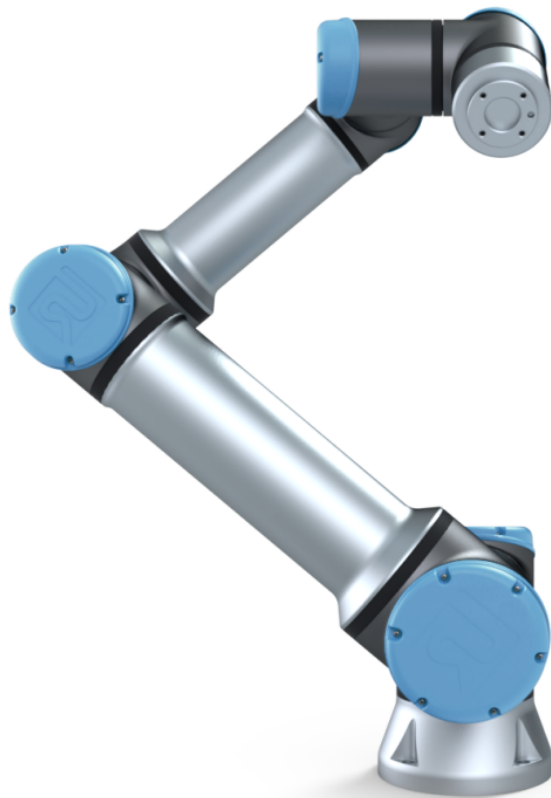




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series
Manual do usuário



UR16e

Tradução das instruções originais (pt)



UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series Manual do usuário

UR16e

Versão 5.6

Tradução das instruções originais (pt)



As informações contidas no presente documento são propriedade da Universal Robots A/S e não devem ser reproduzidas total nem parcialmente sem aprovação prévia por escrito da Universal Robots A/S. As informações contidas no presente documento estão sujeitas a alterações sem aviso prévio e não devem ser consideradas como um compromisso da Universal Robots A/S. Este manual é revisado e revisto periodicamente.

A Universal Robots A/S não assume nenhuma responsabilidade decorrentes de erros ou omissões deste documento.

Copyright © 2009–2019 da Universal Robots A/S

O logotipo da Universal Robots é uma marca registrada da Universal Robots A/S.

Conteúdo

Prefácio	ix
O Que Se Encontra Dentro das Caixas	x
Aviso de Segurança Importante	x
Como ler este manual	x
Onde encontrar mais informações	x
UR+	xi
 I Manual de Instalação de Hardware	 I-1
1 Segurança	I-3
1.1 Introdução	I-3
1.2 Validação e Responsabilidade	I-3
1.3 Limitação de Responsabilidade	I-4
1.4 Símbolos de advertência contidos neste manual	I-4
1.5 Advertências e Precauções Gerais	I-5
1.6 Finalidade	I-8
1.7 Avaliação de Risco	I-8
1.8 Avaliação antes do uso	I-10
1.9 Parada de Emergência	I-11
1.10 Movimento sem a Unidade de Alimentação	I-11
 2 Funções e Interfaces Relacionadas à Segurança	 I-13
2.1 Introdução	I-13
2.2 Categorias de parada	I-14
2.3 Funções de Segurança Configurações	I-14
2.4 Função de segurança	I-19
2.5 Modos	I-19
 3 Transporte	 I-21
 4 Interface Mecânica	 I-23
4.1 Introdução	I-23
4.2 O espaço de trabalho do robô	I-23
4.3 Montagem	I-23
4.4 Carga útil máxima	I-27
 5 Interface Elétrica	 I-29
5.1 Introdução	I-29
5.1.1 Suporte da caixa de controle	I-29
5.2 Ethernet	I-29
5.3 Advertências e Precauções Elétricas	I-30
5.4 E/S do controlador	I-32

5.4.1	As especificações comuns para todas as E/S digitais	I-32
5.4.2	E/S de Segurança	I-34
5.4.3	E/S digital de uso geral	I-38
5.4.4	Entradas Digitais a partir de um botão	I-39
5.4.5	Comunicação com outras máquinas ou PLCs	I-39
5.4.6	E/S Analógica de uso geral	I-39
5.4.7	Controle remoto LIGAR/DESLIGAR	I-41
5.5	Conexão à rede elétrica	I-42
5.6	Conexão com o Robô	I-43
5.7	E/S da ferramenta	I-44
5.7.1	Fonte de alimentação da ferramenta	I-45
5.7.2	Saídas digitais da ferramenta	I-46
5.7.3	Entradas digitais da ferramenta	I-47
5.7.4	Entrada analógica da ferramenta	I-47
5.7.5	E/S de comunicação da ferramenta	I-48
6	Manutenção e Conserto	I-49
6.1	Instruções de segurança	I-49
7	Descarte e Meio Ambiente	I-51
8	Certificações	I-53
8.1	Certificação de Terceiros	I-53
8.2	Certificação de Terceiros pelos Fornecedores	I-54
8.3	Certificação de Teste do Fabricante	I-54
8.4	Declarações de acordo com as diretrizes da União Europeia	I-54
9	Garantias	I-55
9.1	Garantia do Produto	I-55
9.2	Isenção de responsabilidade	I-56
A	Tempo e Distância de Parada	I-57
B	Declarações e Certificados	I-61
B.1	EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	I-61
B.2	Declaração de Incorporação CE/EU (Tradução do original)	I-63
B.3	Certificado de Sistema de Segurança	I-65
B.4	CHINA RoHS	I-67
B.5	Segurança KCC	I-68
B.6	Certificado de teste ambiental	I-69
B.7	Certificado de teste EMC	I-70
C	Normas Aplicadas	I-71
D	Especificações técnicas	I-77
E	Tabelas de funções de segurança	I-79
E.1	Tabela 1	I-79
E.2	Tabela 2	I-84

II	Manual do PolyScope	II-1
10	Introdução	II-3
10.1	Noções Básicas do Polyscope	II-3
10.1.1	Ícones/Guias do Cabeçalho	II-3
10.1.2	Botões do Rodapé	II-5
10.2	Tela de Introdução	II-5
11	Início rápido	II-7
11.1	Noções Básicas do Braço do Robô	II-7
11.1.1	Como instalar o braço do robô e a caixa de controle	II-7
11.1.2	Como Ligar/Desligar a Caixa de Controle	II-8
11.1.3	Como Ligar/Desligar o Braço do Robô	II-8
11.1.4	Como Inicializar o Braço do Robô	II-8
11.2	Partida Rápida do Sistema	II-9
11.3	O primeiro programa	II-10
11.4	Registro do Robô e os arquivos de Licença URCap	II-11
12	Seleção do Modo Operacional	II-13
12.1	Modos Operacionais	II-13
12.2	Dispositivo de ativação de três posições	II-15
12.2.1	Alta Velocidade Manual	II-15
13	Configuração de Segurança	II-17
13.1	Noções Básicas da Configuração de Segurança	II-17
13.1.1	Acesso à Configuração de Segurança	II-17
13.1.2	Definição de uma Senha de Segurança	II-18
13.1.3	Alteração da Configuração de Segurança	II-18
13.1.4	Aplicação da Nova Configuração de Segurança	II-19
13.1.5	Soma de Verificação de Segurança	II-19
13.2	Configurações do Menu Segurança	II-19
13.2.1	Limites do Robô	II-19
13.2.2	Modos de Segurança	II-21
13.2.3	Tolerâncias	II-22
13.2.4	Limites das Articulações	II-22
13.2.5	Planos	II-23
13.2.6	Condução Livre	II-25
13.2.7	Operação reversa	II-26
13.2.8	Posição da Ferramenta	II-26
13.2.9	Direção da ferramenta	II-28
13.2.10	E/S	II-29
13.2.11	Hardware	II-32
13.2.12	Posição Inicial Segura	II-32
14	Guia Executar	II-35
14.1	Programa	II-35
14.2	Variáveis	II-35
14.3	Idade do Robô	II-36

