmedo.

Función La brida de la herramienta del robot tiene cuatro orificios de rosca M6 para acoplar una herramienta al robot. Los pernos M6 deben apretarse con 9 N m. En caso de que se desee volver a colocar de forma muy precisa la herramienta, se suministra el orificio de Ø6 para utilizar con una clavija. La figura 4.2 muestra dónde taladrar los orificios y montar los tornillos.

**PELIGRO:**

1. Asegúrese de que los pernos de la herramienta estén correcta y seguramente colocados.
2. Asegúrese de que la herramienta esté construida de modo que no pueda crear una situación peligrosa al dejar caer una pieza inesperadamente.

Caja de control La caja de control puede colgarse en una pared o colocarse sobre el suelo. Se necesita una holgura de 50 mm por cada lado para que el flujo de aire sea suficiente. Puede adquirir soportes adicionales para el montaje.

Consola portátil La consola portátil puede colgarse en una pared o en la caja de control. Puede adquirir soportes adicionales para instalar la consola portátil. Asegúrese de que nadie pueda tropezar con el cable y caerse.

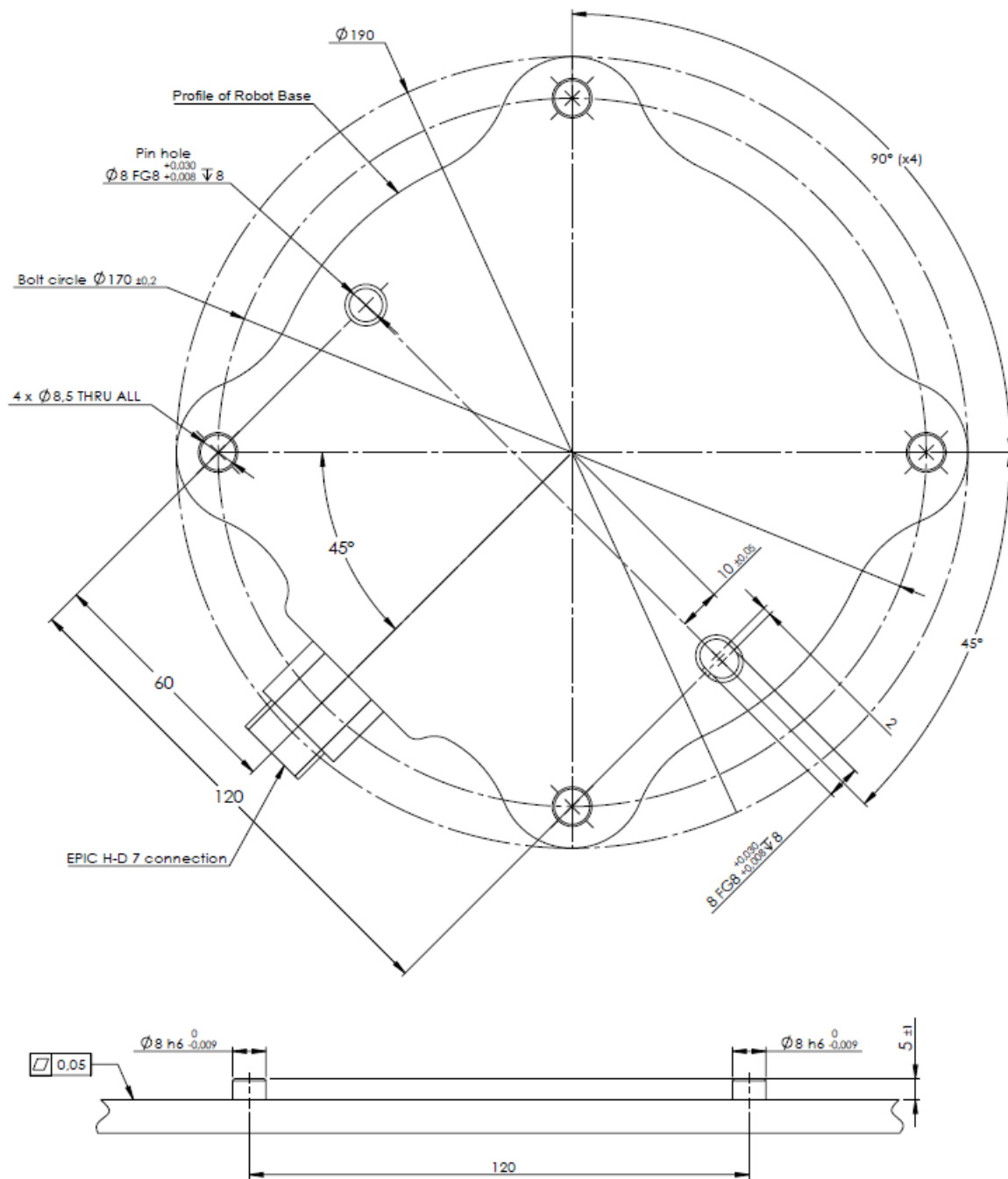


Figura 4.1: Orificios de montaje del robot. Usar cuatro pernos M8. Todas las medidas están en mm.

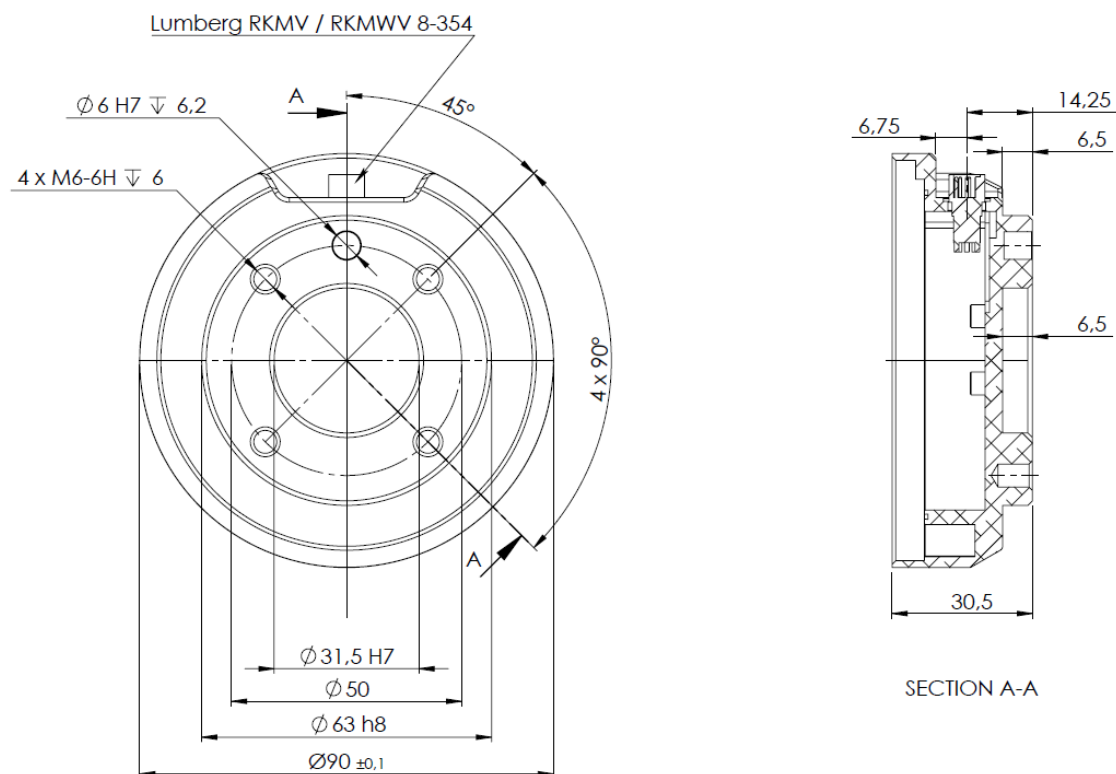


Figura 4.2: Brida de salida de la herramienta, ISO 9409-1-50-4-M6. Aquí es donde se monta la herramienta, en la punta del robot. Todas las medidas están en mm.



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 la muerte.
2. La caja de control y la consola portátil no deben exponerse a entornos polvorientos ni húmedos que superen el nivel IP20. Preste especial atención a los entornos con polvo conductor.

4.4 Carga máxima

La carga máxima permitida del brazo robótico depende de la *compensación del centro de gravedad*, (ver figura 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.

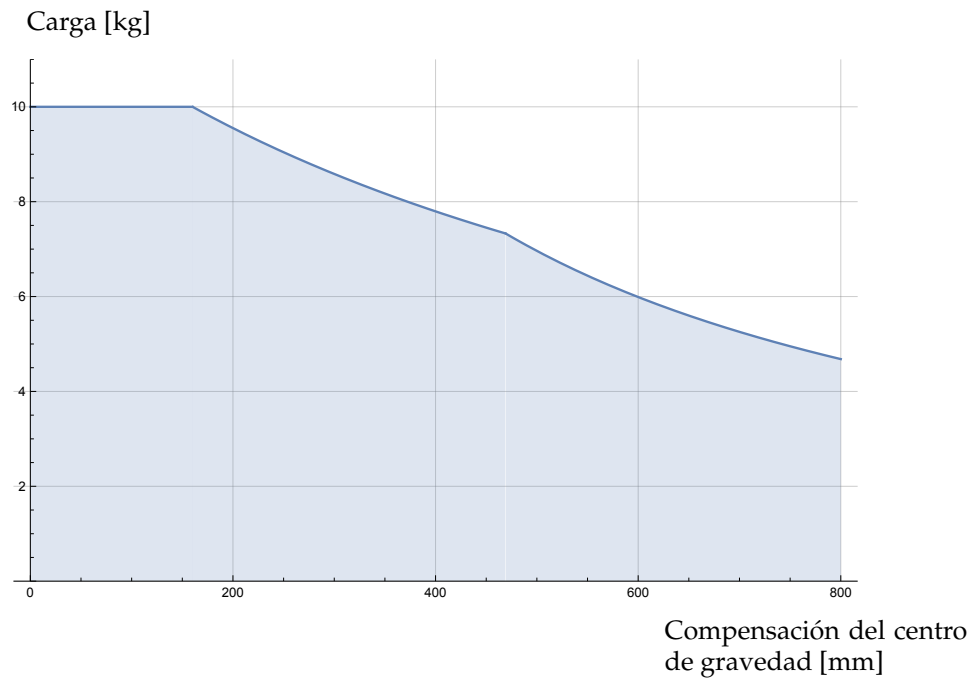


Figura 4.3: La relación entre la carga máxima permitida y la compensación del centro de gravedad.

5 Interfaz eléctrica

5.1 Introducción

En este capítulo se describen todas las interfaces eléctricas del brazo robótico y la caja de control. Las diferentes interfaces se dividen en cinco grupos con distintos propósitos y propiedades:

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

El término **E/S** se refiere a las señales digitales y analógicas de control que entran en una interfaz o salen de ella.

Estos cinco grupos se describen en las secciones que aparecen a continuación. Se ofrecen ejemplos de la mayoría de los tipos de E/S.

Las advertencias y precauciones de la siguiente sección son relevantes para los cinco grupos, y deben tenerse en cuenta.

5.2 Advertencias y precauciones eléctricas

En el diseño y la instalación de una aplicación robótica deben tenerse en cuenta las advertencias y precauciones que se detallan a continuación. Estas advertencias y precauciones se aplican también a las reparaciones.



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 5.3*.


PELIGRO:

1. Asegúrese de que el equipo que no pueda exponerse al agua permanezca seco. Si entrara agua en el producto, proceda al bloqueo y etiquetado de toda alimentación y contacte a continuación con su proveedor.
2. Utilice únicamente los cables originales suministrados con el robot. No utilice el robot para aplicaciones en las que los cables estarán sometidos a flexión. Póngase en contacto con su proveedor si necesita cables flexibles o más largos.
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 los orificios. Asegúrese de eliminar todas las virutas antes de volver a colocar la placa. Recuerde que debe utilizar los tamaños correctos de pasamuros.


PRECAUCIÓN:

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 un comportamiento inesperado 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 más exhaustivas.

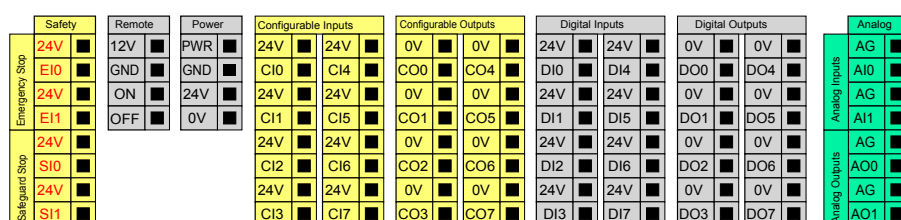
**NOTA:**

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

5.3 E/S de controlador

En este capítulo se explica cómo conectar los equipos a las E/S del interior de la caja de control. Estas E/S son sumamente flexibles, y pueden utilizarse para una amplia variedad de equipos diferentes, incluidos relés neumáticos, PLC y pulsadores de parada de emergencia.

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



Tenga en cuenta el significado de los diferentes colores (ver a continuación).

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

La E/S **configurable** puede configurarse como E/S de seguridad o como E/S de uso general en la IGU. Más información en la parte II.

En las subsecciones que aparecen a continuación se describe cómo utilizar las E/S digitales. Debe tenerse en cuenta la sección en la que se describen las especificaciones comunes.

5.3.1 Especificaciones comunes para todas las E/S digitales

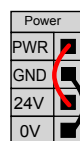
En esta sección se definen las especificaciones eléctricas de las siguientes E/S digitales de 24 V de la caja de control.

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

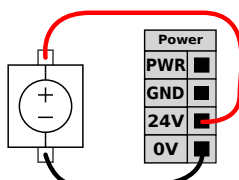
Es muy importante que los robots de UR se instalen de acuerdo con las especificaciones eléctricas, que son las mismas para los tres tipos de entradas.

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. En la configuración predeterminada se utiliza la fuente de alimentación interna, como se indica a continuación.



Si se necesita más corriente, puede conectarse una fuente de alimentación externa (ver 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

Nota: *Para cargas resistivas o cargas inductivas con máximo 1H.

**NOTA:**

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

5.3.2 E/S de seguridad

En esta sección se describen las entradas de seguridad dedicadas (terminal amarillo con texto rojo) y las E/S configurables (terminales amarillos con texto negro) cuando se configuran como E/S de seguridad. Deben tenerse en cuenta las especificaciones comunes de la sección 5.3.1.

Los equipos y dispositivos de seguridad deben instalarse de acuerdo con las instrucciones de seguridad y la evaluación de riesgos (consulte capítulo 1).

Todas las E/S de seguridad son pares (redundantes) y deben mantenerse como dos ramas separadas. Un único fallo no debe provocar la pérdida de la función de seguridad.

Las dos entradas de seguridad permanentes son la Parada de emergencia del robot y la Parada de protección. La entrada de Parada de emergencia del robot es solo para equipos de parada de emergencia. La entrada de Parada de protección es para todo tipo de equipos de protección de seguridad. A continuación se muestra la diferencia funcional.

	Parada de emergencia	Parada de protección
El robot deja de moverse	Sí	Sí
Ejecución de programa	Paradas	Pausas
Alimentación del robot	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

Es posible utilizar 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 (ver parte II).

En las siguientes subsecciones se muestran algunos ejemplos de cómo utilizar las E/S de seguridad.

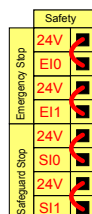


PELIGRO:

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 E/S 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.

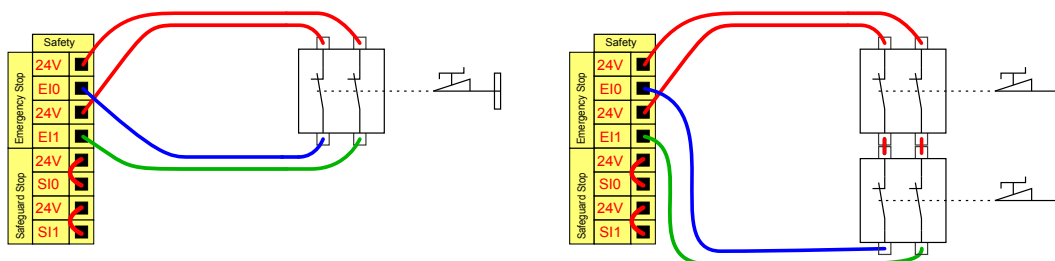
5.3.2.1 Configuración de seguridad predeterminada

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



5.3.2.2 Conexión de los botones de parada de emergencia

En la mayoría de las aplicaciones es necesario utilizar 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.



5.3.2.3 Uso compartido de la parada de emergencia con otras máquinas

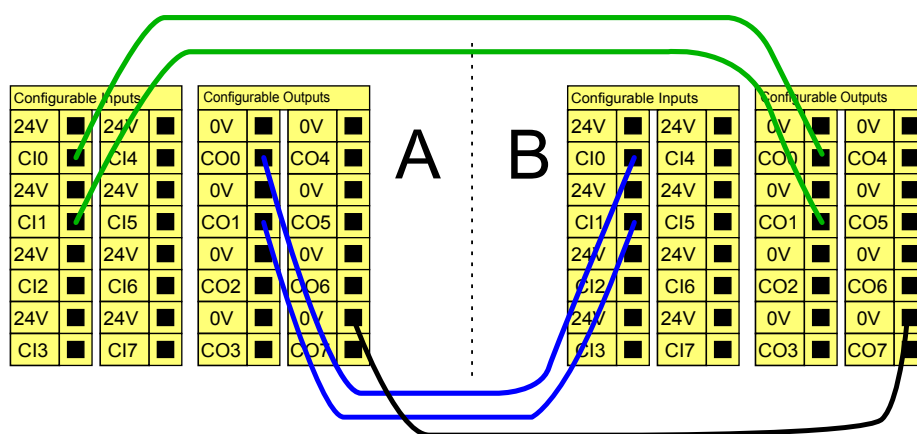
Suele ser recomendable configurar un circuito común de parada de emergencia cuando el robot se utiliza junto con otras máquinas. Así, el operador no tiene que pensar qué botón de parada de emergencia debe utilizar.

La entrada de Parada de emergencia del robot no se puede compartir, pues ambas máquinas esperarían que la otra saliera de la parada de emergencia.

Para compartir la función de parada de emergencia con otras máquinas, deben configurarse a través de la IGU las funciones de E/S configurables que se indican a continuación.

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

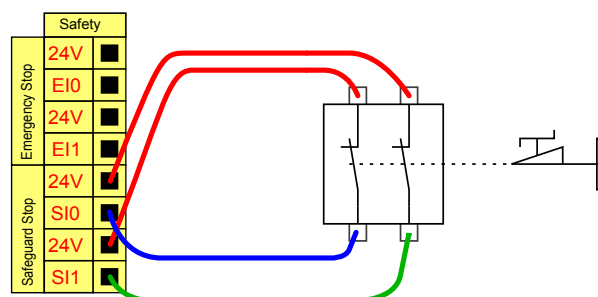
La ilustración que aparece a continuación muestra cómo comparten sus funciones de parada de emergencia dos robots de UR. En este ejemplo, las E/S configuradas que se han utilizado son "CI0-CI1" y "CO0-CO1".



Si deben conectarse más de dos robots UR u otras máquinas, es necesario un PLC de seguridad para controlar las señales de parada de emergencia.

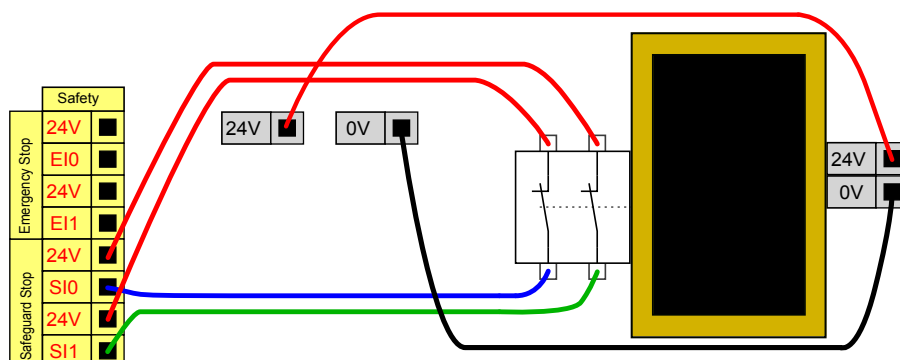
5.3.2.4 Parada de protección con reanudación automática

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



Esta configuración solo es aplicable si el operador no puede cerrar la puerta tras pasar por ella. Las E/S configurables pueden utilizarse para configurar un botón de restablecimiento fuera de la puerta que reactive el movimiento del robot.

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

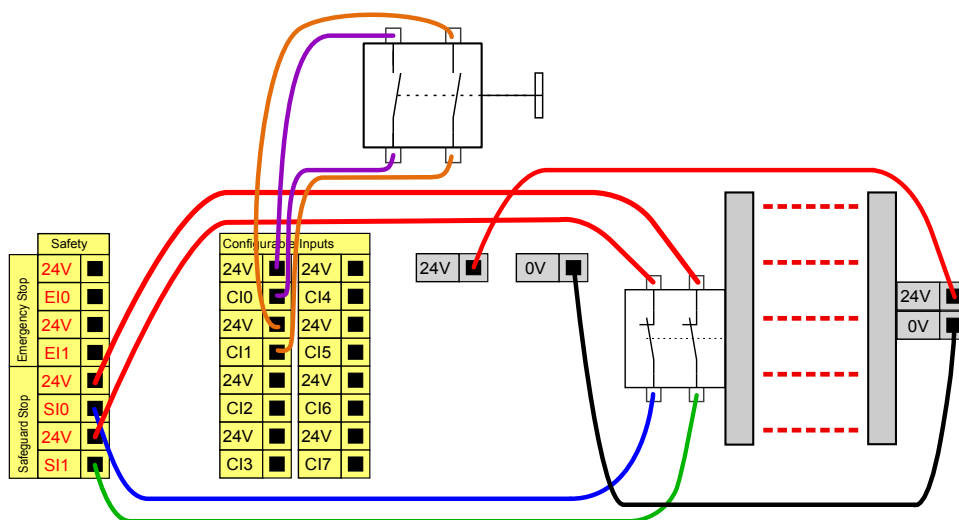


PELIGRO:

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

5.3.2.5 Parada de protección con botón de restablecimiento

Si la interfaz de protección se utiliza para comunicarse 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).



5.3.3 E/S digitales de uso general

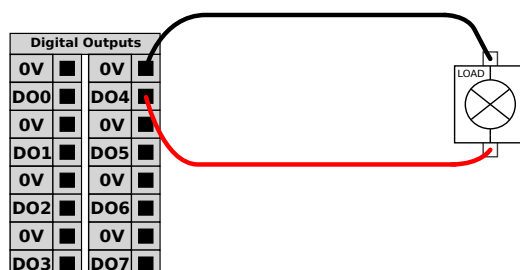
En esta sección se describen las E/S de 24 V de uso general (terminales grises) y las E/S configurables (terminales amarillos con texto negro) cuando no se configuran como E/S de seguridad. Deben tenerse en cuenta las especificaciones comunes de la sección 5.3.1.

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 (más información en la 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.

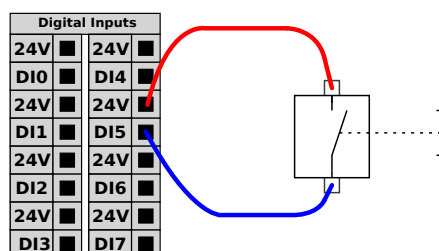
5.3.3.1 Carga controlada por una salida digital

En este ejemplo se muestra cómo conectar una carga para controlarla desde una salida digital (ver a continuación).



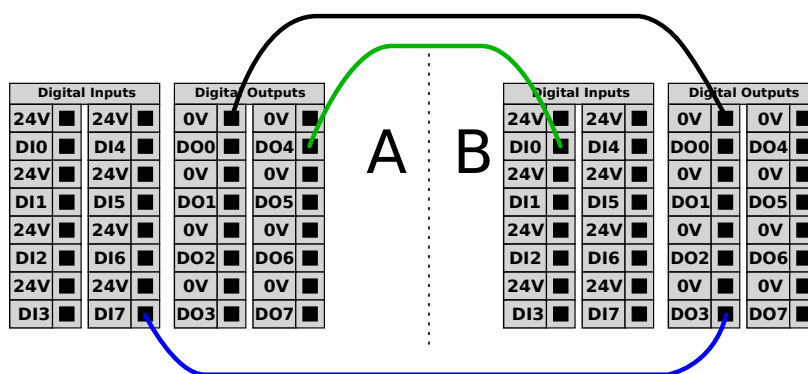
5.3.4 Entrada digital desde un botón

En el ejemplo que aparece a continuación se muestra cómo conectar un botón sencillo a una entrada digital.



5.3.5 Comunicación con otras máquinas o PLC

La E/S digital puede utilizarse para comunicarse con otros equipos si se establece una masa común (0 V) y la máquina utiliza tecnología PNP (ver a continuación).



5.3.6 E/S analógicas de uso general

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

Se recomienda lo siguiente 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.

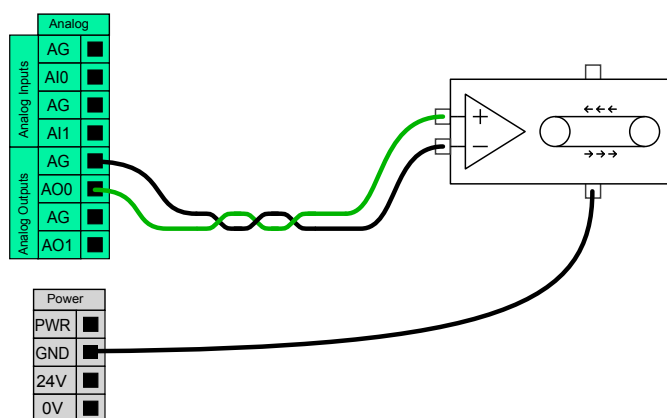
Los modos de entrada pueden seleccionarse en la IGU (ver la parte II). Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

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

En los siguientes ejemplos se muestra cómo utilizar las E/S analógicas.

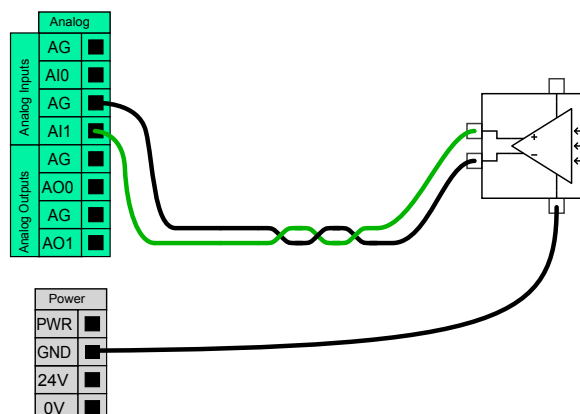
5.3.6.1 Uso de una salida analógica

A continuación se expone un ejemplo de cómo controlar una cinta transportadora con una salida analógica de control de velocidad.



5.3.6.2 Uso de una entrada analógica

A continuación se expone un ejemplo de cómo conectar un sensor analógico.



5.3.7 Control remoto del encendido y el apagado

El control remoto del encendido y el apagado puede utilizarse para encender y apagar la caja de control sin utilizar la consola portátil. Suele utilizarse en las siguientes aplicaciones:

- 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 del encendido y el apagado ofrece una pequeña alimentación auxiliar de 12 V, que se mantiene activa cuando se apaga la caja del controlador. Las entradas “on” y “off” solo deben utilizarse para la activación de corta duración. La entrada “on” funciona igual que el botón de encendido. Utilice siempre la entrada “off” para el control remoto del “apagado”, pues esta señal permite que la caja de control guarde los archivos abiertos y se apague correctamente.

Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

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

En los siguientes ejemplos se muestra cómo utilizar el encendido y el apagado remotos.



NOTA:

Puede utilizarse una función especial del software para cargar e iniciar programas automáticamente (consulte la parte II).

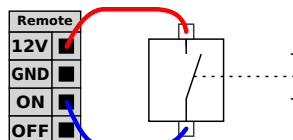


PRECAUCIÓN:

1. Nunca utilice la entrada "on" ni el botón de encendido para apagar la caja de control.

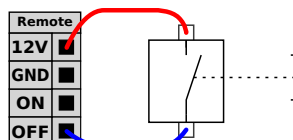
5.3.7.1 Botón de encendido remoto

En la siguiente ilustración se muestra cómo conectar un botón de encendido remoto.



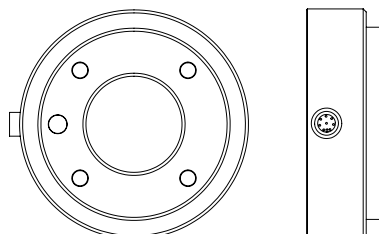
5.3.7.2 Botón DESACTIVADO remoto

En la siguiente ilustración se muestra cómo conectar un botón de apagado remoto.



5.4 E/S de herramienta

En el lado de la herramienta del robot hay un pequeño conector con ocho contactos (ver ilustración a continuación).



Dicho conector suministra alimentación y señales de control para pinzas y sensores utilizados en una determinada herramienta de robot. Son adecuados los siguientes cables industriales:

- Lumberg RKMV 8-354.

Los ocho hilos del interior del cable tienen diferentes colores. Los diferentes colores indican diferentes funciones (ver tabla a continuación):

Color	Señal
Rojo	0 V (masa)
Gris	0 V / +12 V / +24 V (ALIMENTACIÓN)
Azul	Salida de herramienta 0 (TO0)
Rosa	Salida de herramienta 1 (TO1)
Amarillo	Entrada de herramienta 0 (TI0)
Verde	Entrada de herramienta 1 (TI1)
Blanco	Entrada analógica 2 (AI2)
Marrón	Entrada analógica 3 (AI3)

La fuente de alimentación interna puede ajustarse a 0 V, 12 V o 24 V en la ficha E/S de la IGU (ver la parte II). Las especificaciones eléctricas se indican a continuación:

Parámetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidad
Tensión de alimentación en modo de 24 V	-	24	-	V
Tensión de alimentación en modo de 12V	-	12	-	V
Corriente de alimentación en ambos modos*	-	-	600	mA

Nota: *Se recomienda encarecidamente utilizar un diodo protector para cargas

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



PELIGRO:

1. Conecte las herramientas y las pinzas de manera que una interrupción de la alimentación no suponga peligro alguno. Por ejemplo, que una pieza se caiga de la herramienta.
2. 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.



NOTA:

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

5.4.1 Salidas digitales de la herramienta

Las salidas digitales se implementan como NPN. Al activarse una salida digital, la conexión correspondiente se excita a masa, y al desactivarse, la conexión correspondiente se abre (colector abierto/drenaje abierto). Las especificaciones eléctricas se indican a continuación:

Parámetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidad
Tensión estando abierta	-0,5	-	26	V
Tensión al absorber 1 A	-	0,05	0,20	V
Corriente al absorber	0	-	600	mA
Corriente a través de masa	0	-	600	mA

En la siguiente subsección se muestra un ejemplo de cómo utilizar una salida digital.

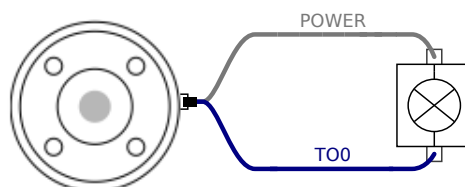


PRECAUCIÓN:

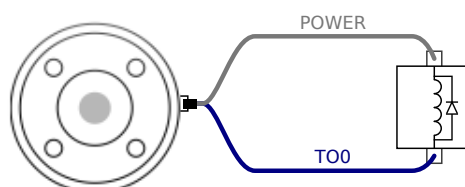
1. Las salidas digitales de la herramienta no tienen corriente limitada, e ignorar los datos especificados puede causar daños permanentes.

5.4.1.1 Uso de las salidas digitales de la herramienta

En el ejemplo que se indica a continuación se muestra cómo activar una carga usando la fuente de alimentación interna de 12 V o 24 V. Recuerde que hay que definir la tensión de salida en la ficha E/S. Tenga en cuenta que hay tensión entre la conexión de alimentación (POWER) y la protección/masa, aun cuando la carga esté desactivada.



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



5.4.2 Entradas digitales de la herramienta

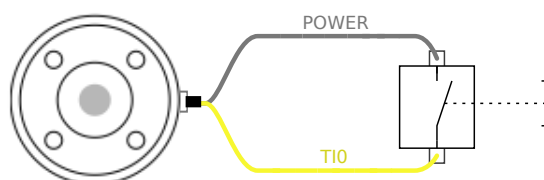
Las entradas digitales se implementan como PNP con resistencias de desconexión (pull-down) débiles. Esto significa que una entrada flotante siempre dará una lectura baja. Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

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	-	Ω

En la siguiente subsección se muestra un ejemplo de cómo utilizar una entrada digital.

5.4.2.1 Uso de las entradas digitales de la herramienta

En el ejemplo que aparece a continuación se muestra cómo conectar un botón sencillo.



5.4.3 Entradas analógicas de la herramienta

Las entradas analógicas de la herramienta son no diferenciales y pueden configurarse para tensión y corriente en la ficha E/S (ver la 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	-	15	-	kΩ
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	-	200	-	Ω
Resolución	-	12	-	bit

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

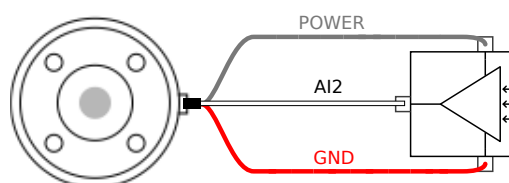


PRECAUCIÓN:

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.

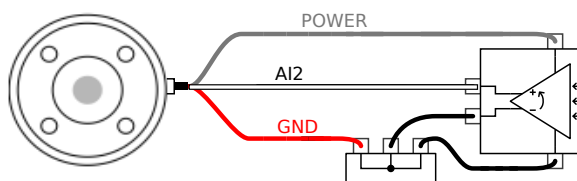
5.4.3.1 Uso de las entradas analógicas de la herramienta, no diferencial

En el ejemplo que aparece a continuación se muestra cómo conectar un sensor analógico a 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 ficha E/S. No se olvide de comprobar que el sensor con salida tensión pueda excitar la resistencia interna de la herramienta, o la medición podría no ser válida.



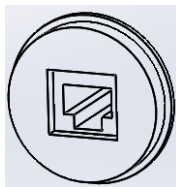
5.4.3.2 Uso de las entradas analógicas de la herramienta, diferencial

En el ejemplo que aparece a continuación se muestra cómo conectar un sensor analógico a una salida diferencial. Conecte la pieza de salida negativa a masa (0 V) y funcionará igual que un sensor no diferencial.



5.5 Ethernet

En la parte inferior de la caja de control hay una conexión Ethernet (ver ilustración a continuación).



La interfaz Ethernet puede utilizarse para lo siguiente:

- Módulos de expansión de E/S MODBUS. Más información en la parte II.
- Control y acceso remoto.

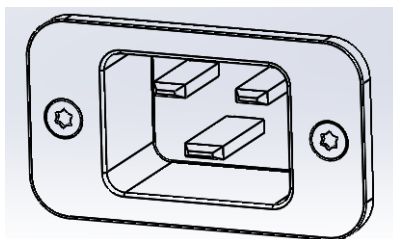
Las especificaciones eléctricas se indican a continuación.

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

5.6 Conexión a la red de suministro

Este cable sale de la caja del controlador 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 activar el robot, la caja de control debe estar conectada a la red eléctrica. Esto debe hacerse a través del enchufe IEC C20 estándar situado en la parte inferior de la caja de control con el correspondiente cable IEC C19 (ver ilustración a continuación).



La red eléctrica deberá contar, como mínimo, 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 y etiquetado al realizar una reparación.

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

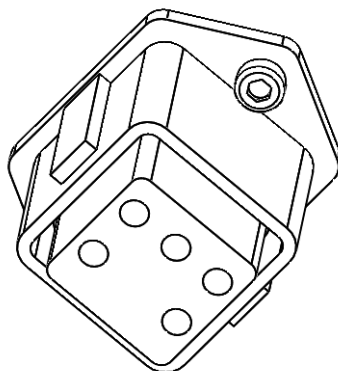
Parámetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidad
Tensión de entrada	100	-	265	VCA
Fusible externo de red eléctrica (100-200 V)	15	-	16	A
Fusible externo de red eléctrica (200-265V)	8	-	16	A
Frecuencia de entrada	47	-	63	Hz
Potencia en espera	-	-	0,5	W
Potencia nominal de funcionamiento	90	250	500	W

**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 alimentación de entrada a la caja del controlador esté protegida con un dispositivo para corriente residual (DCR) y un fusible correcto.
3. Siga el procedimiento de bloqueo y 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 un cable de alimentación correcto y original.

5.7 Conexión al robot

El cable procedente del robot debe enchufarse al conector situado en la parte inferior de la caja de control (vea la ilustración que se muestra a continuación). Asegúrese de que el conector esté correctamente bloqueado antes de encender el brazo robótico. La desconexión del cable del robot solo debe hacerse cuando el robot esté apagado.



**PRECAUCIÓN:**

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

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

Los robots UR deben eliminarse de acuerdo con las normas, normativas y leyes nacionales aplicables.

Los robots UR se producen con un uso limitado de sustancias peligrosas para proteger el medioambiente, 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 UR 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 el producto.

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

TÜV NORD, un organismo acreditado en virtud de la directiva sobre máquinas 2006/42/CE de la UE, ha aprobado la seguridad de los robots UR. Encontrará una copia del certificado de autorización de seguridad TÜV NORD en el apéndice B.



DELTA

DELTA ha probado el rendimiento de los robots URUR. Puede encontrar los certificados de prueba de compatibilidad electromagnética (CEM) y medioambientales en el apéndice B.



TÜV SÜD

Los robots de UR pasan la prueba de sala blanca de TÜV SÜD. Puede encontrar un certificado de sala blanca en apéndice B.



CHINA RoHS

Los robots UR son conformes con los métodos de gestión de CHINA RoHS para controlar la contaminación mediante productos informativos electrónicos.

8.2 Certificación de terceros de proveedor



Medio ambiente De la forma facilitada por nuestros proveedores, los palés de envío de los robots UR cumplen los requisitos daneses ISMPM-15 para producir material de embalaje de madera y están marcados de acuerdo con este programa.

