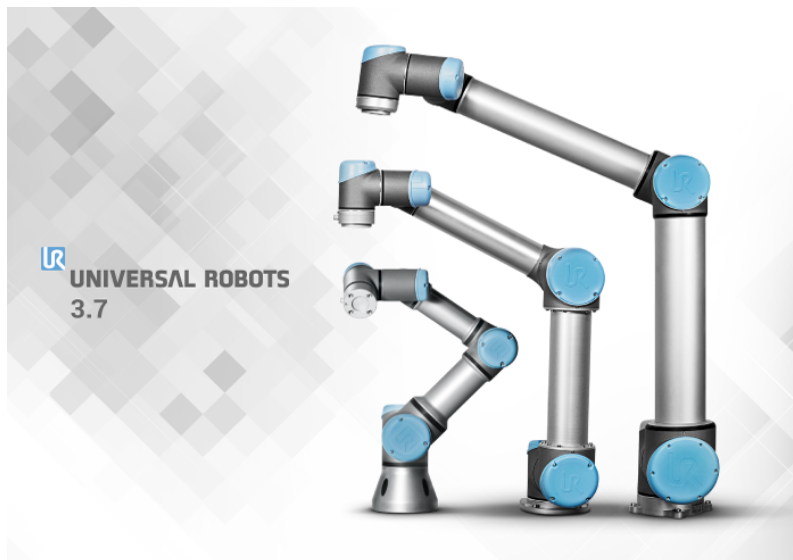




UNIVERSAL ROBOTS

Manual de PolyScope



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

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 herraam.	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

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.

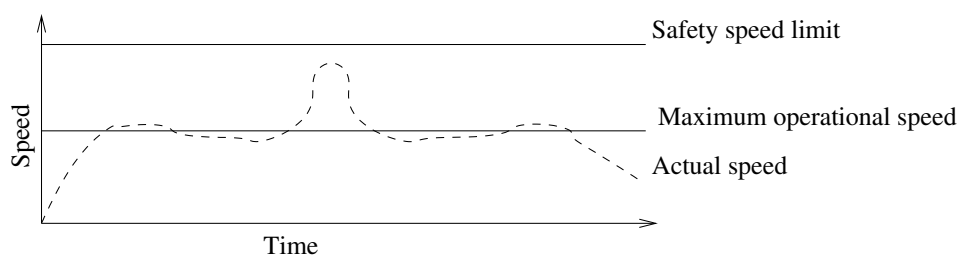


Figura 10.1: Ejemplo de tolerancia de seguridad.

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 revertan 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.

Confirmación de Configuración de seguridad aplicada

Límites generales
Límites de junta
Límites
E/S de seguridad
Varios

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

Confirmar Configuración de seguridad
Rechazar

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.

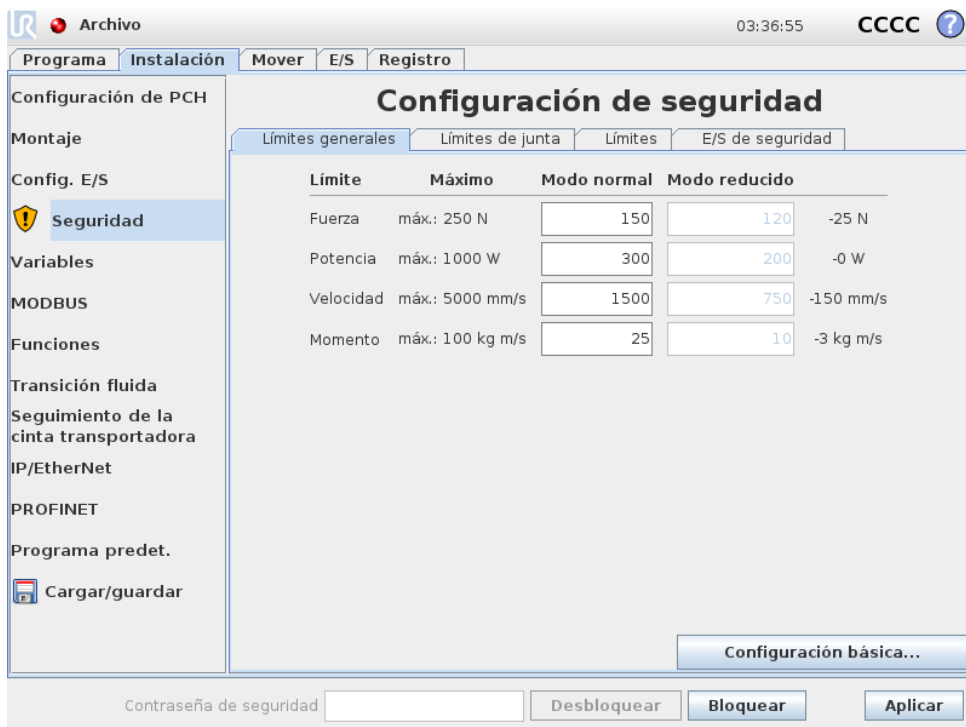
En modo *Movimiento libre* (consulte 13.1.5), cuando la velocidad actual del PCH del robot se acerque al límite de *Velocidad*, el usuario sentirá una fuerza repelente que aumentará de magnitud cuanto más se acerque la velocidad al límite. La fuerza se genera cuando la velocidad actual esté a unos 250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

Ajustes básicos El subpanel de límites generales iniciales, que aparece como pantalla pre-determinada, 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



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.

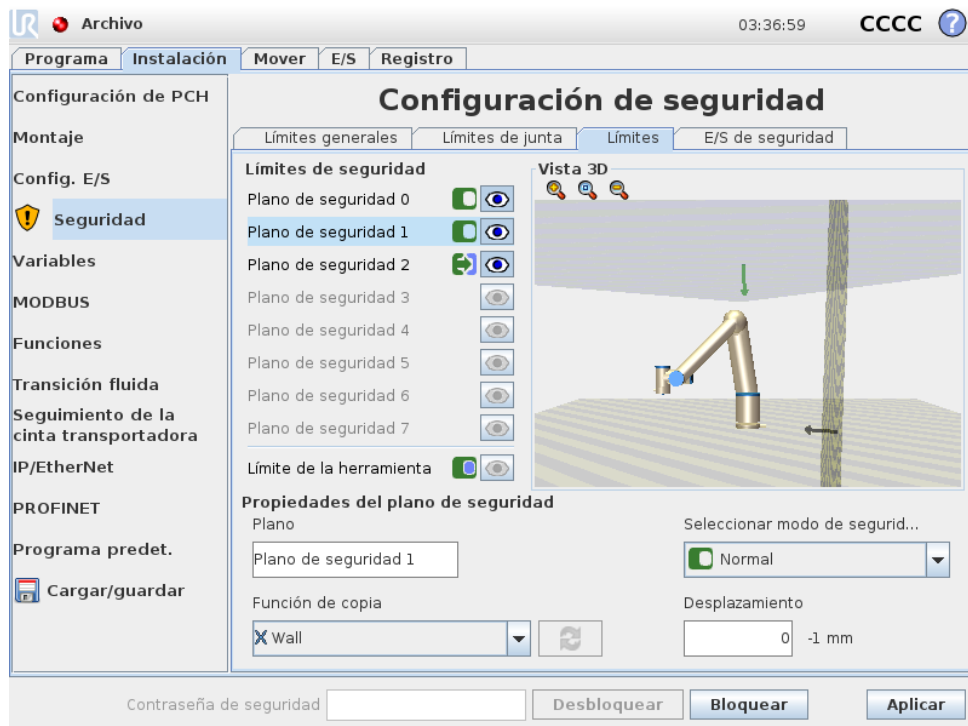
El límite de orientación de la herramienta se visualiza con un cono esférico junto con un vector que indica la orientación actual de la herramienta del robot. El interior del cono representa la zona permitida para la orientación de la herramienta (vector).

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.






Copyright © 2009–2018 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.






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*.

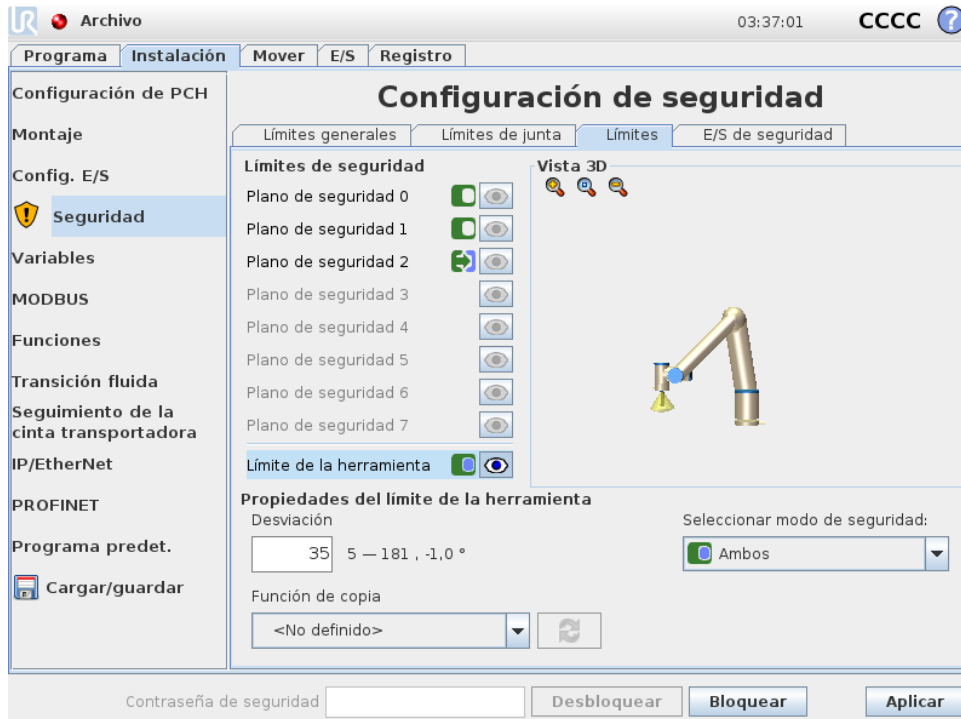
Cuando la transición del modo *Normal* al *Reducido* se debe a que se ha cruzado un plano de *modo Reducido con activador*, se produce una transición del conjunto de límites del modo *Normal* al conjunto de límites del modo *Reducido*. Cuando el PCH del robot se encuentra a 20 mm o más cerca del plano 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.

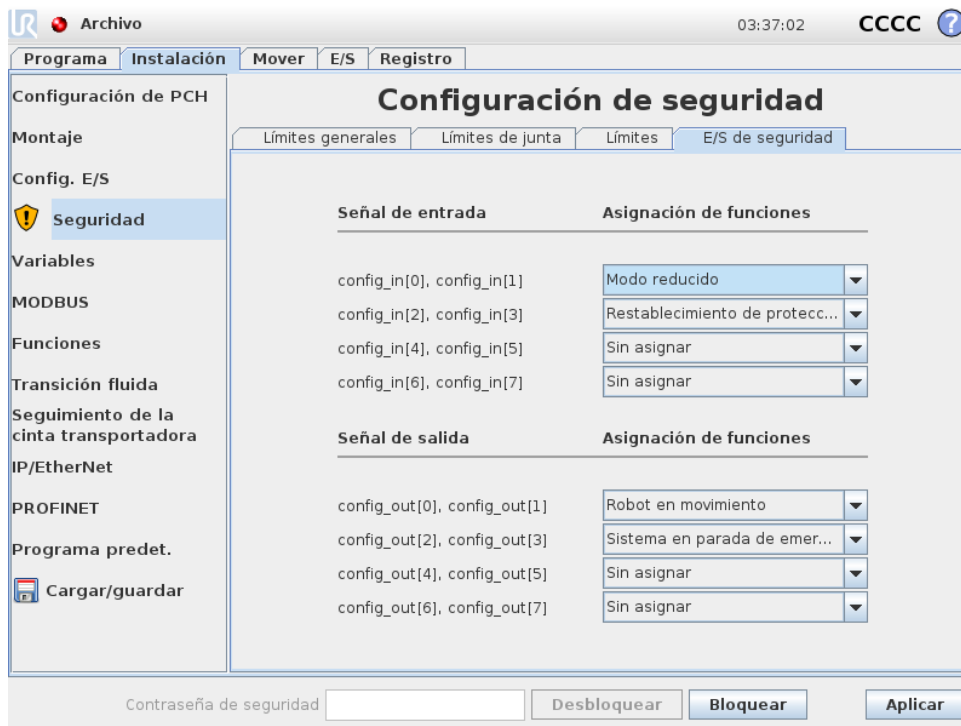
Modo de seguridad El menú desplegable de la parte derecha del panel *Propiedades* del límite de la herramienta se utiliza para elegir el *modo de seguridad* del límite de orientación de la herramienta. Las opciones disponibles son:

 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 SIO 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 desplegados 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 interbloques, 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.

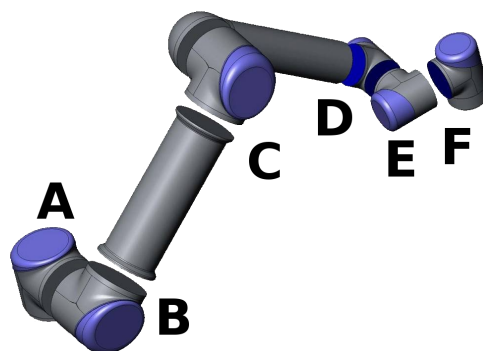


Figura 11.1: Juntas del robot. A: Base, B: Hombro, C: Codo y D, E, F: Muñeca 1, 2, 3

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 \leq 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.

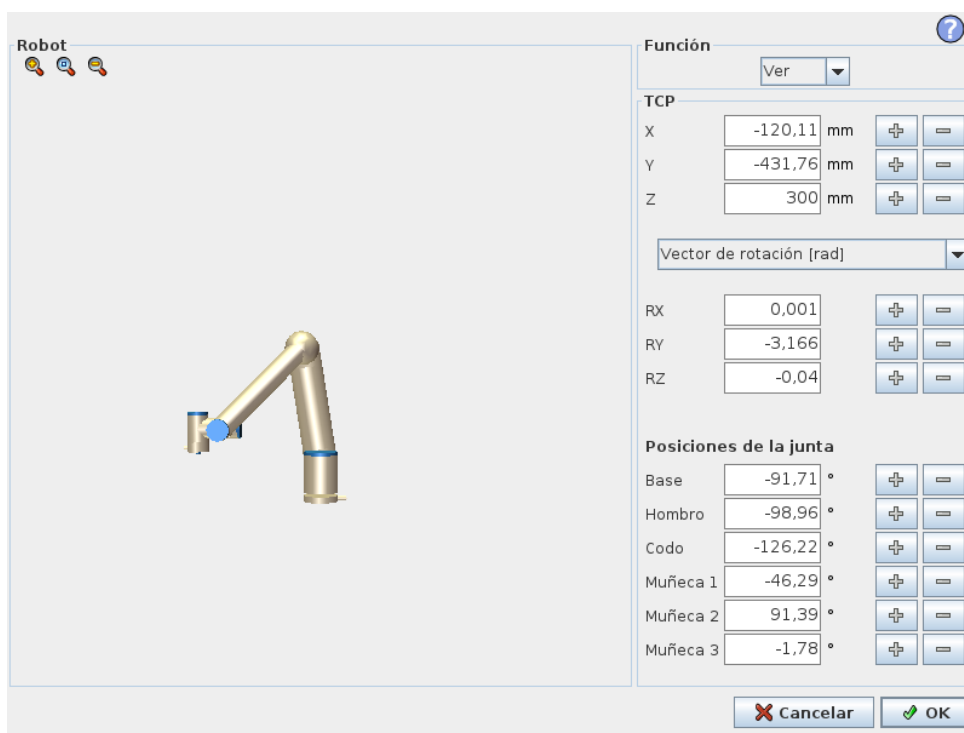
Al pulsar el botón Ok, se comprueba la expresión en busca de errores gramaticales. Al hacer clic en el botón Cancelar, se sale de la pantalla sin aplicar ningún cambio.

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

12.2 Pantalla de editor de pose

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.

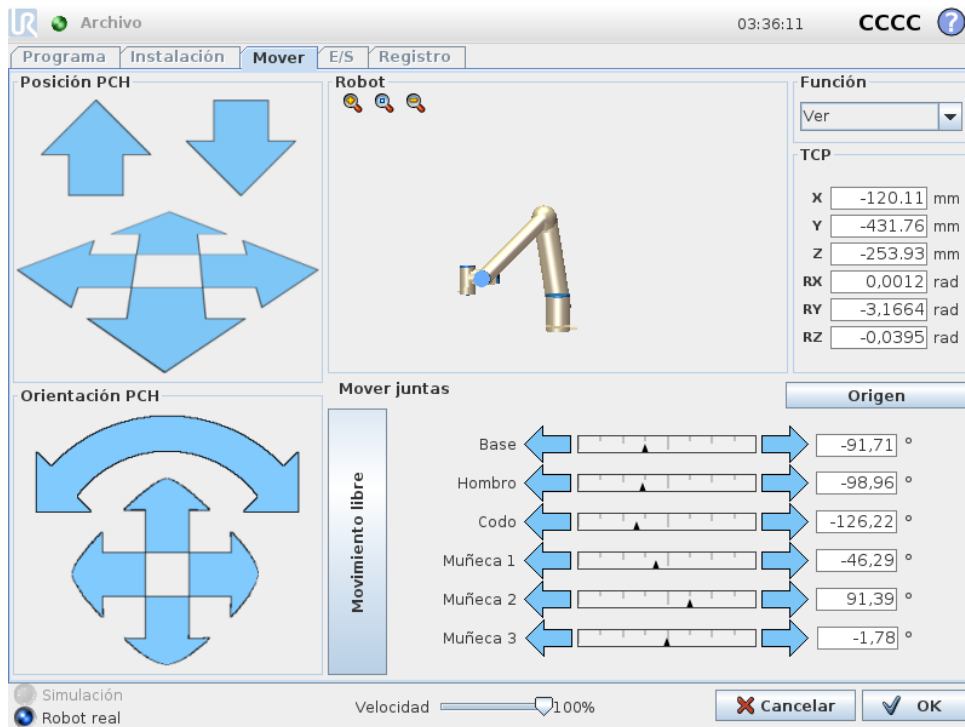
Botón Cancelar

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

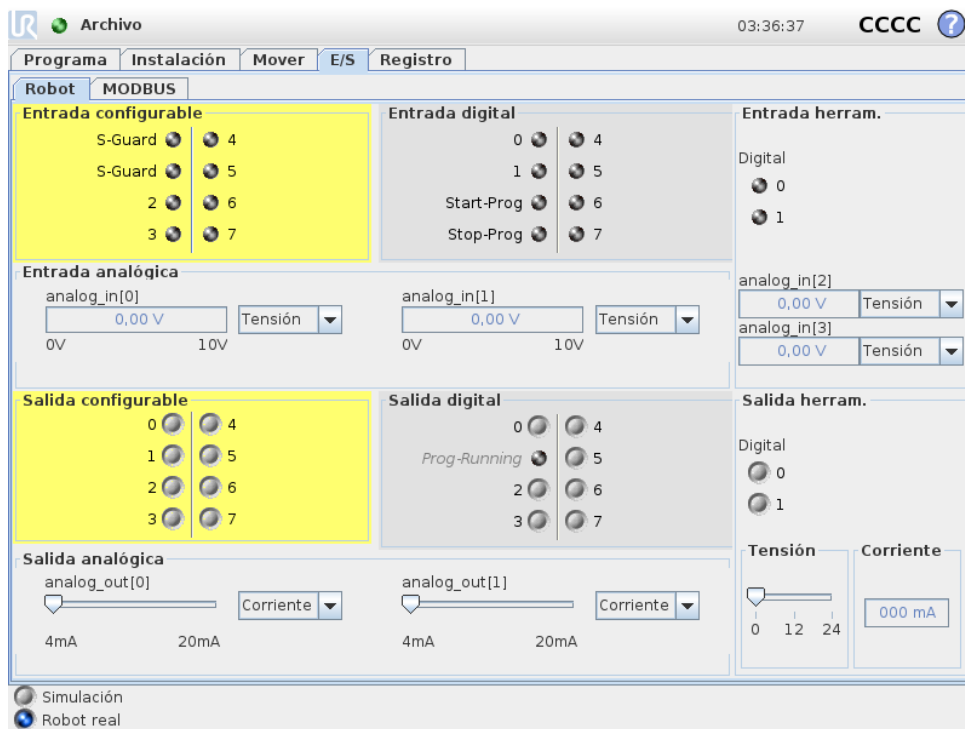
Permite controlar directamente las juntas articuladas. Cada junta puede moverse entre -360° y $+360^\circ$, que son los *límites de articulación* predeterminados indicados por la barra horizontal en cada junta. Si una junta alcanza su límite de articulación, no podrá moverse más. Si los límites de una 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.