14.4 Mover Robô para Posição	II-36
--	-------

15 Guia Programa II-39

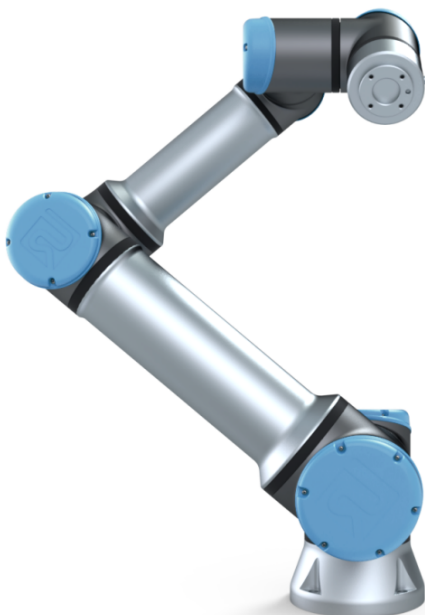
15.1 Árvore de Programas	II-39
15.1.1 Indicação de execução de programa	II-40
15.1.2 Botão Pesquisar	II-40
15.1.3 Barra de Ferramentas da Árvore de Programas	II-40
15.1.4 Editor de expressão	II-41
15.1.5 Iniciar um programa do nó selecionado	II-41
15.1.6 Usando Pontos de Interrupção em um Programa	II-42
15.1.7 Etapa única em um programa	II-43
15.2 Guia Comando	II-44
15.3 Guia Gráficos	II-45
15.4 Guia Variáveis	II-46
15.5 Nós Básicos do Programa	II-46
15.5.1 Mover	II-46
15.5.2 Direção	II-56
15.5.3 Aguardar	II-59
15.5.4 Definir	II-60
15.5.5 Pop-up	II-61
15.5.6 Parar	II-61
15.5.7 Comentário	II-62
15.5.8 Pasta	II-62
15.6 Nós Avançados do Programa	II-63
15.6.1 Loop	II-63
15.6.2 Se	II-63
15.6.3 Subprograma	II-65
15.6.4 Atribuição	II-66
15.6.5 Script	II-66
15.6.6 Evento	II-67
15.6.7 Rosquear	II-67
15.6.8 Aparafusamento	II-68
15.6.9 Alternar	II-70
15.6.10 Temporizador	II-71
15.6.11 Início	II-72
15.7 Modelos	II-72
15.7.1 Paletização	II-72
15.7.2 Buscar	II-79
15.7.3 Força	II-81
15.7.4 Correia transportadora	II-84
15.8 URCaps	II-85
15.8.1 TCP remoto e URCap Toolpath	II-85
15.8.2 Tipos de movimento TCP remoto	II-86
15.8.3 Ponto de rota RTCP	II-86
15.8.4 Toolpath TCP remoto	II-87
15.8.5 TCP remoto	II-88
15.8.6 PCS TCP remoto	II-89

15.8.7	Movimentos TCP Toolpath regulares	II-91
16	Guia Instalação	II-95
16.1	Registros	II-95
16.1.1	Configuração do TCP	II-95
16.1.2	Carga Útil e Centro de Gravidade	II-97
16.1.3	Montagem	II-99
16.1.4	Configuração de E/S	II-100
16.1.5	Variáveis	II-102
16.1.6	Inicialização	II-103
16.1.7	E/S da ferramenta	II-104
16.1.8	Transição suave entre os modos de segurança	II-105
16.1.9	Início	II-106
16.1.10	Configuração da correia transportadora	II-106
16.1.11	Preparação para Aparafusamento	II-107
16.2	Segurança	II-110
16.3	Funções	II-110
16.3.1	Usando um recurso	II-111
16.3.2	Adicionar um Ponto	II-112
16.3.3	Adicionar uma Linha	II-112
16.3.4	Recurso de Plano	II-113
16.3.5	Exemplo: Atualizar manualmente um recurso para ajustar um programa	II-114
16.3.6	Exemplo: Atualizar dinamicamente um recurso de pose	II-115
16.4	Fieldbus	II-116
16.4.1	Configuração de E/S do cliente MODBUS	II-116
16.4.2	Ethernet/IP	II-119
17	Guia Mover	II-121
17.1	Mover Ferramenta	II-121
17.2	Robô	II-121
17.3	Posição da Ferramenta	II-122
17.3.1	Tela Editor de Posição	II-122
17.4	Posição da Articulação	II-124
18	Guia E/S	II-127
18.1	Robô	II-127
18.2	MODBUS	II-128
19	Guia Log	II-131
19.1	Leituras e carga da articulação	II-131
19.2	Registro de data	II-131
19.3	Salvando Relatórios de Erros	II-131
20	Gerenciador de Programa e de Instalação	II-133
20.1	Abrir...	II-133
20.2	Novo...	II-134
20.3	Salvar...	II-135
20.4	Gerenciador de arquivos	II-135



21 Menu Hamburger	II-137
21.1 Ajuda	II-137
21.2 Sobre	II-137
21.3 Configurações	II-137
21.3.1 Preferências	II-137
21.3.2 Senha	II-138
21.4 Sistema	II-138
21.4.1 Fazer backup e Restaurar	II-138
21.4.2 Atualizar	II-138
21.4.3 Rede	II-139
21.4.4 Gerenciando URCaps	II-139
21.4.5 Controle Remoto	II-140
21.5 Desligar Robô	II-141
 Glossário	 II-143
 Índice	 II-145

Prefácio



Parabéns pela compra de seu novo robô Universal Robots e-Series, UR16e.

O robô pode ser programado para mover uma ferramenta e para se comunicar com outras máquinas usando sinais elétricos. Ele é um braço composto de tubos e articulações de alumínio extrudado.

Usando nossa interface de programa, ao patenteada PolyScope, é fácil programar o robô para mover a ferramenta ao longo de uma trajetória desejada.

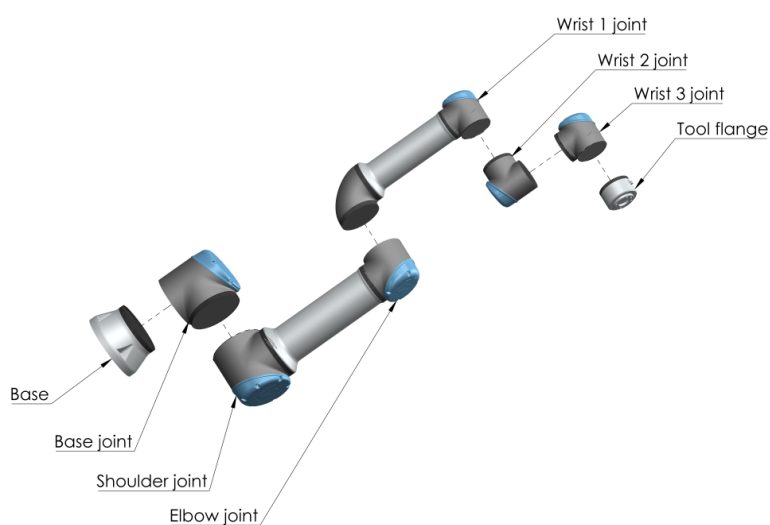


Figura 1: As articulações, base e flange de ferramenta do Braço de robô.

Com seis articulações e um grande escopo de flexibilidade, os braços de robô colaborativos

Universal Robots e-Series são desenhados para imitar os movimentos de um braço humano. Usando o software PolyScope, nossa interface de programação patenteada, é fácil programar o robô para mover ferramentas e comunicar com outras máquinas usando sinais elétricos. A Figura 1 ilustra os principais componentes do braço de robô e pode ser usada como referência em todo o manual.

O Que Se Encontra Dentro das Caixas

Quando você pede um robô, são entregues duas caixas. Uma caixa contém o Braço do robô, e a outra contém:

- A Caixa de Controle com o Teach Pendant
- Suporte da Caixa de Controle
- Suporte do Teach Pendant
- Chave para abrir a Caixa de Controle
- Cabo de alimentação ou Cabo de correte compatível com sua região
- Esse manual

Aviso de Segurança Importante

O robô é **uma máquina parcialmente completa** (ver 8.4) e, como tal, uma avaliação de risco é necessária para cada instalação do robô. Você deve seguir todas as instruções de segurança apresentadas no capítulo 1.

Como ler este manual

Este manual contém instruções sobre como instalar e programar robô. O manual está dividido em duas partes:

Manual de Instalação de Hardware: A instalação mecânica e elétrica do robô.

