



UNIVERSAL ROBOTS

Manual de PolyScope



Versión 3.1 (rev. 18026)

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 redactar 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 © 2009-2015 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	Introducción	II-3
10.1	Inicio	II-3
10.1.1	Instalación del brazo robótico y la caja de control	II-3
10.1.2	Encendido y apagado de la caja de control	II-4
10.1.3	Encendido y apagado del brazo robótico	II-4
10.1.4	Inicio rápido	II-4
10.1.5	El primer programa	II-5
10.2	Interfaz de programación PolyScope	II-6
10.3	Pantalla de bienvenida	II-8
10.4	Pantalla de inicialización.	II-9
11	Editores en pantalla	II-13
11.1	Teclado en pantalla.	II-13
11.2	Teclado en pantalla.	II-14
11.3	Editor de expresiones en pantalla	II-14
11.4	Pantalla de editor de pose	II-15
12	Control del robot	II-19
12.1	Ficha Mover	II-19
12.1.1	Robot	II-19
12.1.2	Posición de función y herramienta	II-20
12.1.3	Mover herram.	II-20
12.1.4	Mover juntas	II-20
12.1.5	Movimiento libre.	II-20
12.2	Ficha E/S	II-21
12.3	E/S del cliente MODBUS	II-22
12.4	Ficha Automover	II-23
12.5	Instalación → Cargar/guardar	II-24
12.6	Instalación → Configuración de PCH	II-25
12.6.1	Adición, modificación y eliminación de PCH.	II-25
12.6.2	El PCH predeterminado y el PCH activo	II-26
12.6.3	Aprendizaje de la posición del PCH	II-26
12.6.4	Aprendizaje de la orientación del PCH	II-27
12.6.5	Carga	II-27
12.6.6	Centro de gravedad.	II-28
12.7	Instalación → Fijación.	II-28
12.8	Instalación → Config. E/S	II-29
12.9	Instalación → Seguridad.	II-30
12.10	Instalación → Variables	II-30

12.11	Instalación → Configuración de E/S del cliente MODBUS	II-32
12.12	Instalación → Funciones.	II-35
12.13	Configuración del seguimiento de la cinta transportadora.	II-39
12.14	Instalación → Programa predeterminado.	II-40
	12.14.1 Carga de un programa predeterminado	II-40
	12.14.2 Inicio de un programa predeterminado.	II-40
	12.14.3 Inicialización automática	II-41
12.15	Ficha Registro	II-41
12.16	Pantalla Cargar	II-42
12.17	Ficha Ejecutar.	II-44
13	Programación	II-47
13.1	Programa nuevo.	II-47
13.2	Ficha Programa	II-48
	13.2.1 Árbol de programa	II-48
	13.2.2 Indicación de ejecución de programa	II-49
	13.2.3 Botones Deshacer/Rehacer	II-49
	13.2.4 Panel del programa	II-50
13.3	Variables	II-50
13.4	Comando: Vacío.	II-51
13.5	Comando: Mover	II-52
13.6	Comando: Punto de paso fijo	II-55
13.7	Comando: Punto de paso relativo	II-57
13.8	Comando: Punto de paso variable	II-58
13.9	Comando: Esperar	II-59
13.10	Comando: Ajustar	II-59
13.11	Comando: Aviso.	II-60
13.12	Comando: Detener	II-61
13.13	Comando: Comentario	II-61
13.14	Comando: Carpeta	II-62
13.15	Comando: Bucle.	II-63
13.16	Comando: Subprograma.	II-64
13.17	Comando: Asignación	II-65
13.18	Comando: If	II-66
13.19	Comando: Script	II-67
13.20	Comando: Evento	II-68
13.21	Comando: Subproceso	II-69
13.22	Comando: Patrón	II-70
13.23	Comando: Fuerza	II-71
13.24	Comando: Palé	II-74
13.25	Comando: Búsqueda	II-75
13.26	Comando: Suprimir	II-79
13.27	Ficha Gráficos	II-79
13.28	Ficha Estructura	II-80
13.29	Ficha Variables	II-81
13.30	Comando: Inicialización de variables	II-82

14 Pantalla de configuración	II-83
14.1 Idioma y unidades	II-84
14.2 Actualizar robot	II-85
14.3 Fijar contraseña	II-86
14.4 Pantalla Calibrar	II-87
14.5 Configurar red	II-87
14.6 Ajuste de hora	II-88
15 Configuración de seguridad	II-89
15.1 Cambio de la configuración de seguridad	II-90
15.2 Sincronización de seguridad y errores	II-91
15.3 Tolerancias.	II-92
15.4 Suma de comprobación de seguridad	II-92
15.5 Modos de seguridad	II-92
15.6 Modo Movimiento libre	II-93
15.7 Bloqueo por contraseña	II-93
15.8 Aplicar	II-94
15.9 Límites generales	II-94
15.10 Límites de junta	II-97
15.11 Límites	II-98
15.11.1 Selección de un límite para realizar la configuración	II-99
15.11.2 Visualización 3D	II-99
15.11.3 Configuración de un plano de seguridad	II-100
15.11.4 Configuración del límite de la herramienta	II-103
15.12 E/S de seguridad	II-105

Parte II

Manual de PolyScope

10 Introducción

El brazo de Universal Robot se compone de juntas y tubos de aluminio extruido. Las juntas con sus nombres habituales se muestran en la figura 10.1. 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.

10.1 Inicio

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

10.1.1 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.

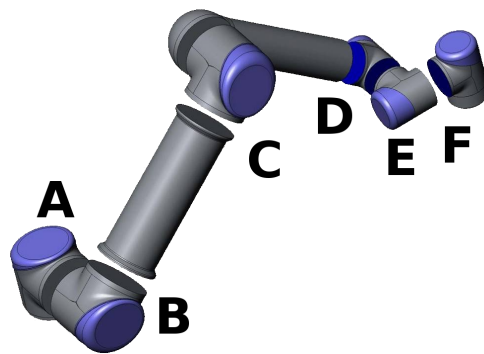


Figura 10.1: Juntas del robot. A: *Base*, B: *Hombro*, C: *Codo* y D, E, F: *Muñeca 1, 2, 3*



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.

10.1.2 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 10.4).

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 10.3).



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.

10.1.3 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 10.4) 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.

10.1.4 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 de 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.

10.1.5 El primer programa



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

Dado que el movimiento es una parte importante del programa de un robot, resulta esencial poder enseñar al robot a moverse. En PolyScope, los movimientos de la herramienta se indican utilizando una serie de *puntos de paso*, es decir, puntos del espacio de trabajo del robot. Un punto de paso puede establecerse moviendo el robot a una determinada posición, o puede calcularse mediante software. Para mover el brazo robótico a una determinada posición, utilice la ficha *Mover* (consulte 12.1), o simplemente coloque el brazo robótico mientras mantiene pulsado el botón *Movimiento libre* de la parte posterior 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 *if...then* y *loop*, basándose en variables y señales de E/S.

Para crear un programa sencillo en un robot que ya se ha iniciado, haga lo siguiente:

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 **OK**.
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:**

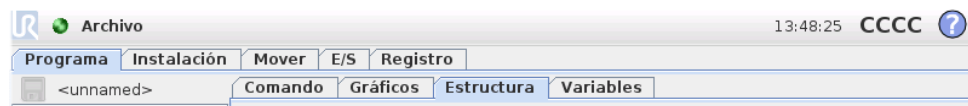
1. No dirija el robot hacia sí mismo ni hacia otra cosa, pues esto podría causar daños en el robot.
2. Mantenga la cabeza y el torso fuera del alcance (espacio de trabajo) del robot. No ponga los dedos en ningún lugar en el que puedan quedar atrapados.
3. Esto es solo una guía de inicio rápido para mostrar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

10.2 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 ficha Programa se selecciona en el nivel superior y debajo de esta se encuentra seleccionada la ficha 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.

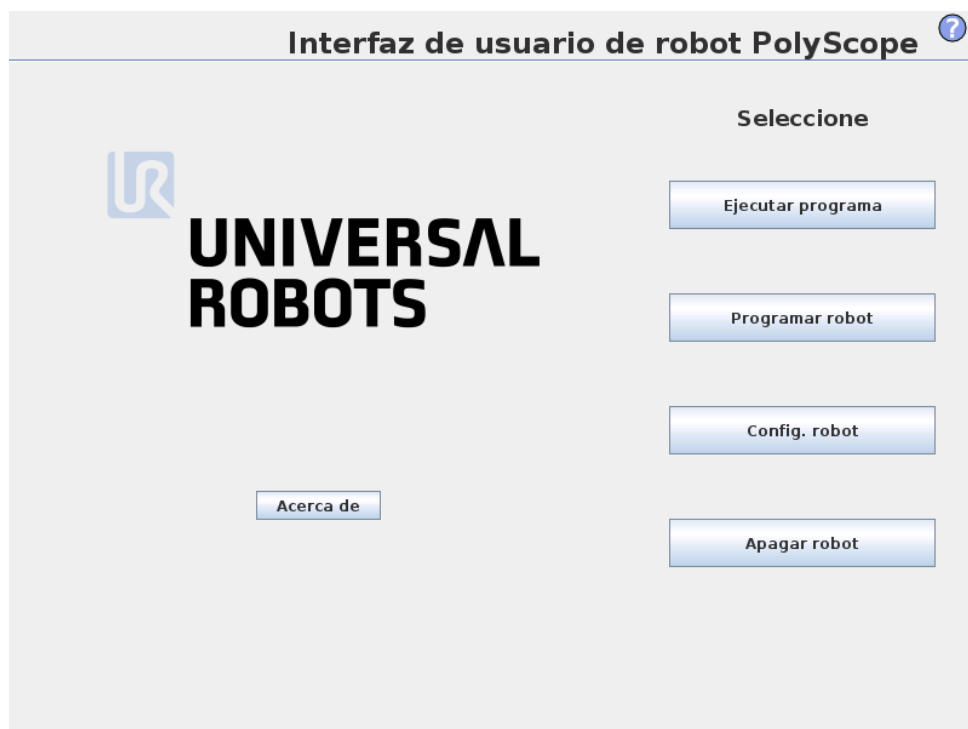
Es posible conectar un ratón y un teclado a la caja de control o la consola portátil, aunque no es necesario. Casi todos los campos de texto son táctiles, de manera que al tocarlos se abre un teclado normal o numérico en pantalla. Los campos de texto no táctiles tienen un icono de editor al lado que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



Arriba se muestran los iconos del editor de expresiones, el teclado y el teclado numérico en pantalla.

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

10.3 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:** configure contraseñas, actualice software, solicite ayuda, calibre la pantalla táctil, etc.
- **Apagar robot:** apaga el brazo robótico y la caja de control.

10.4 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 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. Tenga en cuenta que ajustar este valor no modifica la carga útil de la instalación del robot (ver 12.6), sino que únicamente configura la masa de 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 pueden llegar a ser peligrosos para las personas o los equipos cercanos.



PRECAUCIÓN:

Debe extremar la precaución si el brazo robótico toca un obstáculo o una mesa, pues llevar el brazo robótico hacia el obstáculo puede dañar la caja de engranajes de una 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 mover hacia atrás el brazo robótico para que respete los límites de seguridad.
- Si se produce un error, puede reiniciarse el controlador utilizando el botón.

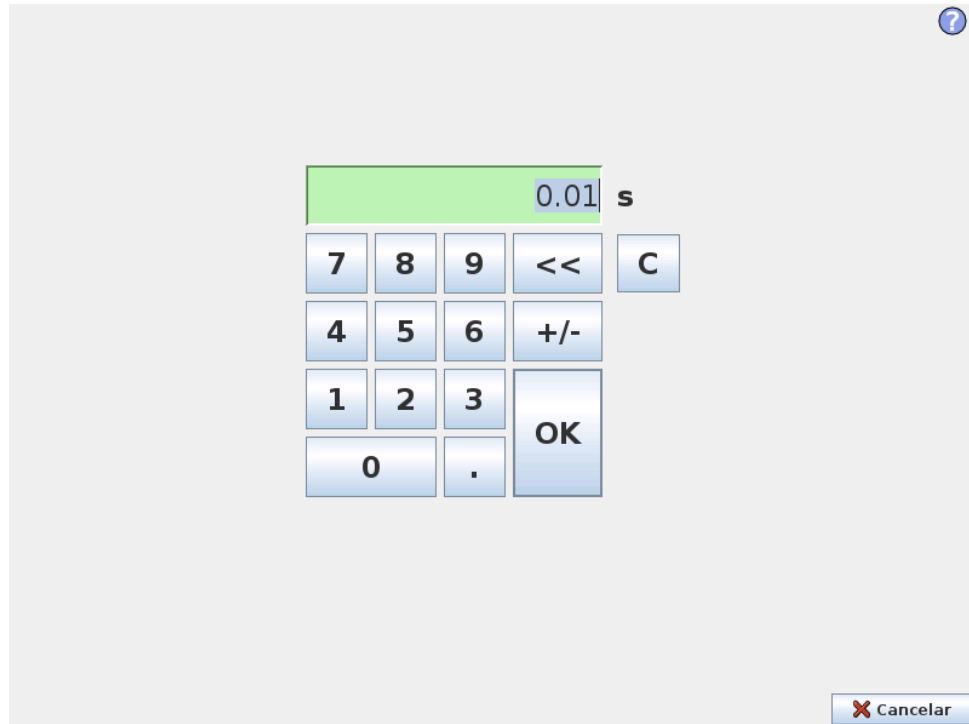
10.4 Pantalla de inicialización

- 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.

11 Editores en pantalla

11.1 Teclado en pantalla



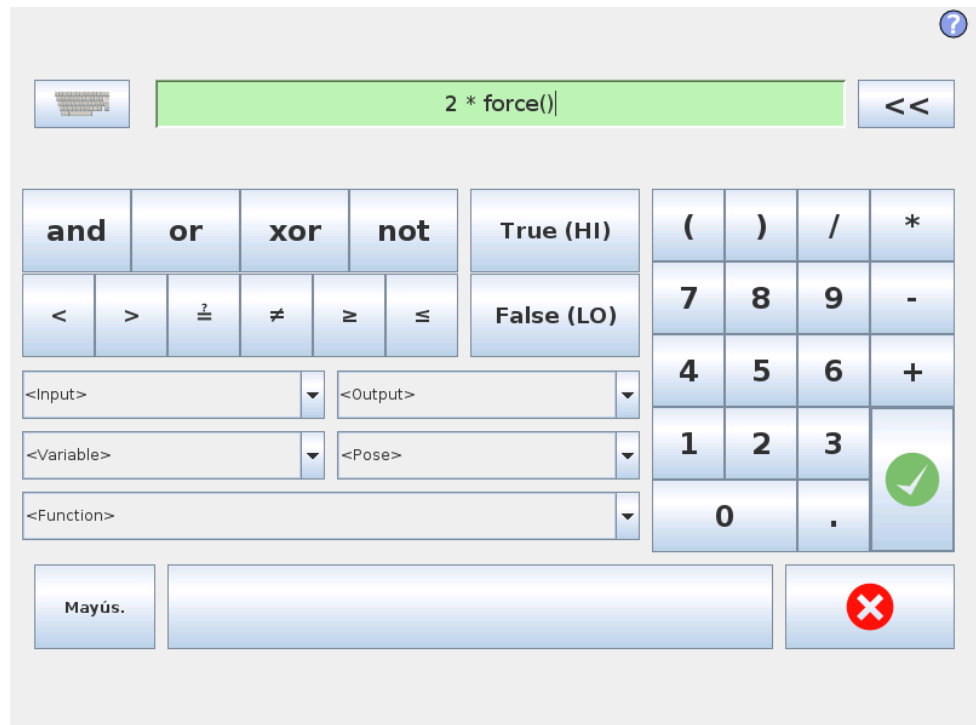
Facilita la escritura de números e incluye funciones de modificación. En muchos casos, la unidad del valor tecleado aparece junto al número.

11.2 Teclado en pantalla



Facilita la escritura de texto e incluye funciones de modificación. La tecla Mayús . sirve para usar más caracteres especiales.

11.3 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 derecha 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.

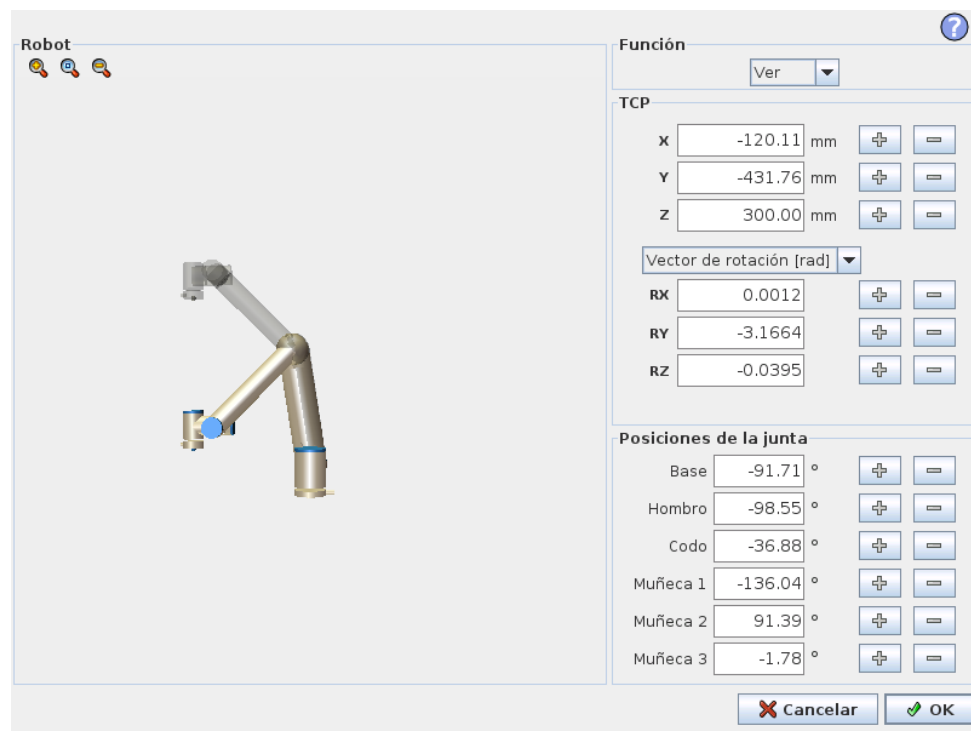
Al pulsar el botón *Ok*, se comprueba la expresión en busca de errores gramaticales. Al hacer clic en el botón *Cancelar*, se sale de la pantalla sin aplicar ningún cambio.

Una expresión puede ser así:

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

11.4 Pantalla de editor de pose

En esta pantalla puede especificar posiciones de la junta objetivo 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 la posición actual del brazo robótico, y la “sombra” del brazo robótico muestra la posición objetivo del brazo robótico controlado por 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 15.11), se muestra una representación en 3D del límite proximal.

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 15.5). 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 robótica. 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 12.6. Los cuadros de texto muestran los valores de coordenadas completos de dicho PCH con relación a la función seleccionada. X, Y y Z controlan la posición de la herramienta, mientras que RX, RY y RZ controlan la orientación de la herramienta.

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

- **Vector de rotación [rad]** La orientación se indica como un *vector de rotación*. La longitud del eje es el ángulo que se debe rotar en radianes, y el vector en sí proporciona el eje sobre el que rotar. Este es el ajuste predeterminado.
- **Vector de rotación [°]** La orientación se indica como un *vector de rotación*, en el que la longitud del vector es el ángulo de rotación en grados.
- **RPY [rad]** Ángulos de *alabeo*, *cabeceo* y *guiñada* (RPY), en los que los ángulos están en radianes. La matriz de rotación RPY (rotación X, Y', Z'') es determinada por:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** Ángulos de *alabeo*, *cabeceo* y *guiñada* (RPY), en los que los ángulos están en grados.

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

Posiciones de la junta

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

Botón OK

Si se activó esta pantalla desde la ficha `Mover` (véase 12.1), 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 13.5.

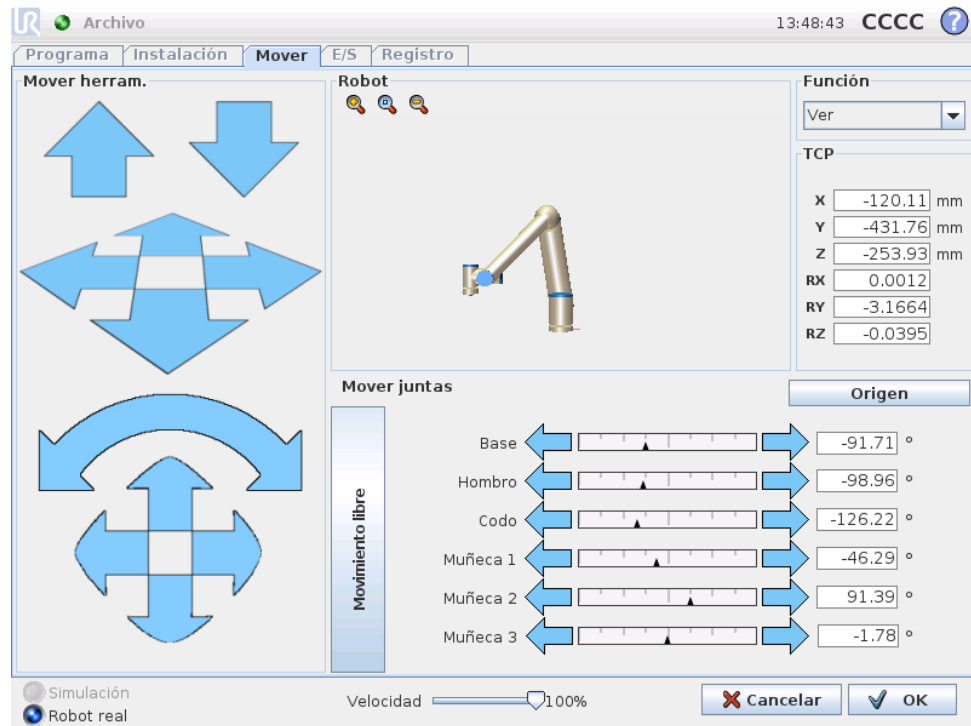
Botón Cancelar

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

12 Control del robot

12.1 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.



12.1.1 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 (ver 15.11), 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 en el que están activos los límites del modo *Normal* (ver 15.5). 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 robótica. 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.

12.1.2 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 12.6.

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 (véase 11.4), en la que puede especificar una posición objetivo y la orientación de la herramienta o las posiciones objetivo de la junta.

12.1.3 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 (botón) 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.*

12.1.4 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 (ver 15.10), este intervalo se indicará en rojo en la barra horizontal.

12.1.5 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 12.7) 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.

12.2 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.

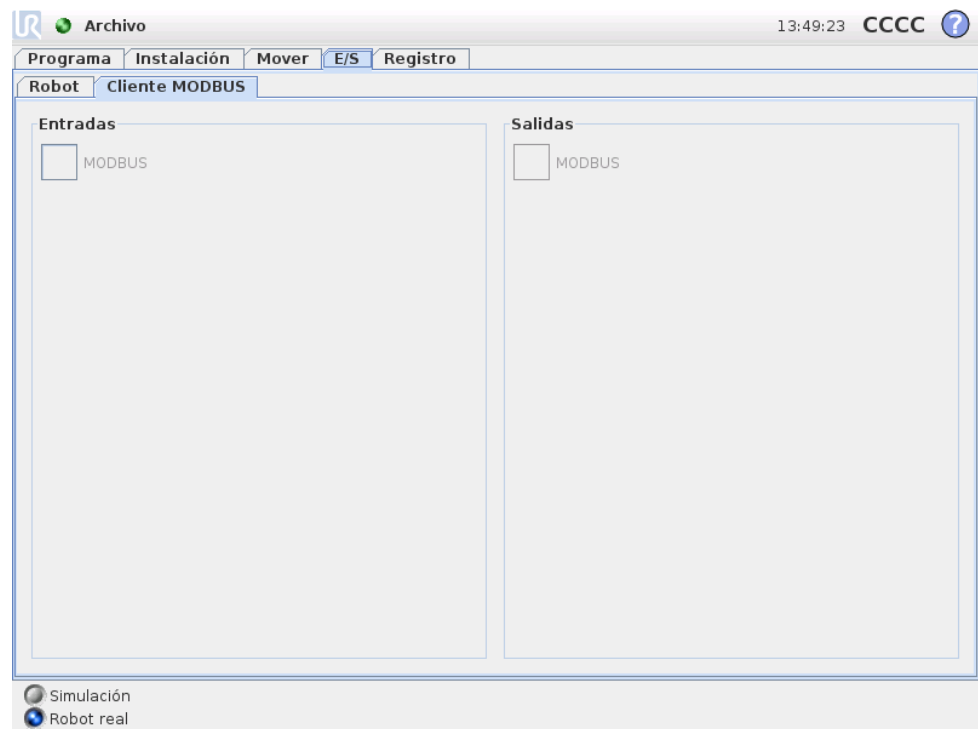
Las E/S configurables pueden reservarse para ajustes especiales de seguridad definidos en la sección de configuración de E/S de seguridad de la instalación (ver 15.12); las reservadas tendrán el nombre de la función de seguridad en lugar del nombre definido por el usuario o el predeterminado. Las salidas 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 manual del usuario.