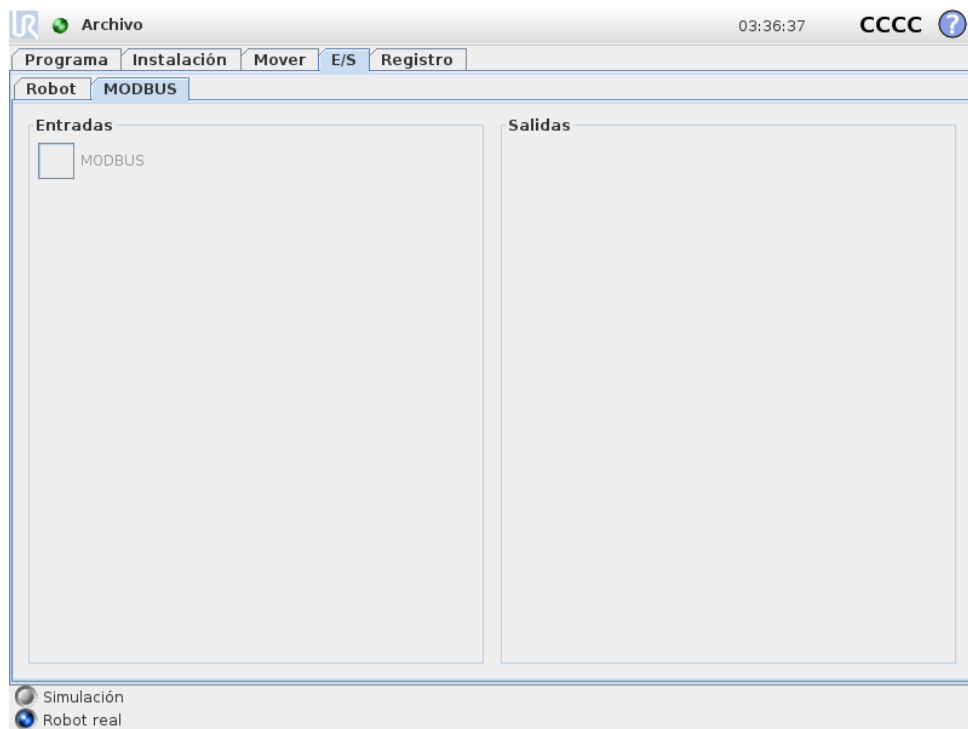
Las E/S configurables pueden reservarse para ajustes especiales de seguridad definidos en la sección de configuración de E/S de seguridad de la instalación (consulte 10.13); las reservadas tendrán el nombre de la función de seguridad en lugar del nombre definido por el usuario o el predeterminado. Las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

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

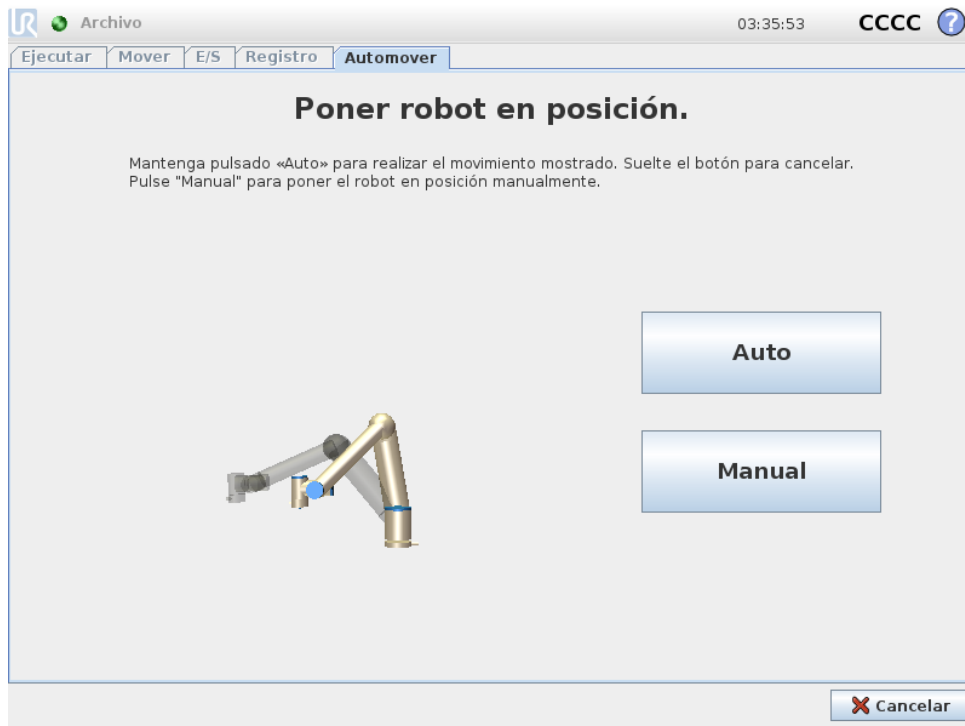
Ver el estado de las entradas del cliente MODBUS digitales.

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**.

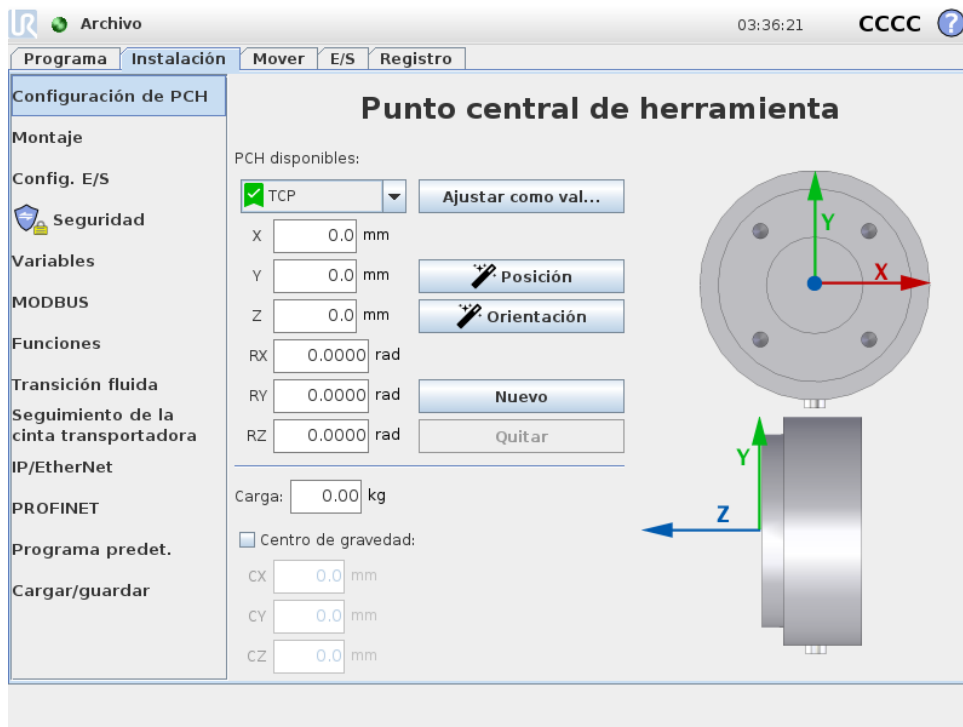
Puede guardar una instalación pulsando el botón **Guardar** o **Guardar como...** También puede guardar la instalación activa guardando un programa. Para cargar un archivo de instalación diferente, utilice el botón **Cargar**. El botón **Crear nuevo** restablece los valores predeterminados de todos los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

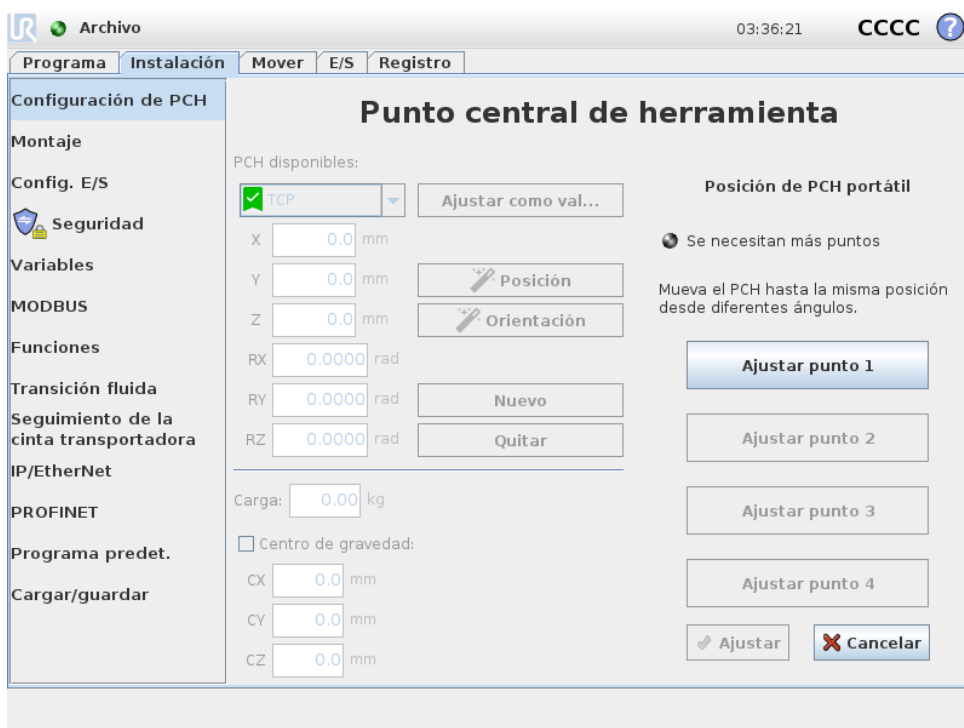
introduciendo nuevos valores. Para eliminar el PCH seleccionado, simplemente pulse el botón **Quitar**. El último PCH restante no puede eliminarse.

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



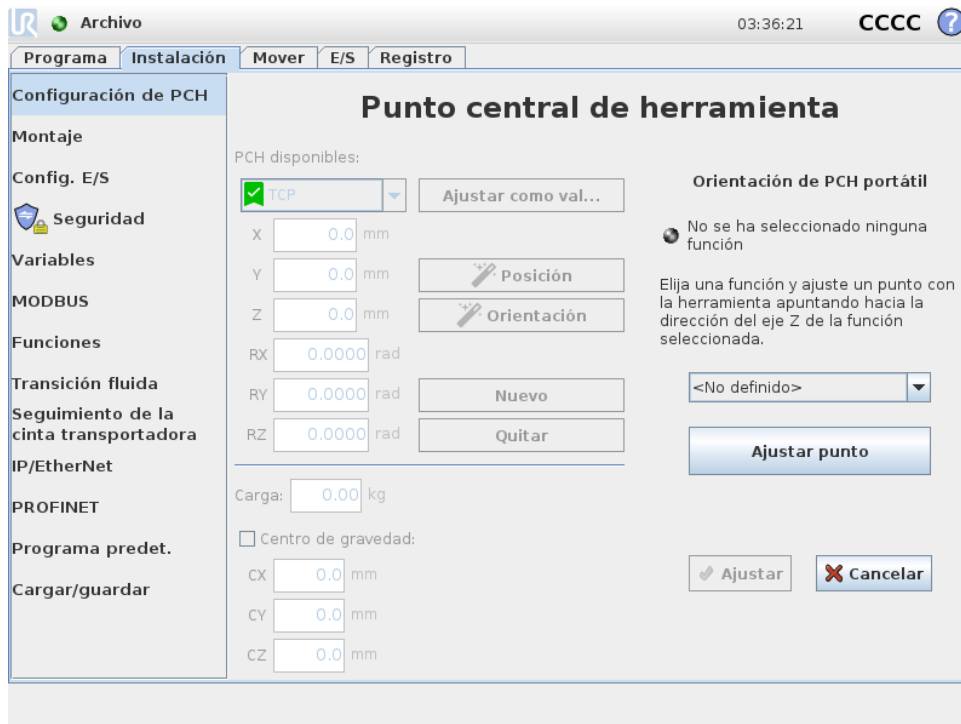
Las coordenadas de la posición del PCH pueden calcularse automáticamente de la siguiente forma:

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.

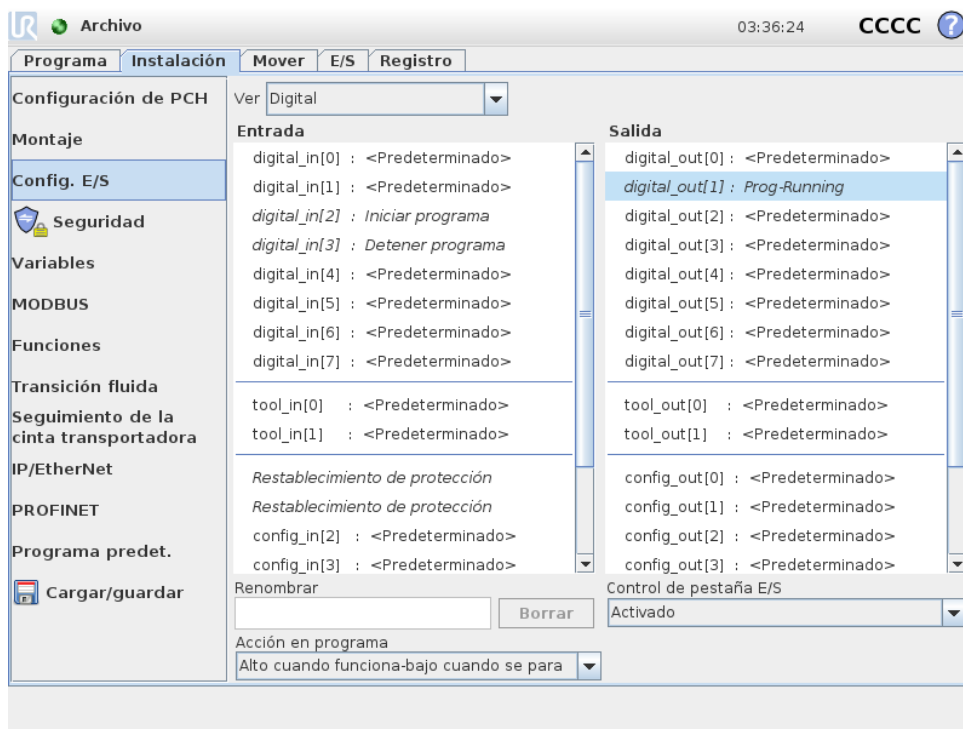
Los botones de la parte inferior de la pantalla sirven para girar el montaje del brazo robótico con el objetivo de que coincida con el montaje real.



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 herraam.
- 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”.

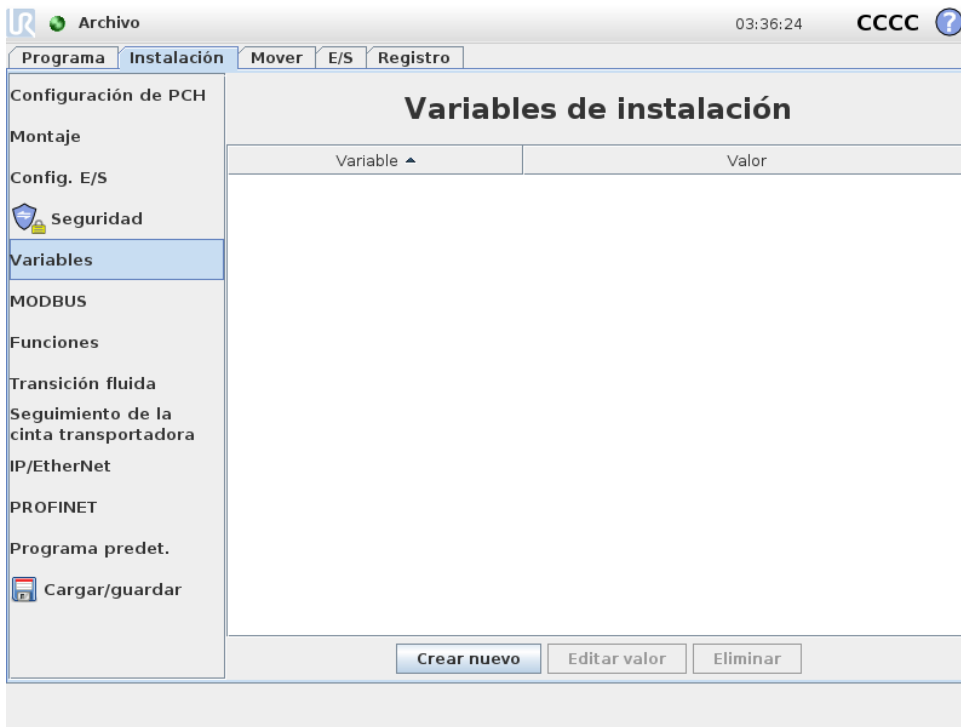
Alta cuando no está funcionando/baja cuando se para : La salida es baja cuando el estado del programa es “parado” o “pausado” y alta cuando está funcionando.

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**.

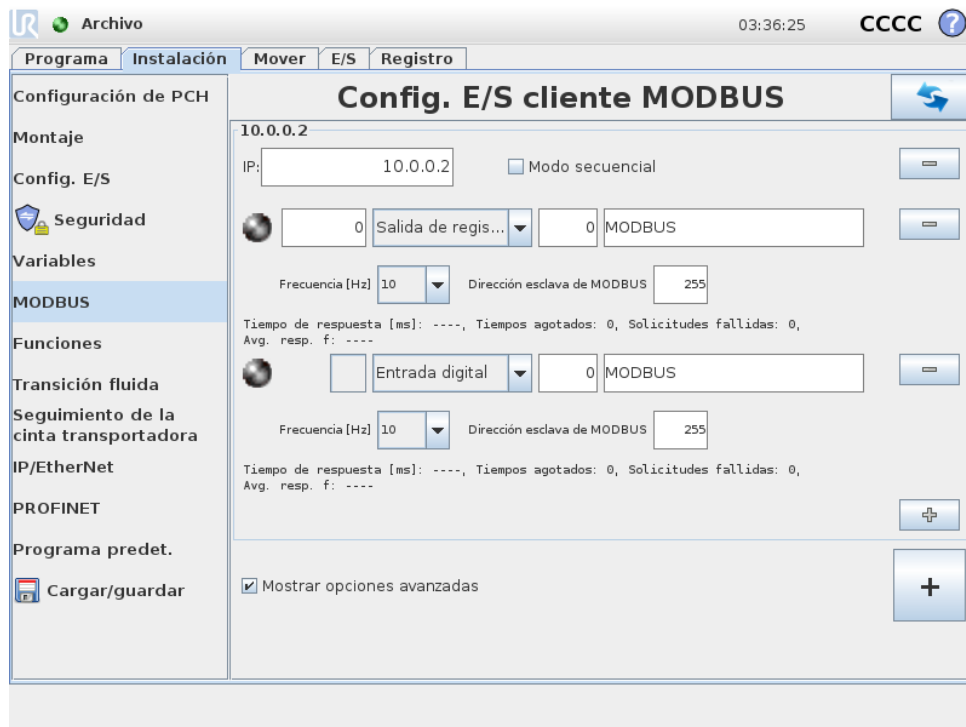
Tras configurar las variables de instalación, debe guardarse la propia instalación para conservar la configuración, (consulte 13.5).