Manual do PolyScope: Programação do robô.

Este manual é destinado ao integrador de robô que deve ter um nível básico de treinamento elétrico e mecânico, e deve estar familiarizado com conceitos de programação elementares.

Onde encontrar mais informações

O site de suporte (<http://www.universal-robots.com/support>) contém o seguinte:

- Versões deste manual em outros idiomas
- **Manual do PolyScope**
- O **Manual de Manutenção** com instruções de solução de problemas, manutenção e conserto
- O **Manual de Script** para usuários avançados

UR+

O site UR+ (<http://www.universal-robots.com/plus/>) é um showroom on-line que fornece produtos de ponta para personalizar seu aplicativo robô UR. Você pode encontrar tudo que você precisa em um só lugar - de operadores terminais e acessórios até câmeras de visão e software. Todos os produtos são testados e aprovados para integrar com robôs UR, garantindo uma configuração simples, operação confiável, experiência do usuário estável e facilidade de programação. Você também pode usar o site para se juntar ao UR+ Developer Program para acessar a nossa nova plataforma de software que permite que você projete produtos mais voltados para usuários de robôs UR.

Parte I

Manual de Instalação de Hardware

1 Segurança

1.1 Introdução

Este capítulo contém informações de segurança importantes, que devem ser lidas e compreendidas pelo integrador de robôs Universal Robots e-Series **antes** de o robô ser ligado pela primeira vez.

Neste capítulo, as primeiras subseções são gerais. As subseções posteriores contêm dados de engenharia específicos relevantes para permitir a configuração e a programação do robô. O capítulo 2 descreve e define funções relacionadas à segurança, especialmente relevantes para aplicações colaborativas.

Instruções e orientações fornecidas no capítulo 2, bem como na seção 1.7 são particularmente importantes.

É essencial observar e seguir todas as instruções de montagem e as orientações fornecidas em outros capítulos e partes deste manual.

Deve ser dada atenção especial ao texto associado a símbolos de advertência.



NOTA:

A Universal Robots renuncia toda e qualquer responsabilidade se o robô (caixa de controle do braço e/ou teach pendant) for danificado, alterado ou modificado de qualquer forma. A Universal Robots não pode ser responsabilizada por quaisquer danos causados ao robô ou a outros equipamentos devido a erros de programação ou mau funcionamento do robô.

1.2 Validação e Responsabilidade

A informação neste manual não contempla projetar, instalar e operar toda a aplicação do robô, tampouco aborda todos os equipamentos periféricos que podem influenciar a segurança do sistema todo. Todo o sistema deve ser concebido e instalado de acordo com os requisitos de segurança previstos nas normas e regulamentos do país onde o robô será instalado.

Os integradores de robôs Universal Robots e-Series são responsáveis por garantir que as leis e normas aplicáveis de segurança do país em questão sejam observadas e que quaisquer perigos significativos na aplicação robô sejam eliminados. De forma não exaustiva, estes seriam:

- Realizar uma avaliação de riscos do sistema completo do robô
- Criar interface entre outras máquinas e dispositivos de segurança adicionais, se a avaliação de risco assim definir
- Configurar definições adequadas de segurança no software
- Garantir que o usuário não modifique nenhuma medida de segurança
- Validar que todo o sistema do robô foi projetado e instalado corretamente

- Especificar instruções de uso
- Marcar a instalação robô com sinais pertinentes e informação de contato do integrador
- Coletar toda a documentação em um arquivo técnico; incluindo a avaliação de risco e esse manual

1.3 Limitação de Responsabilidade

As informações de segurança fornecidas neste manual não devem ser interpretadas como garantia dada pela UR de que o manipulador industrial não causará ferimentos ou danos, mesmo se o manipulador industrial estiver em conformidade com todas as instruções de segurança.

1.4 Símbolos de advertência contidos neste manual

Os símbolos abaixo definem as legendas que especificam os níveis de perigo utilizados ao longo deste manual. Os mesmos sinais de advertência são usados no produto.



PERIGO:

Isso indica uma situação elétrica de perigo iminente que, se não for evitada, poderá resultar em morte ou ferimentos graves.



PERIGO:

Isso indica uma situação de risco iminente que, se não for evitada, poderá resultar em morte ou ferimentos graves.



ALERTA:

Isso indica uma situação elétrica potencialmente perigosa que, se não for evitada, poderá resultar em ferimentos ou danos graves ao equipamento.



ALERTA:

Isso indica uma situação potencialmente perigosa que, se não for evitada, poderá resultar em ferimentos ou danos graves ao equipamento.



ALERTA:

Isso indica uma superfície quente potencialmente perigosa que, se tocada, poderá resultar em ferimentos.



CUIDADO:

Isso indica uma situação que, se não for evitada, poderá resultar em danos ao equipamento.

1.5 Advertências e Precauções Gerais

Esta seção contém algumas advertências e precauções gerais que podem ser repetidas ou explicadas em diferentes partes deste manual. Outras advertências e precauções estão presentes ao longo deste manual.



PERIGO:

Certifique-se de instalar o robô e todo o equipamento elétrico de acordo com as especificações e advertências encontradas nos capítulos 4 e 5.



ALERTA:

1. Verifique se o braço do robô e a ferramenta/atuador estão devidamente e firmemente fixados em seus lugares.
2. Verifique se o braço do robô tenha amplo espaço para operar sem obstáculos.
3. Certifique-se de que as medidas de segurança e/ou os parâmetros de configuração de segurança do robô tenham sido definidos para proteger os programadores, operadores e observadores, como definido na avaliação de risco.
4. Não use roupas largas nem joias ao trabalhar com o robô. Prenda os cabelos ao trabalhar com o robô.
5. Nunca use o robô se ele estiver danificado, por exemplo, tampas comuns soltas, quebradas ou removidas.
6. Se o software identificar um erro, pressione imediatamente a parada de emergência, anote as condições que desencadearam o erro, encontre os códigos correspondentes ao erro na tela de registro e entre em contato com o seu fornecedor.
7. Não ligue nenhum equipamento de segurança à E/S padrão. Use somente E/S relacionada à segurança.
8. Use as corretas configurações de instalação (por exemplo, ângulo de montagem do robô, massa em TCP, deslocamento do TCP, configuração de segurança). Salve e carregue o arquivo de instalação junto com o programa.
9. A função de condução livre só deve ser utilizada em instalações em que a avaliação de risco permite.
10. As ferramentas/atuadores e obstáculos não devem ter arestas afiadas nem pontos de esmagamento.
11. Certifique-se de avisar às pessoas para manter suas cabeças e rostos fora do alcance do robô em operação ou do robô a ponto de iniciar a operação.
12. Esteja atento aos movimentos do robô ao usar o Teach Pendant.
13. Se determinado pela avaliação de risco, não entre na área de segurança do robô nem toque no robô quando o sistema estiver em operação.

13. Combinar várias máquinas pode aumentar os riscos ou criar novos perigos. Sempre faça uma avaliação global de riscos para toda a instalação. Dependendo do risco avaliado, diferentes níveis de segurança funcional podem se aplicar; como tal, quando diferentes níveis de desempenho da segurança e de parada de emergência são necessários, sempre escolha o mais alto nível de desempenho. Leia e compreenda os manuais de todos os equipamentos utilizados na instalação.
14. Nunca modifique o robô. Uma modificação pode criar perigos não previstos pelo integrador. Todas as remontagens autorizadas devem ser feitas de acordo com a versão mais recente dos manuais de serviço correspondentes.
15. Se o robô for adquirido com um módulo adicional (por exemplo, a interface euromap67), consulte o manual de instruções do respectivo módulo.
16. Certifique-se de que os usuários do robô sejam informados da localização do botão de parada de emergência(s) e são instruídos para ativar o botão de parada de emergência em caso de emergência ou situações anormais.

**ALERTA:**

1. O robô e sua caixa controladora produzem calor durante a operação. Não manuseie nem toque no robô durante ou imediatamente após a operação, já que o contato prolongado pode causar desconforto. Você pode verificar a temperatura na tela de registro antes de manusear ou tocar o robô, ou você pode arrefecer o robô desligando-o e esperando uma hora.
2. Nunca coloque os dedos atrás da tampa interna da caixa controladora.