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.

12.3 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

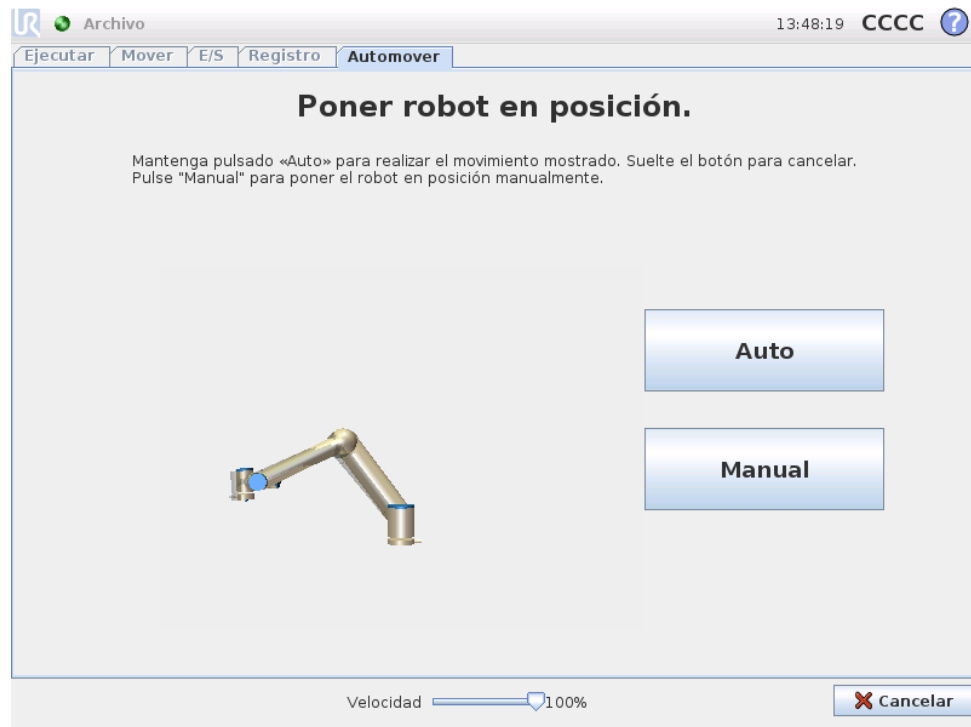
Ver el estado de las entradas del cliente MODBUS digitales.

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 (descrita en 12.8).

12.4 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 ficha **Mover**, donde podrá mover el brazo robótico de forma manual. Esto solo es necesario si el movimiento de la animación no es el preferible.

12.5 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** (ver 12.2).

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**.

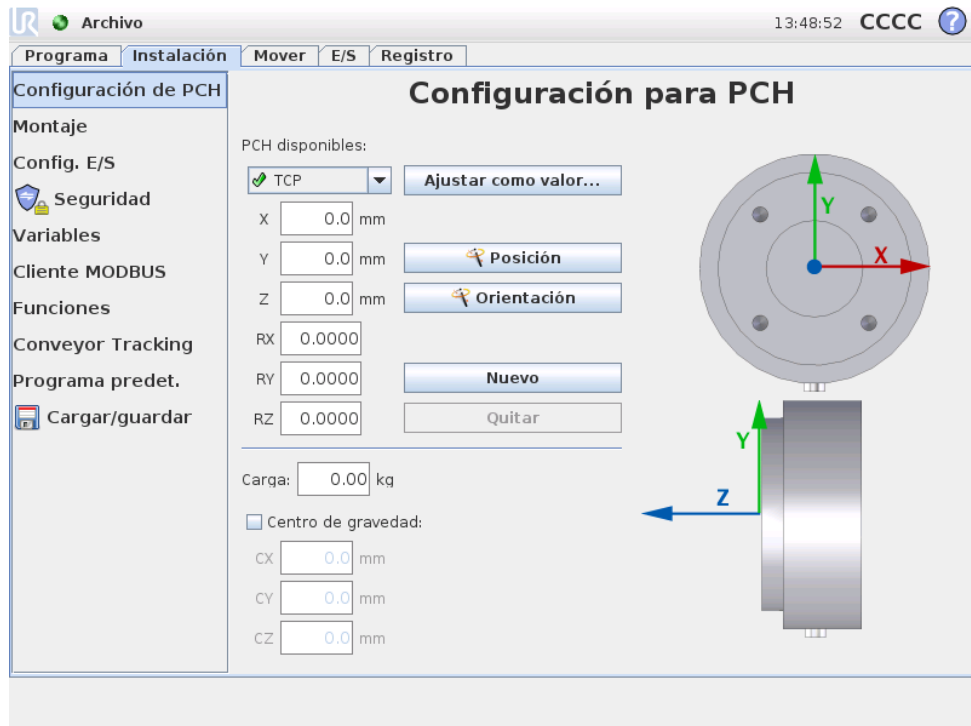
Puede guardar una instalación pulsando el botón **Guardar** o **Guardar como...**. También puede guardar la instalación activa guardando un programa. Para cargar un archivo de instalación diferente, utilice el botón **Cargar**. El botón **Crear nuevo** restablece los valores predeterminados de todos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

12.6 Instalación → Configuración de PCH



Un *Punto central de herramienta* (PCH) es un punto característico de la herramienta del robot. En esta pantalla es posible definir varios PCH con nombre. Cada PCH contiene una traslación y una rotación relacionadas con el centro de la brida de salida de la herramienta, como se indica en los gráficos que aparecen en pantalla. Las coordenadas de posición, X, Y y Z, especifican la posición del PCH, mientras que RX, RY y RZ especifican su orientación. Cuando todos los valores especificados 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 parte derecha de la pantalla.

12.6.1 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 selecciona 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.

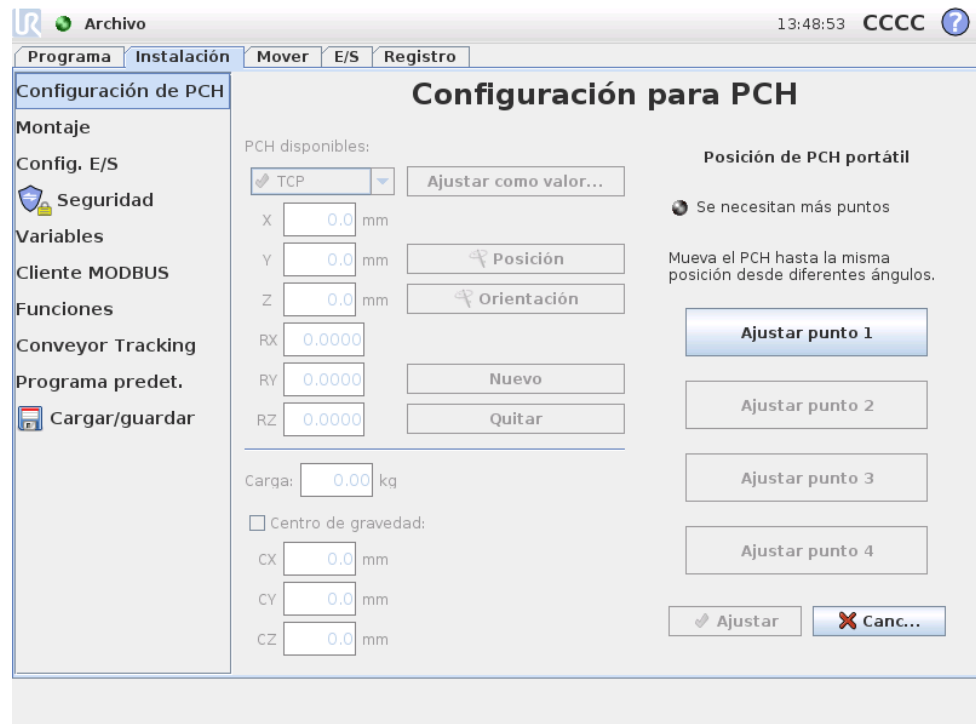
Para eliminar el PCH seleccionado, simplemente pulse el botón **Quitar**. El último PCH restante no puede eliminarse.

12.6.2 El PCH predeterminado y el PCH activo

Precisamente uno de los PCH configurados es el *predeterminado*. El PCH predeterminado se marca con un icono verde a la izquierda de su nombre en el menú del PCH desplegable. Para ajustar el PCH seleccionado actualmente como predeterminado, pulse el botón *Ajustar como valor predeterminado*.

Una compensación del PCH siempre se utiliza como valor *activo* para determinar todos los movimientos lineales en el espacio cartesiano. Asimismo, es el movimiento del PCH activo lo que se ve en la ficha Gráficos (consulte 13.27). Antes de que se ejecute un programa, y antes del inicio de un programa, el PCH predeterminado se establece como PCH activo. En un programa, cualquiera de los PCH especificados puede ajustarse como activo para un movimiento específico del robot (consulte 13.5 y 13.10).

12.6.3 Aprendizaje de la posición del PCH



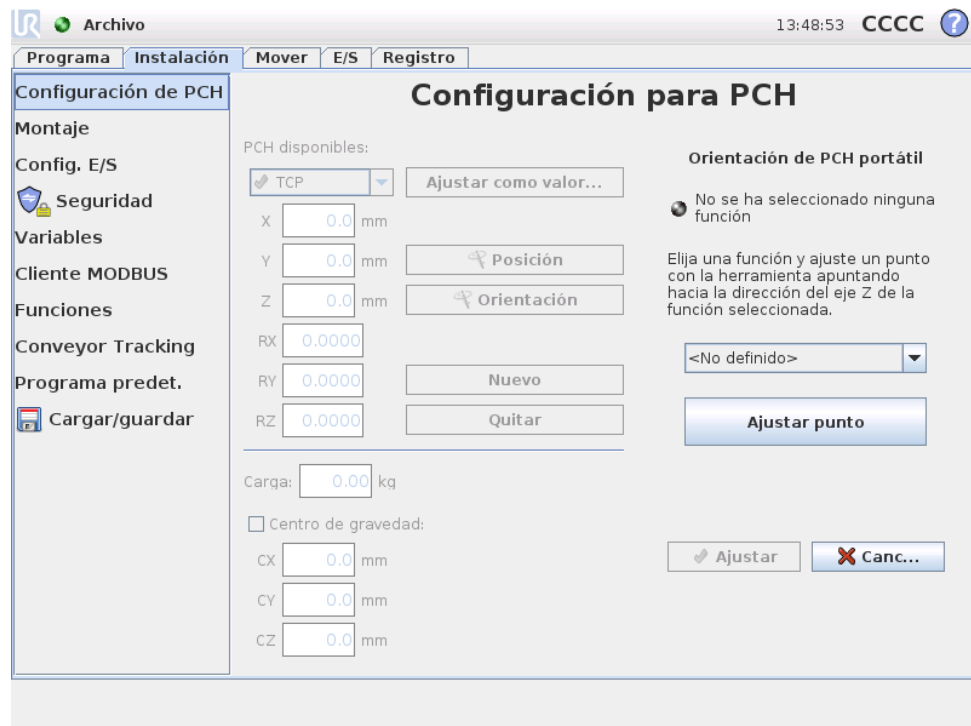
Las coordenadas de la posición del PCH pueden calcularse automáticamente de la siguiente forma:

1. Pulse el botón Posición.
2. Elija un punto fijo en el espacio de trabajo del robot.
3. Utilice los botones de la parte derecha de la pantalla para mover el PCH hasta el punto seleccionado desde al menos tres ángulos diferentes y para guardar las posiciones correspondientes de la brida de salida de la herramienta.
4. Compruebe las coordenadas del PCH calculadas y ajústelas en el PCH seleccionado utilizando el botón *Ajustar*.


Tenga en cuenta que las posiciones deben ser suficientemente diversas para que el cálculo se realice correctamente. Si no lo son, el LED de estado situado sobre los botones se volverá rojo.

Además, aunque tres posiciones suelen ser suficiente para determinar el PCH correcto, la 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.

12.6.4 Aprendizaje de la orientación del PCH



La orientación del PCH puede calcularse automáticamente de la siguiente forma:

1. Pulse el botón  Orientación.
2. Seleccione una función en la lista desplegable. Para obtener más información sobre cómo pueden definirse nuevas funciones, consulte 12.12.
3. Utilice el siguiente botón para moverse a una posición en la que la orientación de la herramienta correspondiente al PCH coincida con el sistema de coordenadas de la función seleccionada.
4. Compruebe la orientación del PCH calculada y ajústela en el PCH seleccionado utilizando el botón **Ajustar**.

12.6.5 Carga

El peso de la herramienta del robot se especifica en la parte inferior de la pantalla. Para cambiar este ajuste, simplemente pulse el campo de texto blanco e introduzca un nuevo peso. El ajuste se aplica a todos los PCH definidos.

12.6.6 Centro de gravedad

El centro de gravedad de la herramienta puede especificarse de forma opcional utilizando los campos CX, CY y CZ. El punto central de la herramienta es el centro de gravedad de la herramienta si no se especifica lo contrario. El ajuste se aplica a todos los PCH definidos.



ADVERTENCIA:

Asegúrese de utilizar los ajustes de instalación correctos. Guarde y cargue los archivos de instalación junto con el programa.

12.7 Instalación → Fijación



Aquí se puede especificar el montaje del robot. Esto tiene un doble propósito:

1. Hacer que el brazo robótico se vea bien en la pantalla.
2. Comunicar al controlador la dirección de gravedad.

El controlador utiliza un modelo dinámico avanzado para conferir al brazo robótico movimientos precisos y suaves y para que el brazo robótico se retenga en modo *Movimiento libre*. Por esta razón, es muy importante configurar correctamente el montaje del brazo robótico.

Copyright © 2009-2015 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.



ADVERTENCIA:

Si el montaje del brazo robótico no se realiza correctamente, pueden producirse frecuentes paradas de seguridad, y es posible que el brazo robótico se mueva cuando se pulse el botón movimiento libre.

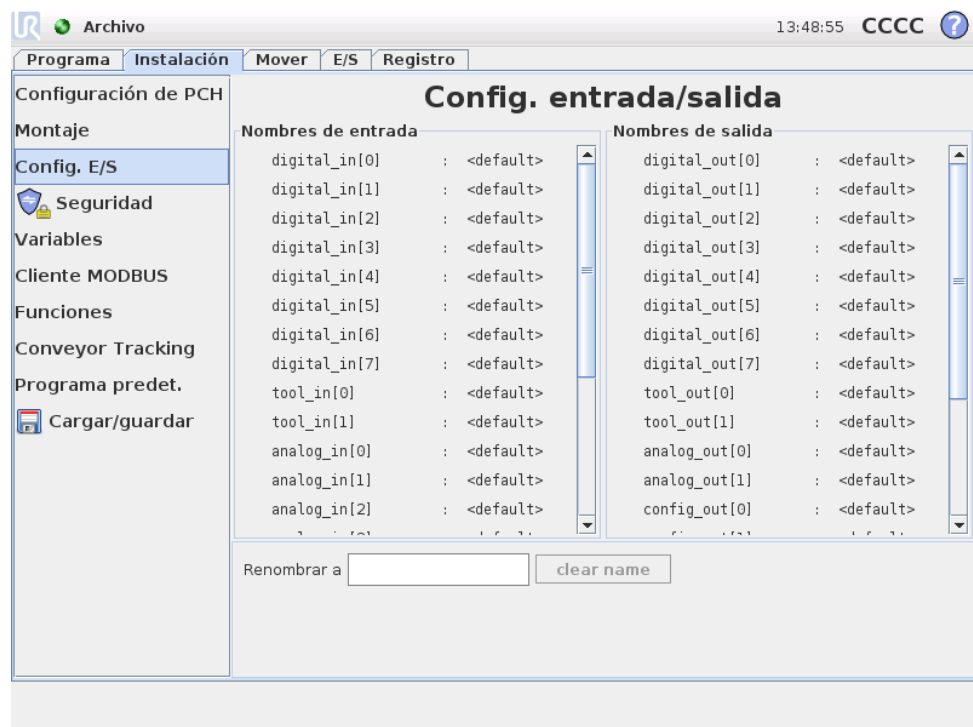
De forma predeterminada, el brazo robótico se monta sobre el suelo o una mesa lisa, en cuyo caso no hace falta ningún cambio en esta pantalla. No obstante, si el brazo robótico se *monta en el techo*, *se monta en la pared* o se monta en ángulo, esto debe ajustarse utilizando los pulsadores. Los botones 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* pueden usarse para establecer 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:

Asegúrese de utilizar los ajustes de instalación correctos. Guarde y cargue los archivos de instalación junto con el programa.

12.8 Instalación → Config. E/S



A las señales de entrada y salida se les pueden dar nombres, con lo cual a lo mejor es más fácil recordar la función de una señal al trabajar con el robot. Haga clic en una E/S para seleccionarla y use el teclado en pantalla para ponerle nombre. También es posible no darle nombre si se dejan solo caracteres en blanco.

Las ocho entradas digitales estándar y las dos entradas de herramienta pueden configurarse para activar una acción. Entre las acciones disponibles se incluye la capacidad de iniciar el programa actual, detener el programa actual, pausar el programa actual y entrar/salir del modo `Movimiento libre` cuando la entrada es alta/baja (como el botón `Movimiento libre` situado en la parte trasera de la consola portátil).

El comportamiento predeterminado de las salidas es que sus valores se conservan cuando un programa deja de ejecutarse. También es posible configurar una salida con un valor predeterminado que se aplica cuando no se ejecuta ningún programa.

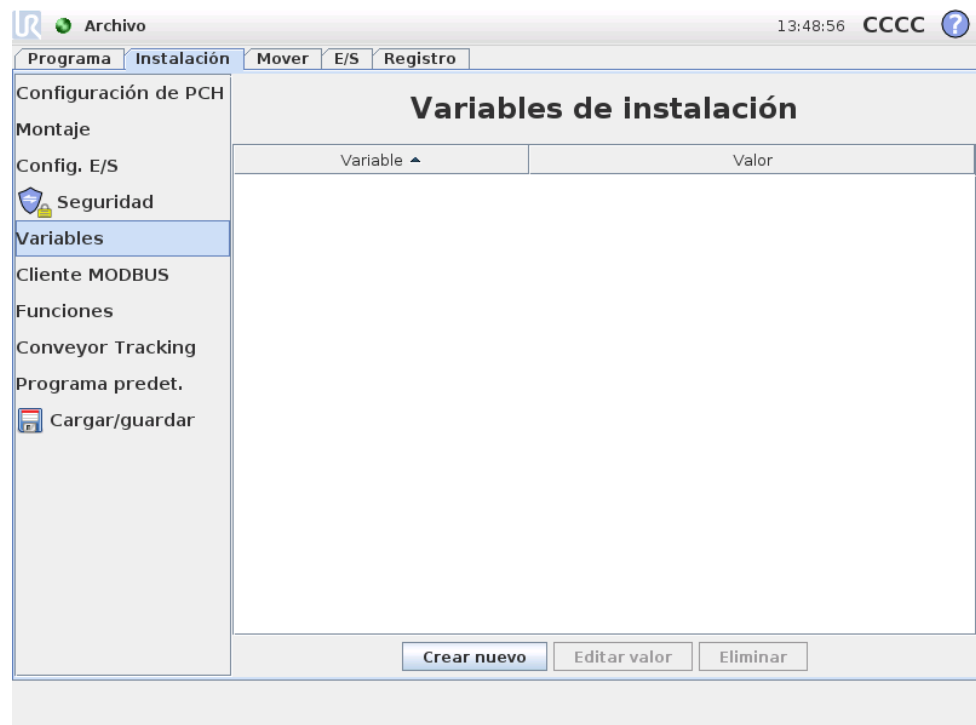
Las ocho salidas estándar digitales y las dos salidas de herramienta pueden configurarse aún más para reflejar si un programa se está ejecutando actualmente, para que la salida sea alta cuando se esté ejecutando un programa y sea baja en el caso contrario.

Por último, también es posible especificar si una salida puede ser controlada en la ficha 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.

12.9 Instalación → Seguridad

Ver capítulo 15.

12.10 Instalación → Variables



Las variables aquí creadas se denominan variables de instalación y pueden utilizarse como variables de programa normales. Las variables de instalación son especiales 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, de modo que es posible utilizar la misma variable en varios programas.



Crear nueva variable de instalación

Nombre	Valor
i_var_1	=

OK Cancelar

Al pulsar *Crear nueva*, aparecerá 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 hacer clic en el botón *OK* si el nuevo nombre no se está utilizando ya en esta instalación.

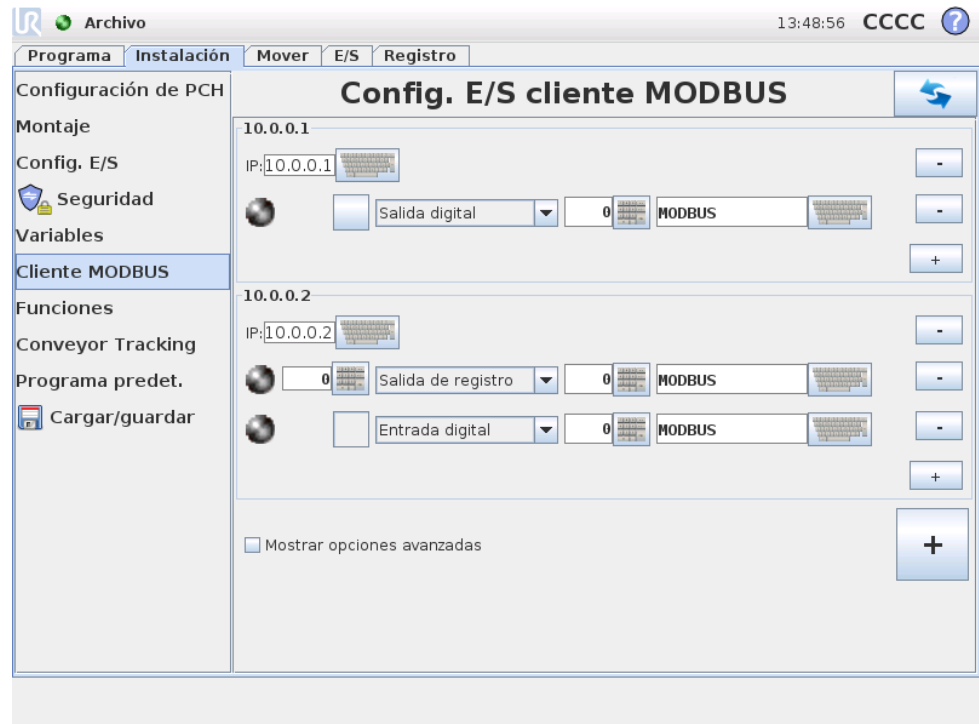
Es posible cambiar el valor de una variable de instalación resaltando la variable en la lista y, a continuación, haciendo clic en *Editar valor*.

Para eliminar una variable, selecciónela de la lista y, a continuación, haga clic en *Eliminar*.

Tras configurar las variables de instalación, debe guardarse la propia instalación para conservar esta configuración (ver 12.5). Las variables de instalación y sus valores también 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 dos opciones para resolver el problema: utilizar las variables de instalación del mismo nombre en vez de la variable del programa u optar porque el nombre de las variables en conflicto cambie automáticamente.

12.11 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.

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.

