



UNIVERSAL ROBOTS

UR-6-85-5-A

Manual de instrucciones

Versión 1.4, mayo de 2011

Índice general

| | |
|--|-----------|
| 1. Inicio | 7 |
| 1.1. Introducción | 7 |
| 1.1.1. El robot | 8 |
| 1.1.2. Programas | 8 |
| 1.1.3. Evaluación de seguridad | 9 |
| 1.2. Encendido y apagado | 9 |
| 1.2.1. Encendido de la caja del controlador | 9 |
| 1.2.2. Encendido del robot | 9 |
| 1.2.3. Inicialización del robot | 9 |
| 1.2.4. Cierre del robot | 10 |
| 1.2.5. Cierre de la caja del controlador | 10 |
| 1.3. Inicio rápido paso a paso | 10 |
| 1.4. Instrucciones de montaje | 12 |
| 1.4.1. Espacio de trabajo del robot | 12 |
| 1.4.2. Montaje del robot | 13 |
| 1.4.3. Montaje de la herramienta | 13 |
| 1.4.4. Montaje de la caja del controlador | 13 |
| 1.4.5. Montaje de la pantalla | 13 |
| 1.4.6. Conexión del cable del robot | 13 |
| 1.4.7. Conexión del cable de alimentación | 13 |
| 2. Interfaz eléctrica | 17 |
| 2.1. Introducción | 17 |
| 2.2. Avisos importantes | 17 |
| 2.3. La interfaz de seguridad | 18 |
| 2.3.1. Interfaz de parada de emergencia | 18 |
| 2.3.2. La interfaz de protección | 20 |
| 2.3.3. Continuar automáticamente tras parada de protección | 22 |
| 2.4. E/S de controlador | 23 |
| 2.4.1. Salidas digitales | 24 |
| 2.4.2. Entradas digitales | 25 |
| 2.4.3. Salidas analógicas | 26 |
| 2.4.4. Entradas analógicas | 26 |
| 2.5. E/S de herramienta | 28 |
| 2.5.1. Salidas digitales | 29 |
| 2.5.2. Entradas digitales | 30 |
| 2.5.3. Entradas analógicas | 30 |
| 3. Software de PolyScope | 33 |
| 3.1. Introducción | 34 |
| 3.1.1. Pantalla de bienvenida | 35 |
| 3.1.2. Pantalla de inicialización | 36 |

| | |
|---|----|
| 3.2. Editores en pantalla | 37 |
| 3.2.1. Teclado en pantalla | 37 |
| 3.2.2. Teclado en pantalla | 38 |
| 3.2.3. Editor de expresiones en pantalla | 38 |
| 3.3. Control del robot | 39 |
| 3.3.1. Ficha Mover | 39 |
| 3.3.2. Ficha E/S | 40 |
| 3.3.3. E/S de modbus | 41 |
| 3.3.4. Ficha Automover | 42 |
| 3.3.5. Instalación → Cargar/Guardar | 43 |
| 3.3.6. Instalación → Posición PCH | 43 |
| 3.3.7. Instalación → Fijación | 44 |
| 3.3.8. Instalación → Config. E/S | 45 |
| 3.3.9. Instalación → Programa predeterminado | 46 |
| 3.3.10. Config. E/S modbus | 46 |
| 3.3.11. Funciones | 49 |
| 3.3.12. Ficha Registro | 53 |
| 3.3.13. Pantalla Cargar | 53 |
| 3.3.14. Ficha Ejecutar | 55 |
| 3.4. Programación | 55 |
| 3.4.1. Programa → Programa nuevo | 56 |
| 3.4.2. Ficha Programa | 56 |
| 3.4.3. Programa → ficha Comando, <Vacio> | 57 |
| 3.4.4. Programa → ficha Comando, Mover | 58 |
| 3.4.5. Programa → ficha Comando, Punto de paso fijo | 59 |
| 3.4.6. Programa → ficha Comando, Punto de paso relativo | 61 |
| 3.4.7. Programa → ficha Comando, Punto de paso variable | 61 |
| 3.4.8. Programa → ficha Comando, Espera | 62 |
| 3.4.9. Programa → ficha Comando, Acción | 63 |
| 3.4.10. Programa → ficha Comando, Aviso | 63 |
| 3.4.11. Programa → ficha Comando, Detener | 64 |
| 3.4.12. Programa → ficha Comando, Comentario | 64 |
| 3.4.13. Programa → ficha Comando, Carpeta | 65 |
| 3.4.14. Programa → ficha Comando, Bucle | 65 |
| 3.4.15. Programa → ficha Comando, Subprograma | 66 |
| 3.4.16. Programa → ficha Comando, Asignación | 67 |
| 3.4.17. Programa → ficha Comando, If | 68 |
| 3.4.18. Programa → ficha Comando, Script | 69 |
| 3.4.19. Programa → ficha Comando, Evento | 69 |
| 3.4.20. Programa → ficha Comando, Hilo | 70 |
| 3.4.21. Programa → ficha Comando, Patrón | 70 |
| 3.4.22. Programa → ficha Comando, Palé | 72 |
| 3.4.23. Programa → ficha Comando, Búsqueda | 73 |
| 3.4.24. Programa → ficha Comando, Suprimir | 76 |
| 3.4.25. Programa → ficha Gráficos | 77 |
| 3.4.26. Programa → ficha Estructura | 78 |
| 3.4.27. Programa → ficha Variables | 79 |
| 3.4.28. Programa → ficha Comando, Inicialización de variables | 79 |
| 3.5. Configuración | 80 |
| 3.5.1. Pantalla de configuración | 80 |
| 3.5.2. Pantalla de configuración → Inicializar | 81 |
| 3.5.3. Pantalla de configuración → Selección de idioma | 81 |
| 3.5.4. Pantalla de configuración → Actualizar | 82 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5.5. Pantalla de configuración → Contraseña | 82 |
| 3.5.6. Pantalla de configuración → Calibrar pantalla táctil | 83 |
| 3.5.7. Pantalla de configuración → Red | 83 |
| 4. Seguridad | 85 |
| 4.1. Introducción | 85 |
| 4.2. Documentación reglamentaria | 85 |
| 4.3. Evaluación de riesgos | 85 |
| 5. Garantías | 89 |
| 5.1. Garantía del producto | 89 |
| 5.2. Descargo de responsabilidad | 89 |
| 6. Declaración de incorporación | 91 |
| 6.1. Introducción | 91 |
| 6.2. Fabricante del producto | 91 |
| 6.3. Persona autorizada para recopilar la documentación técnica | 91 |
| 6.4. Descripción e identificación del producto | 91 |
| 6.5. Requisitos esenciales | 92 |
| 6.6. Datos de contacto de la autoridad nacional | 94 |
| 6.7. Aviso importante | 94 |
| 6.8. Lugar y fecha de la Declaración | 94 |
| 6.9. Identidad y firma de la persona facultada | 95 |
| A. Interfaz Euromap67 | 97 |
| A.1. Introducción | 97 |
| A.1.1. Estándar Euromap67 | 98 |
| A.1.2. CE | 98 |
| A.2. Integración de IMM y robot | 98 |
| A.2.1. Parada de emergencia y parada de protección | 98 |
| A.2.2. Conexión de una protección luminosa de MAF | 99 |
| A.2.3. Montaje del robot y la herramienta | 99 |
| A.2.4. Uso del robot sin una IMM | 99 |
| A.2.5. Conversión de Euromap12 a Euromap67 | 99 |
| A.3. IGU | 100 |
| A.3.1. Plantilla de programa de Euromap67 | 100 |
| A.3.2. Descripción general de E/S y resolución de problemas | 101 |
| A.3.3. Funcionalidad de una estructura de programa | 103 |
| A.3.4. Acción y espera de E/S | 107 |
| A.4. Instalación y desinstalación de la interfaz | 108 |
| A.4.1. Instalación | 108 |
| A.4.2. Desinstalación | 109 |
| A.5. Características eléctricas | 109 |
| A.5.1. Interfaz de la protección luminosa de MAF | 109 |
| A.5.2. Señales de MAF, parada de emergencia y dispositivos de seguridad | 110 |
| A.5.3. Entradas digitales | 110 |
| A.5.4. Salidas digitales | 111 |

Capítulo 1

Inicio

1.1. Introducción

Gracias por comprar el robot universal UR-6-85-5-A.

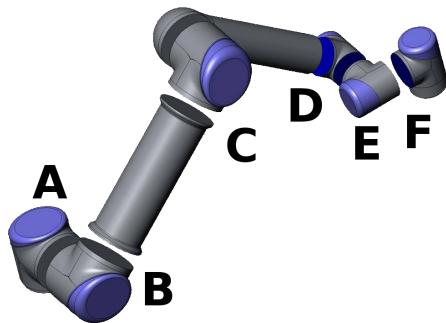


El robot es una máquina que puede programarse para mover una herramienta y comunicarse con otras máquinas por medio de señales eléctricas. Con nuestra interfaz de programación patentada, PolyScope, es fácil programar el robot para mover la herramienta en la trayectoria deseada. Encontrará una descripción de PolyScope en el apartado 3.1.

Se espera que quien lea el presente manual sea una persona con conocimientos técnicos, familiarizada con los conceptos básicos de programación, capaz de conectar un cable a un terminal de tornillo y de taladrar agujeros en una chapa metálica. No se requieren conocimientos especiales sobre robótica en general ni sobre Universal Robots en particular.

El resto de este capítulo es una pequeña introducción que se da antes de empezar a trabajar con el robot.

1.1.1. El robot



El robot en sí se compone de un brazo de tubos de aluminio extruido y juntas articuladas. Las juntas reciben la denominación A:*base*, B:*hombro*, C:*codo* y D, E, F:*muñecas 1, 2, 3*. La base es donde va montado el robot y el extremo opuesto (*muñeca 3*) es donde va acoplada su herramienta. Coordinando el movimiento de cada junta articulada, el robot puede mover su herramienta libremente, a excepción del área justo encima y debajo del mismo y, por supuesto, de las limitaciones de alcance del robot (850mm desde el centro de la base).

1.1.2. Programas

Un programa es una lista de comandos que le dicen al robot lo que tiene que hacer. La interfaz de usuario *PolyScope*, descrita más adelante en el presente manual, permite programar el robot a personas con pocos conocimientos de programación. En la mayoría de tareas, para programar se usa el panel táctil sin tener que teclear complicados comandos.

Dado que el movimiento de la herramienta es una parte importante del programa de un robot, resulta esencial enseñar a moverse al robot. En *PolyScope*, los movimientos de la herramienta se dan mediante una serie de *puntos de paso*. Cada punto de paso es un punto en el espacio de trabajo del robot.

Puntos de paso

Cada punto de paso es un punto en el espacio de trabajo del robot. Un punto de paso puede establecerse moviendo el robot a una determinada posición o puede calcularse mediante software. Para realizar una tarea, el movimiento del robot sigue una secuencia de puntos de paso. En el programa pueden darse varias opciones sobre la manera de moverse el robot entre dichos puntos.

Definir los puntos de paso, mover el robot. La forma más fácil de definir un punto de paso es mover el robot a la posición deseada, lo que puede hacerse de dos formas: 1) Colocando simplemente el robot al tiempo que se pulsa el botón *enseñar* en la pantalla táctil (véase 3.3.1). 2) Usando la pantalla táctil para mover la herramienta linealmente o mover cada junta articulada de manera individual.

Transiciones. De manera predeterminada, el robot se detiene en cada punto de paso. Si se da libertad al robot de decidir cómo acercarse al punto de paso, es posible completar la trayectoria deseada de forma más rápida y sin detenerse. Esta libertad se determina ajustando un *radio de transición* para el punto de paso, es decir, que una vez que el robot esté a cierta distancia del punto

de paso, el robot puede decidir desviarse de la trayectoria. Normalmente, un radio de transición de 5-10 cm suele ofrecer buenos resultados.

Funciones

Además de moverse por puntos de paso, el programa puede enviar señales de entrada/salida (E/S) a otras máquinas en determinados puntos de la trayectoria del robot y ejecutar comandos del tipo `if..then` (si... entonces) y `loop` (bucle), basándose en variables y señales de E/S.

1.1.3. Evaluación de seguridad

El robot es una máquina y como tal requiere una evaluación de seguridad para cada instalación. El capítulo 4.1 describe cómo realizar una evaluación de seguridad.

1.2. Encendido y apagado

En los siguientes subapartados se describe cómo activar y desactivar las distintas partes del sistema robótico.

1.2.1. Encendido de la caja del controlador

La caja del controlador se enciende pulsando el botón de encendido que hay en la parte frontal de la consola portátil. Una vez activada la caja del controlador, aparecerá gran cantidad de texto en la pantalla. Al cabo de unos 20 segundos, aparecerá el logotipo de Universal Robot con el texto "Cargando". A los 40 segundos aproximadamente, aparecerán algunos botones en la pantalla y un mensaje emergente indicando al usuario que debe ir a la pantalla de inicialización.

1.2.2. Encendido del robot

El robot puede activarse si la caja del controlador está encendida y si no se ha activado ningún botón de parada de emergencia. El robot debe encenderse en la pantalla de inicialización tocando el botón "Encender" luego pulsando "Iniciar". Al ponerse en marcha el robot, se oye el ruido de los frenos desbloqueándose. Una vez encendido el robot, hay que inicializarlo para que pueda empezar a trabajar.

1.2.3. Inicialización del robot

Cuando el robot esté activado, cada una de sus juntas articuladas tiene que encontrar su posición exacta, moviéndose para ello a una posición de origen. Cada junta tiene unas 20 posiciones de origen, distribuidas uniformemente en una revolución de articulación. Las juntas pequeñas tienen unas 10 posiciones. La pantalla de inicialización, figura 1.1, permite el accionamiento manual y semiautomático de las juntas articuladas del robot para moverlas hasta una posición de origen. Durante este proceso, el robot no puede evitar por sí solo chocar con partes suyas u objetos del entorno. Por tanto, deberá tenerse precaución.



Figura 1.1: Pantalla de inicialización

El botón *Auto* cerca de la parte superior de la pantalla acciona todas las juntas articuladas hasta que están listas. Al soltar y volver a pulsar, todas las juntas cambian de dirección de accionamiento. Los botones *Manual* permiten el accionamiento manual de cada junta articulada.

Se facilita una descripción más detallada de la pantalla de inicialización en el apartado 3.1.2.

1.2.4. Cierre del robot

El robot puede apagarse tocando el botón „Apagar“ de la pantalla de inicialización. La mayoría de usuarios no necesitan usar esta función dado que el robot se apaga automáticamente al hacerlo la caja del controlador.

1.2.5. Cierre de la caja del controlador

Para apagar el sistema, pulse el botón de encendido verde de la pantalla o use el botón „Cerrar.“ en la pantalla de bienvenida.

Si se apaga desconectando el enchufe de la toma de corriente, el sistema de archivos podría dañarse y provocar fallos de funcionamiento del robot.

1.3. Inicio rápido paso a paso

Para instalar rápidamente el robot, siga estos pasos:

1. Desembale el robot y la caja del controlador.
2. Monte el robot sobre una superficie resistente.
3. Coloque la caja del controlador sobre su pie.

4. Enchufe el cable del robot en el conector que hay en la parte inferior de la caja del controlador.
5. Conecte el cable de alimentación de la caja del controlador.
6. Pulse el botón de parada de emergencia de la parte frontal de la consola portátil.
7. Pulse el botón de encendido de la consola portátil.
8. Espere un minuto hasta que el sistema se inicie y muestre texto en la pantalla táctil.
9. Cuando el sistema esté listo, aparecerá un mensaje emergente en la pantalla táctil indicando que se ha pulsado el botón de parada de emergencia.
10. Toque el botón **A** pantalla de inicialización del aviso emergente.
11. Desbloquee los botones de parada de emergencia. El estado del robot cambiará de "Parado por emergencia"^a a "Apagado de robot".
12. Toque el botón **Encender** en la pantalla táctil. Espere unos segundos.
13. Toque el botón **Iniciar** en la pantalla táctil. El robot hará un ruido y se moverá un poco mientras desbloquea los frenos.
14. Toque las flechas azules y mueva las juntas articuladas hasta que todas las "luces" de la parte derecha de la pantalla se pongan de color "verde". Tenga cuidado de no accionar el robot ni nada.
15. Ahora todas las juntas articuladas están bien. Toque el botón **Salir** para abrir la pantalla de bienvenida.
16. Toque el botón **PROGRAMAR** robot y seleccione **Programa vacío**.
17. Toque el botón **Siguiente** (parte inferior derecha) para que la línea <vacío> aparezca seleccionada en la estructura de árbol de la izquierda de la pantalla.
18. Vaya a la ficha **Estructura**.
19. Toque el botón **Mover**.
20. Vaya a la ficha **Comando**.
21. Pulse el botón **Siguiente** para acceder a los ajustes de **Punto de paso**.
22. Pulse el botón **Fijar** este punto de paso que hay al lado de la imagen .
23. En la pantalla **Mover**, mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flecha o manteniendo pulsado el botón **Enseñar** al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico.
24. Pulse **Aceptar**.
25. Pulse **Añadir punto de paso** antes.
26. Pulse el botón **Fijar** este punto de paso que hay al lado de la imagen .

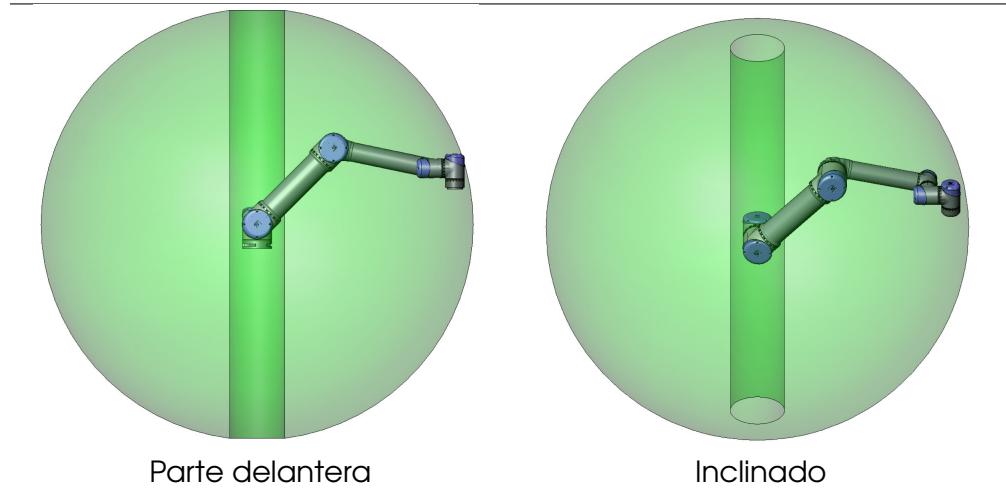


Figura 1.2: Espacio de trabajo del robot. El robot puede funcionar en una esfera aproximada ($\varnothing 170$ cm) alrededor de la base, salvo si hay un volumen cilíndrico justo encima y debajo de la base del robot.

27. En la pantalla Mover, mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flecha o manteniendo pulsado el botón *Enseñar* al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico.
28. Pulse Aceptar.
29. Su programa está listo. El robot se moverá entre los dos puntos al pulsar el símbolo de reproducción. Apártese, tenga a mano el botón de parada de emergencia y pulse Reproducir”.
30. ¡Enhorabuena! Ya ha generado su primer programa que mueve el robot entre dos posiciones dadas. No olvide que tiene que realizar una evaluación de riesgos y mejorar la seguridad general antes de poner el robot a trabajar.

1.4. Instrucciones de montaje

El robot se compone fundamentalmente de seis juntas articuladas robóticas y dos tubos de aluminio que conectan la *base* con la *herramienta* del robot. El robot está construido de manera que la herramienta pueda trasladarse y girarse dentro de su espacio de trabajo. Los subapartados siguientes describen los aspectos básicos que hay que conocer a la hora de montar las distintas piezas del sistema robótico.

1.4.1. Espacio de trabajo del robot

El espacio de trabajo del robot UR-6-85-5-A ocupa 850 mm desde la junta articulada de la base, como puede verse en la figura A1 elegir el lugar de instalación del robot, es importante tener en cuenta el volumen cilíndrico justo encima y debajo de la base del robot. Si es posible, deberá evitarse acercar la herramienta al volumen cilíndrico porque eso haría que las juntas articuladas del robot se movieran rápido aunque la herramienta lo hiciera despacio.

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Entrada 100-120 V CA | Mín. 16 A de corriente nominal |
| Entrada 200-240 V CA | Mín. 8 A de corriente nominal |
| Frecuencia | 50-60 Hz |
| Potencia en espera | 5 W |
| Potencia típica „encendido“ | 200 W |

Cuadro 1.1: Especificaciones de la conexión a la red eléctrica

1.4.2. Montaje del robot

Para montar el robot, se usan 4 pernos M8 que se fijan en los cuatro orificios de 8,5mm de su base. En caso de que se desee una posición muy precisa del robot, se facilitan dos orificios Ø8 para utilizar con un pasador. La figura 1.3 muestra dónde pueden taladrarse orificios para los tornillos.

1.4.3. Montaje de la herramienta

La brida de la herramienta del robot tiene cuatro orificios para acoplar una herramienta. La figura 1.4 muestra un dibujo de dicha brida.

1.4.4. Montaje de la caja del controlador

La caja del controlador puede montarse usando los dos orificios de su parte trasera o puede colocarse sobre el suelo.

1.4.5. Montaje de la pantalla

La pantalla puede colgarse en una pared o en la caja del controlador. Pueden comprarse accesorios adicionales.

1.4.6. Conexión del cable del robot

El cable del robot debe enchufarse al conector que hay en la parte inferior de la caja del controlador. Asegúrese de que el conector esté bien sujetado. La conexión y desconexión del cable del robot sólo debe hacerse cuando el robot esté apagado, lo que resulta muy sencillo con el botón de parada de emergencia que se encuentra en la parte frontal de la caja del controlador.

1.4.7. Conexión del cable de alimentación

Este cable sale de la caja del controlador y tiene en su extremo un enchufe IEC estándar. Conecte el enchufe IEC a una toma de corriente o cable de alimentación específico de su país. No olvide utilizar un cable que cumpla las especificaciones eléctricas indicadas en la tabla

La caja del controlador debe ir conectada a tierra a través del cable de alimentación. Para la conexión de tierra a otro equipo, utilice el tornillo M8 de la parte inferior izquierda de la caja del controlador.

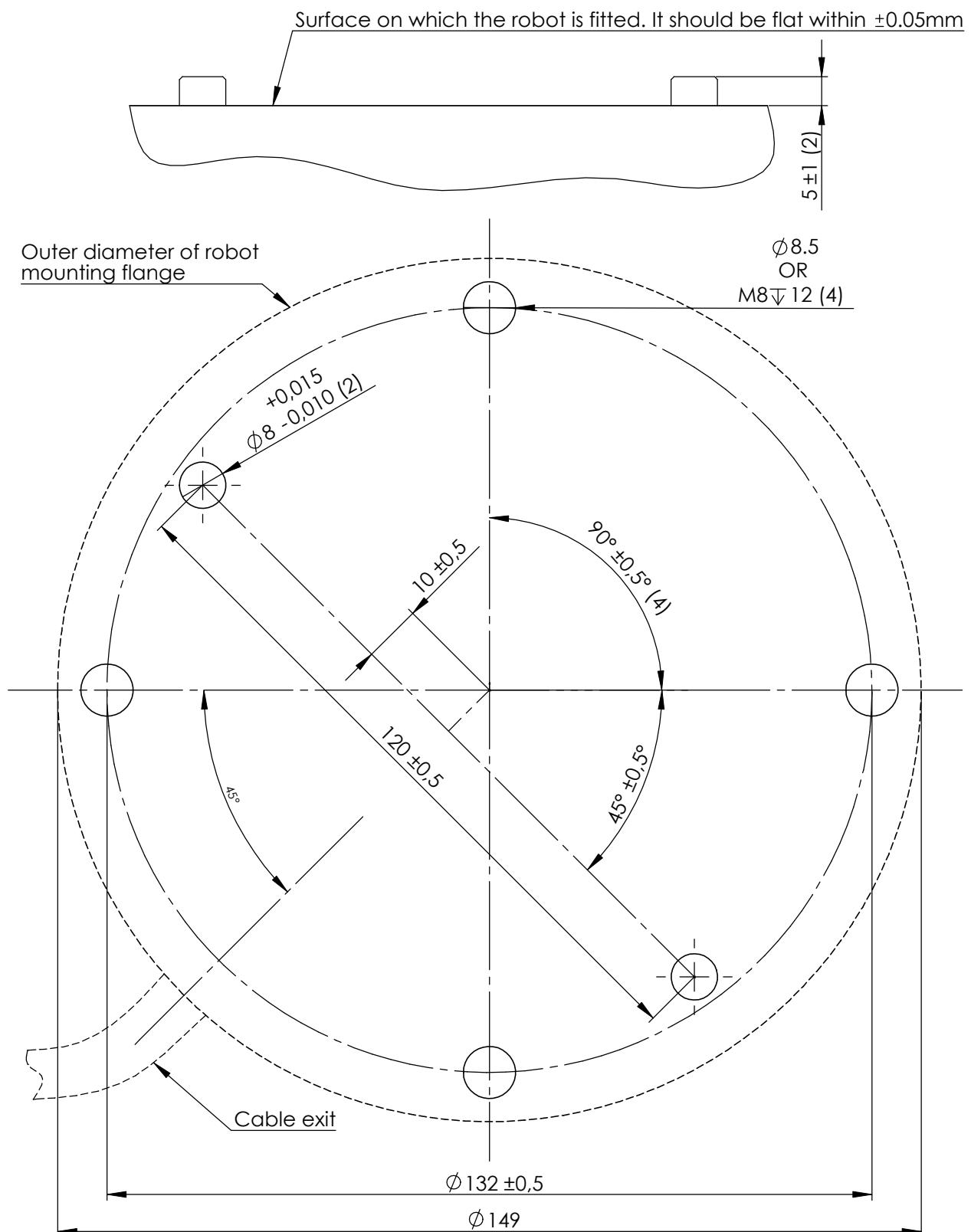


Figura 1.3: Orificios para montar el robot, escala 1:1. Usar 4 pernos M8. Todas las medidas están en mm.

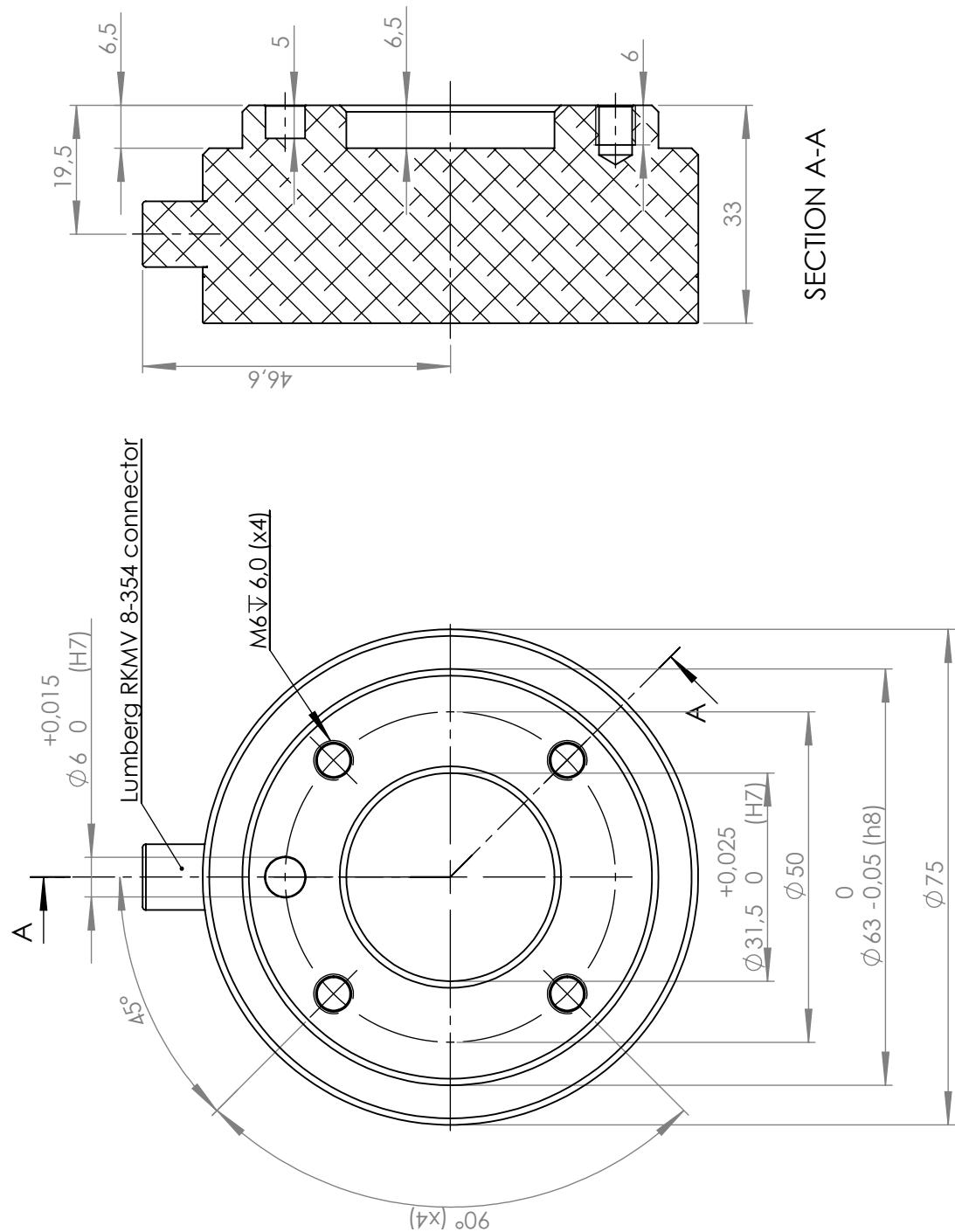


Figura 1.4: Brida de salida de la herramienta, ISO 9409-1-50-4-M6. Aquí es donde se monta la herramienta, en la punta del robot. Todas las medidas están en mm.

Capítulo 2

Interfaz eléctrica

2.1. Introducción

El robot es una máquina que puede programarse para mover una herramienta alrededor de su espacio de trabajo. A menudo, se desea coordinar el movimiento del robot con las máquinas cercanas o equipos de la herramienta. La forma más directa de hacerlo suele ser utilizar la interfaz eléctrica.

Dentro de la caja de control y en la brida de la herramienta del robot hay señales de entrada y salida (E/S) eléctricas. Este capítulo explica cómo conectar equipos a las E/S. Algunas de las E/S de la caja de control están reservadas a la función de seguridad del robot, mientras que otras E/S de uso general sirven para conectar el robot con otras máquinas y equipos. Las E/S de uso general pueden manipularse directamente en la ficha E/S de la interfaz de usuario, véase el apartado 3.3.2, o con los programas del robot.

Para disponer de E/S adicionales, pueden añadirse unidades de modbus a través del conector Ethernet extra de la caja de control.