**CUIDADO:**

1. Quando o robô é acoplado a máquinas capazes de causar-lhe danos, ou quando trabalha em conjunto com elas, é altamente recomendável testar todas as funções e o programa do robô separadamente.
2. Não exponha o robô a campos magnéticos permanentes. Campos magnéticos muito fortes podem danificar o robô.

1.6 Finalidade

Os robôs da UR e-series são robôs industriais e destinam-se a manipular ferramentas/atuadores e equipamentos, ou a processar ou transferir componentes e produtos. Para obter detalhes sobre as condições ambientais em que o robô deve operar, veja os anexos B e D.

Os robôs da UR e-Series são equipados com funções de segurança especiais, projetadas propositalmente para permitir a operação colaborativa, onde o sistema de robô opera sem barreiras e/ou junto com pessoas.

A operação colaborativa destina-se apenas a aplicações não perigosas, onde a aplicação completa, incluindo ferramentas/atuador, peças de trabalho, obstáculos e outras máquinas, não apresenta nenhum risco significativo, segundo a avaliação de risco da aplicação específica.

Qualquer uso ou aplicação que se desvie do uso pretendido está sujeita a ser considerado uso não permitido. De forma não exaustiva, estes seriam:

- Uso em ambientes potencialmente explosivos
- Uso em aplicações médicas e onde há risco de vida
- Uso antes da avaliação de risco
- Uso fora das especificações declaradas
- Uso como equipamento de elevação
- Operação fora dos parâmetros de operação permitidos



ALERTA:

- Use este robô industrial de acordo com o uso pretendido e as especificações fornecidas no Manual do Usuário.
- O produto não foi concebido e nem deve ser usado em locais perigosos ou ambientes explosivos.
- O produto não foi concebido e nem deve ser usado em aplicações médicas, com contato ou proximidade com pacientes.
- Qualquer uso ou aplicação que se desvie do uso pretendido, especificações e certificações está sujeito a ser considerado uso não permitido, pois o resultado pode ser a morte, lesões pessoais e/ou danos à propriedade.

A UNIVERSAL ROBOTS EXIME-SE INTEIRAMENTE DE QUALQUER RESPONSABILIDADE POR QUALQUER GARANTIA EXPRESSA OU IMPLÍCITA DE ADEQUAÇÃO EM DECORRÊNCIA DE QUALQUER USO INDEVIDO.

1.7 Avaliação de Risco

Uma das coisas mais importantes que um integrador precisa fazer é realizar uma avaliação de riscos. Em muitos países, isso é exigido por lei. O robô é considerado uma máquina parcialmente completa, de maneira que a instalação do robô depende de como o robô foi integrado

(por exemplo, ferramenta/atuador, obstáculos e outras máquinas). Recomenda-se que o integrador use a norma ISO 12100 e ISO 10218-2 para realizar a avaliação de risco. Além disso, o integrador pode optar por usar a Especificação Técnica ISO/TS 15066 como orientação adicional. A avaliação de risco que o integrador realiza deve considerar todas as tarefas de trabalho ao longo de toda a vida da aplicação do robô, incluindo, mas não se limitando a:

- Ensinar o robô durante o ajuste e desenvolvimento da instalação do robô
- Solução de problemas e manutenção
- Operação normal da instalação do robô

A avaliação de risco deve ser realizada **antes** de o braço do robô ser ligado pela primeira vez. Uma parte da avaliação de risco realizada pelo integrador tem como objetivo identificar as definições de configuração de segurança adequadas, além da necessidade de botões de parada de emergência adicionais e/ou outras medidas de proteção exigidas para a aplicação do robô específica.

Identificar as definições de configuração de segurança corretas é uma parte especialmente importante do desenvolvimento de aplicações de robô colaborativas. Consulte o capítulo 2 e parte II para obter informações detalhadas.

Algumas funções de segurança são projetadas propositalmente para aplicações de robô colaborativas. Esses recursos são configuráveis por meio das configurações de segurança e são especialmente relevantes ao abordar riscos específicos na avaliação de risco realizada pelo integrador:

- **Limitação de força e energia:** Usada para reduzir as pressões e as forças de fixação exercidas pelo robô na direção do movimento em caso de colisões entre o robô e o operador.
- **Limitação de impulso:** Usada para reduzir as forças de impacto e energia transiente elevadas em caso de colisões entre o robô e o operador reduzindo a velocidade do robô.
- **Limitação da posição da ferramenta/atuador e articulação e cotovelo:** Especialmente usada para reduzir os riscos relacionados a determinadas partes do corpo. Por exemplo, para evitar movimento em direção à cabeça e pescoço.
- **Limitação da orientação da ferramenta/atuador:** Especialmente usada para reduzir os riscos relacionados a determinadas áreas e recursos da ferramenta/atuador e peça de trabalho. Por exemplo, para impedir que arestas afiadas sejam apontadas na direção do operador.
- **Limitação de velocidade:** Especialmente usada para garantir uma baixa velocidade do braço do robô.

O integrador deve impedir o acesso não autorizado à configuração de segurança, usando proteção por senha.

É necessária uma avaliação de risco da aplicação colaborativa do robô para contatos que são intencionais e/ou devido à má utilização razoavelmente previsível, e deve abordar:

- A severidade das colisões potenciais individuais
- A probabilidade de ocorrência de colisões potenciais individuais
- A possibilidade de evitar colisões potenciais individuais

Se o robô estiver instalado em uma aplicação de robô não colaborativa em que os perigos não podem ser razoavelmente eliminados ou os riscos não podem ser suficientemente reduzidos através do uso das funções relacionadas à segurança integradas (por exemplo, quando se usa uma ferramenta/atuador perigoso), a avaliação de risco realizada pelo integrador deve concluir a necessidade de medidas protetoras adicionais (por exemplo, um dispositivo de ativação para proteger o operador durante o ajuste e a programação).

A Universal Robots identifica os potenciais riscos significativos, listados abaixo como riscos que devem ser considerados pelo integrador.

Nota: Outros riscos significativos podem estar presentes em uma instalação específica do robô.

1. Penetração da pele por bordas afiadas e pontas afiadas na ferramenta/atuador ou no conector da ferramenta/atuador.
2. Penetração da pele por bordas afiadas e pontas afiadas em obstáculos próximos ao percurso do robô.
3. Hematomas devido a contato com o robô.
4. Distensão ou fratura óssea devido a pancadas entre uma carga útil pesada e uma superfície rígida.
5. Consequências devido a parafusos soltos que seguram o braço do robô ou a ferramenta/atuador.
6. Itens que saem da ferramenta/atuador, por exemplo, devido à perda de controle ou à falta de energia.
7. Erros devido a diferentes botões de parada de emergência para diferentes máquinas.
8. Erros devido a alterações não autorizadas nos parâmetros de configuração de segurança.

Informações sobre os tempos de parada e as distâncias de parada são encontradas no capítulo 2 e anexo A.

1.8 Avaliação antes do uso

Os seguintes testes devem ser realizados antes de usar o robô pela primeira vez ou depois de feita qualquer modificação. Verifique se todas as entradas e saídas de segurança são conectadas de forma adequada e correta. Teste se todos os dispositivos de entrada e saída de segurança conectados, incluindo dispositivos comuns a várias máquinas ou robôs, estão funcionando. Assim, você deve:

- Teste os botões de parada de emergência e parada de entrada do robô e acione os freios.
- Teste se a entrada de proteção para o movimento do robô. Se a redefinição de proteção estiver configurada, verifique se ela precisa ser ativada antes de movimento poder ser retomado.
- Examine a tela de inicialização para testar se o modo reduzido pode mudar para o modo de segurança de modo reduzido.
- Teste se o modo operacional alterna o modo operacional, veja o ícone no canto superior direito da interface do usuário.
- Teste se o dispositivo de ativação de 3 posições deve ser pressionado para ativar o movimento no modo manual e se o robô está sob controle de velocidade reduzida.

1.9 Parada de Emergência

- Teste se as saídas da parada de emergência do sistema são realmente capazes de trazer todo o sistema a um estado seguro.
- Teste se o sistema conectado à saída de movimento do robô, saída do Robô sem parar, saída do modo reduzido, ou saída do modo não reduzido pode realmente detectar as mudanças de saída

1.9 Parada de Emergência

Acione o botão de parada de emergência para interromper todos os movimentos do robô.