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 NO VÁLIDA (0x01):** El código de función recibido en la consulta no es una acción permitida para el servidor (o servidor secundario).
- **E2 DIRECCIÓN DE DATOS NO VÁLIDA (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 NO VÁLIDO (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 ERROR DE DISPOSITIVO SECUNDARIO (0x04):** Se ha producido un error irreparable 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.

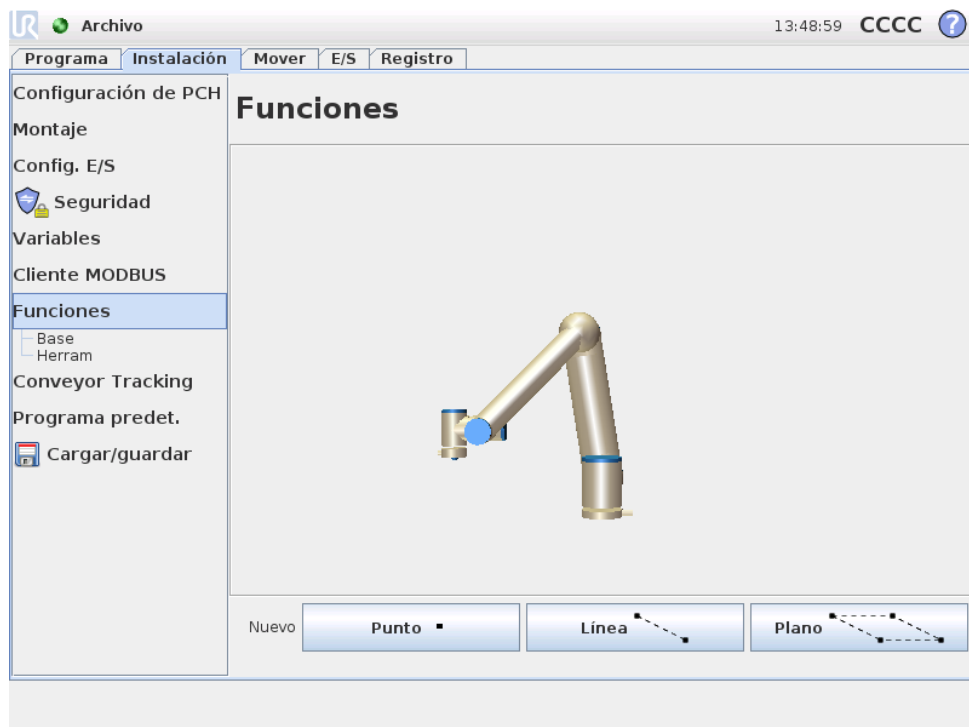
Mostrar opciones avanzadas

Esta casilla muestra/oculta las opciones avanzadas de cada señal.

Opciones avanzadas

- **Update Frequency:** 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.
- **Slave Address:** 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.

12.12 Instalación → Funciones



Por lo general, quienes compran robots industriales desean controlar o manipular un brazo robótico, y programar el brazo robótico, con relación a distintos objetos y límites del entorno del brazo robótico, como máquinas, objetos o espacios vacíos, accesorios, cintas transportadoras, palés o sistemas de visión. Tradicionalmente, eso se hace definiendo “marcos” (sistemas de coordenadas) que relacionan el sistema de coordenadas interno del brazo robótico (el sistema de coordenadas básico) con el sistema de coordenadas del objeto pertinente. La referencia puede ser tanto “coordenadas de herramientas” como “coordenadas base” del brazo robótico.

Un problema de usar dichos marcos es que hace falta cierto nivel de conocimientos matemáticos para poder definir los sistemas de coordenadas y también que se tarda bastante tiempo en hacerlo, aunque se trate una persona experta en programar e instalar robots. A menudo, para esta tarea hay que calcular matrices de 4×4 . En concreto, la representación de la orientación es complicada para una persona que carezca de la experiencia para entender este problema.

Las preguntas que se suelen hacer los clientes son, por ejemplo:

- ¿Será posible alejar el robot 4 cm de la garra de mi máquina de control numérico computarizado (CNC)?
- ¿Es posible girar la herramienta del robot 45 grados respecto a la mesa?
- ¿Podemos hacer que el brazo robótico baje verticalmente con el objeto, suelte el objeto y, a continuación, vuelva a subir el brazo robótico verticalmente?

El significado de estas preguntas y de otras similares es muy claro para un cliente medio que intenta usar un brazo robótico, por ejemplo, en distintas estaciones de

una planta de producción, y al cliente puede parecerle molesto e incomprensible que le digan que posiblemente no haya una respuesta fácil a tales preguntas *pertinentes*. Hay varias razones complicadas para que esto sea así y, para abordar estos problemas, Universal Robots ha desarrollado formas exclusivas y sencillas para que un cliente especifique la ubicación de distintos objetos respecto al brazo robótico. En pocos pasos, por tanto, es posible hacer exactamente lo que se quería saber en las preguntas anteriores.

Cambiar nombre

Este botón permite cambiar el nombre de una función.

Eliminar

Este botón elimina la función seleccionada y, si las hay, todas las funciones secundarias asociadas.

Mostrar ejes

Aquí se decide si los ejes de coordenadas de la función seleccionada han de verse en los gráficos 3D. Lo que se elija se aplica en esta pantalla y en la pantalla Mover.

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.

Variable

Determine si la función seleccionada puede usarse como variable. Si se selecciona esta opción, entonces se habilitará una variable con el nombre de la función seguido de “_var” al editar programas del robot, y dicha variable puede asignarse a un nuevo valor en un programa, que entonces puede usarse para controlar puntos de paso que dependan del valor de una función.

Fijar o cambiar posición

Use este botón para fijar o cambiar la función seleccionada. Aparecerá la pantalla Mover y podrá fijarse una nueva posición de la función.

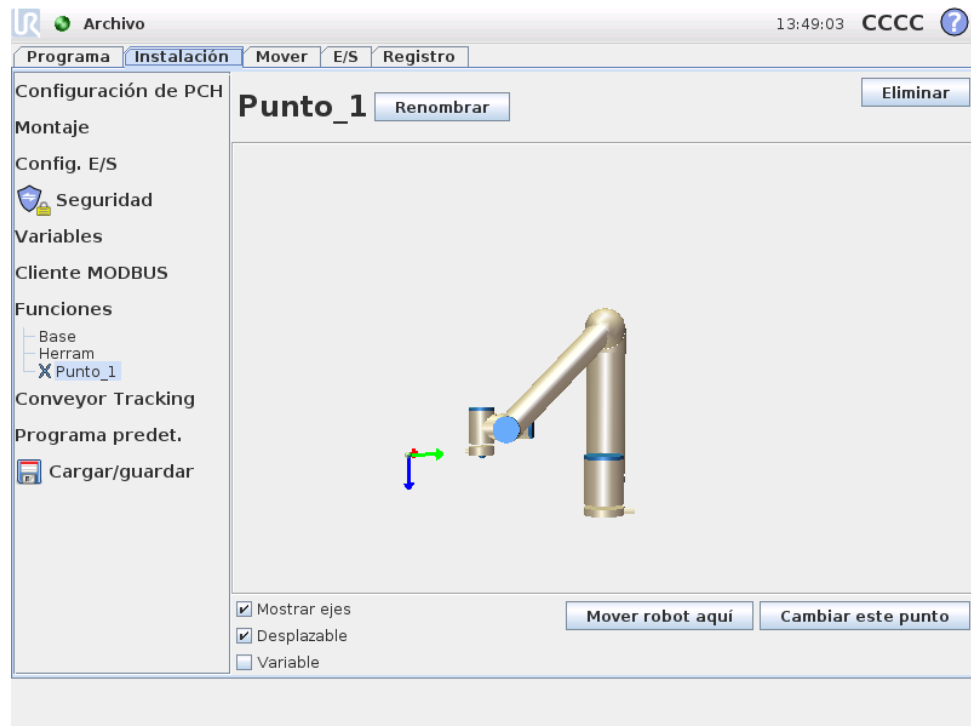
Mover robot a función

Al pulsar este botón, el brazo robótico se moverá 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, salvo por una rotación de 180 grados sobre el eje x.

Añadir punto

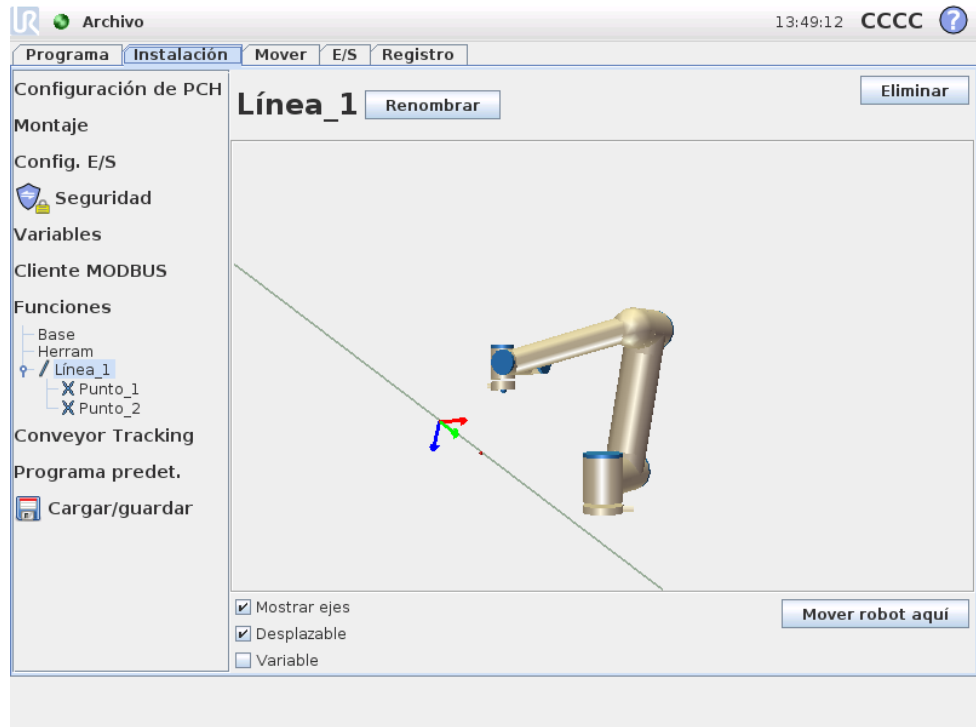
Pulse este botón para añadir una función de punto a la instalación. La posición de una función de punto se define como la posición del PCH en dicho punto. La orientación de la función de punto es la misma que la orientación del PCH, salvo

que el sistema de coordenadas de la función se gira 180 grados sobre su eje x. Esto hace que el eje z de la función de punto se dirija al contrario que el del PCH en ese punto.



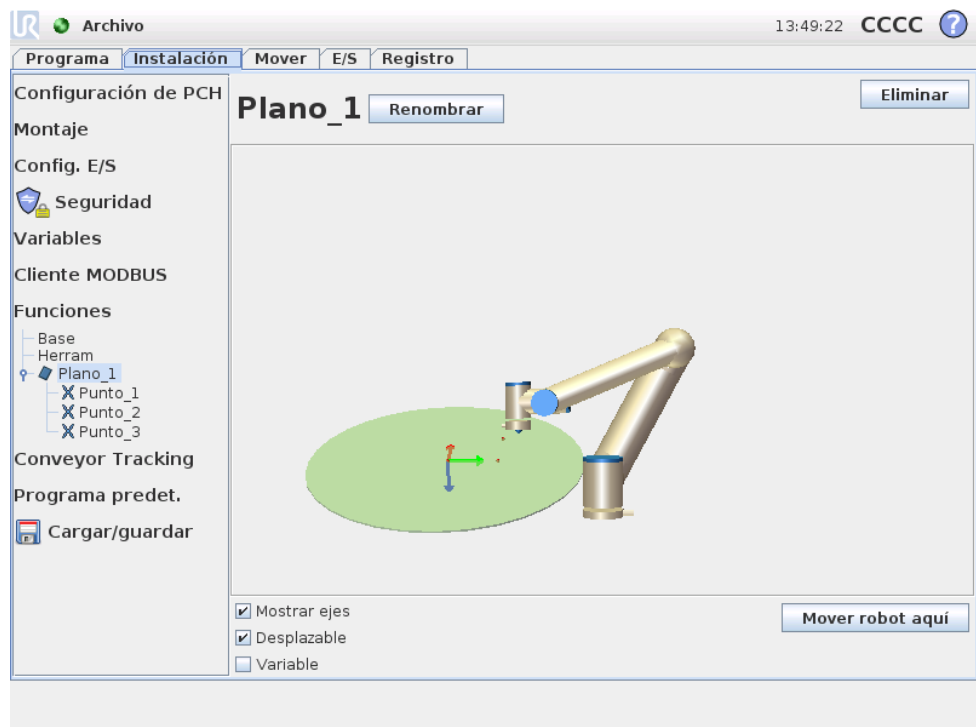
Añadir línea

Pulse este botón para añadir una función de línea a la instalación. Una línea se define como un eje entre dos funciones de punto. Este eje, dirigido desde el primer punto hacia el segundo, constituirá el eje y del sistema de coordenadas de la línea. El eje z se definirá mediante la proyección del eje z del primer subpunto sobre el plano perpendicular a la línea. La posición del sistema de coordenadas de la línea es la misma que la posición del primer subpunto.



Añadir plano

Pulse este botón para añadir una función de plano a la instalación. Un plano se define mediante tres funciones de subpunto. La posición del sistema de coordenadas del plano es la misma que la posición del primer subpunto. El eje z es el normal del plano, y el eje y se dirige desde el primer punto hacia el segundo. La dirección positiva del eje z se establece de modo que el ángulo entre el eje z del plano y el eje z del primer punto sea inferior a los 180 grados.



12.13 Configuración del seguimiento de la cinta transportadora

Cuando se utiliza una cinta transportadora, el robot puede configurarse para realizar un seguimiento del movimiento y la velocidad de la cinta transportadora con relación al Punto central de herramienta. La configuración del seguimiento de la cinta transportadora ofrece opciones para configurar el robot de modo que trabaje con algunas cintas transportadoras comunes.

Parámetros de la cinta transportadora

El seguimiento de la cinta transportadora se realiza registrando 1 o 2 entradas según el tipo de codificador y el Modo. Con 1 o 2 entradas digitales, es posible utilizar un tipo `Incremental` junto con el modo en el que deben leerse las entradas. Si selecciona `Cuadratura` se necesitarán dos entradas, lo que permite leer la dirección de la cinta transportadora para mejorar el nivel de control. Si la dirección es constante, podrá configurarse una única entrada según la `Subida`, `Bajada`, o la `Subida y bajada del borde de la señal digital`.

Cuando se utiliza una señal MODBUS para realizar un seguimiento del movimiento, podrá utilizarse el tipo de codificador `Absoluto`. Esto requiere que se preconfigure una entrada MODBUS digital en 12.11.

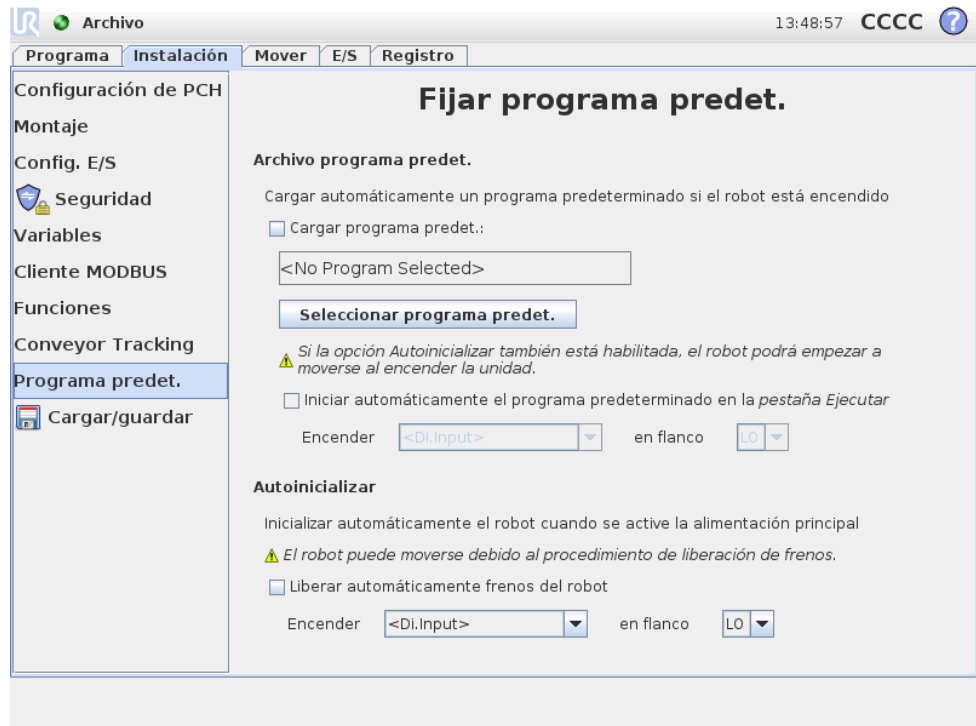
Parámetros de seguimiento

El tipo de cinta transportadora puede elegirse entre lineal o circular. Cuando se selecciona una cinta transportadora lineal, es posible configurar una función de línea que se ejecuta de forma paralela a la cinta transportadora. En una cinta transportadora circular se define el punto central de la cinta transportadora (círculo).

Nota: Si es posible, cuando se utiliza una cinta transportadora lineal, se recomienda configurar la función de línea utilizando el lado de la cinta transportadora y colocando la herramienta firmemente contra la misma. Esto permite leer con mayor precisión la dirección que debe tomar la herramienta.

Según la velocidad de la cinta transportadora y el dispositivo utilizado para detectar rotaciones, podrá definirse el número de marcas.

12.14 Instalación → Programa predeterminado



Esta pantalla contiene ajustes para cargar e iniciar automáticamente un programa predeterminado, y para inicializar automáticamente el brazo robótico al encender la unidad.



ADVERTENCIA:

Si las opciones de carga automática, inicio automático e inicialización automática están habilitadas, el robot comenzará a ejecutar el programa seleccionado en cuanto se encienda la caja de control.

12.14.1 Carga de un programa predeterminado

Puede elegirse el programa predeterminado que se cargará cuando la caja de control esté activada. Además, el programa predeterminado también se cargará automáticamente cuando se entre en la pantalla *Ejecutar programa* (ver 10.3) y no hay ningún programa cargado.

12.14.2 Inicio de un programa predeterminado

El programa predeterminado puede iniciarse 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 iniciará automáticamente.

Tenga en cuenta que, al principio, el nivel de señal de entrada de corriente no está definido y, al elegir una transición acorde con el nivel de señal del inicio, el

programa se iniciará inmediatamente. Además, si sale de la pantalla *Ejecutar programa* o pulsa el botón de parada en el *Panel*, se deshabilitará la función de inicio automático hasta que se vuelva a pulsar el botón de ejecución.

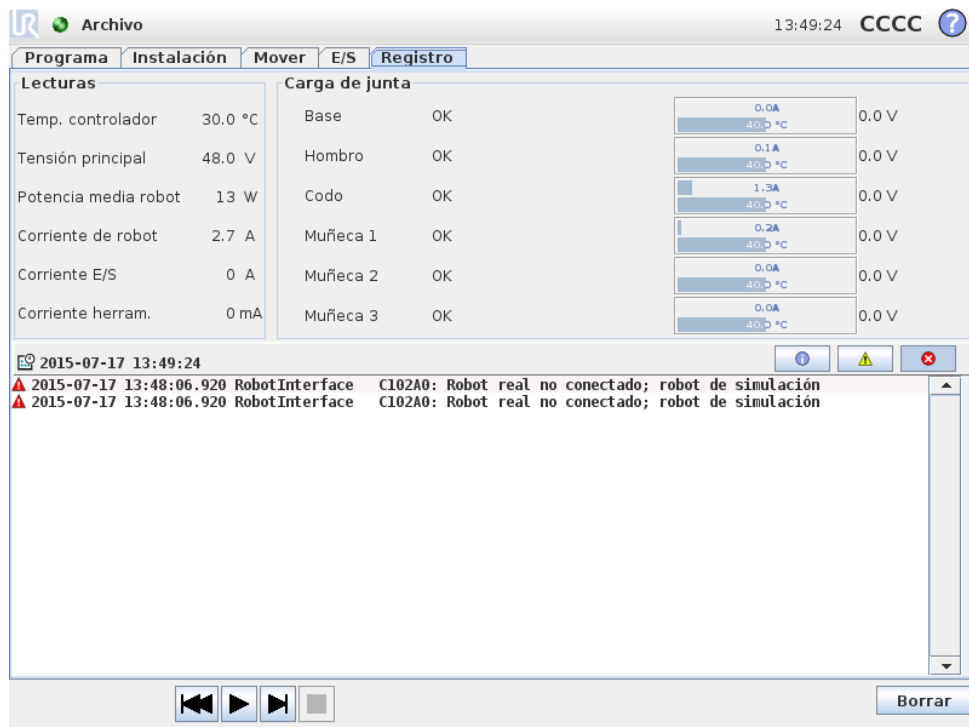
12.14.3 Inicialización automática

El brazo robótico puede inicializarse automáticamente, por ejemplo cuando se enciende la caja de control. En la transición del flanco de entrada externa especificada, el brazo robótico se inicializará completamente, independientemente de la pantalla visible.

La fase final de inicialización es la *liberación de los frenos*. Cuando el robot libera los frenos, se mueve un poco y hace un sonido. 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 (ver 10.4).

Tenga en cuenta que, al principio, el nivel de señal de entrada de corriente no está definido y, al elegir una transición acorde con el nivel de señal del inicio, el brazo robótico se iniciará inmediatamente.

12.15 Ficha Registro



The screenshot shows the 'Registro' (Log) screen in the Universal Robots software. The interface includes a top bar with 'Archivo', '13:49:24', and 'CCCC'. Below this are tabs for 'Programa', 'Instalación', 'Mover', 'E/S', and 'Registro'. The main area is divided into two columns: 'Lecturas' (Readings) and 'Carga de junta' (Joint Load). The 'Lecturas' column shows various sensor readings such as 'Temp. controlador' (30.0 °C), 'Tensión principal' (48.0 V), 'Potencia media robot' (13 W), 'Corriente de robot' (2.7 A), 'Corriente E/S' (0 A), and 'Corriente herram.' (0 mA). The 'Carga de junta' column shows the status of various joints: 'Base', 'Hombro', 'Codo', 'Muñeca 1', 'Muñeca 2', and 'Muñeca 3', all with 'OK' status. To the right of the joint status, there are small graphs showing current and temperature for each joint, with values like 0.0A, 0.1A, 1.5A, and 0.2A, and 0.0V, 40.0°C. Below the main area, there is a log of error messages, including '2015-07-17 13:48:06.920 RobotInterface C102A0: Robot real no conectado; robot de simulación'. At the bottom, there are navigation buttons and a 'Borrar' (Clear) button.

Salud del robot La mitad superior de la pantalla muestra el estado del brazo robótico y de la caja de control. La parte izquierda incluye información relacionada con la caja de control del robot, mientras que la parte derecha contiene información sobre cada junta articulada del robot. Y cada una de ellas muestra información de la temperatura del motor y la electrónica, así como la carga y la tensión de la junta articulada.

Registro del robot La mitad inferior de la pantalla contiene mensajes de registro. La primera columna categoriza la gravedad de la entrada de registro. La segunda columna muestra la hora de llegada del mensaje. La siguiente columna muestra el remitente del mensaje. La última columna muestra el mensaje en sí. Los mensajes pueden filtrarse seleccionando los botones de alternancia que correspondan a la gravedad. La figura anterior muestra que los errores se mostrarán y la información y los mensajes de advertencia se filtrarán. Algunos mensajes de registro están diseñados para ofrecer más información; puede acceder a estos mensajes seleccionando la entrada de registro.

12.16 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.