2.2. Avisos importantes

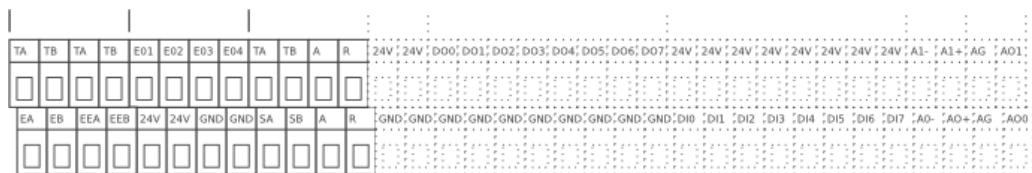
Téngase en cuenta que, de acuerdo con las normas IEC 61000 y EN 61000, los cables que van de la caja de control a otras máquinas y equipos de la fábrica no pueden superar los 30 m de longitud, a menos que se realicen pruebas más exhaustivas.

Téngase en cuenta que toda conexión negativa (0 V) se denomina MASA (GND) y que va conectada a la protección del robot y a la caja de control. No obstante, todas las conexiones de masa mencionadas son sólo para alimentación y transmisión de señales. Para la puesta a tierra de protección (PE) use una de las dos conexiones de tornillo de tamaño M6 que hay dentro de la caja de control. Si hace falta puesta a tierra funcional (FE), utilice uno de los tornillos M3 que hay cerca de los terminales de tornillo.

Tenga en cuenta que en este capítulo, todos los datos de tensión y corriente sin especificar se expresan en CC.

Por lo general, es importante mantener las señales de interfaz de seguridad separadas de las señales de interfaz de E/S. Asimismo, la interfaz de seguridad nunca debe conectarse a un controlador lógico programable (PLC) que no sea un PLC de seguridad. Si no se sigue esta regla, no es posible obtener un grado de seguridad alto, ya que un fallo en la E/S normal puede impedir que una señal de parada de seguridad desencadene una parada.

2.3. La interfaz de seguridad



Dentro de la caja de control hay un panel de terminales de tornillo. La parte más a la izquierda, de negro arriba, es la interfaz de seguridad, que puede usarse para conectar el robot a otras máquinas o equipos de protección con el fin de asegurarse de que el robot se detenga en determinadas situaciones.

La interfaz de seguridad consta de dos partes, la interfaz de parada de emergencia y la interfaz de parada de protección, las cuales se describen con mayor detalle en apartados posteriores. La tabla siguiente resumen las diferencias entre ellas:

| | Parada de emergencia | Parada de protección |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Iniciación | Manual | Manual o automática |
| Ejecución de programa | Paradas | Pausas |
| Frenos | Activos | Inactivos |
| Potencia de motor | Apagada | Limitada |
| Restablecimiento | Manual | Automático o manual |
| Frecuencia de uso | Poco frecuente | De todos los ciclos a poco frecuente |
| Requiere reinicialización | Sólo liberación de frenos | No |
| El robot deja de moverse | Sí | Sí |
| Nivel de rendimiento | ISO 13849-1 PLd | ISO 13849-1 PLd |

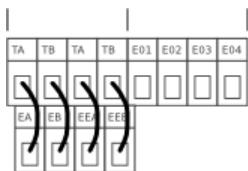
2.3.1. Interfaz de parada de emergencia

| | |
|--------|---|
| [TA] | Salida de prueba A |
| [TB] | Salida de prueba B |
| [E01] | Conexión 1 de salida de parada de emergencia |
| [E02] | Conexión 2 de salida de parada de emergencia |
| [E03] | Conexión 3 de salida de parada de emergencia |
| [E04] | Conexión 4 de salida de parada de emergencia |
| [EA] | Entrada A de parada de emergencia del robot (positiva) |
| [EB] | Entrada B de parada de emergencia del robot (negativa) |
| [EEA] | Entrada A de parada de emergencia externa (positiva) |
| [EEB] | Entrada B de parada de emergencia externa (negativa) |
| [24 V] | Conexión de alimentación de +24V para dispositivos de seguridad |
| [GND] | Conexión de alimentación de 0 V para dispositivos de seguridad |

La interfaz de parada de emergencia tiene dos entradas, la de parada de emergencia del robot y la de parada de emergencia externa. Cada entrada está duplicada por redundancia debido al nivel de rendimiento de seguridad d.

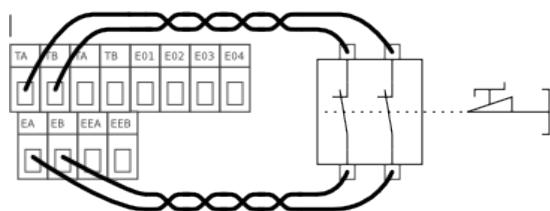
La interfaz de parada de emergencia del robot detendrá el robot y establecerá la salida de parada de emergencia; está pensada para que la use el equipo de seguridad que haya cerca del robot. La parada de emergencia externa también detendrá el robot, pero no afectará a la salida de parada de emergencia y está pensada para conectarse solamente a otras máquinas.

La configuración más sencilla de la parada de emergencia



La configuración más sencilla es usar el botón interno de parada de emergencia como único componente para activar una parada de emergencia. Ello se consigue con la configuración mostrada anteriormente. Dicha configuración es la predeterminada cuando el producto abandona la fábrica, por lo que el robot sale listo para usarse. No obstante, la configuración de emergencia debe cambiarse si así lo exige la evaluación de riesgos.

Conexión de un botón externo de parada de emergencia

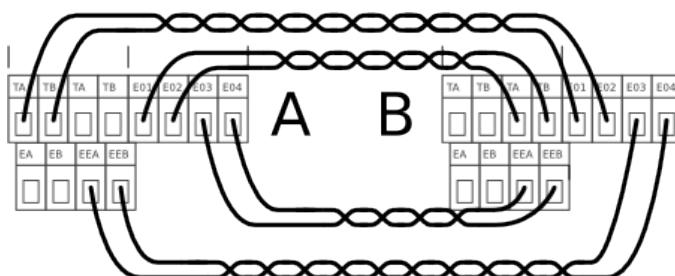


Prácticamente en todas las aplicaciones robóticas es necesario conectar uno o varios botones externos de parada de emergencia, lo cual resulta fácil y sencillo. El ejemplo anterior muestra cómo conectar un botón adicional.

Conexión de parada de emergencia a otra maquinaria

Cuando el robot se emplea junto a otras máquinas electromecánicas, a menudo hay que configurar un circuito de parada de emergencia común. Esto permite que, en caso de darse una situación peligrosa, el operador no tenga que estar pensando qué botón usar. A menudo, también es preferible que cada parte de una subfunción en una línea de productos esté sincronizada, ya que una parada en sólo una parte de la línea puede dar lugar a situaciones peligrosas.

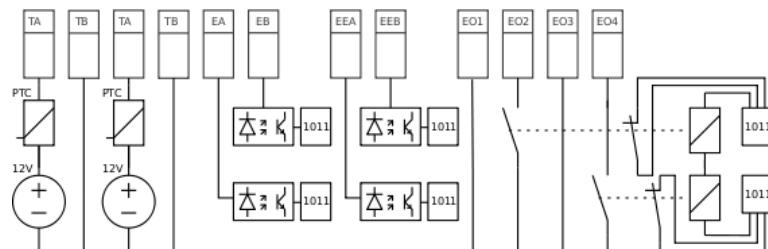
A continuación, se muestra un ejemplo de dos robots UR con paradas de emergencia.



Especificaciones eléctricas

A continuación, se muestra una versión simplificada del esquema interno de los circuitos. Es importante tener en cuenta que cualquier cortocircuito o pérdida de conexión provocará una parada de seguridad, siempre y cuando

sólo aparezca un error a la vez. Un fallo o comportamiento anormal de los relés y fuentes de alimentación dará lugar a un mensaje de error en el registro del robot e impedirá el encendido de éste.



A continuación se muestran las especificaciones de la interfaz de parada de emergencia.

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|--|------|------|------|--------|
| [TA-TB] Tensión | 10,5 | 12 | 12,5 | V |
| [TA-TB] Corriente (cada salida) | - | - | 120 | mA |
| [TA-TB] Protección de corriente | - | 400 | - | mA |
| [EA-EB] [EEA-EEB] Tensión de entrada | -30 | - | 30 | V |
| [EA-EB] [EEA-EEB] Apagado garantizado si | -30 | - | 7 | V |
| [EA-EB] [EEA-EEB] Encendido garantizado si | 10 | - | 30 | V |
| [EA-EB] [EEA-EEB] Apagado garantizado si | 0 | - | 3 | mA |
| [EA-EB] [EEA-EEB] Corriente de encendido (10-30 V) | 7 | - | 14 | mA |
| [EO1-EO2] [EO3-EO4] Corriente de contacto CA/CC | 0,01 | - | 6 | A |
| [EO1-EO2] [EO3-EO4] Tensión de contacto CC | 5 | - | 50 | V |
| [EO1-EO2] [EO3-EO4] Tensión de contacto CA | 5 | - | 250 | V |

Téngase en cuenta el número de componentes de seguridad que debe utilizarse y cómo deben funcionar éstos según la evaluación de riesgos, que se explica en el apartado 4.1.

Téngase en cuenta que es importante hacer comprobaciones regulares de la funcionalidad de parada de seguridad para asegurarse de que todos los dispositivos de parada de seguridad funcionen correctamente.

Las dos entradas de parada de emergencia EA-EB y EEA-EEB son entradas libres potenciales de acuerdo con las normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión II.

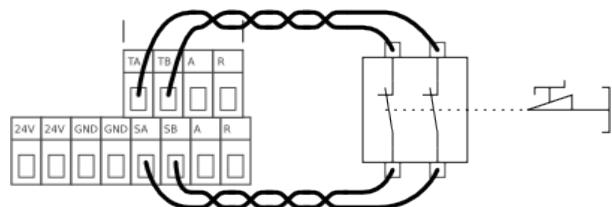
Las salidas de parada de emergencia EO1-EO2-EO3-EO4 son contactos de relé de acuerdo con las normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión III.

2.3.2. La interfaz de protección

| | |
|--------|---|
| [TA] | Salida de prueba A |
| [TB] | Salida de prueba B |
| [SA] | Entrada A de parada de protección (positiva) |
| [SB] | Entrada B de parada de protección (negativa) |
| [A] | Continuar automáticamente tras parada de protección |
| [R] | Restablecer parada de protección |
| [24 V] | Conexión de alimentación de +24V para dispositivos de seguridad |
| [GND] | Conexión de alimentación de 0 V para dispositivos de seguridad |

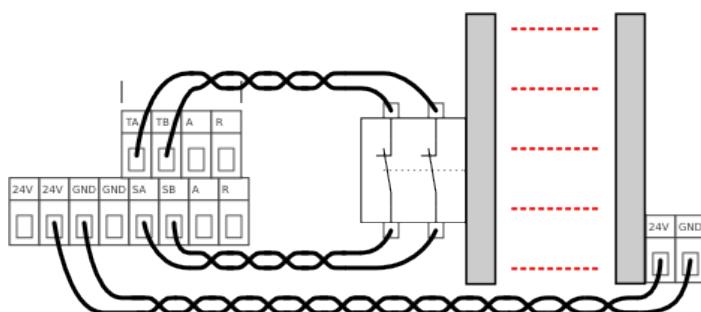
La interfaz de protección sirve para pausar el movimiento del robot de forma segura. La interfaz de protección puede usarse para protecciones lumínicas, interruptores de puerta, controladores lógicos programables de seguridad, etc. La reanudación tras una parada de protección puede ser automática o controlarse con un botón, dependiendo de la configuración de protección. Si la interfaz de protección no se usa, active la función de restablecimiento automático tal como se describe en el apartado 2.3.3.

Conexión de un interruptor de puerta



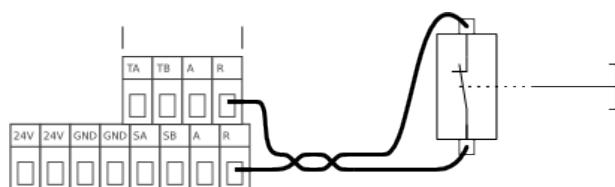
La conexión de un interruptor de puerta o algo comparable se hace como se ha indicado anteriormente. No olvide utilizar una configuración de botón de restablecimiento si el robot no se pone en marcha automáticamente al volver a cerrar la puerta.

Conexión de una protección luminosa



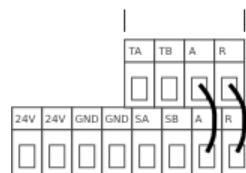
La imagen anterior muestra cómo conectar una protección luminosa. También es posible usar una protección luminosa de categoría 1 (ISO 13849-1 y EN 954-1) si la evaluación de riesgos lo permite. Al conectar una protección luminosa de categoría 1, use TA y SA y luego conecte TB y SB con un cable. No olvide utilizar una configuración de botón de restablecimiento para que la parada de protección quede enclavada.

Conexión de un botón de restablecimiento



La imagen anterior muestra cómo conectar un botón de restablecimiento. No se permite tener pulsado permanentemente el botón de restablecimiento. Si dicho botón es el clásico, se generará una parada de protección y aparecerá un mensaje de error en la pantalla de registro.

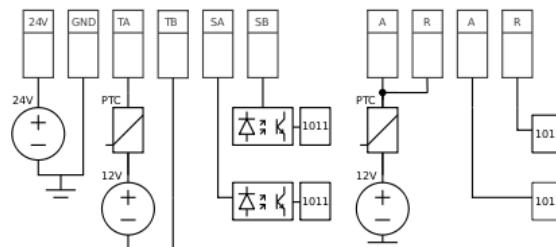
2.3.3. Continuar automáticamente tras parada de protección



La interfaz de protección puede restablecerse sola al desaparecer el evento que originó la parada. La imagen anterior muestra cómo activar la funcionalidad de restablecimiento automático. Ésta también es la configuración recomendada si no se emplea la interfaz de protección. No obstante, no se recomienda usar el restablecimiento automático si es posible una configuración de botón de restablecimiento. El restablecimiento automático está pensado para instalaciones especiales e instalaciones con otra maquinaria.

Especificaciones eléctricas

Para comprender la funcionalidad de protección, se incluye a continuación una versión simplificada del esquema interno de los circuitos. Cualquier fallo en el sistema de seguridad provocará una parada segura del robot y generará un mensaje de error en la pantalla de registro.



| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|---|-------|------|-------|--------|
| Tolerancia de tensión de 24 V | -15 % | - | +20 % | - |
| Corriente disponible desde alimentación de 24 V | - | - | 1,2* | A |
| Protección contra sobrecarga | - | 1,4 | - | A |
| [TA-TB] [A↑] [R↑] Tensión | 10,5 | 12 | 12,5 | V |
| [TA-TB] [A↑] [R↑] Corriente | - | - | 120 | mA |
| [TA-TB] [A↑] [R↑] Protección de corriente | - | 400 | - | mA |
| [SA-SB] Tensión de entrada | -30 | - | 30 | V |
| [SA-SB] Apagado garantizado si | -30 | - | 7 | V |
| [SA-SB] Encendido garantizado si | 10 | - | 30 | V |
| [SA-SB] Apagado garantizado si | 0 | - | 3 | mA |
| [SA-SB] Corriente de encendido (10-30 V) | 7 | - | 14 | mA |
| [A↓] [R↓] Tensión de entrada | -30 | - | 30 | V |
| [A↓] [R↓] Apagado garantizado de entrada si | -30 | - | 7 | V |
| [A↓] [R↓] Encendido garantizado de entrada si | 10 | - | 30 | V |
| [A↓] [R↓] Apagado garantizado si | 0 | - | 5 | mA |
| [A↓] [R↓] Corriente de encendido (10-30 V) | 6 | - | 10 | mA |

La entrada de parada de protección SA-SB es una entrada libre potencial de acuerdo con las normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión II.

Téngase en cuenta que las conexiones amarillas tienen como fuente la misma fuente de alimentación de 24 V que las conexiones de 24 V de la E/S normal, y que el máximo de 1,2 A es para ambas fuentes de alimentación juntas.

2.4. E/S de controlador



Dentro de la caja de control hay un panel de terminales de tornillo con varias piezas de E/S, como los que incluye la imagen anterior. La que está más a la derecha es la E/S de uso general.

| | |
|-------|--|
| [24V] | Conexión de alimentación de +24 V |
| [GND] | Conexión de alimentación de 0V |
| [DOx] | Número x de salida digital |
| [DIx] | Número x de entrada digital |
| [AOx] | Número x positivo de salida analógica |
| [AG] | Masa de salida analógica |
| [Ax+] | Número x positivo de entrada analógica |
| [Ax-] | Número x negativo de entrada analógica |

La caja de control del panel de E/S de la caja de control tiene 8 entradas digitales y 2 analógicas, 8 salidas digitales y 2 analógicas y una fuente de alimentación incorporada de 24 V. Las entradas y salidas digitales son de tecnología **pnp** y se han fabricado en conformidad con las normas IEC 61131-2 y EN 61131-2. 24 V y masa pueden usarse como entrada para el módulo de E/S o la salida como fuente de alimentación de 24 V. Cuando la caja de control se inicia, compruebe si se aplica tensión a la conexión de 24 V desde una fuente de alimentación externa y, si no es así, conecta automáticamente la fuente de alimentación interna de 24 V.

Especificaciones eléctricas de la fuente de alimentación interna

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|--|-------|------|-------|--------|
| Tolerancia de tensión de 24 V interna | -15 % | - | +20 % | - |
| Corriente desde alimentación de 24 V interna | - | - | 1,2* | A |
| Protección contra sobrecarga | - | 1,4 | - | A |
| Tensión de fuente de alimentación externa | 10 | - | 30 | V |

Téngase en cuenta que las conexiones de protección (amarillas) tienen como fuente la misma fuente de alimentación de 24 V que las conexiones de 24 V de la E/S normal, y que el máximo de 1,2 A es para ambas fuentes de alimentación juntas.

Si se sobrepasa la carga de corriente de la fuente de alimentación de 24 V interna, aparece un mensaje de error en la pantalla de registro. La fuente de alimentación intentará automáticamente recuperarse pasados unos segundos.

2.4.1. Salidas digitales

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|---|------|------|------|--------|
| Corriente de fuente por salida | 0 | - | 2 | A |
| Corriente de fuente en todas las salidas juntas | 0 | - | 4 | A |
| Caída de tensión encendido | 0 | - | 0,2 | V |
| Corriente de fuga apagado 0 | 0 | - | 0,1 | mA |

Las salidas pueden usarse para accionar directamente equipo, ej., relés neumáticos, o para comunicarse con otros sistemas PLC. Las salidas se construyen cumpliendo los tres tipos de entradas digitales definidos en IEC 61131-2 y EN 61131-2, y con todos los requisitos para salidas digitales de las mismas normas.

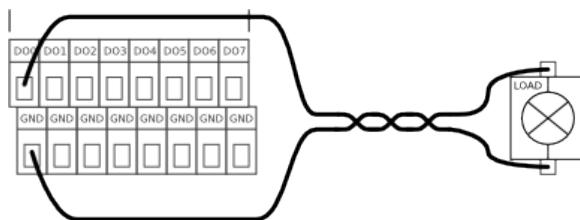
Todas las salidas digitales puede desactivarse automáticamente al detenerse un programa por medio de la casilla de verificación “Siempre baja al detener programa” en la pantalla Nombre de E/S (véase el apartado 3.3.8). En este modo, la salida siempre es baja cuando no hay un programa funcionando.

Las salidas digitales no tienen corriente limitada y una neutralización de los datos especificados puede causar daños permanentes. No obstante, no es posible dañar las salidas si se usa la fuente de alimentación de 24 V interna debido a su protección de corriente.

Téngase en cuenta que la caja de control y las pantallas metálicas están conectadas a masa. Nunca hay que enviar corriente de E/S a través de las pantallas o de las conexiones a tierra.

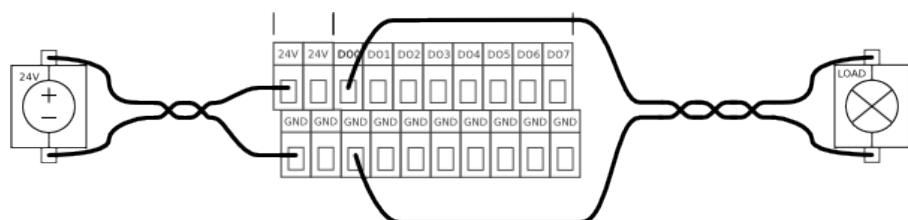
Los siguientes subapartados muestran algunos sencillos ejemplos de cómo pueden utilizarse las salidas digitales.

Carga controlada por salida digital



Este ejemplo ilustra cómo activar una carga.

Carga controlada por salida digital, alimentación externa



Si la corriente disponible de la fuente de alimentación interna no es suficiente, basta con utilizar una fuente de alimentación externa, tal como se ha indicado anteriormente.

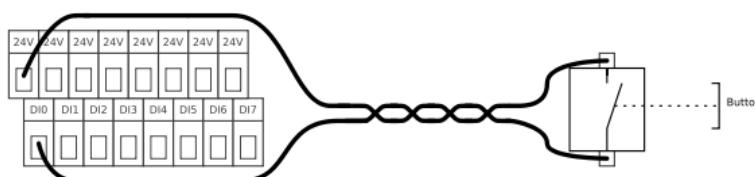
2.4.2. Entradas digitales

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|-------------------------------------|------|------|------|--------|
| Tensión de entrada | -30 | - | 30 | V |
| Apagado garantizado de entrada si | -30 | - | 7 | V |
| Encendido garantizado de entrada si | 10 | - | 30 | V |
| Apagado garantizado si | 0 | - | 5 | mA |
| Corriente de encendido (10-30 V) | 6 | - | 10 | mA |

Las entradas digitales se implementan como **pnp**, que significa que están activas cuando se les aplica tensión. Las entradas pueden usarse para leer botones, sensores o para comunicarse con otros sistemas PLC. Las entradas cumplen los tres tipos de entradas digitales definidos en IEC 61131-2 y EN 61131-2, es decir, que funcionarán con todos los tipos de salidas digitales definidos en las mismas normas.

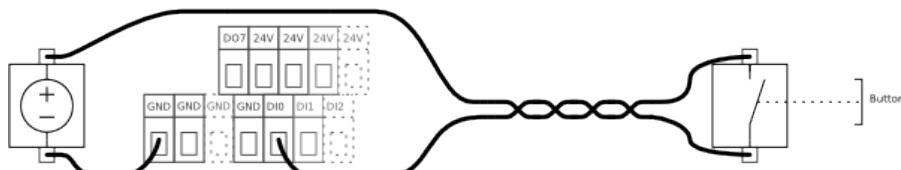
A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de las entradas digitales.

Entrada digital, botón sencillo



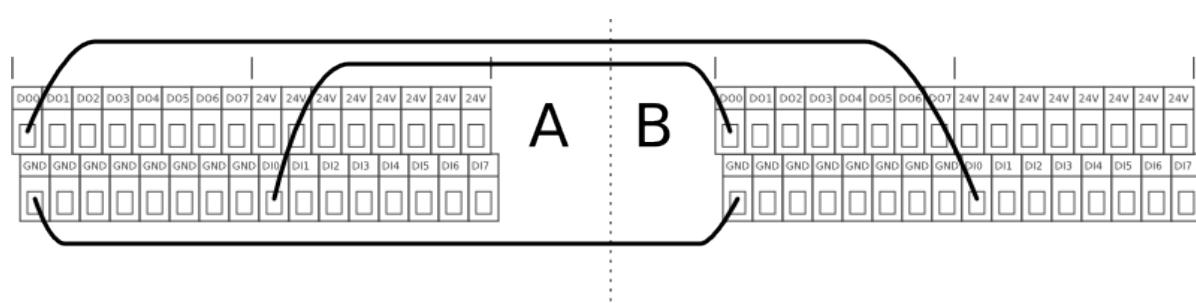
El ejemplo anterior muestra cómo conectar un interruptor o botón sencillo.

Entrada digital, botón sencillo, alimentación externa



La ilustración anterior muestra cómo conectar un botón usando una fuente de alimentación externa.

Comunicación de señales con otras máquinas o PLC



Si se necesita comunicación con otras máquinas o controladores lógicos programables (PLC), éstos deben usar tecnología **pnp**. No olvide crear una conexión de masa común entre las distintas interfaces. Arriba se incluye un ejemplo en el que dos robots UR (A y B) se comunican entre sí.

2.4.3. Salidas analógicas

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|---|------|------|------|--------|
| Tensión de salida válida en modo de corriente | 0 | - | 10 | V |
| Corriente de salida válida en modo de tensión | -20 | - | 20 | mA |
| Corriente de cortocircuito en modo de tensión | - | 40 | - | mA |
| Resistencia de salida en modo de tensión | - | 43 | - | ohmio |

Las salidas analógicas pueden ajustarse tanto para modo de corriente como para modo de tensión, en el intervalo de 4-20 mA y 0-10V respectivamente.

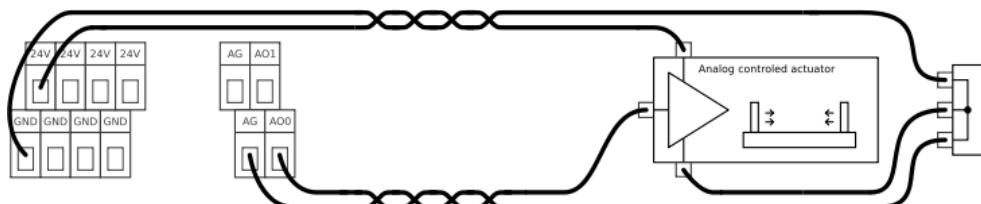
Para ilustrar con claridad lo fácil que es usar salidas analógicas, se incluyen algunos ejemplos sencillos.

Uso de las salidas analógicas



Esta es la mejor forma —y la normal— de utilizar salidas analógicas. La ilustración muestra una configuración en la que el controlador del robot controla un actuador como una cinta transportadora. El mejor resultado se logra al usar el modo de corriente, porque es más inmune a señales perturbadoras.

Uso de salidas analógicas, señal no diferencial



Si el equipo controlado no toma una entrada diferencial, una solución alternativa podría ser la mostrada anteriormente, aunque la misma no es muy buena en términos de ruido y puede captar fácilmente las señales perturbadoras de otras máquinas. Hay que tener cuidado al cablear y debe tenerse en cuenta que las señales perturbadoras inducidas en salidas analógicas también pueden estar presentes en otras E/S analógicas.

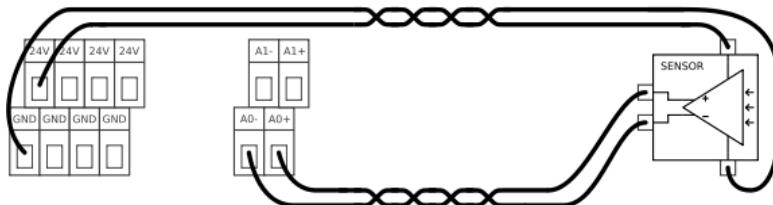
2.4.4. Entradas analógicas

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|---|------|------|------|--------|
| Tensión de entrada de modo común | -33 | - | 33 | V |
| Tensión de entrada de modo diferencial* | -33 | - | 33 | V |
| Resistencia de entrada diferencial | - | 220 | - | kohmio |
| Resistencia de entrada de modo común | - | 55 | - | kohmio |
| Factor de rechazo en modo común | 75 | - | - | dB |

Las entradas analógicas pueden configurarse en cuatro rangos de tensión diferentes, que se implementan de forma distinta y, por tanto, tienen diferentes

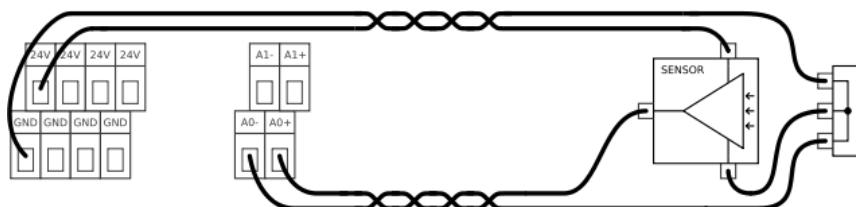
errores de compensación y de ganancia. La tensión de entrada especificada del modo diferencial sólo es válida con una tensión de modo común de 0 V. Para dejar claro lo fácil que es usar salidas analógicas, se incluyen algunos sencillos ejemplos.

Uso de entradas analógicas, entrada de tensión diferencial



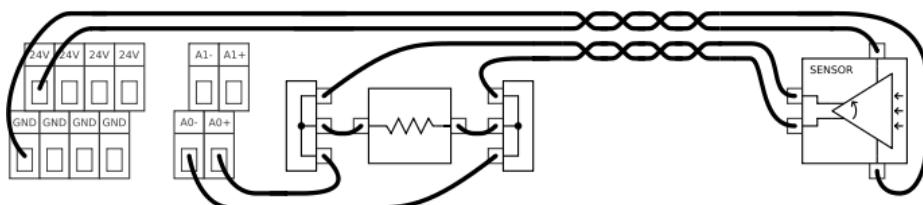
La forma más sencilla de utilizar entradas analógicas. El equipo mostrado, que podría ser un sensor, tiene una salida de tensión diferencial.

Uso de entradas analógicas, entrada de tensión no diferencial



Si no es posible lograr una señal diferencial del equipo usado, una posible solución podría ser algo como lo descrito anteriormente. Al contrario que el ejemplo de salida analógica no diferencial del subapartado 2.4.3, esta solución sería casi tan buena como las soluciones diferenciales.

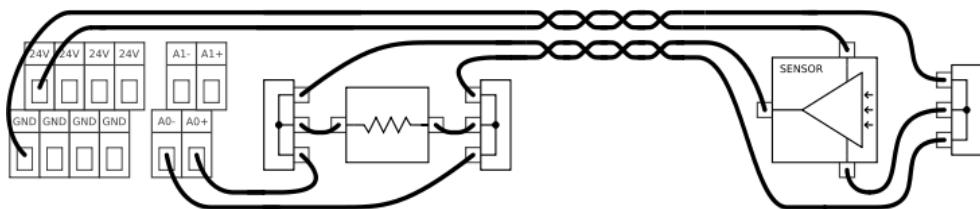
Uso de entradas analógicas, entrada de corriente diferencial



Cuando se utilizan cables más largos, o se trata de un entorno con mucho ruido, se prefieren señales con base de corriente. Asimismo, algunos equipos vienen sólo con una salida de corriente. Para usar corriente como entradas, hace falta una resistencia externa como la mostrada anteriormente. El valor de la resistencia sería normalmente de unos 200 ohmios, lográndose el mejor resultado cuando la resistencia está cerca de los terminales de tornillo de la caja de control.

Téngase en cuenta que la tolerancia de la resistencia y el cambio óhmico debido a la temperatura debe añadirse a las especificaciones de error de las entradas analógicas.

Uso de entradas analógicas, entrada de corriente no diferencial



Si la salida del equipo es una señal de corriente no diferencial, debe utilizarse una resistencia como la mostrada anteriormente. La resistencia debería ser de unos 200 ohmios y la relación entre la tensión en la entrada del controlador y la salida del sensor se obtiene de:

$$\text{Tensión} = \text{Corriente} \times \text{Resistencia}$$

Téngase en cuenta que la tolerancia de la resistencia y el cambio óhmico debido a la temperatura debe añadirse a las especificaciones de error de las entradas analógicas.