Nota: De acordo com a norma IEC 60204-1 e ISO 13850, dispositivos de emergência não são salvaguardas. Eles são medidas de proteção complementares e não são destinados a evitar ferimentos.

A avaliação de riscos da aplicação do robô deve ser concluída se forem adicionados botões de parada de emergência adicionais. Os botões de parada de emergência devem estar em conformidade com IEC 60947-5-5 (veja seção 5.4.2).

1.10 Movimento sem a Unidade de Alimentação

No evento improvável de uma emergência onde quaisquer articulações do robô devem ser movidas, mas a alimentação para o robô é impossível ou indesejada, contate seu distribuidor da Universal Robots.

2 Funções e Interfaces Relacionadas à Segurança

2.1 Introdução

Os robôs Universal Robots e-Series são equipados com uma gama de funções de segurança, assim como E/S de segurança, sinais de controle digital e analógico de e para a interface elétrica, para conectar a outras máquinas e outros dispositivos de proteção. Cada função de segurança e E/S é construída em conformidade com a EN ISO13849-1:2008 (ver capítulo 8 para certificações) com Nível de desempenho d (PLd), usando uma arquitetura de categoria 3.

Consulte o capítulo 13 na parte II para a configuração das funções de segurança, entradas e saídas na interface de usuário. Consulte o capítulo 5 para obter descrições sobre como ligar dispositivos de segurança na E/S.



NOTA:

1. O uso e a configuração de funções e interfaces de segurança devem seguir os processos de avaliação de risco para cada aplicação do robô. (consulte o capítulo 1 seção 1.7)
2. Se o robô descobrir uma falha ou violação no sistema de segurança (por exemplo, se um dos fios no circuito de parada de emergência estiver cortado ou se o limite de segurança for excedido), é iniciada uma parada de categoria 0.
3. O tempo de parada deve ser levado em consideração como parte da avaliação de risco da aplicação



PERIGO:

1. O uso de parâmetros de Configuração de Segurança diferentes daqueles determinados pela avaliação de risco pode resultar em perigos que não são razoavelmente eliminados ou riscos que não são suficientemente reduzidos
2. Certifique-se de que ferramentas e pinças estejam conectadas adequadamente de forma que, se houver uma interrupção de energia, não haja perigo
3. Tenha cuidado com o 12V, pois um erro cometido pelo programador pode causar a alteração de tensão para 24V, o que pode danificar o equipamento e causar um incêndio
4. O efector final não está protegido pelo sistema de segurança UR. O funcionamento do efector final e/ou o cabo de conexão não é monitorado

2.2 Categorias de parada

Dependendo das circunstâncias, o robô pode iniciar três tipos de categorias de parada definidas de acordo com a norma IEC 60204-1. Estas categorias são definidas na tabela a seguir.

Categoria de parada	Descrição
0	Pare o robô com a remoção imediata da energia.
1	Pare o robô de forma ordenada e controlada. A energia é removida quando o robô está parado.
2	*Pare o robô com energia disponível para as unidades, enquanto mantém a trajetória. A potência de acionamento é mantida depois que o robô está parado.

Nota: *Paradas de robôs da Universal Robots Categoria 2 são descritas como paradas tipo SS1 ou SS2 de acordo com a norma IEC 61800-5-2.

2.3 Funções de Segurança Configurações

Funções de segurança dos robôs da Universal Robots , como listadas na tabela abaixo, estão no robô, mas servem para controlar o sistema de robô, ou seja, o robô com sua respectiva ferramenta/efetor final. As funções de segurança do robô são usadas para reduzir os riscos do sistema do robô determinados pela avaliação do risco. Posições e velocidades são em relação à base do robô.

Função de segurança	Descrição
Limite da Posição da Articulação	Define limites superiores e inferiores para a posições de articulação permitidas.
Limite de Velocidade da Articulação	Define um limite superior para a velocidade da articulação.
Planos de Segurança	Define planos, no espaço, que limitam a posição do robô. Planos de segurança limitam a ferramenta/efetor final apenas ou tanto a ferramenta/efetor final e o cotovelo.
Orientação da ferramenta	Define a orientação de limites admissíveis para a ferramenta.
Limite de Velocidade	Limita a velocidade máxima do robô. A velocidade é limitada no cotovelo, no flange de ferramenta/efetor final e no centro das posições de ferramenta/efetor final definidas pelo usuário.
Limite de Força	Limita a força máxima exercida pela ferramenta/efetor final do robô e cotovelo em situações de aperto. A força é limitada na ferramenta/efetor final, flange do cotovelo e centro das posições de ferramenta/efetor final definidas pelo usuário.
Limite de Impulso	Limita o momento máximo do robô.
Limitação de Corrente	Limita o trabalho mecânico realizado pelo robô.
Limite do Tempo de Parada	Limita o tempo máximo que o robô usa para parar depois de uma parada protetora ser iniciada.
Limite da Distância de Parada	Limita a distância máxima percorrida pelo robô depois de uma parada de proteção ser iniciada.

Ao executar a avaliação de riscos da aplicação, é necessário levar em conta o movimento do robô depois que uma parada tiver sido iniciada. Para facilitar esse processo, as funções de segurança *Parar o tempo limite* e *Limite da distância de parada* podem ser usadas. Estas funções de segurança reduzem dinamicamente a velocidade do movimento do robô de modo que ele pode sempre ser parado dentro dos limites. É importante notar que os limites de posição de articulação, os planos de segurança e os limites de orientação da ferramenta/efetor final levam em conta a distância do movimento de parada prevista, ou seja, o movimento do robô ficará lento antes que o limite seja atingido.

A segurança funcional pode ser descrita como:

Função de segurança	Tolerância	Nível de desempenho	Categoria
Parada de Emergência	–	d	3
Parada de Segurança	–	d	3
Limite da Posição da Articulação	5 °	d	3
Limite de Velocidade da Articulação	1.15 °/s	d	3
Planos de Segurança	40 mm	d	3
Orientação da ferramenta	3 °	d	3
Limite de Velocidade	50 mm/s	d	3
Limite de Força	25 N	d	3
Limite de Impulso	3 kgm/s	d	3
Limitação de Corrente	10 W	d	3
Limite do Tempo de Parada	50 ms	d	3
Limite da Distância de Parada	40 mm	d	3
Início seguro	1.7 °	d	3

**ALERTA:**

Há duas exceções para a função de força limitante que são importantes de serem percebidas ao projetar uma aplicação (Figura 2.1). Conforme o robô se estende, o efeito da articulação do joelho pode fornecer forças elevadas na direção radial (a partir da base) em velocidades baixas. Da mesma forma, o braço curto de alavanca, quando a ferramenta/efetor final está perto da base e se movendo ao redor da base, pode criar forças elevadas a baixas velocidades. Os perigos de beliscões podem ser evitados por meio da remoção de obstáculos nessas áreas, colocando o robô de forma diferente ou usando uma combinação de planos de segurança e limites de articulações para remover o perigo evitando que o robô se mova para esta região da sua área de trabalho.

**ALERTA:**

Se o robô é usado em aplicações manuais de orientação com movimentos lineares, o limite de velocidade deve ser ajustado para no máximo 250 mm/s para a ferramenta/efetor final e cotovelo, a menos que uma avaliação de riscos mostre que velocidades acima disso são aceitáveis. Isso evitará movimentos rápidos do cotovelo do robô próximos a singularidades.