8.3 Certificación de prueba de fabricante



UR

Los robots UR 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 UR son **maquinaria parcialmente completada**, como tal no presentan un marcado **CE**.

Nota: 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.

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

La información sobre los tiempos y las distancias de parada está disponible para la parada de categoría 0 y la parada de categoría¹ 1. En este apéndice se incluye la información relativa a las paradas de categoría 0. La información sobre las paradas de categoría 1 está disponible en <http://universal-robots.com/support/>.

A.1 Tiempos y distancias de paradas de categoría 0

En la tabla que aparece a continuación se incluyen los tiempos y distancias de parada medidos cuando se activa una parada de categoría 0. Estas mediciones corresponden a la siguiente configuración del robot:

- Extensión: 100 % (el brazo robótico está completamente extendido en el plano horizontal).
- Velocidad: 100 % (la velocidad general del robot está establecida en 100 % y el movimiento se realiza con una velocidad de junta de $183^\circ/\text{s}$).
- Carga útil: carga útil máxima manipulada por el robot conectada al PCH (10 kg).

La prueba de la junta 0 se realizó ejecutando un movimiento horizontal, es decir, el eje de rotación era perpendicular al suelo. Durante las pruebas de las juntas 1 y 2 el robot siguió una trayectoria vertical, es decir, los ejes de rotación eran paralelos al suelo y la parada se realizó mientras el robot se movía hacia abajo.

	Distancia de parada (rad)	Tiempo de parada (ms)
Junta 0 (BASE)	0.98	750
Junta 1 (HOMBRO)	0.35	240
Junta 2 (CODO)	0.38	280

¹Según IEC 60204-1, consulte el glosario para obtener más detalles.

B Declaraciones y certificados

B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to European Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer Universal Robots A/S
 Energivej 25
 5260 Odense S
 Denmark

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR10/CB3

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC, as amended by Directive 2009/127/EC, and with the regulations transposing it into national law.

The safety features of the product are prepared for compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC under the correct incorporation conditions, see product manual. Compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC relies on the specific robot installation and the final risk assessment.

Relevant technical documentation is compiled according to Directive 2006/42/EC annex VII part B and available in electronic form to national authorities upon legitimate request. Undersigned is based on the manufacturer address and authorised to compile this documentation.

Additionally the product declares in conformity with the following directives, according to which the product is CE marked:

2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)
2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)
2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

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

Según directiva europea 2006/42/CE anexo II 1.B.

El fabricante Universal Robots A/S
 Energivej 25
 5260 Odense S
 Dinamarca

declara por la presente que el producto descrito a continuación

Robot industrial UR10/CB3

no puede entrar en servicio antes de que la maquinaria en la que va a incorporarse se declare conforme con lo dispuesto en la directiva 2006/42/CE, modificada por la directiva 2009/127/CE, y con la normativa que la transpone al derecho nacional.

Las características de seguridad del producto están preparadas para cumplir todos los requisitos esenciales de la directiva 2006/42/CE en las correctas condiciones de incorporación (consultar manual del producto). El cumplimiento de todos los requisitos esenciales de la directiva 2006/42/CE depende de la instalación específica del robot y de la evaluación de riesgos final.

La documentación técnica relevante se ha compilado de acuerdo con la directiva 2006/42/CE anexo VII sección B y está disponible en formato electrónico para las autoridades nacionales bajo solicitud legítima. El abajo firmante corresponde a la dirección del fabricante y está autorizado para compilar esta documentación.

Además, se declara la conformidad del producto con las siguientes directivas, según las cuales, el producto cuenta con la marca CE:

Directiva de baja tensión (LVD) 2014/35/EU

Directiva de compatibilidad electromagnética (CEM) 2014/30/EU

Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas (RoHS) 2011/65/EU

Se facilita una lista completa de normas armonizadas aplicadas, incluidas las especificaciones asociadas, en el manual del producto.

Odense, 20 de abril de 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.3 Certificado del sistema de seguridad



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

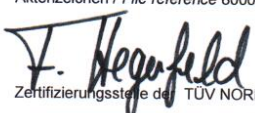
Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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: <i>Manufacturing plant:</i>	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
Beschreibung des Produktes: (Details s. Anlage 1) <i>Description of product:</i> (Details see Annex 1)	Universal Robots Safety System URSafety 3.1 for UR10, UR5 and UR3 robots
Geprüft nach: <i>Tested in accordance with:</i>	EN ISO 13849-1:2008, PL d

Registrier-Nr. / *Registration No.* 44 207 14097602
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3515 4327
Aktenzeichen / *File reference* 8000443298

Gültigkeit / *Validity*
von / *from* 2015-06-02
bis / *until* 2020-06-01



Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen

Essen, 2015-06-02
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 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X
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. 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。 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. 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。 (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。) Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period: 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: Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces 驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口 Refer to product manual for detailed conditions of use. 详细使用情况请阅读产品手册。 Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability. 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						

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 sheet no. 1275

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T207415-1
Product identification UR5 robot arm: UR5 AE/CB3, 0A-series UR5 control box: AE/CB3, 0A-series UR5 teach pendant: AE/CB3, 0A-series UR10 robot arm: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 control box: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 teach pendant: AE/CB3, 0A-series	
DELTA report(s) DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1	
Other document(s)	
Conclusion The two robot arms UR5 and UR10 including their control box and teach pendant have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests as specified in Annex 1 of the report were fulfilled. IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +50 °C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 20 Hz: 0.05 g ² /Hz, 20 – 150 Hz: -3 dB/octave, 1.66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks	
Date Hørsholm, 14 March 2014	Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

20ass-sheet-j

B.6 Certificado de pruebas de CEM



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)

UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014
EMC Assessment Sheet 1351

Standards/Normative documents

EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

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 EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 12275110

Hørsholm, 08 August 2016



Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

B.7 Certificados de pruebas de sala blanca

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Roboter, Model: UR10 / Typ INDUSTRIAL

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-03

Report-Nr.: 203195-3

Valid till: August 2018



Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2018

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

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.

Los redactores de la norma pensaron de forma implícita en los robots industriales tradicionales, protegidos mediante vallas y cortinas de luz. Los robots de UR están diseñados con límites de fuerza y potencia habilitados en todo momento. Por ello, a continuación se aclaran y explican algunos conceptos.

Si un robot de UR se utiliza en una aplicación peligrosa, pueden ser necesarias medidas de seguridad adicionales, consulte el capítulo 1 de este manual.

Aclaración:

- “3.24.3 Espacio protegido” está definido por la protección perimetral. Normalmente el espacio protegido es un espacio situado tras una valla, que protege a las personas de los peligrosos robots tradicionales. Los robots de UR están diseñados para ser utilizados sin valla, con funciones de seguridad integradas y colaborativas que limitan la fuerza y la potencia, y por ello no existe ningún espacio peligroso protegido definido por el perímetro de una valla.
- “5.4.2 Requisito de rendimiento”. Todas las funciones de seguridad se diseñan como PLd de acuerdo con ISO 13849-1:2006. El robot se construye con sistemas de codificación redundantes en cada junta, y las E/S de seguridad se construyen con una estructura de categoría¹ 3. Las E/S de seguridad deben conectarse de acuerdo con este manual a equipos de seguridad de categoría 3 para formar una estructura PLd de toda la función de seguridad.
- “5.7 Modos de funcionamiento”. Los robots de UR no tienen diferentes modos de funcionamiento y, por eso, no tienen selector de modo.
- “5.8 Controles de consolas portátiles”. En esta sección se definen las características de protección de la consola portátil cuando va a utilizarse en un espacio peligroso protegido. Dado que los robots de UR están diseñados para el funcionamiento colaborativo, no hay ningún espacio peligroso protegido, a diferencia de lo que sucede con los robots tradicionales. El uso de consolas portátiles es más seguro en los robots de UR que en los robots tradicionales. En vez de tener que liberar un dispositivo de activación de tres posiciones, el operador puede detener el robot con la mano. Si un robot de UR se instala en una aplicación peligrosa protegida por resguardos, se le puede conectar

¹De acuerdo con ISO 13849-1, vea el glosario para obtener más información.

un dispositivo de activación de tres posiciones, tal y como se indica en este manual. Para obtener información complementaria, consulte la especificación ISO/TS 15066, cláusula 5.4.5.

- “5.10 Requisitos de operaciones colaborativas”. Las funciones de seguridad colaborativa de limitación de la fuerza y la potencia de los robots UR siempre están activas. El diseño visual de los robots de UR indica que los robots pueden utilizarse para operaciones colaborativas. Las funciones de limitación de la fuerza y la potencia están diseñadas de acuerdo con ISO 10218-1, cláusula 5.10.5. Para obtener información complementaria, consulte la especificación ISO/TS 15066, cláusula 5.5.4.
- “5.12.3 Limitación de espacio y de ejes por software de seguridad”. Esta función de seguridad es una de las funciones de seguridad configurables a través del software. A partir de la configuración de todas estas funciones de seguridad se genera un hash code, que se representa como un identificador de comprobaciones de seguridad en la IGU.

ISO/TS 15066:2016

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Collaborative operation

Es una especificación técnica (TS), **no** un estándar. El objetivo de una TS es presentar una serie de requisitos sin pulir para comprobar su utilidad en un sector determinado. Por definición, una TS no tiene la madurez suficiente para poderse armonizar dentro de las Directivas Europeas.

Esta TS es tanto para el fabricante del robot como para el integrador. Los robots de UR cumplen con las partes relevantes para los robots por sí mismos, y el integrador puede decidir si recurrir a la TS cuando integre los robots.

Esta TS presenta requisitos voluntarios y orientaciones que complementan a las normas ISO 10218 en el campo de los robots colaborativos. Además del texto principal, la TS incluye un anexo A con una tabla en la que aparecen las recomendaciones para los límites de fuerza y presión, los cuales están basados en el dolor y **no** en las lesiones. Es importante leer y comprender las notas que aparecen bajo esta tabla, pues muchos de los límites están basados únicamente en estimaciones conservadoras y en el estudio de materiales publicados. Todas las cifras podrían cambiar en el futuro, a medida que estén listos nuevos resultados de la investigación científica. El anexo A es una parte informativa y de carácter voluntario de la TS, y el integrador puede, por lo tanto, cumplir con la TS sin basarse en los valores límite establecidos en el anexo A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Esta norma estadounidense es la combinación de las normas 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 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.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

Los robots de UR equipados con el módulo accesorio E67 para comunicarse con máquinas de moldeo por inyección cumplen esta norma.

D Especificaciones técnicas

Tipo de robot	UR10
Peso	28.9 kg / 63.7 lb
Carga máxima (consulte la sección 4.4)	10 kg / 22 lb
Alcance	1300 mm / 51.2 in
Rango giro juntas	± 360 ° en todas las juntas
Velocidad	Juntas de base y hombro: Máx. 120 %/s. El resto de juntas: Máx. 180 %/s. Herramienta: Aprox. 1 m/s / Aprox. 39.4 in/s.
Repetibilidad de poses	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Espacio necesario	Ø190 mm / 7.5 in
Grados de libertad	6 juntas giratorias
Tamaño de la caja de control (ancho × alto × largo)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 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
Fuente de alimentación de E/S	24 V 2 A en caja de control y 12 V/24 V 600 mA en herramienta
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	72 dB(A)
Clasificación IP	IP54
Clasificación de sala blanca	Brazo robótico: ISO Clase 5 Caja de control: ISO Clase 6
Consumo de energía	Aprox. 350 W utilizando un programa típico
Funcionamiento colaborativo	15 funciones de seguridad avanzada. De acuerdo con: EN ISO 13849-1:2008, PLd 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, 50-60 Hz
Cables	Cable entre el robot y la caja de control (6 m / 236 in) 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

Table 1: Safety Function (SF) Descriptions NOTE: all safety functions are individual safety functions

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0	Internal	Emergency Stop 1, 2, 3, 4 <i>There are two Emergency Stop safety functions</i>	Pressing Estop on the Teach Pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 & a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) ³ . These are SF0 and SF1, respectively. • SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop³ (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. • SF1: Command¹ all joints and power to stop. This is a Cat 1 stop³ per IEC 60204-1. • The stopping times⁴ of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. • SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3 which stops power immediately with a worst-case scenario stopping time of 1250ms, even if all joint monitoring failed at the same time and the robot is at maximum speed after 524ms. • SF1 has a safety rating of PLd Cat2 (see page 6) with a maximum stop time of 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for more information. The stop time can be reduced by the application's safety limit (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the stop times provided in the User Manual.	Robot Arm
SF1				
SF2	Logic and outputs INTERNAL	Safeguard Stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which initiates a Cat 2 stop ³ per IEC 60204-1. <i>For the safety rating of the completely integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).</i>	Robot Arm
SF3	Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the Joint Position limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. <i>Limits the set of allowed Joint Positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Joint (each)
SF4	Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a Joint Speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit.	Joint (each)

¹ **Communications between the Teach Pendant, controller, & the robot arm (between joints) are SIL 2**, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See [NOTES](#)

² **Estop validation:** The Estop button is evaluated within the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2. To validate the Teach Pendant Estop functions, press the Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

³ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop is either Cat 0 or Cat 1. As an exception, Estop can result in a Cat 2 stop.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

⁴ **Emergency Stop response time:** Selecting Estop results in having both PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estops. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used for calculating the stopping distance. Typically, the protective stop stopping time is intended for protective purposes.

⁵ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** The drive power is removed, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop must be either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** The drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.



TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
			Limits the set of allowed Joint Speeds. It is in the Teach Pendant's safety setup where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	
SF5	Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit results in a Cat 0 stop ⁵ (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)
SF6	Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP position and orientation. Any violation of a safety plane or TCP Pose Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). <i>This safety function consists of two parts: (1) The safety planes which limit the possible TCP positions by providing TCP inclusion/exclusion zones, and (2) The TCP orientation limit, which has an ALLOWed direction and a tolerance. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.</i>	TCP
SF7	Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1).	TCP
SF8	Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). <i>Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).</i>	TCP
SF9	Internal	Momentum Limit	Exceeding the Momentum Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). <i>The Momentum Limit is useful for limiting transient impacts and affects the entire robot arm.</i>	Robot Arm
SF10	Internal	Power Limit	Exceeding the Power Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). <i>This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot. This affects the current to, and the speed of, the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.</i>	Robot Arm
SF11	Internal as a function with dual outputs	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 are tolerated. <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).⁶</i>	External connection to logic &/or equipment
SF12	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving, the dual Digital Outputs are LOW. Outputs are HIGH when the robot is not moving. <i>The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>	External connection to logic &/or equipment
SF13	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (i.e., in the 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. <i>The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>	External connection to logic &/or equipment
SF14	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in Reduced Mode , the dual Digital Outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. <i>The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>	External connection to logic &/or equipment
SF15	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode:	Whenever the robot is NOT in Reduced Mode, the dual Digital Outputs are LOW. <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>	External connection to logic &/or equipment

⁶ **Estop validation:** The Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. See Communications and Safety Functions on page 10. To validate the Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See footnote 13. The connection from the Teach Pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2 (See page 10). See Estop Output for information about Estop I/O.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
		Digital Output		
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode Input	Reduced Mode is initiated by a safety plane/boundary (starting at 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are LOW, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL Reduced Mode limits are ACTIVE. <i>Reduced Mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 Joint Position, SF4 Joint Speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 Momentum, and SF10 power.</i>	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Safeguard Reset Input	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 SF2.	Robot
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	Three-Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are LOW, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. <i>If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the Teach Pendant. If the Teach Pendant is in Run Mode—the enabling device will not be active.</i> Programming Mode—the enabling device will be active. Password protection is available to change modes.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	Mode Switch INPUT	When the external connections are LOW, Operation Mode (running) is in effect. When HIGH, it is Programming or Teach Mode. Must be used with an Enabling Device as a safety input. <i>When in Teach/Program Mode, the switch inputs are HIGH, and enabling device is required. When in Teach/Program Mode, the TCP Speed is limited to 250mm/s. The speed can be increased using the Teach Pendant “speed-slider,” but upon activating the enabling device, the speed limit resets to 250mm/s.</i>	Robot

E.2 Tabla 2

Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information ^{7, 8}

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop ^{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14} There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop 524ms time-delay before Cat 0 Stop is initiated	NA	d	3	4.38E-8 See ¹⁰
SF1	Emergency Stop ^{11, 13, 14} There are two safety functions: SF0 & SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	SS1 ¹⁵ when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	d	2	3.16E-07 See ¹⁰
SF2	Safeguard Stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2 ¹⁶	d	2	3.15E-07

⁷ All safety functions are individual safety functions.

⁸ **MTTFd is limited to 100 years by ISO 13849-1.** The actual MTTFd values are greater than 100 years. **For all safety functions, the DCavg is 90%.**

⁹ **Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79).**

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop before removal of power. Estop is either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. For Category 2 stops, specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

¹⁰ **Emergency stop safety functions:** MTTFd, DCavg and PFHd uses fault exclusion in accordance with ISO 13849-1 due to use of direct acting contacts. If fault exclusion were **not** used, then the PFHd values would be: **SF0:** 1.60E-07; **SF1:** 4.27E-07; **SF11:** 1.56E-07.

¹¹ **Emergency stop components and safety function** complies with IEC 60204-1, IEC 60947-5-1 (direct acting contacts), ISO 13850 and ISO 13849-1.

¹² **Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2** for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See Communications and Safety Functions on page [10](#).

¹³ **Estop validation:** The Teach Pendant Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. To validate the Teach Pendant Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

¹⁴ **Emergency Stop response time:** From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both the PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used to calculate the stopping distance.

¹⁵ **SS1 (Safe Stop 1)** according to IEC 615800-5-2

- Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- Initiates and monitors the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- Initiates the motor deceleration and initiates the STO function after an application specific time delay.

NOTE: This safety function corresponds to a controlled stop in accordance with stop category 1 of IEC 60204-1.

¹⁶ **SS2 (Safe Stop 2)** according to IEC 615800-5-2

- Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the safe operating stop function when the motor speed is below a specified limit; OR

E.2 Tabla 2

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat 2	SS2 ¹⁸	d	2	3.15E-07

NOTES:

All safety functions are individual safety functions. The UR safety controller has two microprocessors for monitoring incoming inputs, logic, and communications.

Stopping times of the SF0 and SF1 Emergency Stop safety functions:

SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3. This means the worst-case stopping time is 1250ms, even if all joint safety monitoring failed at the same time, at full speed, and after 524ms.

SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10 (see the User Manual for information). The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual. *From a Teach Pendant stand-point, selecting Estop results in having both a PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop.*

SF2 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable (see functional safety information) and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual.

It is an integration decision whether the Protective Stop (PLd Cat2) or the Emergency Stop (PLd Cat3) response time is to be used for the calculation of the stopping distance. Since the Emergency Stop is not considered a safeguard, it is typically recommended to use the Safeguard Stop (Protective Stop) stopping time.

Communications and Safety Functions:

Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2 for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. Some diagnostics require filtering of data to avoid false positives. In these cases, the detection of a fault can range from 8 to 25ms. Depending on the safety function and its diagnostics, fault detection is between 16ms and 33ms. It is recommended to use 33ms, due to the detection variability.

Parte II

Manual de PolyScope

10 Configuración de seguridad

10.1 Introducción

El robot está equipado con un sistema de seguridad avanzado. Dependiendo de las características particulares del espacio de trabajo del robot, los ajustes del sistema de seguridad deben configurarse de modo que garanticen la seguridad de todo el personal y los equipos cercanos al robot. Lo primero que debe hacer el integrador es aplicar la configuración definida por la evaluación de riesgos. Para obtener más información sobre el sistema de seguridad, vea Manual de instalación del hardware.



PELIGRO:

1. El uso y la configuración de las interfaces y funciones relacionadas con la seguridad deben llevarse a cabo de acuerdo con la evaluación de riesgos que realice el integrador en la aplicación robótica específica; vea Manual de instalación del hardware.
2. La configuración de seguridad durante la puesta en marcha y programación debe aplicarse de acuerdo con la evaluación de riesgos que realice el integrador y antes de que el brazo robótico se conecte por primera vez.
3. Todas las configuraciones de seguridad a las que se puede acceder a través de esta pantalla y sus fichas secundarias deben establecerse según la evaluación de riesgos que realice el integrador.
4. El integrador debe garantizar que todos los cambios en la configuración de seguridad se realicen según la evaluación de riesgos que ha llevado a cabo él mismo.
5. El integrador debe evitar que personas sin autorización cambien la configuración de seguridad usando, por ejemplo, la protección por contraseña.

Puede acceder a la pantalla Configuración de seguridad desde la pantalla Bienvenida (ver 11.4) pulsando el botón Programar robot, seleccionando la ficha Instalación y tocando Seguridad. La configuración de seguridad está protegida mediante contraseña (ver 10.8).



Los ajustes de seguridad consisten en una serie de valores límite utilizados para restringir los movimientos del brazo robótico, y de ajustes de funciones de seguridad para las salidas y entradas configurables. Están definidos en las siguientes fichas secundarias de la pantalla de seguridad:

- La ficha secundaria **Límites generales** define la *fuerza*, la *potencia*, la *velocidad* y el *momento* máximos del brazo robótico. Cuando el riesgo de golpear a un humano o de chocar con una pieza de su entorno sea especialmente alto, estos ajustes deben configurarse en valores bajos. Si el riesgo es bajo, los límites generales más altos permiten al robot moverse más rápido y ejercer más fuerza en su entorno. Si desea más detalles, consulte 10.10.
- La ficha secundaria **Límites de junta** está formada por los límites de *velocidad de junta* y *posición de junta*. Los límites de *velocidad de junta* definen la velocidad angular máxima de juntas individuales y sirven para limitar más la velocidad del brazo robótico. Los límites de *posición de junta* definen el intervalo de posiciones permitidas de juntas individuales (en el espacio articular). Si desea más detalles, consulte 10.11.
- La ficha secundaria **Límites** define planos de seguridad (en el espacio cartesiano) y un límite de orientación de la herramienta para el PCH del robot. Los planos de seguridad pueden configurarse como límites fijos de la posición del PCH del robot o como activadores de los límites de seguridad del modo *Reducido* (ver 10.6). El límite de orientación de la herramienta establece un límite fijo en la orientación del PCH del robot. Si desea más detalles, consulte 10.12.
- La ficha secundaria **E/S de seguridad** define funciones de seguridad para salidas y entradas configurables (consulte 13.2). Por ejemplo, *Parada de emergencia* puede configurarse como una entrada. Si desea más detalles, consulte 10.13.

10.2 Cambio de la configuración de seguridad

La configuración de seguridad solo deberá cambiarse de acuerdo con la evaluación de riesgos que realice el integrador.

El procedimiento recomendado para cambiar la configuración de seguridad es el siguiente:

1. Asegúrese de que los cambios se efectúen de acuerdo con la evaluación de riesgos que realice el integrador.
2. Ajuste la configuración de seguridad al nivel apropiado indicado por la evaluación de riesgos que realice el integrador.
3. Compruebe que la configuración de seguridad se haya aplicado.
4. Incluir 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, revisando la suma de comprobación de la esquina superior derecha de PolyScope (consulte 10.5 en Manual de PolyScope).”

10.3 Sincronización de seguridad y errores

El estado de la configuración de seguridad aplicada, en comparación con la instalación del robot visible en la IGU, se representa mediante el icono de un escudo situado junto al texto *Seguridad* en la parte izquierda de la pantalla. Estos iconos son un indicador rápido del estado actual. Se definen a continuación:

-  *Configuración sincronizada:* Muestra que la instalación de la IGU es idéntica a la configuración de seguridad aplicada actualmente. No se ha realizado ningún cambio.
-  *Configuración alterada:* Muestra que la instalación de la IGU es diferente de la configuración de seguridad aplicada actualmente.

Al editar la configuración de seguridad, el icono de protección le indicará si se ha aplicado o no la configuración actual.

Si alguno de los campos de texto de la ficha *Seguridad* contiene una entrada no válida, la configuración de seguridad se encontrará en estado de error. Esto se indica de varias formas:

1. Aparece un icono rojo de error junto al texto *Seguridad* en la parte izquierda de la pantalla.
2. La(s) subficha(s) con errores se marca con un icono rojo de error en la parte superior.
3. Los campos de texto que contengan errores se marcan con fondo rojo.

Cuando existan errores y se intente salir de la ficha *Instalación*, aparecerá un cuadro de diálogo con las siguientes opciones:

1. Resolver el (los) problema(s) y eliminar todos los errores. Esto se verá cuando desaparezca el icono rojo de error junto al texto *Seguridad* en la parte izquierda de la pantalla.
2. Volver a la configuración de seguridad aplicada anteriormente. Esto descartará todos los cambios y le permitirá continuar hasta el destino deseado.

Si no existen errores y se intenta salir, aparecerá un cuadro de diálogo diferente con las siguientes opciones:

1. Aplicar cambios y reiniciar el sistema. Esto aplicará al sistema las modificaciones de la configuración de seguridad y lo reiniciará. Nota: Esto no implica que se hayan guardado los cambios; si apaga el robot en este momento, perderá todos los cambios realizados en la instalación del robot, incluida la configuración de seguridad.
2. Volver a la configuración de seguridad aplicada anteriormente. Esto descartará todos los cambios y le permitirá continuar hasta el destino deseado.

10.4 Tolerancias

El *brazo robótico* utiliza tolerancias integradas que evitan violaciones de la seguridad. Una tolerancia de seguridad es la diferencia entre un límite de seguridad un valor operacional máximo. Por ejemplo, la tolerancia de velocidad general es -150mm/s . Esto significa que el usuario configura un límite de velocidad de 250mm/s , en ese caso la velocidad operacional máxima será $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Las tolerancias de seguridad evitan violaciones de seguridad al mismo tiempo que permiten fluctuaciones en el comportamiento del programa. Por ejemplo, a la hora de manejar una carga útil pesada, pueden darse situaciones donde el *brazo robótico* requiera operar brevemente por encima de la velocidad operacional máxima normal para seguir una trayectoria programada. Se muestra un ejemplo de dicha situación en la figura 10.1.



ADVERTENCIA:

Siempre debe realizarse una evaluación de riesgos utilizando los valores de los límites sin tolerancias.



ADVERTENCIA:

Las tolerancias son específicas para la versión del software. Al actualizar el software es posible que cambien las tolerancias. Consulte las notas de la versión para conocer los cambios entre versiones.

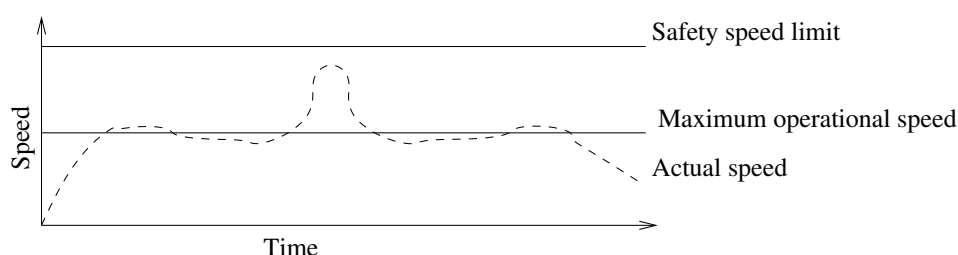


Figura 10.1: Ejemplo de tolerancia de seguridad.

10.5 Suma de comprobación de seguridad

El texto de la parte superior derecha de la pantalla ofrece una representación abreviada de la configuración de seguridad utilizada actualmente por el robot. Cuando el texto cambia, indica que la configuración de seguridad actual también ha cambiado. Al hacer clic en la suma de comprobación verá los detalles de la configuración de seguridad actualmente activa.

10.6 Modos de seguridad

En condiciones normales (es decir, cuando no se está aplicando una parada de protección), el sistema de seguridad funciona en uno de los siguientes *modos de seguridad*, cada uno con un conjunto de límites de seguridad asociado:

Modo Normal: El modo de seguridad activo de forma predeterminada;

Modo Reducido: Activo cuando el PCH del robot se encuentra más allá de un plano en *modo Reducido con activador* (consulte 10.12), o cuando se activa utilizando una entrada configurable (consulte 10.13).

Modo Recuperación: Cuando el brazo robótico incumple uno de los otros modos (es decir, el modo *Normal* o *Reducido*) y se produce una categoría de parada 0,¹ el brazo robótico arrancará en modo **Recuperación**. Este modo permite al robot moverse lentamente de vuelta a la zona permitida utilizando **Ficha mover** o **Movimiento libre**. En este modo no es posible ejecutar programas en el robot.



ADVERTENCIA:

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

Las subpestañas de la pantalla Configuración de seguridad permiten al usuario definir conjuntos separados de límites de seguridad para el modo *Normal* y el *Reducido*. Para la herramienta y las juntas, los límites del modo *Reducido* sobre velocidad y momento deben ser más restrictivos que los del modo *Normal*.

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 junta 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 el usuario no puede personalizar. Para obtener más información sobre los límites del modo *Recuperación*, consulte Manual de instalación del hardware.

10.7 Modo Movimiento libre

En modo *Movimiento libre* (consulte 13.1.5), cuando el movimiento del brazo robótico se acerca a ciertos límites, el usuario sentirá una fuerza repelente. Esta fuerza está generada por límites sobre la posición, la orientación y la velocidad del PCH del robot y la posición y velocidad de las juntas.

El objeto de esta fuerza repelente es informar al usuario de que la velocidad o posición actuales están cerca de un límite y evitar que el robot no respete ese límite. No obstante, si el usuario aplica fuerza suficiente al brazo robótico, el límite puede sobrepasarse. La magnitud de la fuerza aumenta a medida que el brazo robótico se acerca al límite.

¹Según IEC 60204-1, vea el glosario para obtener más información.

10.7.1 Retroceso

En modo *Movimiento libre*, las articulaciones del robot se pueden mover con una fuerza relativamente pequeña dado que los frenos están liberados. Durante la inicialización del brazo del robot, 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.

Para habilitar la función *Retroceso*:

1. Pulse el botón de encendido (ON) para activar la alimentación de las articulaciones. El estado del robot pasa a "Inactivo". No suelte los frenos (es decir, no pulse START).
2. Pulse y mantenga pulsado el botón *Movimiento libre*. El estado del robot cambia a "Retroceso".
3. Mientras el botón *Movimiento libre* permanezca activado/pulsado, solo se liberarán los frenos de aquellas articulaciones a las cuales se aplique una presión significativa. Mientras se use la función *Retroceso*, el robot se siente pesado para moverse.

10.8 Bloqueo por contraseña

Todos los ajustes de esta pantalla permanecen bloqueados hasta que se introduce la contraseña de seguridad correcta (ver 15.3) en el campo de texto blanco de la parte inferior de la pantalla y se pulsa el botón *Desbloquear*. La pantalla puede volver a bloquearse haciendo clic en el botón *Bloquear*. La ficha *Seguridad* se bloquea automáticamente al salir de la pantalla de configuración de seguridad. Cuando la configuración está bloqueada, se ve un icono de candado junto al texto *Seguridad* en la parte izquierda de la pantalla. Cuando la configuración está desbloqueada se muestra un icono de desbloqueo.



NOTA:

Tenga en cuenta que, cuando la pantalla de configuración de seguridad está desbloqueada, el brazo robótico está apagado.

10.9 Aplicar

Al desbloquear la configuración de seguridad, el brazo robótico se apagará mientras se estén realizando cambios. El brazo robótico no puede encenderse hasta que se apliquen o reviertan los cambios y se realice un encendido manual desde la pantalla de inicialización.

Deben aplicarse o revertirse todos los cambios realizados en la configuración de seguridad antes de salir de la ficha *Instalación*. Estos cambios *no* entrarán en vigor hasta que se pulse el botón *Aplicar* y se realice la confirmación. La confirmación requiere una inspección visual de los cambios realizados en el brazo robótico. Por motivos de seguridad, la información mostrada se indica en unidades del SI. Se muestra un ejemplo del cuadro de diálogo de confirmación a continuación.



Límite	Modo normal	Modo reducido
Fuerza	150,00	120,00 N
Potencia	300,00	200,00 W
Velocidad	1,50	0,75 m/s
Momento	25,00	10,00 kg m/s

Además, tras la confirmación, los cambios se guardan automáticamente como parte de la instalación actual del robot. Consulte 13.5 si desea más información sobre cómo guardar la instalación del robot.

10.10 Límites generales

Los límites generales de seguridad sirven para limitar la velocidad lineal del PCH del robot y la fuerza que puede ejercer sobre el entorno. Están compuestos por los siguientes valores:

Fuerza: Un límite para la fuerza máxima que ejerce el PCH del robot sobre el entorno.

Potencia: Un límite para el trabajo mecánico máximo producido por el robot en el entorno, considerando que la carga útil es parte del robot y no del entorno.

Velocidad: Un límite para la velocidad lineal máxima del PCH del robot.

Momento: Un límite para el momento máximo del brazo robótico.

Existen dos formas de configurar los límites generales de seguridad en la instalación: *Ajustes básicos* y *Ajustes avanzados*, descritos más detalladamente a continuación.

Al definir los límites generales de seguridad, solo se definen los límites para la herramienta, y no los límites globales del brazo robótico. Esto significa que aunque se especifique un límite de velocidad, esto *no* garantiza que otras partes del brazo robótico obedezcan esta misma limitación.

En modo *Movimiento libre* (consulte 13.1.5), cuando la velocidad actual del PCH del robot se acerque al límite de *Velocidad*, el usuario sentirá una fuerza repelente que aumentará de magnitud cuanto más se acerque la velocidad al límite. La fuerza se genera cuando la velocidad actual esté a unos 250 mm/s del límite.

Ajustes básicos El subpanel de límites generales iniciales, que aparece como pantalla predeterminada, tiene un control deslizante con cuatro conjuntos de valores predefinidos para los límites de fuerza, potencia, velocidad y momento en modo *Normal* y *Reducido*.

Los conjuntos de valores específicos se muestran en la IGU. Los conjuntos de valores predefinidos solo son sugerencias. No deben sustituir a una evaluación de riesgos apropiada.

Cambio a Ajustes avanzados Si *ninguno* de los conjuntos de valores predefinidos es satisfactorio, puede pulsar el botón **Ajustes avanzados**... para abrir la pantalla de límites generales avanzados.

Ajustes avanzados

Límite	Máximo	Modo normal	Modo reducido	
Fuerza	máx.: 250 N	150	120	-25 N
Potencia	máx.: 1000 W	300	200	-0 W
Velocidad	máx.: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Momento	máx.: 100 kg m/s	25	10	-3 kg m/s

Aquí puede modificarse cada uno de los límites generales descritos en 10.10 independientemente de los demás. Esto se hace tocando el campo de texto correspondiente e introduciendo el nuevo valor. El valor máximo aceptado para cada límite se indica en la columna llamada **Máximo**. El límite de fuerza puede establecerse en un valor entre 100 N y 250 N, y el límite de potencia puede establecerse en un valor entre 80 W y 1000 W.

Nota: Los campos correspondientes a los límites en modo *Reducido* están deshabilitados cuando no se configura un plano de seguridad ni una entrada configurable para que se activen (ver 10.12 y 10.13 para obtener más información). Además, los límites de *Velocidad* y *Momento* en modo *Reducido* no pueden ser mayores que en modo *Normal*.

La tolerancia y la unidad de los límites se indican al final de la línea correspondiente. Cuando se está ejecutando un programa, la velocidad del brazo robótico se ajusta automáticamente para no superar ninguno de los valores introducidos menos la tolerancia (ver 10.4). Tenga en cuenta que el signo menos que aparece con el valor de la tolerancia solo está ahí para indicar que la tolerancia se resta del valor introducido. El sistema de seguridad realiza una parada de categoría 0 si el brazo robótico supera el límite (sin tolerancia).

**ADVERTENCIA:**

El límite de velocidad solo se impone al PCH del robot, por lo que otras partes del brazo robótico pueden moverse más rápido que lo indicado por el valor definido.

Cambio a Ajustes básicos Si pulsa el botón *Ajustes básicos...* volverá a la pantalla de límites generales básicos, y se restablecerá el valor *Predeterminado* de todos los límites generales. Si esto implica perder algún valor personalizado, aparecerá un cuadro de diálogo emergente para confirmar la acción.

10.11 Límites de junta

Juntas	Intervalo	Modo normal		Modo reducido		
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Base	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Hombro	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Codo	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Muñeca 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Muñeca 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Muñeca 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Los límites de junta restringen el movimiento de las juntas en el espacio articular, es decir, no se refieren al espacio cartesiano, sino a la posición interna (de rotación) de las juntas y su velocidad de rotación. Los botones de opción de la parte superior del subpanel permiten configurar de forma independiente la *Velocidad máxima* y el *Intervalo de posiciones* de las juntas. En modo *Movimiento libre* (consulte 13.1.5), cuando la velocidad o la posición actuales de una junta se acerquen al límite, el usuario sentirá una fuerza repelente que aumentará de magnitud cuanto más se acerque la junta al límite. La fuerza se genera cuando la velocidad de la junta está aproximadamente a 20 °/s del límite de velocidad o cuando la posición de la junta está aproximadamente a 8 ° del límite de posición.

Velocidad máxima Esta opción define la velocidad angular máxima de cada junta. Esto se hace tocando el campo de texto correspondiente e introduciendo el nuevo valor. El valor máximo aceptado se indica en la columna llamada *Máximo*. Ninguno de los valores puede ser menor que el valor de tolerancia.

Tenga en cuenta que los campos correspondientes a los límites en modo *Reducido* están deshabilitados cuando no se configura un plano de seguridad ni una entrada configurable para que se activen (ver 10.12 y 10.13 para obtener más información). Además, los límites en modo *Reducido* no pueden ser mayores que en modo *Normal*.

La tolerancia y la unidad de los límites se indican al final de la línea correspondiente. Cuando se está ejecutando un programa, la velocidad del brazo robótico se ajusta automáticamente para no superar ninguno de los valores introducidos menos la tolerancia (ver 10.4). Tenga en cuenta que el signo menos que aparece con cada valor de la tolerancia solo está ahí para indicar que la tolerancia se resta del valor introducido. No obstante, si la velocidad angular de alguna junta supera el valor introducido (sin tolerancia), el sistema de seguridad realiza parada de categoría 0.

Intervalo de posiciones Esta pantalla define el intervalo de posiciones de cada junta. Esto se hace tocando los campos de texto correspondientes e introduciendo nuevos valores para el límite superior y el límite inferior de posición de la junta. El intervalo introducido debe estar entre los valores indicados en la columna llamada *Intervalo*, y el límite inferior no puede ser mayor que el límite superior.