2.5. E/S de herramienta



En el lado de la herramienta del robot hay un pequeño conector con ocho conexiones.

| Color | Señal |
|----------|------------------------------|
| Rojo | 0 V (masa) |
| Gris | 0 V/12 V/24 V (alimentación) |
| Azul | Salida digital 8 (DO8) |
| Rosa | Salida digital 9 (DO9) |
| Amarillo | Entrada digital 8 (DI8) |
| Verde | Entrada digital 9 (DI9) |
| Blanco | Entrada analógica 2 (AI2) |
| Marrón | Entrada analógica 3 (AI3) |

Dicho conector suministra señales de alimentación y control para sensores y pinzas básicas, que pueden estar presentes en una herramienta de robot concreta. Este conector puede usarse para reducir cableado entre la herramienta y la caja del control. Se trata de un conector Lumberg RSMEG8 estándar, que va con un cable llamado RKMV 8-354.

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

Especificaciones de fuente de alimentación interna

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|--|-------|------|-------|--------|
| Tensión de alimentación en modo de 24 V | p. d. | 24 | p. d. | V |
| Tensión de alimentación en modo de 12 V | p. d. | 12 | p. d. | V |
| Corriente de alimentación en ambos modos | - | - | 600 | mA |
| Protección de corriente contra cortocircuito | - | 650 | - | mA |
| Carga capacitiva | - | - | p. d. | uF |
| Carga inductiva | - | - | p. d. | uH |

La fuente de alimentación disponible puede ajustarse a 0 V, 12 V o 24 V en la ficha E/S de la interfaz gráfica de usuario (véase el apartado 3.3.2). Hay que tener cuidado al utilizar 12 V, ya que si el programador se equivoca, puede provocar un cambio a 24 V, lo que podría dañar el equipo y causar un incendio.

El sistema de control interno activará un error en el registro del robot si la corriente sobrepasa su límite. Las distintas E/S de la herramienta se describen en los tres subapartados siguientes.

2.5.1. Salidas digitales

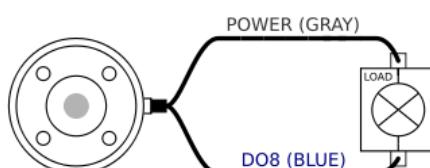
| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|----------------------------|------|------|-------|--------|
| Tensión estando abierta | -0,5 | - | 26 | V |
| Tensión al absorber 1 A | - | 0,05 | 0,20 | V |
| Corriente al absorber | 0 | - | 1 | A |
| Corriente a través de masa | - | - | 1 | A |
| Tiempo de conmutación | - | 1000 | - | us |
| Carga capacitiva | - | - | p. d. | uF |
| Carga inductiva | - | - | p. d. | uH |

Las salidas digitales se implementan para que sólo puedan absorberse a masa (0 V) y no suministren corriente. Al activarse una salida digital, la conexión correspondiente se excita a masa, y al desactivarse, la conexión correspondiente se abre (colector abierto/drenaje abierto). La principal diferencia entre las salidas digitales de dentro de la caja de control y las de la herramienta es la corriente reducida a causa del conector pequeño.

Téngase en cuenta que las salidas digitales de la herramienta no tienen corriente limitada y que una neutralización de los datos especificados puede causar daños permanentes.

Para ilustrar con claridad lo fácil que es usar salidas digitales, se incluye un sencillo ejemplo.

Uso de salidas digitales



Este ejemplo ilustra cómo activar una carga al usar la fuente de alimentación interna de 12 V o 24 V. Recuerde que hay que definir la tensión de salida en la ficha E/S (véase el apartado Téngase en cuenta que hay tensión entre la conexión de alimentación (POWER) y la protección/masa, aun cuando la carga esté desactivada.

2.5.2. Entradas digitales

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|------------------------|------|------|------|--------|
| Tensión de entrada | -0,5 | - | 26 | V |
| Tensión baja lógica | - | - | 2,0 | V |
| Tensión alta lógica | 5,5 | - | - | V |
| Resistencia de entrada | - | 47 k | - | ohmio |

Las entradas digitales se implementan con resistencias de desconexión (pull-down) débiles, lo que significa que una entrada flotante siempre dará una lectura baja. Las entradas digitales de la herramienta se implementan de la misma forma que las entradas digitales de dentro de la caja de control.

Uso de entradas digitales



El ejemplo anterior muestra cómo conectar un interruptor o botón sencillo.

2.5.3. Entradas analógicas

Las entradas analógicas de la herramienta son muy diferentes de las del interior de la caja de control. En primer lugar, son no diferenciales, lo cual es un inconveniente en comparación con las entradas analógicas de la E/S del controlador. En segundo, las entradas analógicas de la herramienta tienen funcionalidad de modo de corriente, lo que es una ventaja en comparación con la E/S del controlador. Las entradas analógicas pueden configurarse en intervalos de entradas diferentes, que se implementan de forma distinta y, por tanto, tienen diferentes errores de compensación y de ganancia.

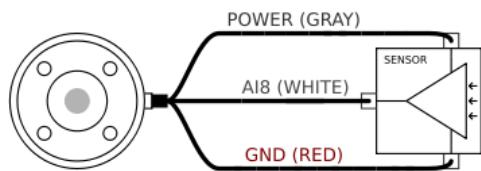
| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|---|------|------|------|--------|
| Tensión de entrada en modo de tensión | -0,5 | - | 26 | V |
| Tensión de entrada en modo de corriente | -0,5 | - | 5,0 | V |
| Corriente de entrada en modo de corriente | -2,5 | - | 25 | mA |
| Resistencia de entrada en intervalo de 0 V a 5 V | - | 29 | - | kohmio |
| Resistencia de entrada en intervalo de 0 V a 10 V | - | 15 | - | kohmio |
| Resistencia de entrada en intervalo de 4 mA a 20 mA | - | 200 | - | ohmio |

Algo importante de lo que hay que darse cuenta es que cualquier cambio de corriente en la conexión de masa común puede dar lugar a una señal perturbadora en las entradas analógicas porque habrá una caída de tensión en los cables de masa y dentro de los conectores.

Téngase en cuenta que la conexión entre la fuente de alimentación de la herramienta y las entradas analógicas dañará de forma permanente la funcionalidad de E/S si las entradas analógicas se configuran en modo de corriente.

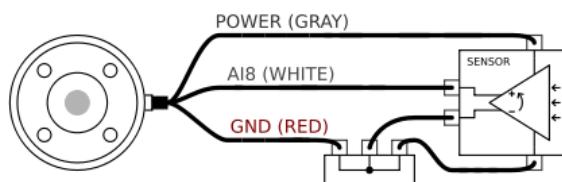
Para dejar claro lo fácil que es usar entradas digitales, se incluyen algunos sencillos ejemplos.

Uso de entradas analógicas, no diferenciales



La forma más sencilla de utilizar entradas analógicas. La salida del sensor puede ser de corriente o tensión, siempre y cuando el modo de entrada de dicha entrada analógica se ajuste igual que en la ficha E/S (véase el apartado No se olvide de comprobar que el sensor con salida tensión pueda excitar la resistencia interna de la herramienta, o la medición podría no ser válida.

Uso de entradas analógicas, diferenciales



El uso de sensores con salidas diferenciales tampoco reviste complicaciones. Basta con conectar la pieza de salida negativa a masa (0 V) con una regleta de terminales para que funcione igual que un sensor no diferencial.

Capítulo 3

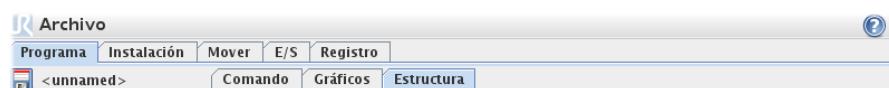
Software de PolyScope

3.1. Introducción

PolyScope es la interfaz gráfica de usuario (IGU) que permite manejar el robot, ejecutar programas existentes y crear fácilmente otros nuevos. PolyScope incorpora una pantalla táctil junto a la caja de control. Para calibrar dicha pantalla, véase el apartado



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, bajo el cual se encuentra la ficha **Estructura**. La ficha **Programa** contiene información relacionada con el programa que está cargado en esos momentos. Si se selecciona la ficha **Mover**, aparece dicha pantalla, desde la que puede moverse el robot. De manera similar, al seleccionar la ficha **E/S**, podrá modificarse y cambiarse el estado actual de la E/S eléctrica.

Es posible conectar un ratón y un teclado a la caja del controlador, aunque no es necesario. Cuando haga falta introducir texto o un número, se facilitará en pantalla un teclado convencional o numérico.



Con los botones mostrados, pueden abrirse en pantalla el teclado numérico, el teclado y el editor de expresiones.

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

3.1.1. Pantalla de bienvenida



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

- **Ejecutar programa:** elija un programa para ejecutar. Esta es la forma más sencilla de usar el robot, pero debe tenerse un programa creado que sea apropiado.
- **Programar robot:** sirve para cambiar o crear un programa nuevo.
- **Configurar:** Sirve para establecer contraseñas, actualizar el software por Internet, solicitar asistencia, calibrar la pantalla táctil, etc.
- **Cerrar robot:** sirve para cerrar el PC del controlador y apagar el robot.

3.1.2. Pantalla de inicialización



En esta pantalla se controla la inicialización del robot. Al activarse, el robot necesita hallar las posiciones de cada junta articulada. Para obtener las posiciones de las juntas, el robot tiene que mover cada una de ellas.

LEDs de estado

Estos LED indican en qué estado de funcionamiento se encuentran las juntas.

- Un LED de color rojo brillante indica que el robot está detenido en esos momentos; las razones pueden ser diversas.
- Un LED de color amarillo brillante indica que la junta articulada está en funcionamiento, pero que se desconoce su posición actual y necesita volver a su posición de origen.
- Por último, un LED verde indica que la junta articulada funciona correctamente y que está lista para accionarse.

Todos los LED tienen que estar verdes para que el robot funcione con normalidad.

Movimiento manual (con la mano)

Cuando las juntas están listas y se pulse el botón “Libre” de la parte trasera de la pantalla, los modos de junta cambian a Retroceso. En este modo, las juntas liberarán los frenos al detectarse movimiento. De esta forma, el robot puede sacarse de una máquina manualmente antes de ponerse en marcha. Los frenos se reactivarán en cuanto se vuelva a soltar el botón.

Movimiento automático (botones Auto)

Normalmente, siempre es aconsejable usar los botones Auto para mover cada junta articulada hasta que lleguen a un estado conocido. Hay que mantener pulsado el botón Auto para que funcione.

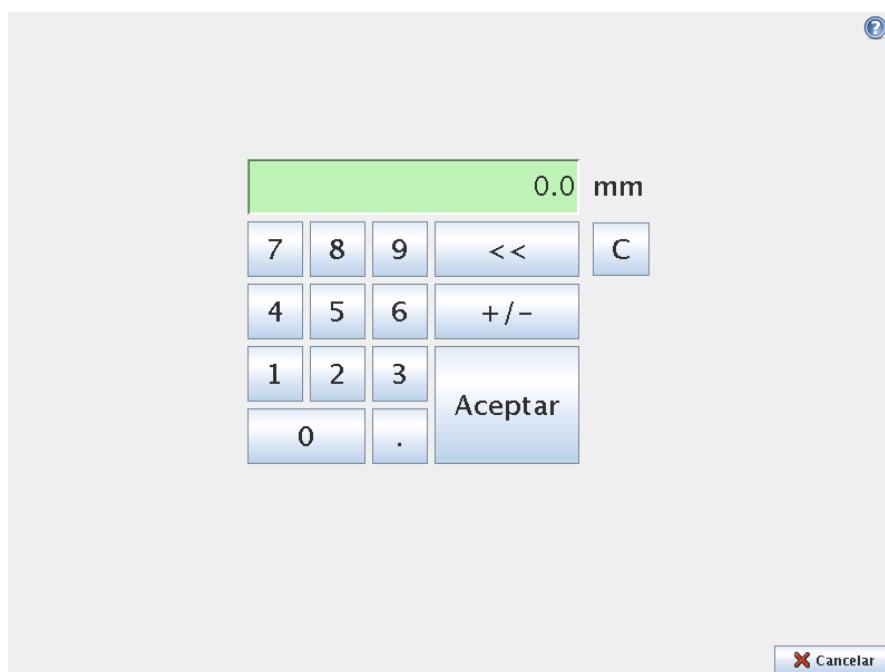
Los botones Auto pueden pulsarse individualmente para cada junta o para todo el robot. Si el robot está tocando un obstáculo o mesa, debe tenerse mucho cuidado ya que si el robot colisiona con un obstáculo, podría dañarse la caja de engranajes de una junta articulada.

Movimiento directo (botones Mover)

Para el caso en que una junta articulada esté en una posición en la que haya riesgo importante de que un movimiento descontrolado dañe el robot o las inmediaciones, el operador puede optar por poner manualmente las juntas articuladas del robot en su posición de origen. apartado 3.1.2.

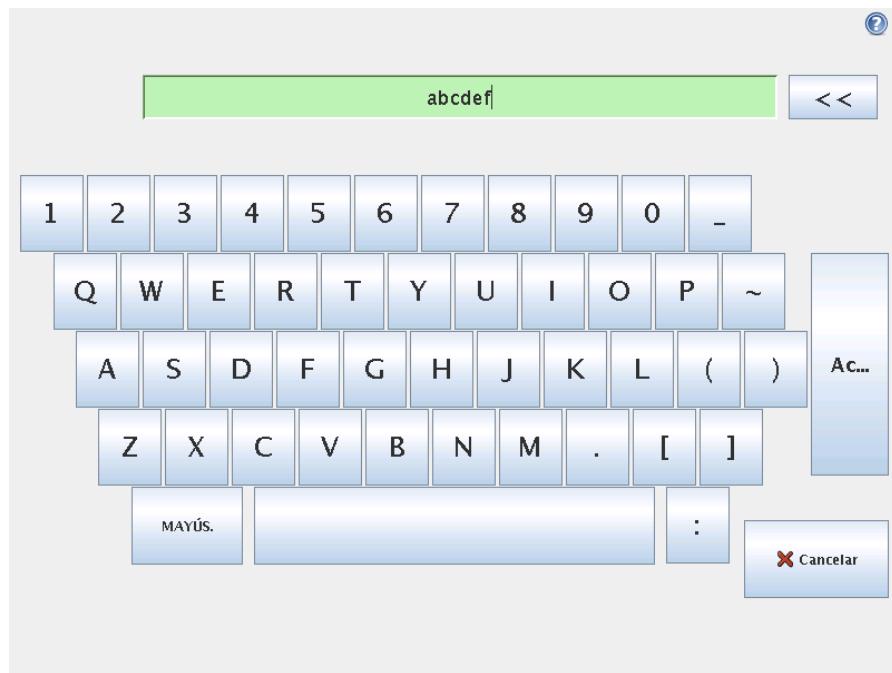
3.2. Editores en pantalla

3.2.1. Teclado en pantalla



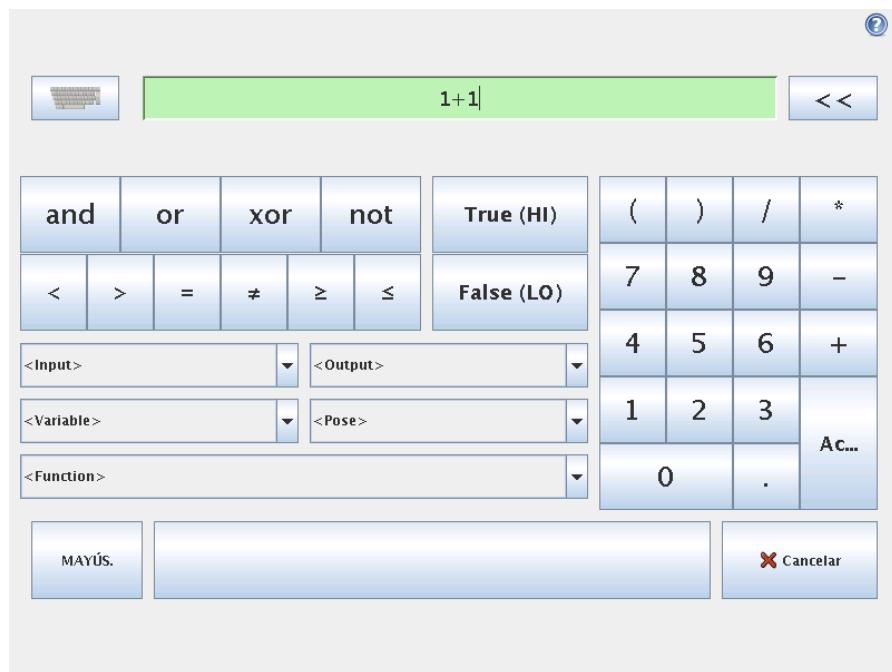
Facilita la escritura de números e incluye funciones de modificación. En muchos casos, la unidad del valor tecleado aparece junto al número.

3.2.2. Teclado en pantalla



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

3.2.3. 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, 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

de salida pueden encontrarse en los selectores Entrada y Salida. En Función se incluyen algunas funciones especiales.

Al pulsar el botón Aceptar, se comprueba la expresión en busca de errores gramaticales. El botón Cancelar sirve para salir de la pantalla sin aplicar ningún cambio.

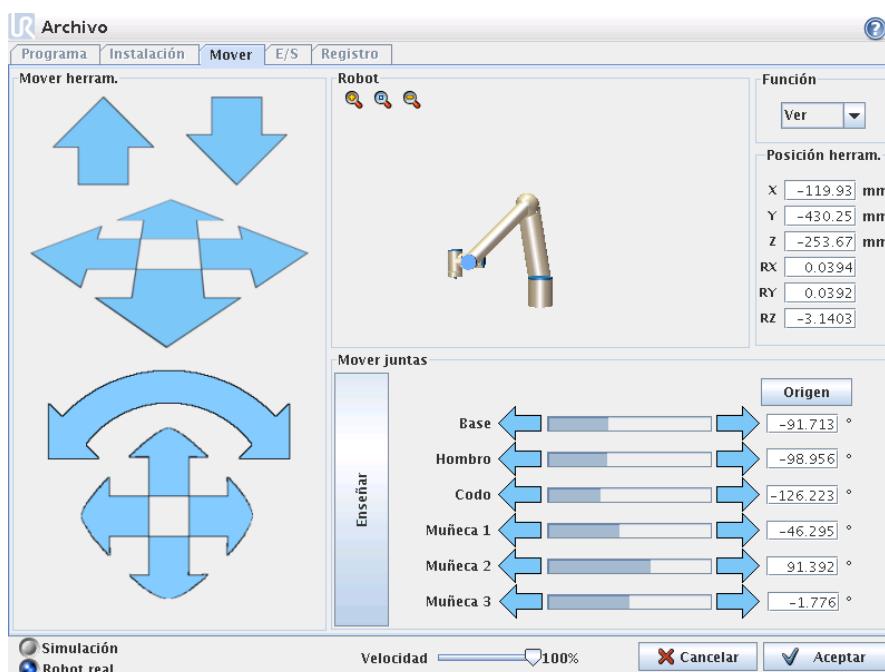
Una expresión puede ser así:

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

3.3. Control del robot

3.3.1. Ficha Mover

En esta pantalla siempre se puede mover (poco a poco) el robot directamente, ya sea desplazando/rotando la herramienta del robot, o moviendo una a una las juntas articuladas.



Robot

Se muestra la posición actual del robot en gráficos 3D. Pulse los iconos de lupa para acercar/alejar la vista o deslice un dedo para cambiar la vista. Para tener las mejores sensaciones a la hora de controlar el robot, seleccione la función "Ver" y gire el ángulo de visión del dibujo 3D para que su vista coincida con la del robot real.

Posición de función y herramienta

En la parte superior derecha de la pantalla se encuentra el selector de funciones, que define las funciones que controlan el robot. La función "Ver" es, probablemente, la más útil porque la vista puede girarse con libertad y, por tanto, tiene muchas aplicaciones poco comunes. Debajo de ella, las casillas muestran todos los valores de las coordenadas de la herramienta respecto a la herramienta seleccionada.

Los valores de la coordenada pueden introducirse manualmente en la coordenada, al igual que los valores de posición de las juntas.

Mover herramienta.

- 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 del robot en la dirección indicada. El punto de rotación es el PCH, que viene dibujado como una bolita azul.

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

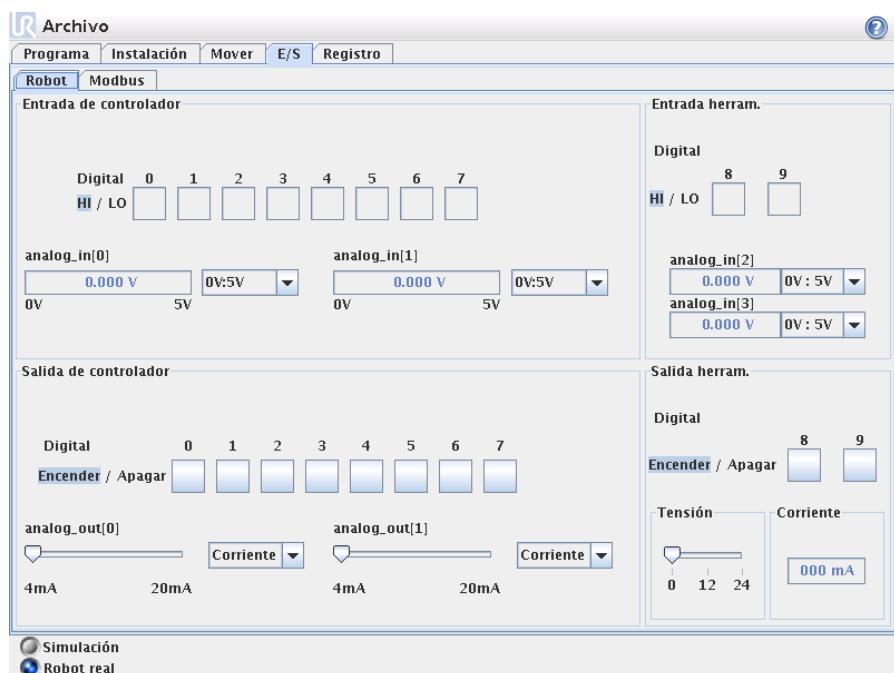
Mover juntas

Permite controlar directamente las juntas articuladas. Cada una puede moverse entre -360° y $+360^\circ$, que son los *límites de articulación* que muestra la barra horizontal de cada junta. Si una junta alcanza su límite de articulación, no podrá accionarse más de 0° .

Consola

Mientras se tenga pulsado el botón „Enseñar”, será posible agarrar el robot físicamente y ponerlo donde se quiera. Si se tiene pulsado el botón „Enseñar” el ajuste de gravedad (véase 3.3.7) de la ficha Config. está mal, o si el robot lleva una carga muy pesada, es posible que el robot empiece a moverse (caer). En tal caso, suelte el botón „Enseñar”.

3.3.2. Ficha E/S



En esta pantalla se pueden supervisar y ajustar las señales de E/S activas que proceden o van al robot. La pantalla muestra el estado actual de la E/S,

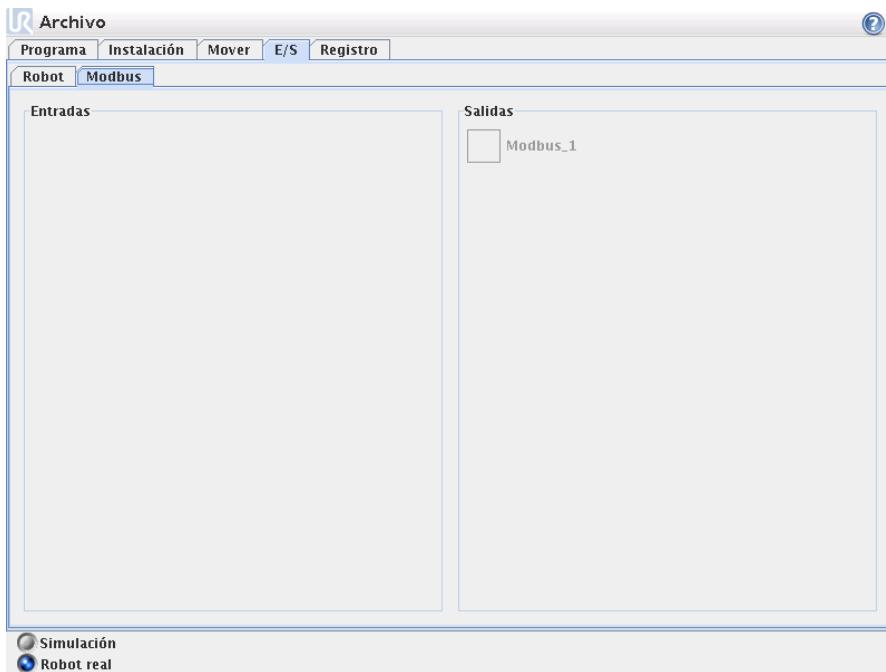
también incluso durante la ejecución del programa. Si durante la misma cambia cualquier cosa, el programa se detendrá. Al pararse el programa, todas las señales de salida conservarán sus estados. La pantalla se actualiza a sólo 10 Hz, de modo que es posible que no se vean bien las señales muy rápidas.

Los detalles eléctricos de las señales se describen en el apartado 2.

Ajustes de intervalos analógicos La salida analógica puede ajustarse como salida de corriente (4-20 mA) o de tensión (0-10 V). Los intervalos de entradas analógicas ajustados oscilan entre (-10-10 V) y (0-5 V). Al guardar un programa, esta configuración será recordada en posibles reinicios posteriores del controlador del robot.

3.3.3. E/S de modbus

Aquí se muestran las señales de E/S del 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 modbus digitales.

Salidas

Ver y alternar el estado de las salidas modbus digitales. Una señal sólo puede alternarse si lo permite la opción del control de la ficha E/S (descrita en 3.3.8).

3.3.4. Ficha Automover

La ficha „Automover“ se usa cuando el robot tiene que moverse a una posición concreta en su espacio de trabajo. Por ejemplo, cuando el robot tiene que moverse a la posición inicial de un programa antes de ejecutarlo, o cuando ha de moverse a un punto de paso mientras se modifica un programa.



Animación

La animación muestra el movimiento que el robot va a realizar. Compare la animación con la posición del robot real y asegúrese de que éste pueda ejecutar el movimiento de forma segura sin chocar con ningún obstáculo.

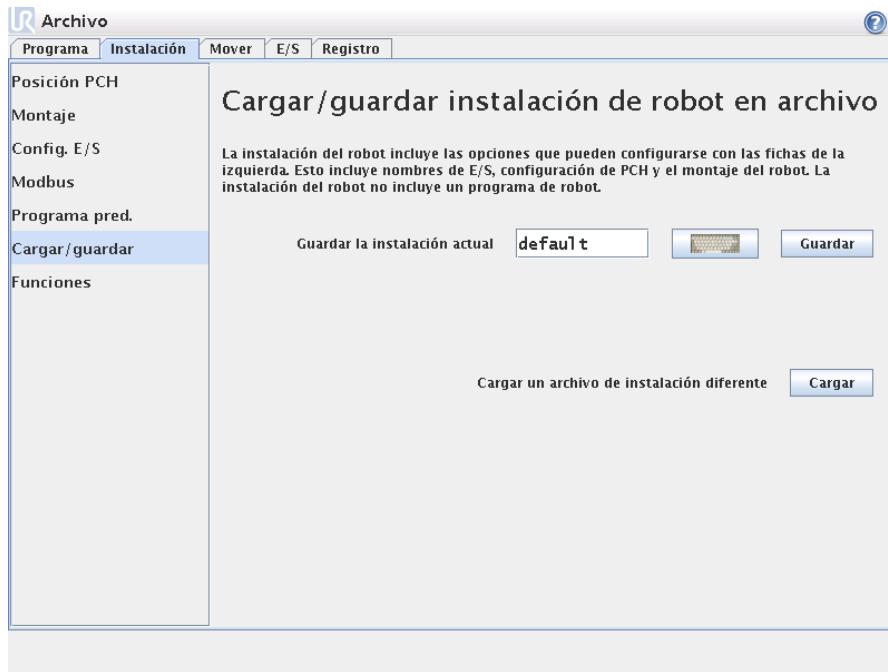
Auto

Mantenga pulsado el botón **Auto** para mover el robot tal como muestra la animación. Nota: *suelte el botón en cualquier momento para detener el movimiento.*

Manual

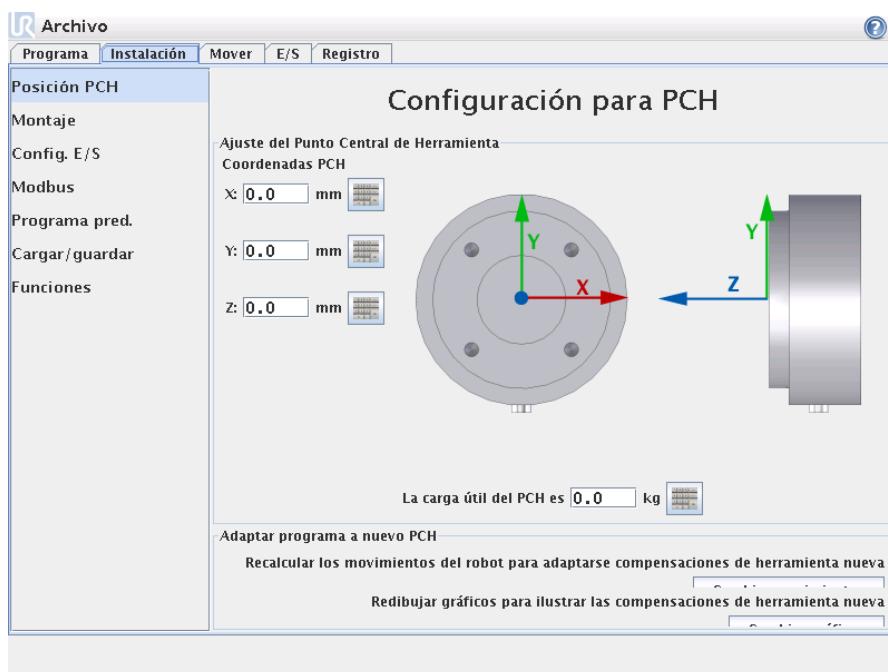
Al pulsar el botón **Manual**, accederá a la ficha **Mover**, donde podrá mover el robot manualmente. Esto sólo es necesario si no se prefiere el movimiento de la animación.

3.3.5. Instalación → Cargar/Guardar



La instalación cubre aspectos de cómo colocar el robot en su entorno de trabajo, tanto el montaje mecánico del robot como las conexiones eléctricas con otros equipos. Estos ajustes pueden configurarse con las diversas pantallas que hay en la ficha **Instalación**. 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 deberá guardarse para no perderlo después de apagar la unidad. Para guardar una instalación, puede pulsarse el botón **Guardar** o guardar un programa que utilice la instalación.