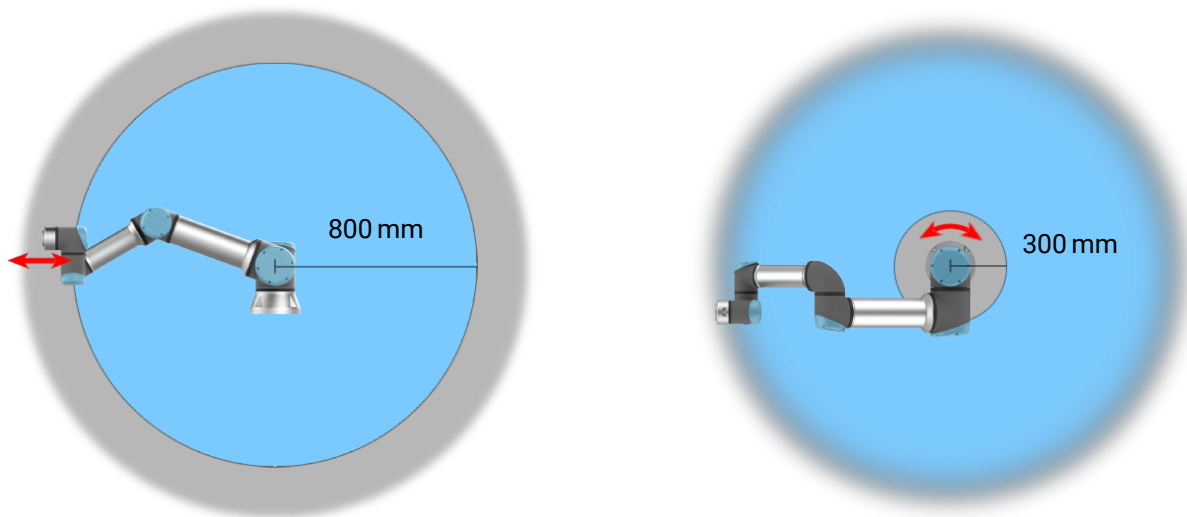


Figura 2.1: Devido às propriedades físicas do braço robótico, certas áreas de trabalho requerem atenção em relação a perigos de beliscão. Uma área (esquerda) é definida para os movimentos radiais, quando a articulação 1 do punho está a pelo menos 800 mm da base do robô. A outra área (direita) está a 300 mm da base do robô, quando se move na direção tangencial.

O robô também tem as seguintes entradas de segurança:

Entrada de Segurança	Descrição
Botão de parada de emergência	Executa uma Categoria de Parada 1, informando outras máquinas usando a saída <i>Parada de emergência do sistema</i> , se aquela saída for definida.
Parada de Emergência do Robô	Executa uma Categoria de Parada 1 via entrada da caixa de controle, informando outras máquinas usando a saída <i>Parada de Emergência do Sistema</i> , se aquela saída for definida.
Parada de Emergência do Sistema	Executa uma Categoria de Parada 1 apenas no robô.
Parada de Segurança	Executa uma Categoria de Parada 2 em todos os modos
Parada de Proteção do Modo Automático:	Executa uma Categoria de Parada 2 APENAS no modo automático. A <i>parada de Proteção do Modo Automático</i> só pode ser selecionada. Quando um dispositivo de ativação de três posições estiver configurado e instalado.
Reinício de Proteção Modo Reduzido	Volta do estado de <i>Parada de Segurança</i> , quando ocorre uma elevação sobre a entrada de redefinição de proteção.
Dispositivo de ativação de três posições	Faz a transição do sistema de segurança para usar os limites do <i>Modo reduzido</i> .
Modo Operacional	Inicia uma Categoria de Parada 2 quando o dispositivo de ativação é totalmente pressionado ou totalmente liberado apenas no modo manual. A parada do dispositivo de ativação de três posições é acionada quando uma entrada é reduzida. Não é afetada por uma Redefinição de Proteção.
Parada de Proteção do Modo Automático	Alterna entre os modos operacionais. O robô está no modo Automático quando a entrada for baixa e, no modo Manual, quando for alta.
	Volta do estado de <i>Parada de Segurança do Modo Automático</i> , quando ocorre uma elevação sobre a entrada de redefinição de proteção do modo automático.

Para a interface com outras máquinas, o robô está equipado com as seguintes saídas de segurança:

2.4 Função de segurança

Saída de Segurança	Descrição
Parada de Emergência do Sistema	Enquanto a lógica do sinal está baixa, a entrada de <i>Parada de emergência do robô</i> está com lógica baixa ou o botão de Parada de emergência é pressionado.
Robô em Movimento	Enquanto este sinal apresenta alto nível lógico, nenhuma articulação do robô se move mais do que 0,1rad/s.
Robô sem Parada	Alto nível lógico quando o robô está parado ou em processo de parada devido a uma parada de emergência ou uma parada de segurança. Caso contrário, apresentará baixo nível lógico.
Modo Reduzido	Baixo nível lógico quando o sistema de segurança está em modo Reduzido.
Modo Não Reduzido	Baixo nível lógico quando o sistema não está em modo Reduzido.
Início seguro	Alto nível lógico quando o robô está configurado na posição inicial segura.

Todas as E/S de segurança têm dois canais, o que significa que estão seguras quando baixas (por exemplo, a parada de emergência está ativa quando os sinais são baixos).

2.4 Função de segurança

O sistema de segurança atua monitorando se algum dos limites de segurança são excedidos ou se uma parada de emergência ou parada de segurança é iniciada.

As reações do sistema de segurança são:

Acionamento	Reação
Parada de Emergência	Categoria de Parada 1.
Parada de Segurança	Categoria de Parada 2.
Violação de limite	Categoria de Parada 0.
Deteção de falha	Categoria de Parada 0.



NOTA:

Se o sistema de segurança detectar qualquer falha ou violação, todas as saída de segurança redefinem-se para baixo.

2.5 Modos

Modo Reduzido e Normal O sistema de segurança tem dois Modos configuráveis: **Normal** e **Reduzido**. Os limites de segurança podem ser configurados para cada um destes dois modos. O modo reduzido é ativado quando a ferramenta/efetor final do robô está posicionado no lado de Modo reduzido de um plano de **Acionamento no Modo Reduzido** ou quando acionado por uma entrada de segurança.

Usando um plano para ativar o modo Reduzido: Quando o robô se move do lado do modo Reduzido do plano de ativação, de volta para o lado do modo Normal, existe uma área de 20mm em redor do plano de ativação, onde ambos os limites do modo Normal e Reduzido são permitidos. Previne que o modo de segurança oscile se o robô estiver quase no limite.

Usando uma entrada para ativar o modo Reduzido: Quando é usada uma entrada (quer seja para iniciar ou parar o modo Reduzido) podem passar até 500ms antes que os valores limite do novo modo sejam aplicados. Isso pode acontecer alterando o modo Reduzido para modo Normal OU alterando o modo Normal para modo Reduzido. Permite que o robô adapte, por exemplo, a velocidade os novos limites de segurança.

Modo de Recuperação Quando um limite de segurança é excedido, o sistema de segurança deve ser reiniciado. Se o sistema estiver fora de um limite de segurança na inicialização (por exemplo, fora de um limite de posição conjunta), o modo especial de Recuperação é inserido. No Modo de Recuperação, não é possível executar programas para o robô, mas o braço do robô pode ser movido manualmente para trás dentro de limites usando o modo Condução Livre ou usando a guia Mover no PolyScope (ver parte II Manual do PolyScope). Os limites de segurança do modo de Recuperação são:

Função de segurança	Limite
Limite de Velocidade da Articulação	30 °/s
Limite de Velocidade	250 mm/s
Limite de Força	100 N
Limite de Impulso	10 kg m/s
Limitação de Corrente	80 W

O sistema de segurança emite uma Categoria de Parada 0 se uma violação desses limites aparecer.



ALERTA:

Os limites para a posição de articulação, os planos de segurança e a orientação ferramenta/efetor final são desativados no Modo de Recuperação. Tome cuidado ao mover o braço do robô de volta aos limites.

3 Transporte

Como fornecido no palete, o robô e a caixa de controle são um conjunto calibrado. Não separe-os, isso faria com que uma nova calibração fosse necessária.

Transporte o robô apenas em sua embalagem original. Guarde a embalagem em local seco se quiser transportar o robô posteriormente.

Quando mover o robô da embalagem para o espaço de instalação, segure ambos os tubos do braço do robô ao mesmo tempo. Mantenha o robô no lugar até que todos os parafusos de fixação estejam bem apertados na base do robô.

Levante a caixa de controle pela alça.



ALERTA:

1. Não sobrecarregue suas costas nem outras partes do corpo ao levantar o equipamento. Utilize equipamento de elevação adequado. Todas as diretrizes regionais e nacionais de elevação devem ser seguidas. A Universal Robots não se responsabiliza por nenhum dano causado pelo transporte do equipamento.
2. Monte o robô de acordo com as instruções no capítulo 4.