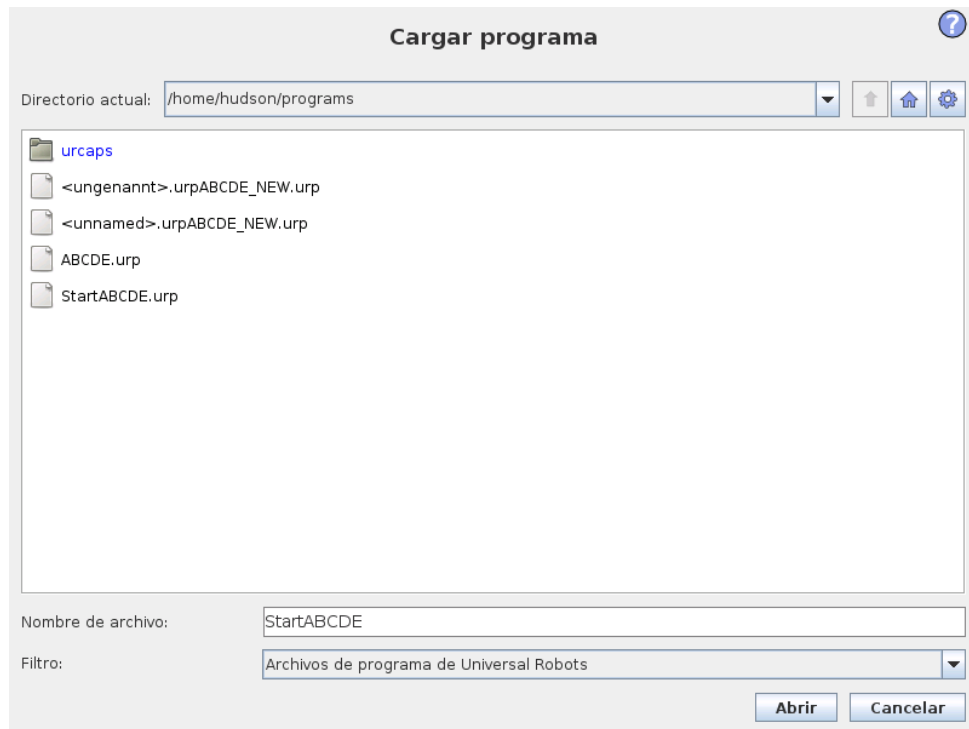
**NOTA:**

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 subdirectorio, 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 12.16.

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.

Si el usuario hace doble clic en un directorio, el diálogo desciende hasta esta carpeta y muestra su contenido.

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 .o1d0 es la más reciente y .o1d9 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.

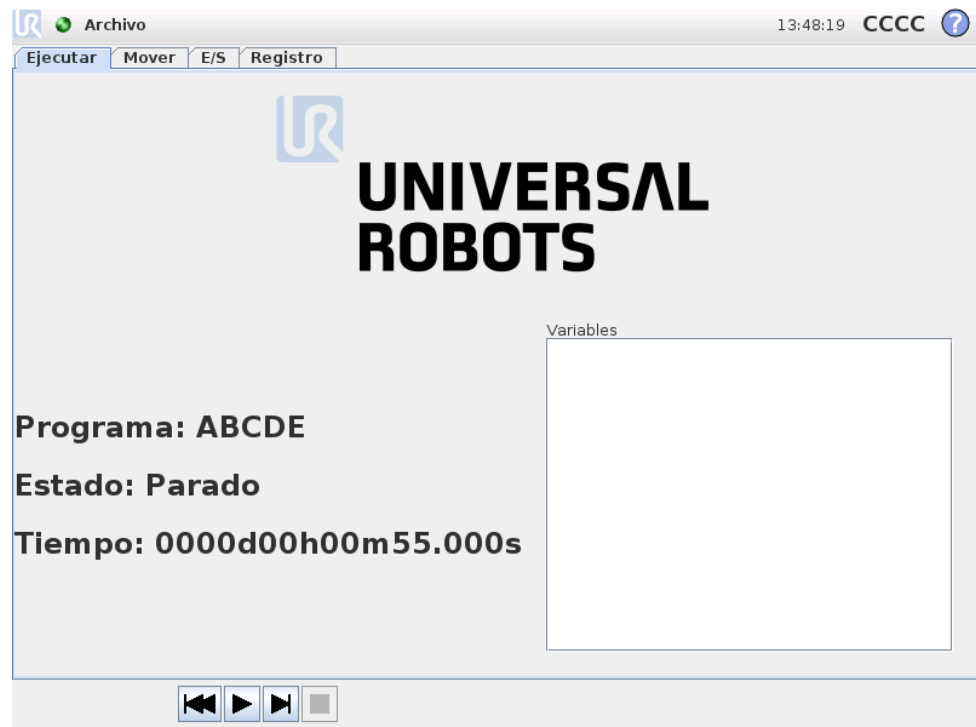
Botón Abrir Al hacer clic en el botón Abrir, se abrirá el archivo seleccionado y se volverá a la pantalla anterior.

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.

12.17 Ficha 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

12.17 Ficha Ejecutar

resultar útil en combinación con la protección con contraseña de la parte de programación de PolyScope (véase 14.3), para convertir el robot en una herramienta que funcione exclusivamente con programas ya preparados.

Además, en esta ficha puede cargarse e iniciarse automáticamente un programa predeterminado basado en una transición del flanco de entrada externa (ver 12.14). 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.

Copyright © 2009-2015 de Universal Robots A/S. Todos los derechos reservados.

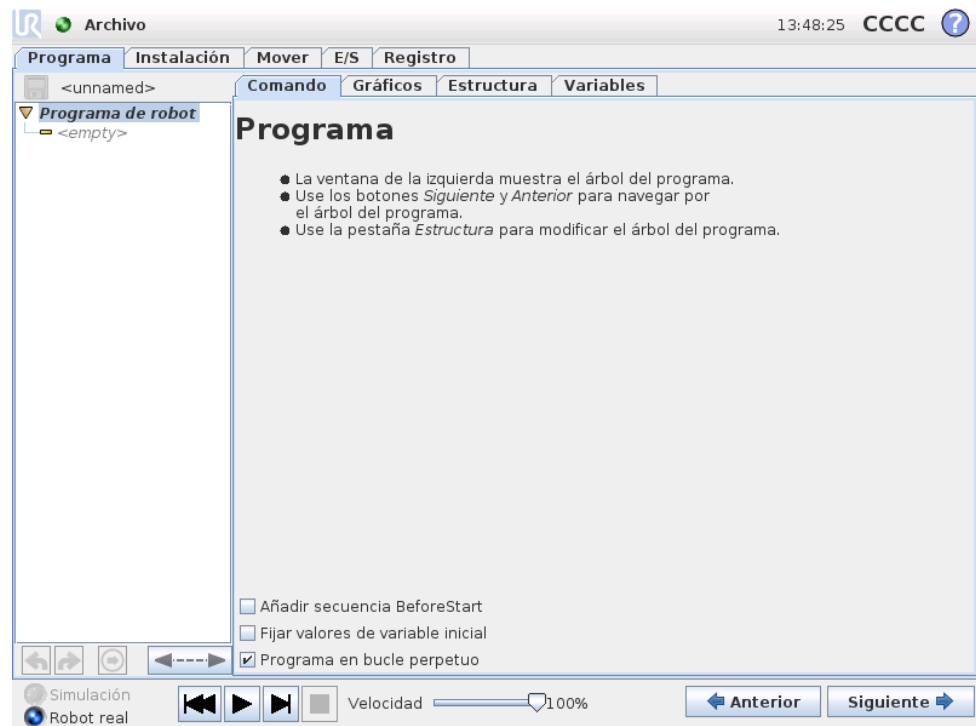
13 Programación

13.1 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.

13.2 Ficha Programa



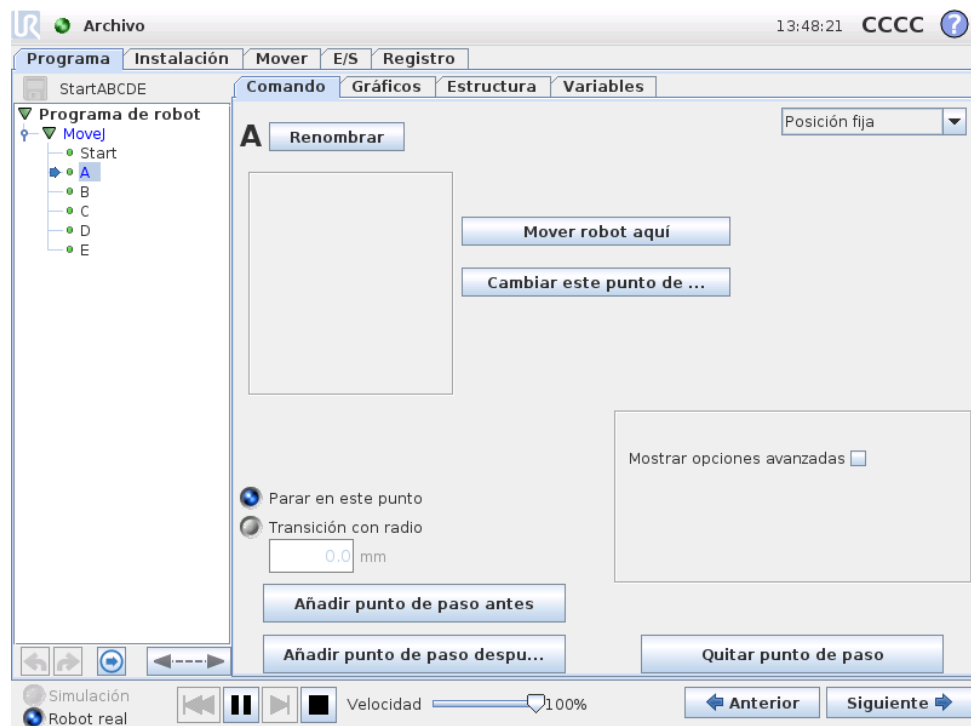
La ficha Programa muestra el programa que se está modificando.




13.2.1 Árbol de programa


El *árbol de programa* de la izquierda de la pantalla muestra el programa como una lista de comandos, mientras que la parte derecha de la pantalla muestra información relativa al comando en uso. Para seleccionar el comando en uso, haga clic en la lista de comandos o use los botones *Anterior* y *Siguiente* de la parte inferior derecha de la pantalla. Pueden insertarse o quitarse comandos usando la ficha *Estructura*, que se describe en 13.28. 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 13.2.2.



13.2.2 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 13.5) 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.

13.2.3 Botones Deshacer/Rehacer

Los botones con iconos  y  debajo del árbol de programa se utilizan para deshacer y rehacer los cambios realizados en el árbol de programa y en los comandos que contiene.

13.2.4 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 que falle el sistema 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. Asegúrese de permanecer fuera del espacio de trabajo del robot cuando el botón *Paso* esté pulsado. La función del botón *Paso* puede ser difícil de comprender. Utilícelo solo si es absolutamente necesario.
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.

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 13.27.

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.

13.3 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 12.10

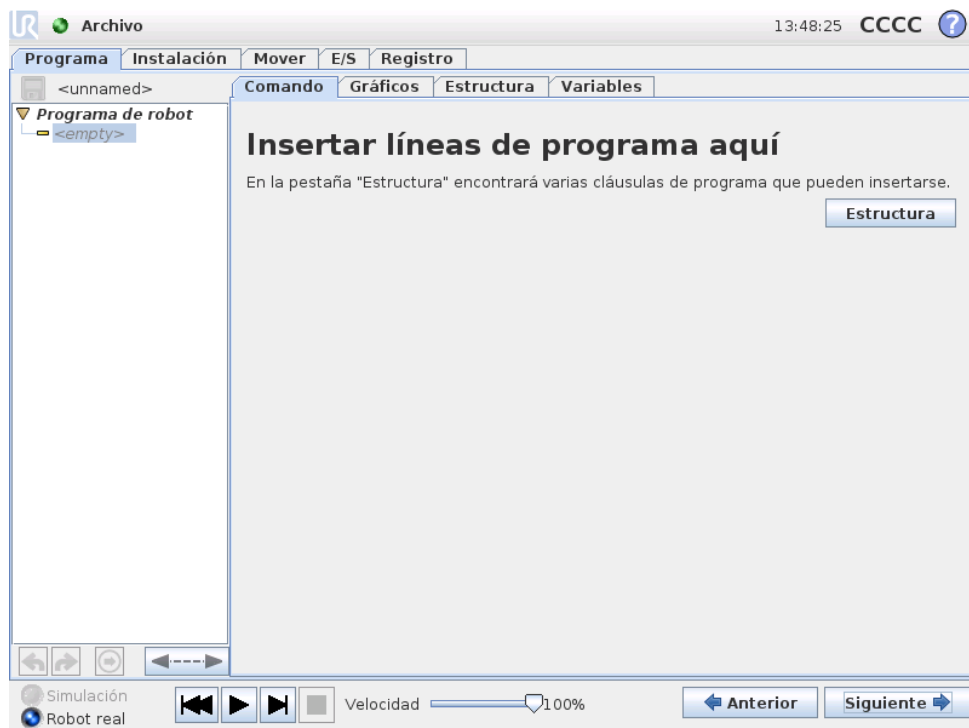
para obtener más información);

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.

Existen los siguientes 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 -32768 a 32767 .
<i>flotante</i>	Un número de punto flotante (decimal).
<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.

13.4 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.

13.5 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

Es posible seleccionar uno de estos tres tipos de movimientos: *MoveJ*, *MoveL* y *MoveP*, que se explican a continuación.

- **moveJ** realizará 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 utilizadas para los cálculos de movimiento, 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 recomendable.
- **moveL** hará que la herramienta se mueva 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. La función seleccionada determinará en qué espacio de la función se representan las po-

siones de la herramienta en los puntos de paso. Respecto a los espacios de las funciones, son de especial interés las funciones variables y los puntos de paso variables. Las funciones variables pueden usarse cuando la posición de la herramienta ha de determinarse con el valor real de la función variable al ejecutarse el programa del robot.

- **moveP** moverá 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.

Puede añadirse un **Movimiento circular** a un comando **moveP**, que consta de dos puntos de paso: el primero especifica un punto de la ruta en el arco circular, y el segundo es el punto final del movimiento. El robot iniciará el movimiento circular desde su actual posición y, luego, pasará por los dos puntos de paso especificados. El cambio de orientación de la herramienta a través del movimiento circular viene determinado únicamente por la orientación inicial y la orientación en el punto final, de modo que la orientación del punto de la ruta no influye en el movimiento circular. Un movimiento circular siempre debe ir precedido de un punto de paso bajo el mismo **moveP**.

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.

Recalcular movimientos

Marque esta casilla de verificación si las posiciones de este comando de movimiento deben ajustarse según el PCH activo.

Selección de PCH

El PCH que se utiliza con los puntos de paso de este comando Mover pueden seleccionarse marcando la casilla de verificación y seleccionando un PCH en el menú desplegable. El PCH seleccionado se ajusta como activo cada vez que el brazo robótico se mueve hacia uno de los puntos de paso en este comando Mover. Si la casilla de verificación no está marcada, el PCH activo no se modifica de ningún modo. 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 13.10) o utilizando comandos de script. Para obtener más información sobre la configuración de PCH con nombre, consulte 12.6.

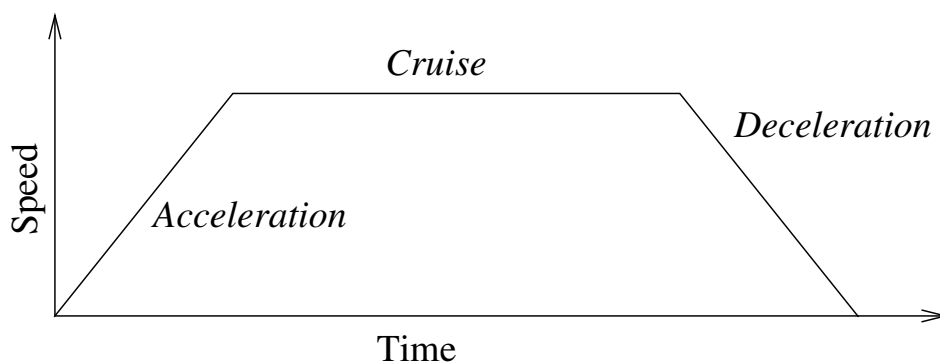


Figura 13.1: Perfil de velocidad para un movimiento. La curva se divide en tres segmentos: *aceleración*, *crucero* y *desaceleración*. El nivel de la fase *crucero* se obtiene del ajuste de velocidad del movimiento, mientras que la pendiente de las fases de *aceleración* y *desaceleración* se obtiene del parámetro de aceleración.

Selección de funciones

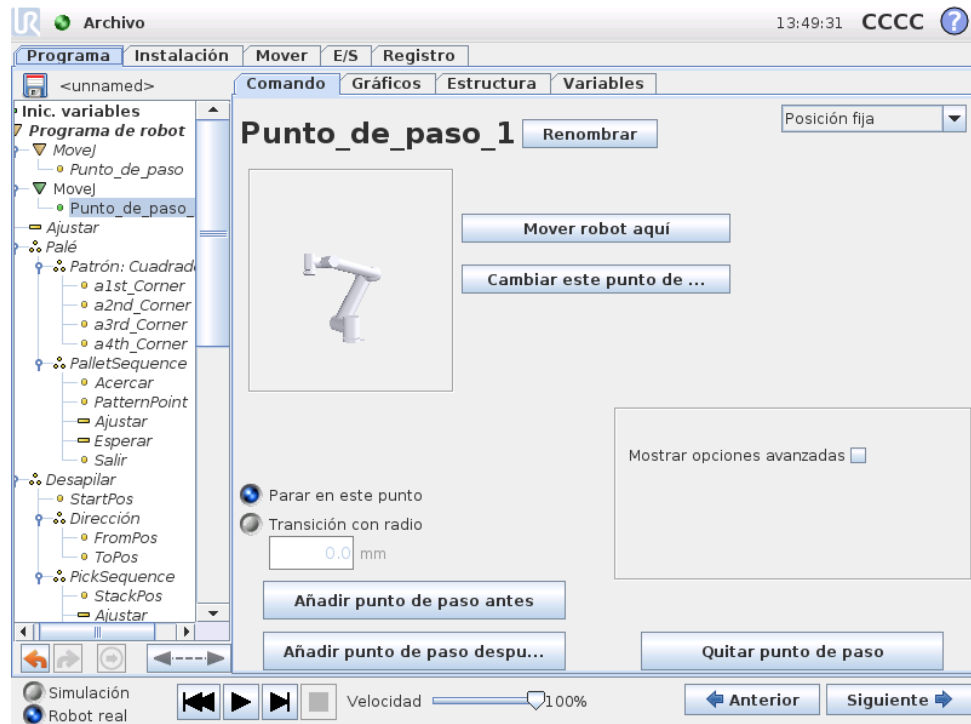
En *Mover L* y *Mover P*, es posible seleccionar en qué espacio de la función deberían representarse los puntos de paso en el comando *Mover* al especificar dichos puntos de paso. Esto significa que al configurar un punto de paso, el programa recordará las coordenadas de la herramienta en el espacio 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, la posición objetivo de la herramienta 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.

13.6 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 obtener un punto de paso fijo, hay que mover físicamente el brazo robótico hasta la posición en cuestión.

Ajuste del punto de paso

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

Nombres de puntos de paso

Los nombres de los puntos de paso pueden cambiarse. Dos puntos que tengan el mismo nombre serán siempre el mismo punto de paso. Los puntos de paso se numeran a medida que se concretan.

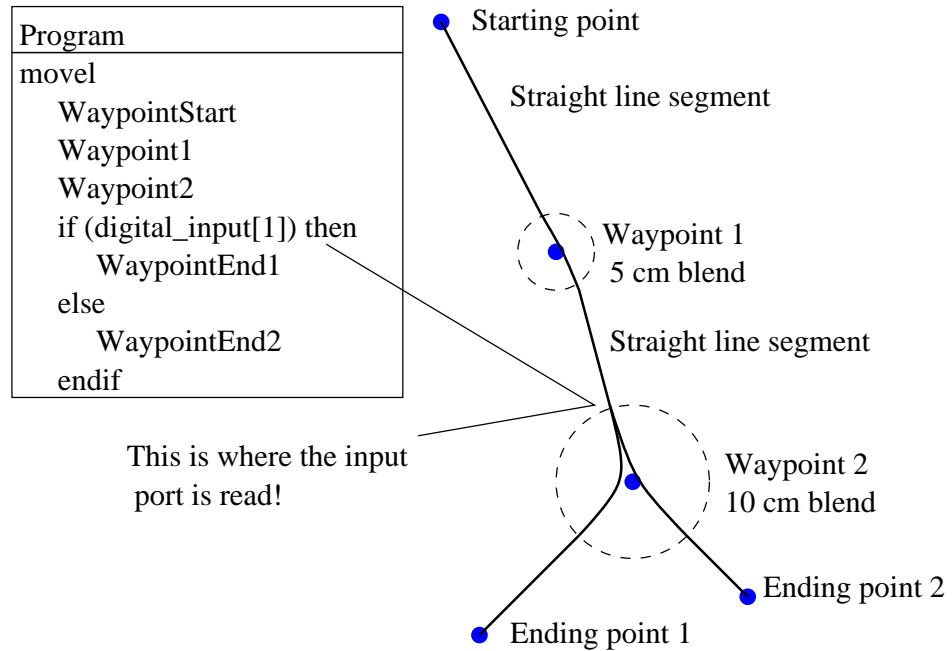
Radio de transición

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 ajustar un radio de transición que solape el radio de transición de otro punto de paso anterior o posterior. Un punto de parada es un punto de paso con un radio de transición de $0,0\text{mm}$.

Nota sobre la sincronización de E/S

Si un punto de paso es un punto de parada con un comando de E/S como siguiente comando, el comando de E/S se ejecuta cuando el brazo robótico se para en el punto de paso. Sin embargo, si el punto de paso tiene un radio de transición, el siguiente comando de E/S se ejecuta cuando el brazo robótico entra en la transición.

Ejemplo



Un pequeño ejemplo en el que el programa de un robot mueve la herramienta desde una posición inicial a una de las dos posiciones finales, dependiendo del estado de la `entrada.digital[1]`. Tenga en cuenta que la trayectoria de la herramienta (línea negra gruesa) se mueve en líneas rectas fuera de las zonas de transición (círculos discontinuos), mientras que la trayectoria de la herramienta se desvía de la trayectoria de la línea recta en el interior de las zonas de transición. Tenga en cuenta también que la lectura del estado del sensor de la `entrada.digital[1]` se produce cuando el brazo robótico está a punto de entrar en la zona de transición del Punto de paso 2, aunque el comando `if...then` esté después del Punto de paso 2 en la secuencia del programa. Esto es poco lógico, pero necesario para seleccionar la ruta de transición adecuada.

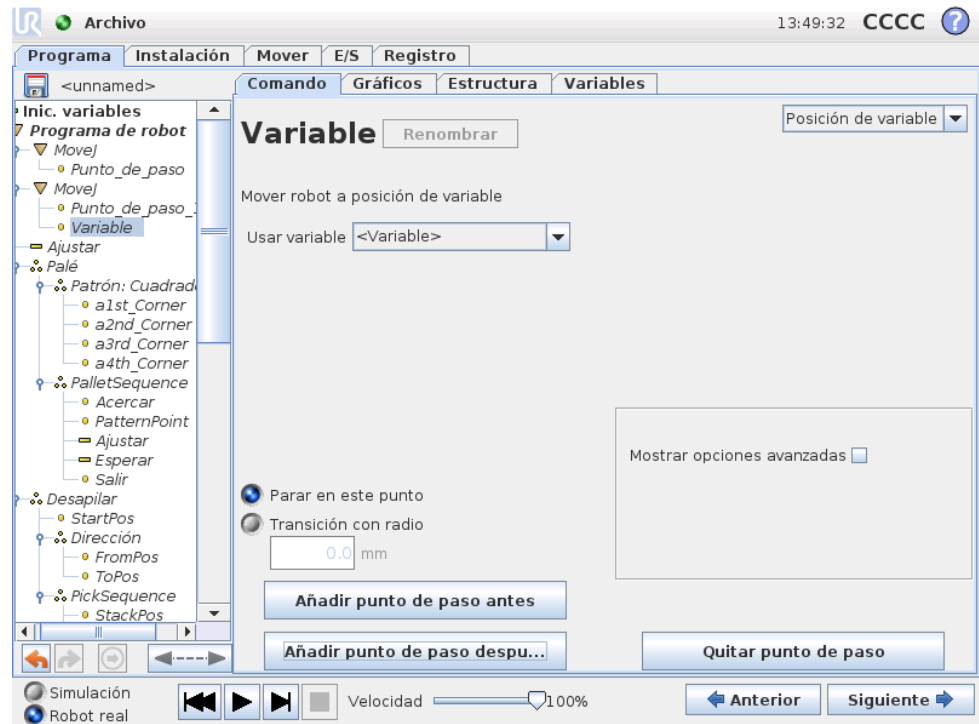
13.7 Comando: Punto de paso relativo



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). Tenga en cuenta que las 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.