3.3.6. Instalación → Posición PCH

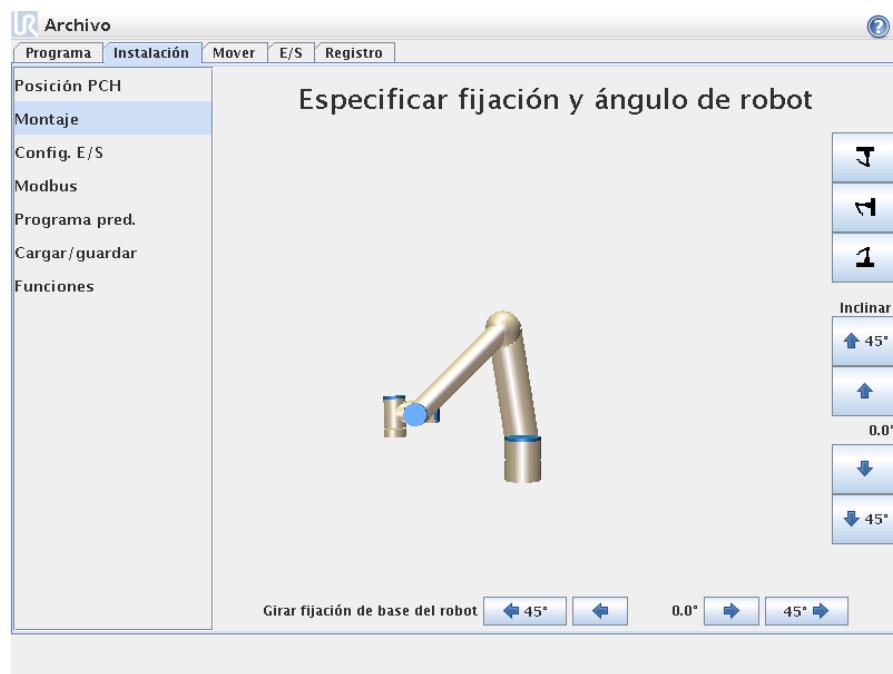


El *Punto Central de la Herramienta* (PCH) es aquel que está al final del brazo robótico y que da un punto característico en la herramienta del robot. Cuando un robot se mueve linealmente, es este punto el que se mueve en línea recta. También es el movimiento del PCH lo que se ve en la ficha Gráficos. El PCH se da en relación con el centro de la brida de salida de la herramienta, como se indica en los gráficos en pantalla.

Los dos botones de la parte inferior de la pantalla son relevantes cuando se cambia el PCH.

- **Cambiar movimientos** sirve para recalcular todas las posiciones del programa del robot para ajustarlas al nuevo PCH. Esto es relevante cuando se han cambiado la forma o tamaño de las herramientas.
- **Cambiar gráficos** vuelve a dibujar los gráficos del programa para ajustarlos al nuevo PCH. Esto es relevante cuando se ha modificado el PCH sin que haya habido cambios físicos en la herramienta.

3.3.7. Instalación → Fijación



Aquí se puede especificar el montaje del robot, lo que tiene un doble propósito:

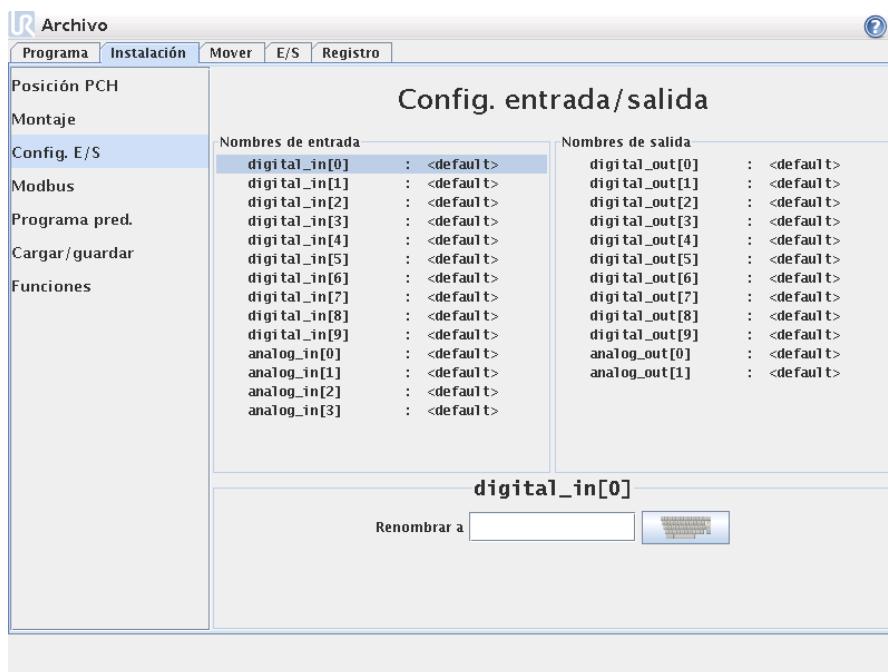
1. Hacer que el robot se vea bien en la pantalla.
2. Comunicar al controlador la dirección de gravedad.

El controlador emplea un modelo dinámico avanzado para conferir al robot movimientos suaves y precisos, y para que el robot se retenga cuando es accionado hacia atrás. Por esa razón, es importante configurar correctamente la fijación del robot.

De forma predeterminada, el robot va ajustado para montarse sobre el suelo o una mesa lisa, en cuyo caso no hace falta ningún cambio en esta pantalla. No obstante, si el robot se monta en el techo, en la pared o en ángulo, esto puede ajustarse con los botones pulsadores. Los botones del lado derecho de

la pantalla sirven para ajustar el ángulo de la fijación del robot. Los tres botones de la parte superior derecha sirven para ajustar el ángulo con 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 la fijación del robot para que coincida con la que se está usando.

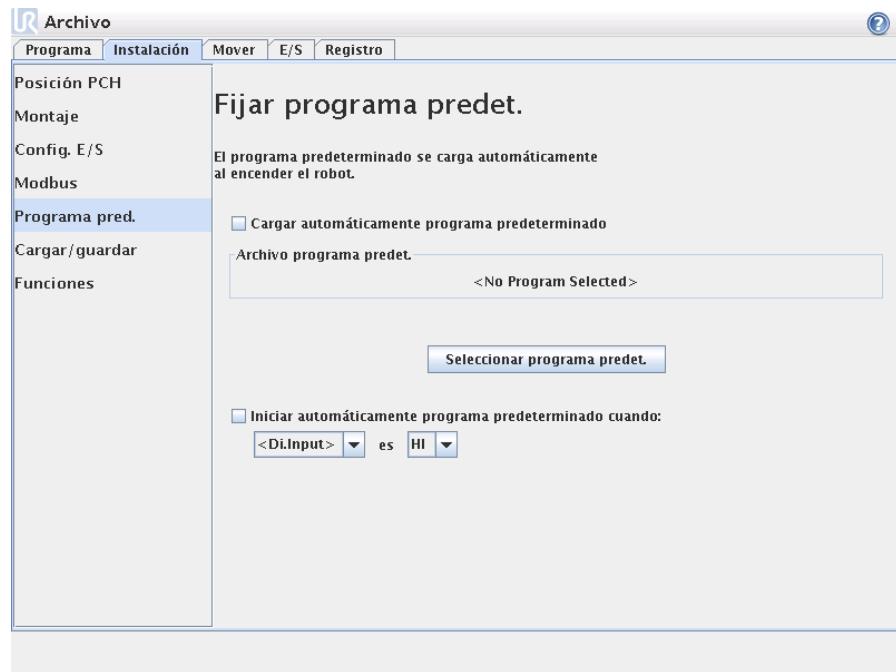
3.3.8. Instalación → Config. E/S



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 sólo caracteres en blanco.

Al seleccionarse una salida, se habilitan algunas opciones. Se puede usar la casilla para fijar un valor predeterminado en bajo o alto. Esto significa que la salida se fijará en este valor cuando no haya un programa funcionando. Si la casilla no está marcada, la salida conservará su estado actual una vez finalizado un programa. 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 sólo los programas del robot pueden alterar el valor de salida.

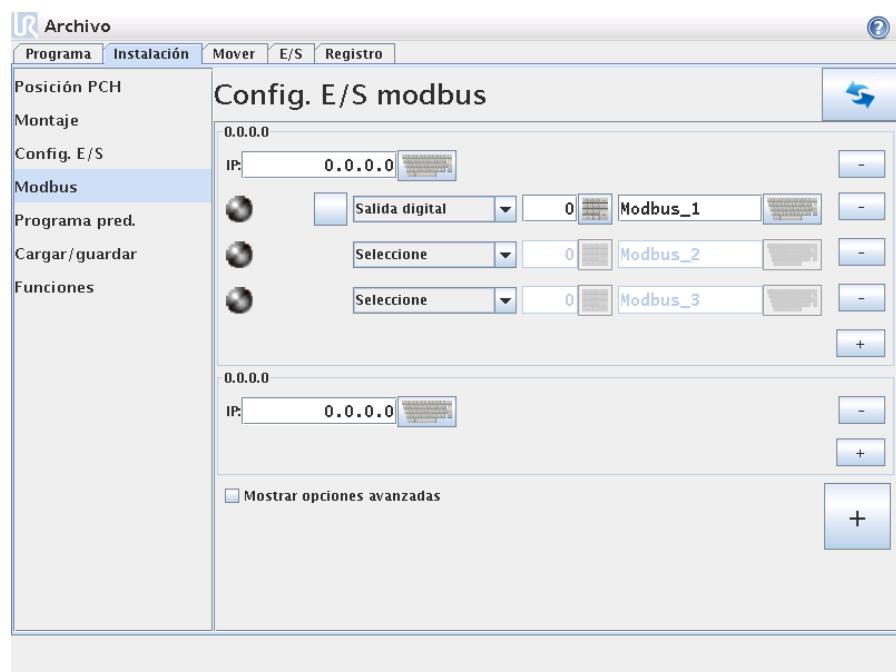
3.3.9. Instalación → Programa predeterminado



El programa predeterminado puede cargarse cuando la caja de control está activada.

3.3.10. Config. E/S modbus

Aquí pueden configurarse las señales de E/S del modbus. Las unidades modbus de direcciones IP específicas pueden añadirse/eliminar, al igual que las señales de entrada/salida (digitales o de registro) de dichas unidades. Debe asignarse un nombre único a cada señal. Aunque varias señales con distintos nombres pueden hacer referencia a la misma señal modbus, se recomienda al usuario evitarlo. A continuación, se explican en detalle los diferentes botones y campos.



Actualizar

Pulse este botón para actualizar el estado de conectividad de todas las señales modbus en la instalación actual.

Añadir unidad

Pulse este botón para añadir una nueva unidad modbus a la instalación del robot.

Eliminar unidad

Pulse este botón para eliminar la unidad modbus y todas las señales agregadas a la 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 instalación del robot que puede encontrarse en la unidad modbus correspondiente.

Eliminar señal

Pulse este botón para eliminar la señal modbus de la instalación.

Fijar tipo de señal

Utilice este menú desplegable para elegir el tipo de señal. Los tipos disponibles son:

- **Entrada digital** Una entrada digital 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 es una cantidad de un bit que puede ponerse alta o baja según la configuración del terminal modbus correspondiente. Hasta que el usuario ajuste el valor de esta salida, el valor se lee desde la unidad. Esto significa que se emplea un código de función 0x01 (bobinas de lectura) hasta que se fija la salida y luego, 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. Hasta que se ajuste el valor del registro, su valor simplemente se lee. Esto significa que se emplea un código de función 0x03 (registros de retención de lectura) hasta que se fija la señal mediante un programa del robot o especificando un valor de señal en el campo "fijar valor de señal", usándose después el código de función 0x05 (un solo registro de escritura) de ahí en adelante.

Fijar dirección de señal

Este campo muestra la dirección de la señal. Use el teclado en pantalla para elegir una dirección diferente. Las direcciones válidas dependen del fabricante y de la configuración de la unidad modbus. Es necesario entender bien el mapa de memoria interna del controlador modbus para asegurarse de que la dirección de la señal se corresponda de hecho con la que es la intención de la señal. Puede merecer la pena, sobre todo, verificar el significado de la dirección de la señal cuando se empleen códigos de función diferentes. Consulte 3.3.10 para ver una descripción de los códigos de función asociados a los distintos tipos de señal.

Fijar nombre de señal

Al utilizar el teclado en pantalla, el usuario puede dar a la señal un nombre con significado que facilitará una programación más intuitiva del robot usando la señal. Los nombres de señales son únicos, esto es, dos señales no pueden tener asignado el mismo nombre. Los nombres de las señales están limitados para no superar los 10 caracteres.

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 ícono muestra si la señal puede leerse/escribirse convenientemente (verde) o si la unidad responde de manera imprevista o no es accesible (gris).

Mostrar opciones avanzadas

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

Opciones avanzadas

- **Frecuencia de actualización:** Este menú sirve para cambiar la frecuencia de actualización de la señal, es decir, la frecuencia con la que se envían solicitudes al controlador modbus para leer o escribir el valor de la señal.

- **Dirección esclava:** 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 se modifica este valor, se recomienda consultar el manual de los dispositivos modbus para verificar su funcionalidad con una dirección esclava cambiada.

3.3.11. Funciones

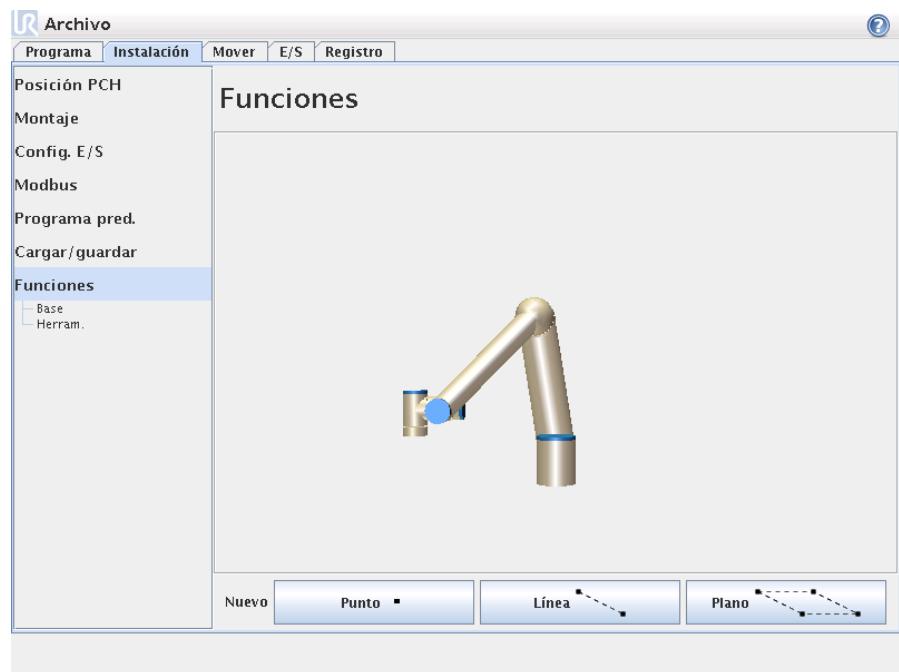
Por lo general, quienes compran robots industriales desean controlarlos o manipularlos y programarlos respecto a diversos objetos y límites en el entorno del robot, como máquinas, objetos o espacios vacíos, accesorios, cintas transportadoras, palés o sistemas de visión. Tradicionalmente, eso se hace definiendo "marcos" (sistemas de coordenadas) que relacionan el sistema de coordenadas interno del robot (el sistema de coordenadas base) con el sistema de coordenadas del objeto pertinente. La referencia puede ser tanto "coordenadas de herramientas" como "coordenadas base" del robot.

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 4x4. 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 computerizado (CNC)?
- ¿Es posible girar la herramienta del robot 45 grados respecto a la mesa?
- ¿Podemos hacer que el robot baje verticalmente con el objeto, soltar el objeto y luego volver a subir el robot verticalmente?

El significado de estas y otras preguntas similares es muy claro para un cliente medio que intenta usar un robot, por ejemplo, en varias estaciones de una planta de producción, y al cliente puede parecerle molesto e incomprendible que le digan que posiblemente no hay una respuesta fácil a tales preguntas (que son 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 robot. En pocos pasos, por tanto, es posible hacer exactamente lo que se quería saber en las preguntas anteriores.



Renombrar

Este botón permite cambiar el nombre de una función.

Eliminar

Este botón elimina la función seleccionada y, si las ahí, 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.

Fijar o cambiar posición

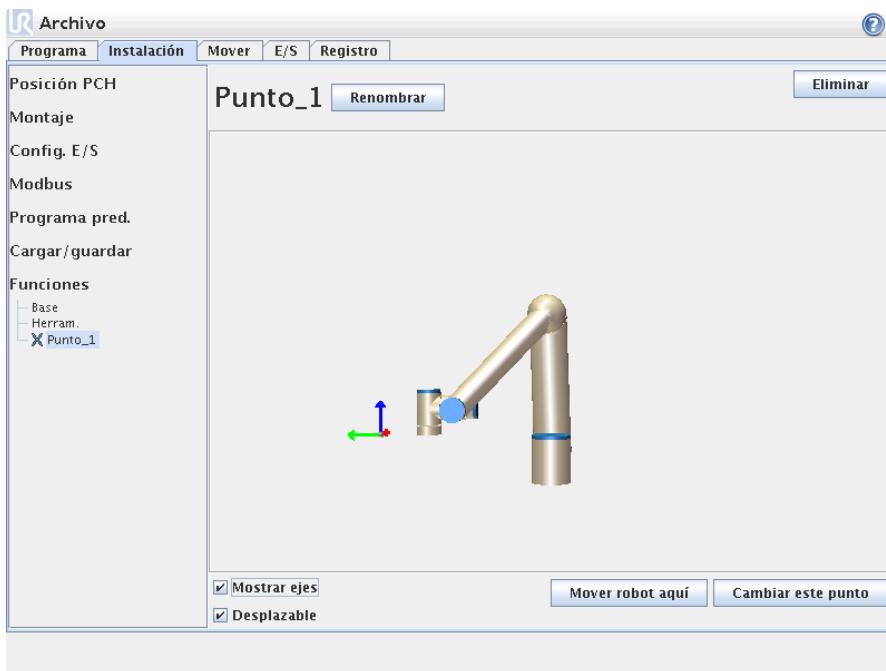
Use este botón para fijar o cambiar la función seleccionada. Aparecerá la pantalla Mover y podrá fijarse una u otra pose nueva de la función.

Mover robot a función

Al pulsar este botón, el robot 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.

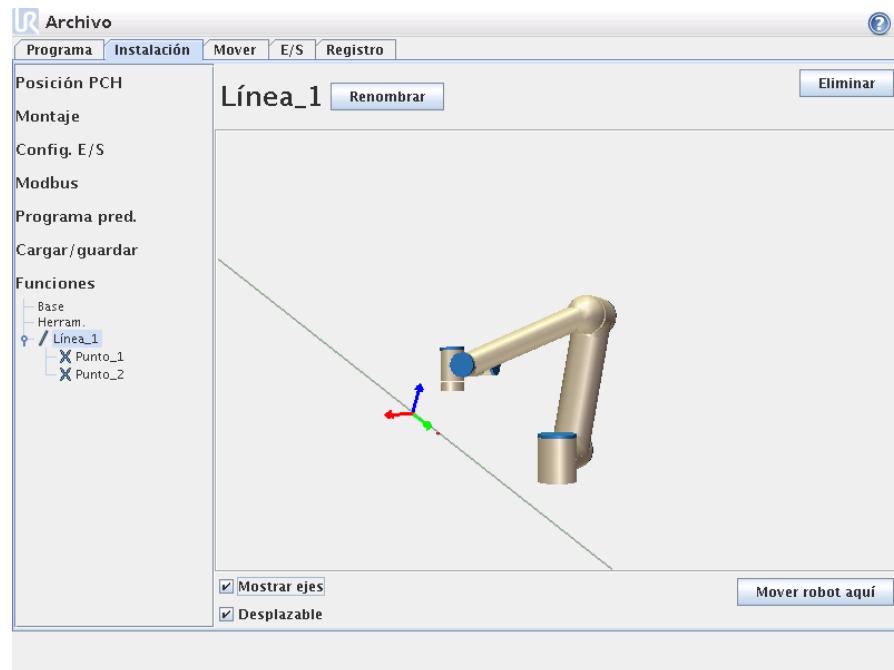
Añadir punto

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.



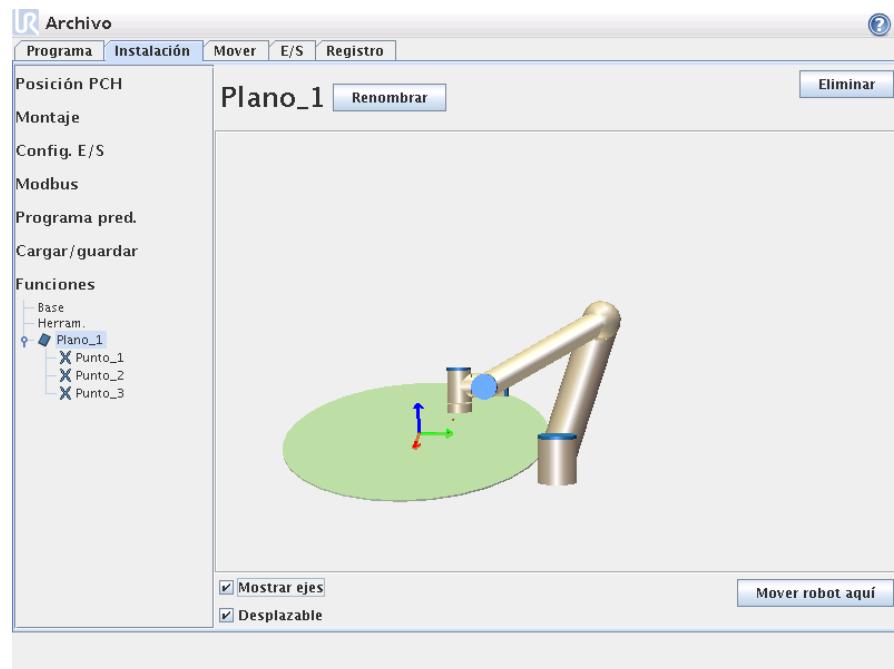
Añadir línea

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.

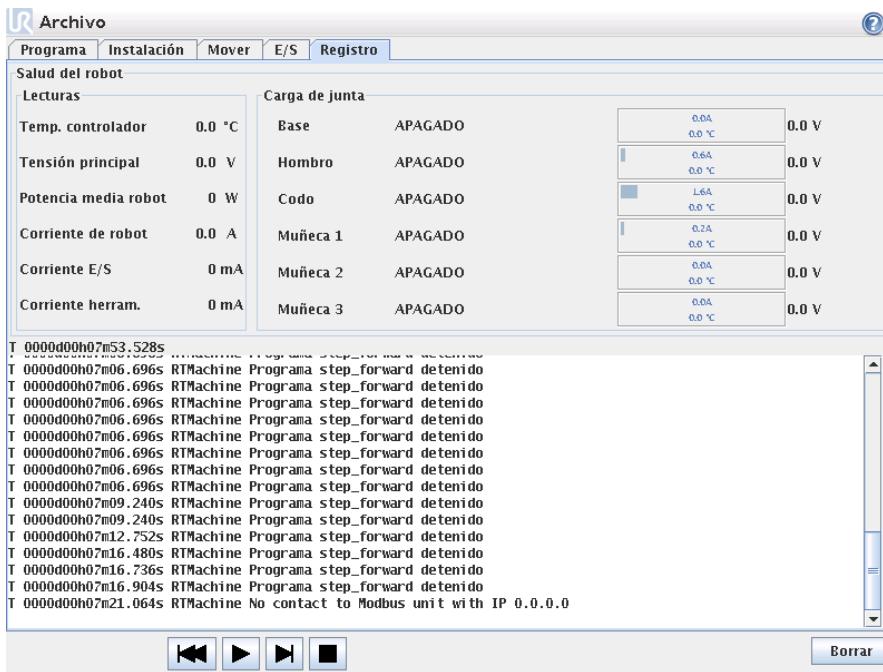


Añadir plano

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. La orientación del sistema de coordenadas del plano se basa en la orientación del sistema de coordenadas del primer punto. La diferencia es que el eje y del plano corresponde a la proyección del eje y del primer punto sobre el plano.



3.3.12. Ficha Registro



Salud del robot La mitad superior de la pantalla muestra la salud del robot. 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 muestra la hora de llegada del mensaje. La siguiente columna muestra quién lo remite. La última columna muestra el mensaje en sí.

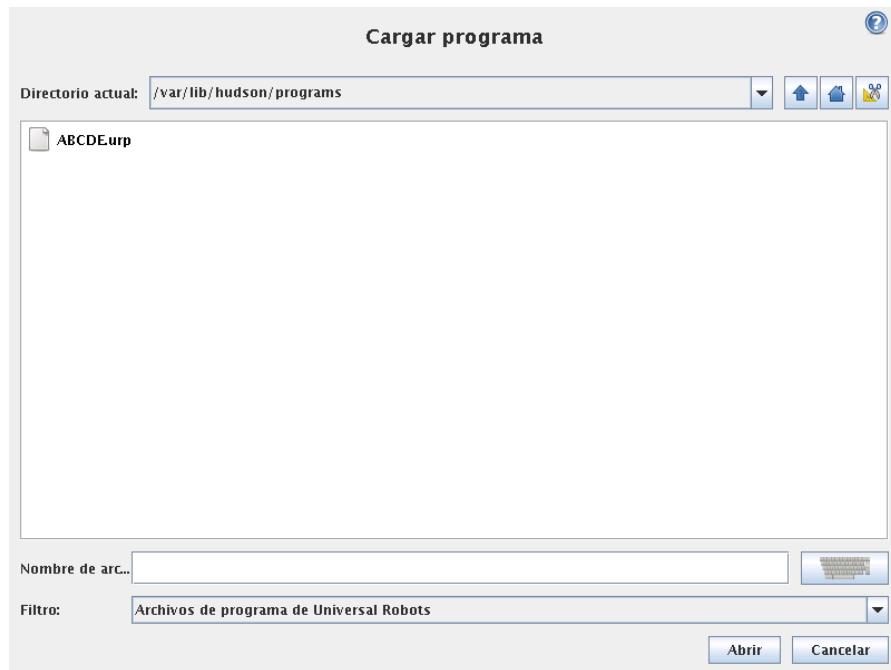
3.3.13. Pantalla Cargar

En esta pantalla se decide el programa que se desea cargar. Hay dos versiones de la misma: una que debe utilizarse cuando se acabe de cargar y ejecutar un programa, y otra para cuando se quiera seleccionar y modificar un programa de archivos.

La principal diferencia estriba en las acciones que hay disponibles para el usuario. En la pantalla de carga básica, el usuario sólo puede acceder a los archivos, pero no modificarlos ni eliminarlos. Además, no se permite al usuario abandonar la estructura de directorios que hay por debajo de la carpeta `programas`. El usuario puede bajar hasta un subdirectorio, pero no puede ir más arriba en la carpeta `programas`.

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

Presentación de la pantalla



Esta imagen muestra la pantalla de carga real. Se compone de las siguientes áreas y botones importantes.

Historial de rutas El historial de rutas muestra una lista de las rutas que llevan a la ubicación actual. Esto significa que se muestran todos los directorios padre hasta la raíz del ordenador. Debe notarse aquí que tal vez no pueda accederse a todos los directorios que hay por encima de la carpeta de programas.

Al seleccionar un nombre de carpeta en la lista, el diálogo de carga cambia para ese directorio y lo muestra en el área de selección de archivos 3.3.13.

Área de selección de archivos En esta parte del diálogo se encuentra el contenido del área real. El usuario tiene la opción de seleccionar un archivo haciendo clic en el nombre o de abrirlo haciendo doble clic.

Si el usuario hace doble clic en un directorio, el diálogo baja por la carpeta y muestra su contenido.

Filtro de archivos Al usar este filtro, se pueden limitar los archivos mostrados de modo que se incluya sólo el tipo de archivos deseado. Al seleccionar "Archivos de copia", el área de selección mostrará las 10 últimas versiones de cada programa, en la que .old0 es la más reciente y .old9 la más antigua.

Campo Nombre de archivo Aquí se muestra el archivo que está seleccionado. El usuario tiene la opción de introducir manualmente el nombre del archivo o de hacer clic en el ícono del teclado que hay a la derecha del campo. Así aparecerá un teclado en pantalla que puede usarse para introducir el nombre del archivo directamente en la pantalla.

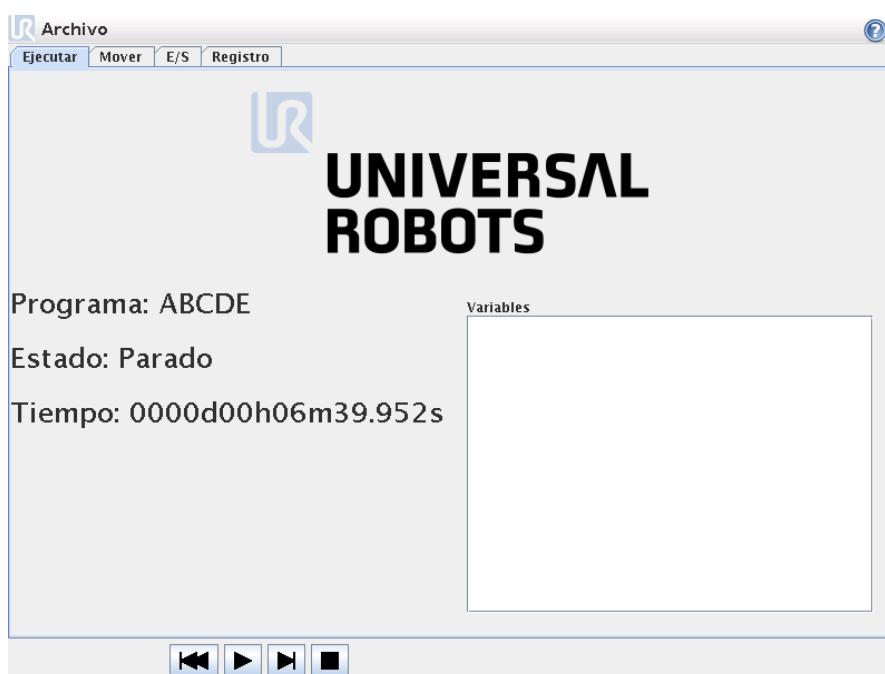
Botón Abrir Al hacer clic en este botón, se abrirá el archivo seleccionado y se regresará a la pantalla anterior.

Botón Cancelar Este botón anula el proceso de carga en curso y hace que la pantalla vuelva a la imagen anterior.

Botones de acción Hay una serie de botones que dan al usuario la posibilidad de realizar algunas de las acciones a las que normalmente podría acceder haciendo clic con el botón derecho sobre el nombre de un archivo en un cuadro de diálogo convencional. Además de esto, se tiene la opción de subir por la estructura de directorios e ir directamente a la carpeta de programas.