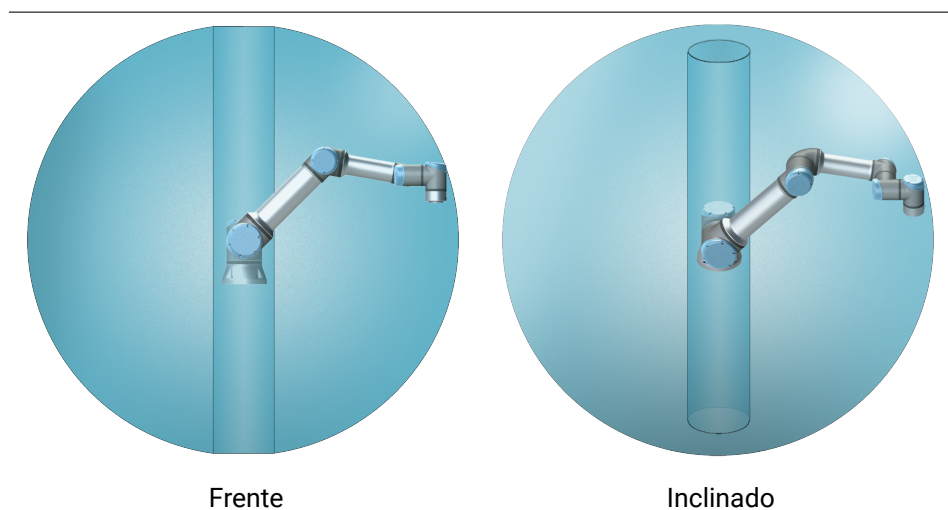
4 Interface Mecânica

4.1 Introdução

Este capítulo descreve as noções básicas de montagem das partes do sistema do robô. As instruções de instalação elétrica no capítulo 5 devem ser observadas.

4.2 O espaço de trabalho do robô

O espaço de trabalho do UR16e robô estende-se 900 mm da junta base. É importante considerar o volume cilíndrico diretamente acima e abaixo da base do robô ao escolher um local de montagem para o robô. Deve-se evitar movimentar a ferramenta perto do volume cilíndrico, pois isso faz com que as articulações do robô se movam rapidamente, mesmo que a ferramenta esteja se movendo lentamente, fazendo com que o robô funcione de forma ineficiente e tornando difícil realizar uma avaliação de risco.



4.3 Montagem

Braço do robô O braço do robô é montado com quatro parafusos de 8,8 de força, M8 parafusos e quatro 8.5 mm furos de montagem na base. Os parafusos devem ser apertados com o 20 N m torque.

Use os dois Ø8 furos fornecidos, com um pino, para reposicionar com precisão o braço robótico. Nota: Você pode adquirir uma contrapartida de base precisa como acessório. A Figura 4.1 mostra onde fazer os furos e montar os parafusos.

Monte o robô em uma superfície firme sem vibração que possa resistir a, pelo menos, dez vezes o torque total da articulação base e, pelo menos, cinco vezes o peso do braço do robô. Se o robô estiver montado sobre um eixo linear ou em uma plataforma em movimento, a aceleração da base de montagem em movimento é muito baixa. Uma forte aceleração pode fazer com que o robô faça uma parada de segurança.

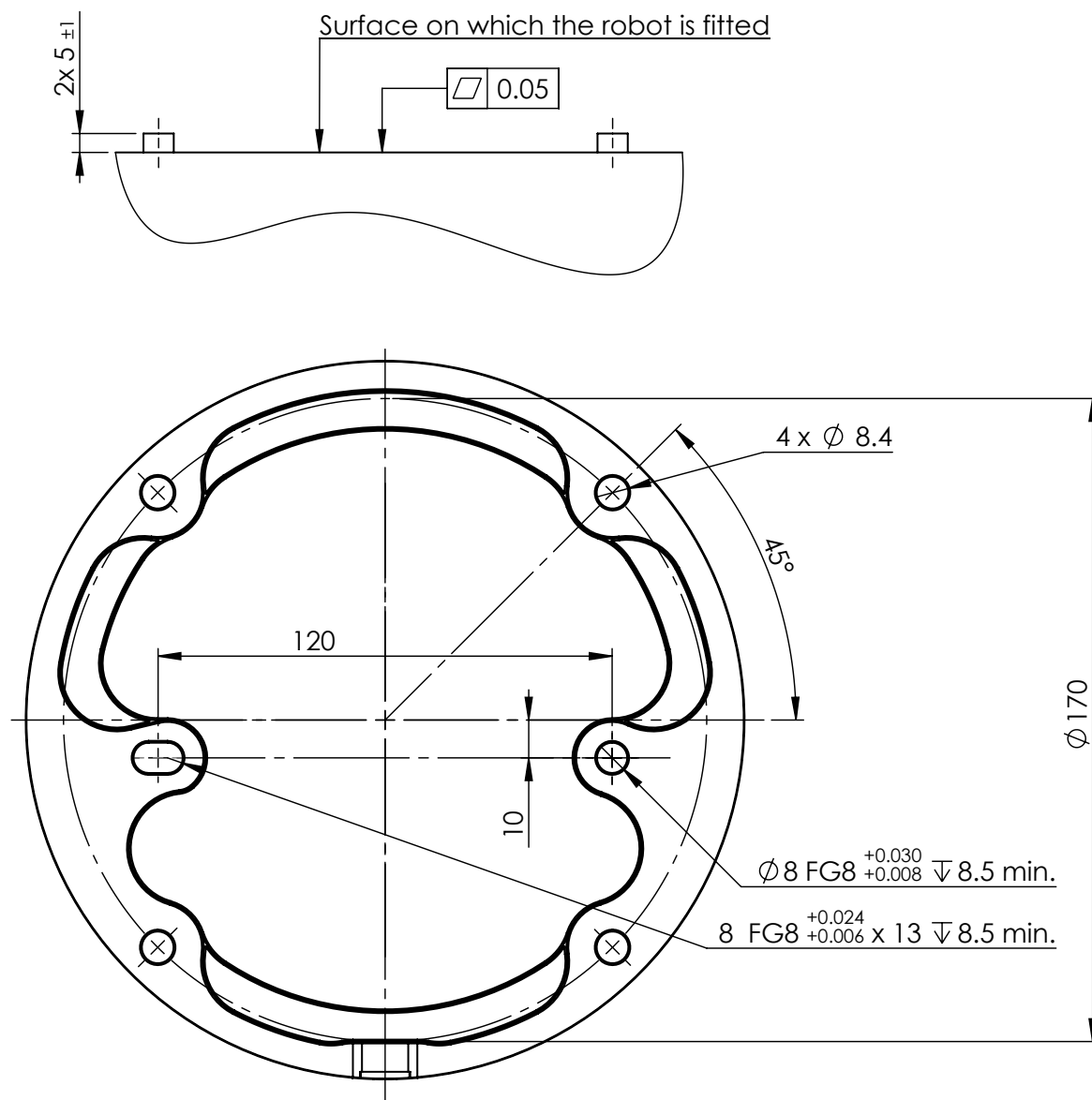


Figura 4.1: Furos na montagem do robô. Use quatro parafusos M8 . Todas as medidas estão em mm.



PERIGO:

Verifique se o braço do robô foi parafusado no lugar de forma apropriada. A montagem instável pode levar a acidentes.