Nota: Los campos correspondientes a los límites en modo *Reducido* están deshabilitados cuando no se configura un plano de seguridad ni una entrada configurable para que se activen (ver 10.12 y 10.13 para obtener más información).

Las tolerancias y la unidad de los límites se indican al final de la línea correspondiente. El primer valor de tolerancia se aplica al valor mínimo y el segundo se aplica al valor máximo. La ejecución del programa se anula cuando la posición de una junta está a punto de superar el intervalo resultante de sumar la primera tolerancia y el valor mínimo introducido y restar la segunda tolerancia al valor máximo introducido, si continúa moviéndose por la trayectoria predicha. Tenga en cuenta que el signo menos que aparece con el valor de la tolerancia solo está ahí para indicar que la tolerancia se resta del valor introducido. No obstante, si la posición de la junta supera el intervalo introducido, el sistema de seguridad realiza una parada de categoría 0.

10.12 Límites

En esta ficha puede configurar límites compuestos por planos de seguridad y un límite para la máxima desviación permitida de la orientación de la herramienta robótica. También es posible definir planos que activen una transición al modo *Reducido*.

Pueden utilizarse planos de seguridad para limitar el espacio de trabajo permitido para el robot, obligando al PCH del robot a permanecer en el lado correcto de los planos definidos y a no atravesarlos. Pueden configurarse hasta ocho planos de seguridad. La limitación sobre la orientación de la herramienta puede utilizarse para garantizar que la orientación de la herramienta robótica no se desvíe más de una determinada cantidad de la orientación deseada.



ADVERTENCIA:

Definir planos de seguridad solo limita el PCH, y no el límite global del brazo robótico. Esto significa que aunque se especifique un plano de seguridad, *no* garantiza que otras partes del brazo robótico obedezcan esta limitación.

La configuración de cada límite se basa en una de las funciones definidas en la actual instalación del robot (ver 13.12).

**NOTA:**

Es muy recomendable crear todas las funciones necesarias para la configuración de todos los límites deseados y asignarles nombres adecuados antes de editar la configuración de seguridad. Tenga en cuenta que, dado que el brazo robótico está apagado desde que se desbloquea la ficha *Seguridad*, la función *Herramienta* (que contiene la orientación y posición actuales del PCH del robot) y el modo *Movimiento libre* (consulte 13.1.5) no estarán disponibles.

En modo *Movimiento libre* (consulte 13.1.5), cuando la posición actual del PCH del robot sea cercana a un plano de seguridad o la desviación de la orientación de la herramienta robótica respecto a la orientación deseada se acerque a la desviación máxima especificada, el usuario sentirá una fuerza repelente que aumentará de magnitud a medida que el PCH se acerque al límite. La fuerza se genera cuando el PCH está a unos 5 cm de un plano de seguridad o la desviación de la orientación de la herramienta está a unos 3 ° de la desviación máxima especificada.

Cuando un plano se define como un plano de *modo Reducido con activador* y el PCH supera este límite, se produce la transición del sistema de seguridad al modo *Reducido*, que aplica los ajustes de seguridad del modo *Reducido*. Los planos activadores siguen las mismas reglas que los planos de seguridad normales, pero permiten que el brazo robótico los atraviese.

10.12.1 Selección de un límite para realizar la configuración

El panel *Límites de seguridad* del lado izquierdo de la ficha se utiliza para seleccionar un límite y realizar la configuración.

Para configurar un plano de seguridad, haga clic en una de las ocho primeras entradas que figuran en el panel. Si ya se ha configurado el plano de seguridad seleccionado, la correspondiente representación en 3D del plano se resaltará en la *Vista 3D* (ver 10.12.2) a la derecha de este panel. El plano de seguridad puede configurarse en la sección *Propiedades* del plano de seguridad (ver 10.12.3), en la parte inferior de la ficha.

Haga clic en la entrada *Límite de la herramienta* para configurar el límite de orientación de la herramienta del robot. La configuración del límite puede especificarse en la sección *Propiedades del límite de la herramienta* (ver 10.12.4), en la parte inferior de la ficha.

Haga clic en el botón  /  para activar/desactivar la visualización 3D del límite. Si un límite está activo, se indica el *modo de seguridad* (ver 10.12.3 y 10.12.4) mediante uno de los siguientes iconos:  /  /  / .

10.12.2 Visualización 3D

La *Vista 3D* muestra los planos de seguridad configurados y el límite de orientación de la herramienta del robot, junto con la posición actual del brazo robótico. Todas las entradas de límites configuradas en las que se selecciona la alternancia de visibilidad (es decir, en las que aparece el icono ) dentro de la sección *Límites de seguridad* se muestran junto con el límite actual seleccionado.

Los planos de seguridad (activos) se muestran 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. Una flecha pequeña ilustra el lado del plano que *no* activa la transición al modo *Reducido*. Si se ha seleccionado un plano de seguridad en el panel de la parte izquierda de la ficha, se resaltará la correspondiente representación 3D.

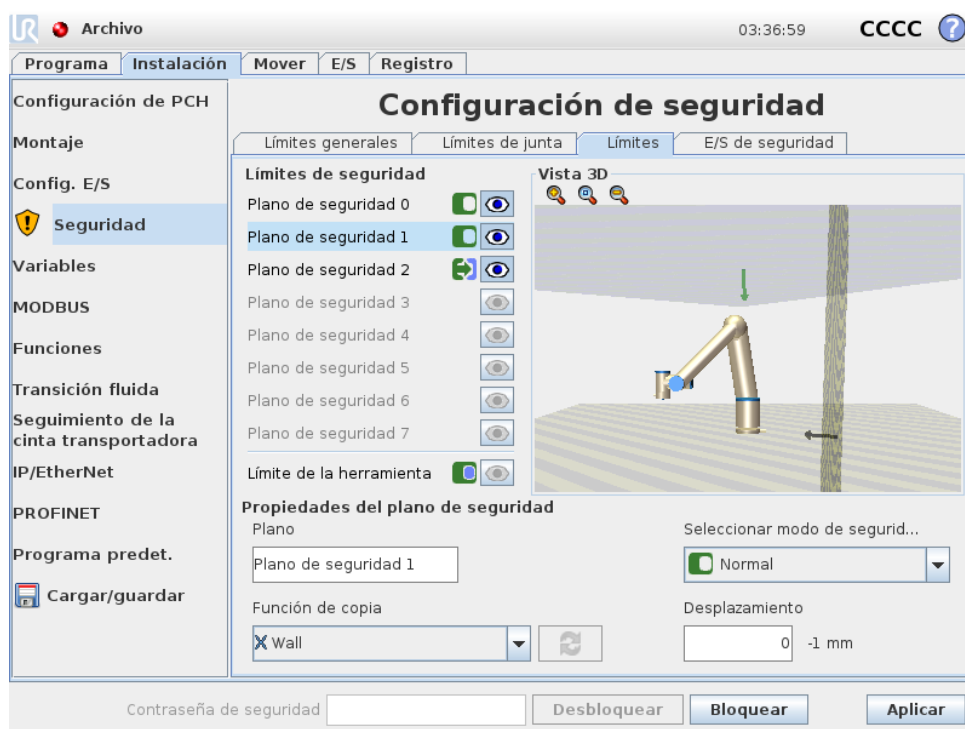
El límite de orientación de la herramienta se visualiza con un cono esférico junto con un vector que indica la orientación actual de la herramienta del robot. El interior del cono representa la zona permitida para la orientación de la herramienta (vector).

Cuando un plano o el límite de orientación de la herramienta están configurados pero no activos, se visualizan en gris.

Pulse los iconos de lupa para acercar/alejar o deslice el dedo para cambiar la vista.

10.12.3 Configuración de un plano de seguridad

La sección *Propiedades* del plano de seguridad de la parte inferior de la ficha define la configuración del plano de seguridad seleccionado en el panel *Límites de seguridad* de la parte superior izquierda de la ficha.



Nombre El campo de texto *Nombre* permite al usuario asignar un nombre al plano de seguridad seleccionado. Cambie el nombre tocando el campo de texto e introduciendo un nuevo nombre.

Función de copia La posición y la normal del plano de seguridad se especifican utilizando una función (ver 13.12) de la actual instalación del robot. Utilice el cuadro desplegable de la parte inferior izquierda de la sección *Propiedades* del plano de seguridad para seleccionar una función. Solo están disponibles las funciones de tipo punto y plano. Si elige el elemento *<Sin definir>*, se borra la configuración del plano.

El eje z de la función seleccionada señalará la zona no permitida y la normal del plano señalará en dirección contraria, excepto cuando se seleccione la función *Base*, en cuyo caso la normal del plano señalará en la misma dirección. Si el plano se configura como un plano de *modo Reducido con activador* (ver 10.12.3), la normal del plano indica el lado del plano que *no* activa la transición al modo *Reducido*.

Debe tenerse en cuenta que, cuando se ha configurado el plano de seguridad seleccionando una función, la información sobre la posición solo se *copia* en el plano de seguridad: el plano *no* está vinculado a esa función. Esto significa que si hay cambios en la posición o la orientación de una función que se ha utilizado para configurar un plano de seguridad, el plano de seguridad no se actualizará automáticamente. Si la función ha cambiado, se indica mediante un icono de  colocado sobre el selector de función. Haga clic en el botón , situado junto al selector, para actualizar el plano de seguridad con la orientación y la posición actuales de la función. El icono de  también aparece si la función seleccionada se ha eliminado de la instalación.

Modo de seguridad El menú desplegable de la parte derecha del panel *Propiedades* del plano de seguridad se utiliza para elegir el *modo de seguridad* del plano de seguridad entre los siguientes modos disponibles:

Desactivado	El plano de seguridad <i>nunca está activo</i> .
 Normal	Cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Normal</i> , un plano de modo <i>Normal</i> está <i>activo</i> y actúa como <i>límite estricto</i> sobre la posición del PCH del robot.
 Reducido	Cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Reducido</i> , un plano de modo <i>Reducido</i> está <i>activo</i> y actúa como <i>límite estricto</i> sobre la posición del PCH del robot.
 Normal y Reducido	Cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Normal</i> o <i>Reducido</i> , un plano de modo <i>Normal</i> y <i>Reducido</i> está <i>activo</i> y actúa como <i>límite estricto</i> sobre la posición del PCH del robot.
 Modo Reducido con activador	Cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Normal</i> o <i>Reducido</i> , un plano de <i>modo Reducido con activador</i> está <i>activo</i> y hace que el sistema de seguridad cambie al modo <i>Reducido</i> mientras el PCH del robot se encuentre más allá del mismo.

El *modo de seguridad* seleccionado se indica con un icono en la entrada correspondiente del panel *Límites de seguridad*. Si el *modo de seguridad* está configurado como *Deshabilitado*, no se mostrará ningún icono.

Desplazamiento Cuando se ha seleccionado una función en el cuadro desplegable de la parte inferior izquierda del panel *Propiedades* del plano de seguridad, el plano de seguridad puede trasladarse tocando el campo de texto *Desplazamiento* de la parte inferior derecha de este panel e introduciendo un valor. Si se introduce un valor positivo, se aumenta el espacio de trabajo permitido para el robot, moviendo el plano en dirección contraria a la normal del

plano; si se introduce un valor negativo, se reduce la zona permitida, moviendo el plano en la dirección de la normal del plano.

La tolerancia y la unidad del desplazamiento del plano límite se muestran a la derecha del campo de texto.

Efecto de planos de *límite estricto* La ejecución del programa se anula cuando la posición del PCH está a punto de cruzar un plano de seguridad, de límite estricto activo menos la tolerancia (ver 10.4), si continúa moviéndose por la trayectoria predicha. Tenga en cuenta que el signo menos que aparece con el valor de la tolerancia solo está ahí para indicar que la tolerancia se resta del valor introducido. El sistema de seguridad realizará una parada de categoría 0 si la posición del PCH supera el plano de seguridad de límite especificado (sin tolerancia).

Efecto de planos de *modo Reducido con activador* Cuando no se está aplicando una parada de protección y el sistema de seguridad no está en el modo especial *Recuperación* (ver 10.6), funciona en modo *Normal* o *Reducido* y los movimientos del brazo robótico están limitados por el conjunto de límites correspondiente.

De forma predeterminada, el sistema de seguridad está en modo *Normal*. Pasa a modo *Reducido* cuando se da una de las siguientes situaciones:

- a) El PCH del robot se encuentra más allá de algún plano de *modo Reducido con activador*, es decir, se encuentra en el lado del plano *opuesto a* la dirección de la flecha pequeña en la visualización del plano.
- b) La función de entrada de seguridad de modo *Reducido* está configurada y las señales de entrada son bajas (consulte 10.13 para obtener más información).

Cuando ya no existe ninguna de las situaciones anteriores, el sistema de seguridad vuelve al modo *Normal*.

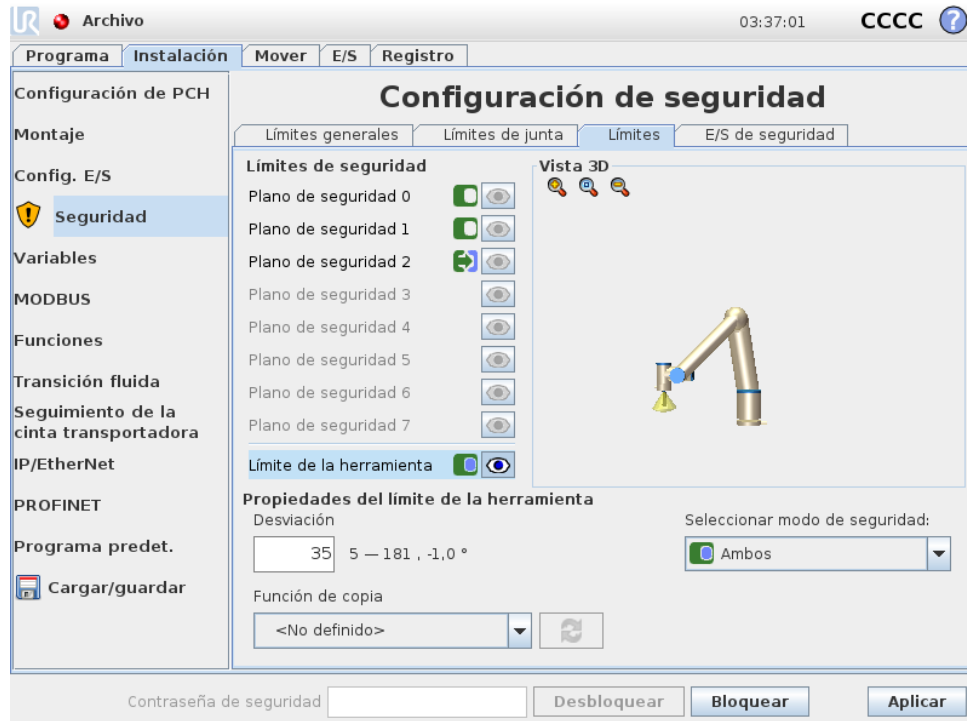
Cuando la transición del modo *Normal* al *Reducido* se debe a que se ha cruzado un plano de *modo Reducido con activador*, se produce una transición del conjunto de límites del modo *Normal* al conjunto de límites del modo *Reducido*. Cuando el PCH del robot se encuentra a 20 mm o más cerca del plano de *modo Reducido con activador* (pero sigue en el lado del modo *Normal*), se aplican límites del modo *Normal* y del *Reducido* más permisivos para cada valor de límite. Cuando el PCH del robot cruza el plano de *modo Reducido con activador*, el conjunto de límites del modo *Normal* deja de estar activo y se aplica el conjunto de límites del modo *Reducido*.

Cuando la transición del modo *Reducido* al *Normal* se debe a que se ha cruzado un plano de *modo Reducido con activador*, se produce una transición del conjunto de límites del modo *Reducido* al conjunto de límites del modo *Normal*. Cuando el PCH del robot cruza el plano de *modo Reducido con activador*, se aplican límites del modo *Normal* y del *Reducido* más permisivos para cada valor de límite. Cuando el PCH del robot se encuentra a 20 mm o más lejos del plano de *modo Reducido con activador* (en el lado del modo *Normal*), el conjunto de límites del modo *Reducido* deja de estar activo y se aplica el conjunto de límites del modo *Normal*.

Si la trayectoria predicha lleva al PCH del robot a través de un plano de *modo Reducido con activador*, el brazo robótico comenzará a reducir la velocidad incluso antes de cruzar el plano si está a punto de superar el límite de velocidad de junta, velocidad de herramienta o momento

del nuevo conjunto de límites. Tenga en cuenta que, dado que estos límites deben ser más restrictivos en el conjunto de límites del modo *Reducido*, dicha reducción de velocidad prematura solo puede ocurrir cuando se pasa del modo *Normal* al *Reducido*.

10.12.4 Configuración del límite de la herramienta



El panel **Propiedades del límite de la herramienta** de la parte inferior de la ficha define un límite sobre la orientación de la herramienta del robot, compuesto por la orientación deseada de la herramienta y el valor de la desviación máxima permitida respecto a esta orientación.

Desviación El campo de texto **Desviación** muestra el valor de la desviación máxima permitida de la orientación de la herramienta robótica respecto a la orientación deseada. Modifique este valor tocando el campo de texto e introduciendo el nuevo valor.

El intervalo de valores aceptados, la tolerancia y la unidad de la desviación se muestran junto al campo de texto.

Función de copia La orientación deseada de la herramienta robótica se especifica utilizando una función (ver 13.12) de la actual instalación del robot. El eje z de la función seleccionada se utilizará como vector de la orientación deseada de la herramienta para este límite.

Utilice el cuadro desplegable de la parte inferior izquierda del panel **Propiedades del límite de la herramienta** para seleccionar una función. Solo están disponibles las funciones de tipo punto y plano. Si elige el elemento **<Sin definir>**, se borra la configuración del plano.

Debe tenerse en cuenta que, cuando se ha configurado el límite seleccionando una función, la información sobre la orientación solo se *copia* en el límite: el límite *no* está vinculado a esa función. Esto significa que si hay cambios en la posición y la orientación de una función que se ha utilizado para configurar el límite, el límite no se actualizará automáticamente. Si la función

ha cambiado, se indica mediante un icono de  colocado sobre el selector de función. Haga clic en el botón , situado junto al selector, para actualizar el límite con la orientación actual de la función. El icono de  también aparece si la función seleccionada se ha eliminado de la instalación.

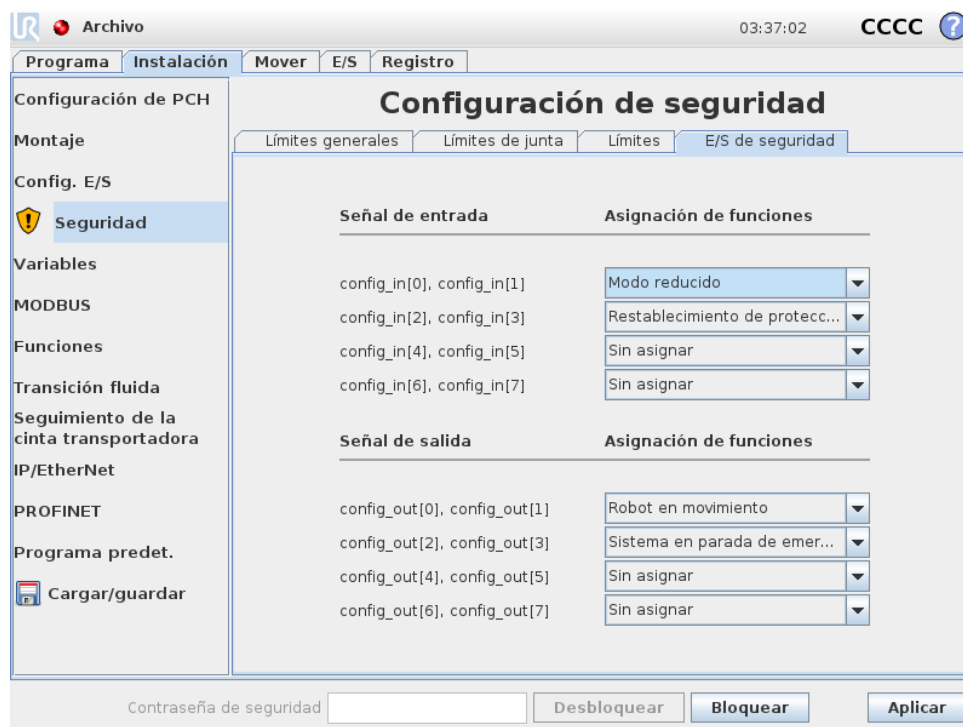
Modo de seguridad El menú desplegable de la parte derecha del panel *Propiedades del límite de la herramienta* se utiliza para elegir el *modo de seguridad* del límite de orientación de la herramienta. Las opciones disponibles son:

 Desactivado	El límite de la herramienta nunca está activo.
 Normal	Cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Normal</i> , el límite de la herramienta está activo.
 Reducido	Cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Reducido</i> , el límite de la herramienta está activo.
 Normal y Reducido	Cuando el sistema de seguridad está en modo <i>Normal</i> o <i>Reducido</i> , el límite de la herramienta está activo.

El *modo de seguridad* seleccionado se indica con un icono en la entrada correspondiente del panel *Límites de seguridad*. Si el *modo de seguridad* está configurado como *Deshabilitado*, no se mostrará ningún icono.

Efecto La ejecución del programa se anula cuando la desviación de la orientación de la herramienta está a punto de superar la desviación máxima introducida menos la tolerancia (ver 10.4) si continúa moviéndose por la trayectoria predicha. Tenga en cuenta que el signo menos que aparece con el valor de la tolerancia solo está ahí para indicar que la tolerancia se resta del valor introducido. El sistema de seguridad realizará una parada de categoría 0 si la desviación de la orientación de la herramienta supera el límite (sin tolerancia).

10.13 E/S de seguridad



Esta pantalla define las *funciones de seguridad* de las entradas y salidas (E/S) configurables. Las E/S están divididas en entradas y salidas y emparejadas para que cada función proporcione una Categoría² 3 y E/S PLd.

Cada *función de seguridad* solo puede controlar un par de E/S. Si intenta seleccionar la misma función de seguridad por segunda vez, se quitará del primer par de E/S previamente definidas. Hay 5 *Funciones de seguridad* para señales de entrada, y 5 para señales de salida.

Nota: si aplica una función de seguridad a un conjunto de clavijas, se ignorará todas las acciones de E/S especificadas para las clavijas en Configuración E/S (consulte 13.8).

10.13.1 Señales de entrada

Para las señales de entrada pueden seleccionarse las siguientes *Funciones de seguridad*: Parada de emergencia del sistema, Modo reducido, Restablecimiento de protección, Dispositivo de habilitación de 3 posiciones y Modo operativo.

Parada de emergencia del sistema Una vez configurado, permite tener un botón adicional de Parada de emergencia además de la Botón de parada de emergencia de la consola portátil. Esta funcionalidad requiere el uso de un dispositivo compatible con la norma ISO 13850.

Modo reducido Todos los límites de seguridad tienen dos modos de aplicación: Modo *Normal*, que especifica la configuración de seguridad predeterminada, y modo *Reducido* (consulte 10.6 si desea obtener más información). Cuando se selecciona esta función de seguridad de

²De acuerdo a ISO 13849-1, vea el glosario para obtener más información.

entrada, si se recibe una señal baja en las entradas, el sistema de seguridad cambia al modo *Reducido*. Si es necesario, a continuación el brazo robótico reduce la velocidad para cumplir el conjunto de límites del modo *Reducido*. Si el brazo robótico continúa incumpliendo alguno de los límites del modo *Reducido*, realiza una parada de categoría 0. La vuelta al modo *Normal* se produce de la misma forma. Tenga en cuenta que los planos de seguridad también pueden provocar una transición al modo *Reducido* (consulte 10.12.3 si desea más información).

Restablecimiento de protección Si la Parada de protección está conectada en las E/S de seguridad, esta entrada se utiliza para garantizar que el estado de parada de protección continúe hasta que se active un restablecimiento. El brazo robótico no se moverá mientras su estado sea el de parada de protección.



ADVERTENCIA:

De forma predeterminada, la función de Restablecimiento de protección se configura en las entradas de los pines 0 y 1. Deshabilitarla totalmente implica que el brazo robótico deja de estar en parada de protección tan pronto como la entrada Parada de protección es alta. Es decir, sin una entrada de Restablecimiento de protección, las entradas de Parada de protección SI0 y SI1 (consulte Manual de instalación del hardware) determinan totalmente si el estado de parada de protección está activo o no.

Dispositivo de habilitación de 3 posiciones y Modo operativo Estos permiten utilizar un dispositivo de habilitación de tres posiciones como medida adicional de protección durante la configuración y programación del robot. Con la entrada del Dispositivo de habilitación de 3 posiciones configurada, el robot puede estar en “modo de ejecución” o en “modo de programación”. Aparecerá un icono en la esquina superior derecha que mostrará el modo operativo actual:

-  *Modo de ejecución:* el robot solo puede realizar tareas predefinidas. La pestaña Mover y el modo Movimiento libre no están disponibles.
-  *Modo de programación:* Se eliminan las restricciones presentes en el *Modo de ejecución*. No obstante, cuando la entrada del Dispositivo de habilitación de 3 posiciones es baja, el robot realiza una parada de protección. Además, el control deslizante de velocidad se establece en un valor inicial que corresponde a 250 mm/s y puede aumentar progresivamente para alcanzar una velocidad mayor. El control deslizante de velocidad se reinicia al valor bajo cuando la entrada del Dispositivo de habilitación de 3 posiciones pasa a ser alta.

Hay dos métodos para configurar la selección del modo operativo:

1. Para seleccionar el modo operativo mediante un dispositivo externo de selección de modo, configure la entrada *Modo operativo*. La opción para configurarlo aparecerá en los menús desplegables una vez que esté configurada la entrada del Dispositivo de habilitación de 3 posiciones. El robot entrará en *Modo de ejecución* cuando la entrada del *Modo operativo* sea baja y en *Modo de programación* cuando sea alta.

2. Para seleccionar el modo operativo desde Polyscope, solo se debe configurar la entrada del Dispositivo de habilitación de 3 posiciones y aplicarla a la configuración de seguridad. En este caso, el modo predeterminado es *En ejecución*. Para cambiar al *Modo de programación*, pulse el botón “Programar robot” en la pantalla de bienvenida. Para volver al *Modo en ejecución*, simplemente salga de la pantalla “Programar robot”.

**NOTA:**

- Tras confirmar la configuración de E/S de seguridad con el Dispositivo de habilitación de 3 posiciones activo, se muestra automáticamente la pantalla de bienvenida. La pantalla de bienvenida también se muestra automáticamente cuando el modo operativo cambia de *Programación* a *En ejecución*.
- Si se utiliza el selector de modo físico, debe cumplir completamente la norma ISO 10218-1: artículo 5.7.1 para selección.
- El interruptor de 3 posiciones, junto con su comportamiento, características de rendimiento y funcionamiento, debe cumplir minuciosamente la norma ISO 10218-1: artículo 5.8.3 para un dispositivo activador.

10.13.2 Señales de salida

Para las señales de salida pueden aplicarse las siguientes *Funciones de seguridad*. Todas las señales vuelven a ser bajas cuando termina el estado que activó la señal alta:

Parada de emergencia del sistema Se emite una señal baja cuando el sistema de seguridad se ha activado y está en Parada de emergencia por la entrada de Parada de emergencia del robot o Botón de parada de emergencia. Para evitar los interbloqueos, si la Parada de emergencia es desencadenada por la entrada de Parada de emergencia del sistema, no se emitirá la señal baja.


NOTA:

Las máquinas externas que obtengan el estado de Parada de emergencia a través del robot mediante la salida de Parada de emergencia del sistema deben ser compatibles con la norma ISO 13850. Esto es especialmente necesario en las configuraciones donde la entrada de Parada de emergencia del robot se conecta a un dispositivo externo de parada de emergencia. En estos casos, la salida de Parada de emergencia del sistema será alta cuando el dispositivo externo de parada de emergencia sea liberado. 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.

Robot en movimiento Se emite una señal baja cuando el brazo robótico se encuentra en estado de movilidad. Cuando el brazo robótico está en posición fija, la señal es alta.

Robot no detenido Cuando se ha indicado que el brazo robótico debe detenerse, pasará algún tiempo desde esa indicación hasta que el brazo se detenga. Durante este tiempo, la señal será alta. Cuando el brazo robótico se mueva y no se haya indicado que debe detenerse, o cuando el brazo robótico esté en posición de parada, la señal será baja.

Modo reducido Envía una señal 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 está baja actualmente. De lo contrario, la señal es alta.

Modo no reducido Es lo contrario del modo *Reducido* anteriormente definido.

11 Comience a programar

11.1 Introducción

El brazo de Universal Robot se compone de juntas y tubos. Las juntas con sus nombres habituales se muestran en la figura 11.1. La **Base** es donde se monta el robot y, en el extremo opuesto (**Muñeca 3**), se conecta la herramienta del robot. Coordinando el movimiento de cada una de las juntas, el robot puede mover su herramienta libremente, excepto en las zonas situadas justo encima y justo debajo de la base.

PolyScope es la interfaz gráfica de usuario (IGU) que le permite manejar el brazo robótico y la caja de control, ejecutar programas del robot y crear otros nuevos fácilmente.

La siguiente sección le ayuda a dar los primeros pasos con el robot. Después, se explicarán más detalladamente las pantallas y las funciones de PolyScope.



PELIGRO:

1. El Manual de instalación del hardware contiene información importante sobre la seguridad que el integrador de los robots de UR debe leer y entender antes de encender al robot por primera vez.
2. El integrador debe establecer los parámetros de configuración de seguridad definidos por la evaluación de riesgos antes de encender el brazo robótico por primera vez; vea el capítulo 10.

11.2 Inicio

Antes de utilizar PolyScope, debe instalar el brazo robótico y la caja de control y encender la caja de control.

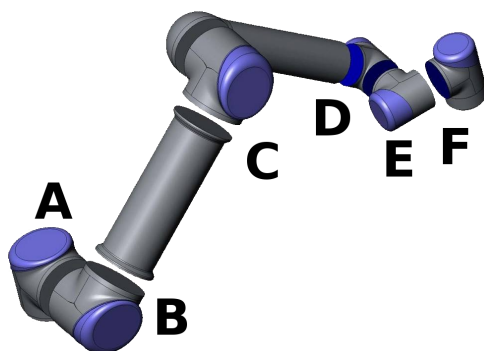


Figura 11.1: Juntas del robot. A: *Base*, B: *Hombro*, C: *Codo* y D, E, F: *Muñeca 1, 2, 3*

11.2.1 Instalación del brazo robótico y la caja de control

Para instalar el brazo robótico y la caja de control, haga lo siguiente:

1. Desembale el brazo robótico y la caja de control.
2. Monte el brazo robótico sobre una superficie resistente y sin vibraciones.
3. Coloque la caja de control sobre su pie.
4. Conecte el cable del robot entre el robot y la caja de control.
5. Conecte el enchufe de alimentación de la caja de control.



ADVERTENCIA:

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

Puede consultar las instrucciones detalladas de instalación en Manual de instalación del hardware. Tenga en cuenta que es necesario realizar una evaluación de riesgos antes de utilizar el brazo robótico para ejecutar cualquier trabajo.

11.2.2 Encendido y apagado de la caja de control

La caja de control se enciende pulsando el botón de encendido de la parte delantera del panel con la pantalla táctil. Este panel se suele llamar *consola portátil*. Cuando se enciende la caja de control, aparece texto del sistema operativo subyacente en la pantalla táctil. Al minuto aproximadamente, aparecerán algunos botones en la pantalla y un mensaje emergente guiará al usuario hasta la pantalla de inicialización (ver 11.5).

Para apagar la caja de control, pulse el botón verde de alimentación de la pantalla, o utilice el botón **Apagar** de la pantalla de bienvenida (ver 11.4).



ADVERTENCIA:

Si se apaga desenchufando el cable eléctrico de la toma de corriente, el sistema de archivos del robot podría corromperse, lo que, a su vez, podría provocar un mal funcionamiento del robot.

11.2.3 Encendido y apagado del brazo robótico

El brazo robótico puede encenderse si la caja de control está encendida y no se ha activado ningún botón de parada de emergencia. El brazo robótico se enciende en la pantalla de inicialización (ver 11.5) tocando el botón **Encender** de esa pantalla y, a continuación, pulsando **Iniciar**. Cuando se inicia un robot, emite un sonido y se mueve un poco mientras libera los frenos.

El brazo robótico puede apagarse tocando el botón **Apagar** de la pantalla de inicialización. El brazo robótico también se apaga automáticamente cuando se apaga la caja de control.

11.2.4 Inicio rápido

Para iniciar rápidamente el robot después de instalarlo, siga estos pasos:

1. Pulse el botón de parada de emergencia de la parte frontal de la consola portátil.
2. Pulse el botón de encendido de la consola portátil.
3. Espere un minuto hasta que el sistema se inicie y muestre texto en la pantalla táctil.
4. Cuando el sistema esté listo, aparecerá un mensaje emergente en la pantalla táctil, en el que se indicará que debe inicializarse el robot.
5. Toque el botón del cuadro de diálogo emergente. Se abrirá la pantalla de inicialización.
6. Espere a que aparezca el cuadro de diálogo Confirmación de Configuración de seguridad aplicada y pulse el botón Confirmar Configuración de seguridad. De este modo se aplica un conjunto de parámetros de seguridad que deben ajustarse según una evaluación de riesgos.
7. Desbloquee el botón de parada de emergencia. El estado del robot pasa de Parado por emergencia a Apagado.
8. Salga del alcance (espacio de trabajo) del robot.
9. Toque el botón Encender en la pantalla táctil. Espere unos segundos hasta que el estado del robot sea Inactivo.
10. Compruebe que la masa de carga útil y el montaje seleccionado sean correctos. Si el montaje detectado basándose en los datos del sensor no coincide con el montaje seleccionado, se le notificará.
11. Toque el botón Iniciar en la pantalla táctil. Ahora el robot hará un ruido y se moverá un poco mientras libera los frenos.
12. Toque el botón OK para abrir la pantalla de bienvenida.

11.2.5 El primer programa

Un programa es una lista de comandos que indican al robot lo que tiene que hacer. PolyScope permite a las personas con poca experiencia en programación poder programar el robot. En la mayoría de tareas, para programar se usa el panel táctil sin tener que teclear complicados comandos.

El movimiento de la herramienta es la parte del programa del robot que enseña al brazo robótico cómo moverse. En PolyScope, los movimientos de la herramienta se definen mediante una serie de **puntos de paso**. Los puntos de paso combinados forman una trayectoria que el brazo robótico sigue. Un punto de paso se establece mediante la pestaña Mover, moviendo manualmente (enseñando) el robot a una determinada posición, o puede calcularse mediante software. Use la pestaña Mover (consulte 13.1) 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 detrás de la consola portátil.

Además de moverse por puntos de paso, el programa puede 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 que se ha activado moverse entre dos puntos de paso.

1. Toque el botón `Programar robot` y seleccione `Programa vacío`.
2. Toque el botón `Siguiente` (parte inferior derecha) para que la línea `<empty>` aparezca seleccionada en la estructura del árbol de la izquierda de la pantalla.
3. Vaya a la ficha `Estructura`.
4. Toque el botón `Mover`.
5. Vaya a la ficha `Comando`.
6. Pulse el botón `Siguiente` para acceder a los ajustes de `Punto de paso`.
7. Pulse el botón `Fijar este punto de paso` que hay al lado de la imagen `"?"`.
8. En la pantalla `Mover`, mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flecha azules o manteniendo pulsado el botón `Movimiento libre`, localizado en la parte trasera de la consola portátil, al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico.
9. Pulse `Aceptar`.
10. Pulse `Añadir punto de paso`.
11. Pulse el botón `Fijar este punto de paso` que hay al lado de la imagen `"?"`.
12. En la pantalla `Mover` mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flecha azules o manteniendo pulsado el botón `Movimiento libre`, al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico.
13. Pulse `OK`.
14. Su programa está listo. El robot se moverá entre los dos puntos al pulsar el símbolo `"Reproducir"`. Apártese, tenga a mano el botón de parada de emergencia y pulse `"Reproducir"`.
15. ¡Enhorabuena! Ya ha generado su primer programa para mover el robot entre dos puntos de paso determinados.



ADVERTENCIA:

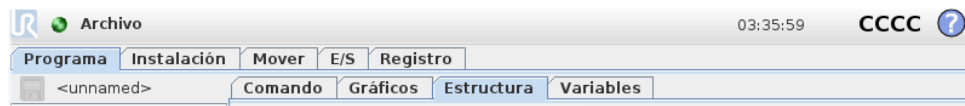
1. No dirija el robot hacia sí mismo ni hacia otra cosa, pues esto podría causar daños en el robot.
2. Mantenga la cabeza y el torso fuera del alcance (espacio de trabajo) del robot. No ponga los dedos en ningún lugar en el que puedan quedar atrapados.
3. Esto es solo una guía de inicio rápido para mostrar 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 predefinidos. Realice siempre una evaluación de riesgos antes de poner en marcha el robot.

11.3 Interfaz de programación PolyScope

PolyScope incorpora una pantalla táctil junto a la caja de control.



La imagen superior muestra la pantalla de bienvenida. Las zonas azuladas de la pantalla son botones que pueden pulsarse con un dedo o la punta que no escribe de un bolígrafo. PolyScope tiene una estructura de pantallas jerárquica. En el entorno de programación, las pantallas se organizan en *fichas* para facilitar el acceso a las mismas.



En este ejemplo, la pestaña **Programa** se selecciona en el nivel superior y debajo de esta se encuentra seleccionada la pestaña **Estructura**. La ficha **Programa** contiene información relacionada con el programa que está cargado en esos momentos. Si se selecciona la ficha **Mover**, se abrirá la pantalla **Mover**, desde la que podrá mover el brazo robótico. De forma similar, al seleccionar la ficha **E/S**, podrá supervisarse y cambiarse el estado actual de la E/S eléctrica.

Es posible conectar un ratón y un teclado a la caja de control o la consola portátil, aunque no es necesario. Casi todos los campos de texto son táctiles, de manera que al tocarlos se abre un teclado normal o numérico en pantalla.

En los siguientes apartados se describen las distintas pantallas de PolyScope.