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

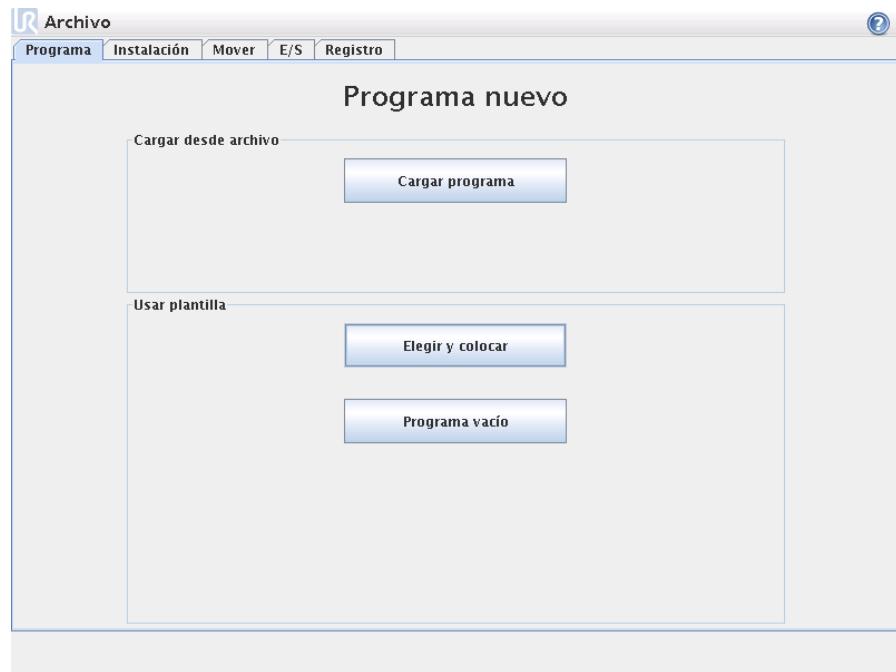
3.3.14. Ficha Ejecutar



Esta ficha proporciona una forma sencilla de manejar el robot con la menor cantidad posible de botones y opciones. Esto puede resultar útil en combinación con la protección con contraseña de la parte de programación de PolyScope (véase el apartado 3.5.5) para convertir el robot en una herramienta que funcione exclusivamente con programas ya preparados.

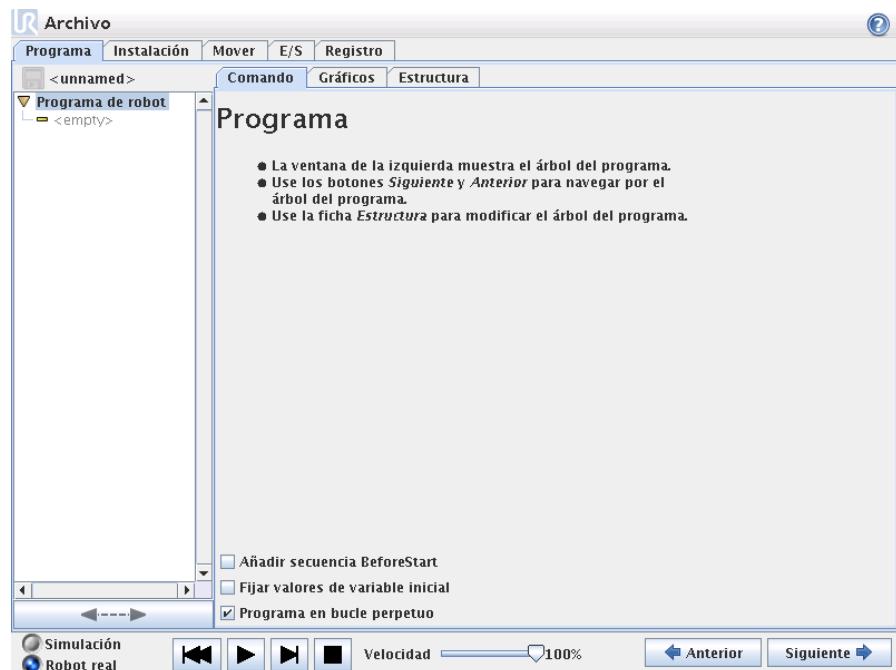
3.4. Programación

3.4.1. Programa → Programa nuevo



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

3.4.2. Ficha Programa



La ficha Programa muestra el programa que se está modificando.

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

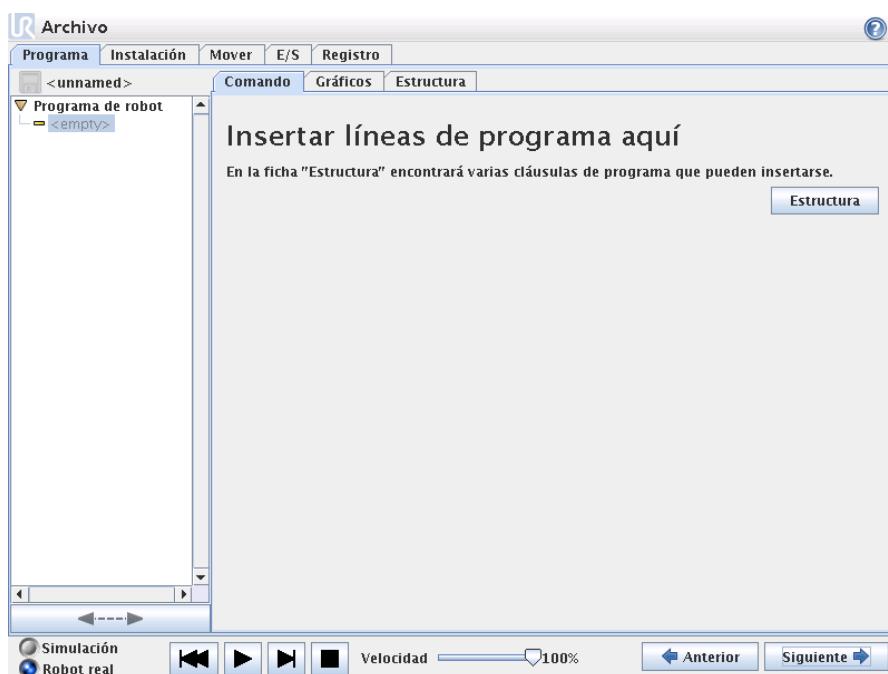
Siguiente de la parte inferior derecha de la pantalla. Pueden introducirse o quitarse comandos usando la ficha Estructura, que se describe en el apartado El nombre del programa aparece justo encima de la lista de comandos, junto con un icono de disquete que puede pulsarse para guardar el programa.

La parte inferior de la pantalla es el *Panel*. El *Panel* incluye una serie de botones parecidos a los de una vieja grabadora con los que los programas pueden iniciarse, detenerse, desplazarse y reiniciarse. El control deslizante de *velocidad* permite ajustar la velocidad del programa en cualquier momento, lo que afecta directamente a la velocidad a la que se mueve el robot. 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 robot no se mueve, de forma que no puede dañarse ni chocar con ningún equipo cercano. Use la función de simulación para probar programas si no está seguro de lo que hará el robot.

Mientras se escribe el programa, el movimiento resultante se ilustra mediante un dibujo 3D en la ficha *Gráficos*, que se describe en el apartado

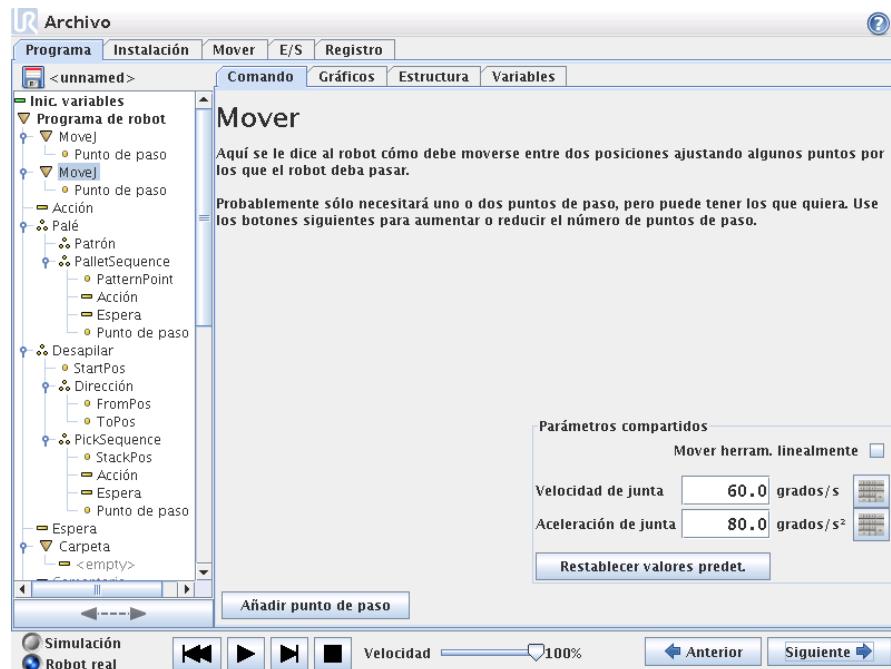
Al lado de cada comando del programa hay un pequeño ícono, que puede ser rojo, amarillo o verde. El ícono rojo significa que hay un error en el comando, el amarillo que el comando no está completo y el verde que todo está bien. Un programa sólo funciona cuando todos los comandos están verdes.

3.4.3. Programa → ficha 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.

3.4.4. Programa → ficha 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 mueve el robot, y también si ese movimiento es en *espacio articular* o *espacio lineal*. En el *espacio articular* se controla cada junta articulada para llegar al mismo tiempo a la ubicación final deseada, lo que da lugar a una trayectoria curva de la herramienta, mientras que en el *espacio lineal* las juntas articuladas realizan un movimiento más complicado para mantener la herramienta en una trayectoria recta. Por lo general, el robot se mueve más rápido en *espacio articular*. En la vista de árbol del programa, el comando cambiará entre `movej` (movimiento articular) y `moveL` (movimiento lineal) para mostrar qué tipo de movimiento se selecciona.

Los ajustes de un comando Mover se aplican desde la trayectoria de la posición actual del robot hasta el primer punto de paso según 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.

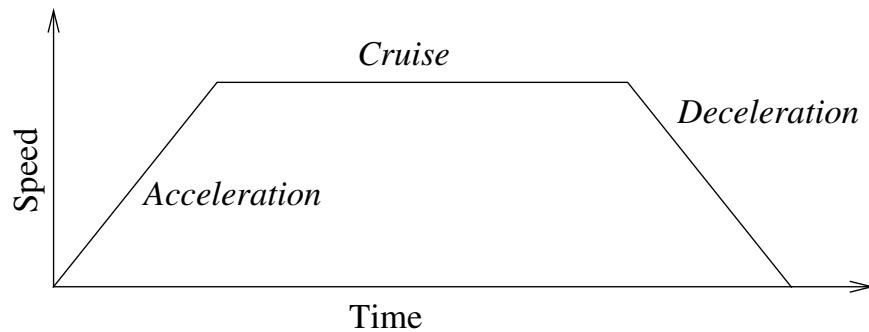
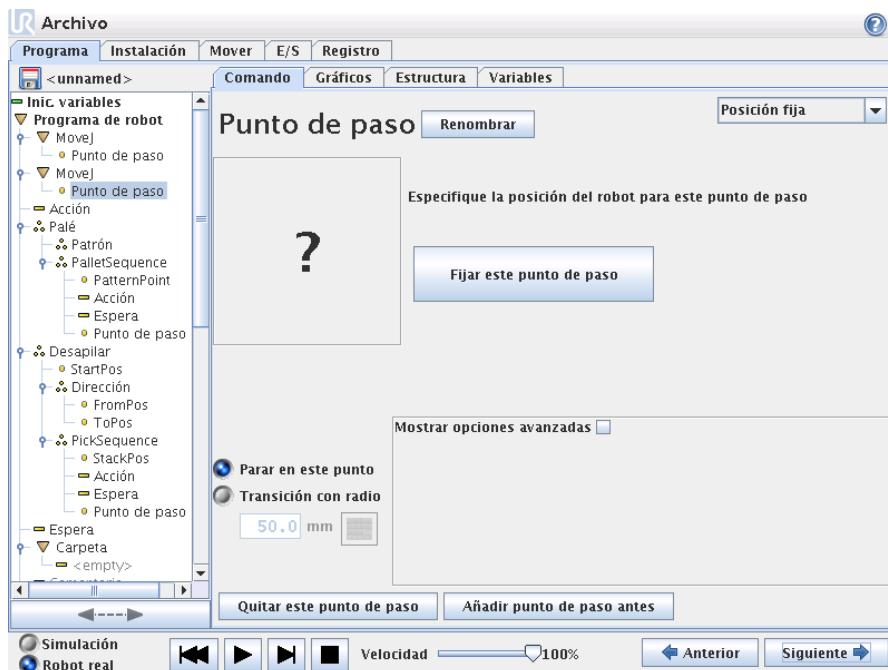


Figura 3.1: Perfil de velocidad para un movimiento. La curva se divide en tres segmentos: *aceleración*, *crucero* y *desaceleración*. El nivel de la fase de *cruce* se obtiene del ajuste de velocidad del movimiento, mientras que la pendiente de las fases de *aceleración* y *desaceleración* se obtiene del parámetro de aceleración.

3.4.5. Programa → ficha 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 dónde tiene que ir. Para obtener un punto de paso fijo, hay que mover físicamente el robot hasta la posición en cuestión.

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

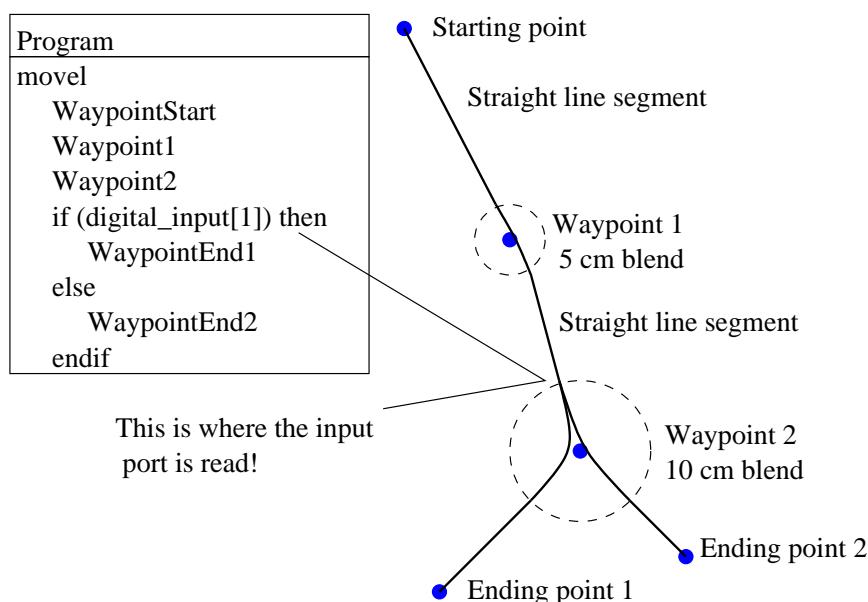
Si se establece un radio de transición, la trayectoria del robot converge en torno al punto de paso, lo que permite al robot no detenerse en dicho punto.

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 0,0mm.

Nota sobre la sincronización de E/S

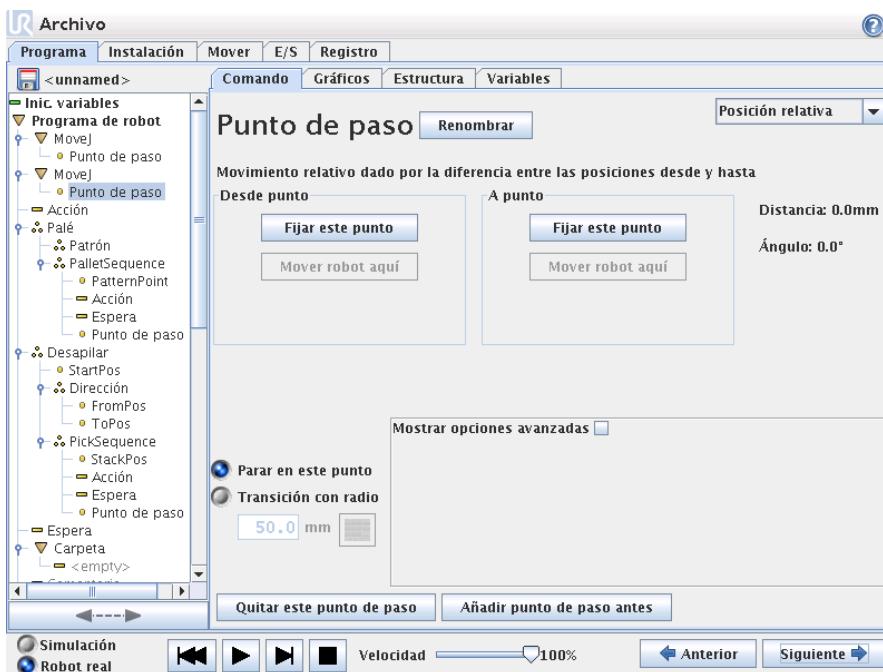
Un punto de paso es un punto de parada que tiene un comando de E/S como siguiente comando, el cual se ejecuta cuando el robot se detiene en el punto de paso. Sin embargo, si el punto de paso tiene un radio de transición, el siguiente comando de E/S se ejecuta cuando el robot entra en la transición.

Ejemplo



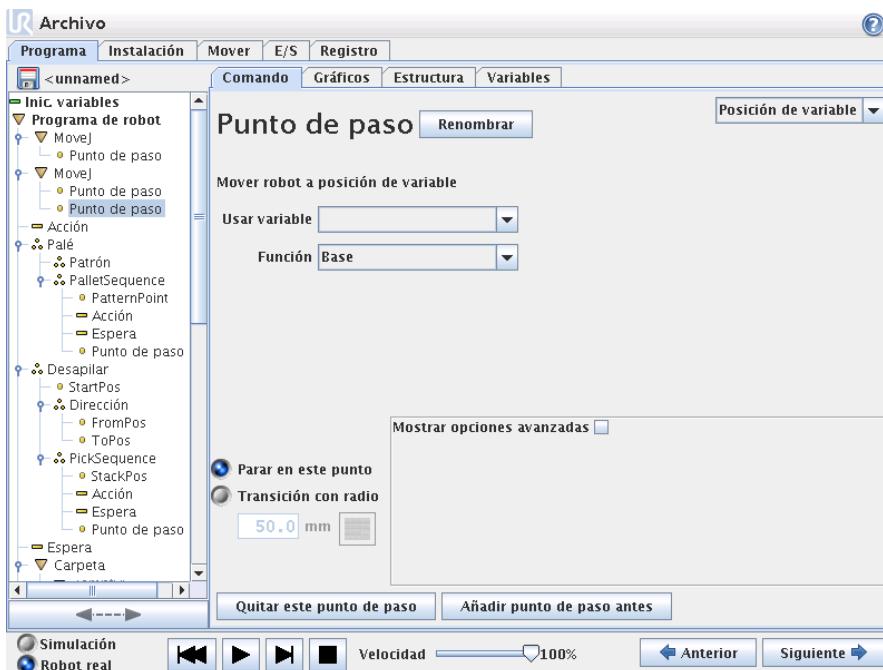
Un pequeño ejemplo en el que el programa de un robot mueve la herramienta desde una posición inicial a una de las dos posiciones finales, dependiendo del estado de la entrada digital 1 (digital_input[1]). Nótese que la trayectoria de la herramienta (línea negra gruesa) se mueve en líneas rectas fuera 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. Nótese también que la lectura del estado del sensor de la digital_input[1] se produce justo cuando el robot 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 que el robot pueda seleccionar el paso de transición adecuado.

3.4.6. Programa → ficha Comando, Punto de paso relativo



Se trata de un punto de paso con una posición dada y relacionada con la posición anterior del robot, 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). Téngase en cuenta que las posiciones relativas repetidas pueden sacar el robot de su espacio de trabajo.

3.4.7. Programa → ficha Comando, Punto de paso variable



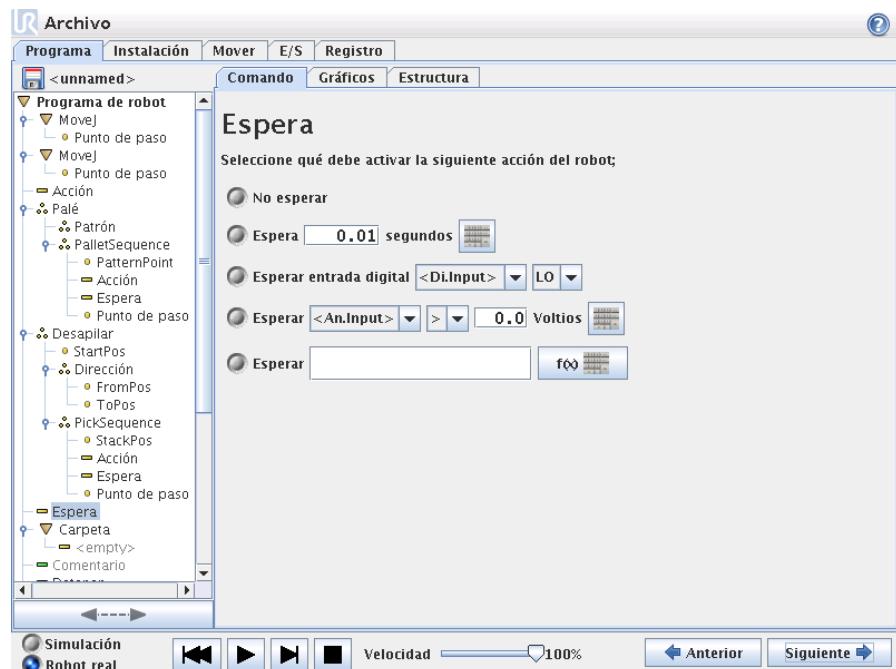
Se trata de un punto de paso con la posición dada por una variable, en este caso `calculated_pos`. La variable tiene que ser una pose como `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Las tres primeras son x,y,z y las tres últimas son la orientación dada como un vector de rotación dado por el vector

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 pose siempre se da en relación con un marco de referencia o sistema de coordenadas, definido por la función seleccionada. El robot 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:

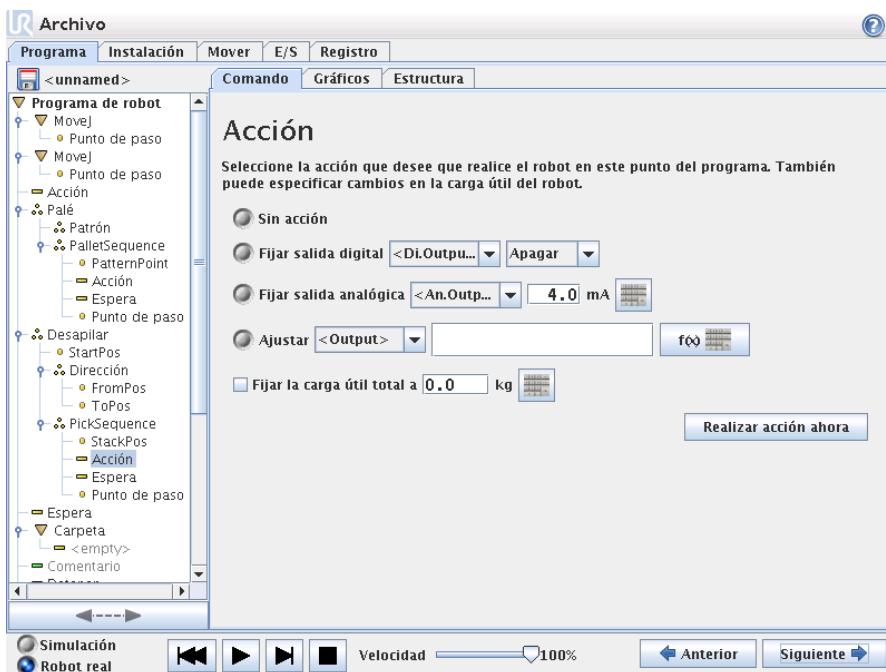
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
MoveL
    Waypoint_1 (posición de variable): Use variable=var_1, Feature=Tool
```

3.4.8. Programa → ficha Comando, Espera



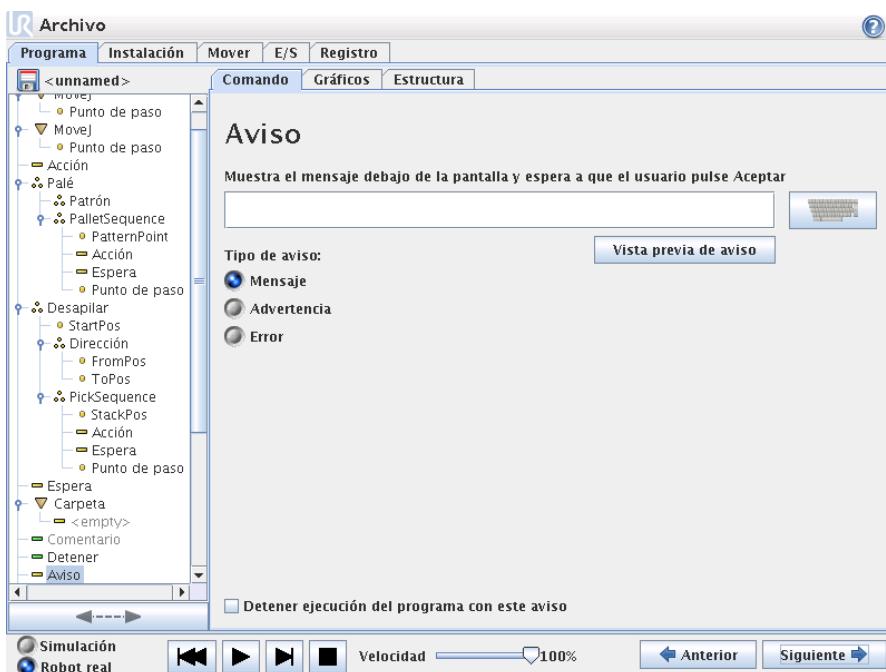
Espera un tiempo dado o a que haya una señal de E/S.

3.4.9. Programa → ficha Comando, Acción



Sirve para ajustar salidas digitales o analógicas para un valor dado. También puede usarse para determinar la carga útil del robot, por ejemplo, el peso que se coge a consecuencia de esta acción. Tal vez haya que ajustar el peso para evitar que el robot se detenga por seguridad de manera inesperada cuando el peso en la herramienta difiera del previsto.

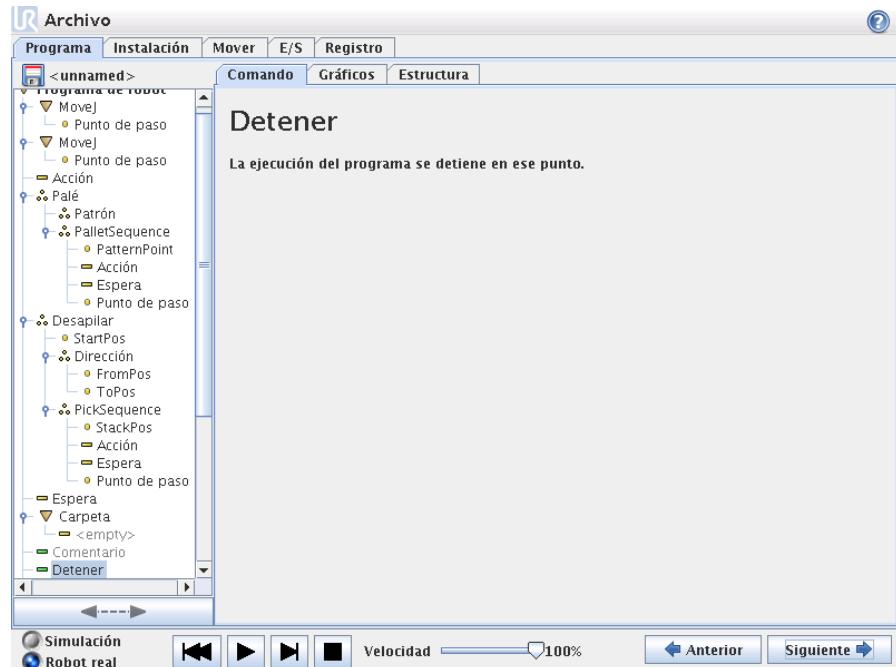
3.4.10. Programa → ficha Comando, Aviso



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 "Aceptar" del aviso emergente antes de

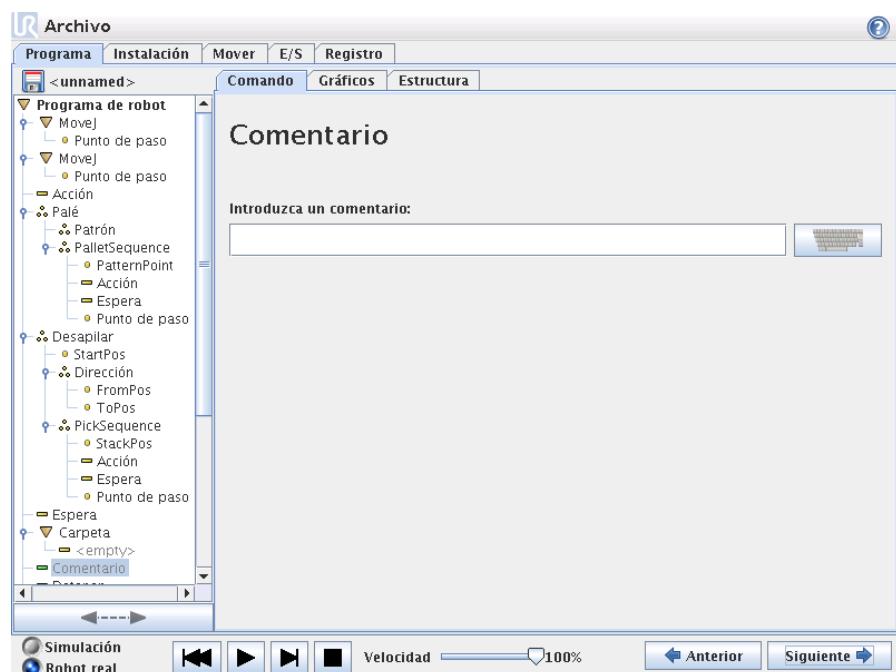
continuar con el programa. Si se selecciona la opción “Detener ejecución del programa”, el programa se detendrá al aparecer este aviso emergente.

3.4.11. Programa → ficha Comando, Detener



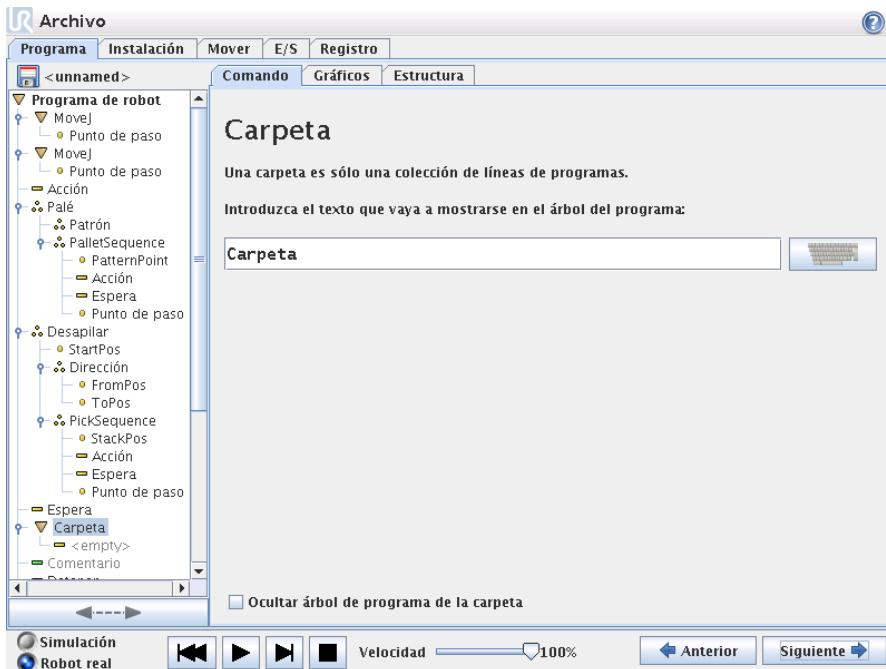
La ejecución del programa se detiene en ese punto.

3.4.12. Programa → ficha 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.

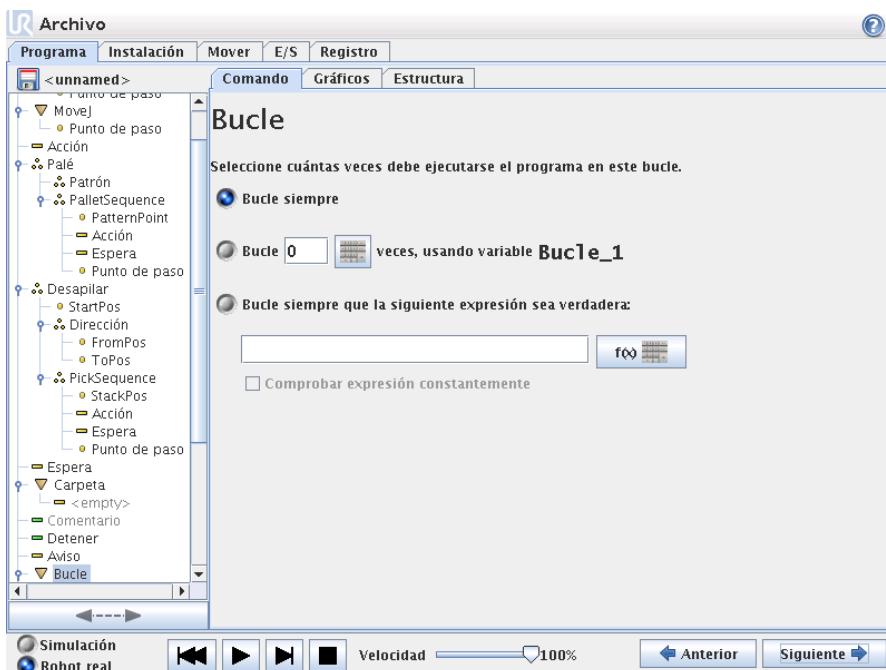
3.4.13. Programa → ficha Comando, Carpeta



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.

3.4.14. Programa → ficha Comando, Bucle

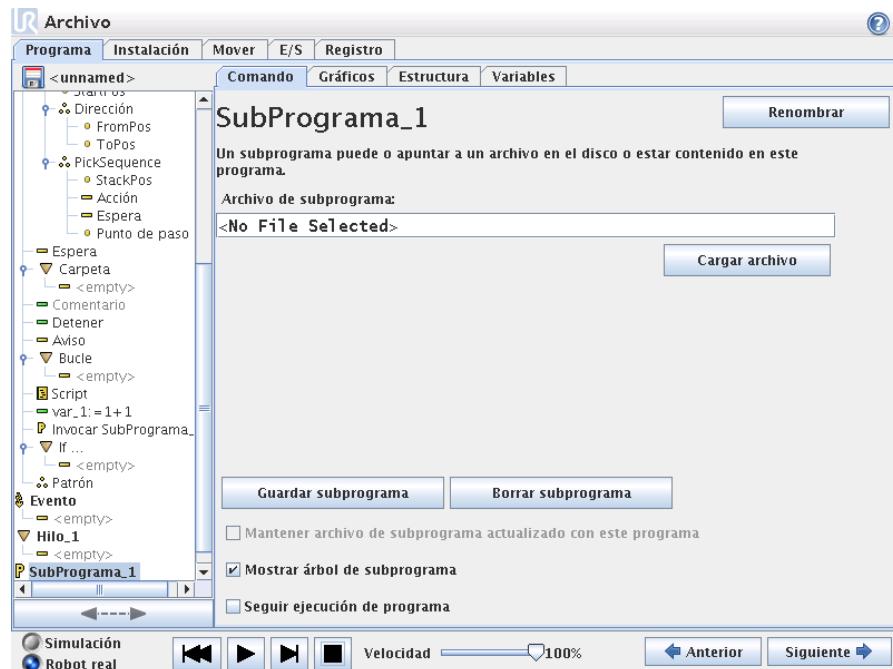


Repite los comandos del programa subyacente. Dependiendo de lo que se seleccione, los comandos del programa subyacente se repiten hasta el infinito, un número determinado de veces o siempre que la condición dada sea verdadera. Al repetir un número determinado de veces, se crea una variable de

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 $N - 1$.

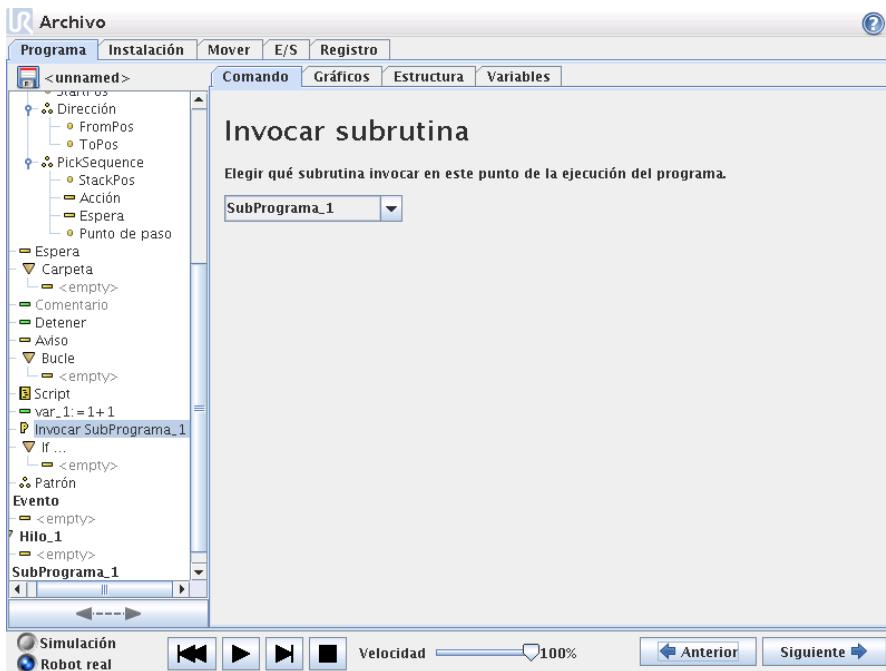
Al repetir en bucle usando una expresión como condición final, PolyScope proporciona una opción para evaluar continuamente dicha expresión, de modo que el “bucle” puede interrumpirse en cualquier momento durante su ejecución, en vez de sólo detrás de cada iteración.

3.4.15. Programa → ficha Comando, Subprograma



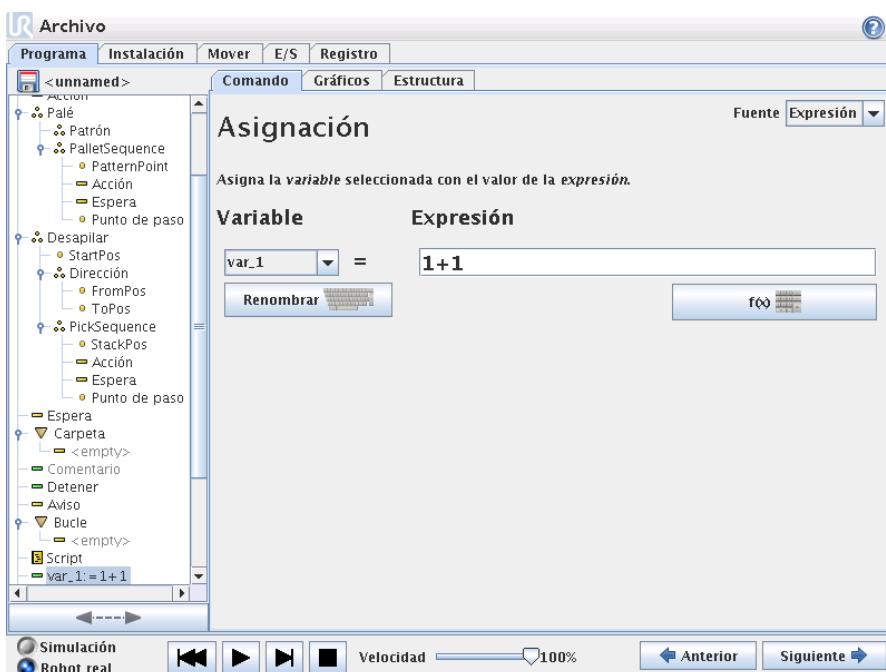
Un subprograma puede albergar partes de un programa que se necesiten en varios lugares. Un subprograma puede ser un archivo independiente en el disco y también puede ocultarse para protegerlo de cambios involuntarios.

Programa → ficha Comando, Invocar subprograma



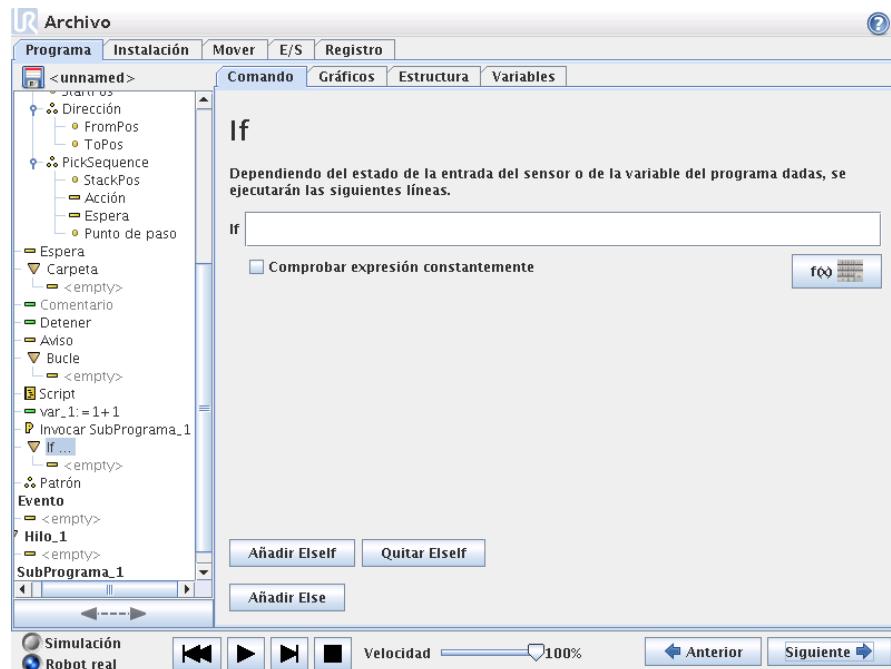
Al invocar un subprograma, se ejecutarán las líneas del programa en el subprograma y luego se regresará a la línea siguiente.

3.4.16. Programa → ficha 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.

3.4.17. Programa → ficha Comando, If

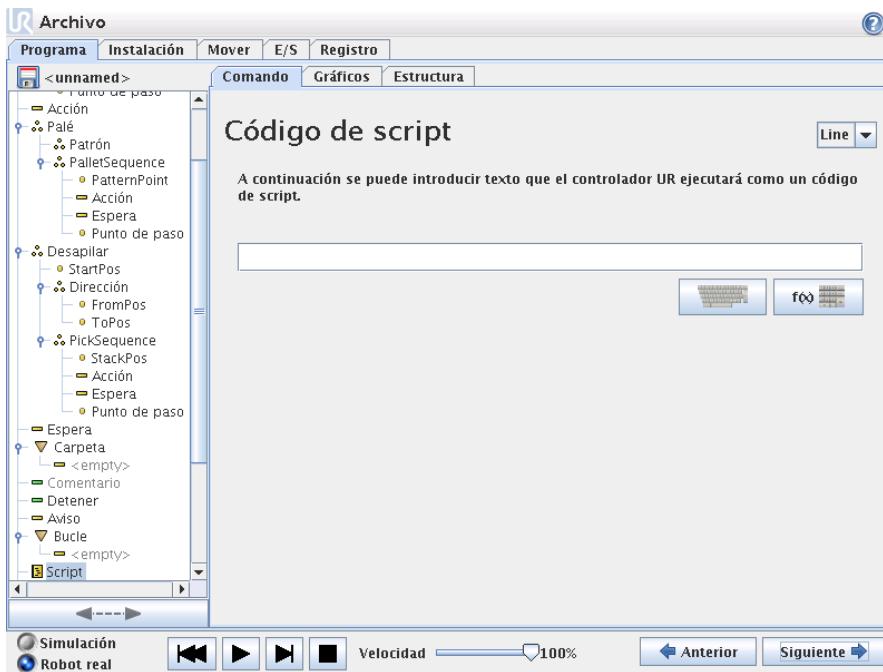


Con una estructura de control “if..then..else” se puede hacer que el robot cambie su comportamiento basándose en valores variables y entradas de sensores. Use el editor de expresiones para describir la condición por la que el robot debe ejecutar los comandos de este `If`. Si al evaluar la condición, ésta resulta `True` (verdadera), se ejecutarán las líneas contenidas 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 contenidas. Si al evaluar una expresión, ésta resulta `False` (falsa) estando dentro del cuerpo de la parte `If`, se pasará a la siguiente cláusula `ElseIf` o `Else`.

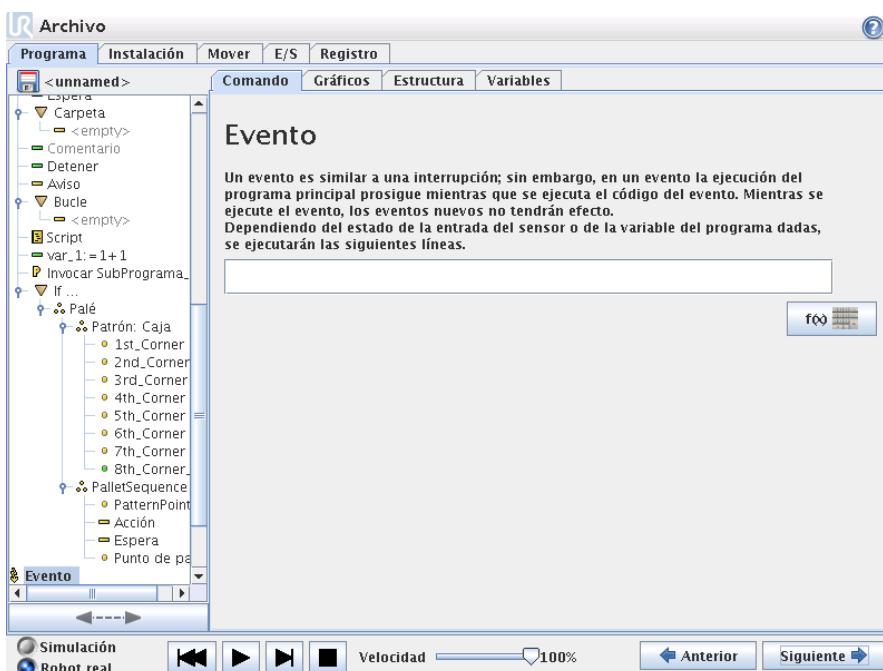
3.4.18. Programa → ficha Comando, Script



Este comando da acceso al lenguaje de script subyacente que está ejecutando en tiempo real el controlador del robot. Está pensado para usuarios avanzados solamente.

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.

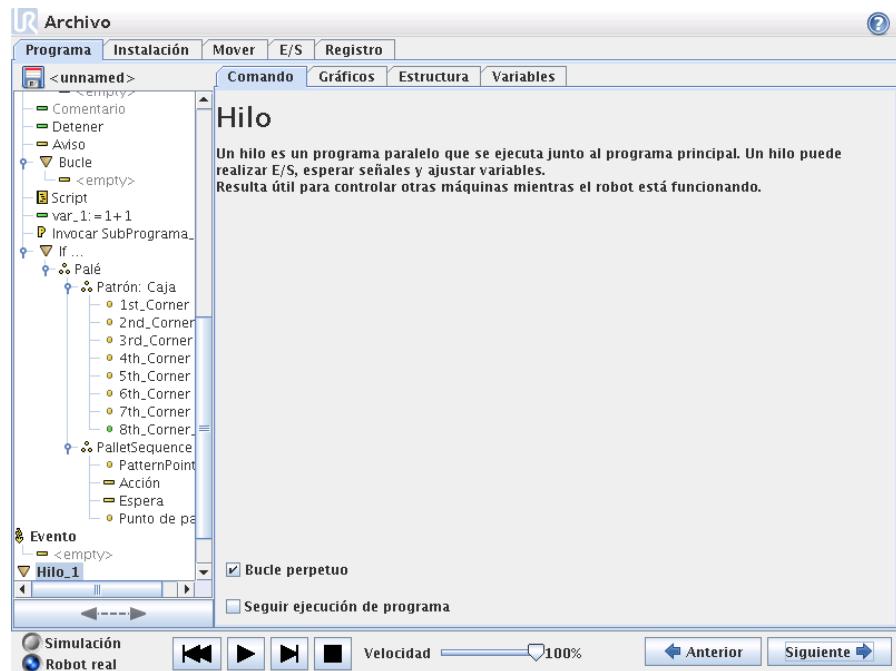
3.4.19. Programa → ficha Comando, Evento



Un evento puede servir para supervisar una señal de entrada, realizar alguna acción o ajustar una variable cuando dicha señal de entrada se vuelva

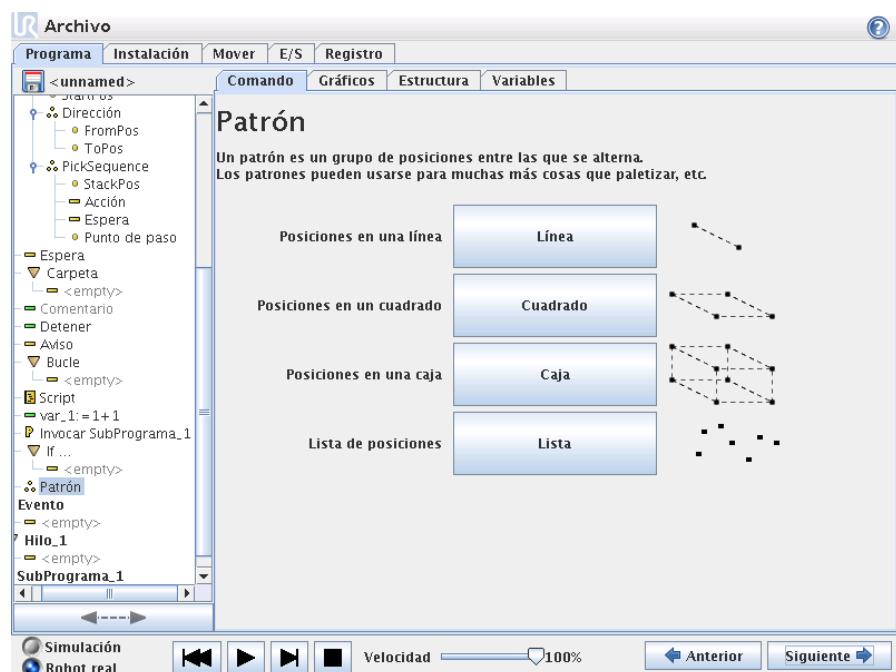
alta. Por ejemplo, si una señal se vuelve alta, el programa de eventos puede esperar 100 ms y luego volver a bajarla. Esto puede simplificar mucho el código del programa principal en el caso de que una máquina externa se active en un flanco ascendente en vez de en un nivel de entrada alto.

3.4.20. Programa → ficha Comando, Hilo



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

3.4.21. Programa → ficha Comando, Patrón



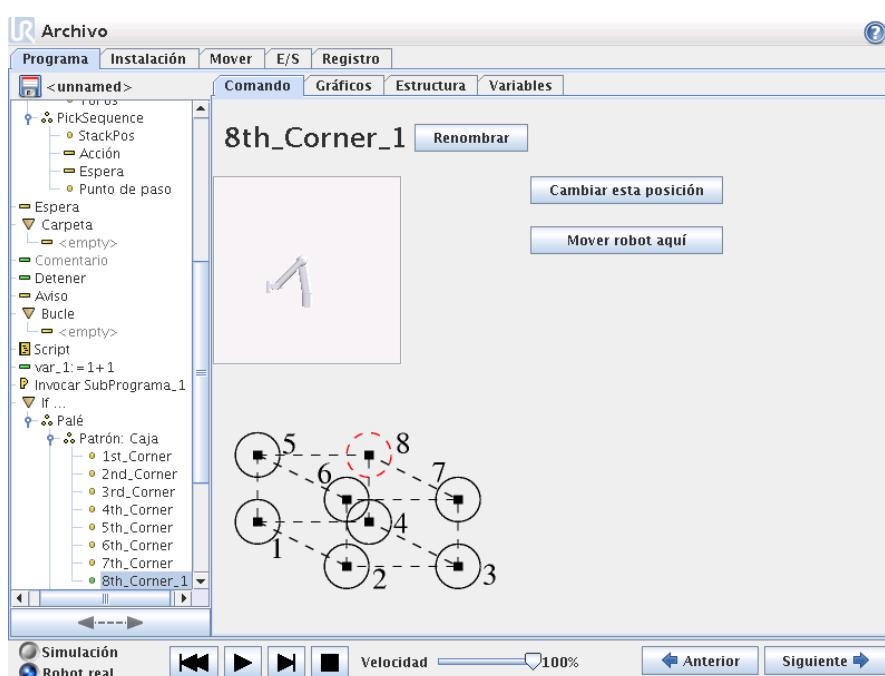
El comando Patrón puede usarse para alternar entre posiciones en el programa del robot. El comando de patrón corresponde a una posición en cada ejecución.

Cada patrón puede presentarse en cuatro tipos distintos. Los tres primeros, "Línea", "Cuadrado", "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.



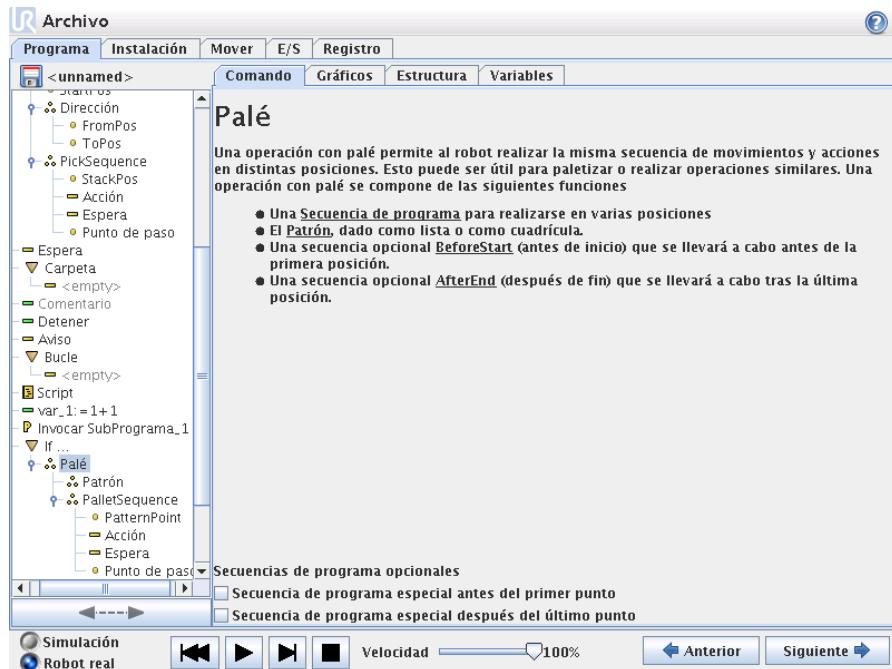
Un patrón de "Caja" emplea tres vectores para definir el lado de la caja. Esos tres vectores se dan como cuatro puntos, donde el primer vector va del punto uno al punto dos, el segundo vector va del punto dos al punto tres, y el tercer vector va del punto tres al punto cuatro. Cada vector se divide en 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.

3.4.22. Programa → ficha Comando, Palé



Una operación con palé puede realizar una secuencia de movimientos en una serie de lugares dados como patrón, tal como se describe en el apartado 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 robot están relacionados con la posición del palé. El comportamiento de una secuencia es tal que el robot estará en la posición especificada por el patrón en la Posición de anclaje/Punto de patrón. Las posiciones restantes se moverán todas para hacer este ajuste.

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

“BeforeStart”

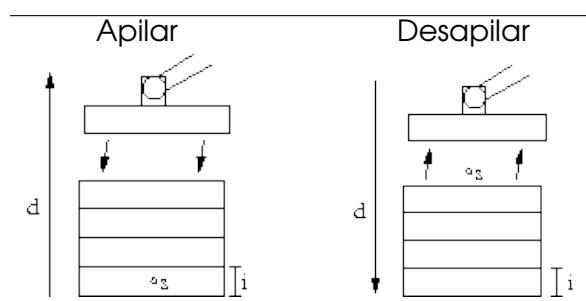
La secuencia opcional `BeforeStart` se ejecuta antes de que comience la operación. Esto puede usarse para esperar señales de que el sistema está preparado.

“AfterEnd”

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

3.4.23. Programa → ficha 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.

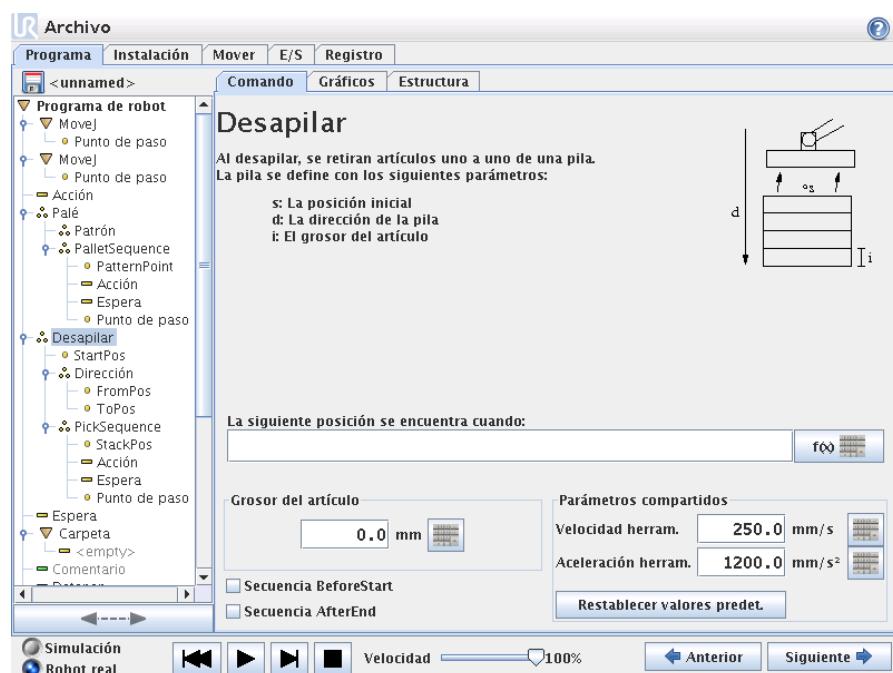
Además de esto, hay que definir la condición para cuando se alcance la siguiente posición de la pila, una secuencia especial del programa que se llevará a cabo en cada posición de la misma. También hay que facilitar la velocidad y aceleraciones para el movimiento que se produce en la operación con la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

Apilar



Al apilar, el robot se mueve hasta la posición inicial y luego 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 robot se mueve desde la posición inicial en la dirección dada para buscar el siguiente artículo. 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.

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 robot.

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 robot 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 da que la expresión es True (verdadera), se ejecuta la secuencia especial.

“BeforeStart”

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

“AfterEnd”

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

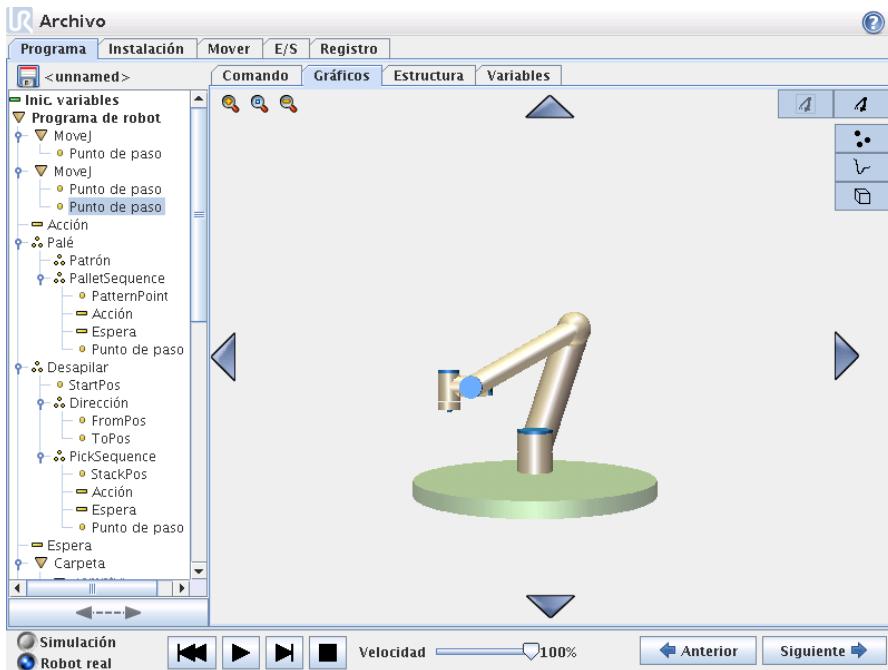
Secuencia Coger/Colocar

Al igual que la operación con palé (3.4.22), se realiza una secuencia especial del programa en cada posición de pila.

3.4.24. Programa → ficha 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.

3.4.25. Programa → ficha Gráficos

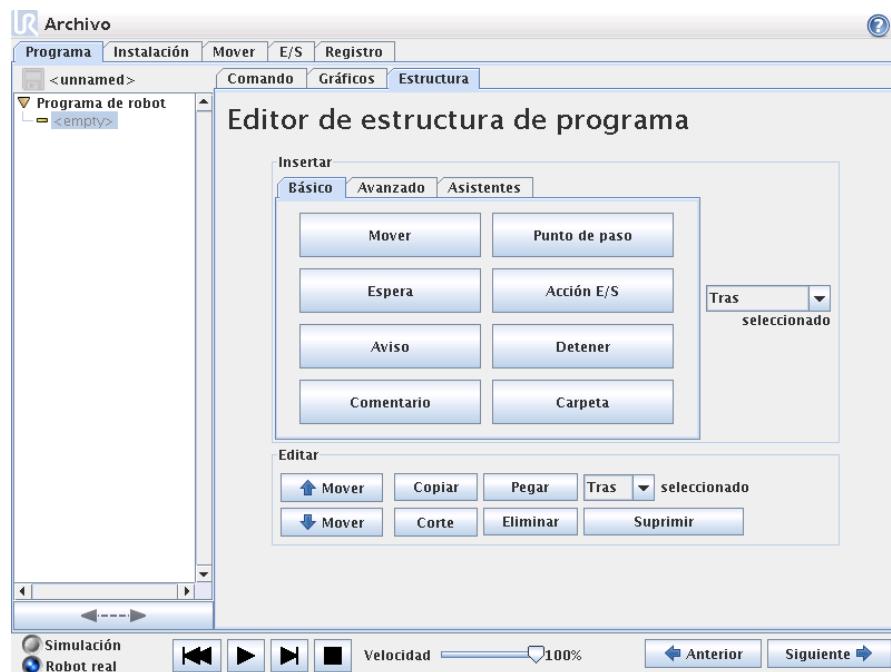


Es la representación gráfica del programa del robot en uso. La trayectoria del punto central de la herramienta (PCH) se muestra en la vista 3D, con los segmentos de movimiento en negro y los segmentos de transición (transiciones entre segmentos de movimiento) en verde. Los puntos verdes especifican las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

La vista 3D puede ampliarse y girarse para ver mejor el robot. Los botones de la parte superior derecha de la pantalla pueden desactivar los distintos componentes gráficos de la vista 3D.

Los segmentos de movimiento 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.

3.4.26. Programa → ficha Estructura



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

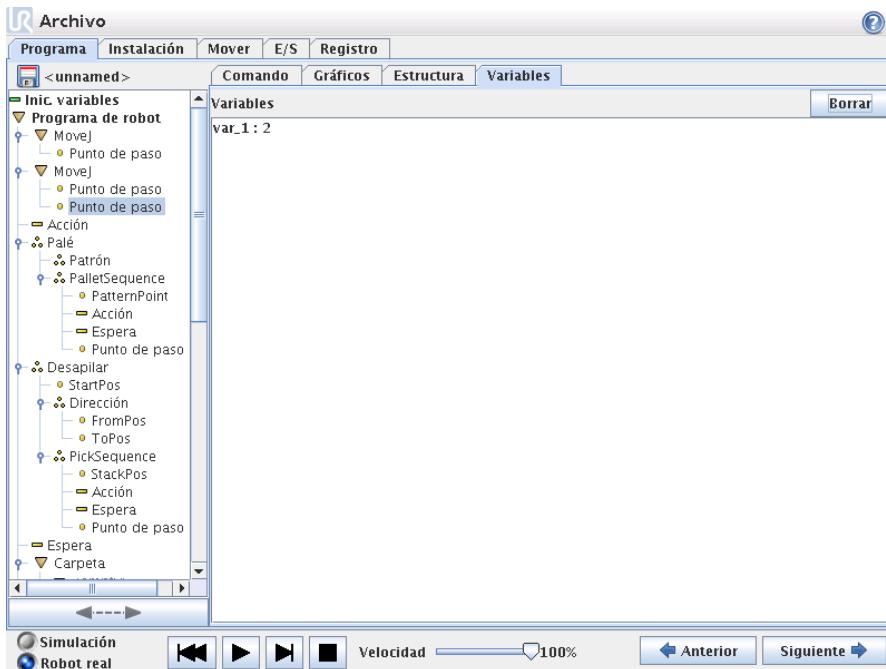
Para insertar nuevos comandos, siga estos pasos:

- 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 deseé insertar. Para ajustar los detalles del nuevo comando, vaya a la ficha Comando.

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

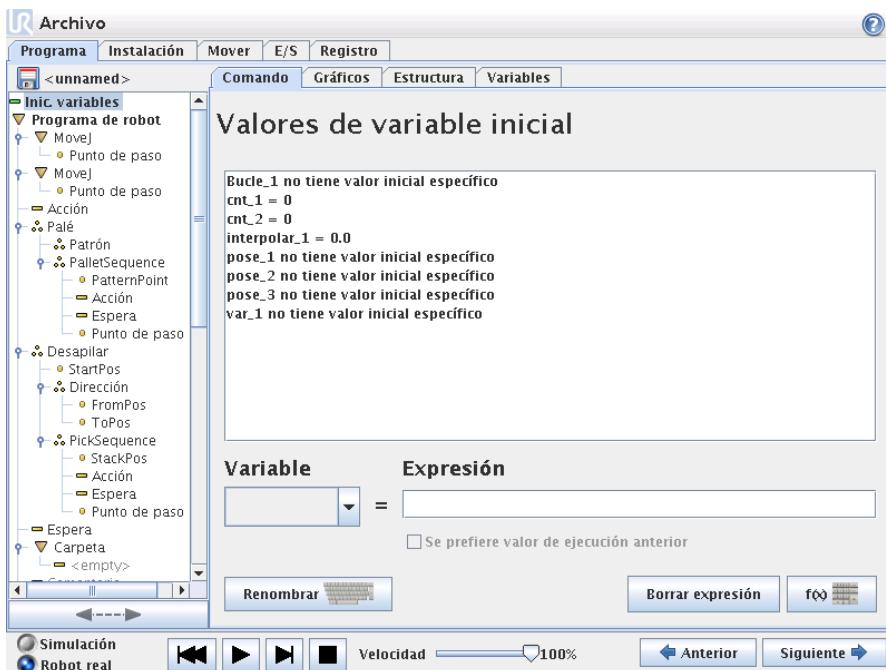
No todos los comandos son aptos para todos los lugares de un programa. Los puntos de paso deben estar bajo un comando Mover (aunque no necesariamente justo debajo). Los comandos ElseIf y Else tienen que estar después de un If. En general, mover los comandos ElseIf puede resultar confuso. Deben asignarse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

3.4.27. Programa → ficha Variables



Esta ficha 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. La ficha Variables aparece sólo cuando tiene información que mostrar.

3.4.28. Programa → ficha Comando, Inicialización de variables



Esta pantalla permite ajustar valores de variables antes de que el programa (y cualquier hilo) 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 el apartado 3.4.27. Esto permite a las variables mantener sus valores entre ejecuciones del programa. La variable obtendrá su valor de la expresión si el programa se ejecuta por primera vez, o si la ficha del valor se ha borrado.

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

3.5. Configuración

3.5.1. Pantalla de configuración



- **Inicializar robot** Abre la pantalla de inicialización, véase el apartado 3.5.2.
- **Actualizar** Actualiza el software del robot a una versión más reciente por Internet, véase el apartado
- **Fijar contraseña** Ofrece la posibilidad de bloquear la parte de programación del robot a aquellas personas que no tengan contraseña, véase el apartado
- **Calibrar pantalla** Calibra la función “táctil” de la pantalla, véase el apartado
- **Configurar red** Abre la interfaz donde se ajusta la red Ethernet para el robot, véase el apartado
- **Atrás** Regresa a la pantalla de bienvenida.

3.5.2. Pantalla de configuración → Inicializar

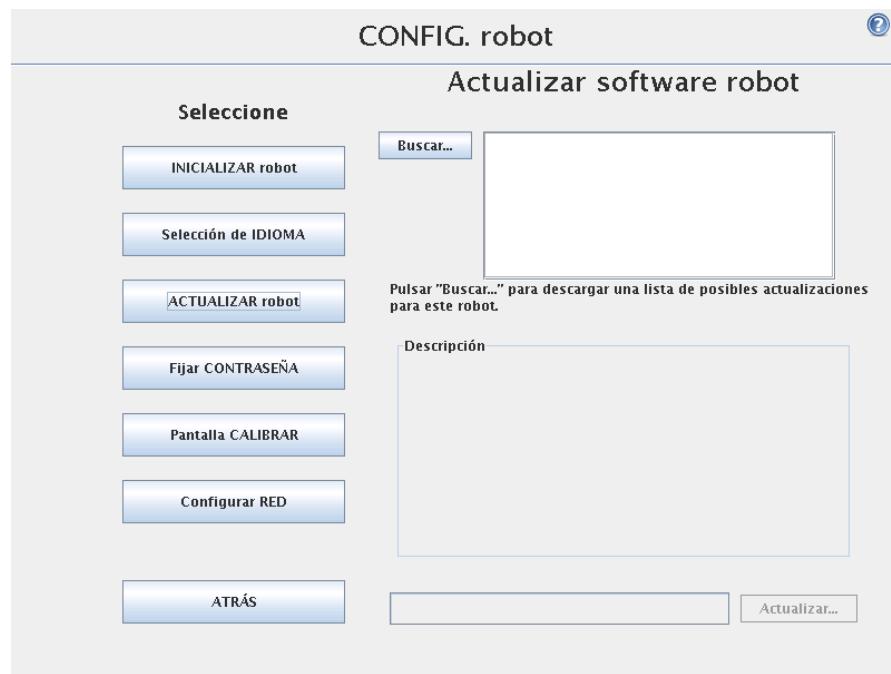


Esta pantalla se usa al encender el robot. Antes de que el robot pueda funcionar con normalidad, hay que mover un poco cada junta articulada (unos 20°) para hallar su posición exacta. El botón Auto acciona todas las juntas hasta que están bien. Las juntas articuladas cambian la dirección de accionamiento cuando el botón se suelta y se vuelve a pulsar.

3.5.3. Pantalla de configuración → Selección de idioma

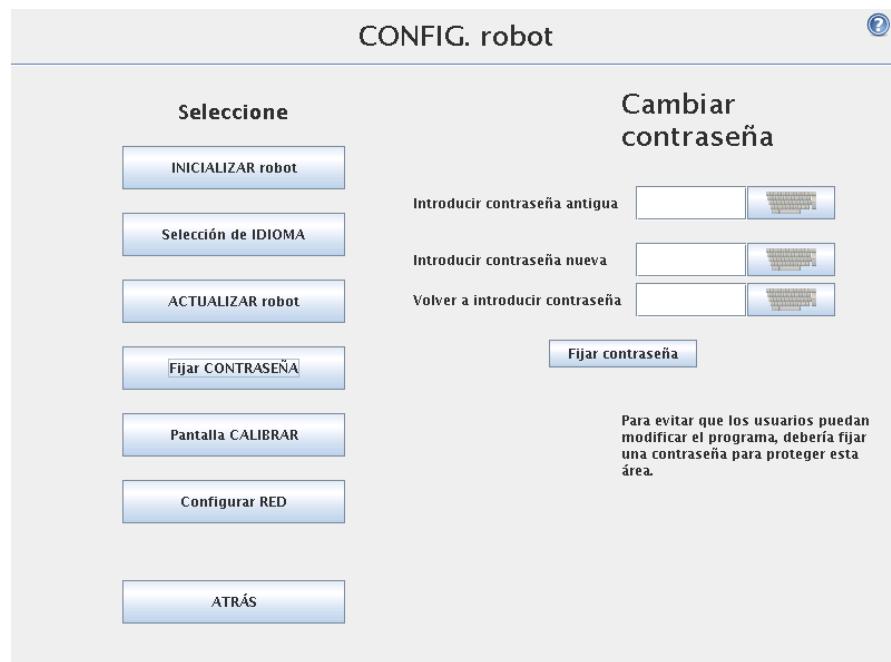
Seleccione el idioma que vaya a usarse para el software de PolyScope y para la función de ayuda. Hay que reiniciar la IGU para que los cambios surtan efecto.

3.5.4. Pantalla de configuración → Actualizar



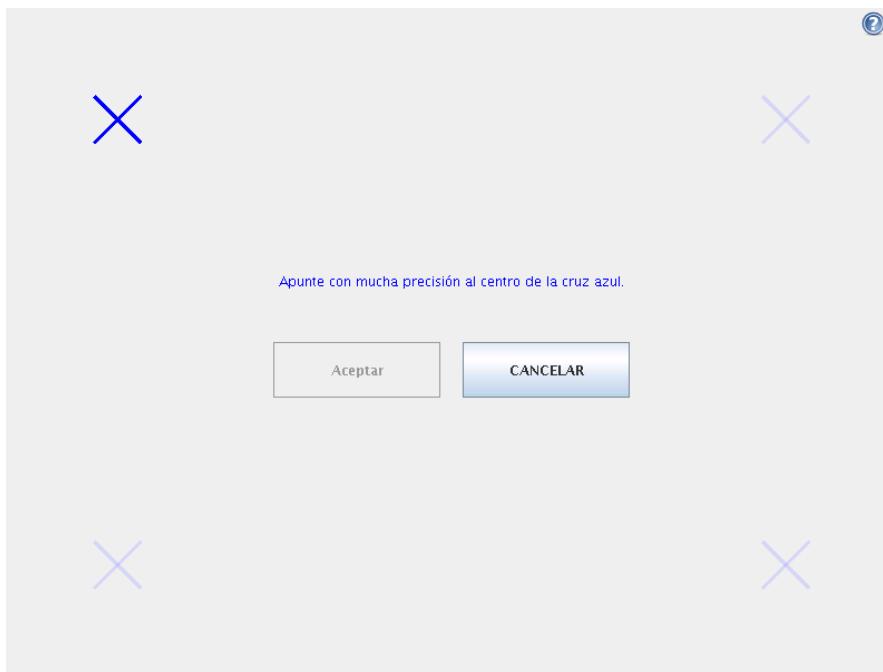
Siempre que el robot esté conectado a Internet, podrá descargarse nuevo software.

3.5.5. Pantalla de configuración → Contraseña



La parte de programación del software puede bloquearse con una contraseña. En tal caso, podrán cargarse y ejecutarse programas sin contraseña, pero hará falta una para crear o cambiar programas.

3.5.6. Pantalla de configuración → Calibrar pantalla táctil



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.

3.5.7. Pantalla de configuración → 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.

Capítulo 4

Seguridad

4.1. Introducción

Este capítulo ofrece una breve introducción a la documentación reglamentaria. Luego sigue información importante sobre la evaluación de riesgos. Respecto a la seguridad en general, deben seguirse todas las instrucciones de 1.4 y 2. Las especificaciones técnicas de la interfaz de seguridad eléctrica, incluidas las categorías de seguridad y nivel de PLd, se encuentran en el apartado 2.3.

4.2. Documentación reglamentaria

Para garantizar su seguridad, una instalación robótica dentro de la UE debe cumplir con la directiva sobre máquinas, lo que incluye los puntos siguientes:

1. Cerciorarse de que el producto cumpla con todos los requisitos esenciales.
2. Hacer una evaluación de riesgos.
3. Aclarar las instrucciones para el operador.
4. Hacer una declaración de conformidad.
5. Recopilar información en un expediente técnico.
6. Poner una marca CE en la instalación del robot.

En una instalación robótica dada, la persona que la integra es la responsable del cumplimiento de todas las directivas pertinentes. Universal Robots se responsabiliza de que el robot cumpla las directivas pertinentes.

Universal Robots facilita una guía de seguridad, disponible en <http://www.universal-robots.com>, para aquellos integradores con poca o nula experiencia en la elaboración de la documentación necesaria.

4.3. Evaluación de riesgos

Una de las cosas más importantes que un integrador necesita saber es cómo hacer una evaluación de riesgos. Universal Robots incluye a continuación riesgos potenciales e importantes que ha identificado y que los integradores deben tener presentes. Téngase en cuenta que en una instalación robótica concreta pueden darse otros riesgos importantes.

1. Dedos pillados entre el pie y la base del robot (junta 0).
2. Dedos pillados entre el brazo y la muñeca (junta 4).
3. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en la herramienta o su conector.
4. Piel penetrada por puntas y bordes afilados en obstáculos que haya cerca de la guía del robot.
5. Cardenales causados por golpes del robot.
6. Torceduras o fracturas óseas debidas a golpes entre una carga pesada y una superficie dura.
7. Consecuencias debidas a pernos flojos que sujetan el brazo robótico o la herramienta.
8. Descarga eléctrica o incendio debido a mal funcionamiento de las fuentes de alimentación si la conexión de la red eléctrica no está protegida con un relé HFI o HPFI.
9. Descarga eléctrica debido a mal funcionamiento de las fuentes de alimentación si la caja del controlador no está conectada a tierra a través del cable de alimentación.

En todo caso, el UR-6-85-5-A es un robot muy seguro por las siguientes razones:

1. El sistema de control tiene un nivel de rendimiento **d** de Categoría 3
2. Software de nivel alto que activa una parada de protección si el robot choca con algo. El límite para forzar la parada es inferior a $150N$.
3. Software de nivel bajo que activa una parada de protección si el par de las juntas articuladas sobrepasa $42Nm$ o $10Nm$ en el caso de las juntas grandes y pequeñas, respectivamente. Estos valores son nominales y están relacionados con los pares calculados a partir de un modelo teórico del robot.
4. El software impide la ejecución del programa cuando el robot está montado de manera diferente de la especificada en la configuración.
5. El sistema de control del robot es redundante para que un solo error del sistema lo detenga o apague.
6. El peso del robot es inferior a $19kg$.