Copyright © 2009–2018 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.

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).

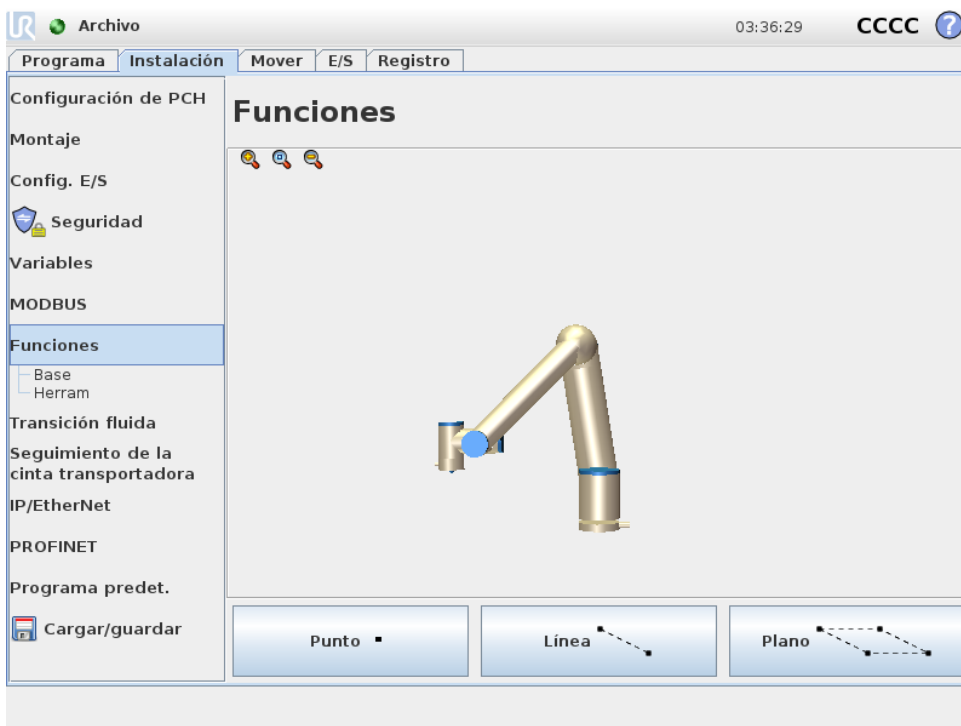
Tiempos agotados: Número de solicitudes de modbus que no obtuvieron respuesta.

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)

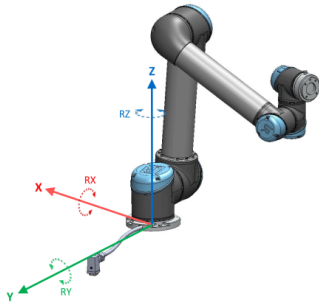


Figura 13.1: Función base

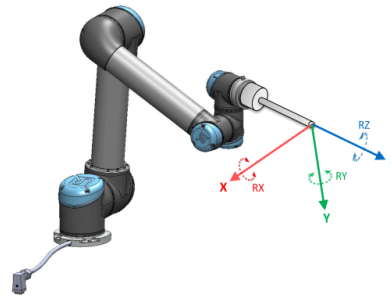


Figura 13.2: Función herramienta (PCH)

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

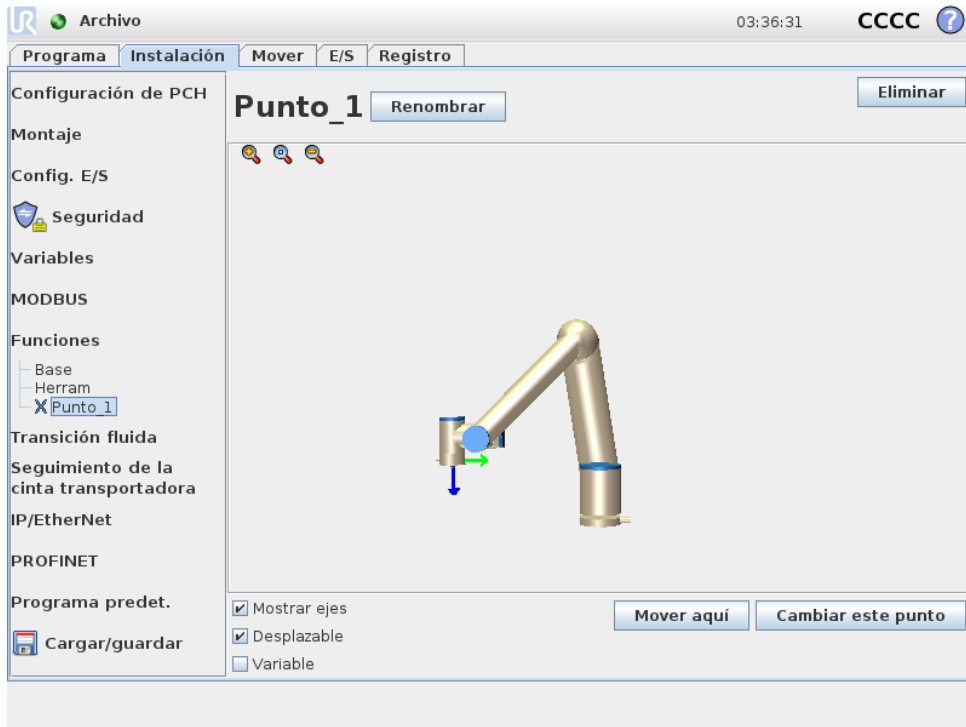
Al elegir esta opción, la función seleccionada puede desplazarse. Esto determina si la función aparecerá en el menú de funciones de la pantalla Mover.

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.

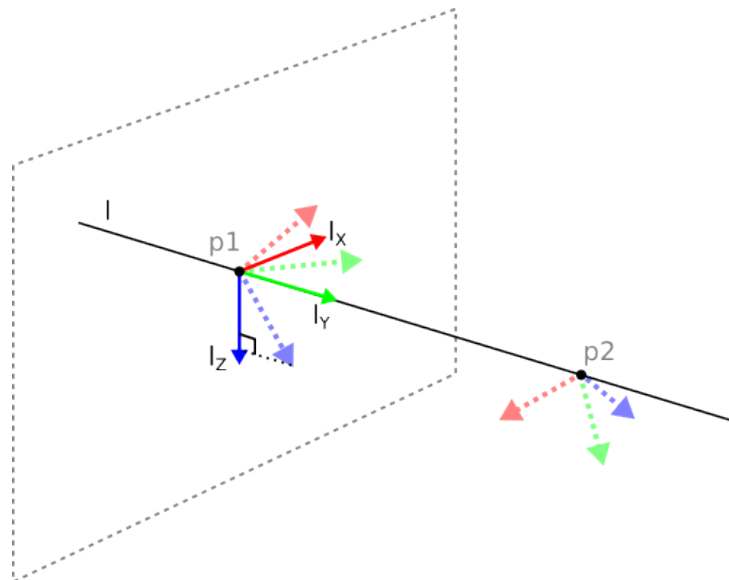
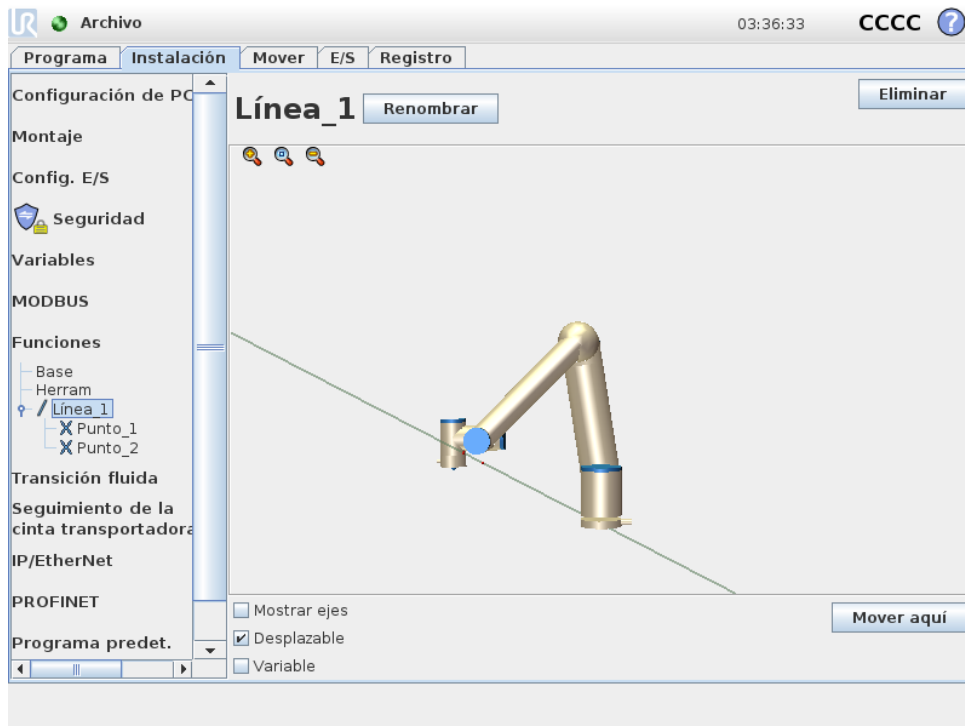


Figura 13.3: Definición de la función de línea

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

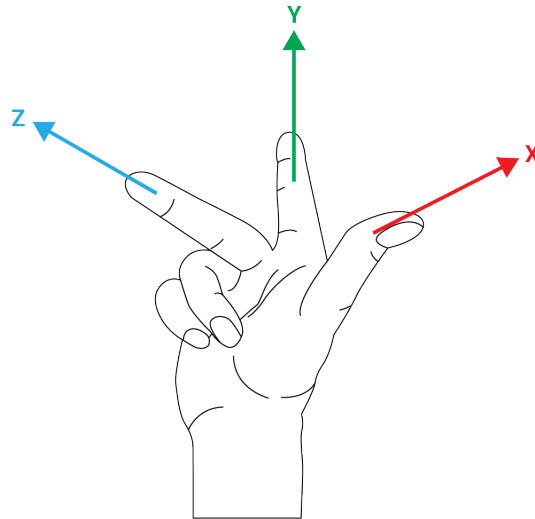
1. En Instalación, seleccione **Funciones**.
2. En Funciones, seleccione **Plano**.

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
    
```

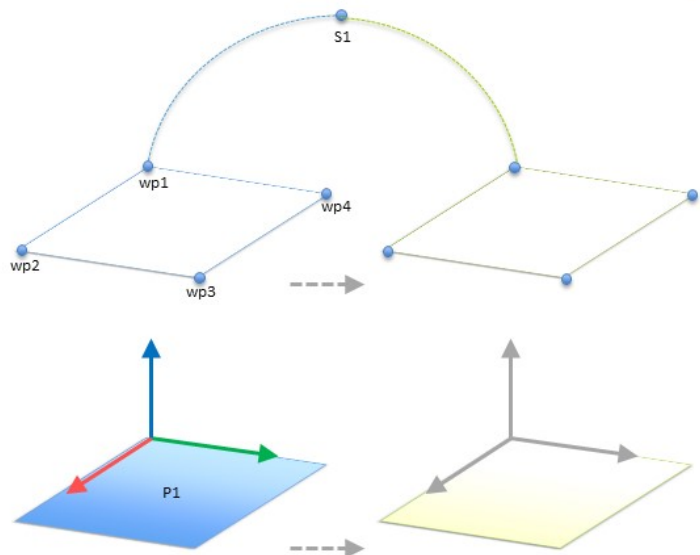


Figura 13.4: Programa sencillo con cuatro puntos de paso relacionado con una función de plano actualizada de forma manual al cambiar la función

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).

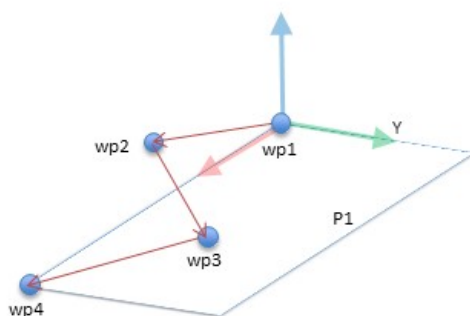


Figura 13.5: Un comando $MoveL$ con cuatro puntos de paso con relación a la función de plano

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
    
```