13.8 Comando: Punto de paso variable



Se trata de un punto de paso con la posición dada por una variable, en este caso `calculated_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. El brazo robótico siempre se mueve linealmente hasta un punto de paso variable.

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

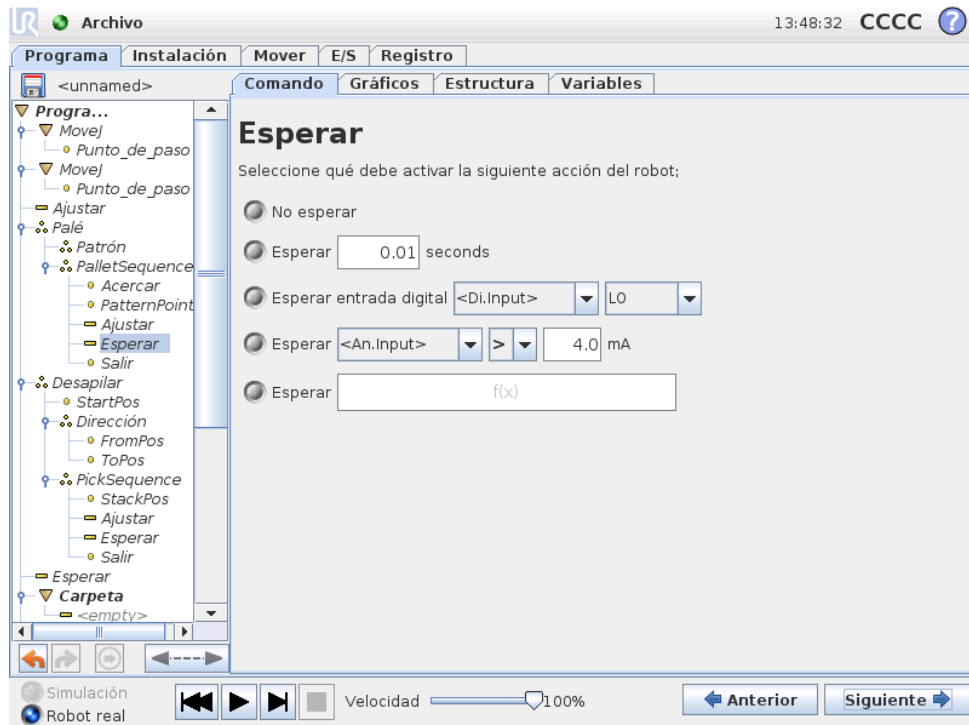
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Move1
```