7. La forma del robot es suave, lo que reduce la presión (N/m^2) por fuerza (N).
8. Si se tira con fuerza, es posible mover las juntas articuladas de un robot apagado (contra los frenos). Esta función, sin embargo, es únicamente para casos de emergencia ya que podría reducir la vida útil del robot.

El hecho de que el robot sea muy seguro ofrece la posibilidad de guardar las protecciones de seguridad o de usar protecciones con un nivel de rendimiento bajo. Para contribuir a convencer a los clientes y autoridades locales, el robot UR-6-85-5-A ha sido probado por el Instituto Tecnológico Danés, que

es un organismo acreditado con arreglo a la directiva sobre máquinas de Dinamarca. La conclusión de la prueba es que el robot cumple el artículo 5.10.5 de la norma EN ISO 10218-1:2006. Dicha norma está armonizada según la MD y especifica expresamente que un robot puede usarse como robot colaborativo (esto es, sin protecciones de seguridad entre el robot y el operador) si cumple el artículo 5.10.5. Naturalmente, queda a la evaluación de riesgos concluir si una instalación robótica resulta segura. Puede solicitarse a Universal Robots una copia del informe de la prueba.

Capítulo 5

Garantías

5.1. Garantía del producto

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

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

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

5.2. Descargo de responsabilidad

Universal Robots no cesa de mejorar la fiabilidad y el rendimiento de sus productos y, por consiguiente, se reserva el derecho de actualizar el producto sin

previo aviso. Universal Robots pone gran cuidado en que el contenido del presente manual sea preciso y correcto, pero no asume ninguna responsabilidad si hay errores o falta información.

Capítulo 6

Declaración de incorporación

6.1. Introducción

Según la directiva sobre máquinas 2006/42/CE, un robot se considera como una máquina parcialmente completa. Los siguientes subapartados corresponden y están de acuerdo con el anexo II de dicha directiva.

6.2. Fabricante del producto

| | |
|---------------------------|--|
| Nombre | Universal Robots ApS |
| Dirección | Svendborgvej 102 5260 Odense S Dinamarca |
| Número de teléfono | +45 8993 8989 |
| Correo electrónico | sales@universal-robots.com |
| IVA internacional | DK29138060 |

6.3. Persona autorizada para recopilar la documentación técnica

| | |
|---------------------------|--|
| Nombre | Lasse Kieffer |
| Dirección | Svendborgvej 102 5260 Odense S Dinamarca |
| Número de teléfono | +45 8993 8971 |
| Correo electrónico | kieffer@universal-robots.com |

6.4. Descripción e identificación del producto

El robot está pensado para tareas de manipulación sencillas y seguras tales como coger y colocar, cargar/descargar máquinas, ensamblar y paletizar.

| | |
|--|---------------------------------|
| Denominación genérica | UR-6-85-5-A |
| Función | Robot industrial de uso general |
| Modelo | UR-6-85-5-A |
| Número de serie del brazo robótico | |
| Número de serie de la caja de control | |
| Nombre comercial | UR-6-85-5-A |

6.5. Requisitos esenciales

Cada instalación robótica tiene sus propios requisitos de seguridad y, por tanto, los responsables de todos los riesgos que no cubran el diseño general del robot son aquellas personas que lo integren en un sistema. No obstante, el diseño general del robot, incluidas sus interfaces, cumple todos los requisitos esenciales enumerados en el anexo I de la directiva 2006/42/CE.

La documentación técnica del robot es conforme al apartado B del anexo VII de la directiva 2006/42/CE.

| | |
|--|---|
| Directivas aplicadas | Directiva sobre máquinas 2006/42/CE Directiva sobre CEM 2004/108/CE Directiva RoHS 2002/95/CE Directiva RAEE 2002/96/CE |
| Normas armonizadas aplicadas (de conformidad con las directivas aplicadas) | ISO 13849-1:2006 ISO 13849-2:2003 ISO 10218-1:2008 (parcialmente) ISO/DIS 10218-1:2009 (parcialmente) ISO/CDIS 10218-2:2010 (parcialmente) ISO 13850:2006 ISO 12100-1:2003 ISO 12100-2:2003 ISO 14121-1:2007 ISO 3745:2003 IEC 61000-6-2 ED 2.0:2005 IEC 61000-6-4 ED 2.0:2006 IEC 61131-2 ED 3.0:2007 (parcialmente) EN ISO 13849-1:2008 EN ISO 13849-1/AC:2009 EN ISO 13849-2:2008 EN ISO 10218-1:2009 (parcialmente) prEN ISO 10218-1 (parcialmente) FprEN ISO 10218-2:2010 (parcialmente) EN ISO 13850:2008 EN ISO 12100-1/A1:2009 EN ISO 12100-2/A1:2009 EN ISO 14121-1:2007 EN ISO 3745:2009 EN 61000-6-2:2005 EN 61000-6-4:2007 EN 61131-2:2007 (parcialmente) EN 1037:1995 |
| Normas generales aplicadas (no se incluyen todas las normas) | ISO 9409-1:2004 (parcialmente) ISO 9283:1999 (parcialmente) ISO 9787:2000 (parcialmente) ISO 9946:2000 (parcialmente) ISO 8373:1996 (parcialmente) ISO/TR 14121-2:2007 ISO 1101:2004 ISO 286-1:2010 ISO 286-2:2010 IEC 60664-1 ED 2.0:2007 IEC 60947-5-5:1997 IEC 60529:1989+A1:1999 EN ISO 9409-1:2004 (parcialmente) EN ISO 9283:1999 (parcialmente) EN ISO 9787:2000 (parcialmente) EN ISO 9946:2000 (parcialmente) EN ISO 8373:1996 (parcialmente) EN ISO/TR 14121-2:2007 EN ISO 1101:2005 EN ISO 286-1:2010 EN ISO 286-2:2010 EN 60664-1:2007 EN 60947-5-5:1998 EN 60947-5-5/A1:2005 EN 50205:2003 EN 60529:1991+A1:2000 |

Nótese que la directiva de baja tensión no se ha mencionado. La directiva

sobre máquinas 2006/42/CE y las directivas sobre baja tensión son directivas primordiales. Un producto sólo puede estar cubierto por una directiva primordial y, dado que los riesgos principales del robot se deben a movimientos mecánicos y no a descargas eléctricas, es la directiva sobre máquinas la que lo cubre. Sin embargo, el diseño del robot cumple todos los requisitos pertinentes en materia de construcción eléctrica que se describen en la directiva de baja tensión 2006/95/CE.

Nótese también que la directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) 2002/96/CE también se incluye por el símbolo del contenedor de basura tachado que llevan el robot y la caja de control. Universal Robots registra todas las ventas de robots dentro de Dinamarca en el Registro RAEE danés. Todo distribuidor de la UE que no sea de Dinamarca debe hacer lo propio en el Registro RAEE del país donde esté afincada su empresa.

6.6. Datos de contacto de la autoridad nacional

| | |
|---------------------------|--|
| Persona autorizada | Lasse Kieffer +45 8993 8971 kieffer@universal-robots.com |
| Director técnico | Esben H. Østergaard +45 8993 8974 esben@universal-robots.com |
| Director general | Enrico Krog Iversen +45 8993 8973 eki@universal-robots.com |

6.7. Aviso importante

El robot no puede entrar en servicio hasta que se declare que la maquinaria a la que va a incorporarse es conforme con las disposiciones de la directiva sobre máquinas 2006/42/CE y con la legislación nacional de aplicación.

6.8. Lugar y fecha de la Declaración

| | |
|--------------|--|
| Lugar | Universal Robots ApS Svendborgvej 102 5260 Odense S Dinamarca |
| Fecha | 29. de diciembre de 2009 |

6.9. Identidad y firma de la persona facultada

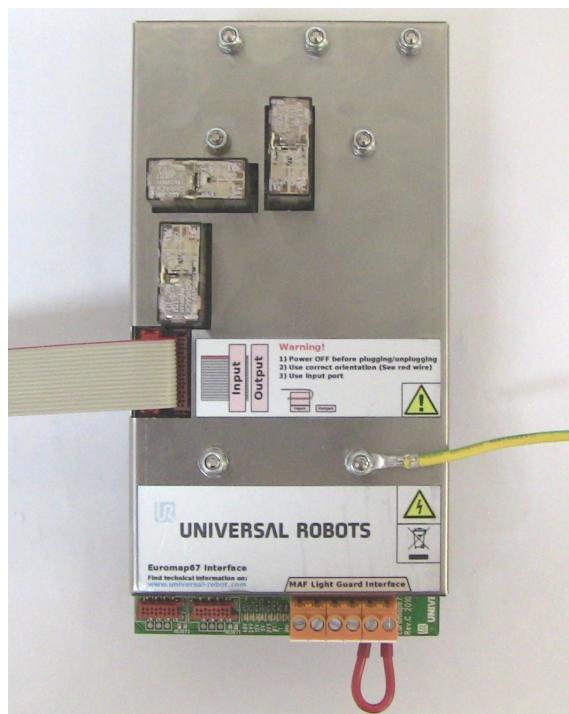
| | |
|---------------------------|--|
| Nombre | Lasse Kieffer |
| Dirección | Svendborgvej 102 5260 Odense S Dinamarca |
| Número de teléfono | +45 8993 8971 |
| Correo electrónico | kieffer@universal-robots.com |
| Firma |  |

Apéndice A

Interfaz Euromap67

A.1. Introducción

El presente manual está pensado para el integrador. Contiene información importante sobre la integración, programación, comprensión y depuración de errores.



A continuación, se explican las abreviaturas utilizadas en el documento.

| Abreviatura | Significado |
|----------------------|------------------------------------|
| UR | Universal Robots |
| CB | Caja del controlador |
| IMM | Máquina de moldeo por inyección |
| MAF | Área de moldeo libre |
| A, B, C, ZA, ZB y ZC | Señales dentro del cable Euromap67 |

ADVERTENCIA: Una máquina de moldeo por inyección (IMM) puede usar hasta 250 V en algunas de sus señales. No conecte una IMM a la interfaz Euromap67 si no está convenientemente instalada en una caja de controlador, incluyendo todas las conexiones a masa obligatorias.

NOTA: Euromap67 sólo se admite en cajas de controlador producidas después de mediados de marzo de 2011.

A.1.1. Estándar Euromap67

El estándar Euromap67 es gratuito y puede descargarse de www.euromap.org. El módulo Euromap67 de UR cumple todas las demandas de dicho estándar al encenderse. Al apagarse, el estándar Euromap67 especifica que todas las señales relacionadas con la seguridad deben estar operativas. Esto puede provocar situaciones peligrosas y contradice las especificaciones de seguridad de las normas ISO 13849-1 y EN ISO 13849-1. Por tanto, el módulo Euromap67 de UR abre las señales de parada de emergencia, las señales de área de moldeo libre (MAF) y todas las señales de E/S al apagarse la caja del controlador.

Se admiten todas las señales de E/S reservadas, opcionales y dependientes del fabricante. La interconexión según Euromap67.1 también es posible.

A.1.2. CE

La interfaz Euromap67 de UR forma parte de los circuitos internos de la caja de controlador de UR y solamente puede comprarse junto con una caja de controlador de UR. La interfaz Euromap67 de UR, por lo tanto, entra dentro de la Declaración de incorporación, que se encuentra en el manual de instrucciones del robot.

La interfaz se fabrica con los mismos componentes y principios y ha de superar los mismos requisitos de prueba que la caja del controlador. Por consiguiente, no añade modificaciones a la Declaración de incorporación del robot.

Las funciones de seguridad son de PLd, categoría 3, conforme a las normas ISO 13849-1 y EN ISO 13849-1.

A.2. Integración de IMM y robot

Los siguientes subapartados contienen información importante para el integrador.

A.2.1. Parada de emergencia y parada de protección

El robot y la IMM comparten las señales de parada de emergencia, lo cual significa que una parada de emergencia del robot también detendrá la IMM y viceversa.

Las señales de parada de protección (dispositivos de seguridad [ZA3-ZC3] [ZA4-ZC4]) garantizan que el robot se detenga si la IMM tiene alguna puerta abierta. Téngase en cuenta que esto **no** forma parte del estándar Euromap67 para detener la IMM en caso de activarse una parada de protección del robot. Es decir, que si un operador entra en el área de trabajo del robot, no podrá acceder a la IMM si no se dan las condiciones para una parada segura.

Si un dispositivo de seguridad ha de efectuar paradas de protección tanto para el robot como la IMM, tendrá que conectarse a la IMM.

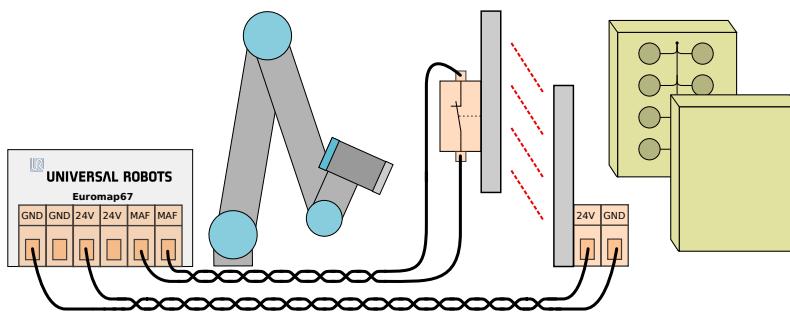
NOTA: Puede usarse la entrada especial de "parada de emergencia externa" [EEA-EEB] para conectar el robot a una tercera máquina. En tal caso, **sólo** el robot se detendrá si se pulsa un botón de parada de emergencia en la tercera máquina, ¡**no** en la IMM!

NOTA: Verifique siempre el funcionamiento de las funciones relacionadas con la seguridad.

A.2.2. Conexión de una protección luminosa de MAF

La señal MAF (A3-C3) del cable Euromap67 permite que el molde se mueva de manera eficaz. Hay que tener cuidado para que el molde no se acerque cuando el robot estén dentro de la máquina.

La interfaz Euromap67 se suministra sin protección luminosa de MAF, lo cual significa que un error en el programa del robot podría hacer que el molde de la IMM se acercase y acabase aplastando el robot. No obstante, es posible conectar una protección luminosa como se muestra más adelante para prevenir estos accidentes. Se puede comprar una cortina de luz de categoría 1 por unos cientos de euros (p. ej., la serie BPCX de Infra).



A.2.3. Montaje del robot y la herramienta

Antes de formar una herramienta y una superficie de montaje, el integrador debe plantearse la orientación de la junta 4 (muñeca 2) durante la recogida y colocación. Las juntas 1, 2 y 3 tienen ejes paralelos y, si la junta 4 orienta la junta 5 hacia la izquierda o hacia la derecha, la junta 5 queda paralela con los otros ejes, lo que constituye una singularidad. Suele ser buena idea colocar el robot en un ángulo de 45 grados o formar una herramienta donde la superficie de la brida del robot apunte hacia abajo al agarrar los artículos desde la superficie del molde vertical.

A.2.4. Uso del robot sin una IMM

Para manejar el robot sin una IMM, debe utilizarse una derivación para cerrar las señales de emergencia y seguridad. La única alternativa es desinstalar permanentemente la interfaz tal como se describe en el apartado A.4.1.

A.2.5. Conversión de Euromap12 a Euromap67

Para conectar una IMM con interfaz Euromap12, debe emplearse un adaptador E12 - E67. En el mercado hay disponibles distintos adaptadores de diversos fabricantes. Por desgracia, la mayoría de ellos se han fabricado para robots concretos o máquinas IMM que siguen opciones de diseño específicas.

Así pues, algunos adaptadores **no** conectarán correctamente el robot de UR y la IMM del usuario. Se recomienda leer ambos estándares, Euromap12 y Euromap67, siempre que se vaya a usar o construir un adaptador.

A continuación se incluye una lista con los errores más habituales:

1. ¿Obtiene una medición de 24 V entre A9 y C9?
 - La IMM debe suministrar 24 V para habilitar las señales de E/S.
 - Si el robot y la IMM tienen una tensión común negativa o de 0 V, pueden usarse los 24 V del robot conectando A9 a ZA9 y C9 a ZC9. Los 24 V de la IMM suelen encontrarse en la patilla 32 de Euromap12.
2. ¿Cambia el adaptador **ambos** canales de emergencia del robot y **ambos** canales de los dispositivos de seguridad del robot?
 - Esto suele conseguirse con 4 relés.

A.3. IGU

Los siguientes subapartados describen cómo se controla la interfaz Euromap desde la interfaz gráfica de usuario (IGU), cómo se verifican las señales que tienen la IMM como procedencia y destino, cómo se facilita la programación con estructuras y cómo pueden hacerse cosas más avanzadas usando directamente las señales.

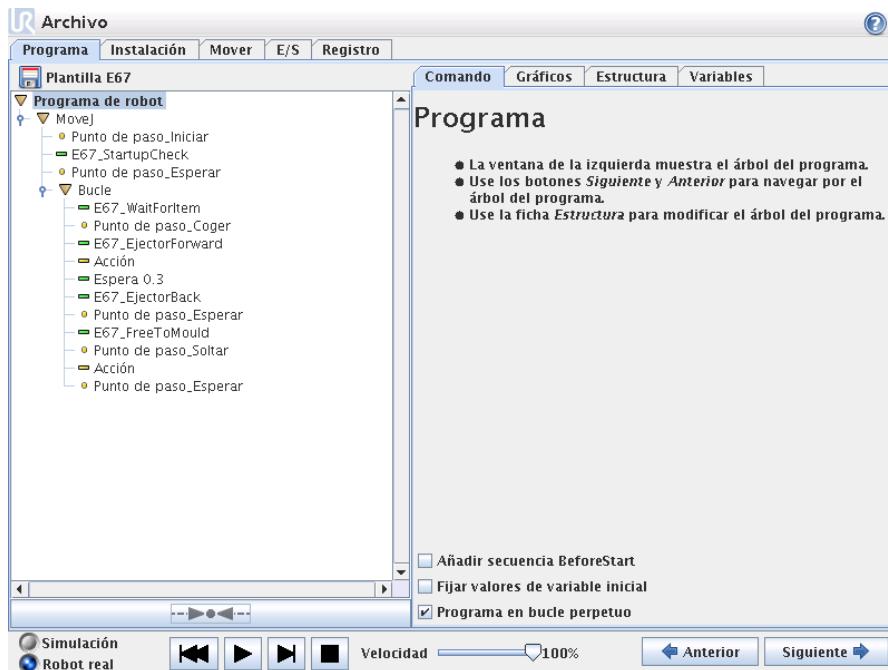
Eso sí, se recomienda encarecidamente utilizar la plantilla de programa de Euromap67 en vez de hacer un programa desde cero (ver a continuación).

A.3.1. Plantilla de programa de Euromap67

Tras instalar la interfaz de Euromap67, aparece un botón extra que permite acceder a la plantilla de programa de Euromap67.



A seleccionar la plantilla de programa de Euromap67, aparece la pantalla del programa con la plantilla cargada. La estructura de la misma podrá verse en el lazo izquierdo de la pantalla.



La plantilla de programa de Euromap67 está preparada para interactuar de forma sencilla con la IMM. Al especificar unos cuantos puntos de paso y un par de acciones de E/S, el robot queda listo para manejar los objetos hechos con la IMM. Los puntos de paso son:

- **WP_home_position**: el punto de inicio del robot para el procedimiento.
- **WP_wait_for_item**: el punto de paso donde se colocará el robot a la espera de que un artículo salga listo de la IMM.
- **WP_take_item**: el punto de paso donde el robot agarrará el artículo desde (el interior de) la IMM.
- **WP_drop_item**: el punto de paso donde el robot soltará el artículo recién cogido de la IMM.