11.4 Pantalla de bienvenida



Una vez iniciado el PC del controlador, aparece la pantalla de bienvenida, que ofrece las siguientes opciones:

- **Ejecutar programa:** elija y ejecute un programa existente. Esta es la forma más sencilla de utilizar el brazo robótico y la caja de control.
- **Programar robot:** sirve para cambiar o crear un programa nuevo.
- **Configurar robot:** sirve para cambiar el idioma, establecer contraseñas, actualizar software, etc.
- **Apagar robot:** apaga el brazo robótico y la caja de control.
- **Acerca de:** proporciona detalles relacionados con la versión del software, nombre del host, dirección IP, número de serie e información jurídica.

11.5 Pantalla de inicialización



En esta pantalla se controla la inicialización del brazo robótico.

Indicador de estado del brazo robótico

El LED de estado indica el estado del brazo robótico:

- Un LED rojo brillante indica que el brazo robótico está parado por algún motivo.
- Un LED amarillo brillante indica que el brazo robótico está encendido, pero no está listo para funcionar con normalidad.
- Por último, un LED verde indica que el brazo robótico está encendido y listo para funcionar con normalidad.

El texto que aparece junto al LED ofrece más información sobre el estado del brazo robótico.

Carga útil activa e instalación

Cuando el brazo robótico está encendido, la masa de la carga útil utilizada por el controlador al manejar el brazo robótico aparece en el pequeño campo de texto blanco. Este valor puede modificarse tocando el campo de texto e introduciendo un nuevo valor.

Nota: ajustar este valor no modifica la carga útil de la instalación del robot (ver 13.6), sino que únicamente configura la masa de la carga útil que utilizará el controlador.

De forma similar, el nombre del archivo de instalación cargado se muestra en el campo de texto gris. Se puede cargar una instalación diferente tocando el campo de texto o utilizando el botón **Cargar** situado junto al mismo. La instalación cargada también puede personalizarse utilizando los botones situados junto a la vista 3D en la parte inferior de la pantalla.

Antes de poner en marcha el brazo robótico, es muy importante comprobar que la carga útil activa y la instalación activa se correspondan con la situación real del brazo robótico.

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 cercanos.



PRECAUCIÓN:

Debe extremar la precaución si el brazo robótico está tocando algún obstáculo, pues mover el brazo robótico contra dicho obstáculo puede dañar la caja de engranajes de alguna junta.

El botón grande con el icono verde sirve para ejecutar la inicialización real del brazo robótico. El texto que aparezca y la acción que realice cambiarán dependiendo del estado del brazo robótico.

- Una vez arrancado el PC del controlador, debe tocar el botón una vez para encender el brazo robótico. A continuación, el estado del brazo robótico pasará a ser **Encendido** y, después, **Inactivo**. Tenga en cuenta que durante una parada de emergencia no se puede encender el brazo robótico, por lo que el botón estará deshabilitado.
- Cuando el estado del brazo robótico sea **Inactivo**, debe volver a tocar el botón una vez para poner en marcha 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 que el montaje es correcto, al tocar el botón se liberarán todos los frenos de las juntas y el brazo robótico quedará listo para funcionar normalmente. Tenga en cuenta que el robot hará un ruido y se moverá un poco mientras libera los frenos.
- Si el brazo robótico supera uno de los límites de seguridad después de ponerse en marcha, funcionará en un **modo de Recuperación** especial. En este modo, al tocar el botón se abrirá una ventana de modo de recuperación en la que podrá devolver el brazo robótico dentro de los límites de seguridad.
- Si se produce un error, puede reiniciarse el controlador utilizando el botón.
- Si el controlador no está funcionando, se iniciará al tocar el botón.

Por último, el botón de menor tamaño con el icono rojo sirve para apagar el brazo robótico.

12 Editores en pantalla

12.1 Editor de expresiones en pantalla



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.

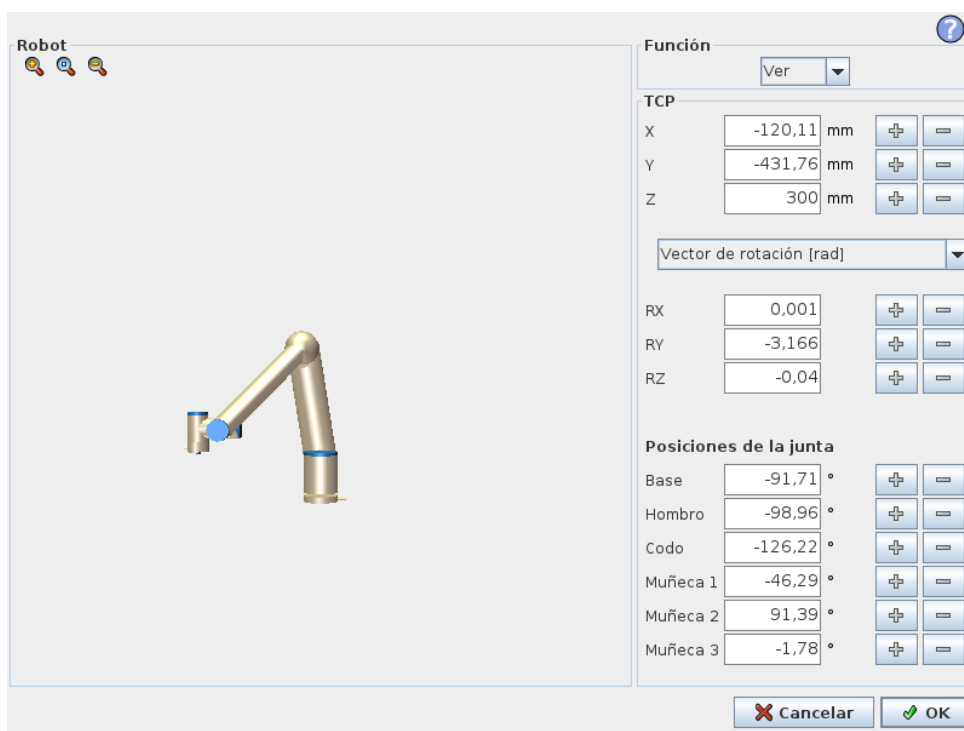
Al pulsar el botón *Ok*, se comprueba la expresión en busca de errores gramaticales. Al hacer clic en el botón *Cancelar*, se sale de la pantalla sin aplicar ningún cambio.

Una expresión puede ser así:

```
digital.in[1]?=True and analog.in[0]<0.5
```

12.2 Pantalla de editor de pose

En esta pantalla puede especificar posiciones objetivo de las juntas o una pose objetivo (posición y orientación) de la herramienta de robot. Esta pantalla está en modo “sin conexión” y no controla el brazo robótico directamente.



Robot

La posición actual del brazo robótico y la nueva posición objetivo especificada se muestran en gráficos 3D. El dibujo 3D del brazo robótico muestra su posición actual, y la “sombra” del brazo robótico muestra la posición objetivo según los valores especificados en la parte derecha de 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 (ver 10.12), 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 en el que están activos los límites del modo *Normal* (ver 10.6). 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 objetivo no respeta un límite o está muy cerca de no respetarlo, el límite se verá en rojo.

Posición de función y herramienta

En la esquina superior derecha de la pantalla se encuentra el selector de funciones. El selector de funciones define respecto a qué función se controlará el brazo robótico

Debajo del selector de funciones, aparece el nombre del Punto central de herramienta (PCH) actualmente activo. Para obtener más información sobre la configuración de varios PCH con nombre, consulte 13.6. Los cuadros de texto muestran los valores de coordenadas completos de

dicho PCH con relación a la función seleccionada. X, Y y Z controlan la posición de la herramienta, mientras que RX, RY y RZ controlan la orientación de la herramienta.

Utilice el menú desplegable situado encima de las casillas RX, RY y RZ para elegir la representación de la orientación. Los tipos disponibles son:

- **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.

Los valores pueden editarse haciendo clic en la coordenada. Al hacer clic en los botones + o -, ubicados a la derecha de una casilla, podrá sumar una cantidad al valor actual, o restarla. Si mantiene pulsado un botón, el valor aumentará o disminuirá. Cuanto más tiempo pulse el botón, mayor será el aumento o la disminución.

Posiciones de la junta

Permite especificar directamente las posiciones de las juntas individuales. Cada posición de la junta puede tener un valor que pertenezca al intervalo de -360° a $+360^\circ$, que son los *límites de junta*. Los valores pueden editarse haciendo clic en la posición de la junta. Al hacer clic en los botones + o -, ubicados a la derecha de una casilla, podrá sumar una cantidad al valor actual, o restarla. Si mantiene pulsado un botón, el valor aumentará o disminuirá. Cuanto más tiempo pulse el botón, mayor será el aumento o la disminución.

Botón OK

Si se activó esta pantalla desde la ficha **Mover** (véase 13.1), al hacer clic en el botón **OK** regresará a la ficha **Mover**, donde el brazo robótico se moverá al objetivo especificado. Si el último valor especificado fue una coordenada de la herramienta, el brazo robótico se moverá a la posición objetivo utilizando el tipo de movimiento *MoveL*, y el brazo robótico se moverá a la posición objetivo utilizando el tipo de movimiento *MoveJ* si lo último que se especificó fue una posición de la junta. Los distintos tipos de movimiento se describen en 14.5.

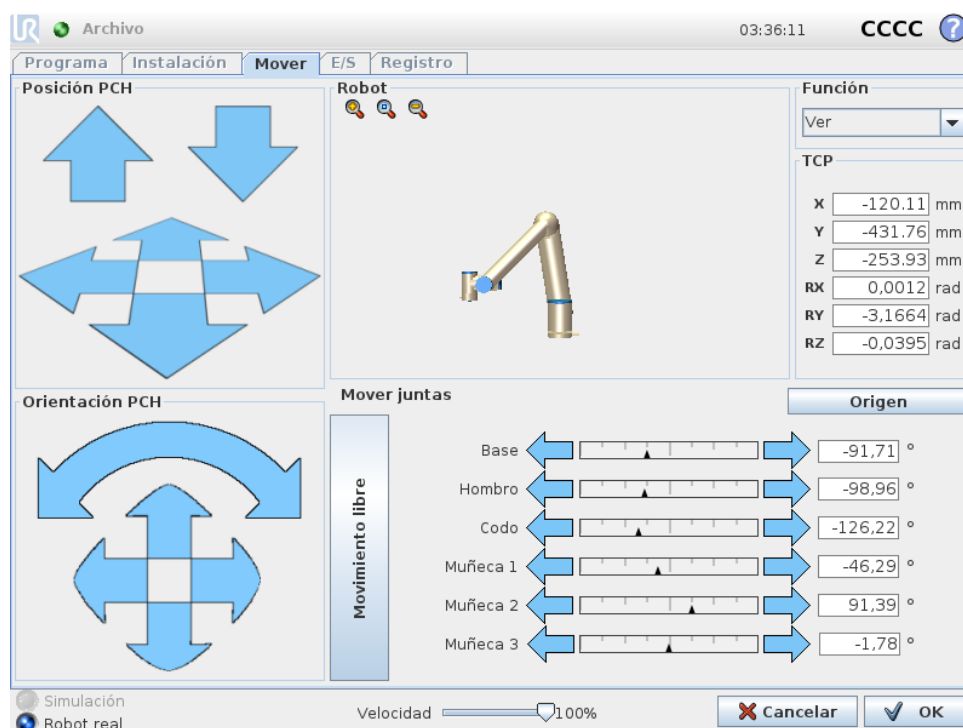
Botón Cancelar

Al hacer clic en el botón **Cancelar**, se sale de la pantalla sin aplicar ningún cambio.

13 Control del robot

13.1 Ficha Mover

En esta pantalla siempre se 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.



13.1.1 Robot

Se muestra la posición actual del brazo robótico en gráficos 3D. Pulse los iconos de lupa para acercar/alejar o deslice el dedo para cambiar la vista. Para que la sensación de controlar el brazo robótico sea lo más real posible, seleccione la función **Ver** y gire el ángulo de visualización de la imagen 3D para que coincida con su visión del brazo robótico real.

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 10.12), se muestra una representación en 3D del límite proximal. Tenga en cuenta que 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 10.6). 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 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.

13.1.2 Posición de función y herramienta

En la esquina superior derecha de la pantalla se encuentra el selector de funciones. Define respecto a qué función se controlará el brazo robótico.

El nombre del Punto central de herramienta (PCH) actualmente activo aparece debajo del selector de funciones. Los cuadros de texto muestran los valores de coordenadas completos de dicho PCH con relación a la función seleccionada. Para obtener más información sobre la configuración de varios PCH con nombre, (consulte 13.6).

Los valores pueden modificarse manualmente haciendo clic en la coordenada o en la posición de las juntas. Se abrirá la pantalla del editor de pose (consulte 12.2), en la que puede especificar una posición objetivo y la orientación de la herramienta o las posiciones objetivo de la junta.

13.1.3 Mover herram.

- Mantenga pulsada una flecha de desplazamiento (parte superior) para mover la punta de la herramienta del robot en la dirección indicada.
- Mantenga pulsada una flecha de rotación (inferior) para cambiar 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.

Nota: Suelte el botón para detener el movimiento en cualquier momento

13.1.4 Mover juntas

Permite controlar directamente las juntas articuladas. Cada junta puede moverse entre -360° y $+360^\circ$, que son los *límites de articulación* predeterminados indicados por la barra horizontal en cada junta. Si una junta alcanza su límite de articulación, no podrá moverse más. Si los límites de una junta se han configurado con un intervalo de posiciones diferente del predeterminado (consulte 10.11), este intervalo se indicará en rojo en la barra horizontal.

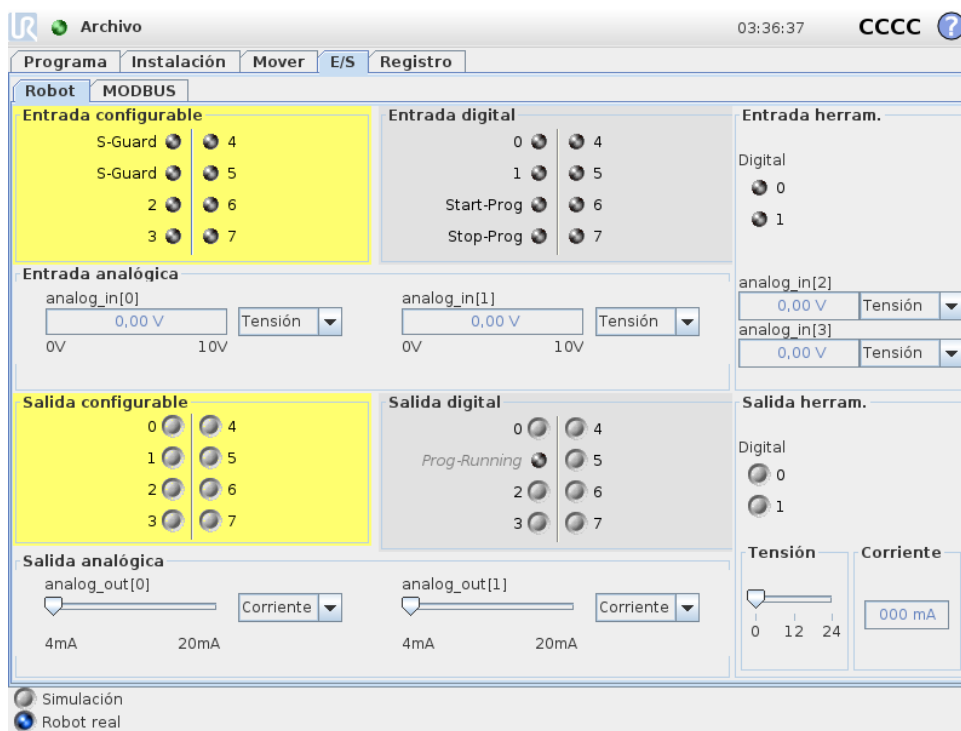
13.1.5 Movimiento libre

Con el botón *Movimiento libre* pulsado, es posible agarrar físicamente el brazo robótico y colocarlo donde desee. Si el ajuste de gravedad (consulte 13.7) de la ficha **Configuración** es incorrecto o el brazo robótico tiene una carga pesada, el brazo robótico puede empezar a moverse (a caer) cuando se pulsa el botón **Movimiento libre**. En ese caso, deje de pulsar el botón **Movimiento libre**.

**ADVERTENCIA:**

1. Asegúrese de utilizar los ajustes de instalación correctos (por ejemplo el ángulo de montaje del robot, el peso en el PCH o la compensación del PCH). Guarde y cargue los archivos de instalación junto con el programa.
2. Asegúrese de que los ajustes del PCH y los ajustes de montaje del robot estén correctamente configurados antes de pulsar el botón **Movimiento libre**. Si estos ajustes no son correctos, el brazo robótico se moverá al pulsar el botón **Movimiento libre**.
3. La función movimiento libre (**impedancia/retroceso**) solo se utilizará 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.

13.2 Ficha E/S



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.

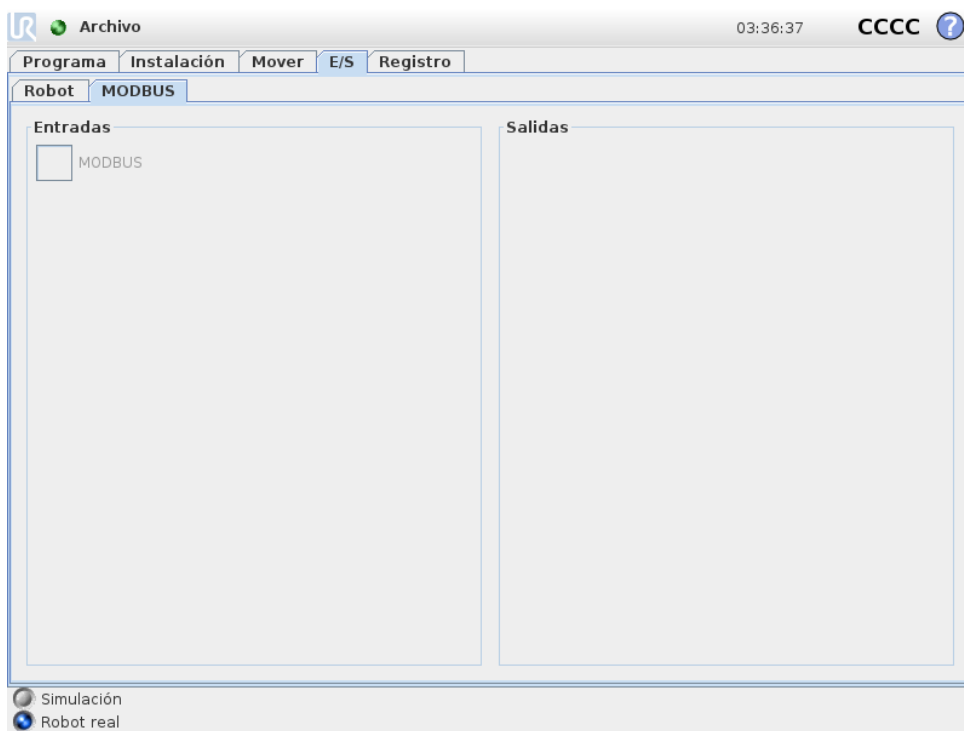
Las E/S configurables pueden reservarse para ajustes especiales de seguridad definidos en la sección de configuración de E/S de seguridad de la instalación (consulte 10.13); las reservadas tendrán el nombre de la función de seguridad en lugar del nombre definido por el usuario o el predeterminado. Las 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 5.3.

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.

13.3 E/S del cliente MODBUS

Aquí se muestran las señales de E/S del cliente MODBUS según se han configurado en la instalación. Si se pierde la conexión de la señal, se desactiva la entrada correspondiente en esta pantalla.



Entradas

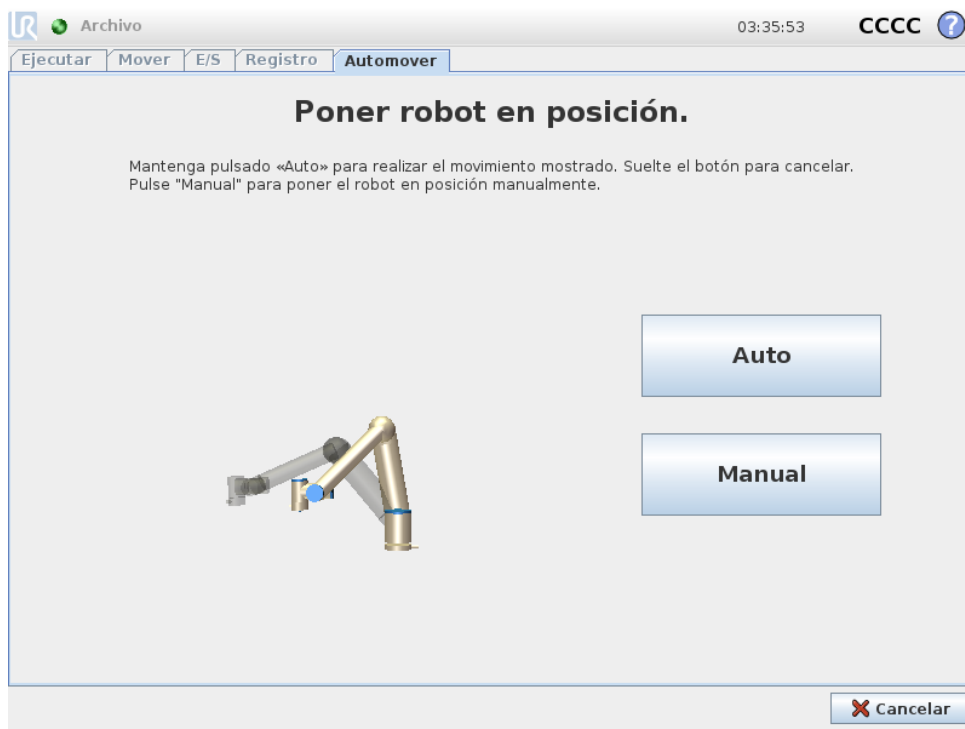
Ver el estado de las entradas del cliente MODBUS digitales.

Salidas

Ver y alternar el estado de las salidas del cliente MODBUS digitales. Una señal solo puede alternarse si lo permite la opción del control de la ficha E/S (consulte 13.8).

13.4 Ficha Automover

La ficha “Automover” se usa cuando el brazo robótico tiene que moverse a una posición concreta de su espacio de trabajo. Por ejemplo, cuando el brazo robótico tiene que moverse a la posición de inicio de un programa antes de que se ejecute, o para moverse a un punto de paso cuando se modifica un programa.



Animación

La animación muestra el movimiento que el brazo robótico va a realizar.



PRECAUCIÓN:

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.



PRECAUCIÓN:

La función de movimiento automático se mueve por el robot a lo largo de la trayectoria sombreada. Una colisión podría dañar el robot u otros equipos.

Auto

Mantenga pulsado el botón **Auto** para mover el brazo robótico tal y como se muestra en la animación.

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

Manual

Si pulsa el botón **Manual**, irá a la pestaña **Mover**, donde podrá mover el brazo robótico de forma manual. Esto solo es necesario si el movimiento de la animación no es el preferible.

13.5 Instalación → Cargar/guardar



La instalación del robot cubre todos los aspectos de cómo se colocan el brazo robótico y la caja de control en el entorno de trabajo. Incluye el montaje mecánico del brazo robótico, las conexiones eléctricas con otros equipos y todas las opciones de las que depende el programa robótico. No incluye el programa en sí.

Estos ajustes pueden configurarse utilizando las distintas pantallas de la ficha **Instalación**, excepto en lo que respecta a los dominios de E/S, que se configuran en la ficha **E/S** (consulte 13.2).

Se puede tener más de un archivo de instalación para el robot. Los programas creados utilizarán la instalación activa y la cargarán automáticamente al usarla.

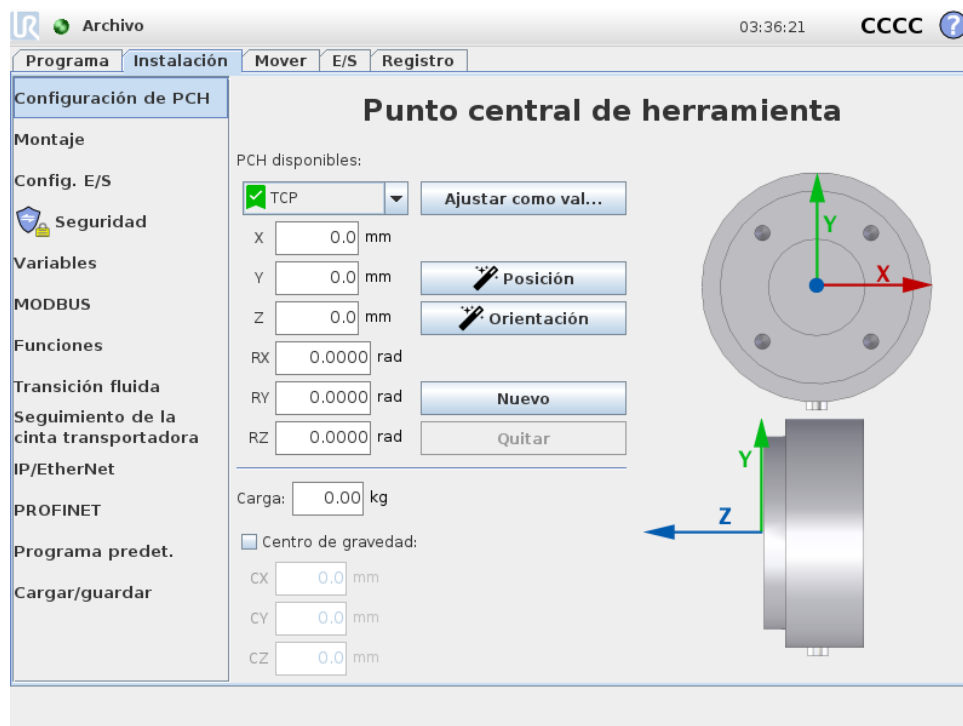
Cualquier cambio en una instalación debe guardarse para que se conserve tras apagar la unidad. Si hay cambios sin guardar en la instalación, aparecerá un icono de disquete junto al texto **Cargar/guardar** en la parte izquierda de la ficha **Instalación**.

Puede guardar una instalación pulsando el botón **Guardar** o **Guardar como...** También puede guardar la instalación activa guardando un programa. Para cargar un archivo de instalación diferente, utilice el botón **Cargar**. El botón **Crear nuevo** restablece los valores predeterminados de todos los ajustes de la instalación del robot.

**PRECAUCIÓN:**

No se recomienda utilizar el robot con una instalación cargada desde una unidad USB. Para utilizar una instalación almacenada en una unidad USB, primero cárguela y, a continuación, guárdela en la carpeta local de **programas** utilizando el botón **Guardar como...**

13.6 Instalación → Configuración de PCH



Un **Punto central de herramienta** (PCH) es un punto de la herramienta del robot. El PCH está definido y denominado en la pantalla de la pestaña **Instalación Ajustes para el punto central de herramienta** (como se muestra arriba). 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.

Las coordenadas, X, Y y Z especifican la posición del PCH, mientras que las coordenadas RX, RY y RZ especifican su orientación. Cuando todos los valores 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.

13.6.1 Adición, modificación y eliminación de PCH

Para definir un nuevo PCH, pulse el botón **Nuevo**. El PCH creado recibe automáticamente un nombre único y se activa para selección en el menú desplegable. La traslación y la rotación del PCH seleccionado pueden modificarse pulsando los respectivos campos de texto blancos e

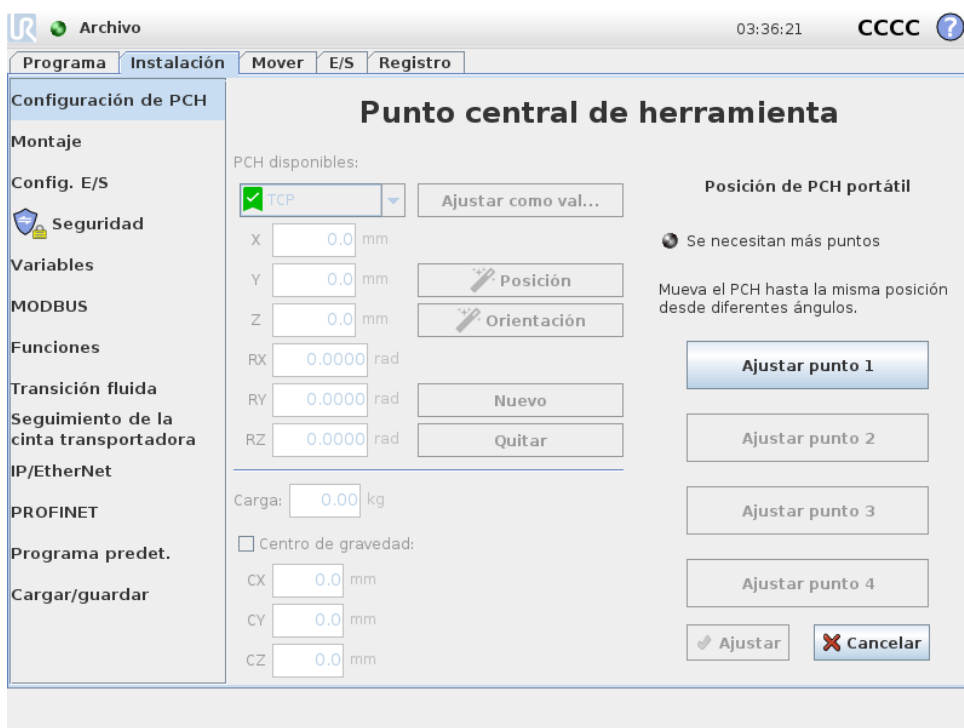
introduciendo nuevos valores. Para eliminar el PCH seleccionado, simplemente pulse el botón **Quitar**. El último PCH restante no puede eliminarse.

13.6.2 El PCH predeterminado y el PCH activo

Existe un PCH configurado de manera predeterminada, marcado con un icono verde a la izquierda de su nombre en el menú desplegable **PCH disponibles**. Para definir un PCH como predeterminado, seleccione el PCH deseado y pulse **Ajustar como valor predeterminado**.

Se designa una compensación de PCH como *activa* para determinar todos los movimientos lineales en un espacio de sistema de coordenadas cartesiano. El movimiento del PCH activo se ve en la pestaña Gráficos (consulte 14.29). Antes de ejecutar un programa, el PCH predeterminado se define como el PCH activo. En un programa, cualquiera de los PCH especificados puede ajustarse como *activo* para un movimiento específico del robot (consulte 14.5 y 14.10).

13.6.3 Aprendizaje de la posición del PCH



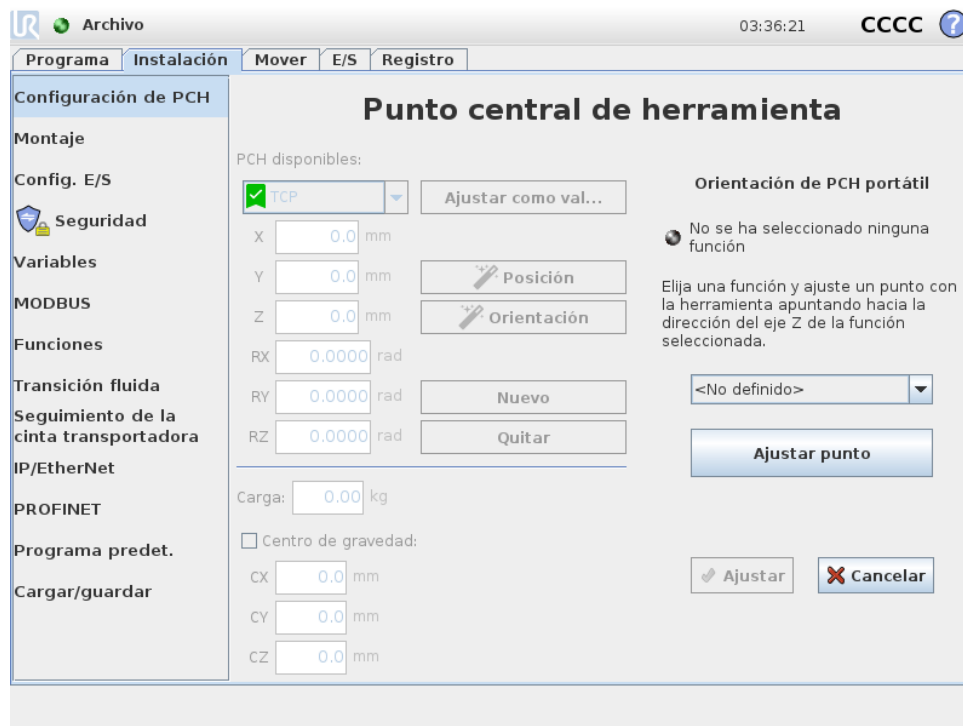
Las coordenadas de la posición del PCH pueden calcularse automáticamente de la siguiente forma:

1. Pulse 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 correcta-

mente. 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.

13.6.4 Aprendizaje de la orientación del PCH



1. Pulse el **Asistente de orientación del PCH**.
2. Seleccione una función en la lista desplegable. (consulte 13.12) para más información sobre la definición de funciones nuevas
3. Pulse **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**.

13.6.5 Carga

El peso de la herramienta del robot está especificado en la parte inferior de la pantalla. Para cambiar este ajuste, simplemente pulse el campo de texto blanco 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.

13.6.6 Centro de gravedad

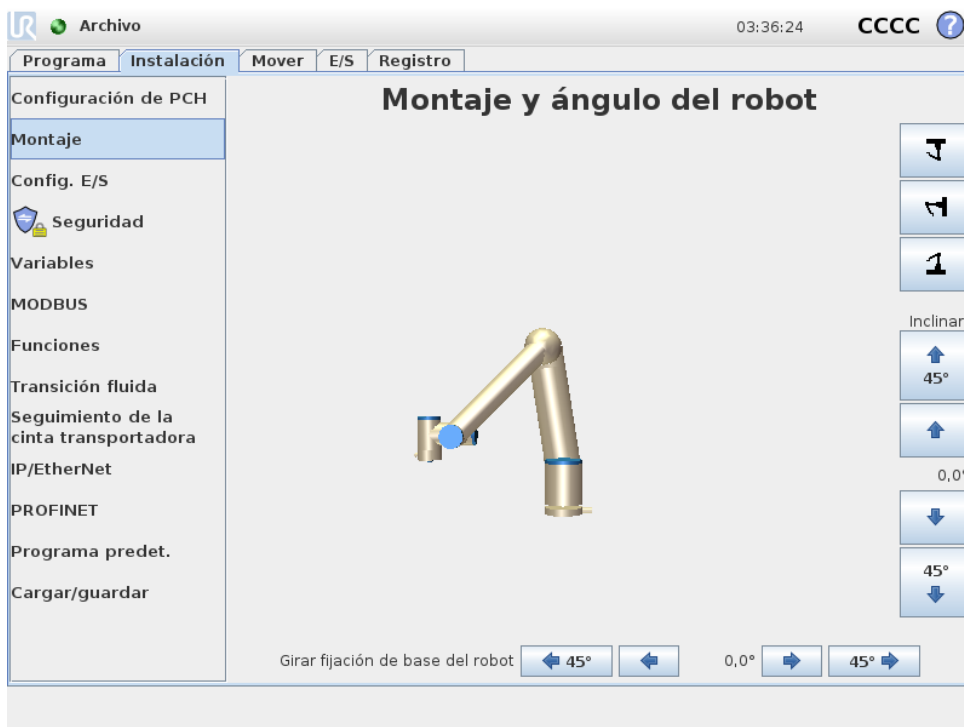
El centro de gravedad de la herramienta se especifica usando los campos CX, CY y CZ. Si no se especifica, se asume que el PCH es el centro de gravedad de la herramienta. Los ajustes se aplican a todos los PCH definidos.



ADVERTENCIA:

Utilice los ajustes de instalación correctos. Guarde y cargue los archivos de instalación con el programa.

13.7 Instalación → Fijación



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.

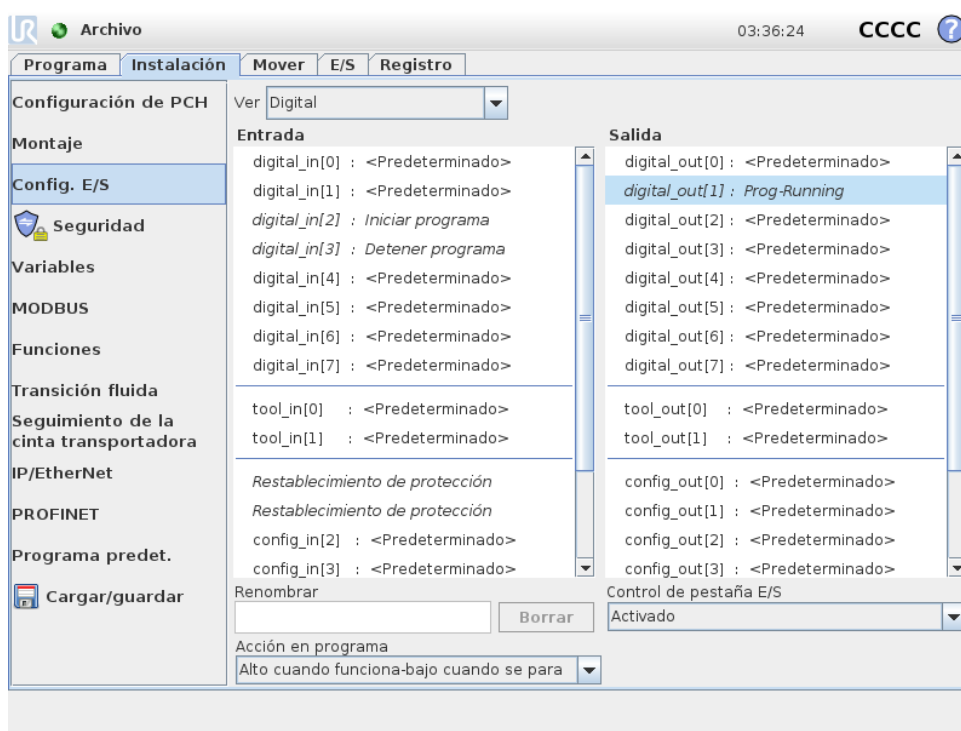
Los botones del lado derecho de la pantalla sirven para configurar el ángulo de montaje del brazo robótico. Los tres botones de la parte superior derecha configuran el ángulo para **techo** (180°), **pared** (90°) o **suelo** (0°). Los botones **Inclinar** definen un ángulo arbitrario.