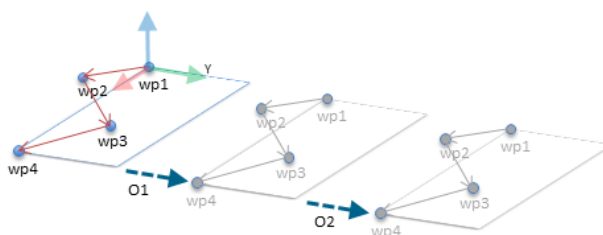


Figura 13.6: Aplicar una compensación a la función de plano

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

```

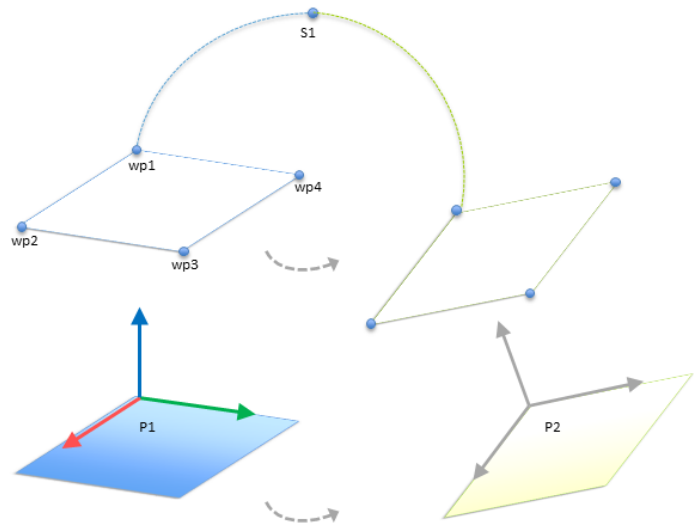


Figura 13.7: Cambiar de una función de plano a otra

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

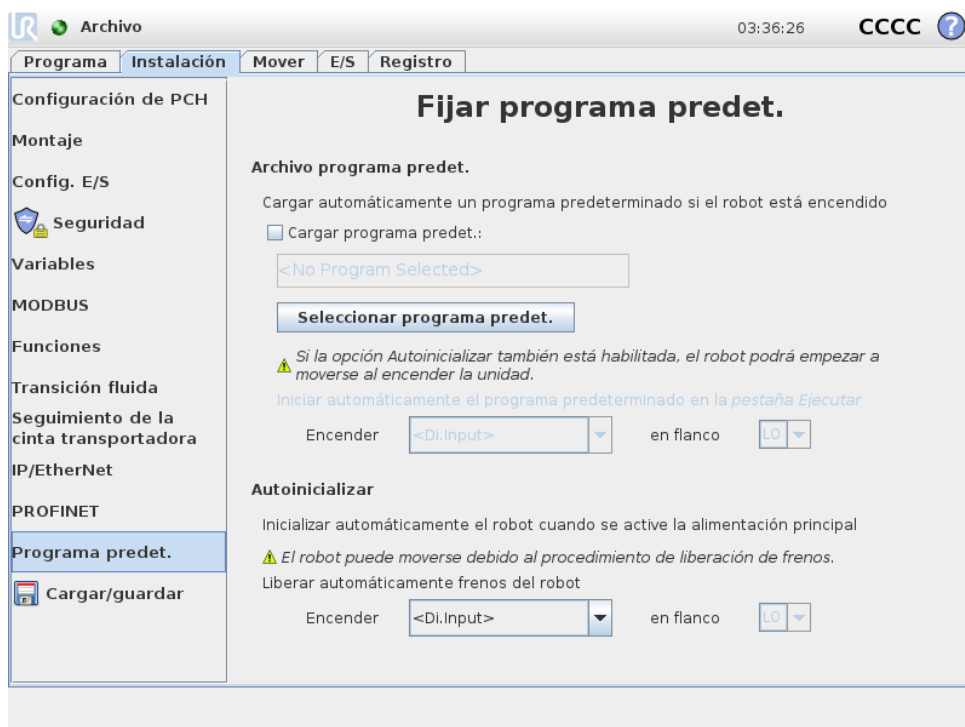
Cuando realice el seguimiento de una cinta transportadora circular, se debe definir el punto central de la cinta transportadora.

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

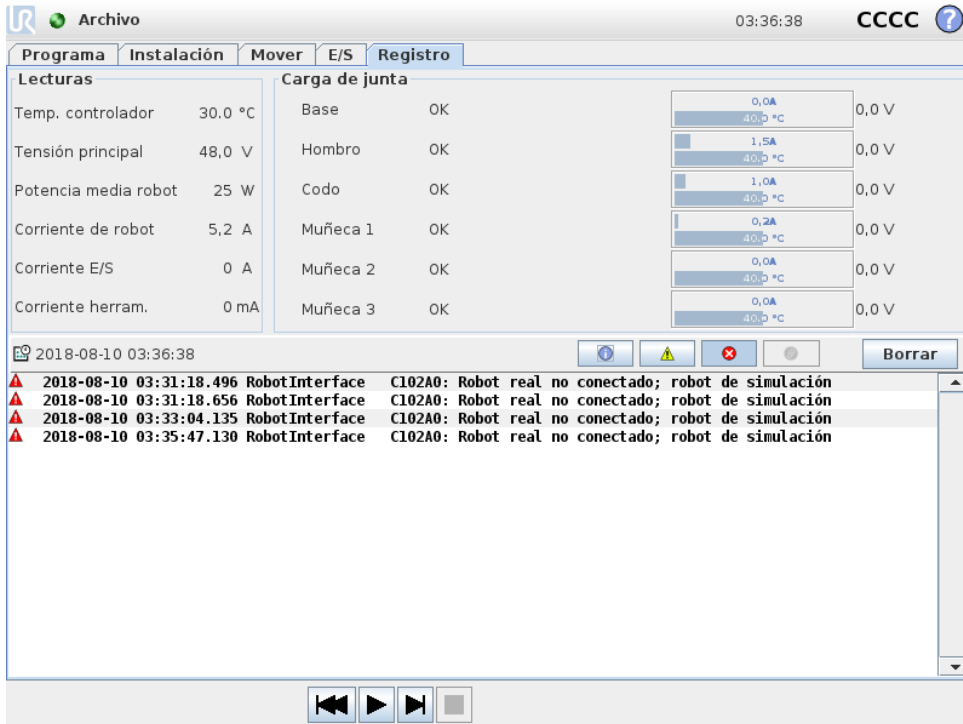
El brazo robótico se inicializa automáticamente. En la transición del flanco de entrada externa especificada, el brazo robótico se inicializa completamente, independientemente de la pantalla visible.

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



Lecturas		Carga de junta			
Temp. controlador	30,0 °C	Base	OK		0,0 V
Tensión principal	48,0 V	Hombro	OK		0,0 V
Potencia media robot	25 W	Codo	OK		0,0 V
Corriente de robot	5,2 A	Muñeca 1	OK		0,0 V
Corriente E/S	0 A	Muñeca 2	OK		0,0 V
Corriente herram.	0 mA	Muñeca 3	OK		0,0 V

Fecha	Hora	Gravedad	Receptor	Mensaje
2018-08-10	03:31:18.496	▲	RobotInterface	C102A0: Robot real no conectado; robot de simulación
2018-08-10	03:31:18.656	▲	RobotInterface	C102A0: Robot real no conectado; robot de simulación
2018-08-10	03:33:04.135	▲	RobotInterface	C102A0: Robot real no conectado; robot de simulación
2018-08-10	03:35:47.130	▲	RobotInterface	C102A0: Robot real no conectado; robot de simulación

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.



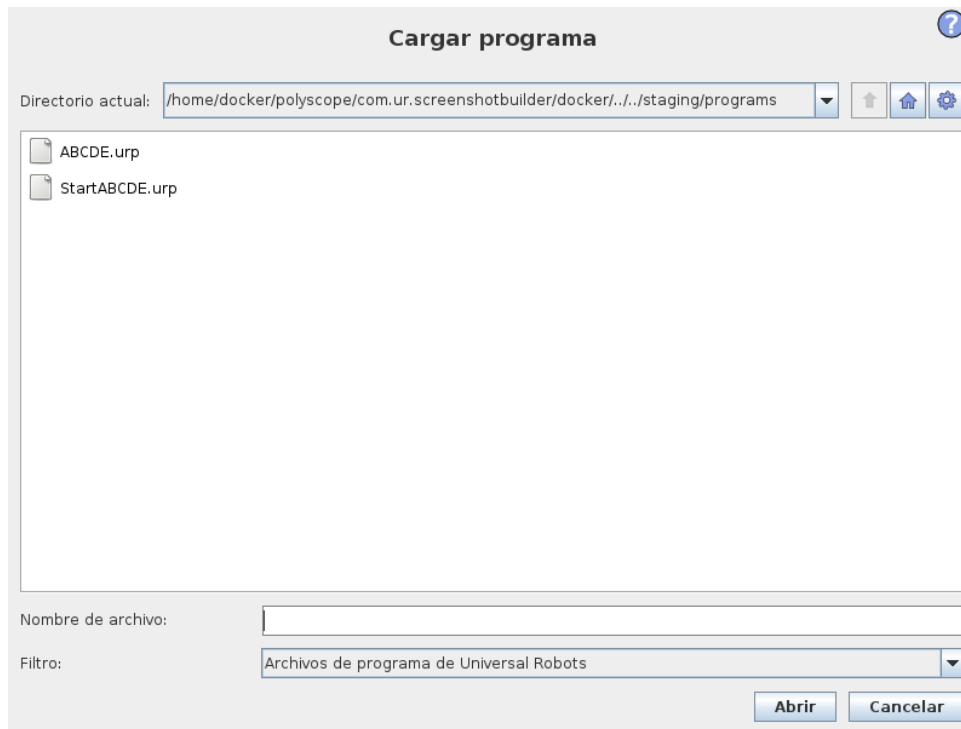
NOTA:

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 subdirectororio, 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.

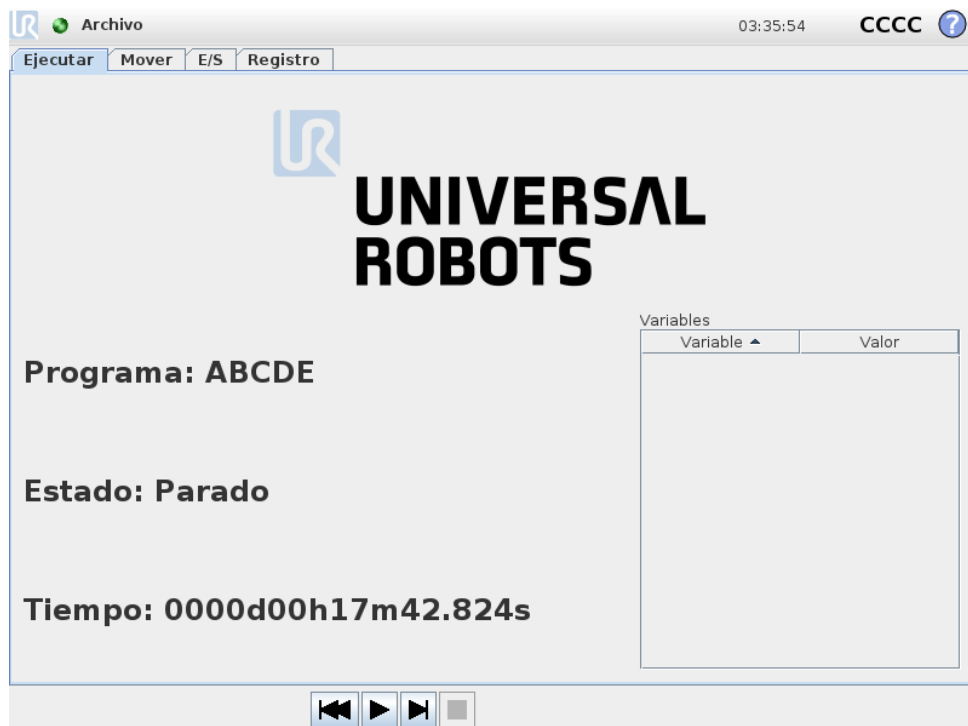
Botón Cancelar Al hacer clic en el botón Cancelar, se anulará el actual proceso de carga y la pantalla volverá a la imagen anterior.

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.

Copyright © 2009–2018 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.

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),

13.18 Pestaña Ejecutar

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.

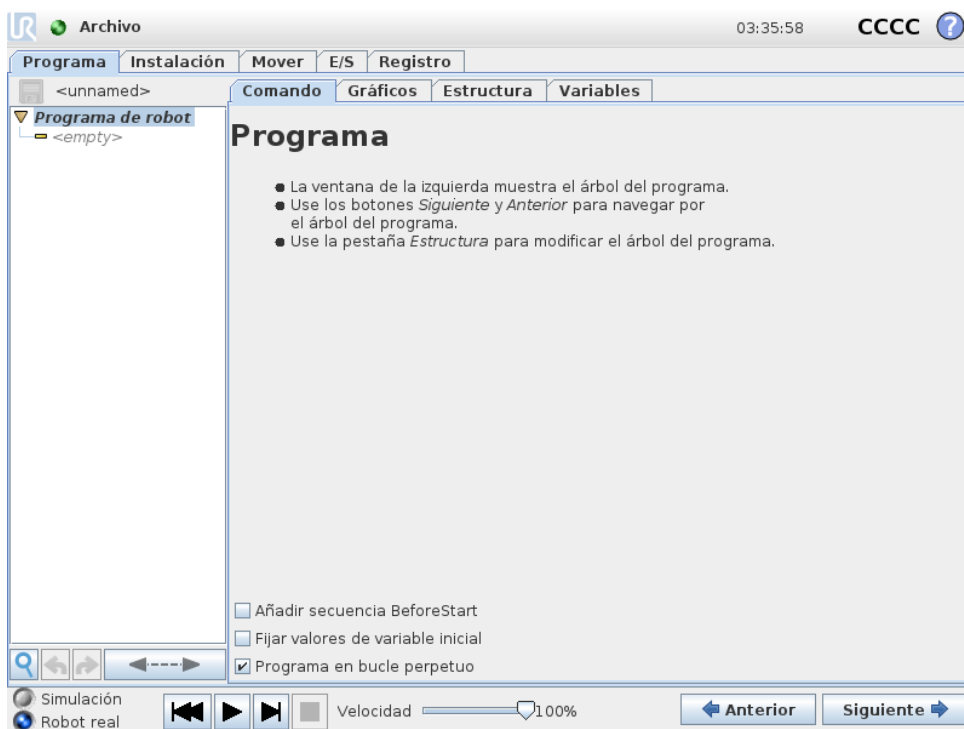
14 Programación

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 **Siguiete** 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:

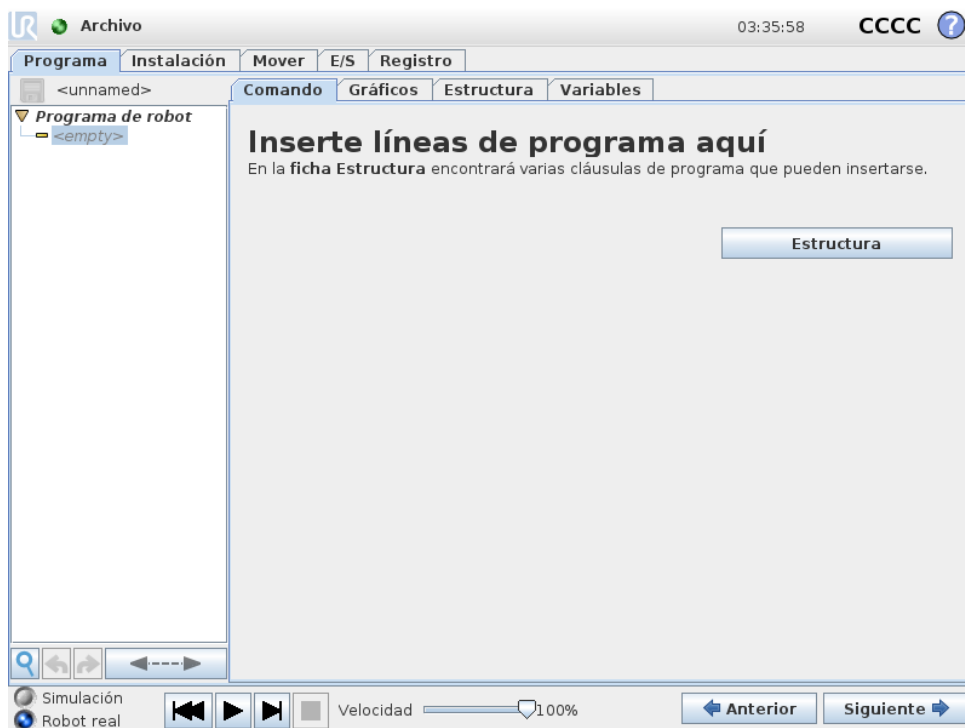
Variables de instalación: Estas variables pueden utilizarlas varios programas, y sus nombres y valores persisten junto con la instalación del robot (consulte 13.10). Las variables de instalación mantienen su valor después de que el robot y la caja de control se hayan reiniciado.

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:

<i>booleana</i>	Una variable booleana cuyo valor es <code>True</code> o <code>False</code> .
<i>entera</i>	Un número entero cuyo intervalo va de -2147483648 a 2147483647 (32 bits).
<i>flotante</i>	Un número de punto flotante (decimal) (32 bits).
<i>cadena</i>	Una secuencia de caracteres.
<i>pose</i>	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 $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
<i>lista</i>	Una secuencia de variables.

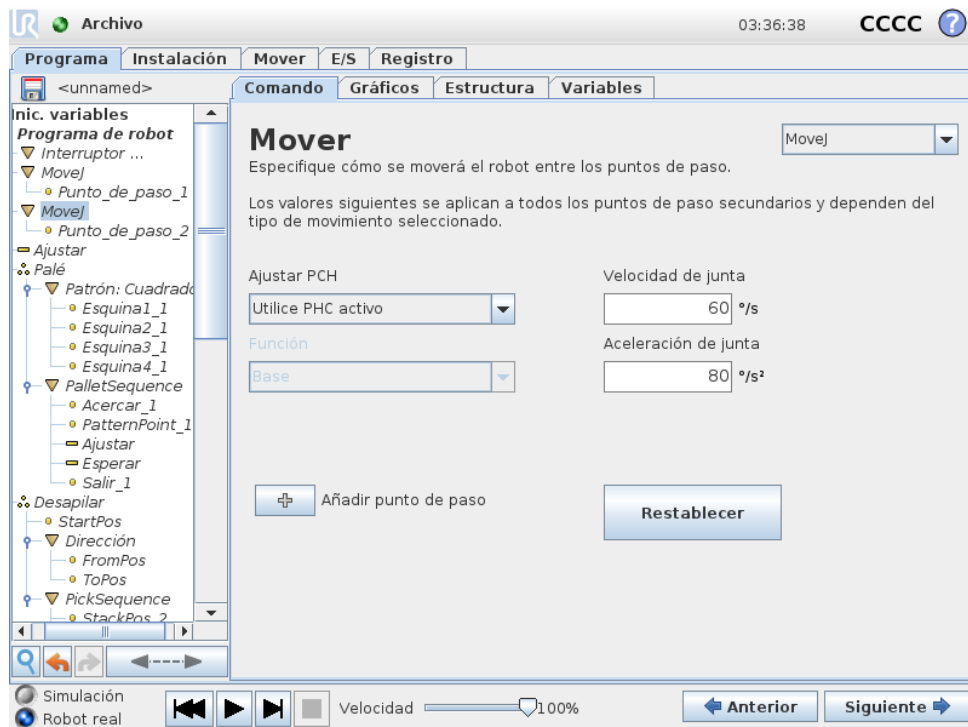
14.4 Comando: Vacío



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

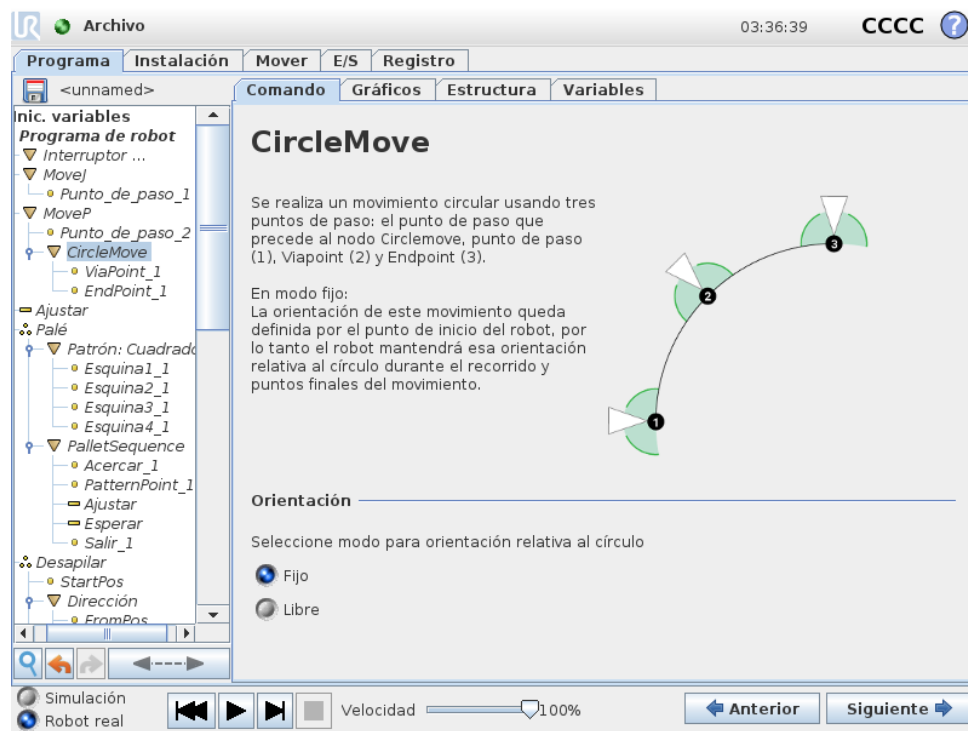
Puede seleccionar uno de estos tres tipos de movimientos: **MoveJ**, **MoveL** y **MoveP**. Cada movimiento se explica a continuación.

- **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.

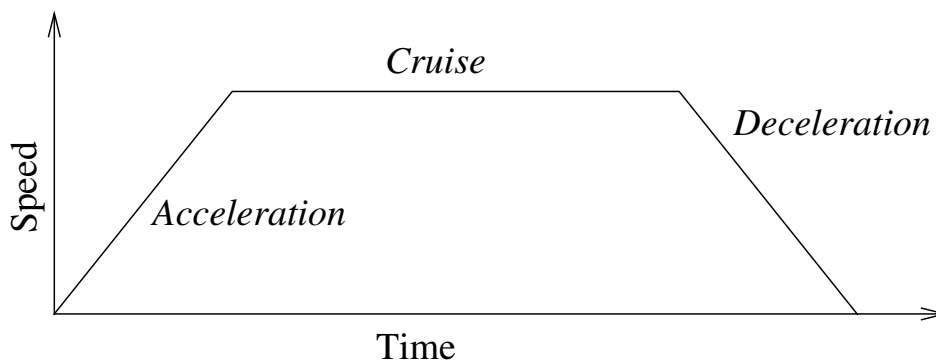


Figura 14.1: Perfil de velocidad para un movimiento. La curva se divide en tres segmentos: *aceleración*, *crucero* y *desaceleración*. El nivel de la fase *crucero* se obtiene del ajuste de velocidad del movimiento, mientras que la pendiente de las fases de *aceleración* y *desaceleración* se obtiene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

Copyright © 2009–2018 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.

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.

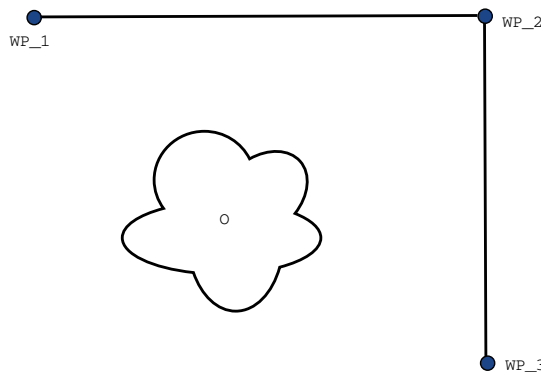


Figura 14.2: WP_1: posición inicial, WP_2: punto de la ruta, WP_3: posición de recogida, O: obstáculo.

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 ($MoveL$, $MoveJ$)

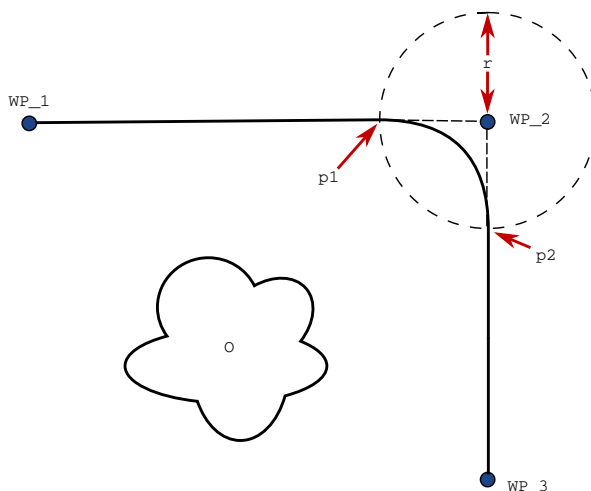


Figura 14.3: Transición de WP_2 con radio r , posición de transición inicial en $p1$ y posición de transición final en $p2$. O es un obstáculo.

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.

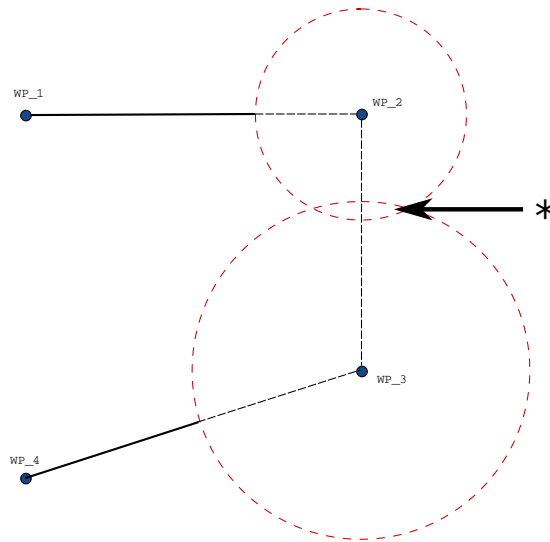


Figura 14.4: No se permite el solapamiento del radio de transición (*).