```
  Punto de paso_1 (posición variable):
```

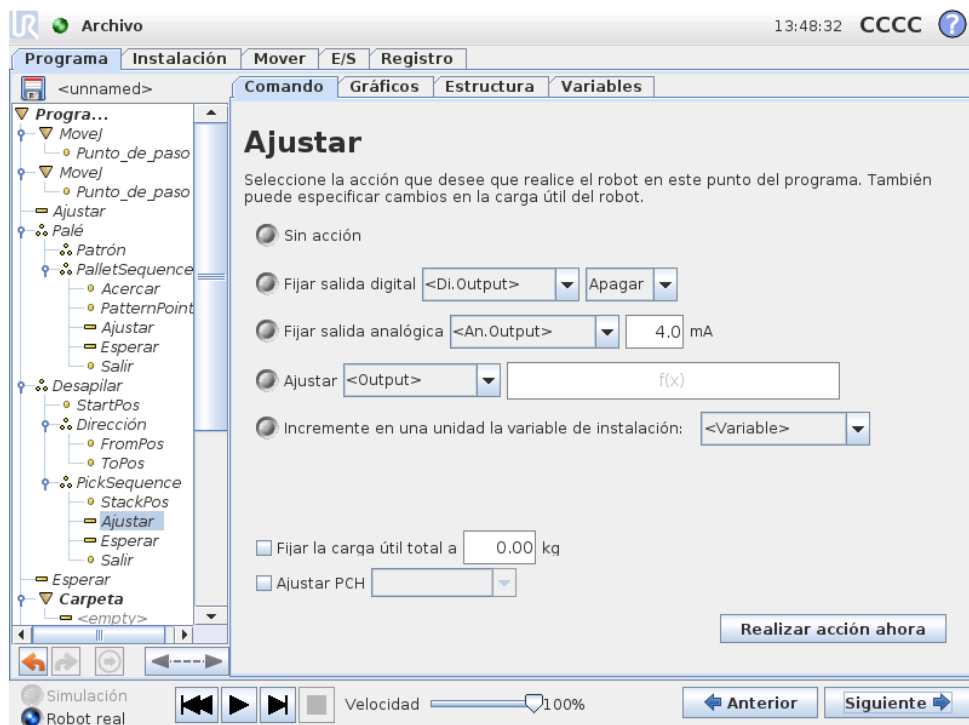
```
    Utilice la variable=var_1, Feature=Tool
```

13.9 Comando: Esperar



Espera un tiempo dado o a que haya una señal de E/S.

13.10 Comando: Ajustar

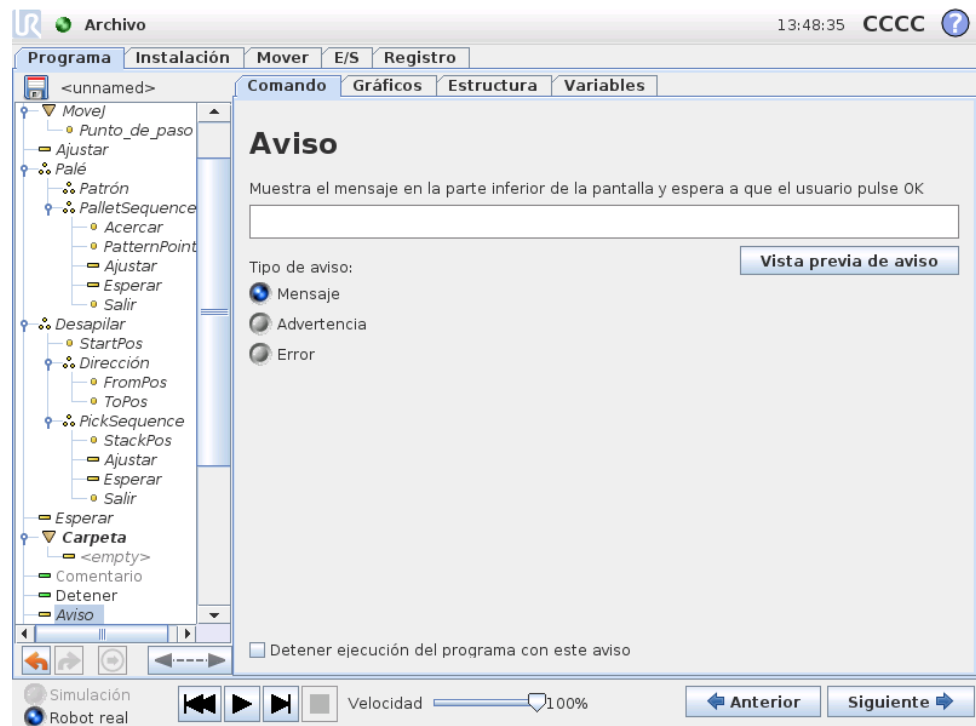


Sirve para ajustar salidas digitales o analógicas para un valor dado.

También puede usarse para determinar la carga útil del brazo robótico, por ejemplo, el peso que se coge a consecuencia de esta acción. Tal vez haya que ajustar el peso para evitar que el robot active una parada de protección de manera inesperada cuando el peso en la herramienta difiera del previsto.

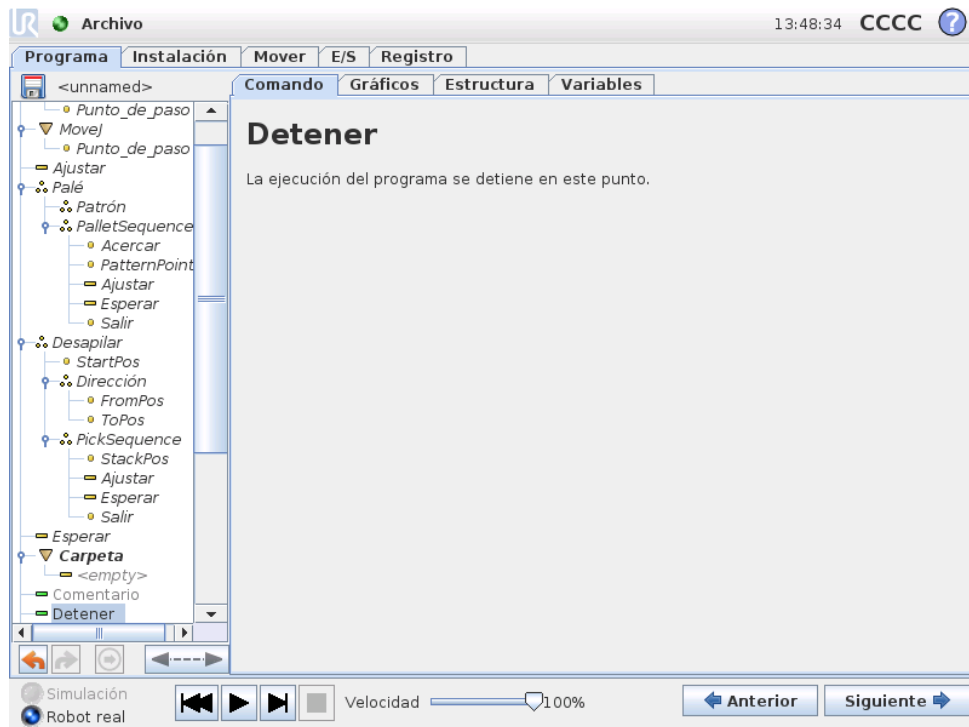
El PCH activo también puede modificarse utilizando el comando Ajustar. Simplemente marque la casilla de verificación y seleccione una de las compensaciones del PCH del menú. Si el PCH activo de un movimiento específico se conoce en el momento de la escritura del programa, plantéese utilizar la selección de PCH en la tarjeta Mover (consulte 13.5). Para obtener más información sobre la configuración de PCH con nombre, consulte 12.6.

13.11 Comando: Aviso



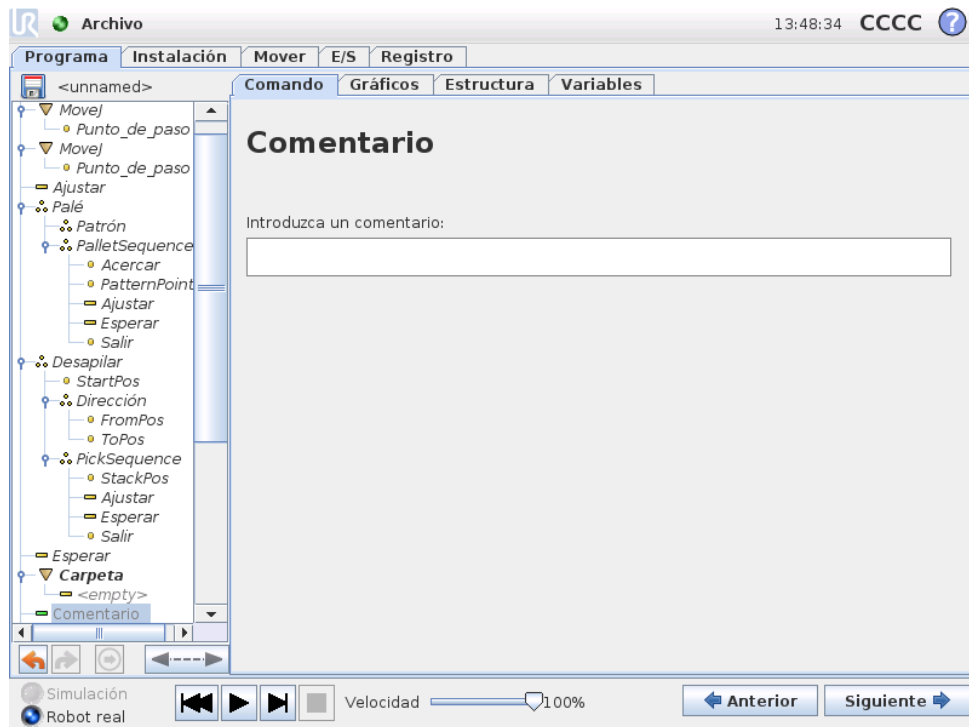
El aviso es un mensaje emergente que aparece en la pantalla cuando el programa llega a este comando. Puede seleccionarse el estilo del mensaje y también indicarse el texto con el teclado en pantalla. El robot espera a que el usuario/operador pulse el botón "OK" del aviso emergente antes de continuar con el programa. Si se selecciona la opción "Detener ejecución del programa", el programa del robot se detendrá al aparecer este aviso emergente.

13.12 Comando: Detener



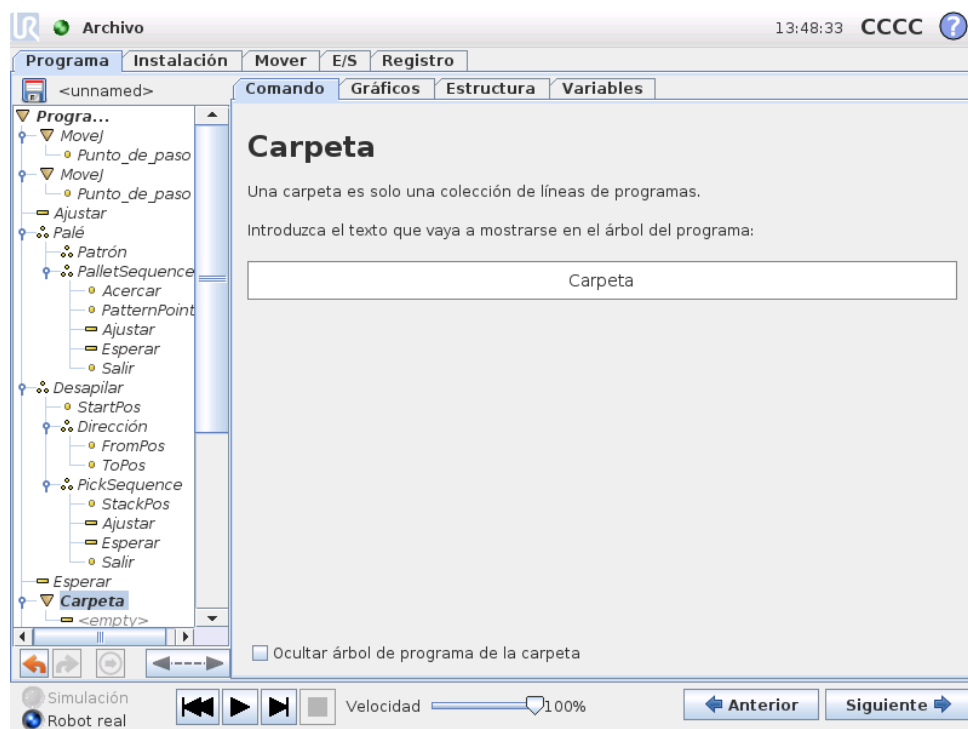
La ejecución del programa se detiene en ese punto.

13.13 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.

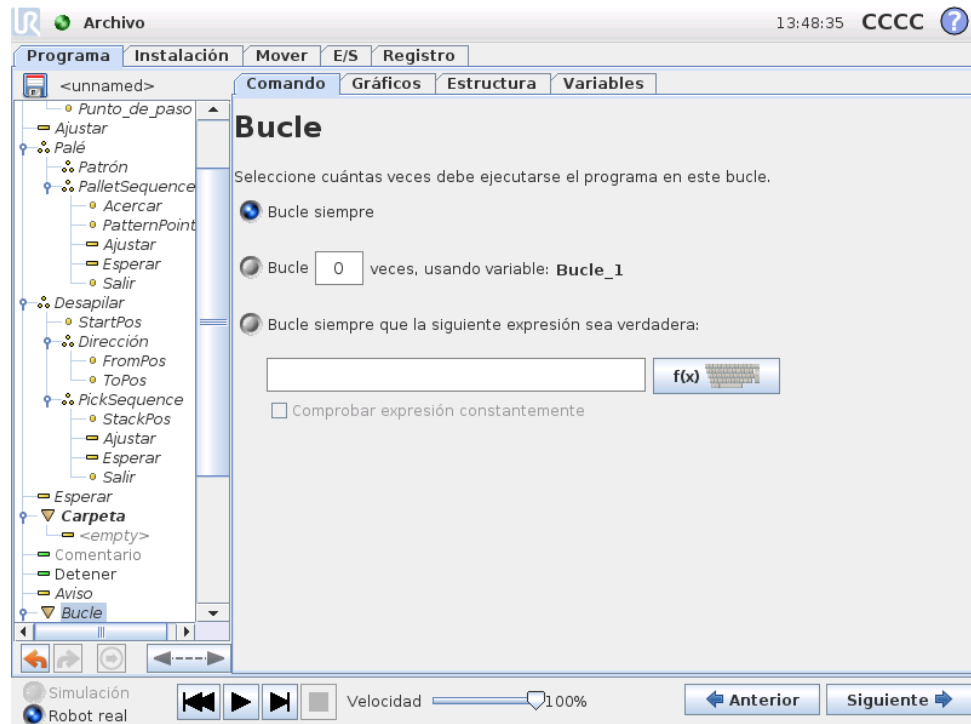
13.14 Comando: Carpeta



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.

Una carpeta no hace nada en sí.

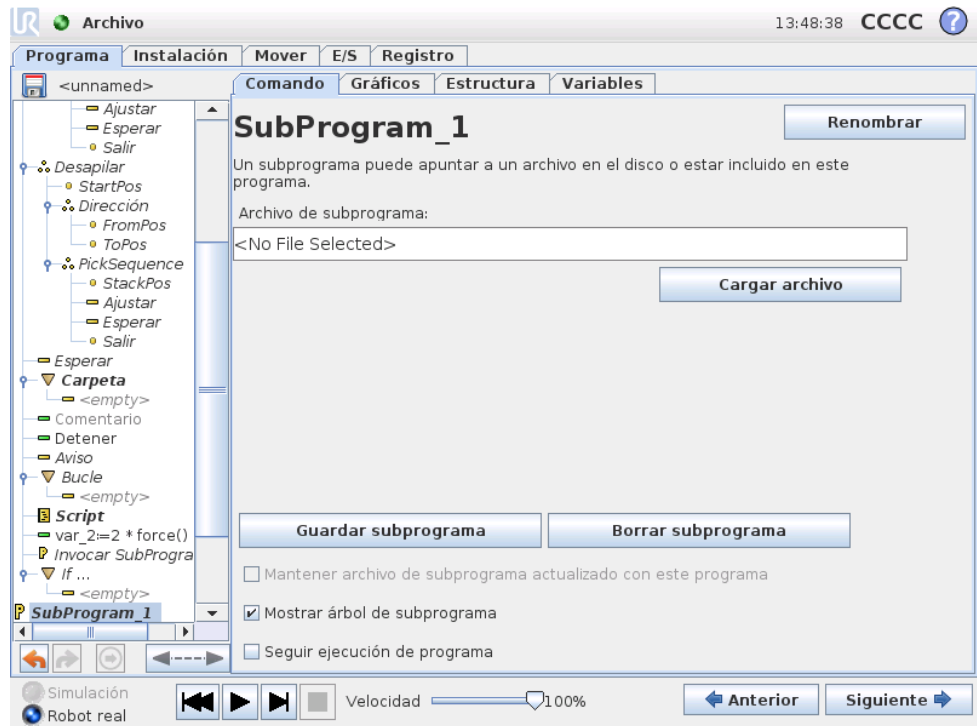
13.15 Comando: Bucle



Repita los comandos del programa subyacente. Dependiendo de lo que se seleccione, los comandos del programa subyacente se repiten hasta el infinito, un número determinado de veces o siempre que la condición dada sea verdadera. Al repetir en bucle un número determinado de veces, se crea una variable de repetición dedicada (denominada `loop_1` en la imagen anterior), que se puede usar en expresiones dentro del bucle. La variable de bucle cuenta desde 0 hasta $N - 1$.

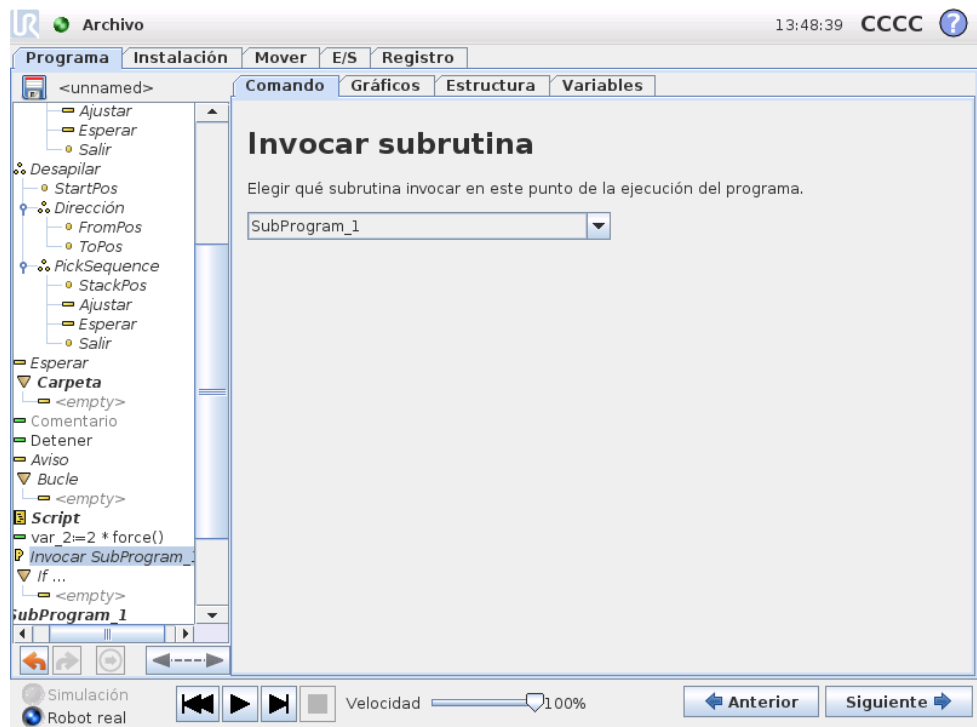
Al repetir en bucle usando una expresión como condición final, PolyScope proporciona una opción para evaluar continuamente dicha expresión, de modo que el “bucle” puede interrumpirse en cualquier momento durante su ejecución, en vez de solo detrás de cada iteración.

13.16 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.

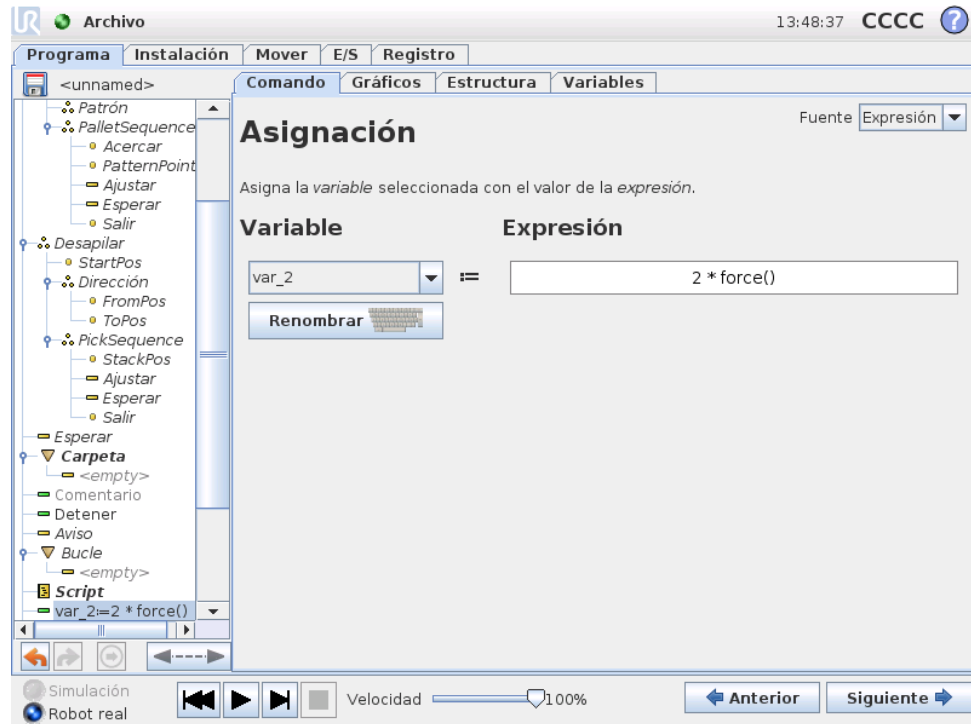
Comando: Invocar subprograma



13.17 Comando: Asignación

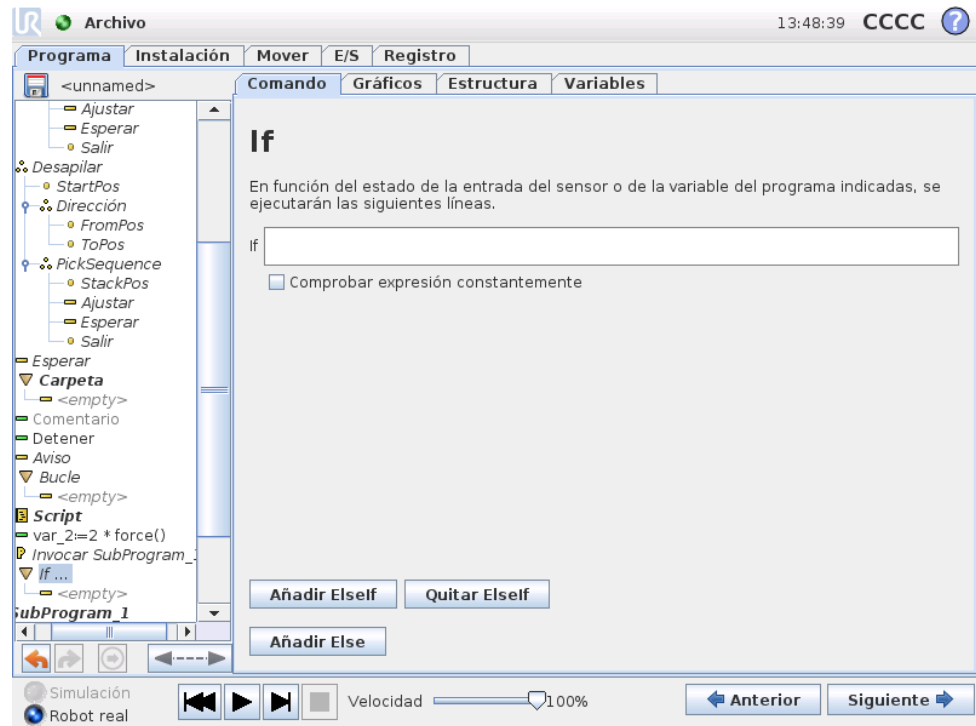
Al invocar un subprograma, se ejecutarán las líneas del programa en el subprograma y luego se regresará a la línea siguiente.

13.17 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.

13.18 Comando: If

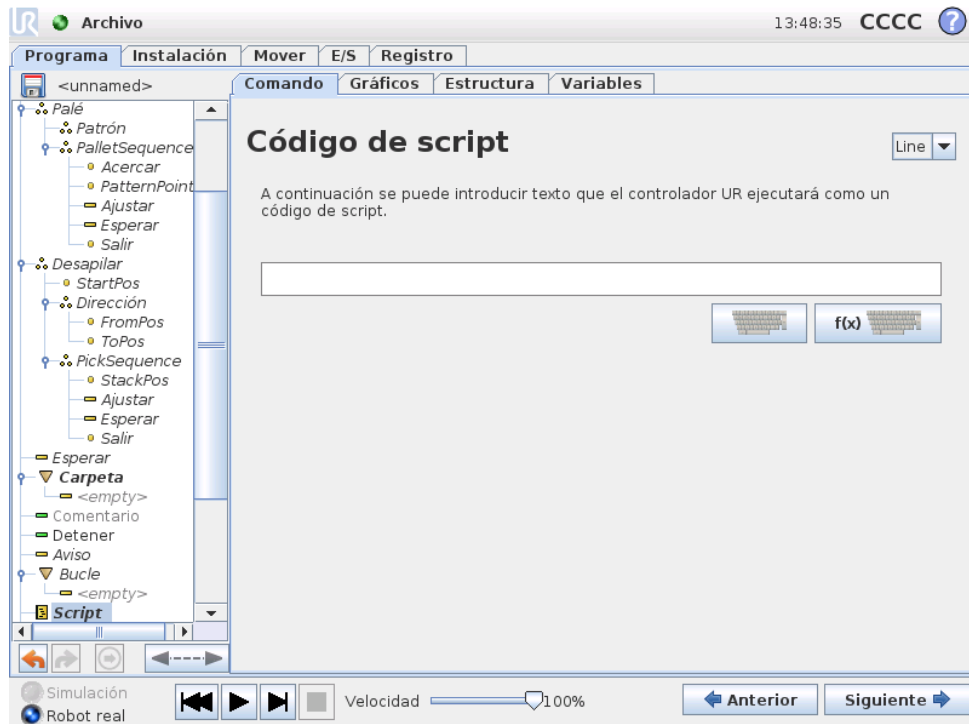


Con una estructura de control “si... entonces” el robot puede cambiar su comportamiento basándose en valores variables y entradas de sensores. Use el editor de expresiones para describir la condición por la que el robot debe ejecutar los comandos de este If. Si al evaluar la condición, esta resulta True (verdadera), se ejecutarán las líneas incluidas en este If.

Cada If puede tener varios ElseIf y un comando Else, que se pueden añadir usando los botones de la pantalla. Puede eliminarse un comando ElseIf de la pantalla para dicho comando.

La casilla Comprobar expresión constantemente permite evaluar las condiciones de las cláusulas If y ElseIf durante la ejecución de las líneas incluidas. Si al evaluar una expresión, esta resulta False (falsa) estando dentro del cuerpo de la parte If, se pasará a la siguiente cláusula ElseIf o Else.

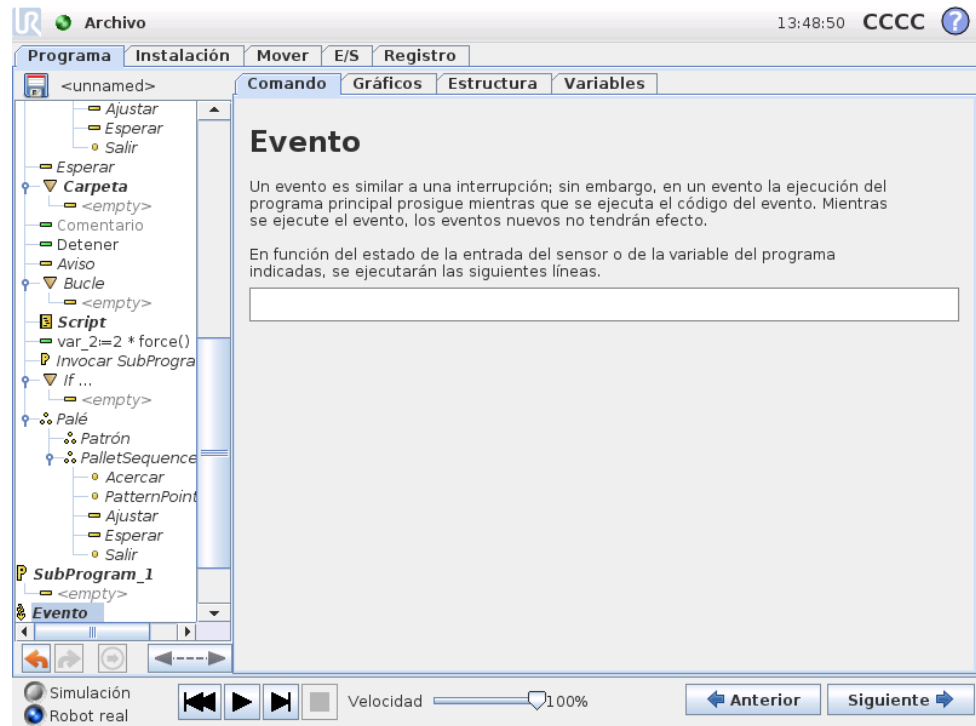
13.19 Comando: Script



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://support.universal-robots.com/>). Tenga en cuenta que solo los clientes OEM y los distribuidores de UR tienen acceso al sitio web.

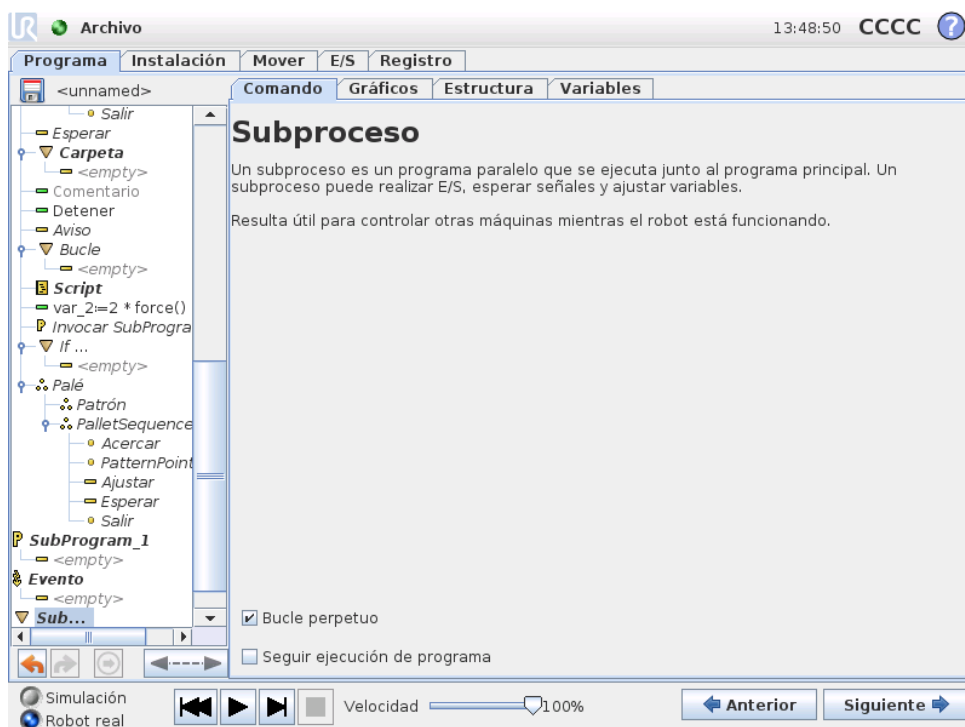
Si se elige la opción "Archivo" en la esquina superior izquierda, se pueden crear y modificar archivos de programas de script. De esta forma, pueden utilizarse programas de script complejos junto con la programación intuitiva de PolyScope.

13.20 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 100 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.

13.21 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.

13.22 Comando: Patrón



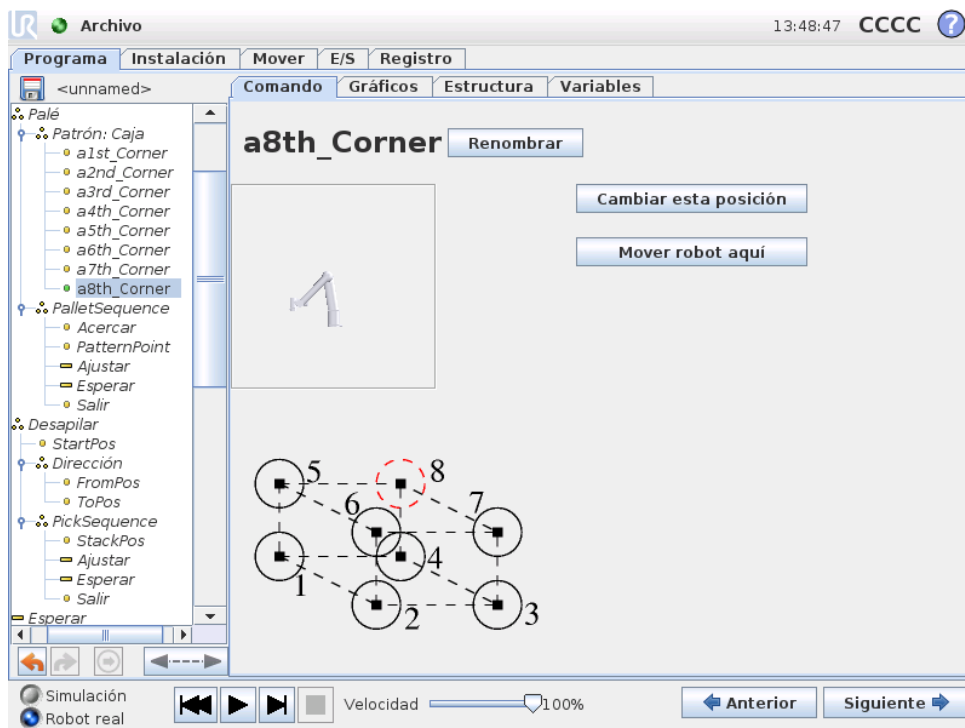
El comando Patrón puede usarse para alternar entre posiciones en el programa del robot. El comando de patrón corresponde a una posición en cada ejecución.

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.

13.23 Comando: Fuerza

El modo de fuerza se ocupa de la conformidad y las fuerzas en un eje seleccionable en el espacio de trabajo del robot. 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. A lo largo/alrededor de los ejes en los que existe conformidad, el brazo robótico cumplirá con el entorno, lo que significa que ajustará 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 debe

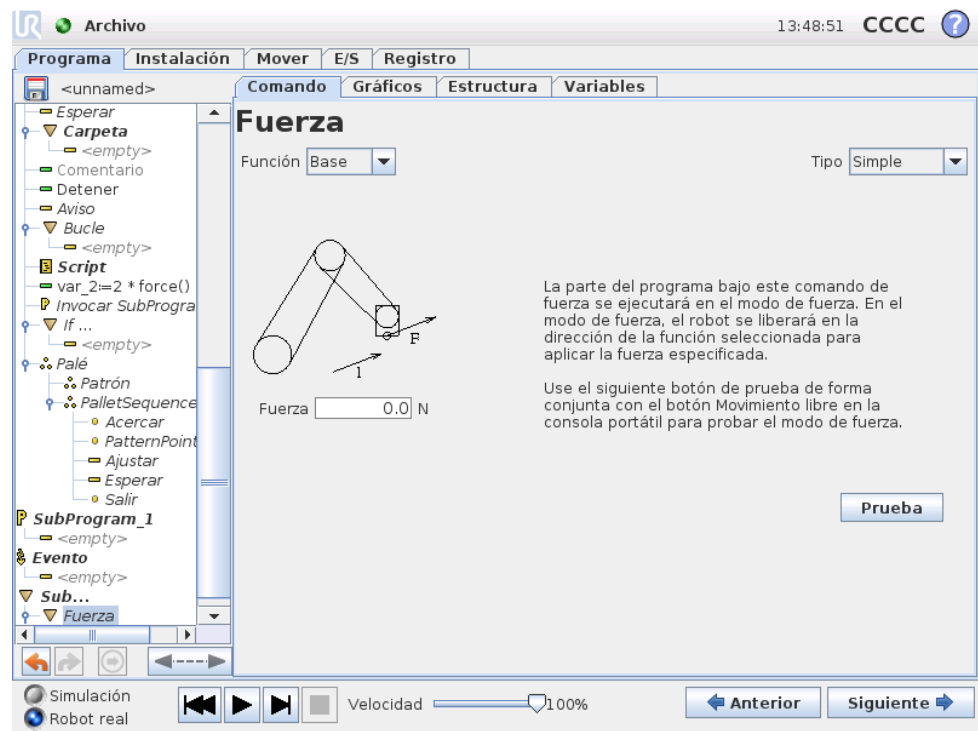
moverse por una superficie curva, o al empujar una pieza o tirar de ella. El modo de fuerza también permite aplicar determinados pares alrededor de ejes predefinidos. Tenga en cuenta que si no se encuentran obstáculos en un eje en el que se haya establecido una fuerza diferente a cero, el brazo robótico intentará acelerar a lo largo/por dicho eje.

Aunque se haya seleccionado la adaptabilidad de un eje, el programa del robot seguirá intentando moverlo a lo largo/alrededor de dicho eje. No obstante, el control de fuerza garantiza que el brazo robótico siga aproximándose a la fuerza especificada.



ADVERTENCIA:

Si la función de fuerza se utiliza de forma incorrecta, puede producir una fuerza de más de 150N. La fuerza programada se tendrá en cuenta durante la evaluación de riesgos.



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; véase 12.12.

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.

- **Simple:** 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 (13.27), cuando el robot está funcionando en modo de fuerza.

Selección de valores de fuerza

Puede configurarse una fuerza tanto para ejes adaptables como no adaptables, pero los efectos diferirán.

- **Conforme:** El brazo robótico ajustará su posición para lograr la fuerza seleccionada.
- **No conforme:** El brazo robótico seguirá su trayectoria, ajustada por el programa, mientras representa una fuerza externa del valor configurado aquí.

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].

Selección de límites

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

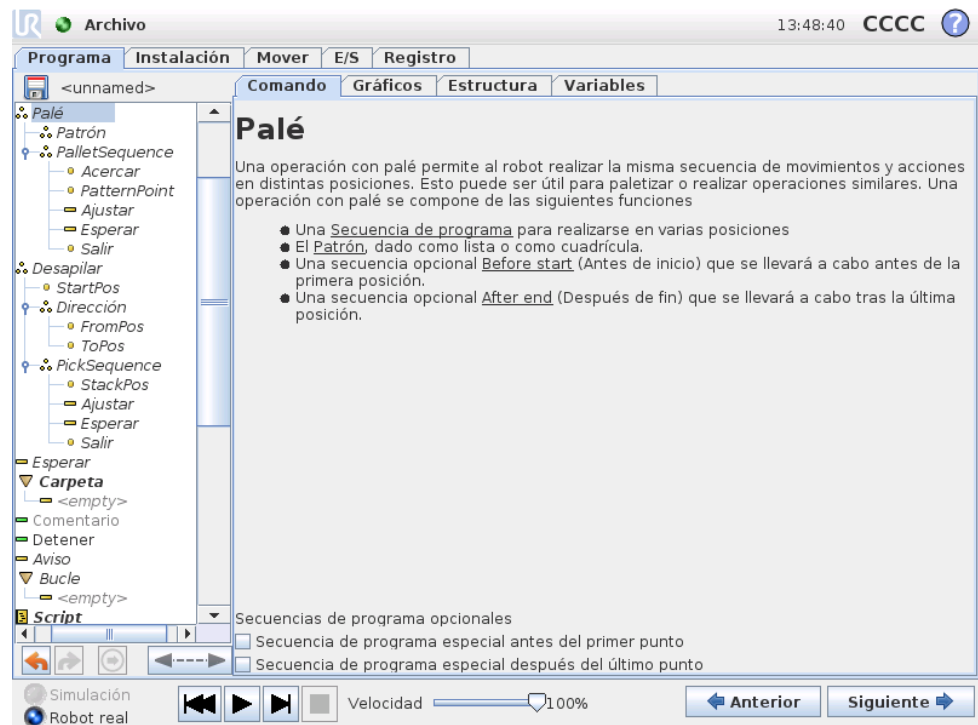
- **Conforme:** El límite es la velocidad máxima que puede alcanzar el PCH a lo largo/por el eje. Las unidades son [mm/s] y [grados/s].
- **No conforme:** El límite es la desviación máxima de la trayectoria del programa que se permite antes de las paradas de seguridad del robot. Las unidades son [mm]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

13.24 Comando: Palé



Una operación con palé puede realizar una secuencia de movimientos en una serie

13.25 Comando: Búsqueda

de lugares dados como patrón, tal y como se describe en 13.22. 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”

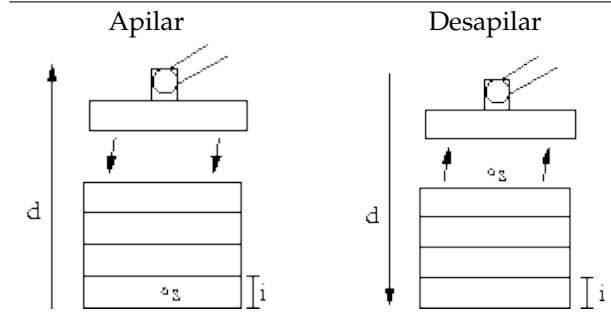
La secuencia `BeforeStart` se ejecuta antes de que comience la operación. Esto puede usarse para esperar señales de que el sistema está preparado.

“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.

13.25 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.



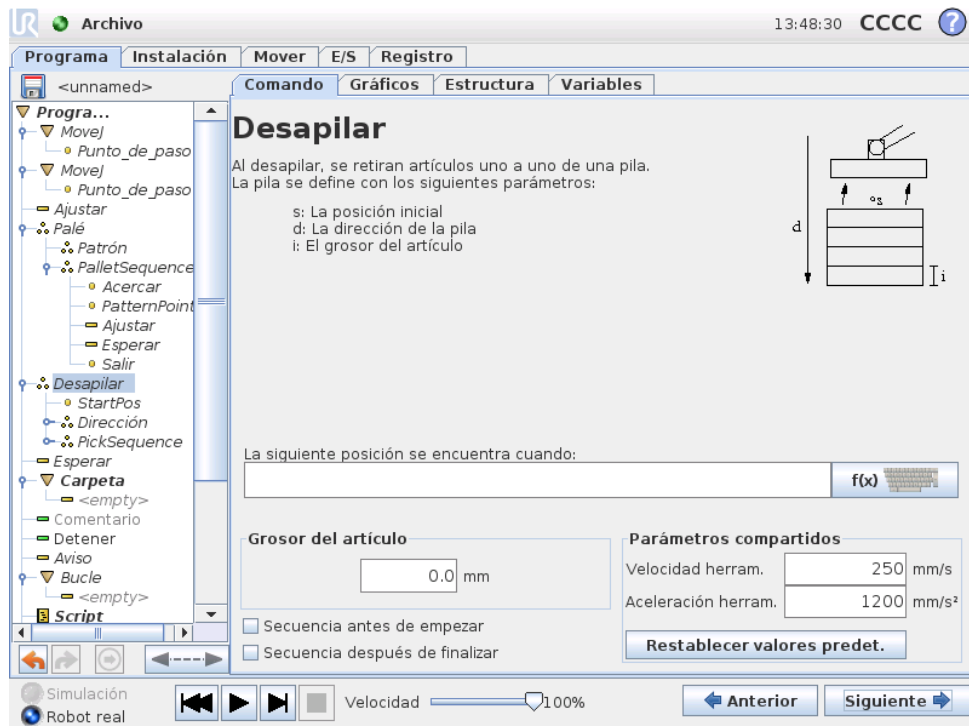
Al programar una operación de búsqueda para trabajar en una pila, hay que definir el punto de inicio s , la dirección de apilado d y el grosor i de los artículos de la pila. Además de esto, hay que definir la condición para cuando se alcance la siguiente posición de la pila, una secuencia especial del 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

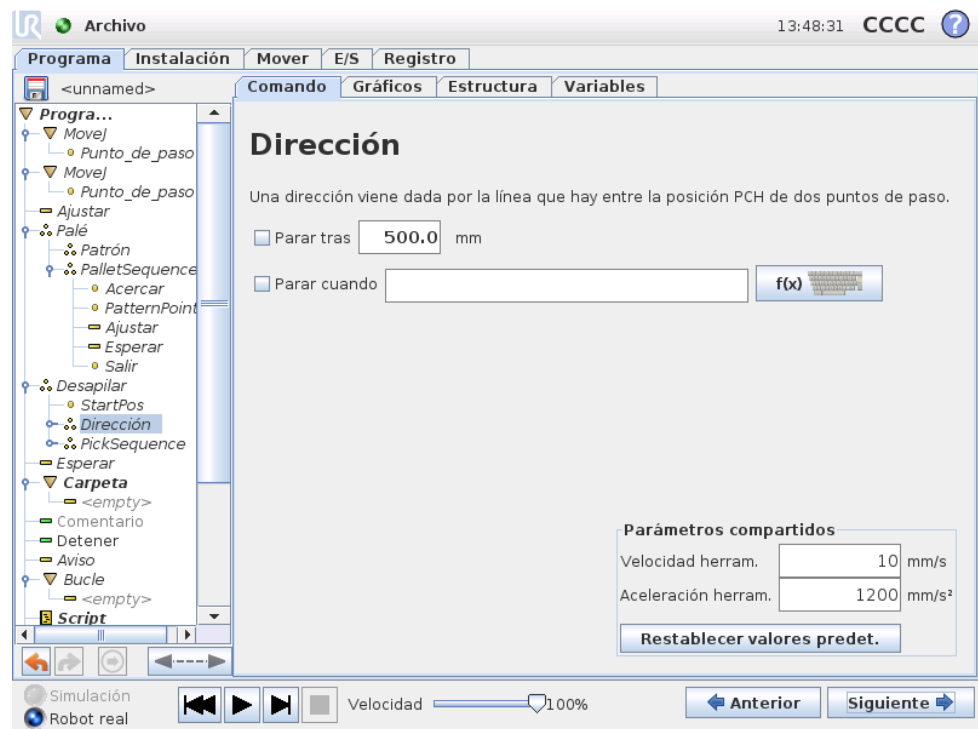


Al desapilar, el brazo robótico se mueve desde la posición inicial en la dirección indicada para buscar el siguiente artículo. La condición de la pantalla determina cuándo se alcanzará el siguiente artículo. Cuando se satisface la condición, el robot recuerda la posición y ejecuta la secuencia especial.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

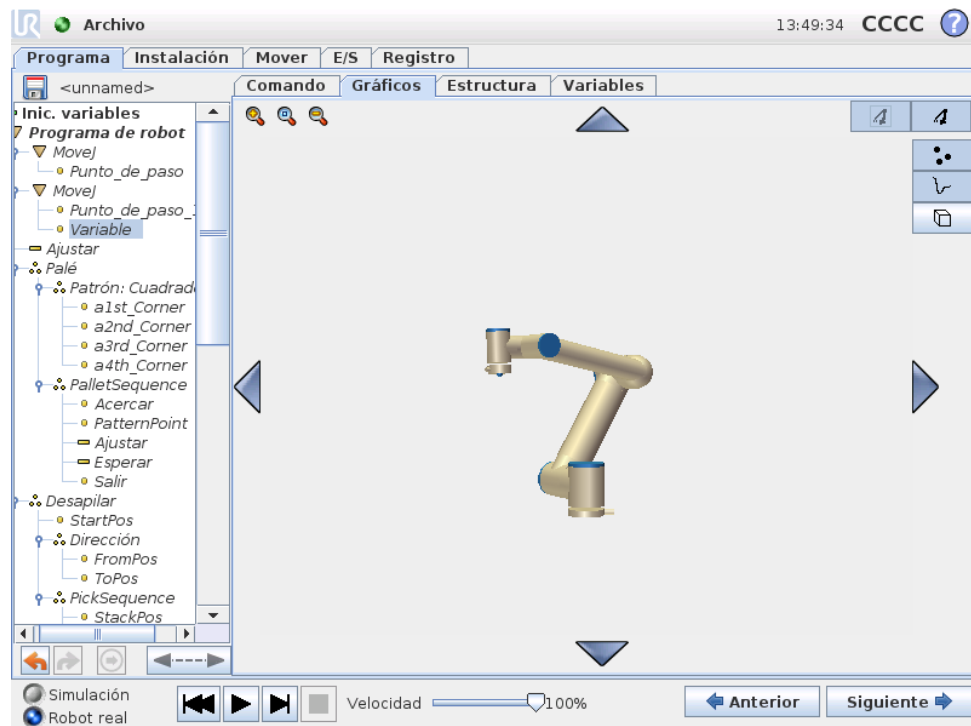
Secuencia Coger/Colocar

Al igual que la operación con palé (13.24), se realiza una secuencia especial del programa en cada posición de pila.

13.26 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.

13.27 Ficha Gráficos



Es la representación gráfica del programa del robot en uso. La trayectoria del punto central de la herramienta (PCH) se muestra en la 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 (ver 15.11), 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 en el que están activos los límites del modo *Normal* (ver 15.5). El límite de orientación de la herramienta se visualiza con un