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.

13.8 Instalación → 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.

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).

13.8.1 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.

13.8.2 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. Pulse 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 (14.9) y (14.18), 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**.

13.8.3 Acciones E/S y control de pestaña E/S

Acciones de entrada: Se pueden configurar las entradas digitales de uso general estándar, las dos entradas de herramienta digital, los registros de entrada de uso general del tipo booleano y las entradas configurables que no se utilizan para funciones de seguridad para activar una acción. Acciones disponibles:

- Iniciar el programa actual
- Detener el programa actual
- Pausar el programa actual

Además, se puede configurar una acción para que pase o salga del modo movimiento libre cuando la entrada es alta/baja. (similar a utilizar el botón **Movimiento libre** en la parte trasera de la consola portátil).

Acciones de salida: Las salidas, de manera predeterminada, conservan sus valores una vez un programa detenga la ejecución. Estos tipos de salida digital puede tener acciones de salida:

- Salida digital
- Salida herram.
- Salida configurable
- Salida de uso general del tipo booleano
- Salida digital de MODBUS
- Salida analógica (la salida pasa a máximo o mínimo)

Las acciones disponibles son:

Bajo cuando no está funcionando : La salida es baja cuando el estado del programa es “parado” o “pausado”.

Alto cuando no está funcionando : La salida es alta cuando el estado del programa es “parado” o “pausado”.

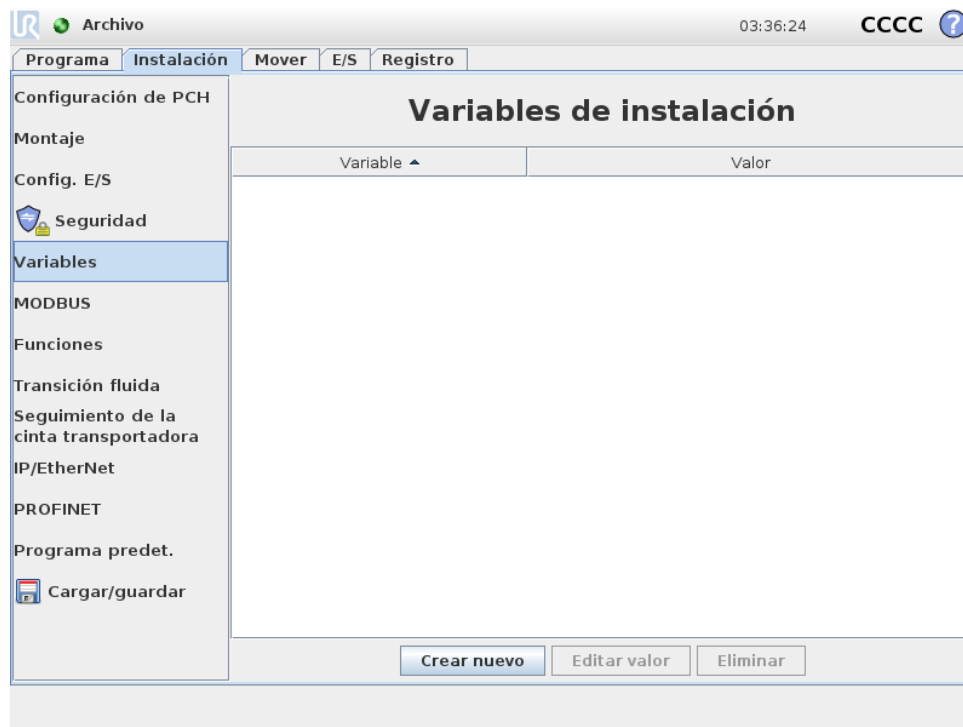
Alta cuando no está funcionando/baja cuando se para : La salida es baja cuando el estado del programa es “parado” o “pausado” y alta cuando está funcionando.

Control de pestaña E/S: También es posible especificar si una salida se puede controlar en la pestaña E/S (ya sea por programadores, o tanto por operadores como programadores) o si solo los programas del robot pueden alterar el valor de salida.

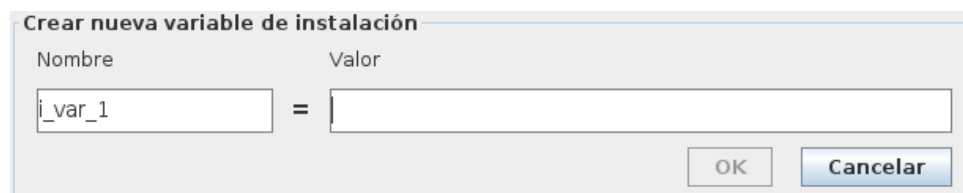
13.9 Instalación → Seguridad

Consulte capítulo 10.

13.10 Instalación → 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.



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**.

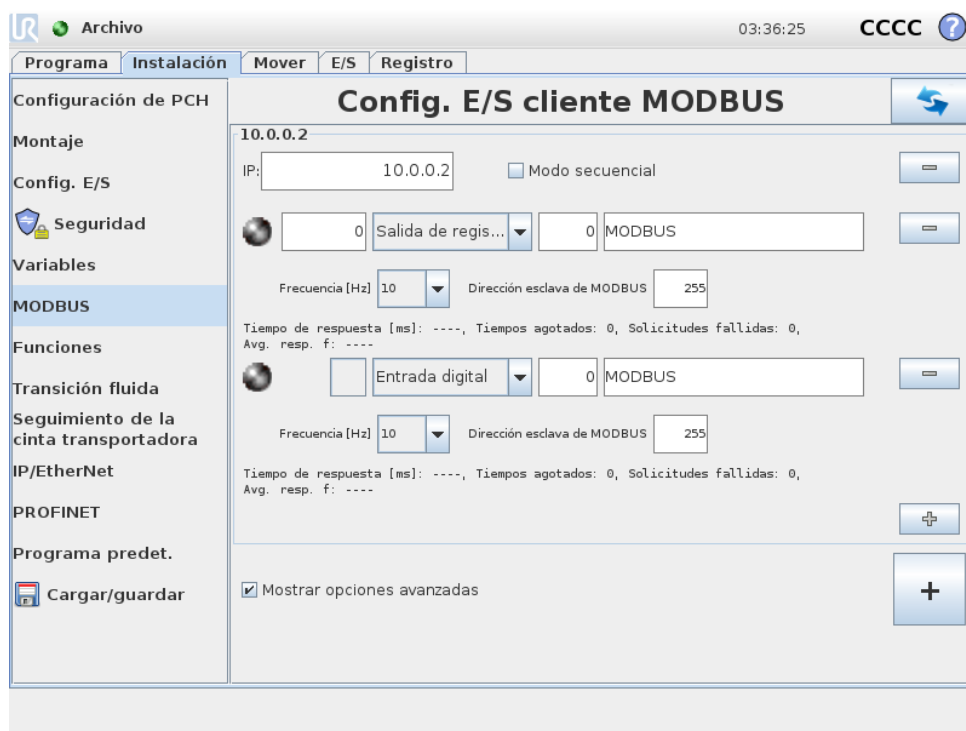
Para eliminar una variable, selecciónela y pulse **Eliminar**.

Tras configurar las variables de instalación, debe guardarse la propia instalación para conservar la configuración, (consulte 13.5).

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.

13.11 Instalación → Configuración de 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

Pulse 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

Pulse este botón para añadir una nueva unidad MODBUS.

Eliminar unidad

Pulse 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. Pulse el botón para cambiarla.

Modo secuencial

Disponible únicamente cuando se seleccione *Mostrar opciones avanzadas* (consulte 13.11). 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 13.11). 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

Pulse este botón para añadir una señal a la correspondiente unidad MODBUS.

Eliminar señal

Pulse 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.

13.12 Instalación → 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, cintas transportadoras, 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 13.1)
- La función herramienta localizada con origen en el centro del PCH actual (consulte imagen 13.2)

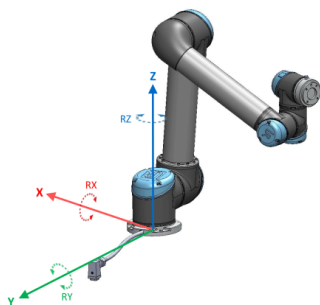


Figura 13.1: Función base

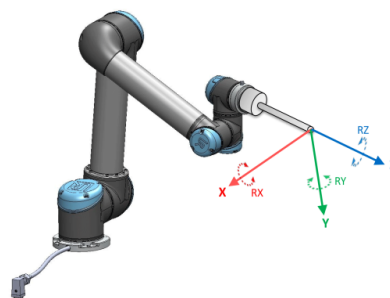


Figura 13.2: Función herramienta (PCH)

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 una cinta transportadora lineal, defina dos puntos de una función de línea con la mayor separación física posible. La función punto también se puede utilizar para definir una cinta transportadora lineal, sin embargo, el usuario debe orientar el TCP en la dirección del movimiento de la cinta transportadora.

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: 13.12.2), (13.12.3) y (13.12.4).

13.12.1 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 **MoveL** y **MoveP**) con la función (consulte la sección 14.5). 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 13.12.5) y (13.12.6).

Las funciones configuradas como desplazables también son herramientas útiles a la hora de mover manualmente el robot en la pestaña Mover (sección 13.1) o la pantalla de **Editor de pose** (consulte 12.2). Cuando se selecciona una función como referencia, los botones Mover herram. para traslación y rotación operan en el espacio de función seleccionado (consulte 13.1.2) y (13.1.3), 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.

Renombrar

Este botón cambia el nombre de una función.

Eliminar

Este botón elimina una función seleccionada y, cualquiera de sus funciones secundarias.

Mostrar ejes

Decida si los ejes de coordenadas de la función seleccionada debería aparecer en los gráficos 3D. Lo que se elija se aplica en esta pantalla y en la pantalla Mover.

Cambiar el punto

Use el botón **Cambiar este punto** para fijar o cambiar la función seleccionada. Aparece la pestaña **Mover** (sección 13.1) y se puede definir una nueva posición de la función.

Desplazable

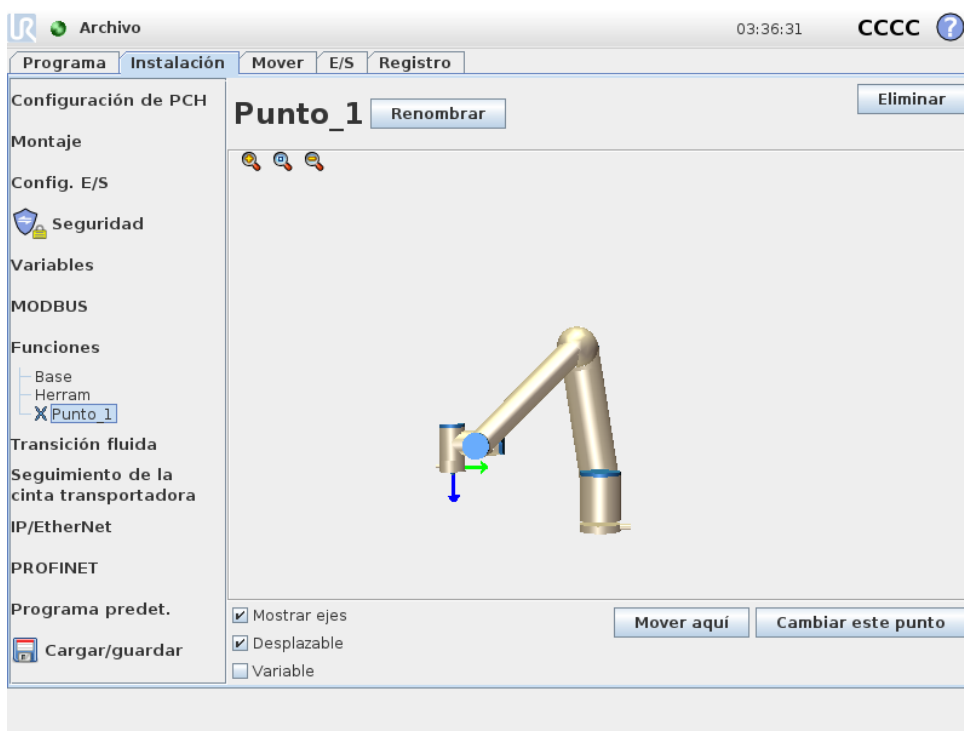
Al elegir esta opción, la función seleccionada puede desplazarse. Esto determina si la función aparecerá en el menú de funciones de la pantalla Mover.

Utilizar Mover robot aquí

Pulse 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.

13.12.2 Punto nuevo

Pulse 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.



13.12.3 Línea nueva

Pulse 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 cinta transportadora). Se define una línea l como eje entre dos funciones de punto $p1$ y $p2$ como se muestra en la figura 13.3.

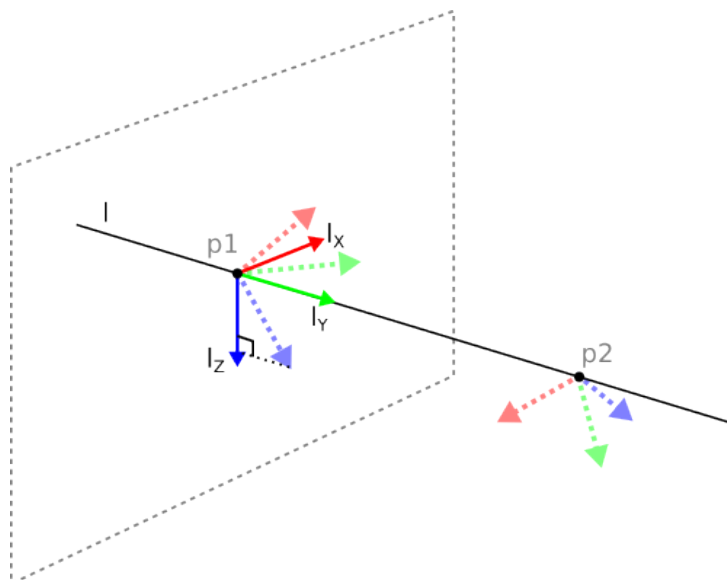
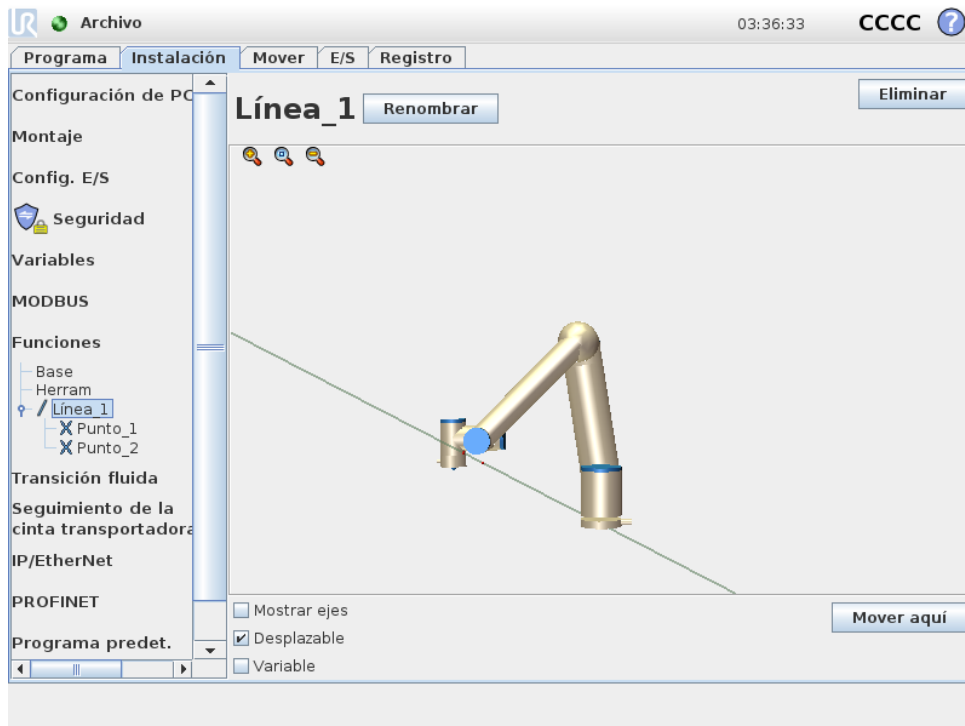


Figura 13.3: Definición de la función de línea

En la figura 13.3 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 $p1$.



13.12.4 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

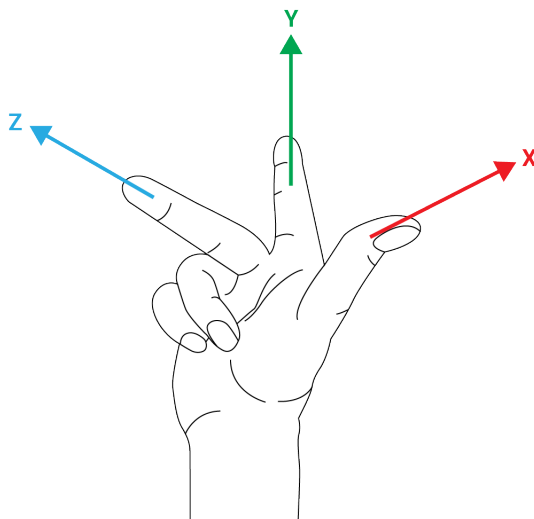
1. En Instalación, seleccione **Funciones**.
2. En Funciones, seleccione **Plano**.

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.

13.12.5 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 13.4 ilustra el movimiento desde los puntos de paso wp1 a wp4.

Programa de robot

```
MoveJ
  S1
MoveL # Función: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

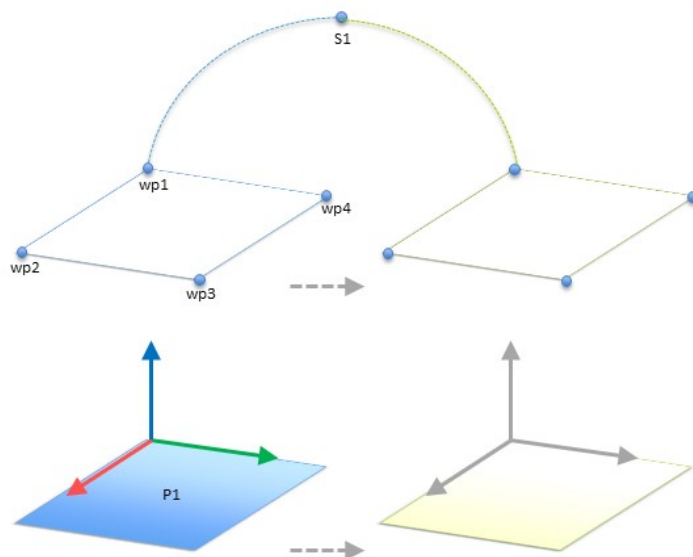


Figura 13.4: Programa sencillo con cuatro puntos de paso relacionado con una función de plano actualizada de forma manual al cambiar la función

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 *MoveL* 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.

13.12.6 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 13.5).

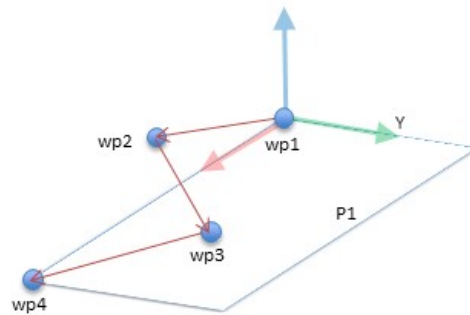


Figura 13.5: Un comando *MoveL* con cuatro puntos de paso con relación a la función de plano

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 13.6, compensaciones $O1$ y $O2$). Esto se logra utilizando las funciones de script *pose_add()* o *pose_trans()* para manipular la variable.

Programa de robot

```
MoveJ
    wp1
y = 0,01
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = pose_trans(P1_var, o)
MoveL # Función: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```

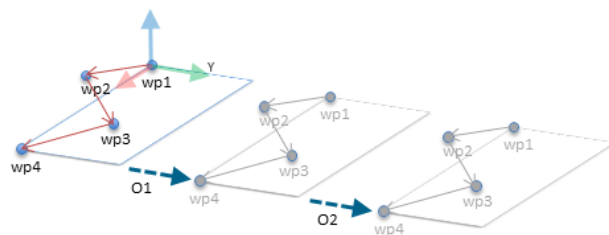


Figura 13.6: Aplicar una compensación a la función de plano

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 13.7) donde la función de referencia para el comando *MoveL* $P1_var$ puede cambiar entre dos planos $P1$ y $P2$.

13.13 Configuración del seguimiento de la cinta transportadora

Cuando se utiliza una cinta transportadora, el robot puede configurarse para realizar un seguimiento de su movimiento. La configuración del seguimiento de la cinta transportadora ofrece

Programa de robot

```

MoveJ
  S1
if (digital_input[0]) then
  P1_var = P1
else
  P1_var = P2
MoveL # Función: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4

```

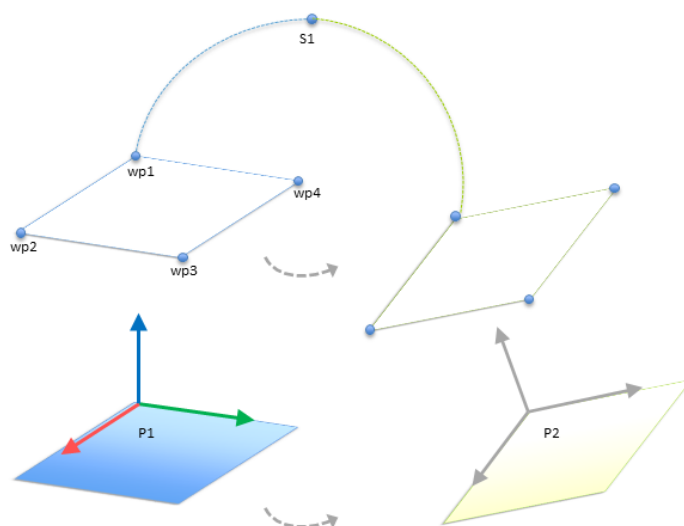


Figura 13.7: Cambiar de una función de plano a otra

opciones para configurar el robot de modo que trabaje con codificadores incrementales y absolutos, así como con cintas transportadoras lineales y circulares.

Parámetros de la cinta transportadora

Los codificadores: del tipo Incremental pueden conectarse a las entradas digitales desde la número 0 a la 3. 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 de la cinta transportadora. Si la dirección de la cinta transportadora es constante, se puede utilizar para detectar la Subida, Bajada o la Subida y bajada de los bordes que determinan la velocidad de la cinta transportadora.

Los codificadores: de tipo Absoluto pueden conectarse a través de la señal MODBUS. Esto requiere preconfigurar un registro de entrada MODBUS digital en (sección 13.11).

Cintas transportadoras lineales

Cuando se selecciona una cinta transportadora lineal, se debe configurar una función de línea en la parte **Funciones** de la instalación para determinar la dirección de la cinta transportadora. La función de línea debe ser paralela a la dirección de la cinta transportadora. Asimismo, debe existir una gran distancia entre los dos puntos que definen la función de línea. Configure la función de línea colocando la herramienta firmemente contra el lado de la cinta transportadora cuando se enseñen dos puntos. Si la dirección de la función de línea es opuesta al movimiento de la cinta transportadora, utilice el botón **Sentido contrario**.

El campo **Marcas por metro** muestra el número de marcas que genera el codificador cuando la cinta transportadora se desplaza un metro.

$$\text{Marcas por metro} = \frac{\text{marcas por revolución del codificador}}{2\pi \cdot \text{radio del disco codificador[m]}} \quad (13.1)$$

Cintas transportadoras circulares

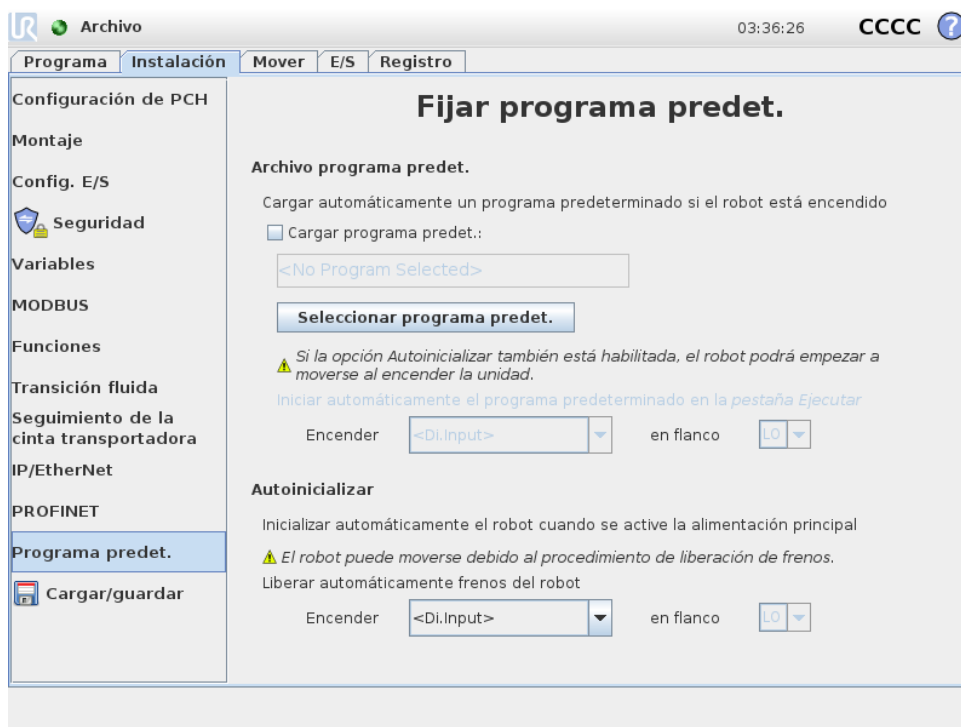
Cuando realice el seguimiento de una cinta transportadora circular, se debe definir el punto central de la cinta transportadora.

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 la cinta transportadora gira una revolución completa.
2. Marque la casilla **Rotar herramienta con cinta transportadora** si la orientación de la herramienta debería realizarse con respecto a la cinta transportadora (p. ej., si la herramienta es perpendicular a la cinta transportadora, permanecerá perpendicular durante el movimiento).
3. Desmarque la casilla **Rotar herramienta con cinta transportadora** si la trayectoria debe controlar la orientación.

13.14 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, parada de protección 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”.

13.15 Instalación → Programa predeterminado



La pantalla Inicio 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.

Carga de un programa predeterminado

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 11.4) y no hay ningún programa cargado.

Inicio de un programa predeterminado

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 inicio, el nivel de señal de entrada en uso no está definido. Al seleccionar una transición que coincida con el nivel de señal en el inicio, 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.

Inicialización automática

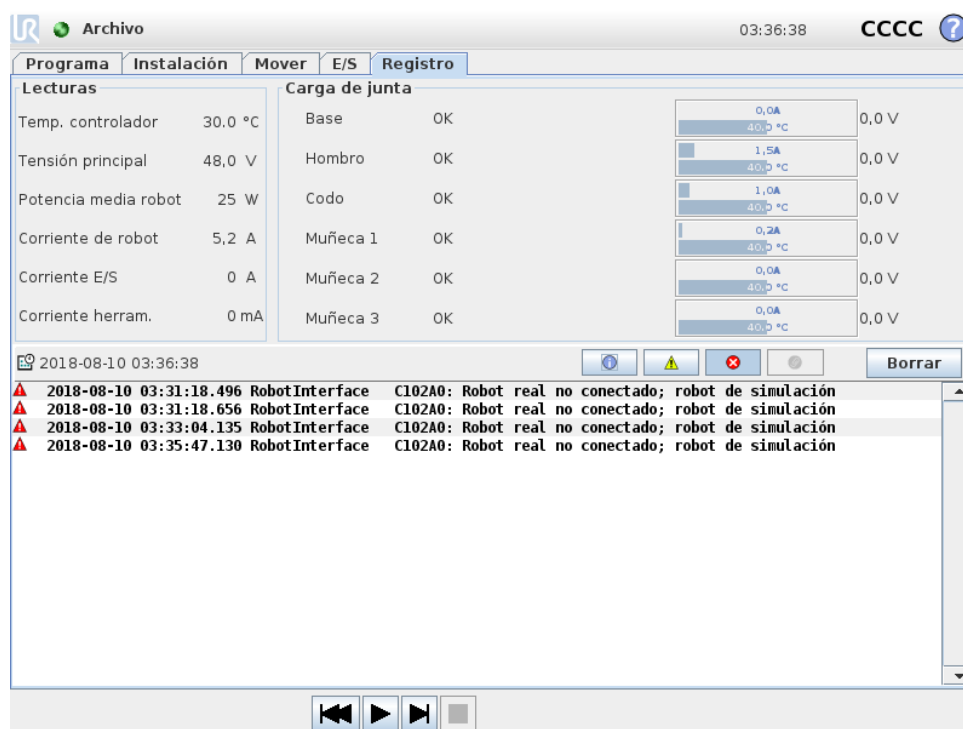
El brazo robótico se inicializa automáticamente. En la transición del flanco de entrada externa especificada, el brazo robótico se inicializa completamente, independientemente de la pantalla visible.

La liberación de frenos es la etapa de inicialización final. Durante la liberación de frenos, el brazo robótico realiza un movimiento menor y emite unos clics. Además, los frenos no se pueden liberar automáticamente si el montaje configurado no coincide con el montaje detectado (basándose en los datos del sensor). En este caso, el robot debe inicializarse manualmente en la pantalla de inicialización (consulte 11.5).

Durante el inicio, el nivel de señal de entrada en uso no está definido. Al seleccionar una transición que coincida con el nivel de señal en el inicio, el brazo robótico se inicializa inmediatamente.

La función de iniciación automática funciona cuando únicamente el brazo robótico está apagado.

13.16 Ficha Registro



Salud del robot 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 del motor y la electrónica, así como la carga de la junta y la tensión.

Registro del robot Los mensajes aparecen en la mitad inferior de la pantalla. 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 de la entrada de registro. 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 accesible seleccionando la entrada de registro.

13.16.1 Guardar informes de error

Cuando se produce un error en PolyScope, se genera un registro del error. En la pestaña Registro, puede realizar un seguimiento o exportar los informes a una memoria USB (consulte 13.16). Se puede realizar un seguimiento y exportar la siguiente lista de errores:

- Fallo
- Excepciones de PolyScope internas

- Parada de protección
- 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.

Informe 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.

13.17 Pantalla Cargar

En esta pantalla se decide el programa que se desea cargar. Hay dos versiones de esta pantalla: una para usarla cuando simplemente quiere cargar un programa y ejecutarlo, y otra que se utiliza cuando quiere editar un programa.



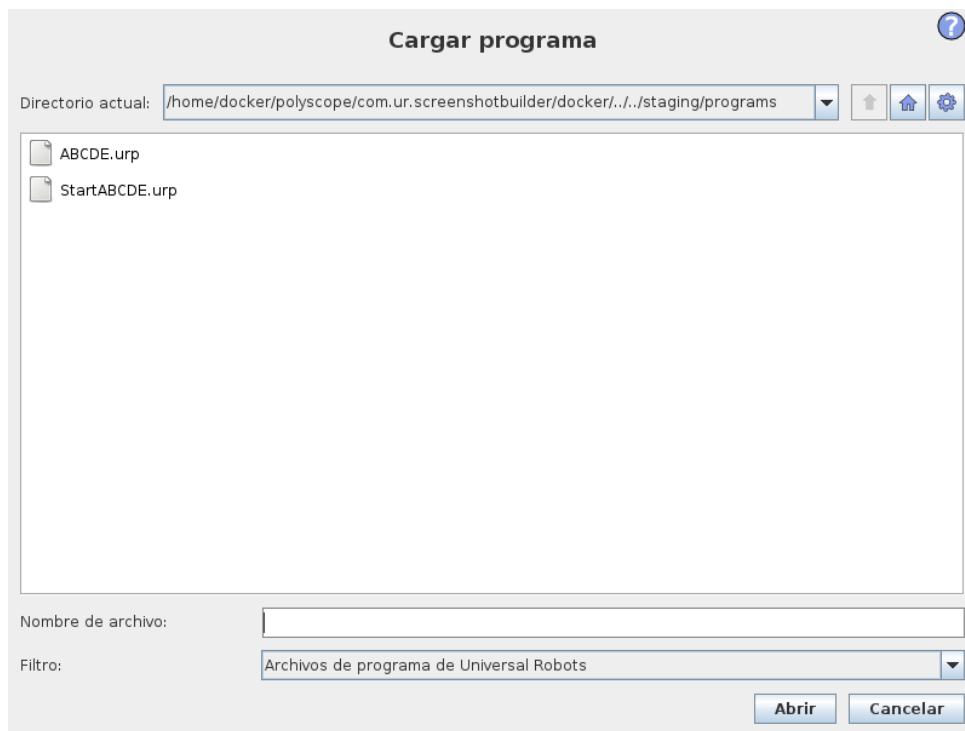
NOTA:

No se recomienda ejecutar un programa desde una unidad USB.
Para ejecutar un programa almacenado en una unidad USB, primero cárguelo y, a continuación, guárdelo en la carpeta local de `programas` utilizando la opción **Guardar como...** del menú **Archivo**.

La principal diferencia estriba en las acciones disponibles para el usuario. En la pantalla de carga básica, el usuario solo podrá acceder a archivos, no modificarlos ni eliminarlos. Además, el usuario no puede salir de la estructura de directorios que desciende desde la carpeta de `programas`. El usuario puede descender hasta un subdirectorios, pero no puede subir más que hasta la carpeta de `programas`.

Por consiguiente, todos los programas deben colocarse en la carpeta de `programas` o en subcarpetas de la carpeta de `programas`.

Presentación de la pantalla



Esta imagen muestra la pantalla de carga real. Consta de los siguientes botones y áreas importantes:

Historial de rutas El historial de rutas muestra una lista de las rutas que llevan a la presente ubicación. Esto significa que se muestran todos los directorios principales hasta el directorio raíz del ordenador. Aquí verá que es posible que no pueda acceder a todos los directorios situados por encima de la carpeta de programas.

Al seleccionar el nombre de una carpeta en la lista, el diálogo de carga cambia a ese directorio y lo muestra en el área de selección de archivos (consulte 13.17).

Área de selección de archivos En esta área del diálogo se encuentra el contenido del área real. Ofrece al usuario la posibilidad de seleccionar un archivo haciendo clic en su nombre o de abrir el archivo haciendo doble clic en su nombre.

Los directorios se seleccionan mediante una pulsación larga de aproximadamente 0,5 s. Descender hasta una carpeta y mostrar su contenido se realiza por medio de un solo clic.

Filtro de archivos Utilizando este filtro, puede limitar los archivos mostrados incluyendo el tipo de archivos que desee. Al seleccionar **Archivos de copia**, el área de selección mostrará las 10 últimas versiones guardadas de cada programa, en la que .old0 es la más reciente y .old9 la más antigua.

Campo Nombre de archivo Aquí se muestra el archivo que está seleccionado. El usuario puede introducir manualmente el nombre de un archivo haciendo clic en el icono de teclado situado

a la derecha del campo. Así se abrirá un teclado en pantalla en el que el usuario podrá introducir directamente el nombre del archivo.

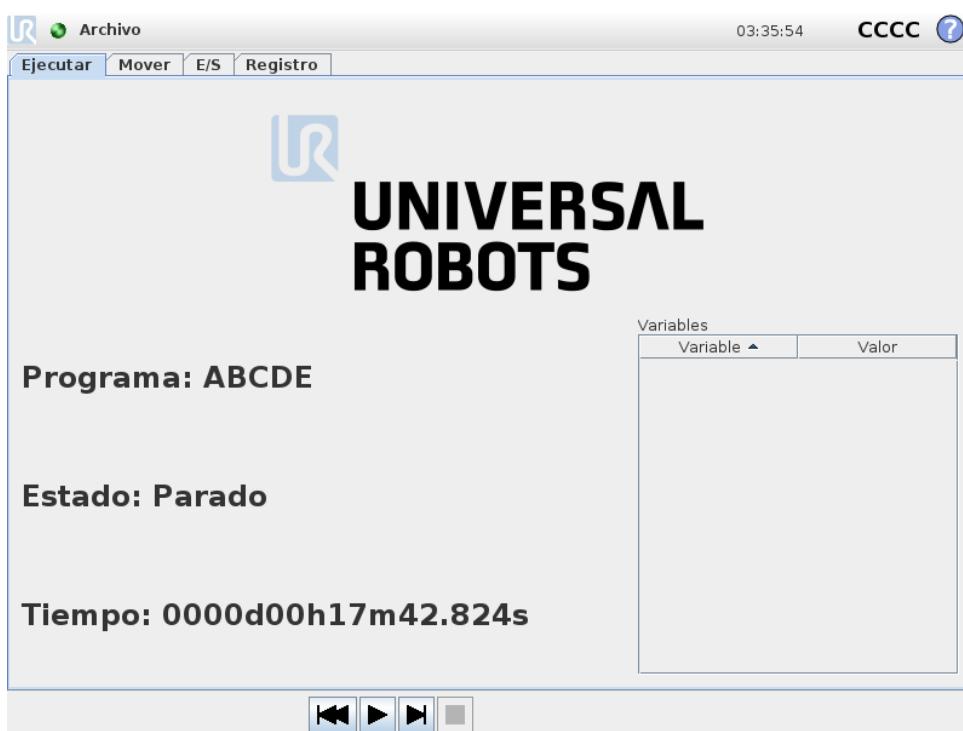
Botón Abrir Al hacer clic en el botón Abrir, se abrirá el archivo seleccionado y se volverá a la pantalla anterior.

Botón Cancelar Al hacer clic en el botón Cancelar, se anulará el actual proceso de carga y la pantalla volverá a la imagen anterior.

Botones de acción Una serie de botones permiten al usuario realizar algunas de las acciones a las que normalmente accedería haciendo clic con el botón derecho en el nombre de un archivo (en un cuadro de diálogo convencional). Además, podrá subir por la estructura de directorios directamente hasta la carpeta del programa.

- Padre: para subir en la estructura de directorios. El botón no estará habilitado en dos casos: cuando el directorio actual sea el directorio principal y cuando la pantalla esté en modo limitado y el directorio actual sea la carpeta del programa.
- Ir a la carpeta de programas: ir al inicio
- Acciones: acciones como crear directorio, eliminar archivo, etc.