```

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

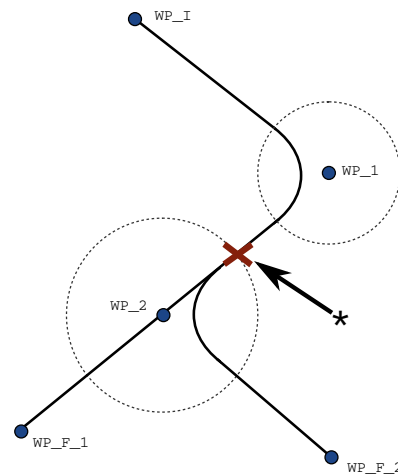


Figura 14.5: WP_I es el punto de paso inicial y existen dos puntos de paso finales potenciales, WP_F_1 y WP_F_2, en función de una expresión condicional. La expresión condicional `if` se evalúa cuando el brazo robótico entra en la segunda transición (*).

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**

14.6 Comando: Punto de paso fijo

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.

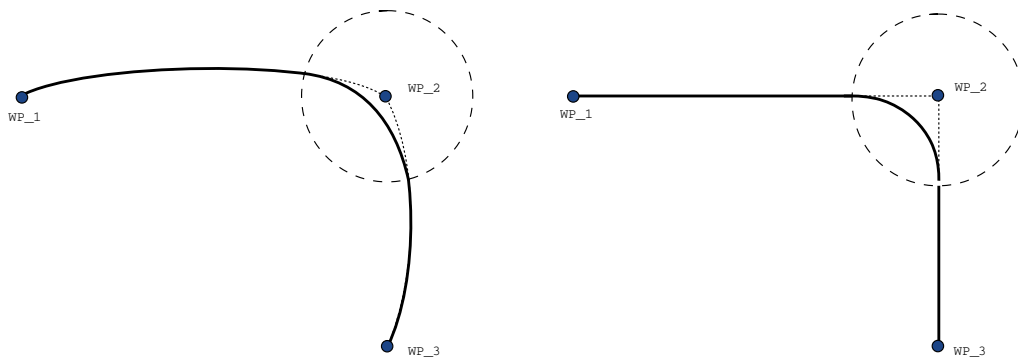


Figura 14.6: Movimiento y transición del espacio articular (MoveJ) frente al espacio cartesiano (MoveL).

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.

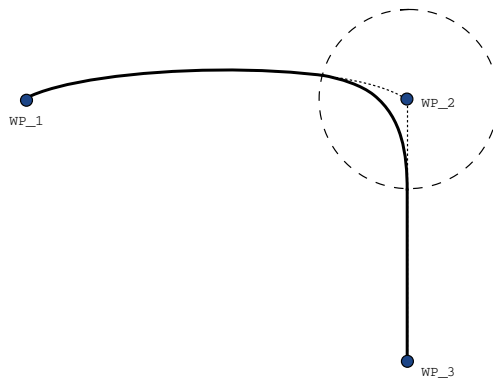


Figura 14.7: Transición de un movimiento en el espacio articular (MoveJ) a un movimiento de herramienta lineal (MoveL).

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**.

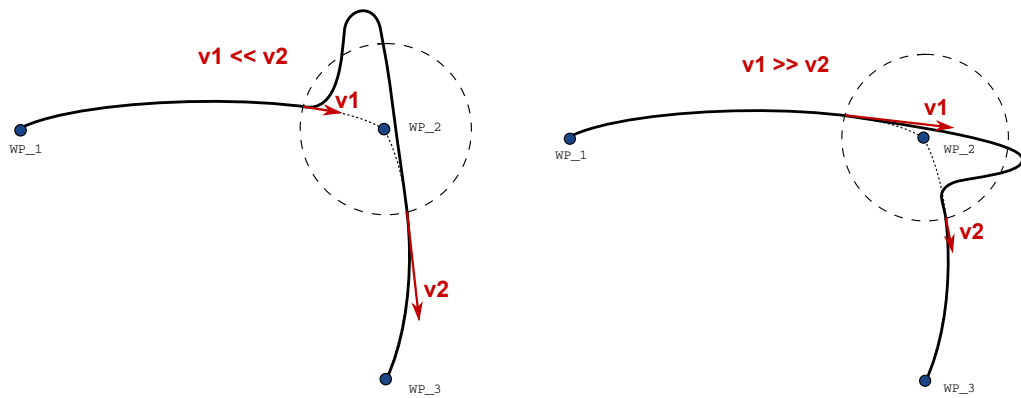


Figura 14.8: Transición del espacio articular cuando la velocidad inicial v_1 es mucho menor que la velocidad final v_2 , o al contrario.

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

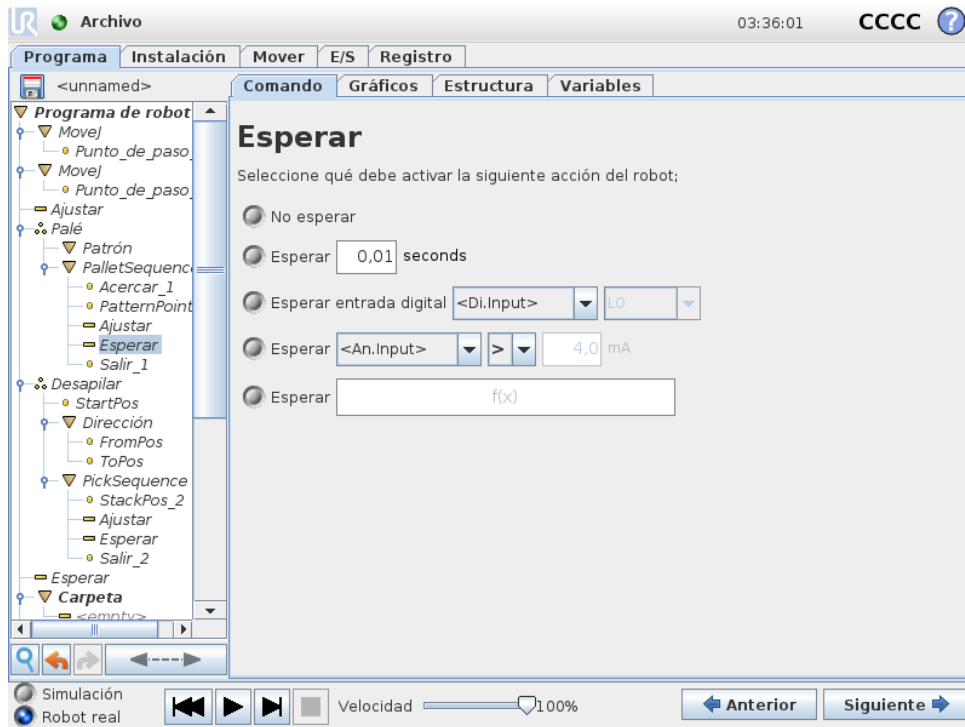


Se trata de un punto de paso con la posición dada por una variable, en este caso `calculada_pos`. La variable tiene que ser una *pose* como `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Las tres primeras son *x,y,z* y las tres últimas son la orientación dada como un *vector de rotación* dado por el vector *rx,ry,rz*.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