Los dos nodos de *Acción* están pensados para controlar una herramienta capaz de agarrar y sostener los artículos de la IMM, para luego soltarlos y dejarlos al moverse fuera de la IMM.

Entonces, el procedimiento repetirá los mismos pasos, retirando de manera continua los artículos procedentes de la IMM. Obviamente, el nodo de *Bucle* debería personalizarse para que el robot sólo repita el ciclo cuando haya artículos que coger. Asimismo, al personalizar el nodo *MoveJ* (movimiento articulado), la velocidad de movimiento del robot debería ajustarse al tiempo de ciclo de la IMM y, en caso necesario, al grado de fragilidad de los artículos. Por último, cada estructura Euromap67 se puede personalizar para ajustarse al procedimiento concreto de la IMM.

A.3.2. Descripción general de E/S y resolución de problemas

La descripción general de E/S de Euromap67 se encuentra en la ficha E/S.



Hay cuatro marcos en esta pantalla, los cuales se describen por separado más adelante. Comunes a todos son las dos columnas *Robot* y *Máquina*, que muestran respectivamente botones para controlar señales de salida e indicadores para mostrar el estado de las señales de entrada.

Al inicio todas las señales presentan un estado (normal) bajo, salvo las señales de 24 V y el *Modo automático* de salida del robot que es activo-bajo y, por tanto, tiene de manera predeterminada un valor alto.

Si una señal no forma parte de una estructura de programa y está pensada para usarse en un programa de robot, esto puede conseguirse empleando, p. ej., los nodos de *Acción* y *Espera*.

NOTA: El “modo automático” desde el robot hasta la IMM es activo bajo. El botón refleja el nivel físico y, por lo tanto, el “modo automático” se **activa** cuando el botón **no** está activado.

NOTA: Los botones para controlar las señales de salida, de manera predeterminada, están disponibles en el modo de programación del robot. No obstante, esto puede configurarse como se desee en la ficha *Config. E/S* que hay en la pantalla *Instalación*.

Control

Aquí se muestran las señales relacionadas con el control de la interacción entre el robot y la IMM. Todas estas señales las usan las estructuras del programa, donde se han unido de forma segura y adecuada.

Dependientes del fabricante

Son señales que pueden tener fines concretos en función de quien sea el fabricante de la IMM. El robot no depende de aspectos específicos de dichas señales, que pueden utilizarse según se necesiten.

Seguridad

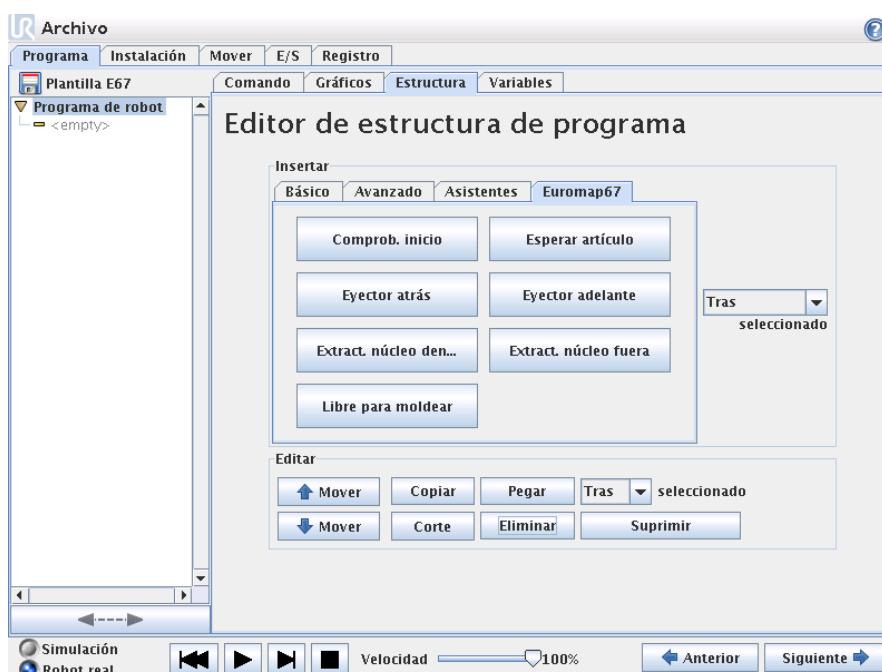
En la columna del robot, los indicadores *Parada de emergencia* y *Área de moldeo libre (eléctrica)* no se pueden controlar desde esta pantalla. Simplemente indican si el robot está en parada de emergencia y si la salida de área de moldeo libre (MAF) se ha configurado alta. La salida de MAF se configura alta con la condición de que sean también altas tanto la señal de supervisión eléctrica del área de moldeo (posible con el uso de protección luminosa, como se explicó anteriormente) como la señal de MAF del software. La señal de MAF del software puede controlarse con su respectivo botón. La señal de parada de emergencia de la máquina indica si la IMM está en parada de emergencia. La entrada *Protección abierta* muestra el estado de los "dispositivos de seguridad" especificados en el estándar Euromap67.

Estado

El modo de funcionamiento del robot y la IMM puede controlarse/verse (estas señales también se usan en las estructuras del programa). Las barras que muestran la tensión y el consumo de corriente representan los valores que el módulo Euromap67 proporciona a la IMM y, posiblemente, una protección lumínosa.

A.3.3. Funcionalidad de una estructura de programa

Hay siete estructuras de programa, que pueden seleccionarse en la ficha *Estructura* de la pantalla del programa. Dichas estructuras estarán disponibles una vez que la interfaz Euromap67 se haya instalado correctamente (como se explica en el apartado A.4). Puede verse un ejemplo de su uso en la plantilla de programa de Euromap67.

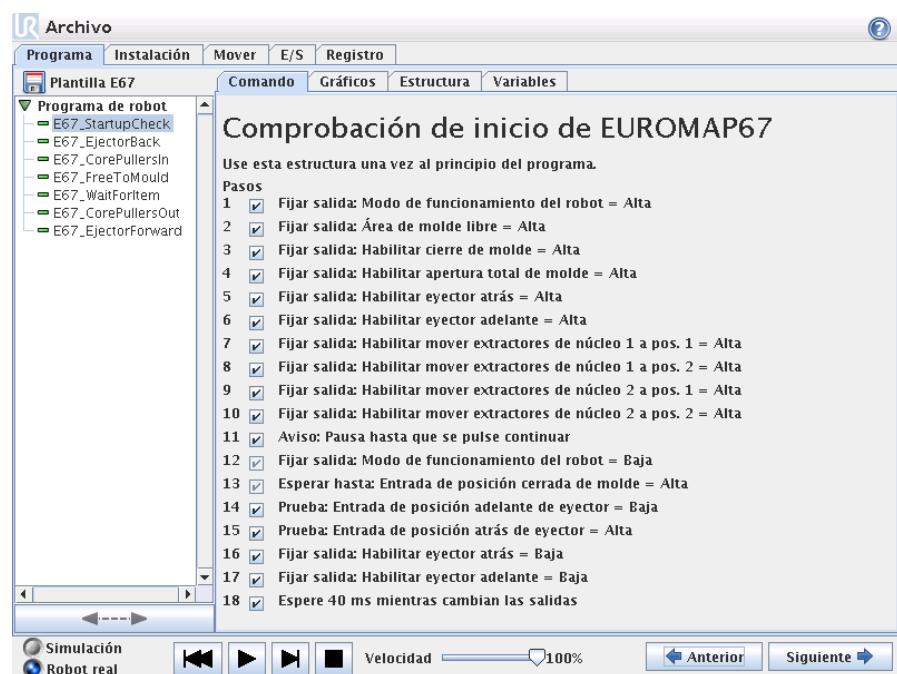


Las estructuras están todas hechas para lograr una interacción segura y adecuada con la IMM y, por tanto, incluyen pruebas de que determinadas señales se han configurado correctamente. Asimismo, pueden ajustar más de una salida para habilitar una sola acción.

Cuando una estructura de programa se introduce en un programa de robot, puede perfeccionarse seleccionando la estructura en el programa y luego haciendo clic en la ficha *Comando*. Todas las estructuras de programa se componen de varios pasos, la mayoría de los cuales están habilitados de manera predeterminada. Algunos no pueden deshabilitarse porque son esenciales para la intención de la estructura. Los pasos de *Prueba* hacen que el programa se detenga si no se cumplen las condiciones de la prueba. Se puede comprobar tanto el estado de las entradas como de las salidas. Los pasos de *Fijar salida* establecen una salida especificada o bien alta o bien baja. Los pasos de *Esperar hasta* se usan normalmente para esperar hasta que haya acabado un movimiento para continuar con otros pasos y seguir nodos de programa.

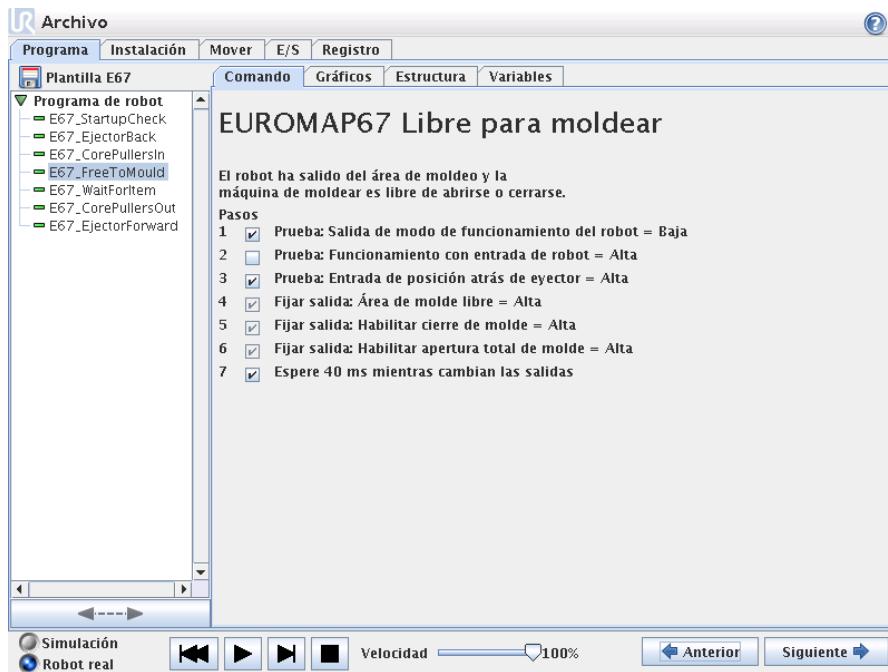
Comprob. inicio

Está pensado para usarse una vez al principio de un programa de robot con el fin de asegurarse de que el robot y la máquina están bien configurados antes de comenzar a moldear. Utilice las casillas para habilitar/deshabilitar pasos concretos.



Libre para moldear

Sirve para indicar a la IMM que puede iniciarse una operación de moldeo. Cuando se activa esta señal, el robot **debe** estar fuera de la IMM. Utilice las casillas para habilitar/deshabilitar pasos concretos.



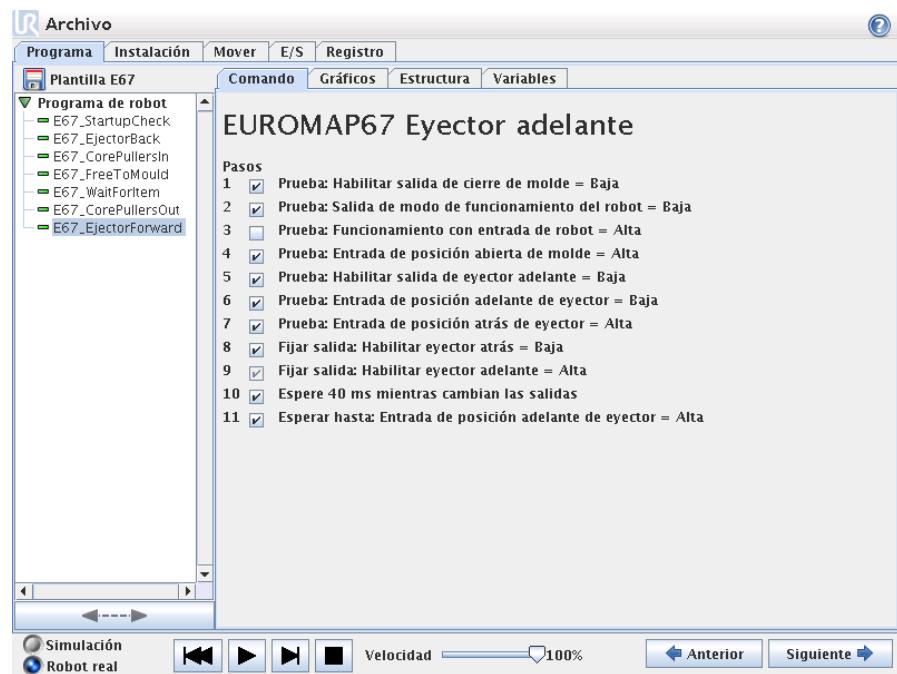
Esperar artículo

Sirve para hacer que el robot espere a que haya listo un artículo procedente de la IMM. Utilice las casillas para habilitar/deshabilitar pasos concretos.



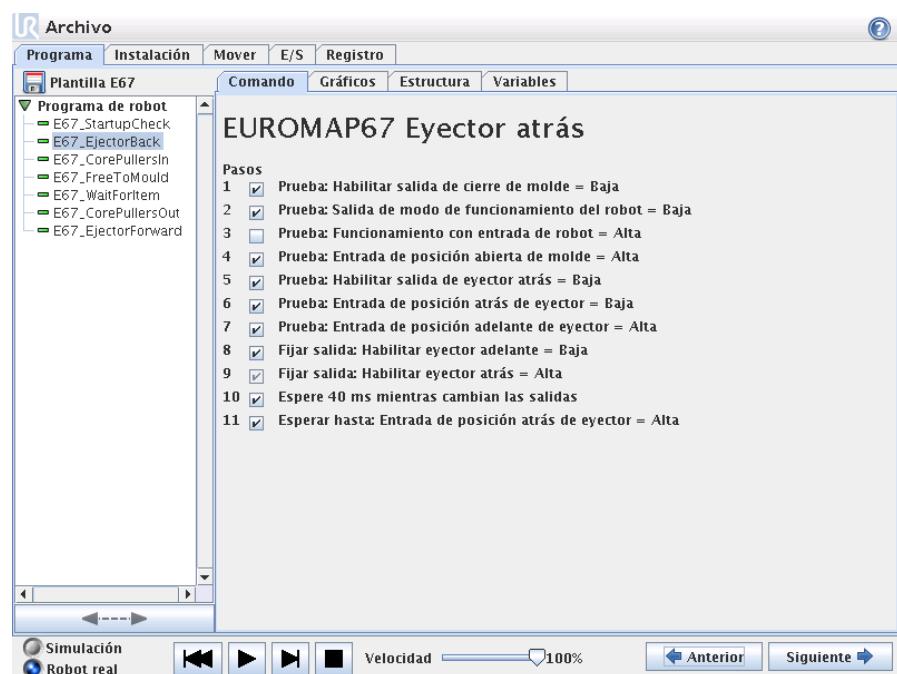
Eyector adelante

Permite que el eyector se mueva para retirar un artículo del molde. Debe utilizarse cuando el robot esté en posición y listo para agarrar el artículo. Utilice las casillas para habilitar/deshabilitar pasos concretos.



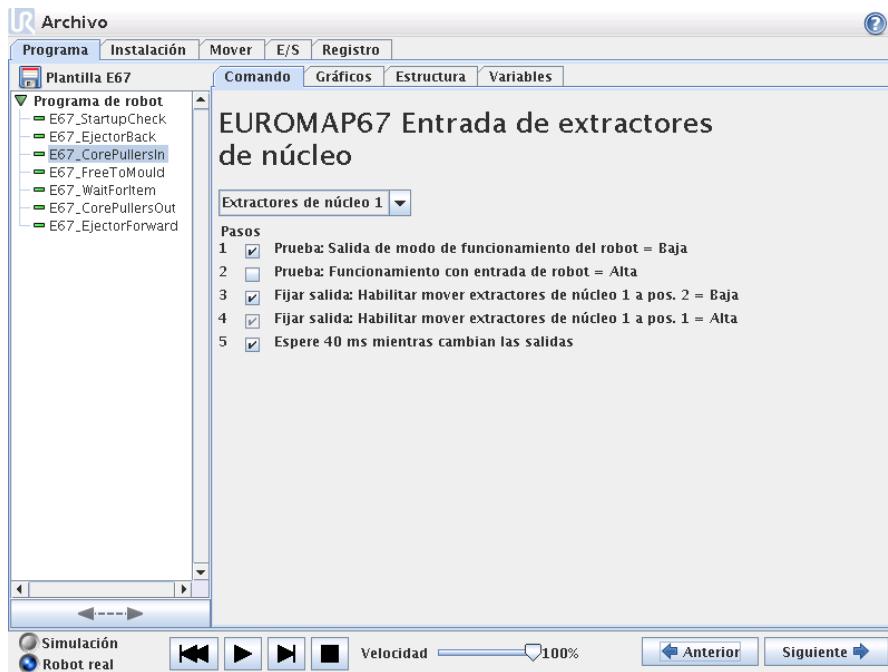
Eyector atrás

Permite que el eyector vuelva a su posición anterior. Utilice las casillas para habilitar/deshabilitar pasos concretos.



Extractores de núcleo dentro

Permite que los extractores de núcleo se muevan a la posición 1. Los extractores que se emplean se seleccionan en el menú desplegable. Utilice las casillas para habilitar/deshabilitar pasos concretos.



Extractores de núcleo fuera

Permite que los extractores de núcleo se muevan a la posición 2. Los extractores que se emplean se seleccionan en el menú desplegable. Utilice las casillas para habilitar/deshabilitar pasos concretos.



A.3.4. Acción y espera de E/S

Al igual que las salidas digitales del robot pueden fijarse con un nodo de Acción, lo mismo puede hacerse con las señales de salida de Euromap67. Cuando la interfaz de Euromap67 está instalada, las señales aparecen en los menús donde pueden seleccionarse. Asimismo, como las entradas digitales del robot, las señales de entrada de Euromap67 pueden usarse para controlar el compor-

tamiento del programa mediante la introducción de un nodo de *Espera*, que hace que el programa espere hasta que una entrada está alta o baja.

Para los usuarios avanzados, puede fijarse una salida en el valor de una expresión especificada. Dicha expresión puede contener entradas, salidas, variables, etc., y puede usarse para obtener funciones complejas del programa. Igualmente, puede fijarse un nodo de *Espera* para esperar hasta que una expresión sea verdadera. Generalmente, las señales de Euromap67 estarán disponibles en la pantalla de expresiones, lo cual significa que pueden utilizarse en cualquier circunstancia en la que pueda seleccionarse una expresión.

Para usar señales, que no formen parte de las estructuras de programa Euromap67, deben o bien fijarse o leerse "manualmente" desde un programa mediante la inserción de nodos adicionales de Acción, Espera, etc.. Esto se aplica, p. ej., a señales reservadas y dependientes del fabricante, que se pueden usar todas aunque no aparezcan en la ficha E/S de Euromap67. Esto también significa que para utilizar las entradas *Rechazar* y *Posición de apertura de molde intermedia*, tendrá que personalizarse y ampliarse el programa con la plantilla.

Por último, se recomienda NO fijar la señal *Área de moldeo libre* manualmente, ya que podría provocar situaciones peligrosas.

A.4. Instalación y desinstalación de la interfaz

Para lograr la redundancia de la funcionalidad de seguridad, la caja del controlador sabe si cabe esperar que haya una interfaz Euromap67 o no. Por tanto, deben seguirse de manera precisa los procedimientos de instalación y desinstalación siguientes.

Tenga en cuenta la orientación del cable plano siguiente.



NOTA: ¡No conecte/desconecte el cable plano con corriente de la caja del controlador!

A.4.1. Instalación

La interfaz puede colocarse en la parte inferior o izquierda de la caja del controlador; consulte las imágenes incluidas para seguir el procedimiento. No se permite instalar la interfaz de ninguna otra forma.

1. Apague la caja del controlador.
 - La luz verde del botón de encendido de la consola portátil debe estar apagada.
2. Monte la interfaz.
 - Use una tuerca M6 para apretar el conector de masa.
 - Use cuatro tornillos M4 x 8 mm para atornillar la interfaz.
 - Use cuatro tornillos M4 x 8 mm para cubrir los orificios vacíos.
 - Enganche el cable plano con la orientación adecuada.

- Use algunas almohadillas de fijación para sujetar el cable plano.
3. Encienda la caja del controlador.
- La interfaz será detectada automáticamente.
 - La funcionalidad de seguridad está siempre habilitada.
 - El sistema de seguridad se reiniciará.

A.4.2. Desinstalación

Siga este procedimiento.

1. Apague la caja del controlador.
 - La luz verde del botón de encendido de la consola portátil debe estar apagada.
2. Desmonte la interfaz.
 - Retire el cable plano.
 - Quite la tuerca M6 del conector de masa.
 - Quite todos los tornillos M4 del lado exterior de la caja del controlador.
3. Encienda la caja del controlador.
 - La caja del controlador permanece en estado de arranque.
 - Es posible que aparezcan algunos avisos.
4. Deshabilite la funcionalidad de seguridad.
 - Vaya a la pantalla *Instalación* y, a continuación, seleccione la ficha *Ajustes*.
 - Pulse el botón “Deshabilitar Euromap67”.
 - Un procesador de seguridad dejará de comunicarse al tiempo que guarda la nueva configuración y se imprimen 10-20 avisos en el registro. Esto es normal.
 - El sistema de seguridad se reiniciará.

A.5. Características eléctricas

Los siguientes subapartados contienen información útil para los depuradores y constructores de máquinas.

A.5.1. Interfaz de la protección luminosa de MAF

Los 24 V se comparten con los 24 V [ZA9-ZC9] del cable Euromap67. No obstante, las señales de entrada a la caja del controlador son tipos de corriente bajos y, por tanto, la mayor parte de la corriente está disponible. Se recomienda mantener la carga por debajo de 1,2 A. La corriente y tensión de 24 V se muestra en la ficha E/S de Euromap67.

Las dos señales MAF deben conectarse a contactos de interruptor libres potenciales. Las señales de MAF son de 0 V/0 mA cuando el bit del “Área de moldeo libre (software)”.^{está desactivado.}

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|---|------|------|------|--------|
| Tolerancia de tensión de 24 V | -15% | - | +20% | - |
| Corriente disponible desde alimentación de 24 V | - | - | 2,0* | A |
| Protección contra sobrecarga | - | 2,2 | - | A |
| [MAF-MAF] Tensión estando desconectado | 0 | 12 | 12,5 | V |
| [MAF-MAF] Corriente estando conectado | 0 | 57 | 70 | mA |
| [MAF-MAF] Protección contra conexión incorrecta | - | 400 | - | mA |
| [MAF-MAF] Protección contra conexión incorrecta | -18 | - | 30 | V |

NOTA: Las señales de la "interfaz de protección luminosa de MAF" no se aíslan galvánicamente de la protección de la caja del controlador.

A.5.2. Señales de MAF, parada de emergencia y dispositivos de seguridad

Las señales que indican una parada de emergencia a la IMM se controlan mediante relés de seguridad de fuerza que siguen la norma EN 50205. Los contactos de interruptor están aislados galvánicamente de todas las demás señales de acuerdo con la normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión III.

Las señales que indican al robot una parada de emergencia y una parada de protección (dispositivos de seguridad) van conectadas al potencial de la caja del controlador.

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|--|------|------|------|--------|
| [C1-C2] [C3-C4] Tensión | 10,2 | 12 | 12,5 | V |
| [C1-C2] [C3-C4] Corriente (cada salida) | - | - | 120 | mA |
| [C1-C2] [C3-C4] Protección de corriente | - | 400 | - | mA |
| [A1-A2] [A3-A4] Tensión de entrada | -30 | - | 30 | V |
| [A1-A2] [A3-A4] Apagado garantizado si | -30 | - | 7 | V |
| [A1-A2] [A3-A4] Encendido garantizado si | 10 | - | 30 | V |
| [A1-A2] [A3-A4] Apagado garantizado si | 0 | - | 3 | mA |
| [A1-A2] [A3-A4] Corriente de encendido (10-30 V) | 7 | - | 14 | mA |
| [A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] Corriente CA/CC | 0,01 | - | 6 | A |
| [A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] Tensión CC | 5 | - | 50 | V |
| [A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] Tensión CA | 5 | - | 250 | V |

A.5.3. Entradas digitales

Las entradas digitales se implementan como pnp y van conectadas galvánicamente a la caja del controlador. Las entradas cumplen los tres tipos de entradas digitales definidos en IEC 61131-2 y EN 61131-2, es decir, que funcionarán con todos los tipos de salidas digitales definidos en las mismas normas.

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|-------------------------------------|------|------|------|--------|
| Tensión de entrada | -30 | 24 | 30 | V |
| Apagado garantizado de entrada si | -30 | - | 7 | V |
| Encendido garantizado de entrada si | 10 | - | 30 | V |
| Apagado garantizado si | 0 | - | 5 | mA |
| Corriente de encendido (10-30 V) | 6 | - | 10 | mA |

A.5.4. Salidas digitales

Las salidas digitales se implementan como pnp y van conectadas galvánicamente a la IMM. El aislamiento galvánico entre los potenciales del robot y la IMM cumple las normas IEC 60664-1 y EN 60664-1, grado de contaminación 2, categoría de sobretensión II. Las salidas se construyen cumpliendo los tres tipos de entradas digitales definidos en IEC 61131-2 y EN 61131-2, y con todos los requisitos para salidas digitales de las mismas normas.

Las salidas digitales usan parte de mA de los 24 V de la IMM para controlar y polarizar los transistores que forman relés de estado sólido.

| Parámetro | Mín. | Típ. | Máx. | Unidad |
|-----------------------------------|------|------|------|--------|
| Corriente de fuente por salida | 0 | - | 120 | mA |
| Caída de tensión encendido | 0 | 0,1 | 1 | V |
| Corriente de fuga apagado | 0 | 0 | 0,1 | mA |
| Corriente usada desde 24 V de IMM | - | 12 | 25 | mA |