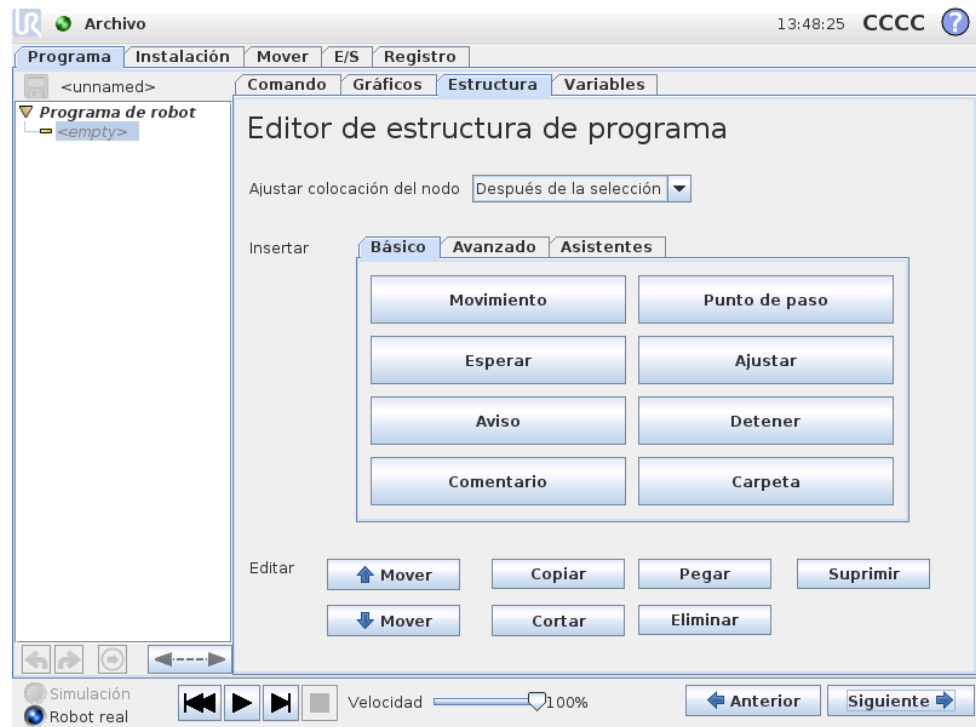
como esférico junto con un vector que indica la orientación actual de la herramienta robótica. El interior del cono representa la zona permitida para la orientación de la herramienta (vector).

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 de la vista 3D. El botón inferior activa/desactiva la visualización de los límites proximales.

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

13.28 Ficha Estructura



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

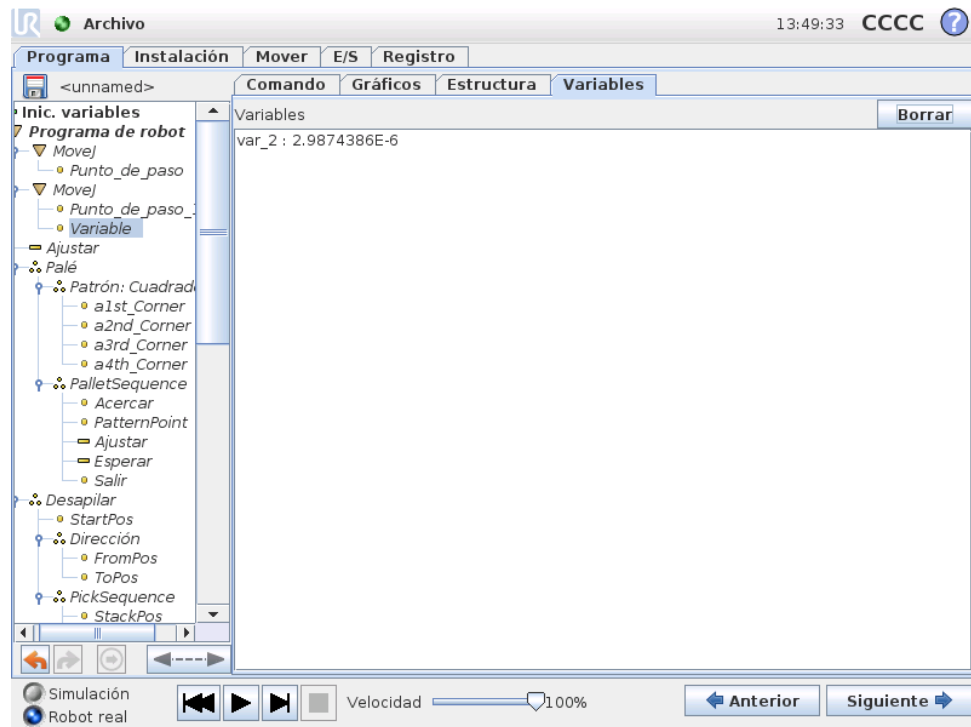
Para insertar nuevos comandos, siga estos pasos:

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

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

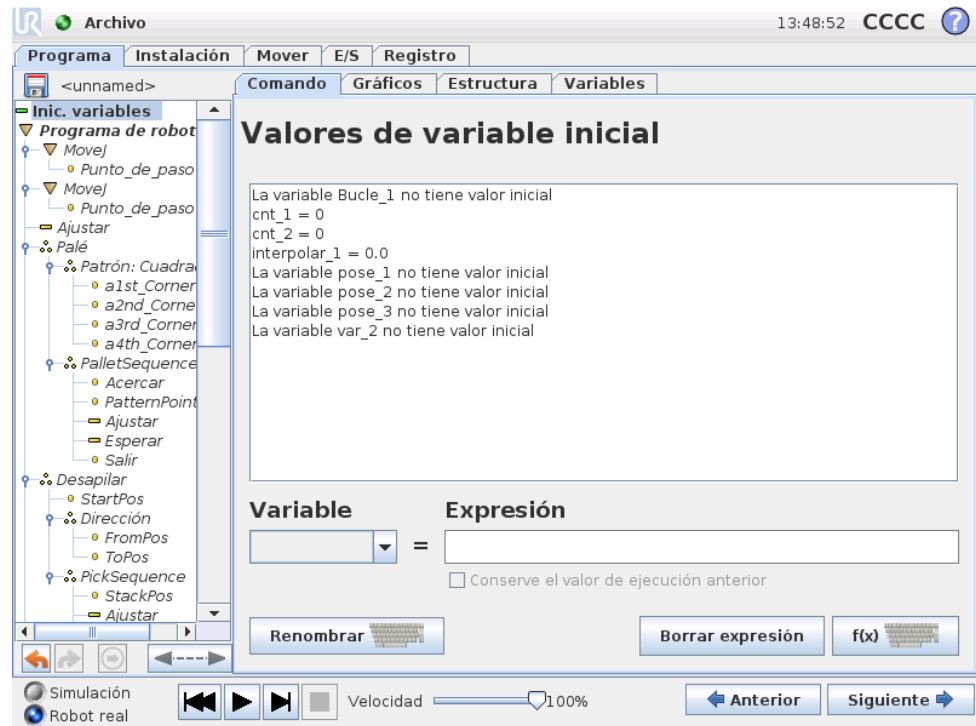
No todos los comandos son aptos para todos los lugares de un programa. Los Puntos de paso deben estar bajo un comando Mover (aunque no necesariamente justo debajo). Los comandos ElseIf y Else deben estar después de un If. En general, mover los comandos ElseIf puede resultar confuso. Deben asignarse variables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

13.29 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.

13.30 Comando: Inicialización de variables



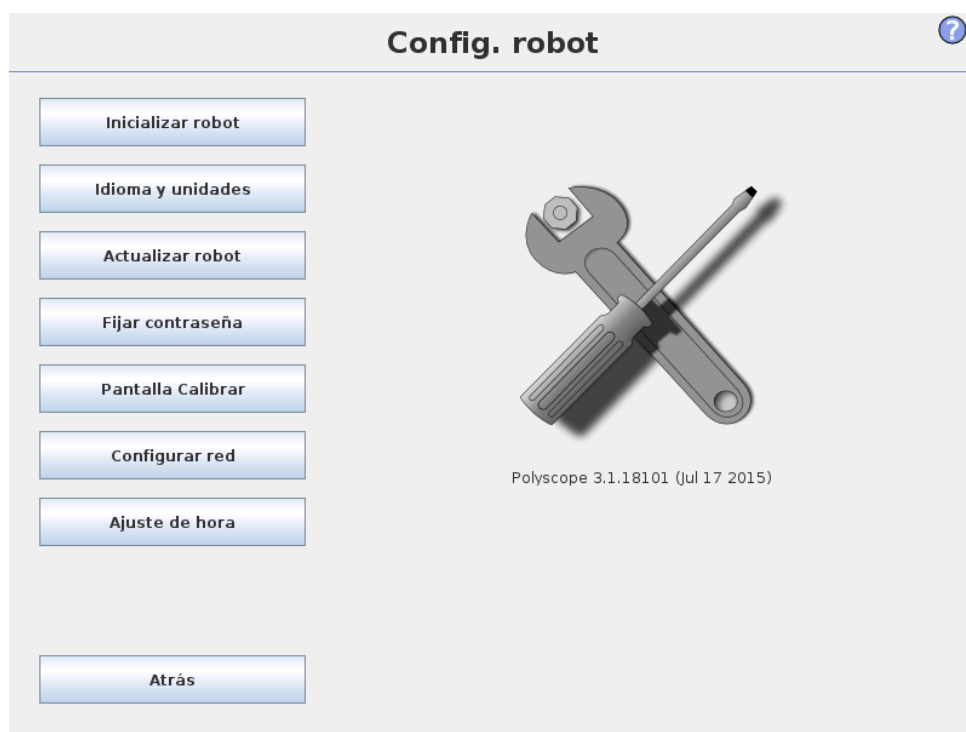
Esta pantalla permite ajustar valores de variables antes de que el programa (y cualquier subproceso) empiece a ejecutarse.

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 “Prefiere mantener el valor de la última ejecución”, la variable se inicializará según el valor que haya en la ficha Variables, que se describe en 13.29. Esto permite que las variables mantengan 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).

14 Pantalla de configuración



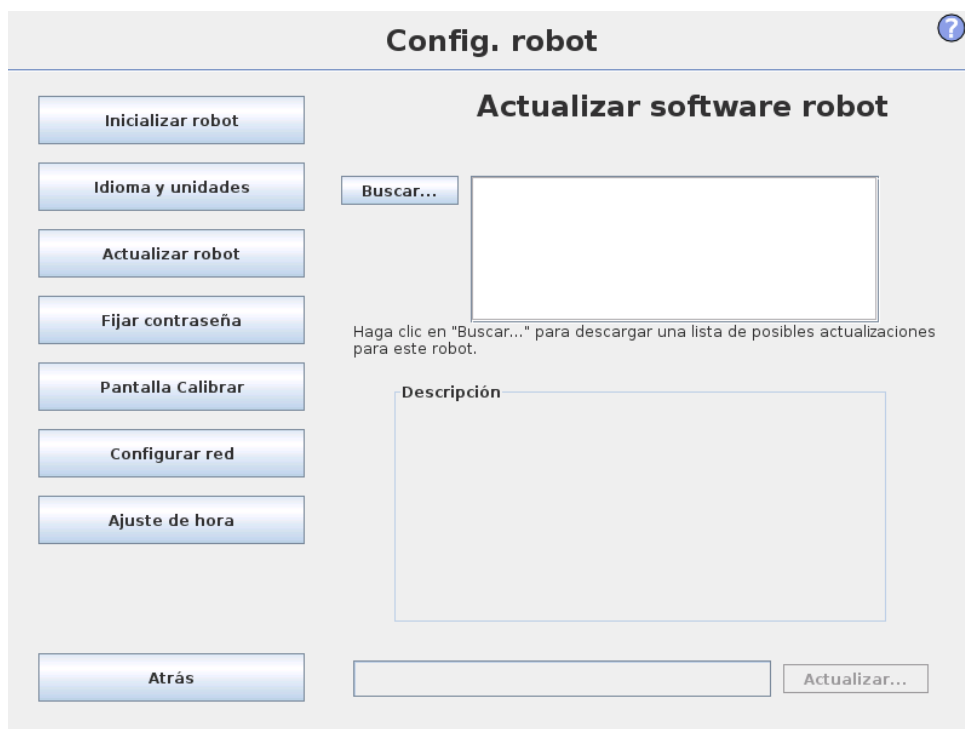
- **Inicializar robot** Abre la pantalla de inicialización; véase 10.4.
- **Idioma y unidades** Configure el idioma y las unidades de medida para la interfaz de usuario; véase 14.1.
- **Actualizar robot** Actualiza el software del robot a una versión más reciente; véase 14.2.
- **Fijar contraseña** Permite bloquear la parte de programación del robot para personas que no tengan contraseña; véase 14.3.
- **Calibrar pantalla** Calibra la función “táctil” de la pantalla táctil, consulte 14.4.
- **Configurar red** Abre la interfaz donde se configura la red Ethernet para la caja de control del robot; véase 14.5.
- **Ajustar hora** Ajuste la hora y la fecha del sistema y configure los formatos de visualización del reloj; véase 14.6.
- **Atrás** Regresa a la pantalla de bienvenida.

14.1 Idioma y unidades

The screenshot shows the 'Config. robot' window with a sidebar on the left containing buttons for 'Inicializar robot', 'Idioma y unidades', 'Actualizar robot', 'Fijar contraseña', 'Pantalla Calibrar', 'Configurar red', and 'Ajuste de hora'. The main area is titled 'Config. robot' and contains two sections: 'Selección de idioma' with a dropdown menu set to 'Español' and an unchecked checkbox for 'English programming'; and 'Selección de unidades' with radio buttons for 'Sistema métrico' (selected) and 'Sistema anglosajón'. At the bottom, there is a note: 'Reinicie PolyScope para que entren en vigor los nuevos ajustes' and buttons for 'Atrás' and 'Reiniciar ahora'.

El idioma y las unidades 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.

14.2 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.

14.3 Fijar contraseña

The screenshot shows a web interface titled "Config. robot" with a help icon in the top right. On the left is a vertical menu with buttons for: "Inicializar robot", "Idioma y unidades", "Actualizar robot", "Fijar contraseña", "Pantalla Calibrar", "Configurar red", "Ajuste de hora", and "Atrás". The main content area is divided into two sections:

- Cambiar contraseña del sistema:** Includes a descriptive paragraph: "Las contraseñas garantizan la protección de los cambios realizados en las funciones y el comportamiento de los robots. Las áreas en las que puedan realizarse modificaciones estarán protegidas." Below this are two input fields labeled "Contraseña" and "Confirmar contraseña", followed by an "Aplicar" button.
- Cambiar contraseña de seguridad:** Includes a descriptive paragraph: "Para establecer una contraseña para la configuración de seguridad, introduzca y confirme una nueva contraseña y, a continuación, haga clic en el botón. Para borrar la contraseña, introduzca la contraseña actual y haga clic en el botón." Below this are three input fields: "Introducir contraseña actual", "Contraseña", and "Confirmar contraseña", followed by 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:

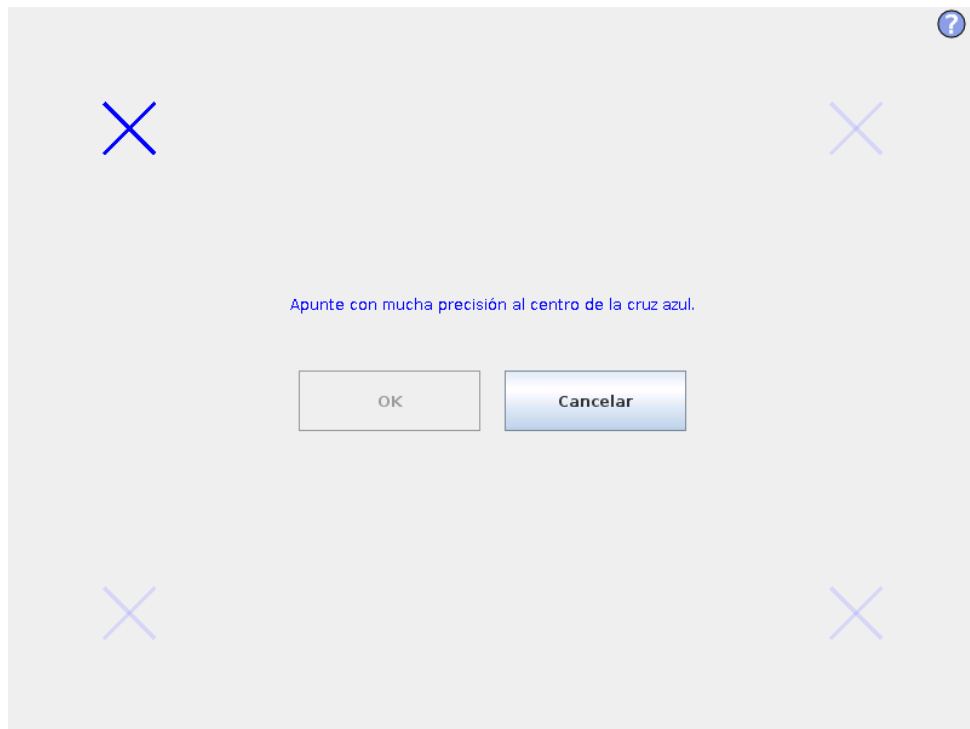
Para cambiar la configuración de seguridad, debe establecerse la contraseña de seguridad.



ADVERTENCIA:

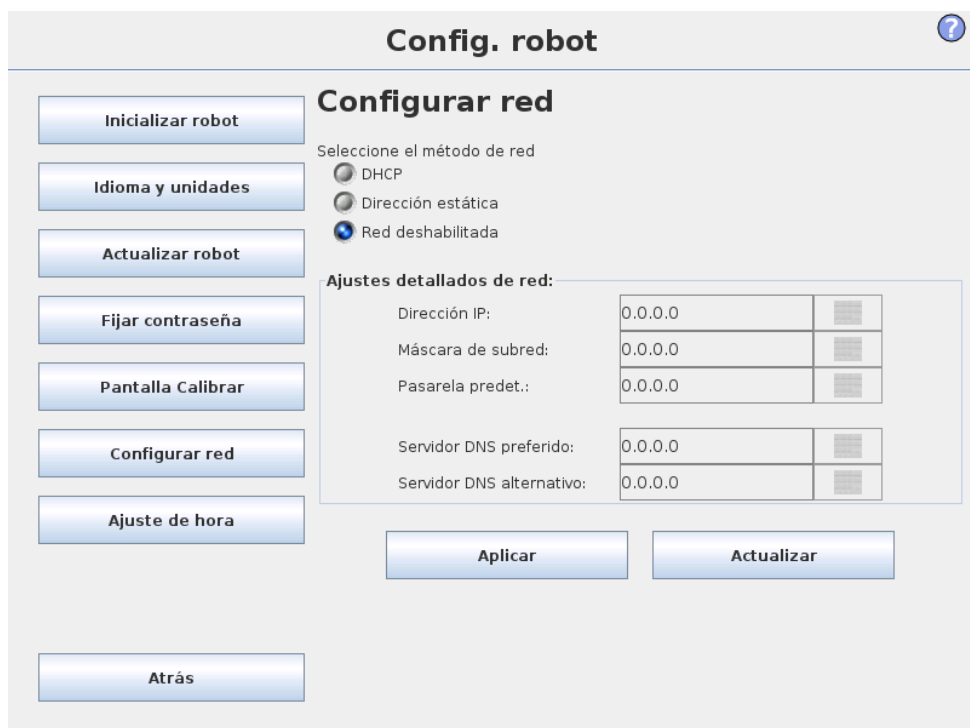
Añada una contraseña del sistema para impedir que el personal cambie la instalación del robot sin autorización.

14.4 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.

14.5 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.

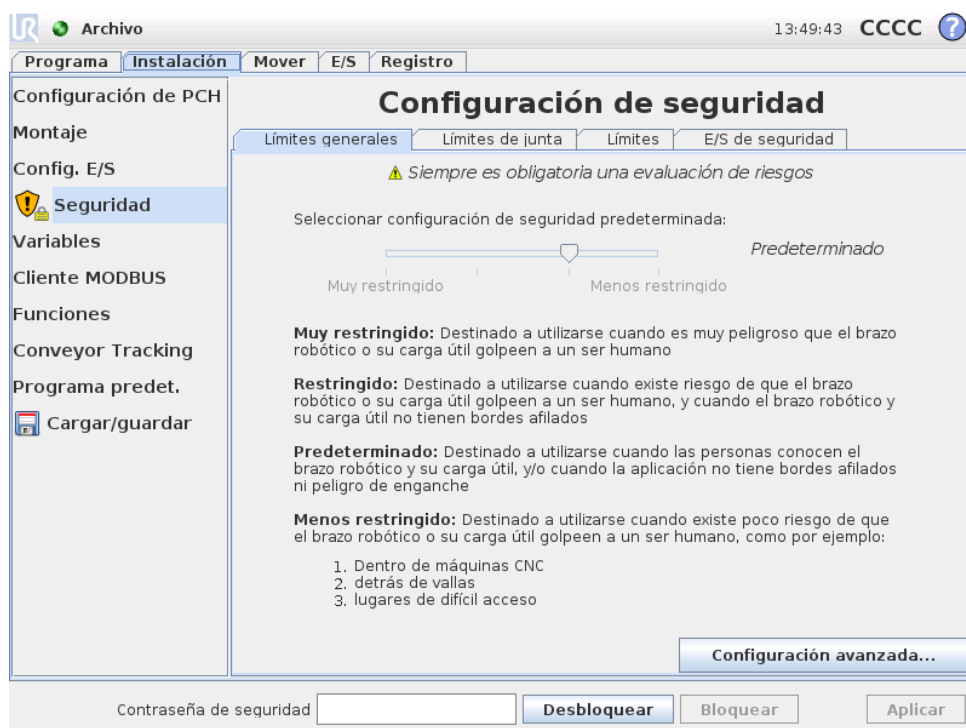
14.6 Ajuste de hora

The screenshot shows the 'Config. robot' interface with a sidebar on the left containing buttons for 'Inicializar robot', 'Idioma y unidades', 'Actualizar robot', 'Fijar contraseña', 'Pantalla Calibrar', 'Configurar red', 'Ajuste de hora', and 'Atrás'. The main area is titled 'Config. robot' and contains two sections: 'Ajuste de hora' and 'Ajuste de fecha'.
Ajuste de hora: Under 'Formato de la hora', '24 horas' is selected with a blue radio button, and '12 horas' is unselected. Under 'Seleccione el momento actual', there are three columns of time digits: '13', '48', and '11'. Each digit is in a box with '+' and '-' buttons above and below it.
Ajuste de fecha: Under 'Seleccione la fecha de hoy:', a text box contains 'Jul 17, 2015'. Under 'Formato de la fecha:', 'July 17, 2015' is unselected, 'Jul 17, 2015' is selected with a blue radio button, and '7/17/15' is unselected.
 At the bottom right, there is a note: 'Reinicie PolyScope para que entren en vigor los nuevos ajustes' and a 'Reiniciar ahora' 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 Configuración de seguridad

El robot está equipado con un sistema de seguridad avanzado. Dependiendo de las características particulares de su espacio de trabajo, los ajustes del sistema de seguridad deben configurarse de modo que garanticen la seguridad de todo el personal y los equipos cercanos al robot. Para obtener más información sobre el sistema de seguridad, consulte Manual de instalación del hardware. Puede acceder a la pantalla Configuración de seguridad desde la pantalla Bienvenida (ver 10.3) pulsando el botón Programar robot, seleccionando la ficha Instalación y tocando Seguridad. La configuración de seguridad está protegida mediante contraseña (ver 15.7).



ADVERTENCIA:

1. Siempre es obligatoria una evaluación de riesgos.
2. Todos los ajustes de seguridad a los que se puede acceder a través de esta pantalla y sus fichas secundarias deben configurarse según la evaluación de riesgos.
3. El integrador debe garantizar que todos los cambios de los ajustes de seguridad se realicen según la evaluación de riesgos.

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 15.9.
- 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 15.10.
- 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 15.5). El límite de orientación de la herramienta establece un límite fijo en la orientación del PCH del robot. Si desea más detalles, consulte 15.11.
- La ficha secundaria *E/S de seguridad* define funciones de seguridad para salidas y entradas configurables (consulte 12.2). Por ejemplo, *Parada de emergencia* puede configurarse como una entrada. Si desea más detalles, consulte 15.12.

15.1 Cambio de la configuración de seguridad





NOTA:

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

1. Hacer una evaluación de riesgos.
2. Ajustar la configuración de seguridad al nivel adecuado (consulte en nuestro manual las normas y directivas relativas al establecimiento de los límites de seguridad).
3. Probar la configuración en el robot.
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 15.4 en Manual de PolyScope)."

15.2 Sincronización de seguridad y errores

El estado de la configuración de seguridad aplicada, en comparación con la instalación del robot que ha cargado la IGU, se representa mediante el icono de protección 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:

- Aparece un icono rojo de error junto al texto *Seguridad* en la parte izquierda de la pantalla.
- La(s) subficha(s) con errores se marca con un icono rojo de error en la parte superior.
- 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 deje de aparecer 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.

15.3 Tolerancias

En la *Configuración de seguridad* se definen límites físicos. Los campos de entrada de estos límites excluyen las tolerancias: donde corresponda, las tolerancias se mostrarán junto al campo. El *Sistema de seguridad* recibe los valores de los campos de entrada y detecta cualquier incumplimiento de estos valores. El *Brazo robótico* intenta evitar cualquier incumplimiento relacionado con el sistema de seguridad, y ofrece una parada de protección deteniendo la ejecución del programa cuando se alcanza el límite menos la tolerancia. Tenga en cuenta que esto significa que es posible que un programa no pueda realizar movimientos muy cerca de un límite (p. ej., es posible que el robot no pueda obtener la velocidad máxima exacta especificada por un límite de velocidad de junta o el límite de velocidad de PCH).