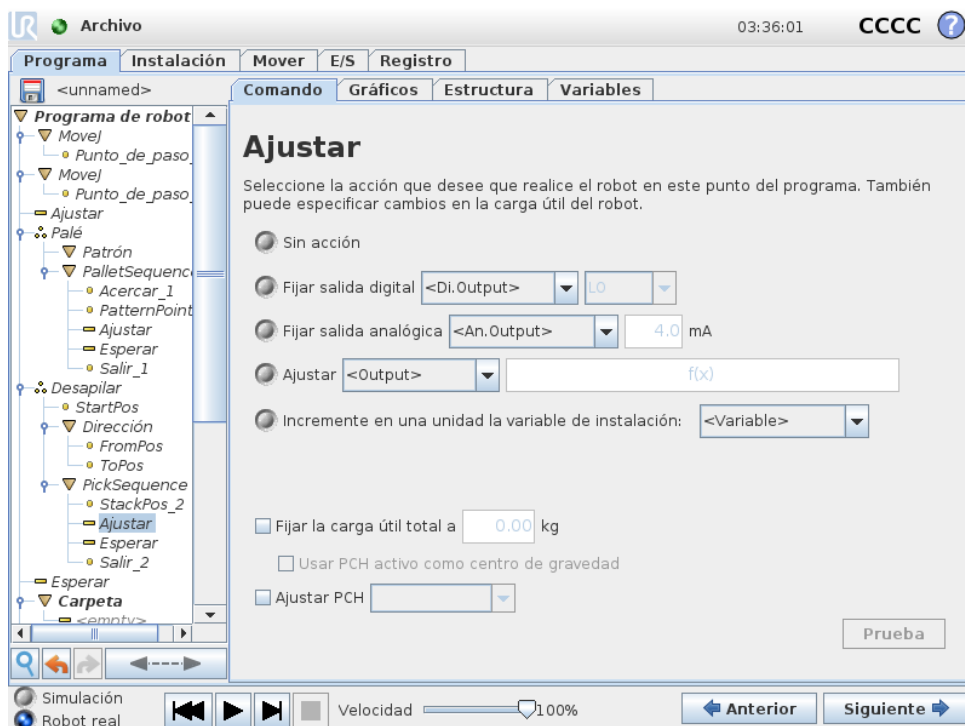
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Movel
  Punto de paso_1 (posición variable):
    Utilice la variable=var_1, Feature=Tool
```

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

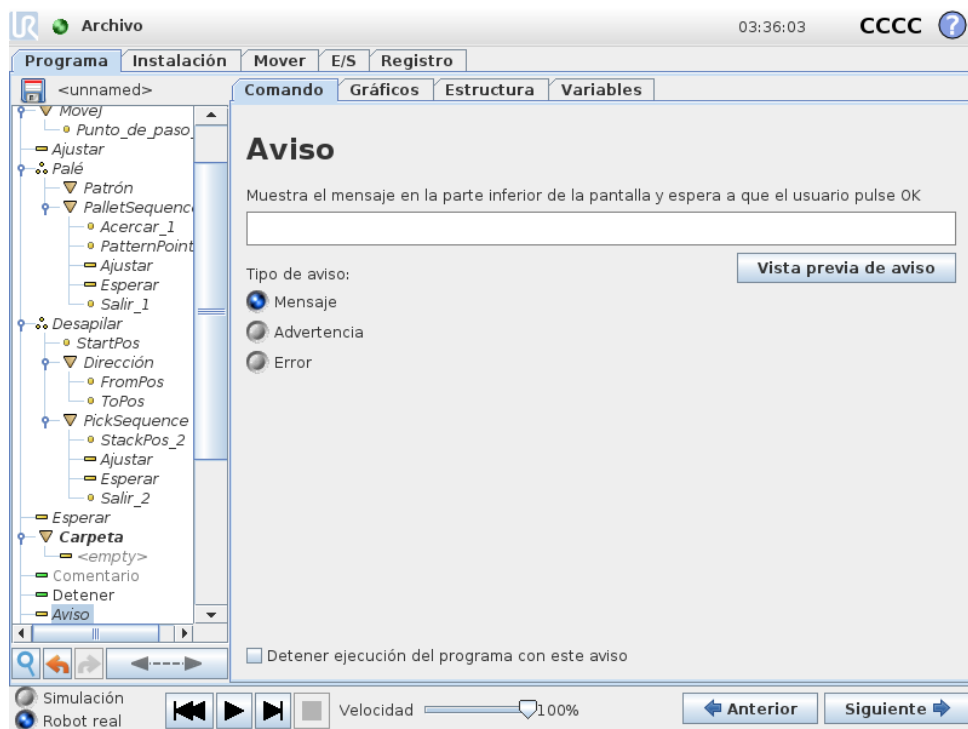


Sirve para ajustar salidas digitales o analógicas para un valor dado.

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).

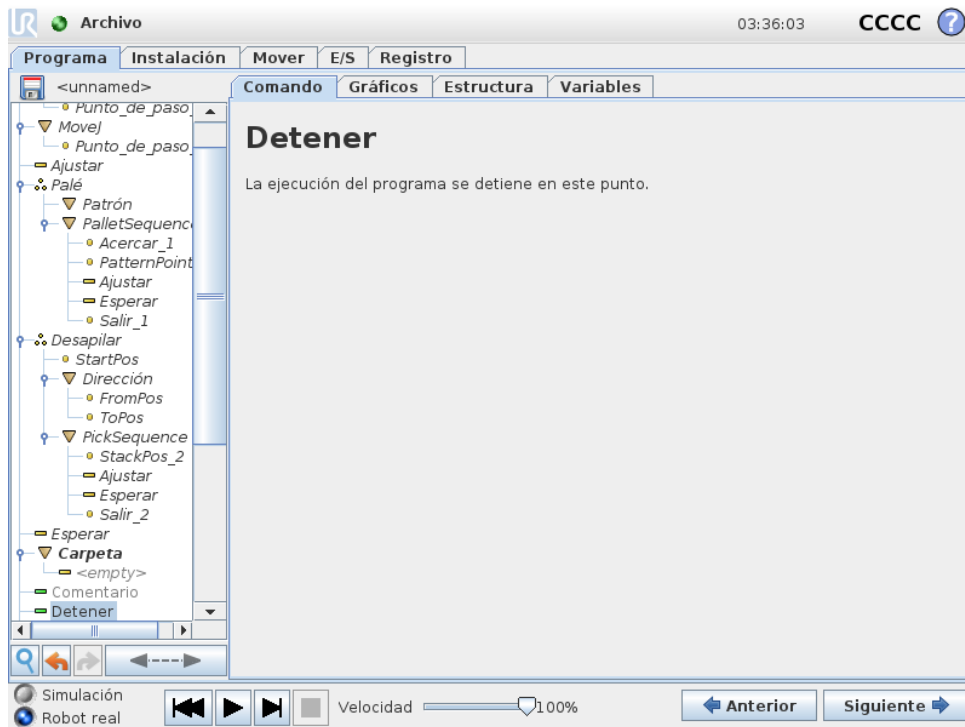
14.11 Comando: Aviso



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.

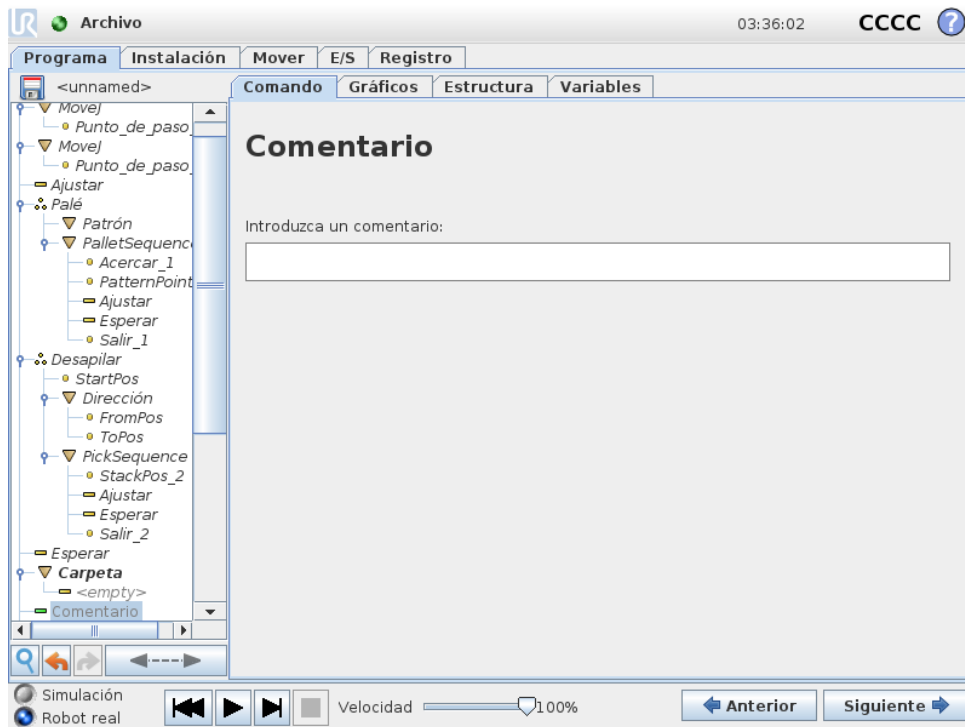
Nota: Los mensajes están limitados a un máximo de 255 caracteres.

14.12 Comando: Detener



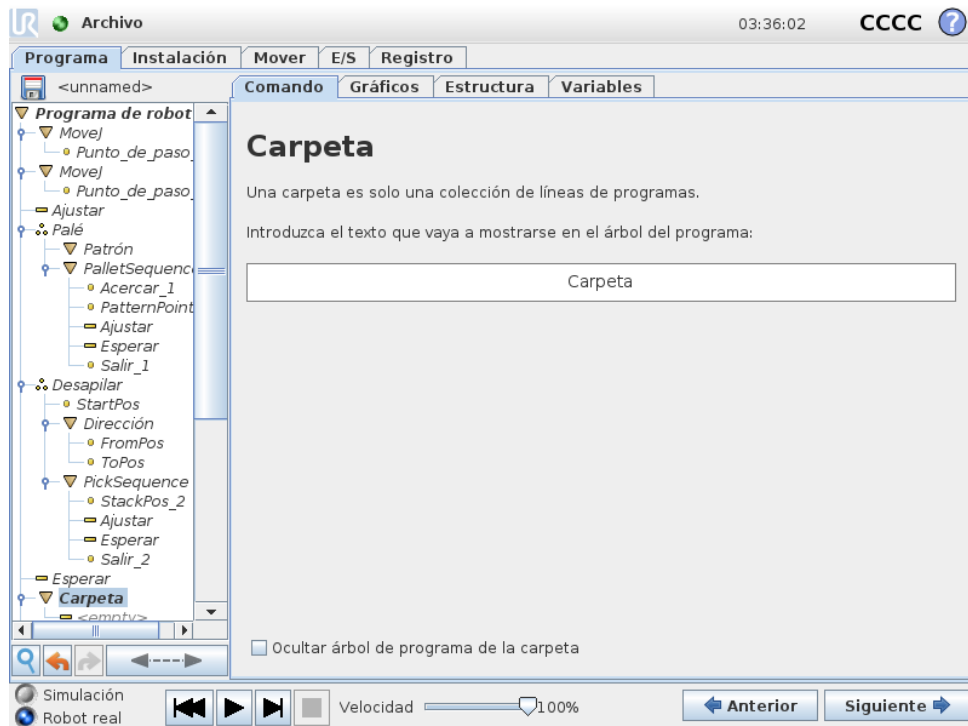
La ejecución del programa se detiene en ese punto.

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.

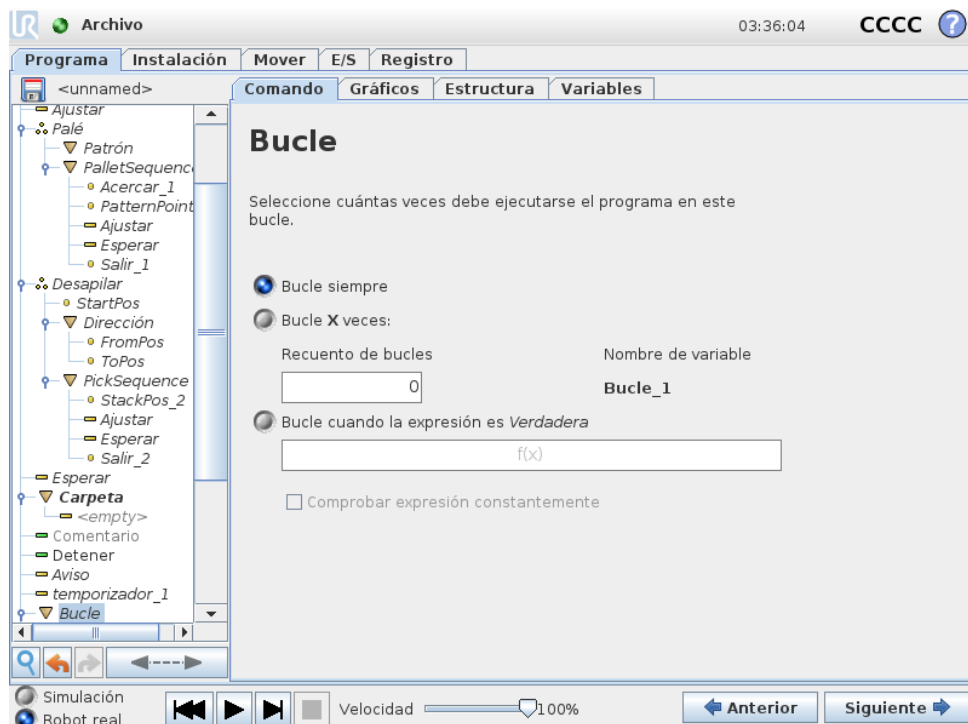
14.14 Comando: Carpeta



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.

Carpeta no tiene efecto sobre el programa y su ejecución.

14.15 Comando: Bucle

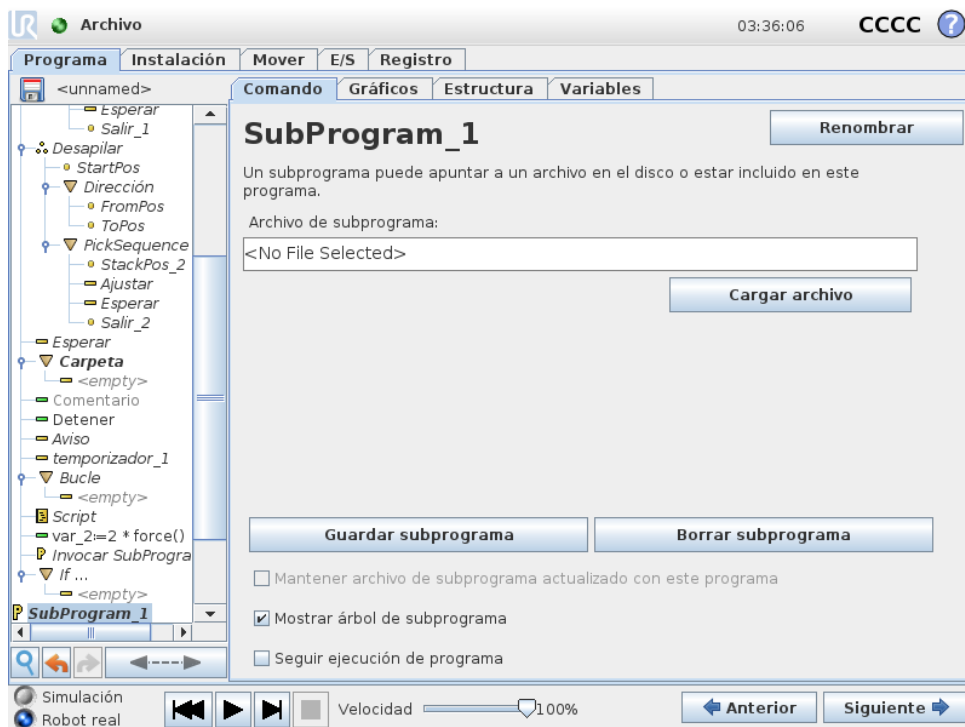


14.16 Comando: Subprograma

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 $N - 1$.

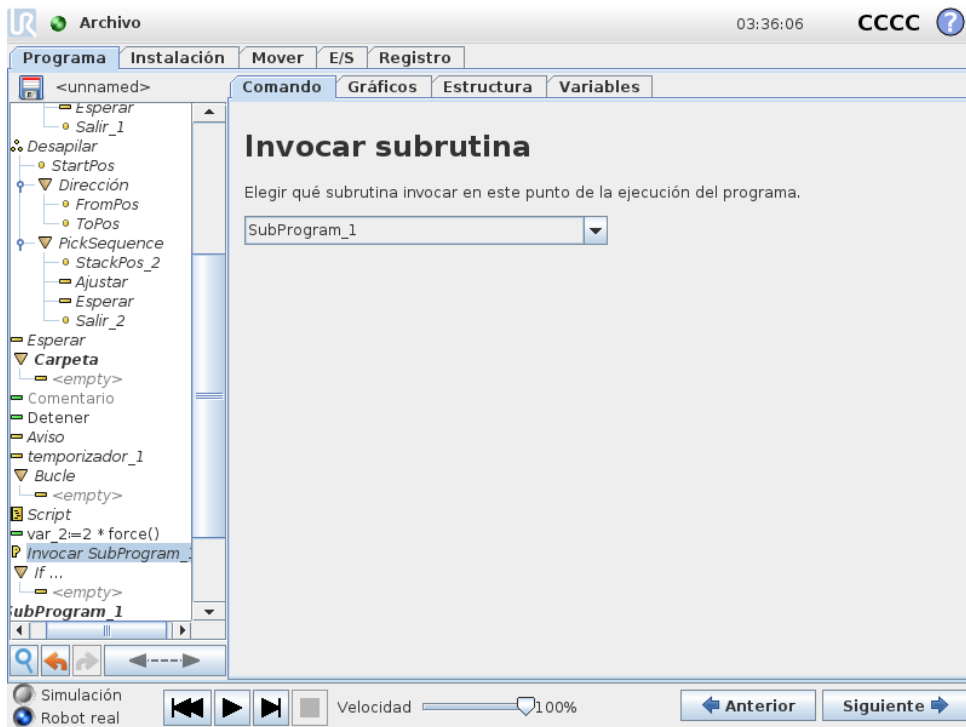
Al repetir en bucle usando una expresión como condición final, PolyScope proporciona una opción para evaluar continuamente dicha expresión, de modo que el "bucle" puede interrumpirse en cualquier momento durante su ejecución, en vez de solo detrás de cada iteración.

14.16 Comando: Subprograma



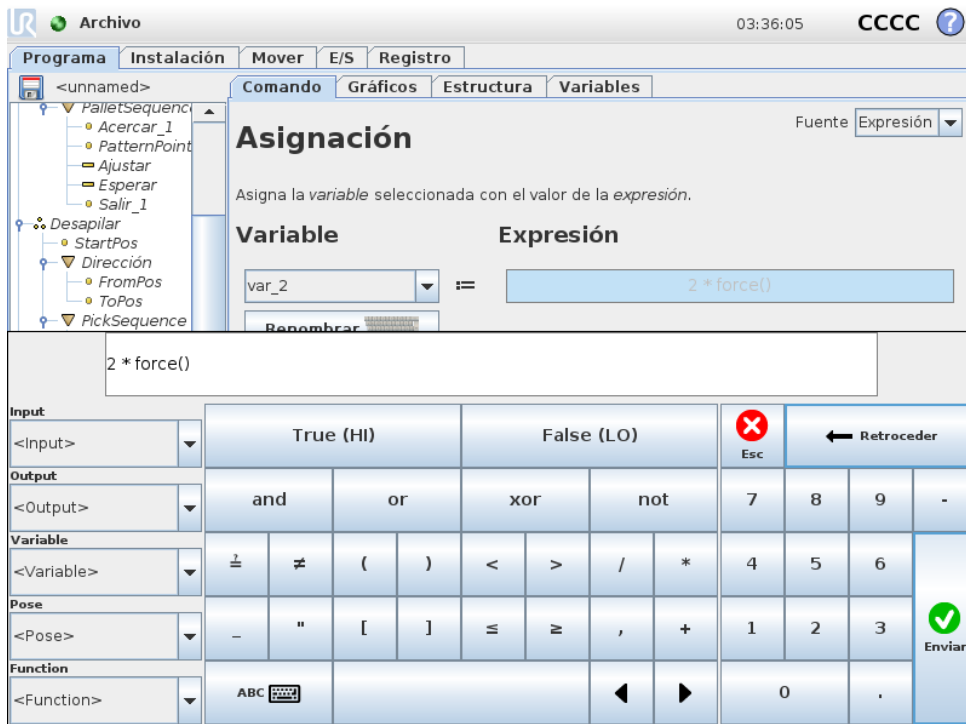
Un subprograma puede albergar partes de un programa que se necesiten en varios lugares. Un subprograma puede ser un archivo independiente en el disco y también puede ocultarse para protegerlo de cambios involuntarios.

Comando: Invocar subprograma



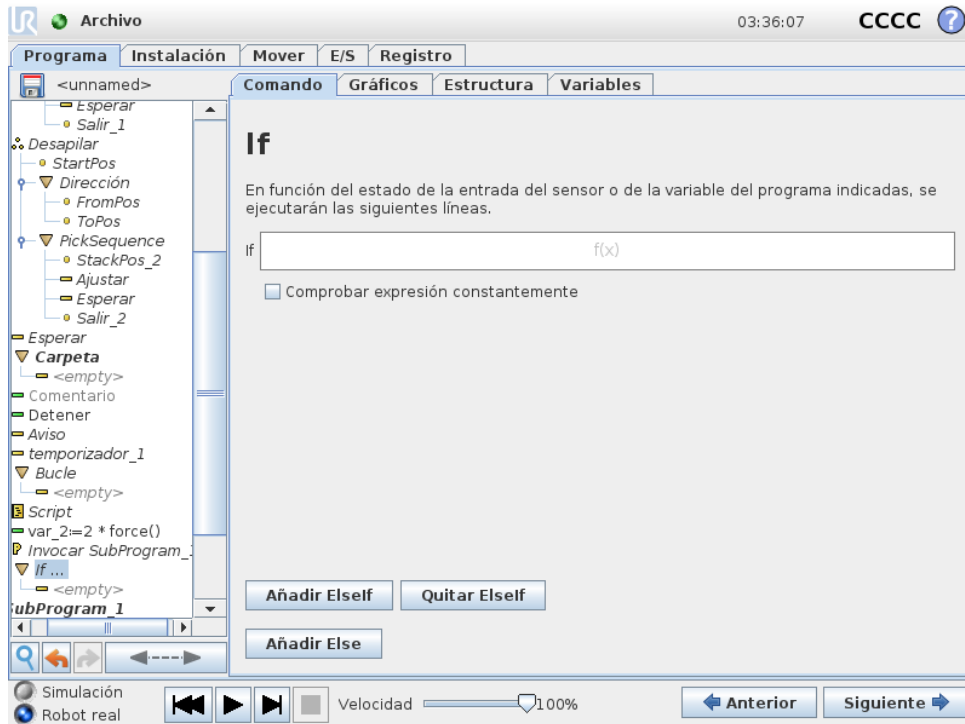
Al invocar un subprograma, se ejecutarán las líneas del programa en el subprograma y luego se regresará a la línea siguiente.

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

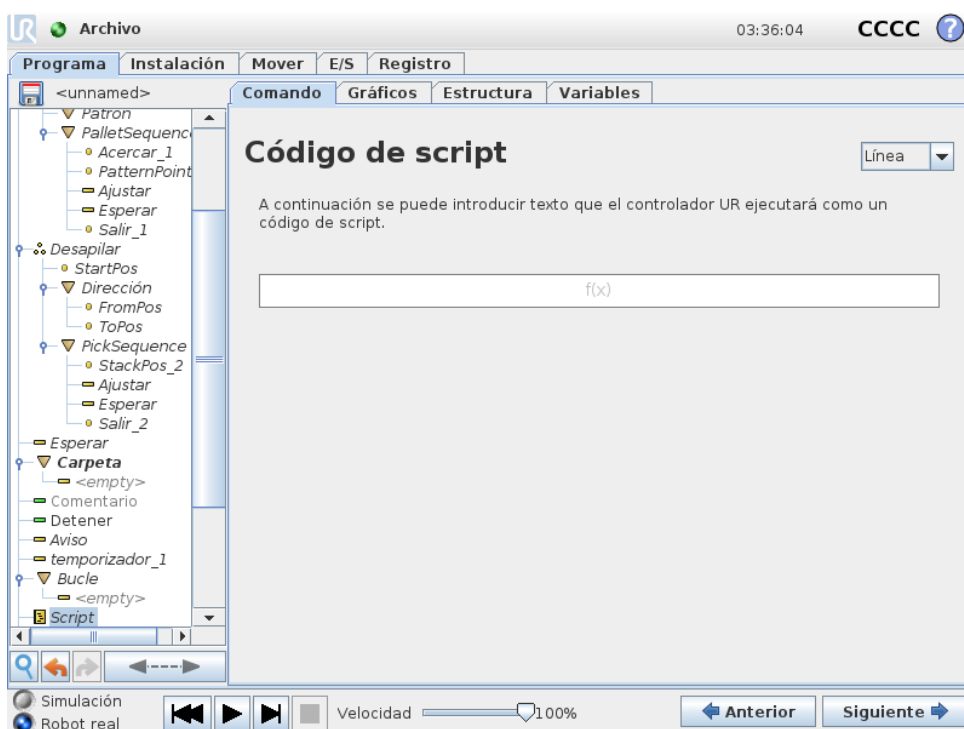


Una estructura de comando **si... entonces** cambia el comportamiento del robot basándose en valores variables y entradas de sensores. Use el editor de expresiones para describir la condición bajo la cual el robot sigue los argumentos de este comando **If**. Si la condición se evalúa como True (verdadera),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

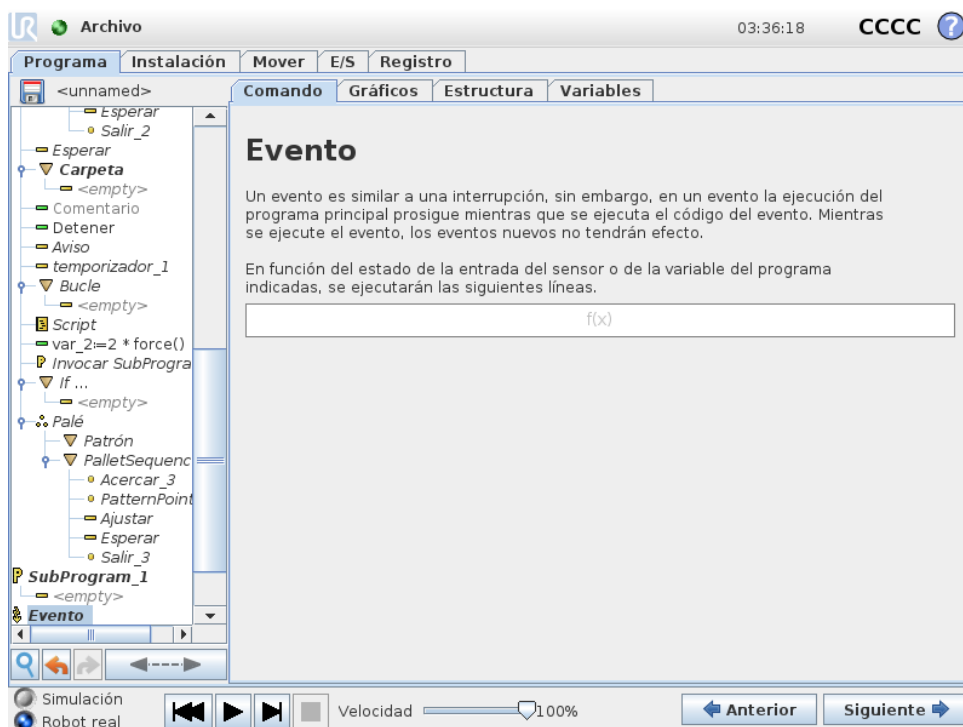
14.19 Comando: Script



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>).

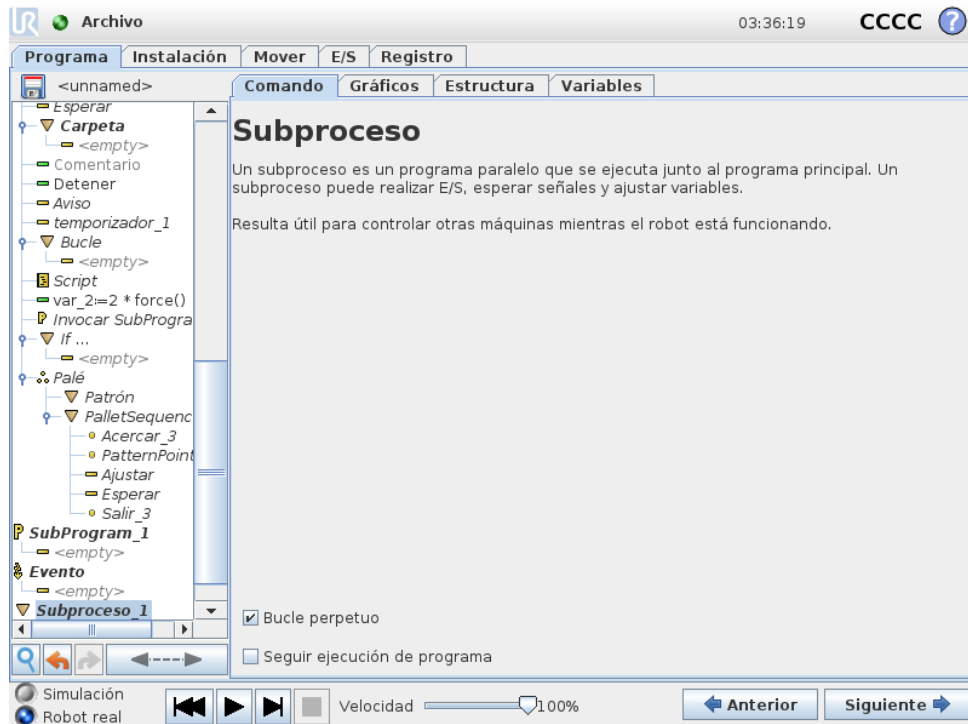
Si se elige la opción “Archivo” en la esquina superior izquierda, se pueden crear y modificar archivos de programas de script. De esta forma, pueden utilizarse programas de script complejos junto con la programación intuitiva de PolyScope.

14.20 Comando: Evento



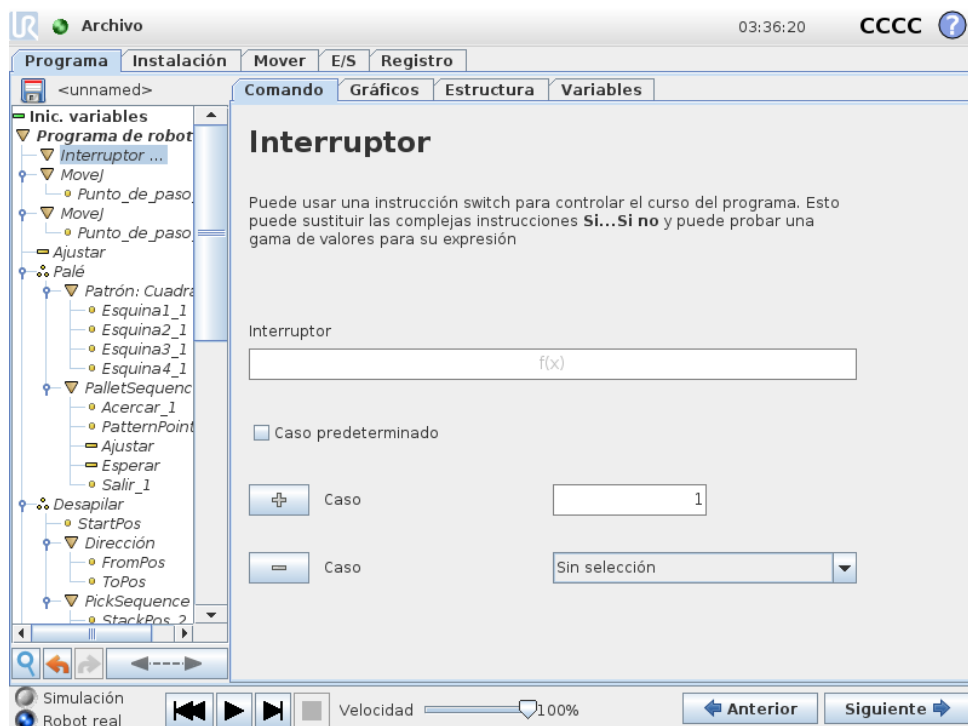
Un evento puede servir para supervisar una señal de entrada, realizar alguna acción o ajustar una variable cuando dicha señal de entrada se vuelva alta. Por ejemplo, si una señal se vuelve alta, el programa de eventos puede esperar 200 ms y luego volver a bajarla. Esto puede simplificar mucho el código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

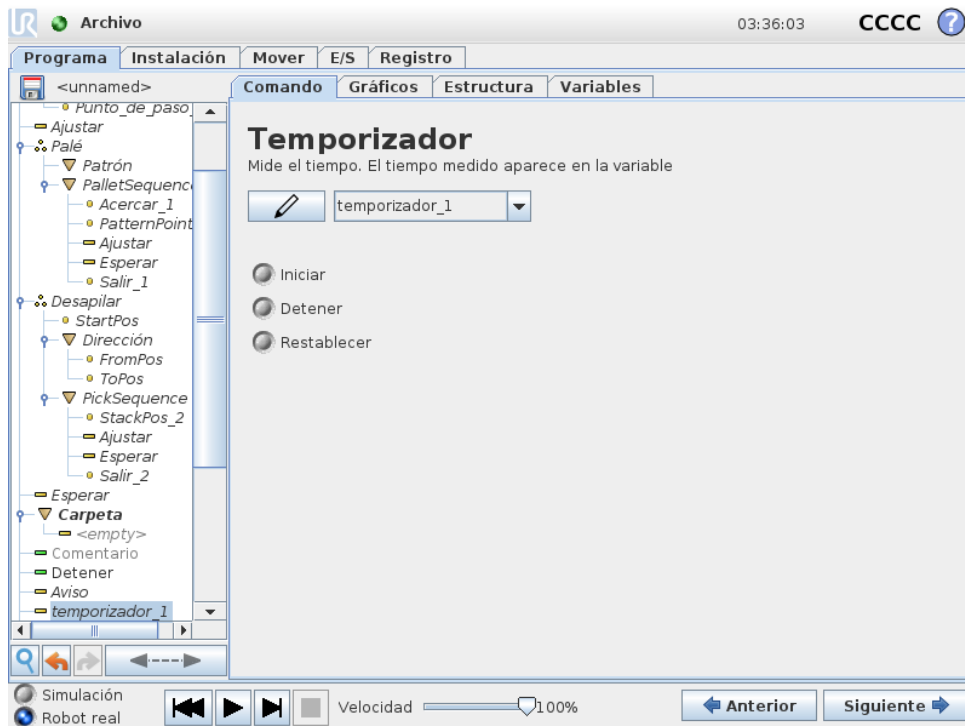


14.22 Comando: Interruptor

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.

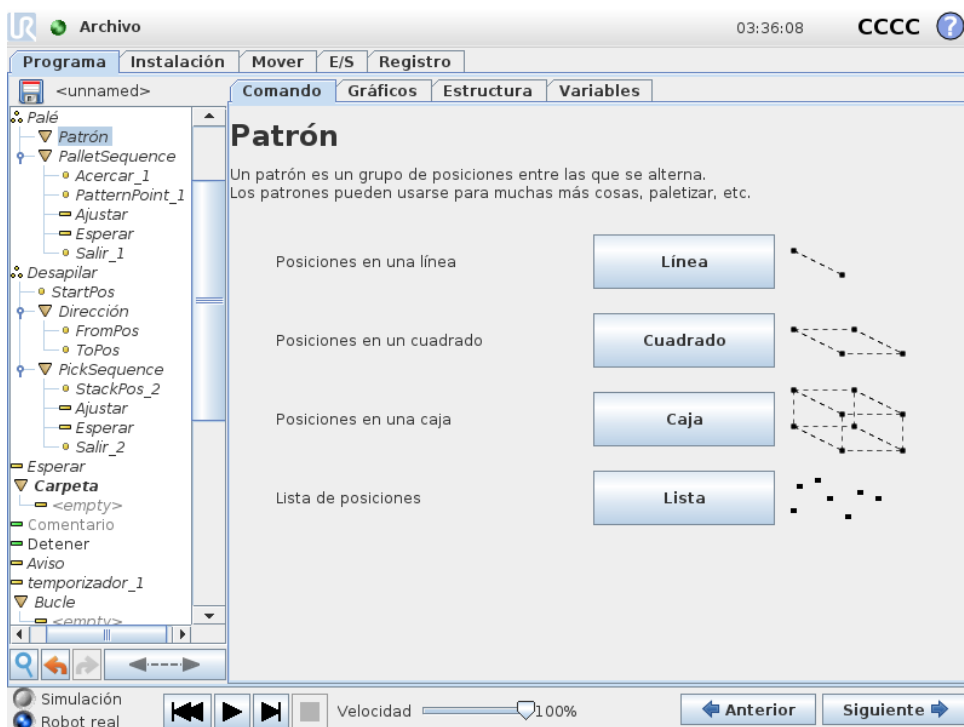