13.18 Pestaña Ejecutar



Esta ficha proporciona una forma muy sencilla de manejar el brazo robótico y la caja de control, con la menor cantidad posible de botones y opciones. Esto puede resultar útil en combinación con la protección con contraseña de la parte de programación de PolyScope (consulte 15.3),

para convertir el robot en una herramienta que funcione exclusivamente con programas ya preparados.

Además, en esta ficha puede cargarse e iniciarse automáticamente un programa predeterminado basado en una transición del flanco de entrada externa (consulte 13.15). 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.

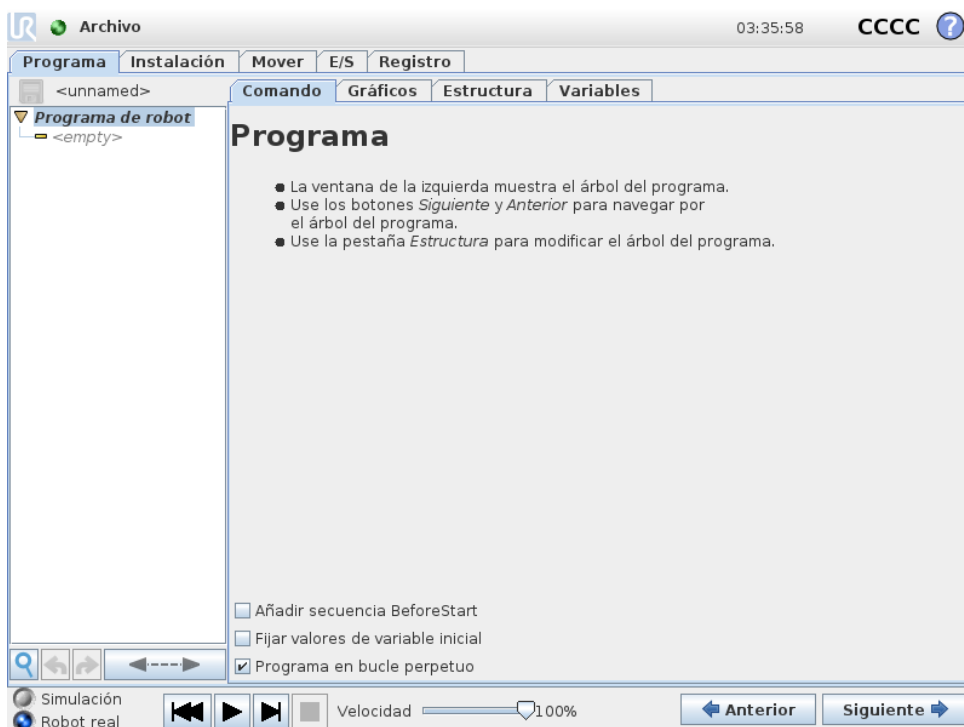
14 Programación

14.1 Programa nuevo



Se puede iniciar un nuevo programa de robot desde una *plantilla* o desde un programa de robot existente (guardado). Una *plantilla* puede proporcionar toda la estructura del programa, por lo que solamente hay que rellenar los detalles del programa.

14.2 Ficha Programa



La ficha Programa muestra el programa que se está modificando.

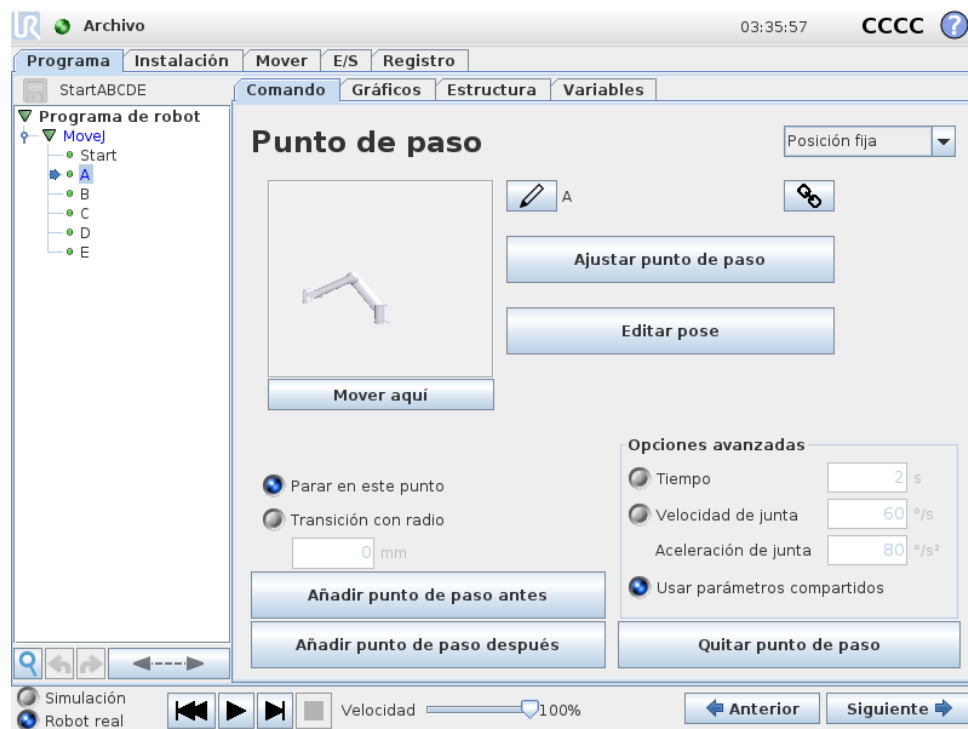
14.2.1 Árbol de programa

El **árbol de programa** de la izquierda de la pantalla muestra el programa como una lista de comandos, mientras que la parte derecha de la pantalla muestra información relativa al comando en uso.

Para seleccionar el comando en uso, haga clic en la lista de comandos o use los botones **Anterior** y **Siguiente** de la parte inferior derecha de la pantalla. Pueden insertarse o quitarse comandos usando la ficha **Estructura**. El nombre del programa aparece justo encima de la lista de comandos, junto con un icono de disquete que puede pulsarse para guardar el programa.

En el árbol de programa, el comando que se está ejecutando actualmente se resalta tal y como se describe en 14.2.2.

14.2.2 Indicación de ejecución de programa



El **árbol de programa** contiene claves visuales que informan sobre el comando que está ejecutando actualmente el controlador del robot. Un pequeño icono indicador  aparece a la izquierda del icono del comando, y el nombre del comando de ejecución y los comandos de los que este comando es un subcomando (normalmente identificados con los iconos de comando  / ) se resaltan en color azul. Esto ayuda al usuario a localizar el comando de ejecución en el árbol.

Por ejemplo, si el brazo robótico se mueve hacia un punto de paso, el subcomando del punto de paso correspondiente se marca con el icono  y su nombre y el nombre del comando Mover (consulte 14.5) al que pertenece se muestran en azul.

Si se pausa el programa, el icono indicador de ejecución del programa marca el último comando que estaba en proceso de ejecutarse.

Si hace clic en el botón con el icono  debajo del árbol de programa, se dirigirá al comando que se está ejecutando actualmente o al último comando ejecutado en el árbol. Si hace clic en un comando mientras se está ejecutando el programa, la ficha **Comando** seguirá mostrando la información relacionada con el comando seleccionado. Si pulsa el botón , la ficha **Comando** mostrará de forma continua información sobre los comandos que se están ejecutando actualmente.

14.2.3 Botón de búsqueda

Pulse el  para realizar una búsqueda de texto en el árbol de programa. Cuando se hace clic en él, puede introducirse un texto de búsqueda y se resaltarán en amarillo los nodos del programa que coincidan con la búsqueda. De manera adicional, los botones de navegación están disponibles para navegar a través de los resultados. Pulse el icono  para salir del modo de búsqueda. Nota: El árbol de programa se debe expandir para acceder a los botones de navegación adicionales.

14.2.4 Botones Deshacer/Rehacer

Los botones con iconos  y  en la barra de herramientas en la base del árbol de programa se utilizan para deshacer y repetir los cambios realizados en el árbol de programa y en los comandos que contiene.

14.2.5 Panel del programa

La parte inferior de la pantalla es el *Panel*. El *Panel* incluye un conjunto de botones parecidos a los de una antigua grabadora con los que los programas pueden iniciarse, detenerse, desplazarse y reiniciarse. El *control deslizante de velocidad* le permite ajustar la velocidad del programa en cualquier momento, lo que afecta directamente a la velocidad a la que se mueve el brazo robótico. Además, el *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 porcentaje indicado es la velocidad máxima que se puede conseguir para el programa que se está ejecutando sin saltarse los límites de seguridad.

A la izquierda del *Panel* están los botones *Simulación* y *Robot real* que sirven para alternar entre la ejecución simulada del programa y la ejecución real en el propio robot. Al ejecutarse en modo de simulación, el brazo robótico no se mueve, por lo que no puede dañarse a sí mismo ni a ningún equipo cercano en una colisión. Use la simulación para probar programas si no está seguro de lo que hará el brazo robótico.



PELIGRO:

1. Asegúrese de permanecer fuera del espacio de trabajo del robot cuando el botón *Reproducir* esté pulsado. El movimiento que programó puede ser diferente del esperado.
2. Utilice solo el botón *Paso* si es absolutamente necesario. Asegúrese de permanecer fuera del espacio de trabajo del robot cuando el botón *Paso* esté pulsado.
3. Asegúrese de probar siempre su programa reduciendo la velocidad con el control deslizante de velocidad. Los errores de programación lógica del integrador pueden causar movimientos inesperados del brazo robótico.
4. Cuando se produce una parada de emergencia o una parada de protección, el programa del robot se detendrá. Puede reanudarse mientras no se haya movido una junta más de 10°. Cuando se pulse reproducir, el robot volverá sobre su trayectoria lentamente y continuará la ejecución del programa.

Mientras se escribe el programa, el movimiento resultante del brazo robótico se ilustra mediante un dibujo 3D en la ficha *Gráficos*, que se describe en 14.29.

Al lado de cada comando del programa hay un pequeño icono, que puede ser rojo, amarillo o verde. El icono rojo significa que hay un error en el comando, el amarillo que el comando no está completo y el verde que todo está bien. Un programa solo funciona cuando todos los comandos están verdes.

14.3 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 13.10). 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.

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).

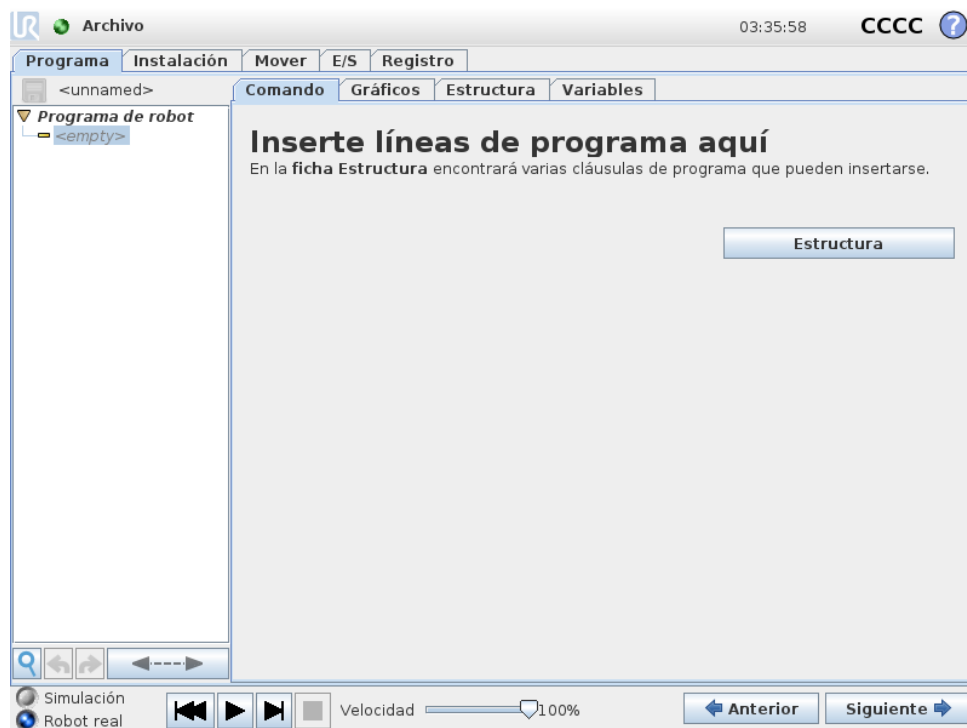
flotante Un número de punto flotante (decimal) (32 bits).

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.

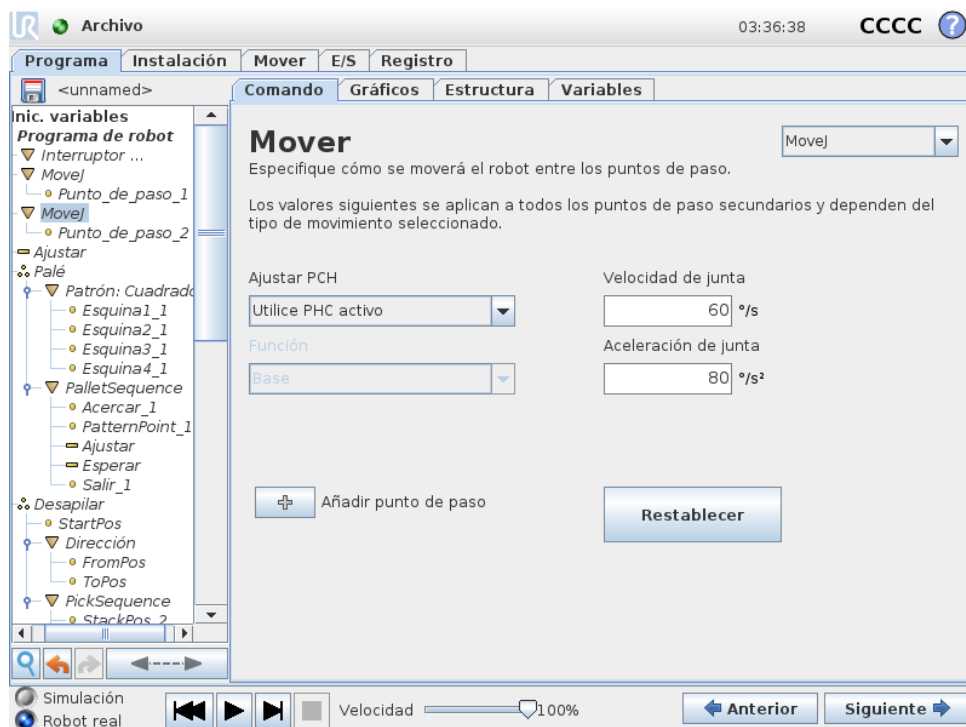
14.4 Comando: Vacío



Aquí es donde tienen que introducirse los comandos del programa. Pulse el botón **Estructura** para ir a la ficha Estructura, donde encontrará varias líneas de programa seleccionables. Un

programa no puede ejecutarse hasta que se hayan especificado y definido todas las líneas.

14.5 Comando: 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

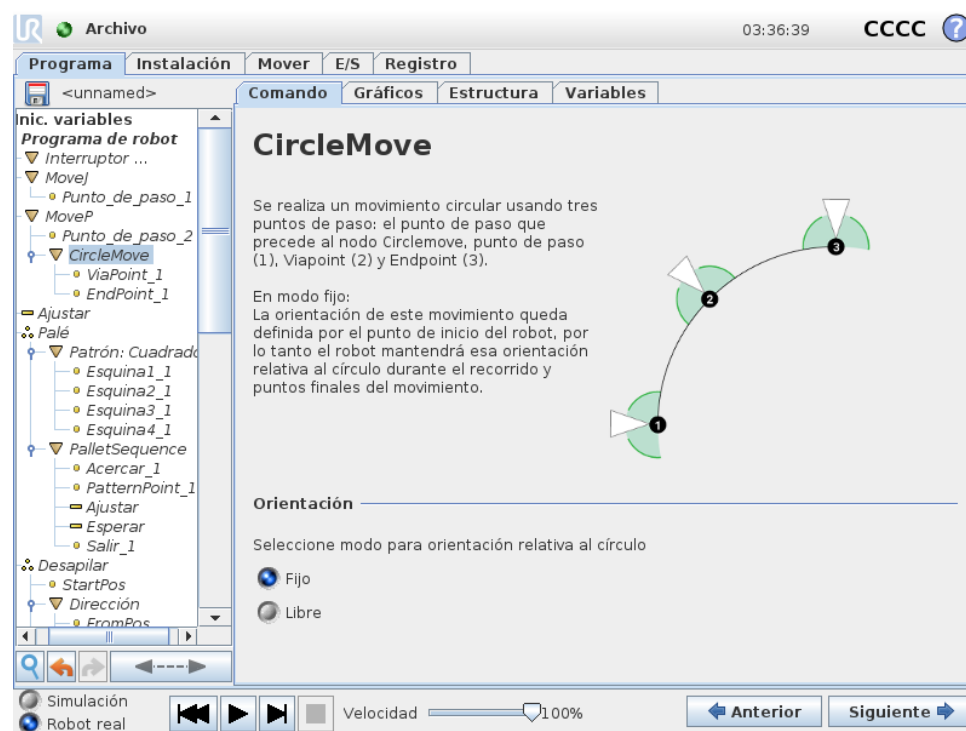
Puede seleccionar uno de estos tres tipos de movimientos: **MoveJ**, **MoveL** y **MoveP**. Cada movimiento se explica a continuación.

- **moveJ** realiza movimientos calculados en el **espacio articular** del brazo robótico. Cada junta articulada se controla para llegar al mismo tiempo a la ubicación final deseada. 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/s²*, 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.
- **moveL** 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/s²*, respectivamente, y también una función.

- **moveP** 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 **moveP** para realizar un movimiento circular. El robot empieza el movimiento desde su posición actual o punto de inicio, se mueve a través de un **ViaPoint** especificado en el arco circular, y un **EndPoint** 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
- Libre: el punto de inicio se transforma en el **EndPoint** 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

El PCH que se utiliza con los puntos de paso de este comando Mover pueden seleccionarse en el menú desplegable. Se puede seleccionar entre PCH definidos por el usuario de la instalación, el PCH activo o simplemente mediante la brida de la herramienta. Si se selecciona un PCH definido por el usuario o el PCH activo, el movimiento bajo este comando Mover se ajustará con respecto a este. Si se selecciona **Utilizar brida de herramienta**, no se utiliza ningún PCH y el movimiento bajo este comando Mover se realizará con respecto a la brida de herramienta (es decir, sin ajustes en el movimiento).

Si el PCH activo de este movimiento se determina durante el tiempo de ejecución del programa, deberá ajustarse de forma dinámica utilizando el comando Ajustar (consulte 14.10) o utilizando comandos de script. Para obtener más información sobre la configuración de PCH con nombre, (consulte 13.6).

Selección de funciones

La función espacia los puntos de paso bajo el comando Mover, que debería estar representado al especificar estos puntos de paso (consulte sección 13.12). 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**.

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.

Función variable: Si se selecciona cualquiera de las funciones de la instalación actualmente cargada como variable, las variables correspondientes también se podrán seleccionar en el menú de selección de funciones. Si se selecciona una variable de función (que reciba el nombre de la función y vaya seguida de “_var”), los movimientos del brazo robótico (salvo los **puntos de paso relativos** dependerán del valor real de la variable al ejecutarse el programa. El valor inicial de la variable de una función es el valor de la función real según la configuración realizada durante la instalación. Si se modifica este valor, los movimientos del robot cambiarán.

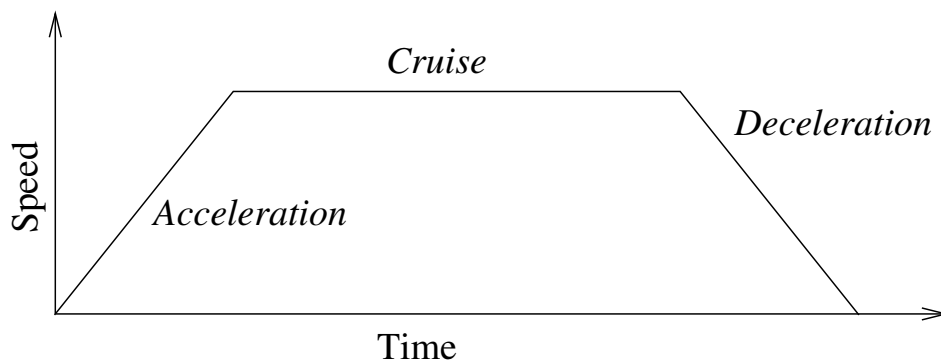


Figura 14.1: Perfil de velocidad para un movimiento. La curva se divide en tres segmentos: *aceleración*, *crucero* y *desaceleración*. El nivel de la fase *crucero* se obtiene del ajuste de velocidad del movimiento, mientras que la pendiente de las fases de *aceleración* y *desaceleración* se obtiene del parámetro de aceleración.

14.6 Comando: Punto de paso fijo



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.

Ajuste del punto de paso

Pulse este botón para entrar en la pantalla Mover, donde se puede especificar la posición del brazo robótico para ese punto de paso. Si el punto de paso se sitúa en un comando Mover en espacio lineal (**mover L** o **mover P**), tendrá que seleccionarse una función válida en el comando Mover para que dicho botón pueda pulsarse.

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 14.2), 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 (O), 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.

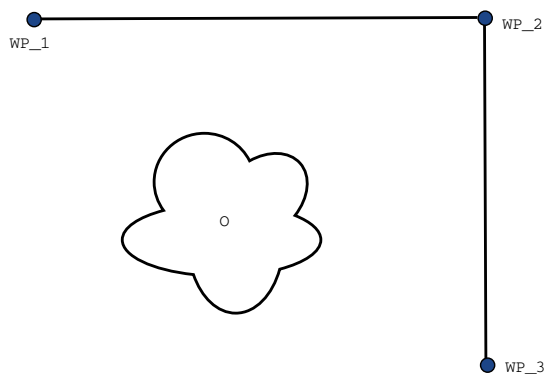


Figura 14.2: WP_1: posición inicial, WP_2: punto de la ruta, WP_3: posición de recogida, O: obstáculo.

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 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 14.3):

- el radio de transición (r)
- la velocidad inicial y final del robot (en las posiciones $p1$ y $p2$ 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 (`MoveL`, `MoveJ`)

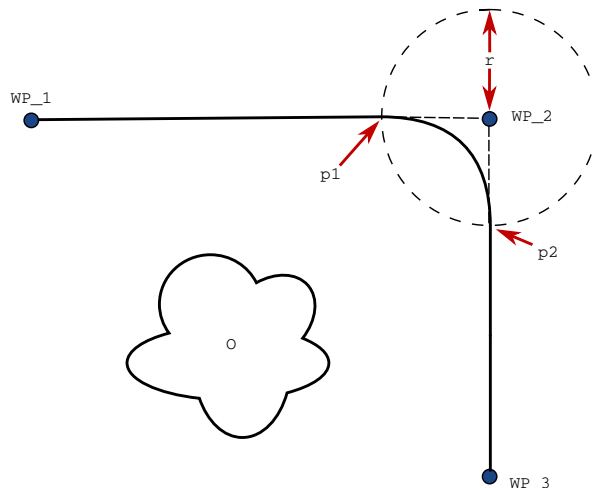


Figura 14.3: Transición de WP_2 con radio r , posición de transición inicial en $p1$ y posición de transición final en $p2$. O es un obstáculo.

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 14.4.

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 14.5, 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 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.

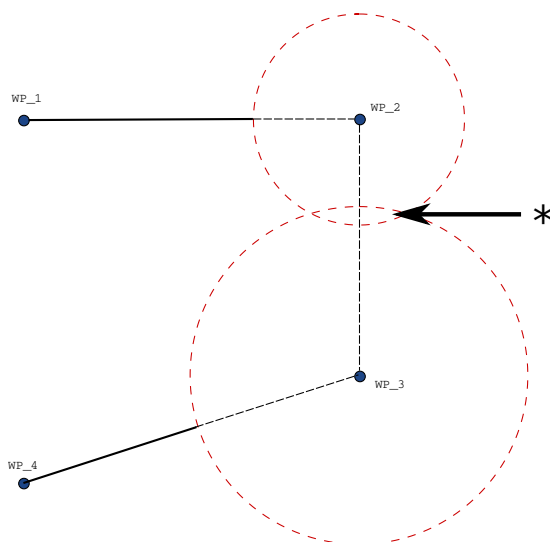


Figura 14.4: No se permite el solapamiento del radio de transición (*).

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

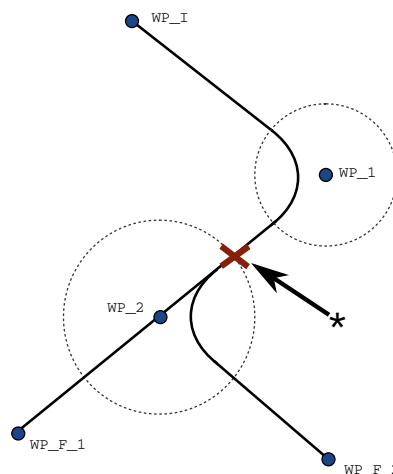


Figura 14.5: WP_I es el punto de paso inicial y existen dos puntos de paso finales potenciales, WP_F_1 y WP_F_2, en función de una expresión condicional. La expresión condicional `if` se evalúa cuando el brazo robótico entra en la segunda transición (*).

Combinaciones de tipos de trayectorias Es posible realizar una transición entre las cuatro combinaciones de tipos de trayectoria **MoveJ** y **MoveL**, pero la combinación específica afectará a la trayectoria de transición calculada. Existen 4 combinaciones posibles:

1. **MoveJ** a **MoveJ** (transición en espacio articular puro)
2. **MoveJ** a **MoveL**
3. **MoveL** a **MoveL** (transición en espacio cartesiano puro)
4. **MoveL** a **MoveJ**

La transición del espacio articular puro (viñeta 1) frente a la transición del espacio cartesiano puro (viñeta 3) se compara en la figura 14.6. Se muestran dos rutas potenciales de la herramienta para conjuntos de puntos de paso idénticos.

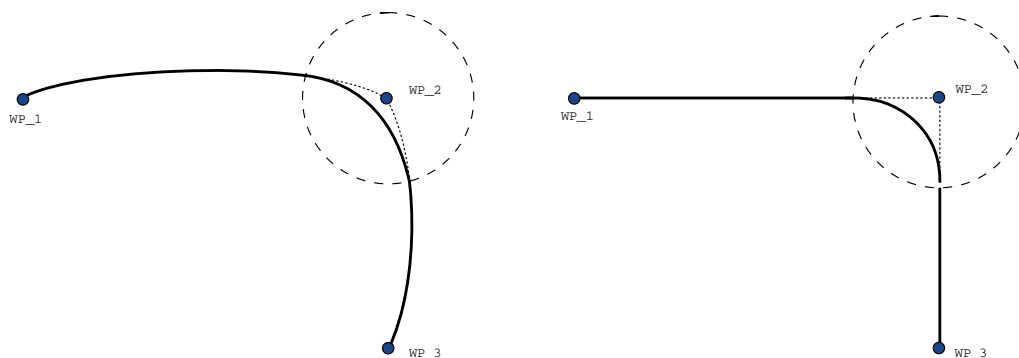


Figura 14.6: Movimiento y transición del espacio articular (MoveJ) frente al espacio cartesiano (MoveL).

Entre las distintas combinaciones, las viñetas 2, 3 y 4 generarán trayectorias que se mantengan dentro de los límites de la trayectoria original en el espacio cartesiano. Se puede ver un ejemplo de transición entre distintos tipos de trayectoria (viñeta 2) en la figura 14.7.

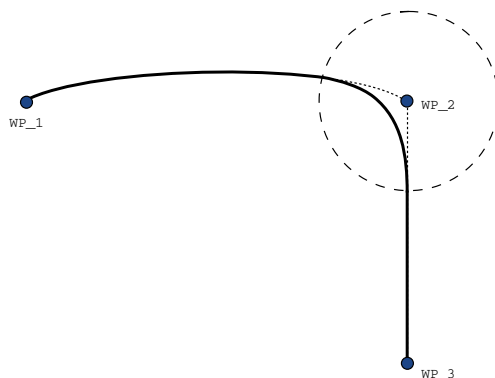


Figura 14.7: Transición de un movimiento en el espacio articular (MoveJ) a un movimiento de herramienta lineal (MoveL).

No obstante, las transiciones en el espacio articular puro (viñeta 1) pueden presentar un comportamiento menos intuitivo, dado que el robot intentará alcanzar la trayectoria más fluida posible en el espacio articular teniendo en cuenta los requisitos de tiempo y velocidad. Como resultado, puede desviarse de la ruta especificada por los puntos de paso. Esto ocurre especialmente cuando existen diferencias significativas en la velocidad de una junta entre dos trayectorias. *Precaución:* si las velocidades son muy diferentes (p. ej. al especificar en un punto de paso concreto ajustes avanzados, tanto velocidad como tiempo), esto puede provocar importantes desviaciones con respecto a la trayectoria original tal y como se muestra en la figura 14.8. Si necesita realizar una transición entre distintas velocidades y esta desviación no es aceptable, considere como alternativa una transición en el espacio cartesiano usando **MoveL**.

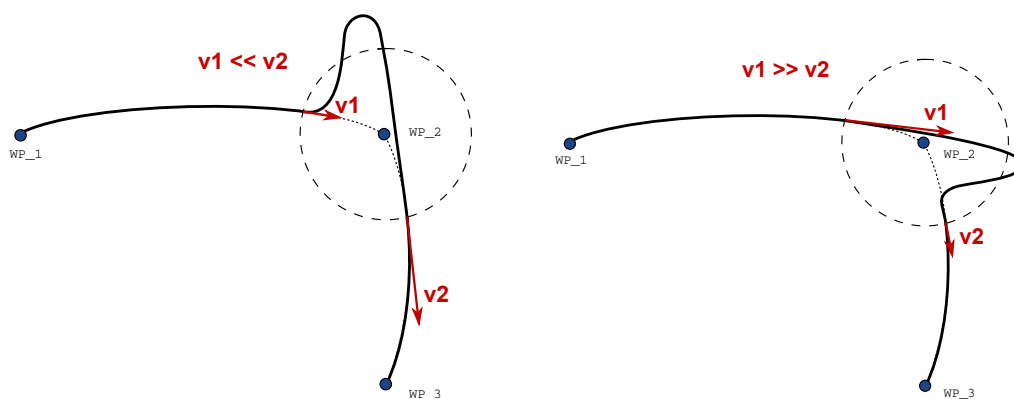


Figura 14.8: Transición del espacio articular cuando la velocidad inicial $v1$ es mucho menor que la velocidad final $v2$, o al contrario.

14.7 Comando: 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.

14.8 Comando: Punto de paso variable

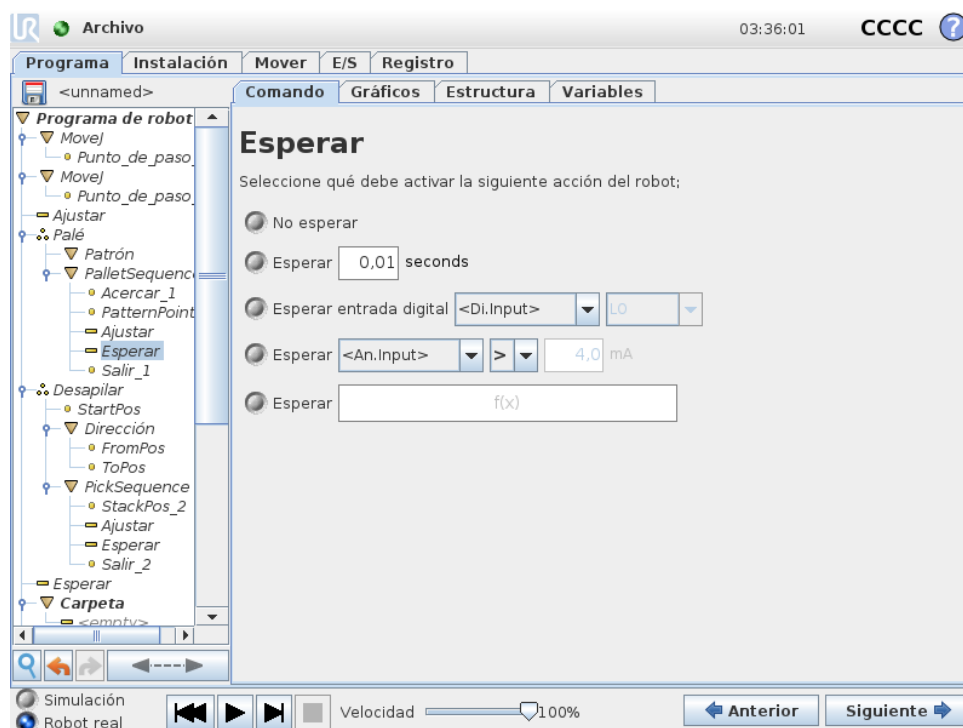


Se trata de un punto de paso con la posición dada por una variable, en este caso `calculada_pos`. La variable tiene que ser una *pose* como `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Las tres primeras son *x,y,z* y las tres últimas son la orientación dada como un *vector de rotación* dado por el vector *rx,ry,rz*. 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 14.6). 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:

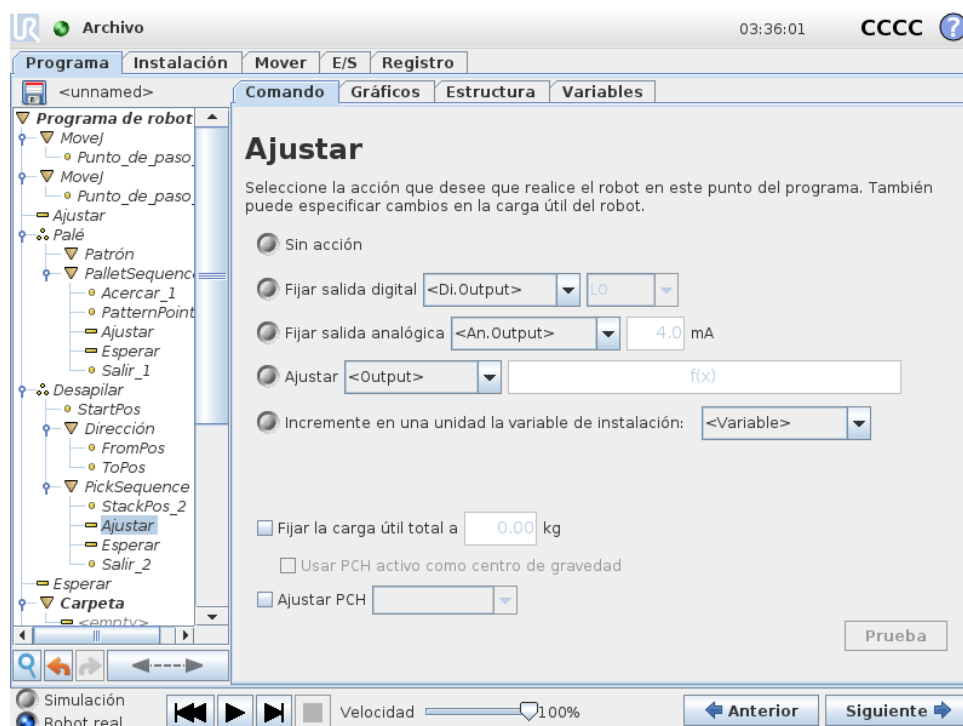
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Movel
  Punto de paso_1 (posición variable):
    Utilice la variable=var_1, Feature=Tool
```

14.9 Comando: Esperar



Esperar pausa la señal E/S, o la expresión, durante un tiempo definido. Si se selecciona **Sin espera**, no se hace nada.

14.10 Comando: Ajustar

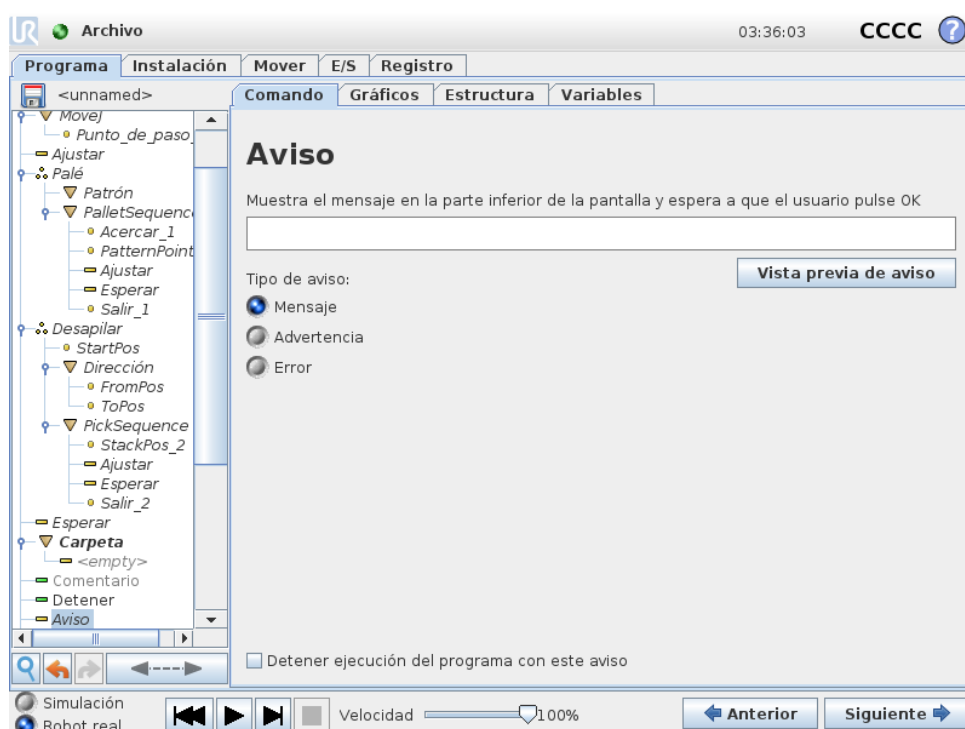


Sirve para ajustar salidas digitales o analógicas para un valor dado.

También se puede utilizar el comando para fijar la carga del brazo robótico. Tal vez haya que 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. De forma predeterminada, el PCH activo también se puede usar como centro de gravedad. Si no se recomienda el uso del PCH activo como centro de gravedad, se puede desmarcar la casilla.

El PCH activo también puede modificarse utilizando el comando **Ajustar**. Simplemente marque la casilla de verificación y seleccione 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, plantéese utilizar la selección de PCH en la tarjeta **Mover** (consulte 14.5). Para obtener más información sobre la configuración de PCH con nombre, (consulte 13.6).

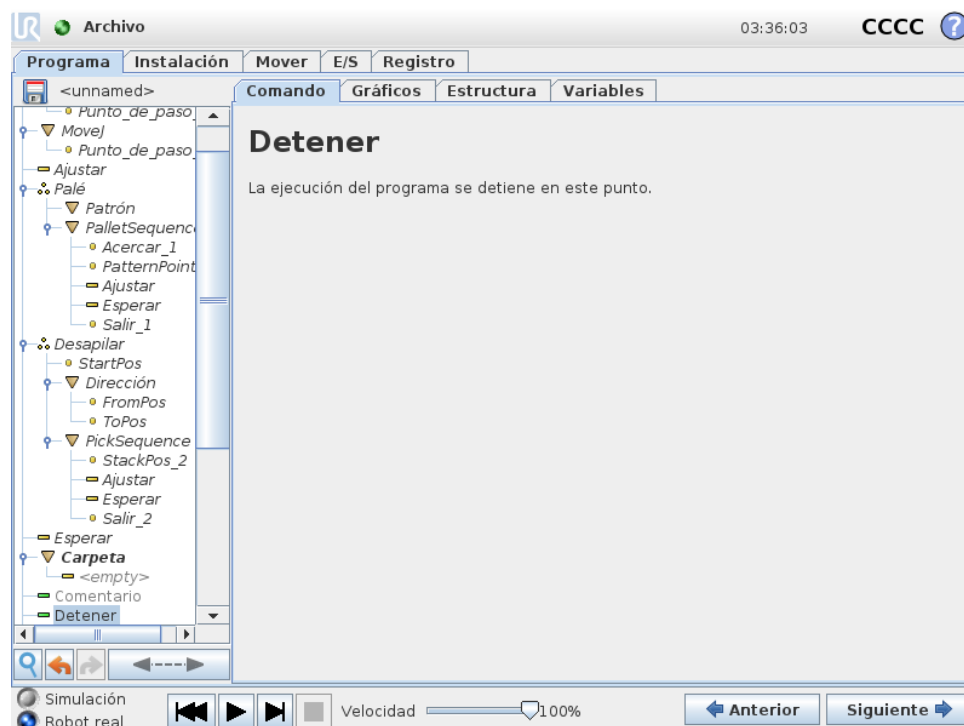
14.11 Comando: Aviso



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.

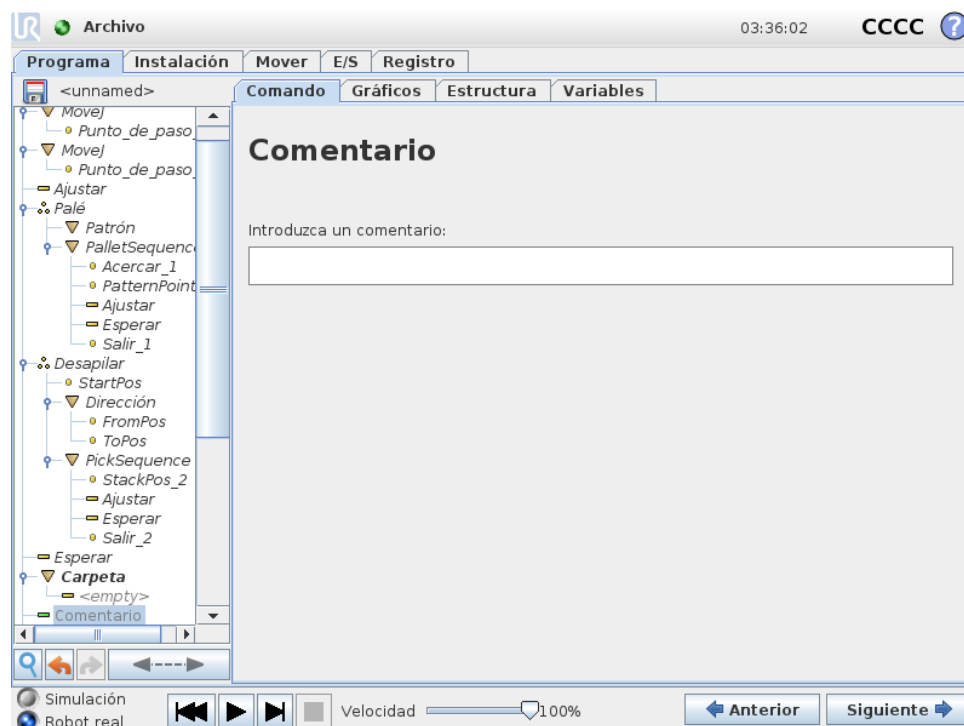
Nota: Los mensajes están limitados a un máximo de 255 caracteres.

14.12 Comando: Detener



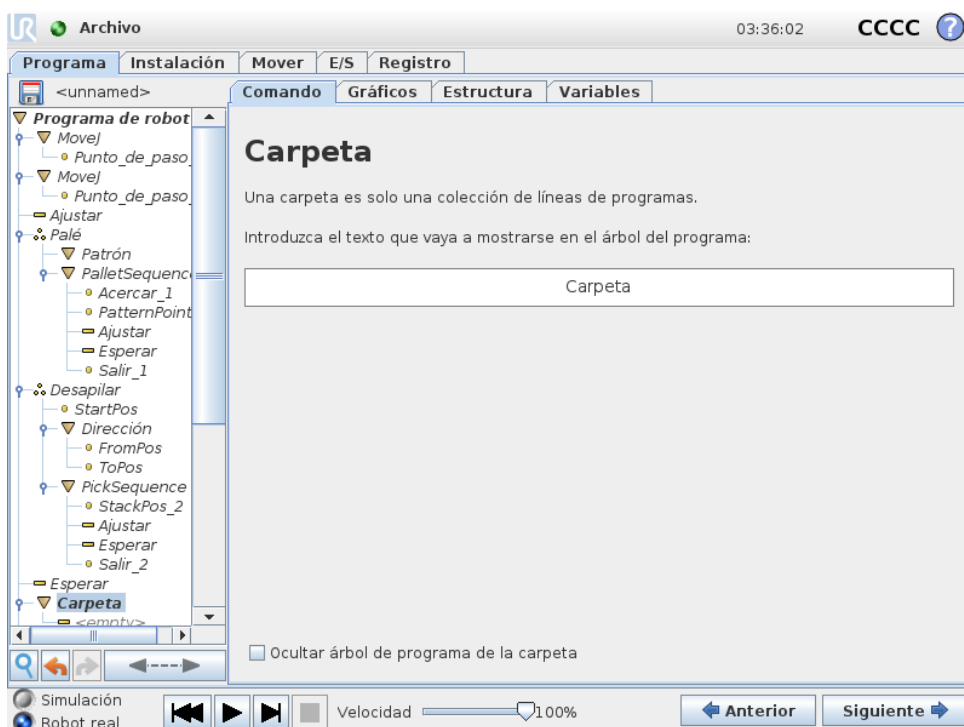
La ejecución del programa se detiene en ese punto.

14.13 Comando: 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.

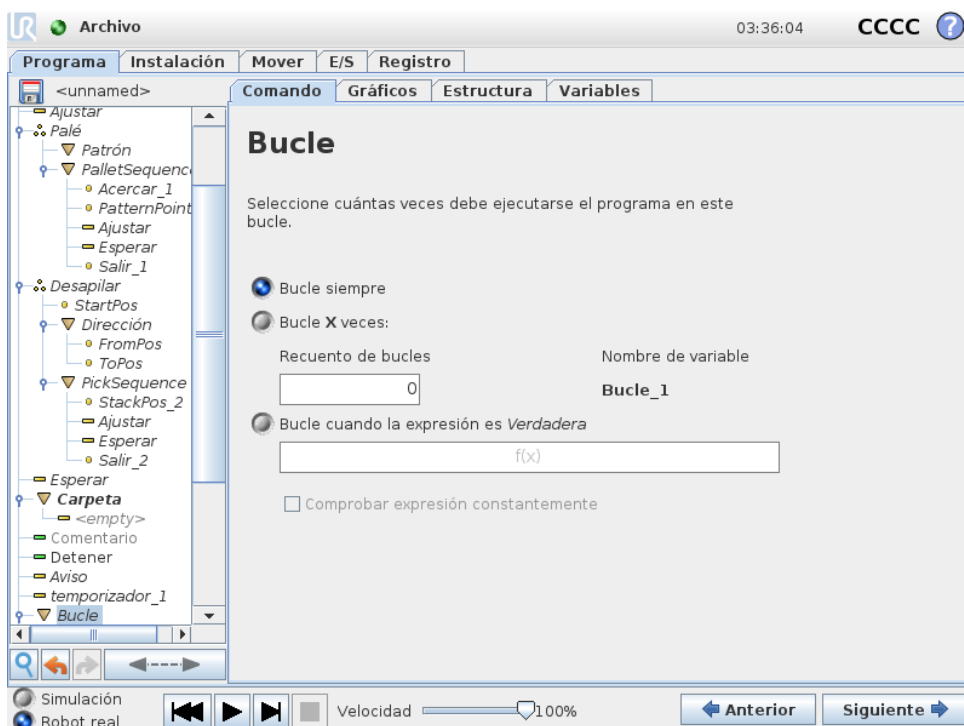
14.14 Comando: Carpeta



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.

Carpetas no tiene efecto sobre el progra y su ejecución.

14.15 Comando: Bucle

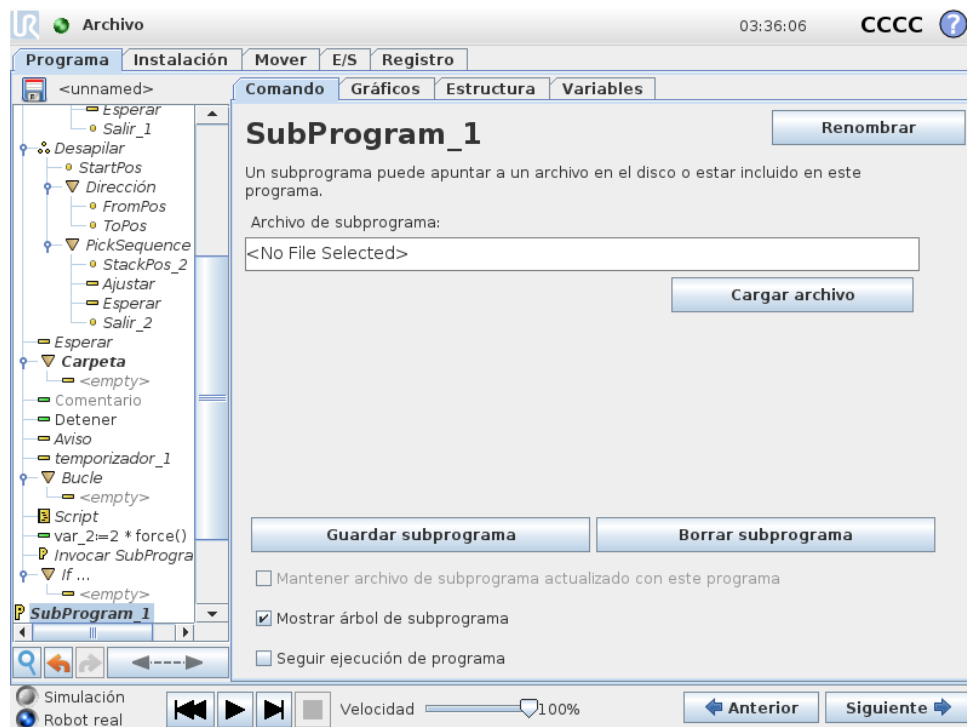


14.16 Comando: Subprograma

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 `loop_1` en la imagen anterior), que se puede usar en expresiones dentro del bucle. La variable de bucle cuenta desde 0 hasta $N - 1$.

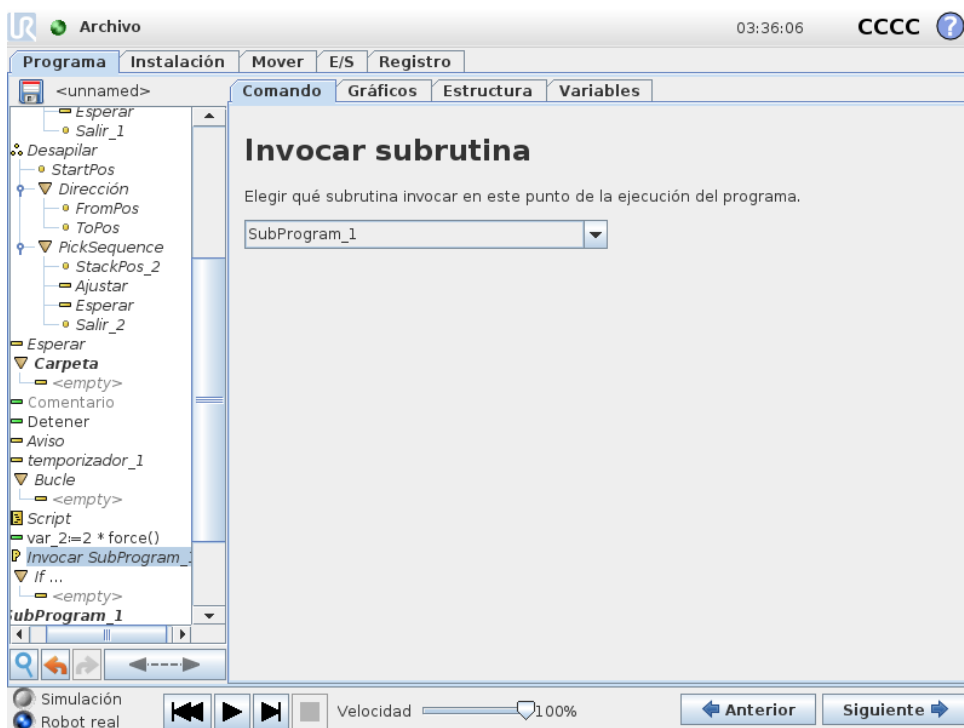
Al repetir en bucle usando una expresión como condición final, PolyScope proporciona una opción para evaluar continuamente dicha expresión, de modo que el “bucle” puede interrumpirse en cualquier momento durante su ejecución, en vez de solo detrás de cada iteración.

14.16 Comando: 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.

Comando: Invocar subprograma



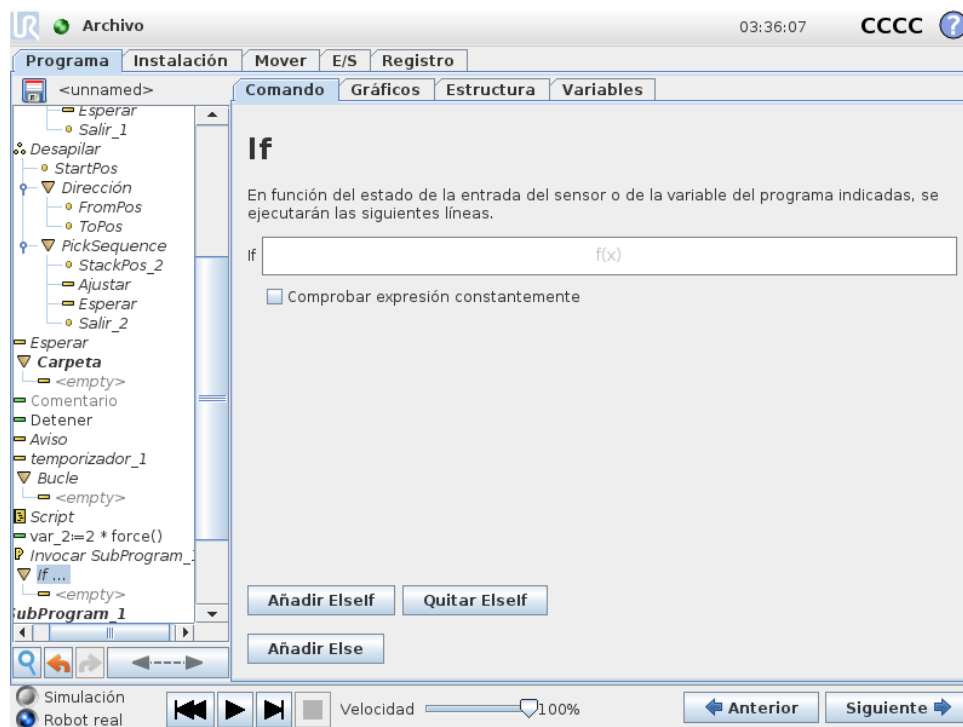
Al invocar un subprograma, se ejecutarán las líneas del programa en el subprograma y luego se regresará a la línea siguiente.

14.17 Comando: 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.

14.18 Comando: If

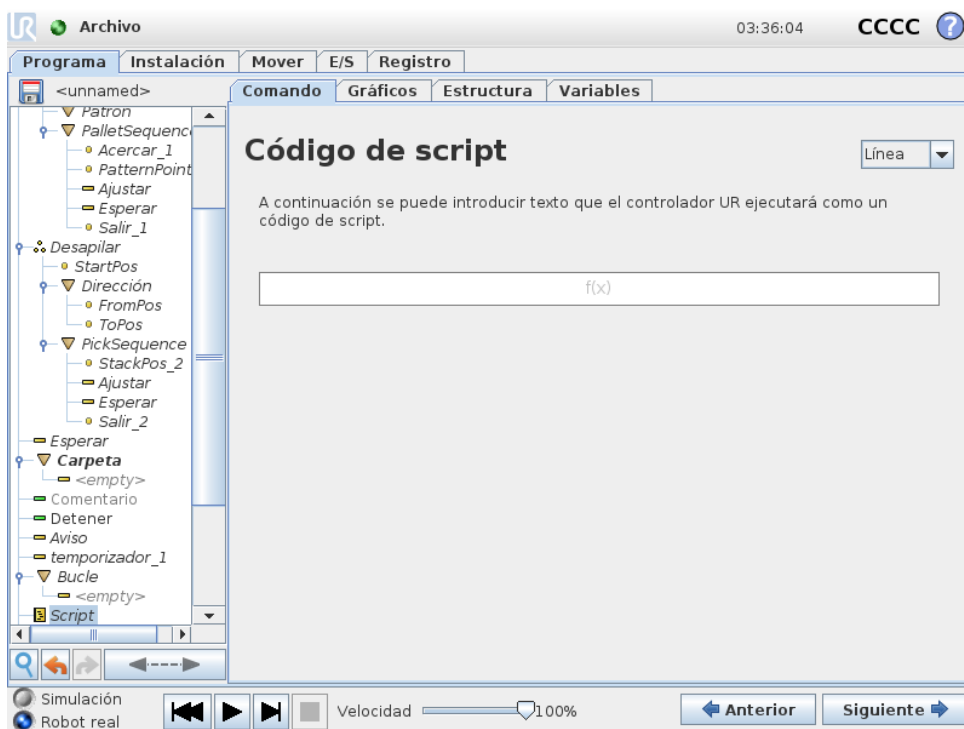


Una estructura de comando **si... entonces** cambia el comportamiento del robot basándose en valores variables y entradas de sensores. Use el editor de expresiones para describir la condición bajo la cual el robot sigue los argumentos de este comando **If**. Si la condición se evalúa como True (verdadera), se ejecutan las líneas incluidas en este comando **If**.

Un comando **If** puede tener varios argumentos **ElseIf** que pueden añadirse o eliminarse mediante los botones **Añadir ElseIf** y **Eliminar ElseIf**. Sin embargo, un comando **If** solo puede tener un argumento **Else**.

Nota: Puede seleccionar la casilla **Comprobar expresión constantemente** para permitir evaluar las condiciones de las cláusulas del comando **If** y **ElseIf** durante la ejecución de las líneas incluidas. Si una expresión dentro del comando **If** se evalúa como False (falsa), se siguen las cláusulas de **ElseIf** o **Else**.

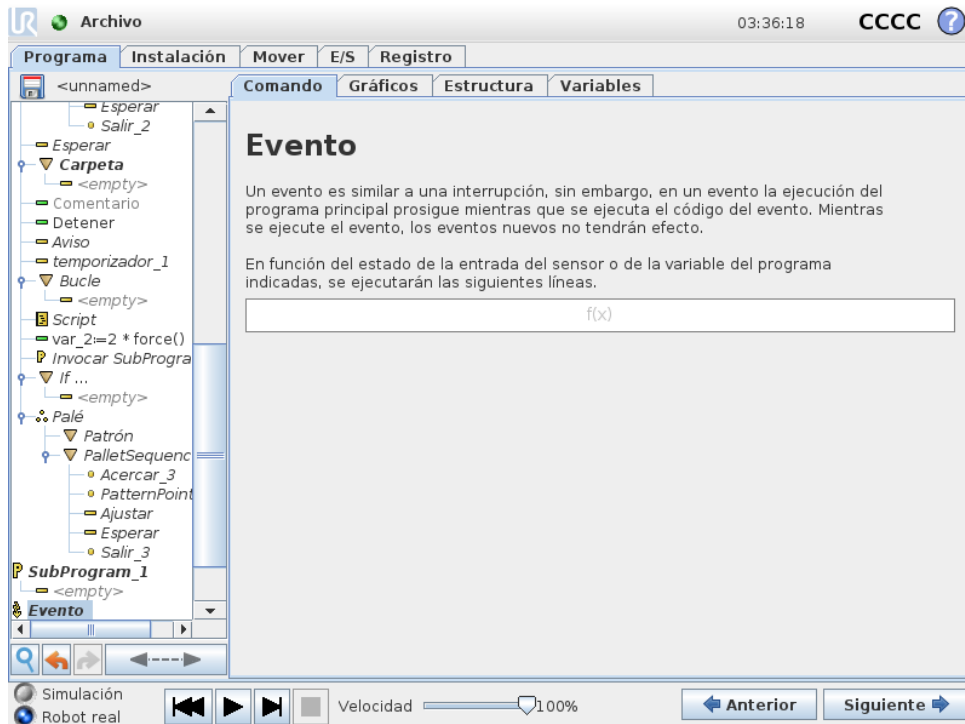
14.19 Comando: Script



Este comando da acceso al lenguaje de script subyacente que está ejecutando en tiempo real el controlador del robot. Es solo para usuarios avanzados, y puede encontrar las instrucciones para utilizarlo en el manual de scripts del sitio web del servicio técnico (<http://www.universal-robots.com/support>).

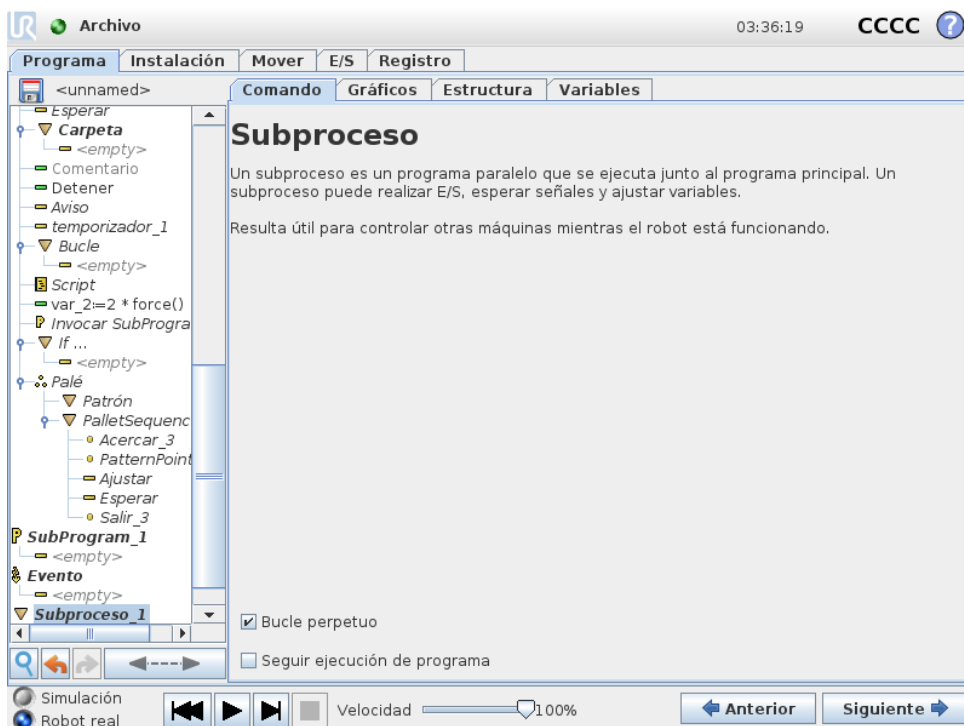
Si se elige la opción “Archivo” en la esquina superior izquierda, se pueden crear y modificar archivos de programas de script. De esta forma, pueden utilizarse programas de script complejos junto con la programación intuitiva de PolyScope.

14.20 Comando: Evento



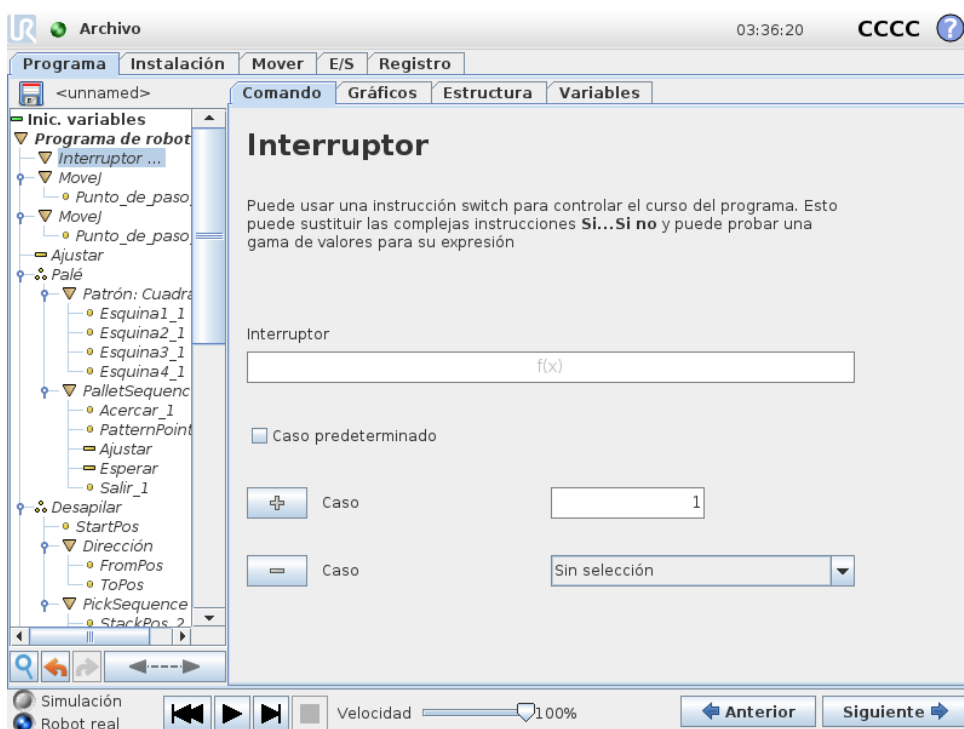
Un evento puede servir para supervisar una señal de entrada, realizar alguna acción o ajustar una variable cuando dicha señal de entrada se vuelva alta. Por ejemplo, si una señal se vuelve alta, el programa de eventos puede esperar 200 ms y luego volver a bajarla. Esto puede simplificar mucho el código 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 (8 ms).

14.21 Comando: Subproceso



Un subproceso es un proceso paralelo al programa del robot. Puede usarse para controlar una máquina externa con independencia del brazo robótico. Un subproceso puede comunicarse con el programa del robot con variables y señales de salida.

14.22 Comando: Interruptor

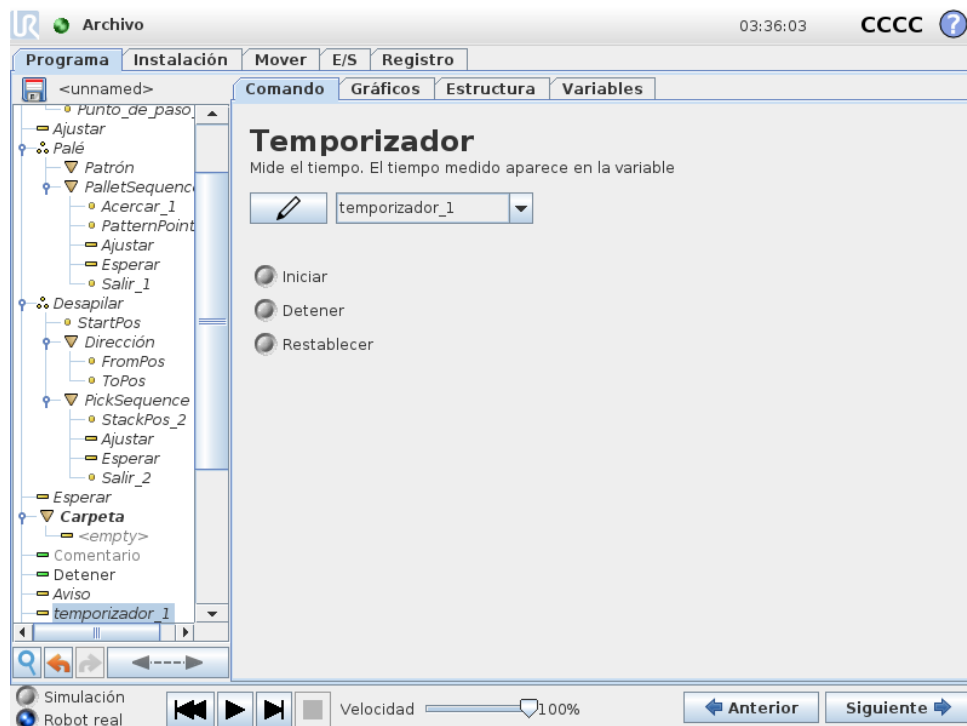


14.22 Comando: Interruptor

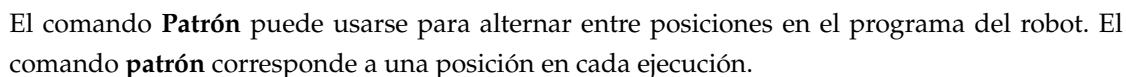
Una **estructura de caso de interruptor** puede cambiar el comportamiento del robot en función de valores variables y entradas de sensores. Use el **editor de expresiones** para describir la condición base y definir los casos por los que el robot debe ejecutar los subcomandos de este interruptor. Si 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 interruptor puede tener varios Casos y un Caso predeterminado. Los interruptores solo pueden tener una instancia de todos los valores de Caso definidos. Los Casos se pueden añadir usando los botones de la pantalla. Puede eliminarse un comando de Caso de la pantalla para dicho interruptor.

14.22.1 Temporizador

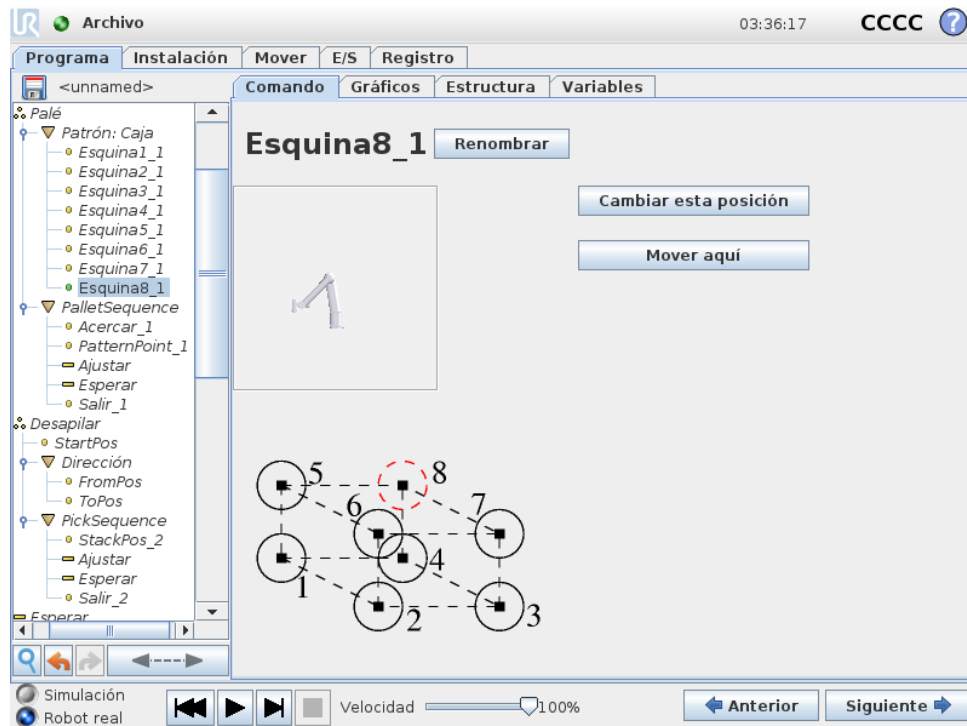


Un temporizador mide el tiempo que necesitan piezas concretas de un robot para funcionar. Una variable de programa



Si las posiciones que deben cruzarse no caen en un patrón regular, puede elegirse la opción **Lista**, en la que el programador facilita una lista de todas las posiciones. De esta forma, puede lograrse cualquier disposición de las posiciones.

Cuando se selecciona el patrón **Caja**, la pantalla cambia lo mostrado a continuación.



Un patrón de **Caja** emplea tres vectores para definir el lado de la caja. Esos tres vectores se dan como cuatro puntos, donde el primer vector va del punto uno al punto dos, el segundo vector va del punto dos al punto tres, y el tercer vector va del punto tres al punto cuatro. Cada vector se divide en números de recuento de intervalos. Para calcular una posición específica en el patrón, simplemente hay que añadir proporcionalmente los vectores de intervalo.

Los patrones **Línea** y **Cuadrado** funcionan de manera similar.

Se utiliza una variable de contador mientras se cruzan las posiciones del patrón. El nombre de la variable puede verse en la pantalla del comando **Patrón**. La variable alterna entre los números desde 0 hasta $X * Y * Z - 1$, el número de puntos en el patrón. Esta variable puede usarse en expresiones y manipularse mediante asignaciones.

14.24 Comando: 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.

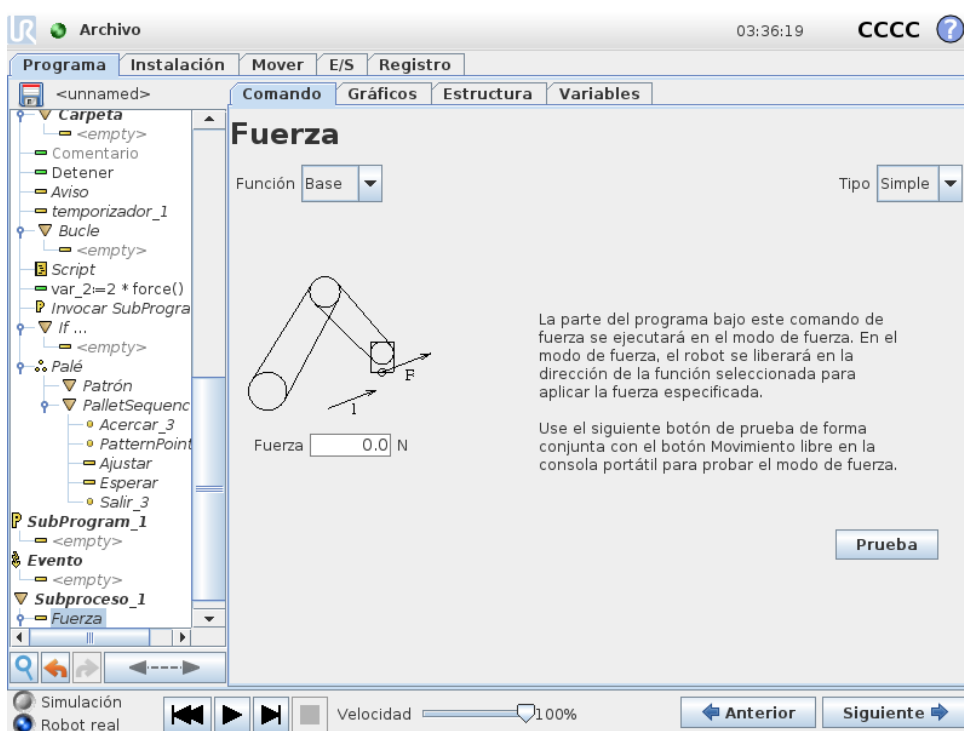
Nota: si no se encuentran obstáculos en un eje en el que se haya establecido una fuerza diferente a cero, el brazo robótico intenta acelerar a lo largo de dicho eje.

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.



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 funciones

El **menú de funciones** sirve para seleccionar el sistema de coordenadas (ejes) que usará el robot al funcionar en modo de fuerza. Las funciones del menú son las que se han definido en la instalación (consulte 13.12).

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 funciones 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 14.29), 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 un subproceso separado 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.

Selección de límites

Puede establecerse un límite para todos los ejes, aunque tendrán distinto significado dependiendo de si los ejes son conformes o no.

- **Conforme:** El límite es la velocidad máxima que puede alcanzar el PCH a lo largo/por el eje. Las unidades son [mm/s] y [grados/s].
- **No conforme:** El límite es la desviación máxima de la trayectoria del programa que se permite antes de las paradas de seguridad del robot. Las unidades son [mm] y [grados].

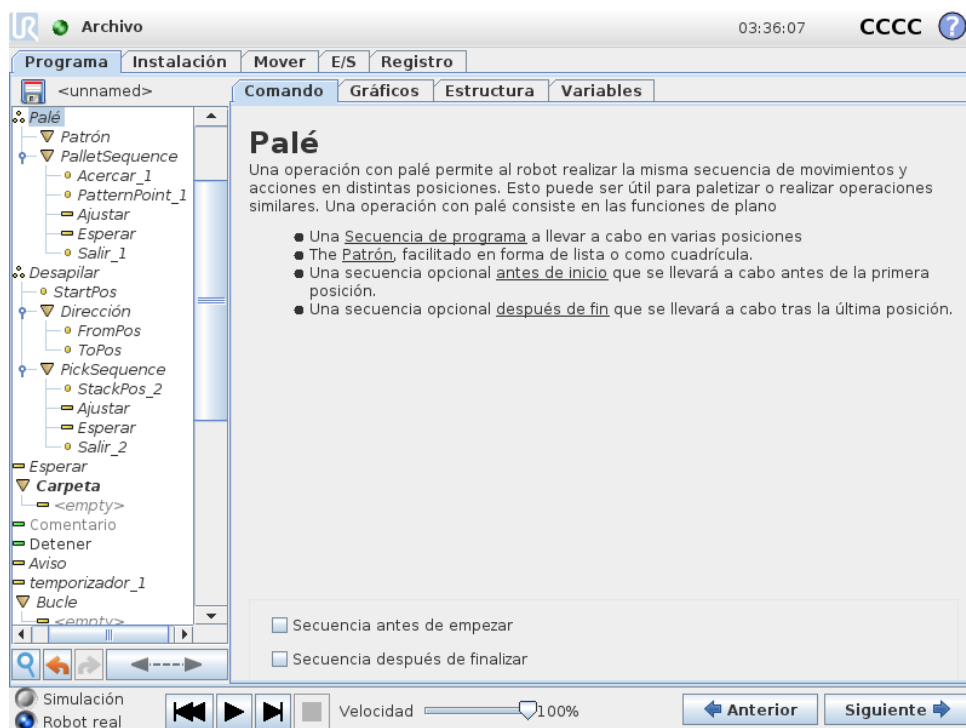
Ajustes de fuerza de prueba

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.

14.25 Comando: Palé



Una operación con palé puede realizar una secuencia de movimientos en una serie de lugares dados como patrón, (consulte 14.23). En cada una de las posiciones del patrón, la secuencia de movimientos se ejecutará en relación con la posición del patrón.

Programación de una operación con palé

Los pasos que hay que seguir son los siguientes:

1. Definir el patrón.
2. Crear una **secuencia de palé** para recoger/colocar en cada punto concreto. La secuencia describe lo que debe hacerse en cada posición del patrón.
3. Usar el selector en la pantalla del comando de secuencia para definir cuáles de los puntos de paso de la secuencia deben corresponderse con las posiciones del patrón.

Secuencia de palé/secuencia anclable

En un nodo de **secuencia de palé**, los movimientos del brazo robótico están relacionados con la posición del palé. El comportamiento de una secuencia es tal que el brazo robótico estará en la posición especificada por el patrón en la **Posición de anclaje/punto de patrón**. Las posiciones restantes se moverán todas para hacer este ajuste.

No utilice el comando **Mover** dentro de una secuencia, ya que no estará relacionado con la posición de anclaje.

“BeforeStart”

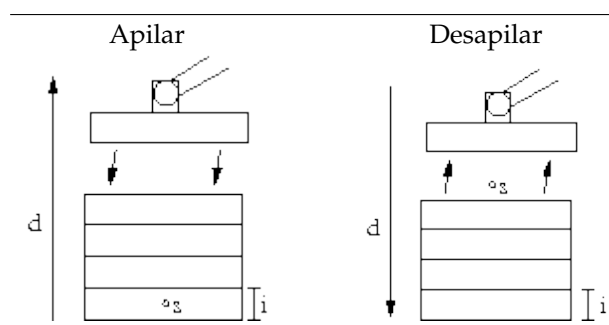
La secuencia opcional **BeforeStart** se ejecuta antes de que comience la operación. Esto puede usarse para esperar señales de que el sistema está preparado.

“AfterEnd”

La secuencia opcional **AfterEnd** se ejecuta cuando la operación finaliza. Esto puede usarse para enviar una señal que inicie el movimiento de la cinta transportadora y que se prepare para el siguiente palé.

14.26 Comando: 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.

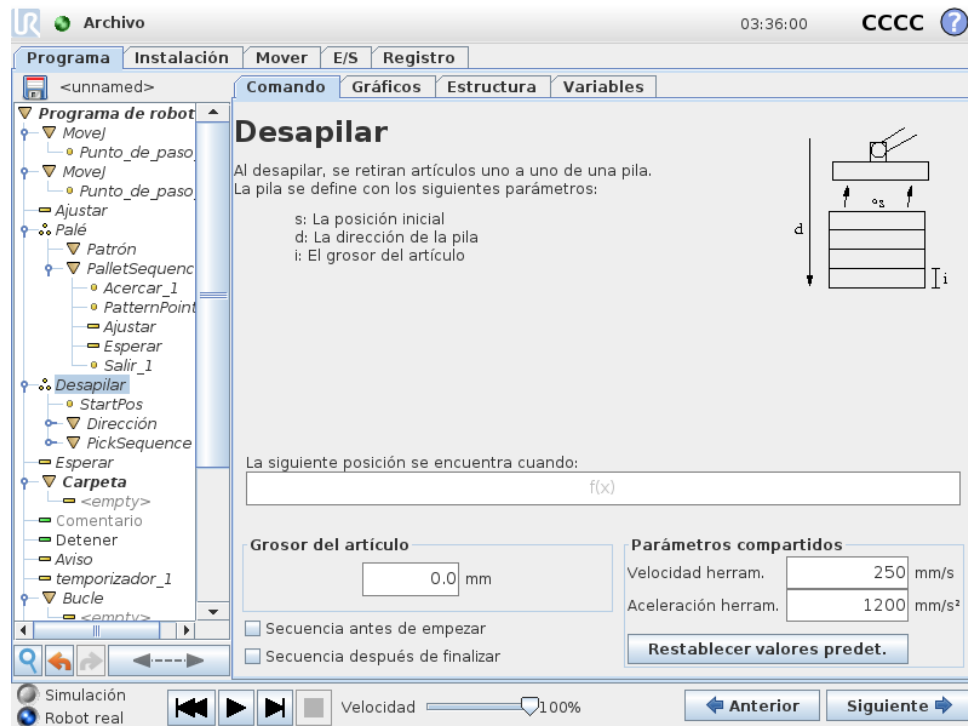
Además de esto, hay que definir la condición para cuando se alcance la siguiente posición de la pila, una secuencia especial del programa que se llevará a cabo en cada posición de la misma. También hay que facilitar la velocidad y aceleraciones para el movimiento que se produce en la operación con la 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

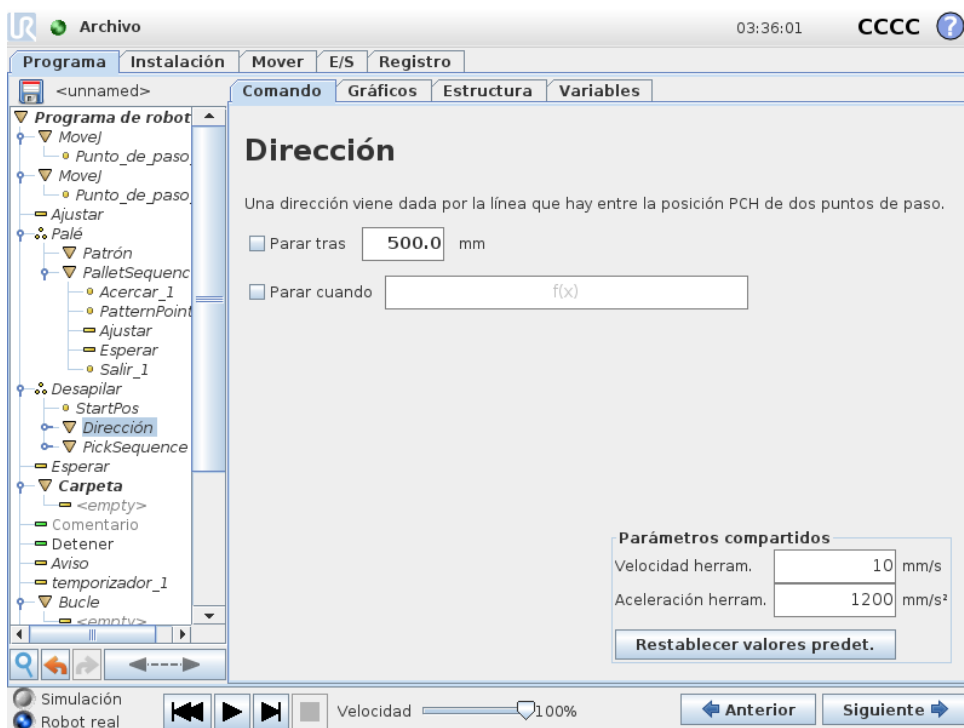


Al desapilar, el brazo robótico se mueve desde la posición inicial en la dirección indicada para buscar el siguiente artículo. La condición de la pantalla determina cuándo se alcanzará el siguiente artículo. Cuando se satisface la condición, el robot recuerda la posición y ejecuta la secuencia especial. 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 de la cinta transportadora y que se prepare para la siguiente pila.

Secuencia Coger/Colocar

Al igual que la operación con palé (14.25), se realiza una secuencia especial del programa en cada posición de pila.

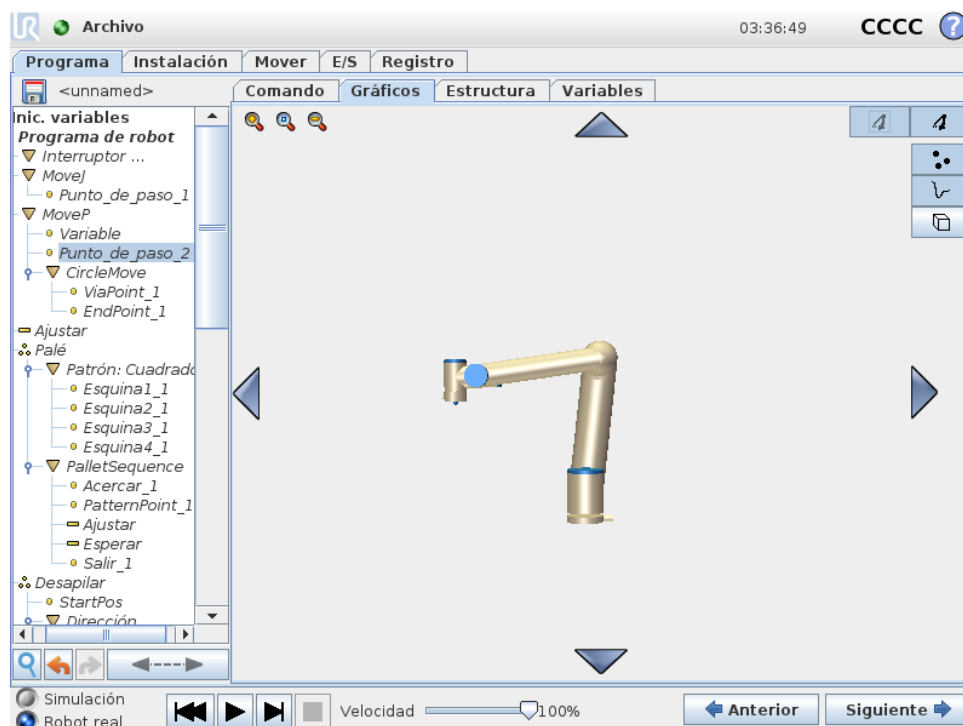
14.27 Comando: Seguimiento de la cinta transportadora