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.

15.4 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.

15.5 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 15.11), o cuando se activa utilizando una entrada configurable (consulte 15.12).

Modo Recuperación: Cuando el brazo robótico incumple uno de los otros modos (es decir, el modo *Normal* o *Reducido*) y se produce una parada de categoría 0, el brazo robótico arrancará en modo *Recuperación*. Este modo permite ajustar el brazo robótico manualmente hasta resolver todos los incumplimientos. En este modo no es posible ejecutar programas para 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 a los límites.

Las subfichas 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.

15.6 Modo Movimiento libre

En modo *Movimiento libre* (consulte 12.1.5), 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.

15.7 Bloqueo por contraseña

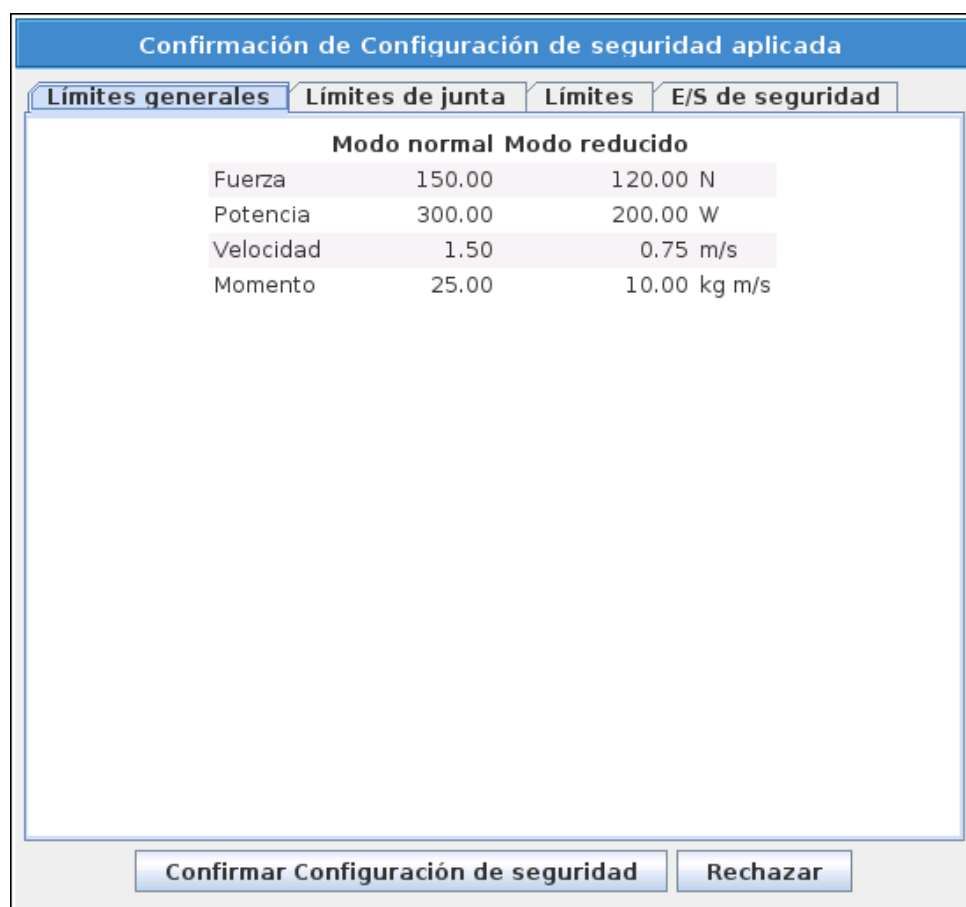
Todos los ajustes de esta pantalla permanecen bloqueados hasta que se introduce la contraseña de seguridad correcta (ver 14.3) en el campo de texto blanco de la parte inferior de la pantalla y se pulsa el botón *Desbloquear*. La pantalla puede volver a bloquearse haciendo clic en el botón *Bloquear*. 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.

15.8 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 diálogo de confirmación en la figura 15.8.



Además, tras la confirmación, los cambios se guardan automáticamente como parte de la instalación actual del robot. Consulte 12.5 si desea más información sobre cómo guardar la instalación del robot.

15.9 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 12.1.5), cuando la velocidad actual del PCH del robot se acerque al límite de *Velocidad*, el usuario sentirá una fuerza repelente que aumentará de magnitud cuanto más se acerque la velocidad al límite. La fuerza se genera cuando la velocidad actual esté a unos 250 mm/s del límite.

Ajustes básicos El subpanel de límites generales iniciales, que aparece como pantalla predeterminada, tiene un control deslizante con los siguientes conjuntos de valores predefinidos para los límites generales en modo *Normal* y *Reducido*:

Muy restringido: Destinado a utilizarse cuando es muy peligroso que el brazo robótico o su carga útil golpeen a un ser humano.

Restringido: Debe utilizarse cuando exista un alto riesgo de que el brazo robótico o su carga útil golpeen a un ser humano, y cuando ni el brazo robótico ni su carga tengan bordes afilados.

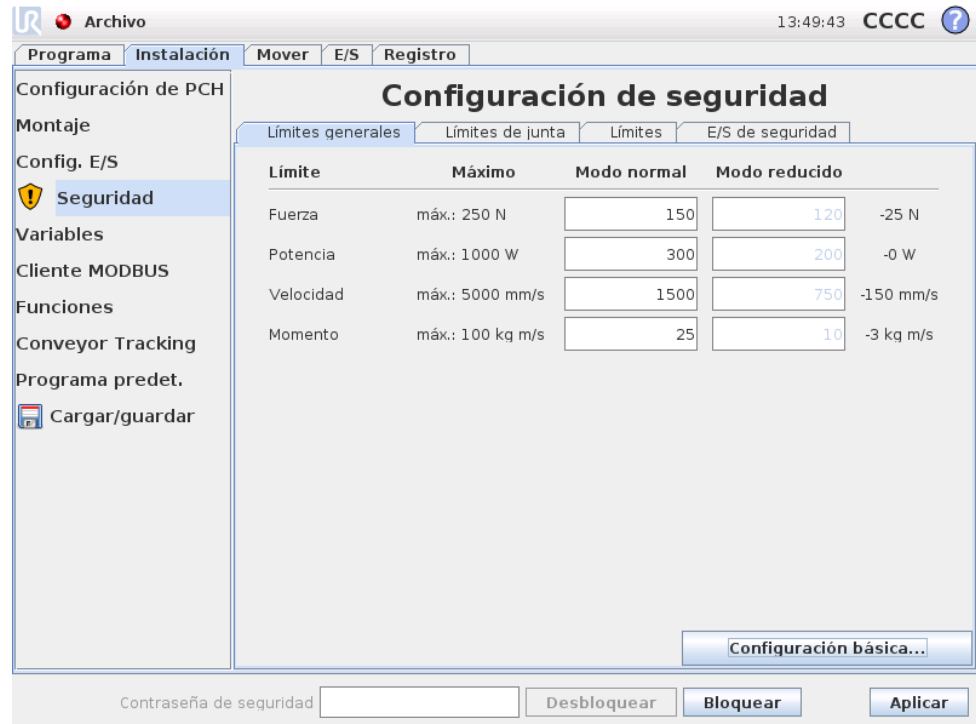
Predeterminado: Destinado a utilizarse cuando las personas conocen el brazo robótico y su carga útil, y/o cuando la aplicación no tiene bordes afilados ni peligro de enganche.

Menos restringido: Debe utilizarse cuando exista poco riesgo de que el brazo robótico o su carga útil golpeen a un ser humano, por ejemplo dentro de máquinas de CNC, detrás de vallas o en lugares de difícil acceso.

Estos modos son simples sugerencias, y siempre es necesario realizar una evaluación de riesgos.

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 15.9 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.

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 15.11 y 15.12 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 15.3). 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).



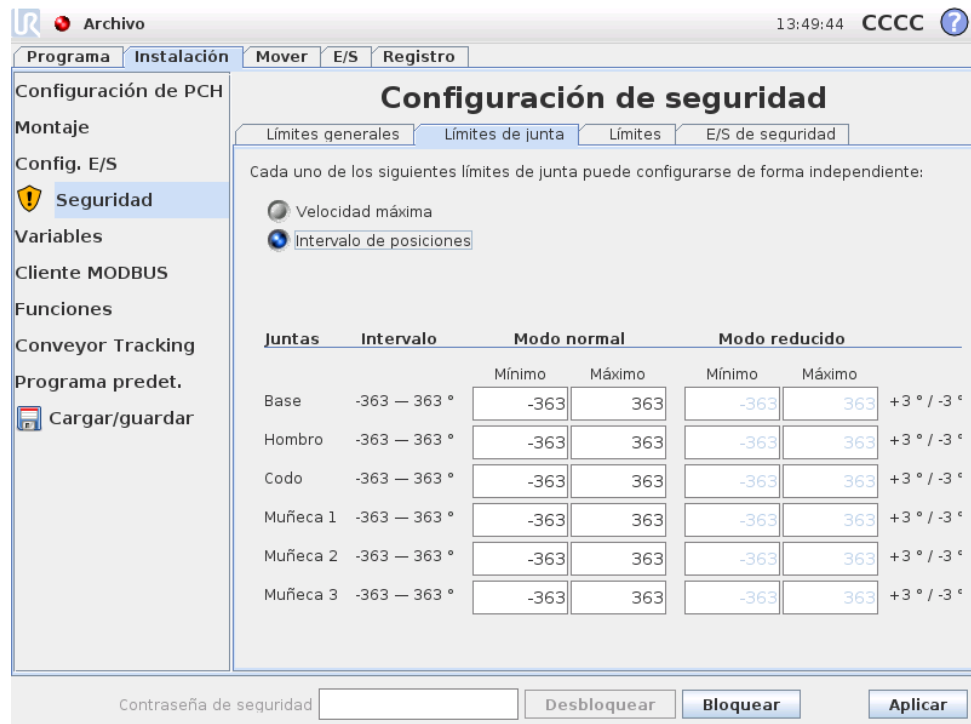
ADVERTENCIA:

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.

15.10 Límites de junta



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 12.1.5), 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 15.11 y 15.12 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 15.3). 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 una 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.

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 15.11 y 15.12 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.

15.11 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 12.12).

**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 12.1.5) no estarán disponibles.

En modo *Movimiento libre* (consulte 12.1.5), 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.

15.11.1 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 15.11.2) a la derecha de este panel. El plano de seguridad puede configurarse en la sección *Propiedades* del plano de seguridad (ver 15.11.3), 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 robótica. La configuración del límite puede especificarse en la sección *Propiedades* del límite de la herramienta (ver 15.11.4), 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 15.11.3 y 15.11.4) mediante uno de los siguientes iconos:  /  /  / .

15.11.2 Visualización 3D

La *Vista 3D* muestra los planos de seguridad configurados y el límite de orientación de la herramienta robótica, 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 robótica. 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.

15.11.3 Configuración de un plano de seguridad




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







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

Función de copia La posición y la normal del plano de seguridad se especifican utilizando una función (ver 12.12) 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 el tipo de plano y el punto. 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 15.11.3), 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 correspon-

diente 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 de PCH está a punto de cruzar un plano de seguridad de límite estricto activo menos la tolerancia (ver 15.3) y 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 de 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 15.5), 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 15.12 para obtener más información).

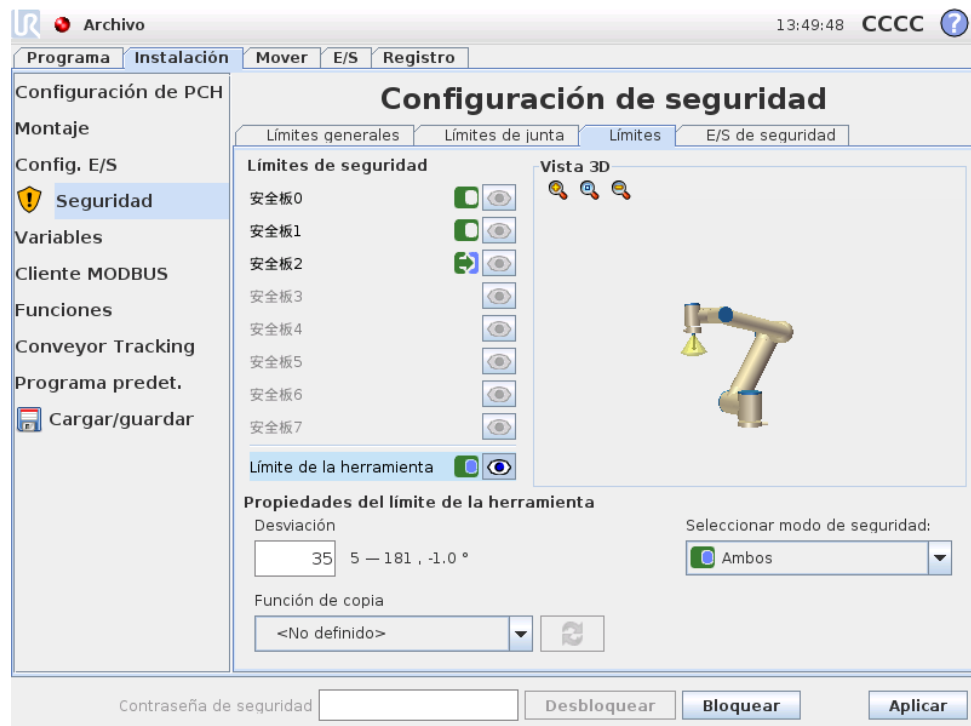
Cuando ya no existe ninguna de las situaciones anteriores, el sistema de seguridad vuelve al modo *Normal*.

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*.

15.11.4 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 robótica compuesta 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 12.12) 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 el tipo de plano y el punto. 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.

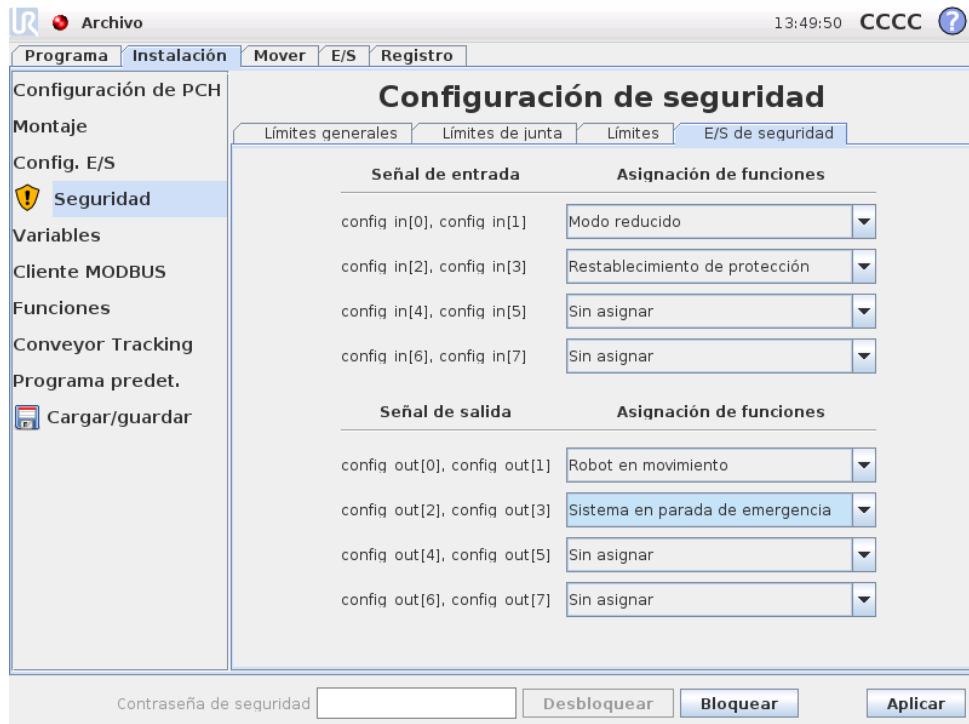
Modo de seguridad El menú desplegable de la parte derecha del panel *Propiedades del límite* de la herramienta se utiliza para elegir el *modo de seguridad* del límite de orientación de la herramienta. Las opciones disponibles son:

 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 15.3) y 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).

15.12 E/S de seguridad



Esta pantalla define las *funciones de seguridad* de las entradas y salidas (E/S) configurables. Las E/S se dividen entre las entradas y salidas, y se agrupan en pares de forma que cada función tenga una E/S PLD y de categoría 3 para la seguridad (en caso de que una de las E/S vaya a dejar de ser fiable).

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 3 *Funciones de seguridad* para señales de entrada, y 4 para señales de salida.

Señales de entrada Para las señales de entrada pueden seleccionarse las siguientes *Funciones de seguridad*:

- Parada de emergencia: Si se selecciona, ofrece la posibilidad de tener un botón alternativo de Parada de emergencia además del que está en la consola portátil. Esto ofrecerá la misma función que el botón de Parada de emergencia ofrece en la consola portátil con un dispositivo ISO 13850:2006 conectado.
- 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 15.5 si desea obtener más información). Cuando se selecciona esta función de seguridad de 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 15.11.3 si desea más información).

- Restablecimiento de protección: Si la Parada de protección está conectada en las E/S de seguridad, se utiliza el Restablecimiento de protección 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 entrada de Restablecimiento de seguridad se configura para las clavijas de entrada 0 y 1. Deshabilitarla totalmente implica que el brazo robótico deja de estar en parada de protección en cuanto la entrada de parada de protección es alta. Es decir, sin una entrada de restablecimiento de protección, las entradas de parada de protección SI0 y SI1 (ver Manual de instalación del hardware) determinan totalmente si el estado de parada de protección está activo o no.

Señales de salida Para las señales de entrada 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 recibe una señal baja cuando el sistema de seguridad se ha activado y está en Parada de emergencia. De lo contrario, el estado es de señal alta.
- Robot en movimiento: Se recibe 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 que no se detiene: 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.
- Sin modo Reducido: Es lo contrario del modo *Reducido* anteriormente definido.