Cada interruptor puede tener varios Casos y un Caso predeterminado. Los interruptores solo pueden tener una instancia de todos los valores de Caso definidos. Los Casos se pueden añadir usando los botones de la pantalla. Puede eliminarse un comando de Caso de la pantalla para dicho interruptor.

14.22.1 Temporizador



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

14.23 Comando: Patrón



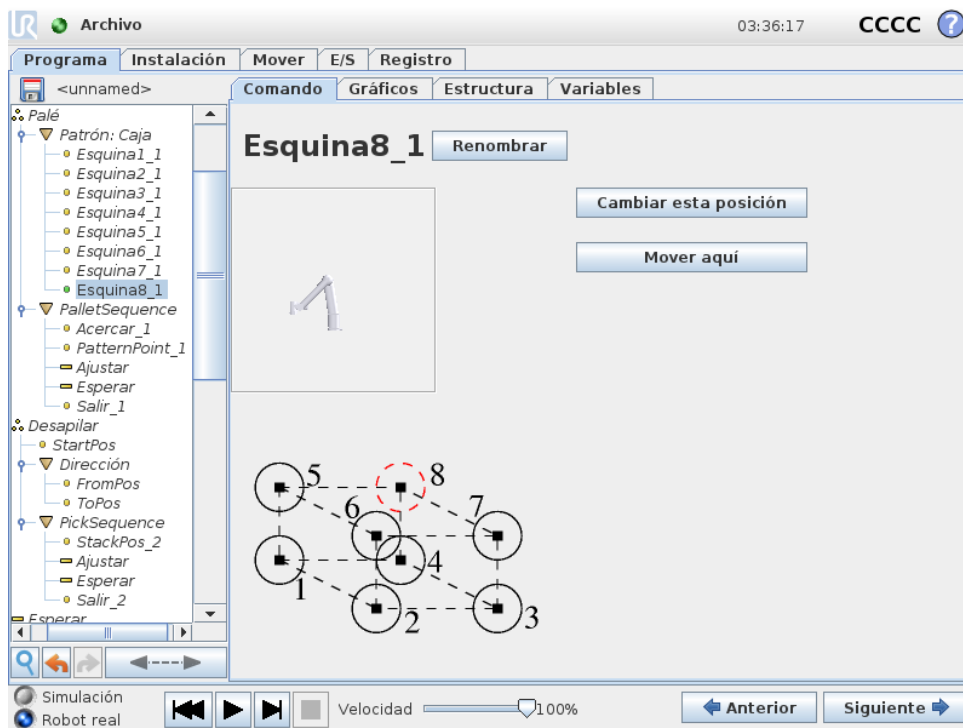
El comando **Patrón** puede usarse para alternar entre posiciones en el programa del robot. El comando **patrón** corresponde a una posición en cada ejecución.

Cada patrón puede presentarse en cuatro tipos distintos. Los tres primeros, **Línea**, **Cuadrado** o **Caja** pueden usarse para posiciones en un patrón regular. Los patrones regulares se definen por un número de puntos característicos, los cuales determinan los bordes del patrón. En el caso de **Línea** son dos puntos finales, en el de **Cuadrado** tres de los cuatro puntos de esquina, mientras que para **Caja** son cuatro de los ocho puntos de esquina. El programador introduce el número de posiciones a lo largo de cada borde del patrón. El controlador del robot calcula entonces las posiciones individuales del patrón añadiendo proporcionalmente los vectores de los bordes.

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.

Definición del patrón

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.

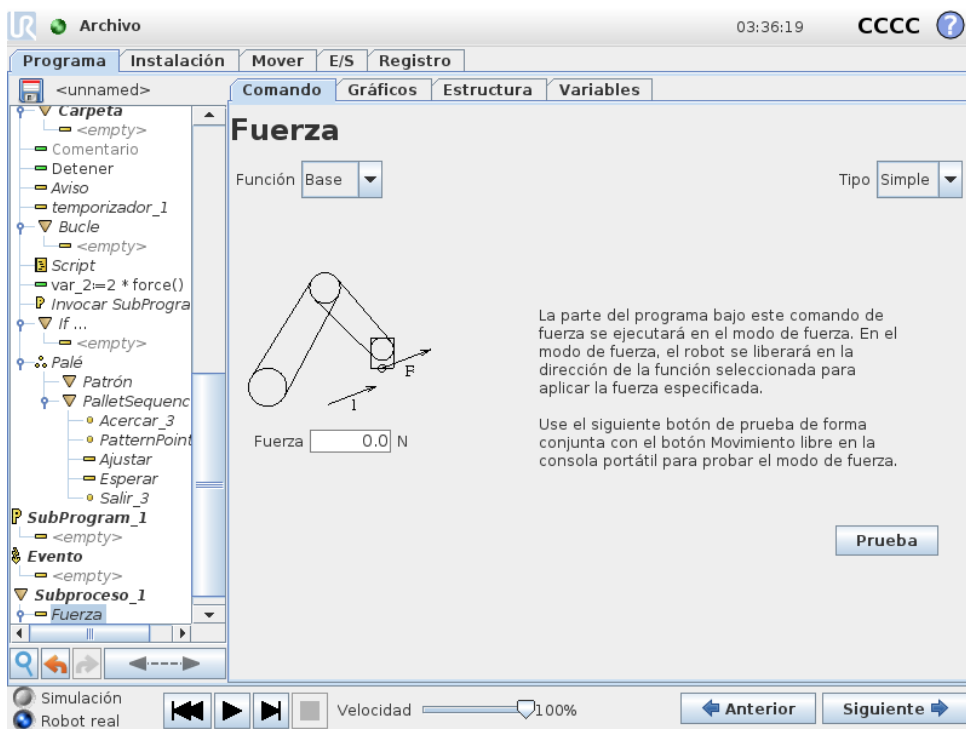
Copyright © 2009–2018 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.

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.



Copyright © 2009–2018 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.

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].

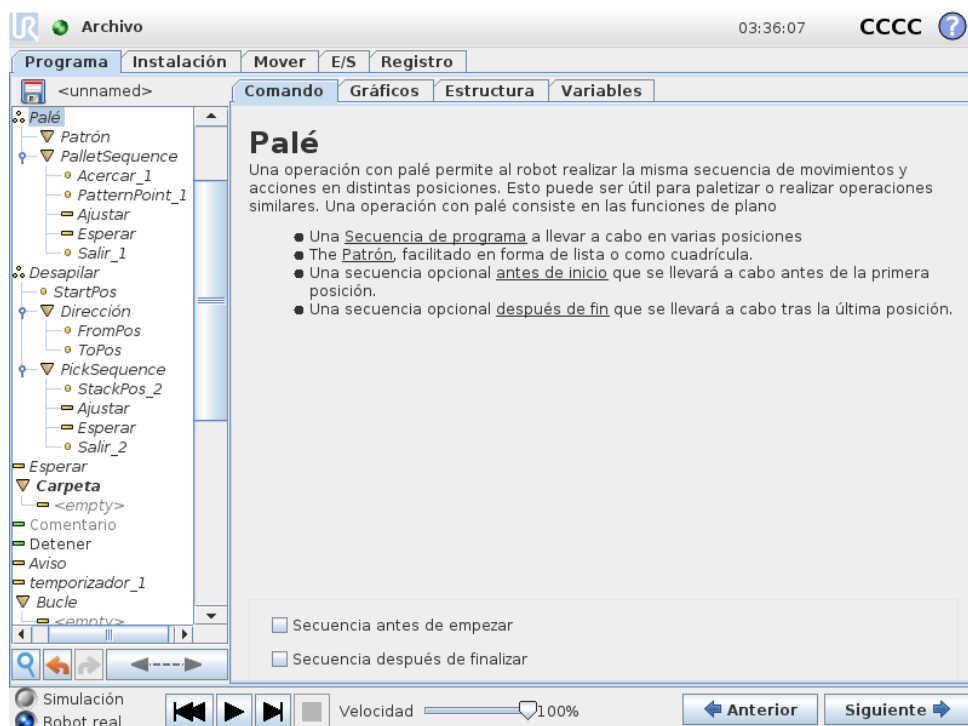
Ajustes de fuerza de prueba

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”

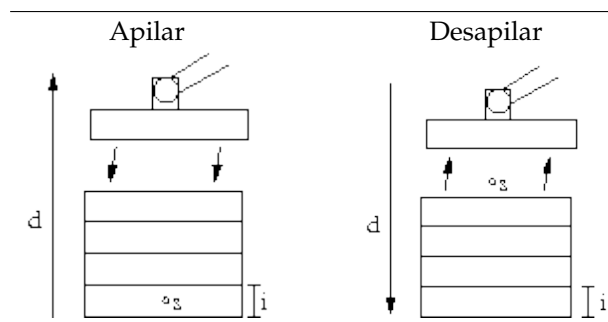
La secuencia opcional **BeforeStart** se ejecuta antes de que comience la operación. Esto puede usarse para esperar señales de que el sistema está preparado.

“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.

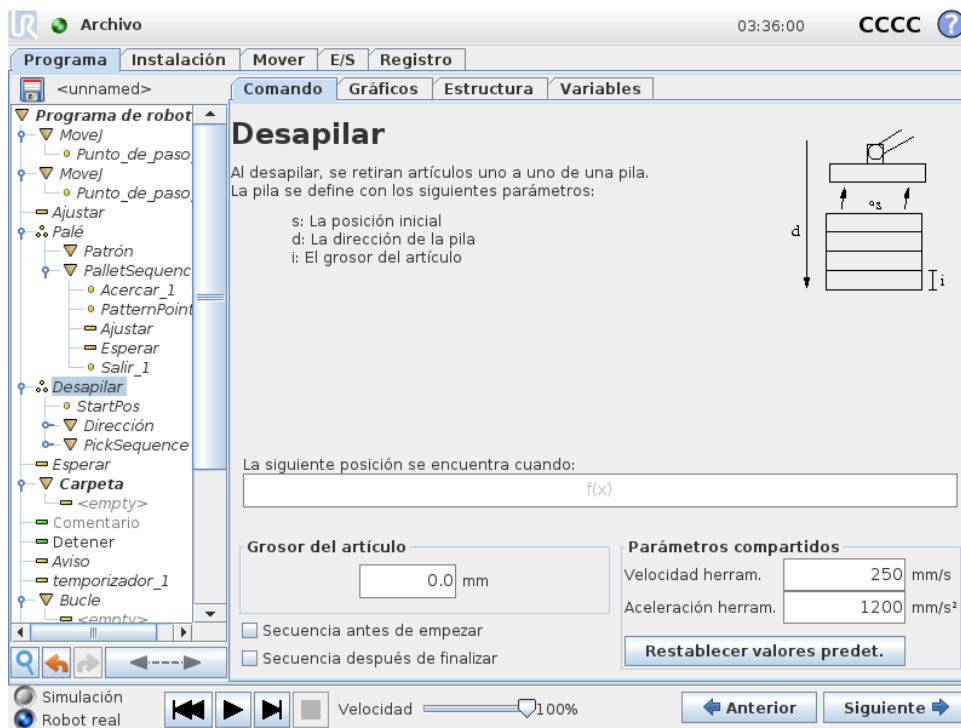
Además de esto, hay que definir la condición para cuando se alcance la siguiente posición de la pila, una secuencia especial del programa que se llevará a cabo en cada posición de la misma. También hay que facilitar la velocidad y aceleraciones para el movimiento que se produce en la operación con la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

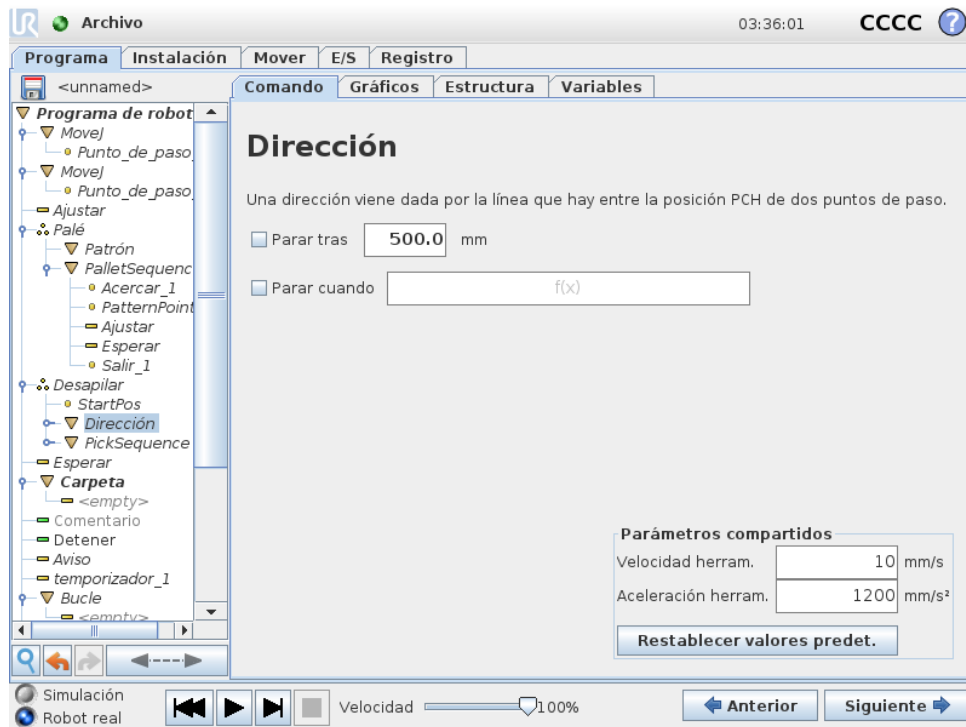


Al desapilar, el brazo robótico se mueve desde la posición inicial en la dirección indicada para buscar el siguiente artículo. La condición de la pantalla determina cuándo se alcanzará el siguiente artículo. Cuando se satisface la condición, el robot recuerda la posición y ejecuta la secuencia especial.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

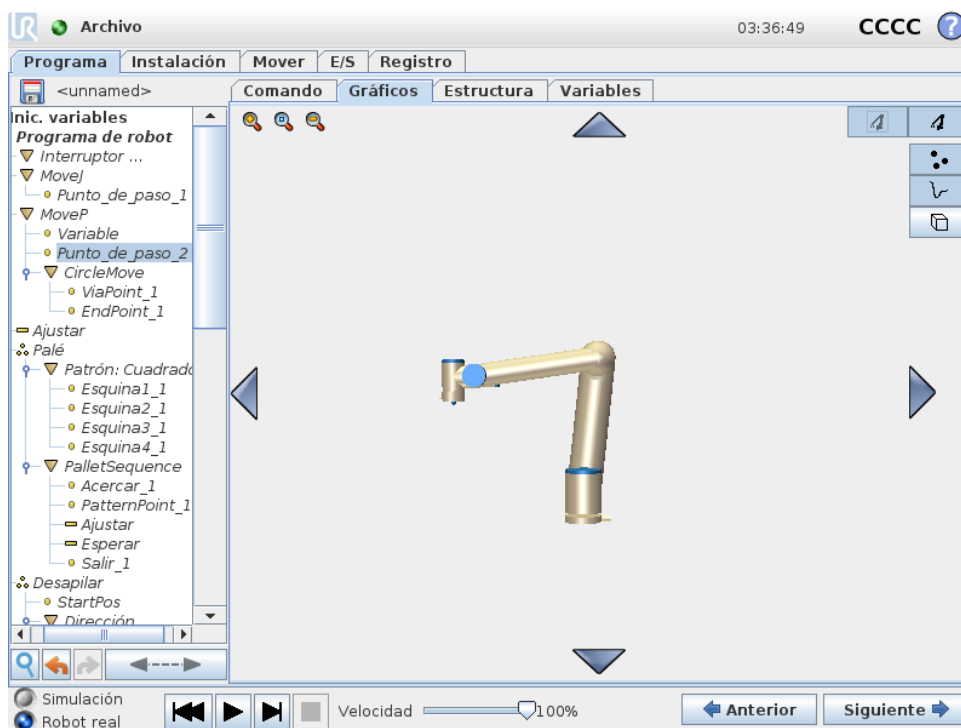
14.27 Comando: Seguimiento de la cinta transportadora

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.

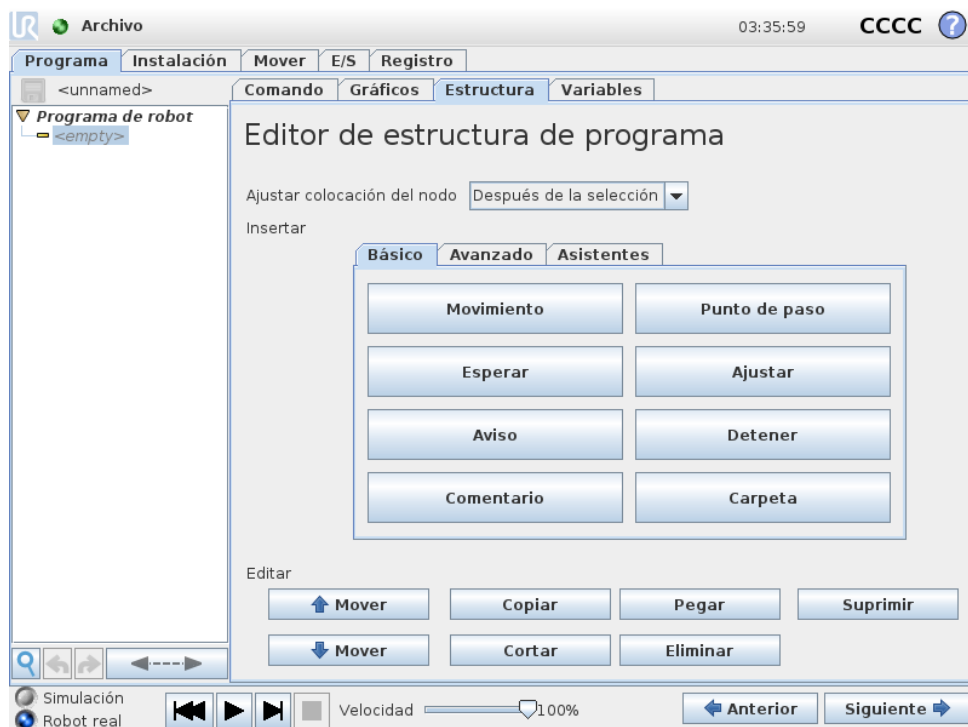
Los planos de seguridad se visualizan en amarillo y negro con una pequeña flecha que representa la normal del plano, que indica el lado del plano en el que puede estar el PCH del robot. Los planos activadores se muestran en azul y verde, y una pequeña flecha señala el lado del plano donde están activos 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 `MOVE`, 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



Copyright © 2009–2018 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.