Cuando se utiliza una cinta transportadora, el robot puede configurarse para realizar un seguimiento de su movimiento. Cuando el **Seguimiento de cinta transportadora** definido en la instalación se configura correctamente, el robot ajustará sus movimientos para seguir la cinta transportadora. El nodo de programa **Seguimiento de la cinta transportadora** está disponible en la pestaña **Asistentes** en la pestaña **Estructura**. Se permiten todos los movimientos en este nodo mientras se realiza un seguimiento de la cinta transportadora, pero están relacionados con el movimiento de la cinta. La configuración del **Seguimiento de la cinta transportadora** en la pestaña **Instalación** (consulte sección 13.13) ofrece opciones para configurar el robot de modo que trabaje con codificadores incrementales y absolutos, así como con cintas transportadoras lineales y circulares.

14.28 Comando: Suprimir

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.

14.29 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 10.12), se muestra una representación en 3D del límite proximal.

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

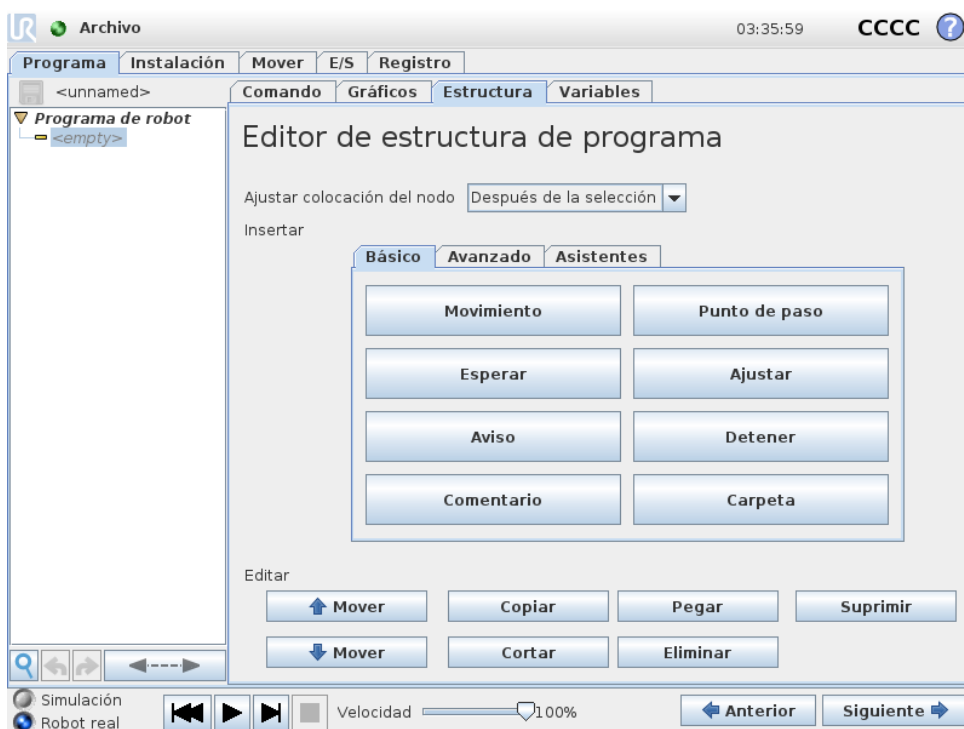
Los planos de seguridad se visualizan en amarillo y negro con una pequeña flecha que representa la normal del plano, que indica el lado del plano en el que puede estar el PCH del robot. Los planos activadores se muestran en azul y verde, y una pequeña flecha señala el lado del plano donde están activos los límites del modo **Normal** (consulte 10.6). 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.

Los segmentos de movimiento mostrados dependen del nodo de programa seleccionado. Si se selecciona un nodo **Mover**, la trayectoria mostrada es el desplazamiento definido para ese movimiento. Si se selecciona un nodo **punto de paso**, la pantalla muestra los siguientes ~ 10 incrementos de movimiento.

14.30 Ficha Estructura



La ficha Estructura del programa permite insertar, mover, copiar y eliminar los diversos tipos de comandos.

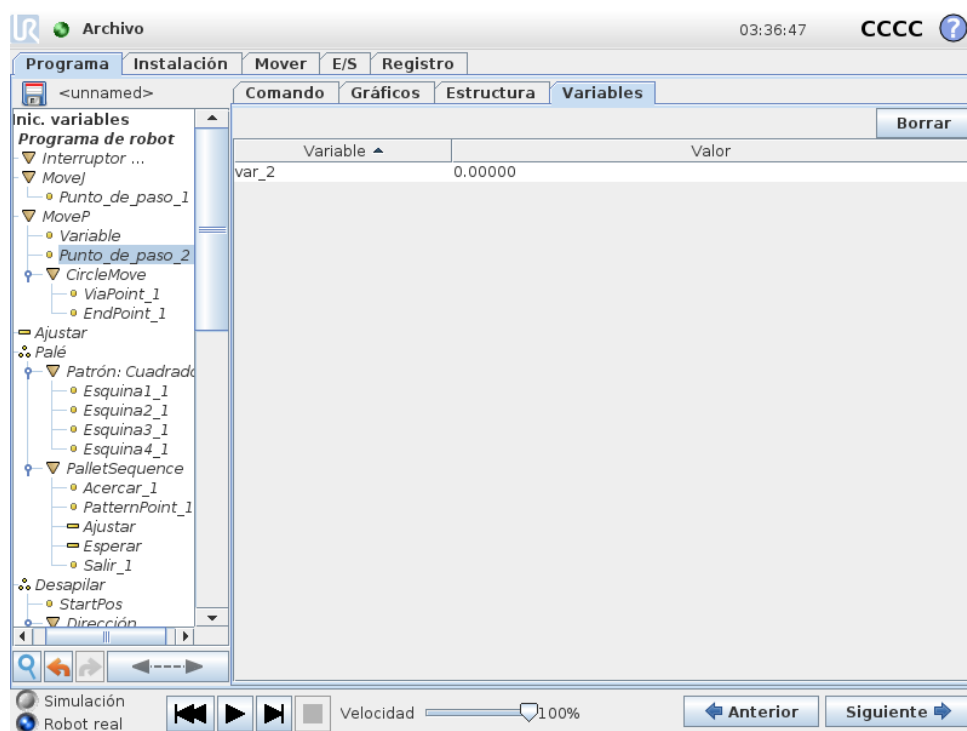
Para insertar nuevos comandos, siga estos pasos:

- 1) Seleccione un comando de programa existente.
- 2) Decida si el nuevo comando debe insertarse encima o debajo del comando seleccionado.
- 3) Pulse el botón para el tipo de comando que desee insertar. Para ajustar los detalles del nuevo comando, vaya a la ficha Comando.

Los comandos pueden moverse/clonarse/eliminarse con los botones del grupo Editar. Si un comando tiene subcomandos (lo que se indica con un triángulo), también se mueven/clonan/eliminan todos los subcomandos.

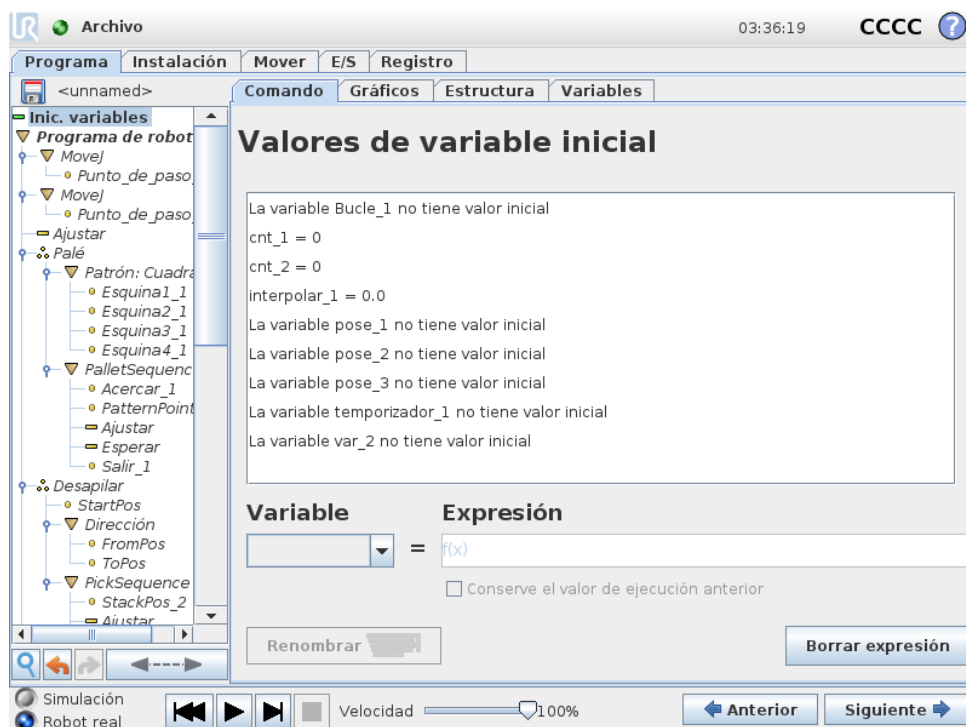
No todos los comandos son aptos para todos los lugares de un programa. Los Puntos de paso deben estar bajo un comando Mover (aunque no necesariamente justo debajo). Los comandos ElseIf y Else deben estar después de un If. En general, mover los comandos ElseIf puede resultar confuso. Deben asignarse variables a los valores antes de usarse.

14.31 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 se ordenan alfabéticamente por sus nombres. Los nombres de las variables de esta pantalla presentan como máximo 50 caracteres, y sus valores, 500 como mucho.

14.32 Comando: Inicialización de variables



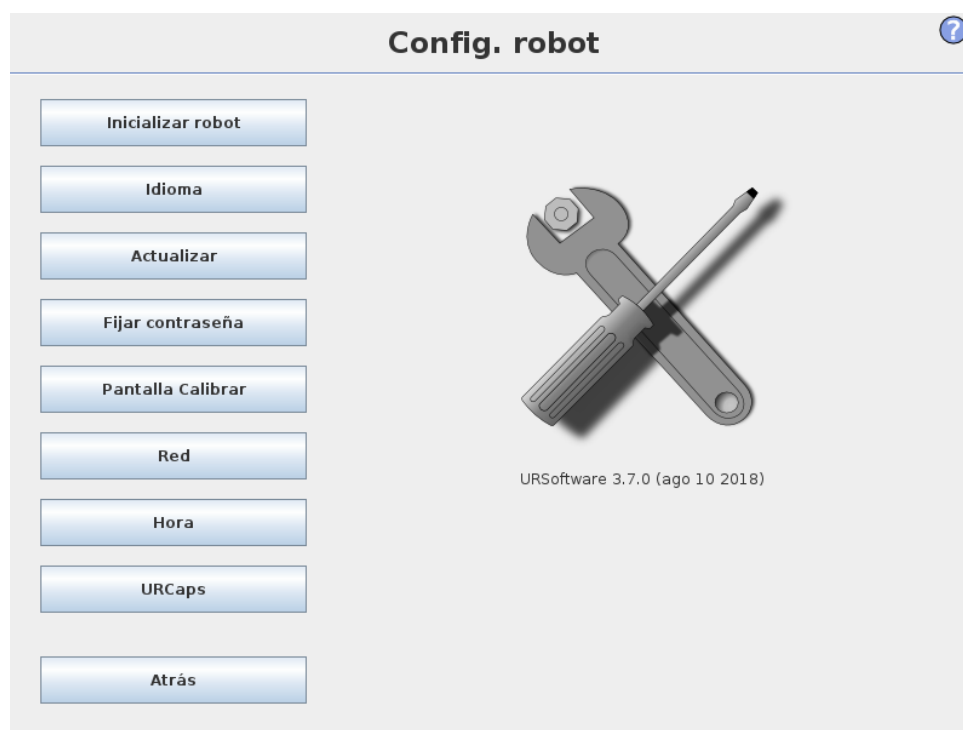
Esta pantalla permite ajustar valores de variables antes de que el programa (y cualquier subproceso) empiece a ejecutarse.

Haga clic en una variable de la lista para seleccionarla o use el cuadro del selector de variable. Para una variable seleccionada puede introducirse una expresión que se empleará para determinar el valor de la variable al inicio del programa.

Si se marca la casilla **Conservar valor de ejecución anterior**, la variable se inicializará según el valor que haya en la ficha **Variables**, (consulte 14.31. Esto permite a las variables mantener sus valores entre ejecuciones del programa. La variable obtendrá 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).

15 Pantalla de configuración



- **Iniciar robot** Abre la pantalla de inicialización; véase 11.5.
- **Idioma y unidades** Configure el idioma y las unidades de medida para la interfaz de usuario; véase 15.1.
- **Actualizar robot** Actualiza el software del robot a una versión más reciente; véase 15.2.
- **Fijar contraseña** Permite bloquear la parte de programación del robot para personas que no tengan contraseña; véase 15.3.
- **Calibrar pantalla** Calibra la función “táctil” de la pantalla táctil, consulte 15.4.
- **Configurar red** Abre la interfaz donde se configura la red Ethernet para la caja de control del robot; véase 15.5.
- **Ajustar hora** Ajuste la hora y la fecha del sistema y configure los formatos de visualización del reloj; véase 15.6.
- **Configuración URCaps** Muestra las URCaps instaladas, así como opciones para su instalación y desinstalación; véase 15.7.
- **Atrás** Regresa a la pantalla de bienvenida.

15.1 Idioma y unidades

Config. robot

Selección de idioma

Sistema
Español

Teclado
Int'l English

☒ English programming

Selección de unidades

☒ Sistema métrico
☐ Sistema anglosajón

Reinicie PolyScope para que entren en vigor los nuevos ajustes

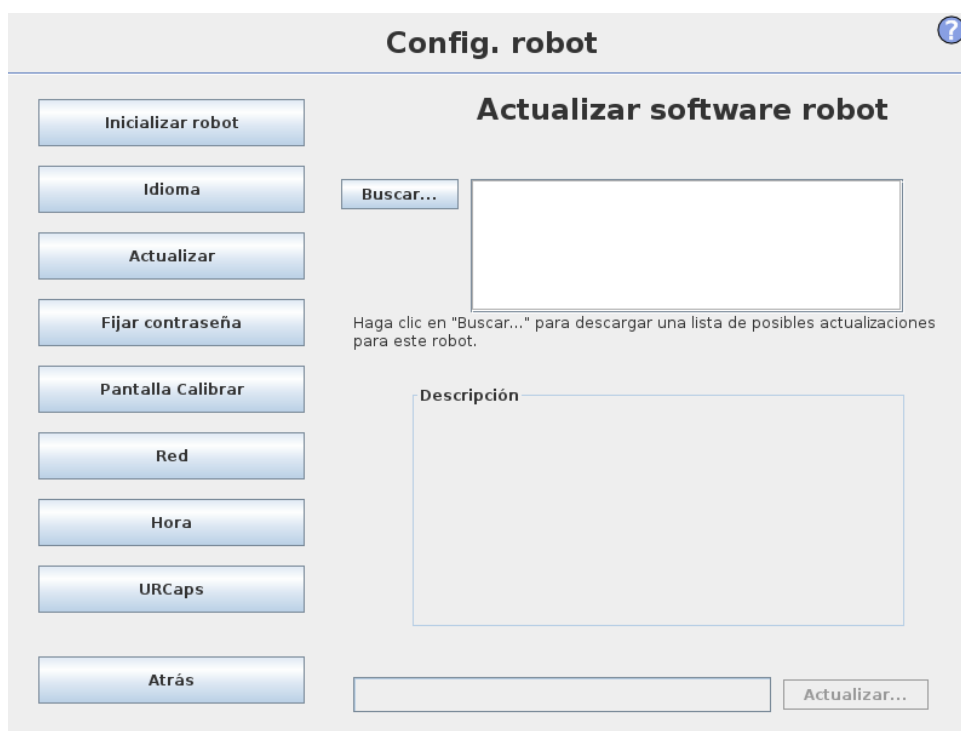
Reiniciar

El idioma, las unidades y el idioma del teclado utilizados en PolyScope pueden seleccionarse en esta pantalla.

El idioma seleccionado se utilizará para el texto visible en las distintas pantallas de PolyScope y en la ayuda integrada. Marque “Programación en inglés” para que los nombres de los comandos de los programas del robot estén en inglés. Debe reiniciar PolyScope para que los cambios surtan efecto.

El idioma de teclado seleccionado se utilizará en todos los teclados emergentes en PolyScope.

15.2 Actualizar robot



Las actualizaciones del software se pueden instalar desde la memoria flash USB. Inserte una memoria USB y haga clic en **Buscar** para ver su contenido. Para realizar una actualización, seleccione un archivo, haga clic en **Actualizar** y siga las instrucciones que aparecerán en pantalla.



ADVERTENCIA:

Compruebe siempre sus programas tras una actualización de software. La actualización puede cambiar las trayectorias de su programa. Puede consultar las especificaciones del software actualizado pulsando el botón "?", situado en la parte superior derecha de la IGU. Las especificaciones de hardware siguen siendo las mismas, y pueden consultarse en el manual original.

15.3 Fijar contraseña



The screenshot shows the 'Config. robot' window with a sidebar on the left containing buttons: 'Inicializar robot', 'Idioma', 'Actualizar', 'Fijar contraseña', 'Pantalla Calibrar', 'Red', 'Hora', 'URCaps', and 'Atrás'. The main area is divided into two sections:

- Contraseña del sistema:** Includes input fields for 'Contraseña nueva' and 'Confirmar contraseña nueva', and an 'Aplicar' button.
- Contraseña de seguridad:** Includes input fields for 'Contraseña actual', 'Contraseña nueva', and 'Confirmar contraseña nueva', and an 'Aplicar' button.

Se admiten dos contraseñas. La primera es una contraseña *opcional* del sistema que impide la modificación no autorizada de la configuración del robot. Una vez configurada la contraseña del sistema, podrán cargarse y ejecutarse programas sin la contraseña, pero el usuario debe introducir la contraseña correcta para crear o cambiar programas.

La segunda es una contraseña de seguridad *obligatoria* que debe introducirse correctamente para modificar la configuración de seguridad.



NOTA:

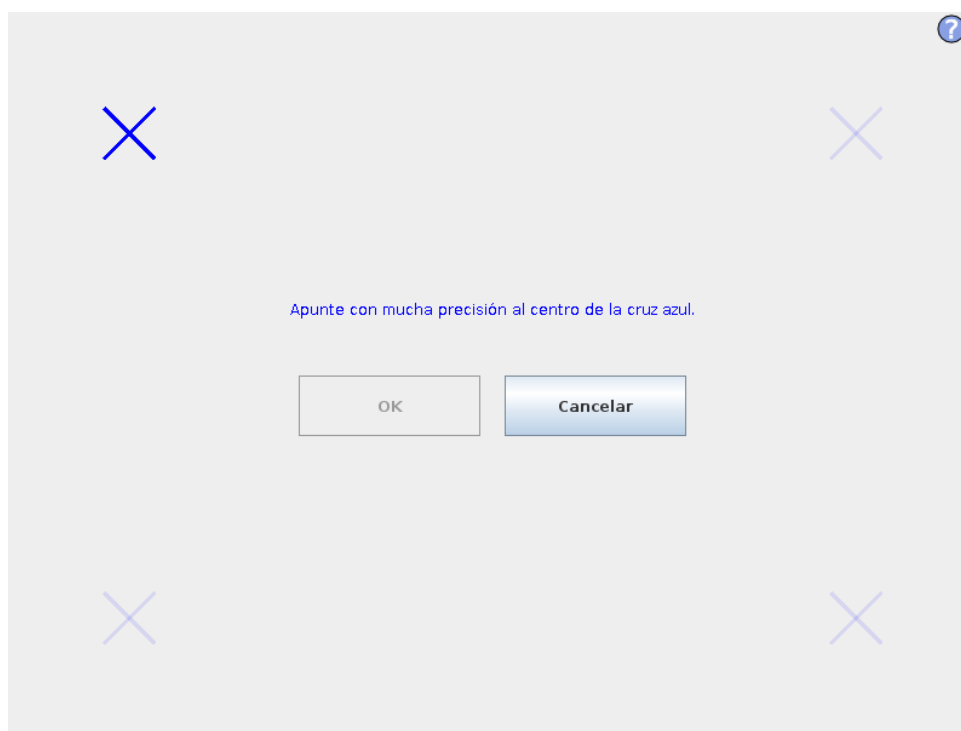
Para cambiar la configuración de seguridad, debe establecerse la contraseña de seguridad.



ADVERTENCIA:

Añada una contraseña del sistema para impedir que el personal cambie la instalación del robot sin autorización.

15.4 Pantalla Calibrar



Calibración de la pantalla táctil. Siga las instrucciones en pantalla para realizar la calibración. Use preferiblemente un objeto con punta no metálica, como un bolígrafo con la punta metida. La paciencia y el cuidado facilitan los resultados.

15.5 Configurar red

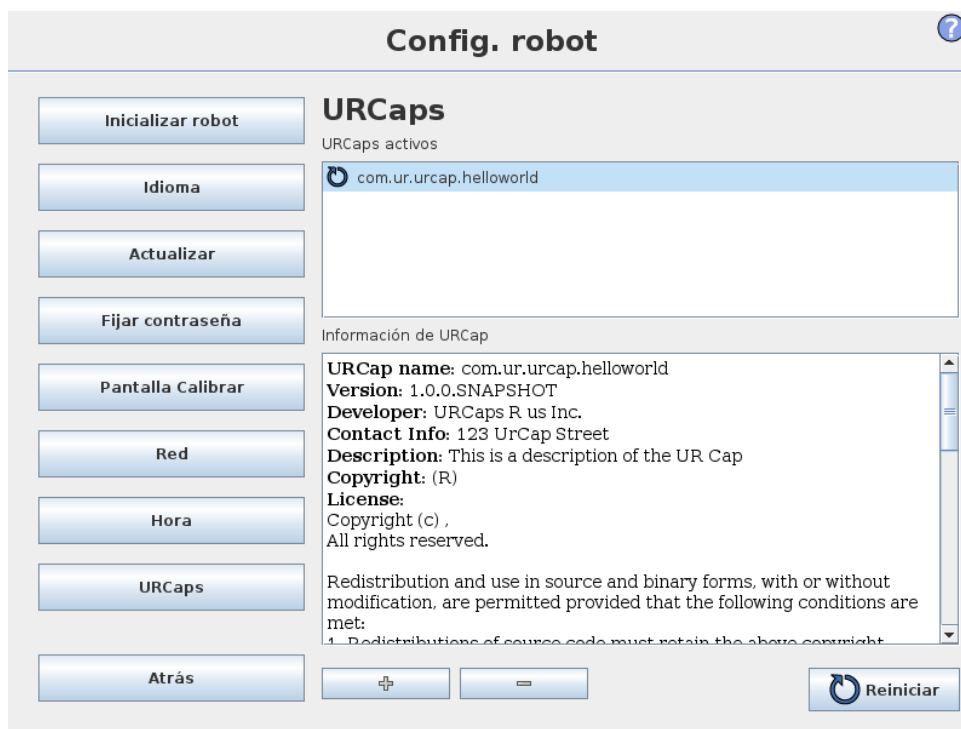


Panel para configurar la red Ethernet. No hace falta una conexión Ethernet para las funciones básicas del robot, de hecho esta opción está desactivada por defecto.

15.6 Ajuste de hora

Ajusta la hora y la fecha del sistema y configura los formatos de visualización del reloj. El reloj aparece en la parte superior de las pantallas *Ejecutar programa* y *Programar robot*. Al tocarlo, mostrará la fecha unos segundos. Hay que reiniciar la IGU para que los cambios surtan efecto.

15.7 Configuración de URCaps



En la lista superior se presenta una visión general de todas las *URCaps* instaladas. Al hacer clic en una *URCap* aparecerá su información relacionada (nombre de la *URCap*, versión, licencia, etc.) en el campo Información *URCap* que se encuentra bajo la lista.

Haga clic en el botón + en la parte inferior de la pantalla para instalar una *URCap* nueva. Aparecerá un selector de archivos desde donde se podrá seleccionar un archivo .urcap. Haga clic en Abrir y PolyScope volverá a la pantalla de configuración. La *URCap* seleccionada se instalará y su entrada correspondiente aparecerá en la lista poco después. Tras instalar o desinstalar una *URCap* se requiere reiniciar PolyScope, y el botón Reiniciar se habilitará para ello.

Para desinstalar una *URCap*, seleccione la *URCap* en la lista y haga clic en el botón -. La *URCap* desaparecerá de la lista, pero será necesario reiniciar para completar su desinstalación.

En la lista, el icono que aparece junto a cada entrada indica el estado de la *URCap*. Los diferentes estados se definen a continuación:

-  *URCap ok*: La *URCap* está instalada y funciona correctamente.
-  *URCap en fallo*: La *URCap* está instalada pero no puede ejecutarse. Póngase en contacto con el desarrollador de la *URCap*.
-  *Es necesario reiniciar la URCap*: La *URCap* acaba de instalarse y es necesario reiniciar.

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

Árbol de programa II-68, II-69

Instrucciones de seguridad I-47

A

AfterEnd II-99

Ajustar II-84

Ajustes de seguridad I-3

Asistentes II-103

B

Base II-23, II-74

BeforeStart II-99

Botón Prueba II-98

Brazo robótico . I-29, I-65, II-47, II-61, II-95, II-97,
II-100, II-101

C

Caja de control . . I-29, I-31, I-45, I-65, II-37, II-47,
II-61

caja de control II-28

Carga articular II-61

Carpeta II-86

Configuración de seguridad I-9

Consola portátil II-46, II-98

E

E/S I-29, I-31, I-33, II-27, II-37, II-45, II-46

E/S configurable I-31

E/S de herramienta I-40

E/S de seguridad I-31, I-33

E/S de uso general I-31

Editor de expresiones II-93

Editor de pose II-53

Espacio articular II-72

Esperar II-83

Estructura II-103

Estructura de caso de interruptor II-93

Ethernet I-44

EtherNet/IP II-45

Evaluación de riesgos I-3, I-8, I-10

F

Función II-51

Función base II-52

Función herramienta II-52

Función variable II-74

Funciones II-58

G

Garantía I-53

I

Instalación II-48, II-103

Integrador I-8

L

Lista (patrón) II-94

M

Marco II-97

Menú de funciones II-96

mensaje emergente II-84

MODBUS II-38, II-48, II-50, II-58

Modo de fuerza II-95

modo de Recuperación II-30

Modo Normal II-104

MoveJ II-72

MoveL II-52, II-72

MoveP II-52, II-72

Mover . . II-27, II-53, II-72, II-73, II-75, II-84, II-99

Movimiento II-97

Movimiento libre II-44, II-46, II-52, II-98

Muñeca 3 II-23

N

Norma I-65, I-66

norma I-68

P

Parámetros de transición II-76

Patrón II-94, II-95

Patrón de caja II-94, II-95

Patrón de cuadrado II-94, II-95

Patrón de línea II-94, II-95

PolyScope II-23, II-25, II-27, II-87, II-90



Posición de anclaje	II-99
Programa	II-27
Punto	II-97
Punto central de herramienta	II-41, II-74
Punto de paso	II-72, II-75, II-76, II-81, II-104
punto de paso	II-99
Punto de paso relativo	II-74
Punto de paso variable	II-74
Puntos de paso	II-25, II-74

S

Símbolos de advertencia	I-4
-------------------------------	-----

secuencia de palé	II-99
Seguimiento de cinta transportadora	II-103
Seguimiento de la cinta transportadora	II-57
Sencillo	II-96

T

Transición	II-76
------------------	-------

V

Variables	II-71, II-105
Variables de instalación	II-47