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

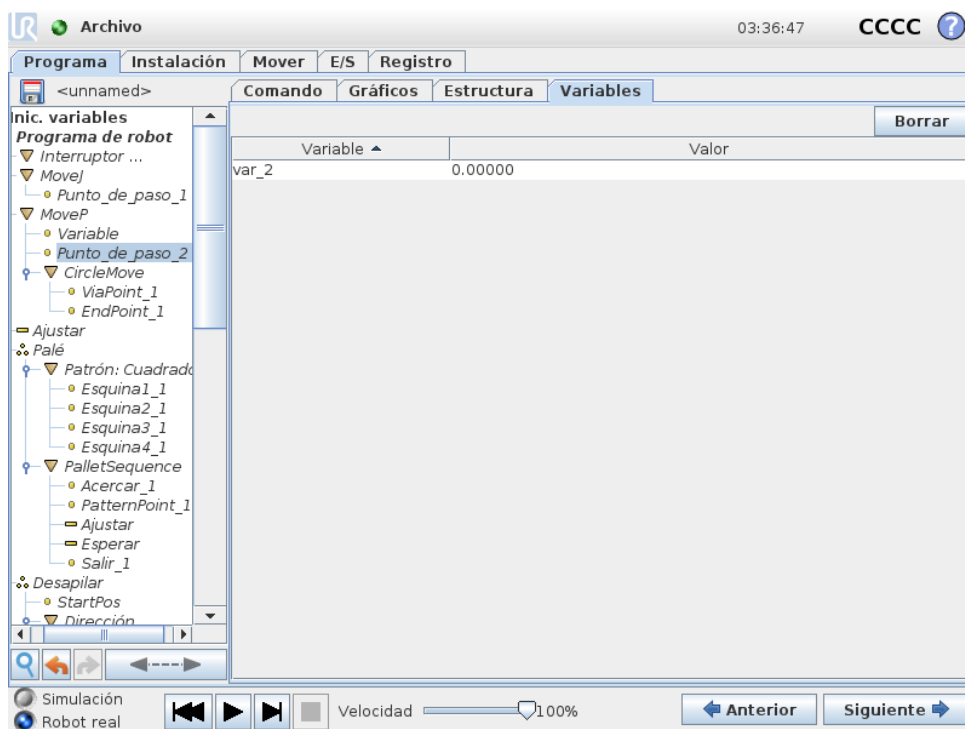
Para insertar nuevos comandos, siga estos pasos:

- 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.

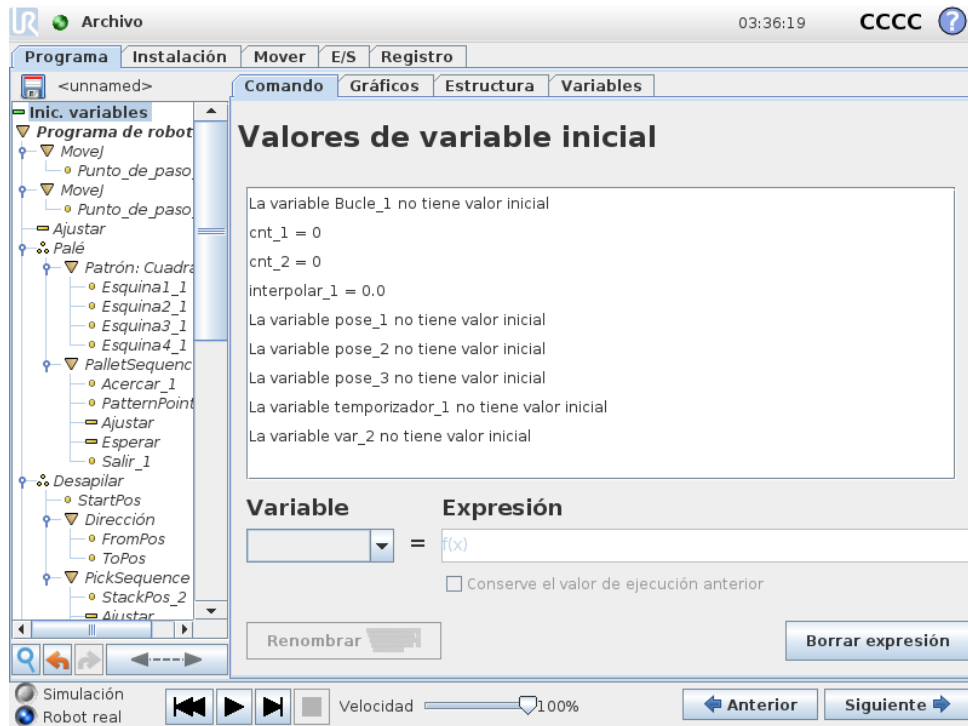
No todos los comandos son aptos para todos los lugares de un programa. Los Puntos de paso deben estar bajo un comando Mover (aunque no necesariamente justo debajo). Los comandos ElseIf y Else deben estar después de un If. En general, mover los comandos ElseIf puede resultar confuso. Deben asignarse variables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



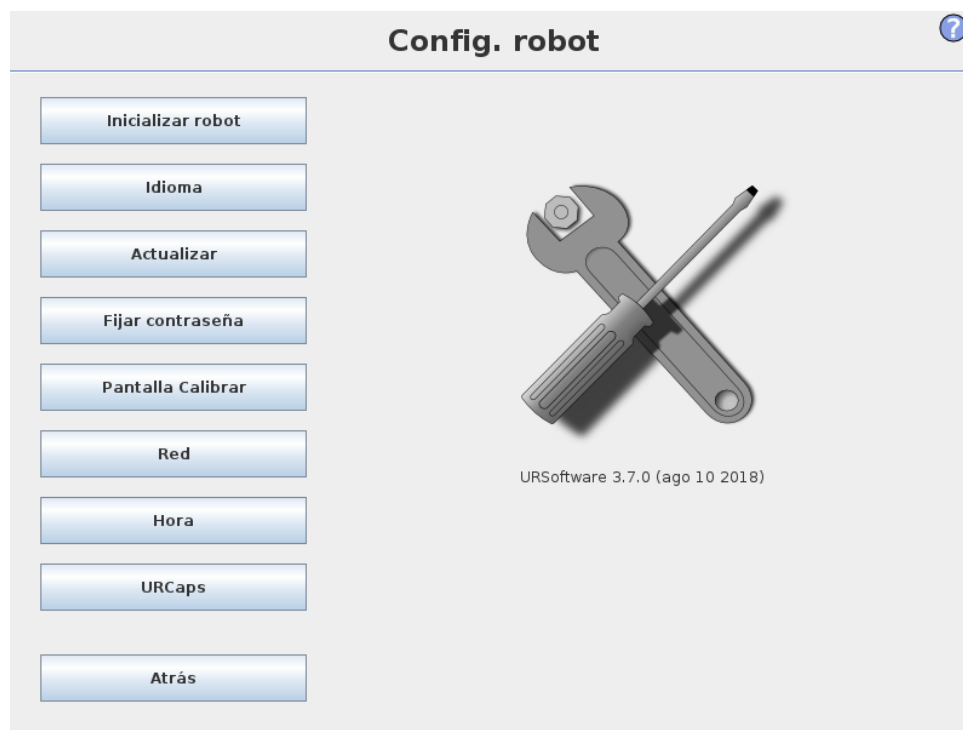
Esta pantalla permite ajustar valores de variables antes de que el programa (y cualquier subproceso) empiece a ejecutarse.

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



- **Inicializar 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

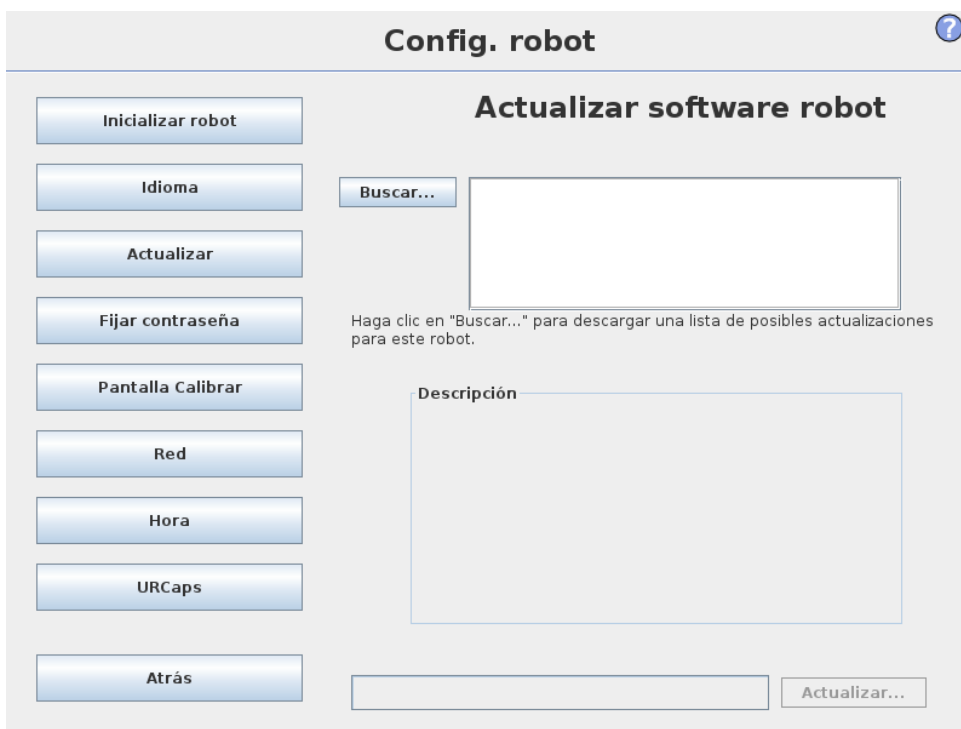
The screenshot shows the 'Config. robot' window with a sidebar on the left containing buttons for 'Inicializar robot', 'Idioma', 'Actualizar', 'Fijar contraseña', 'Pantalla Calibrar', 'Red', 'Hora', 'URCaps', and 'Atrás'. The main area is divided into two sections: 'Selección de idioma' and 'Selección de unidades'. In the 'Selección de idioma' section, there are dropdown menus for 'Sistema' (set to 'Español') and 'Teclado' (set to 'Int'l English'), along with a checked checkbox for 'English programming'. The 'Selección de unidades' section has two radio buttons: 'Sistema métrico' (selected) and 'Sistema anglosajón'. A note at the bottom right states 'Reinicie PolyScope para que entren en vigor los nuevos ajustes' with a 'Reiniciar' button.

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 a web interface titled "Config. robot" with a help icon in the top right. On the left, there is a vertical menu of 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:** Contains two input fields labeled "Contraseña nueva" and "Confirmar contraseña nueva", and an "Aplicar" button.
- Contraseña de seguridad:** Contains three input fields labeled "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:

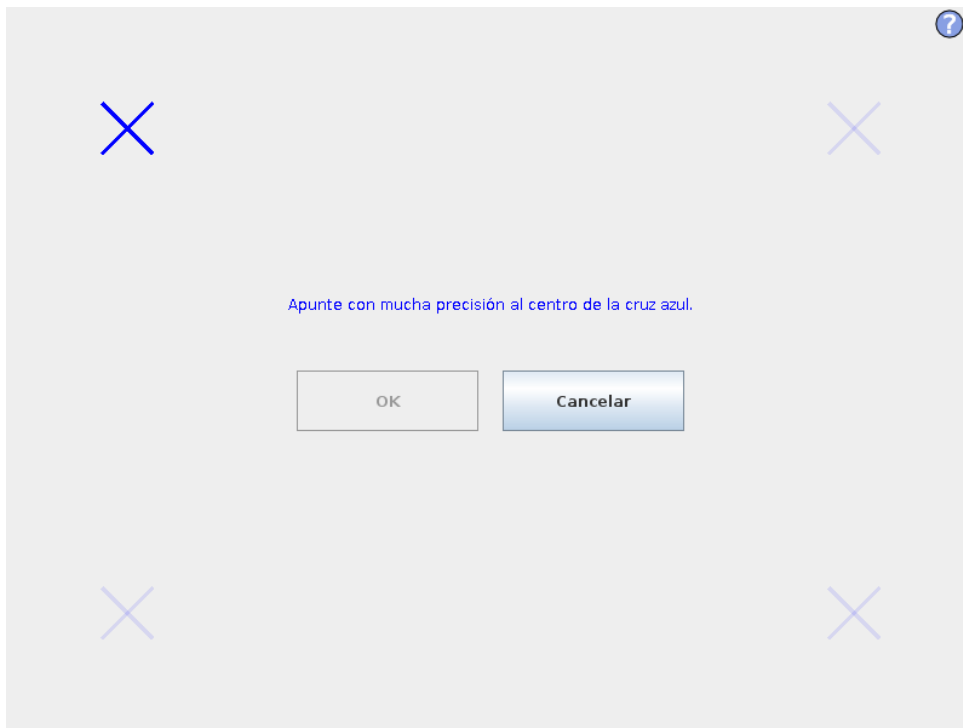
Para cambiar la configuración de seguridad, debe establecerse la contraseña de seguridad.



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



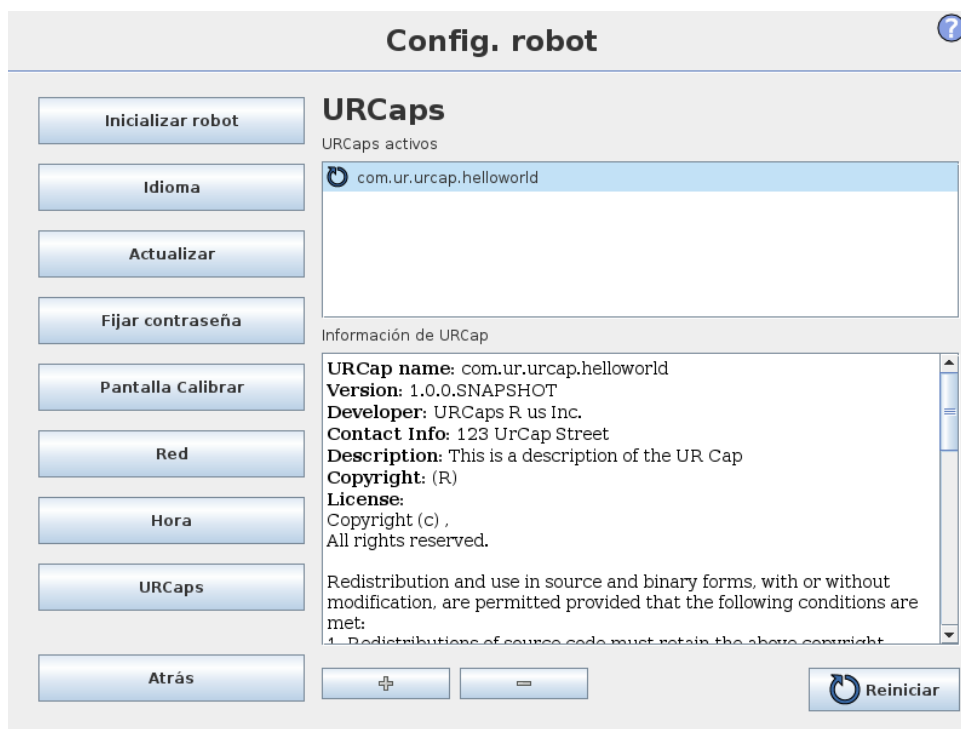
Panel para configurar la red Ethernet. No hace falta una conexión Ethernet para las funciones básicas del robot, de hecho esta opción está desactivada por defecto.

15.6 Ajuste de hora

The screenshot shows the 'Config. robot' interface. On the left is a vertical menu with buttons: 'Inicializar robot', 'Idioma', 'Actualizar', 'Fijar contraseña', 'Pantalla Calibrar', 'Red', 'Hora', 'URCaps', and 'Atrás'. The main area is titled 'Config. robot' and contains two sections: 'Ajuste de hora' and 'Ajuste de fecha'.
Ajuste de hora: 'Formato de la hora' has radio buttons for '24 horas' (selected) and '12 horas'. 'Seleccione el momento actual:' has a digital time display '03 : 35 : 43' with '+' and '-' buttons for each digit.
Ajuste de fecha: 'Seleccione la fecha de hoy:' has a text input field containing '10 de agosto de 2018'. 'Formato de la fecha:' has radio buttons for '10 de agosto de 2018' (selected), '10-ago-2018', and '10/08/18'. At the bottom right, there is a note: 'Reinicie PolyScope para que entren en vigor los nuevos ajustes' and a 'Reiniciar' button.

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.