CUIDADO:

Monte o robô em um ambiente adequado para a classificação IP. O robô não deve ser operado em ambientes que excedam aqueles correspondentes às classificações IP do robô (IP54), Teach Pendant (IP54) e da caixa de controle (IP44)

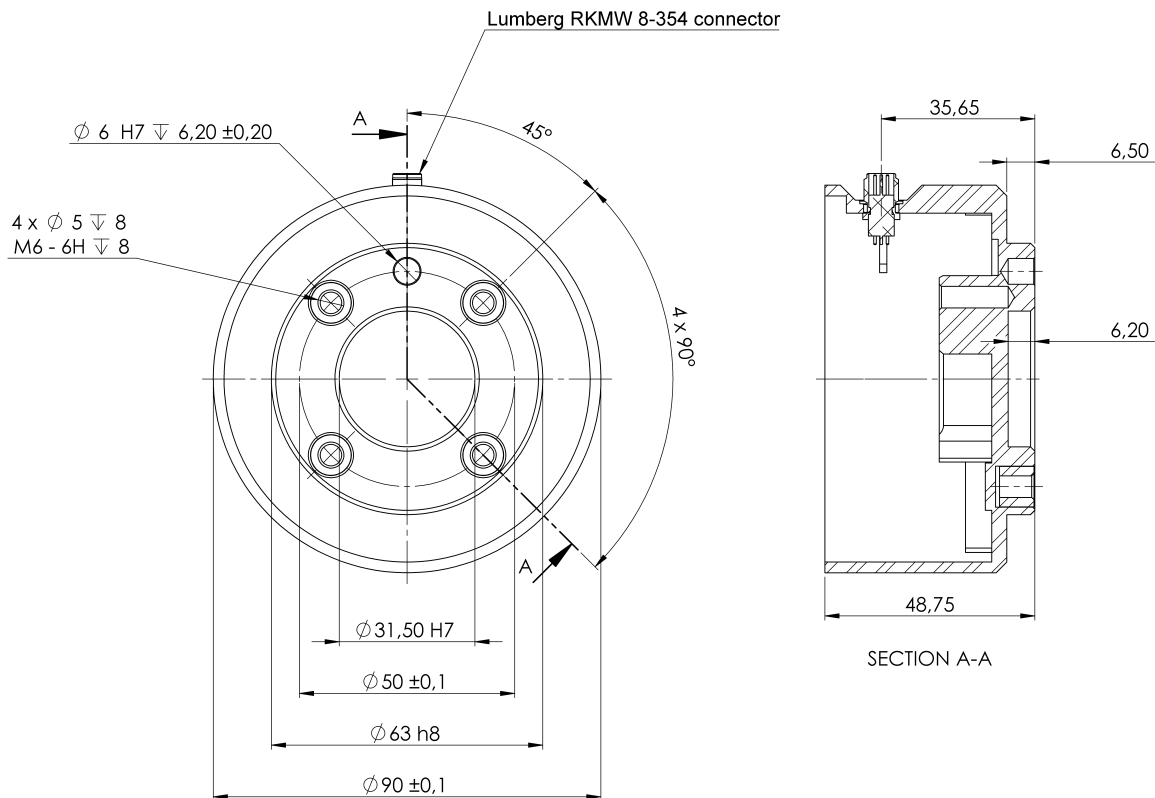


Figura 4.2: O flange de saída da ferramenta (ISO 9409-1-50-4-M6) é onde a ferramenta é montada na ponta do robô. Todas as medidas estão em mm.

Ferramenta O flange da ferramenta do robô tem quatro furos M6 rosqueados para conectar uma ferramenta determinada ao robô. Os parafusos M6 devem ser apertados com 8 N m, classe de resistência 8,8. Para reposicionar a ferramenta com precisão, use um pino no Øburaco 6 fornecido. A figura 4.2 mostra as dimensões e padrão de orifícios do flange da ferramenta. Recomenda-se a utilização de um orifício ranhurado radialmente para o pino para evitar o excesso de restrição, enquanto mantém-se a posição exata. Não use parafusos que ultrapassem 8mm para montar a ferramenta. Parafusos M6 bem longos podem pressionar a base do flange da ferramenta e efetuar curto circuito no robô.



PERIGO:

1. Certifique-se de que a ferramenta está devidamente fixada em seu lugar.
2. Certifique-se de que a ferramenta seja construída de tal forma que ela não possa criar nenhuma situação de risco caso solte uma das partes de forma inesperada.
3. Instalar uma ferramenta no robô com parafusos M6 que ultrapassem 8mm pode empurrar para dentro do flange da ferramenta, provocando danos irreparáveis, e levando à substituição da junta da extremidade.

Caixa de controle A caixa de controle pode ficar suspensa em uma parede ou colocada no chão. É preciso um espaço livre de 50 mm de cada lado da Caixa de Controle para que haja fluxo de ar suficiente.

Teach Pendant O Teach Pendant pode ficar suspenso em uma parede ou na caixa de controle. Verifique se o cabo não causa um perigo de tropeço.

Nota: você pode comprar suportes extra para montagem da caixa de controle e do Teach Pendant.



PERIGO:

1. Certifique-se de que a caixa de controle, o Teach Pendant e os cabos não entram em contato com líquidos. Uma caixa de controle molhada pode causar ferimentos fatais.
2. Coloque o Teach Pendant (IP54) e a caixa de controle (IP44) em um ambiente adequado à classe IP.

4.4 Carga útil máxima

A carga útil máxima permitida do braço do robô depende do *deslocamento do centro de gravidade*, consulte a figura 4.3. O deslocamento do centro de gravidade é definido como a distância entre o centro do flange de saída da ferramenta e o centro de gravidade da carga útil anexada.

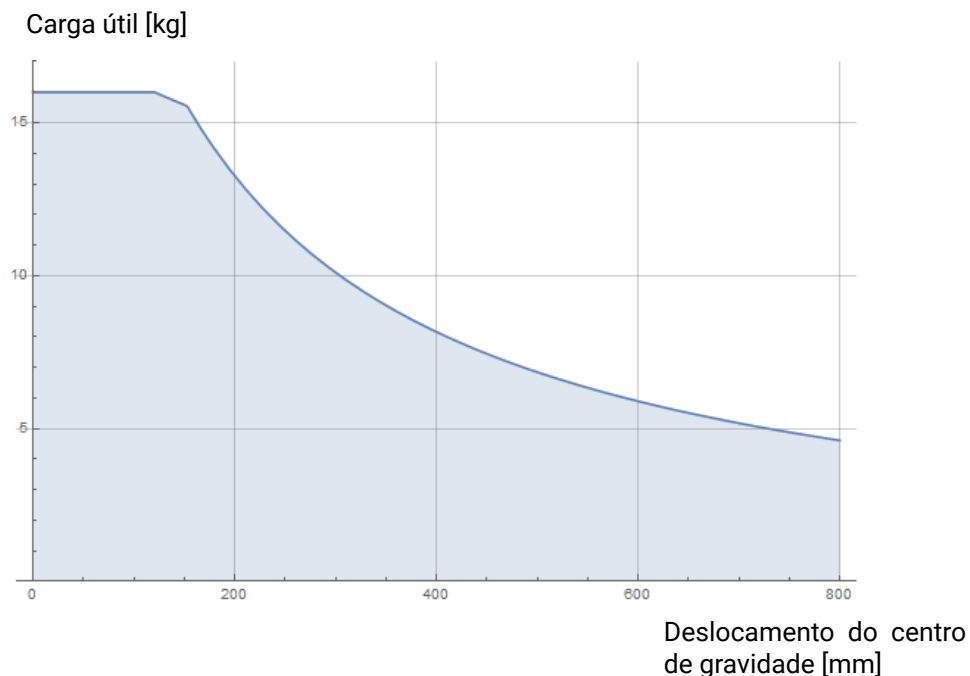


Figura 4.3: A relação entre a carga útil máxima permitida e o deslocamento do centro de gravidade.

5 Interface Elétrica

5.1 Introdução

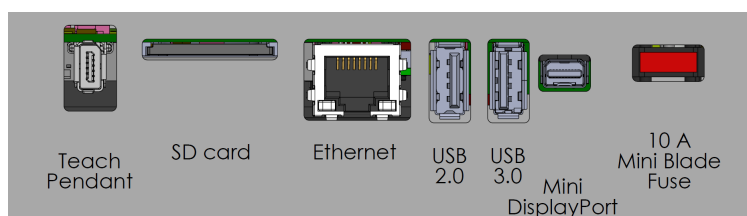
Este capítulo descreve os grupos de interfaces elétricas para o braço do robô na caixa de controle. São apresentados exemplos para a maioria dos tipos de **E/S**. O termo **E/S** refere-se aos sinais de controle digitais e analógicos de ou para um grupo de interface elétrica listado abaixo.

- Conexão à rede elétrica
- Conexão com o Robô
- E/S do controlador
- E/S da ferramenta
- Ethernet

5.1.1 Suporte da caixa de controle

Na parte inferior dos grupos de interface E/S, existe um suporte com portas que permite conexões adicionais (ilustradas abaixo). A base da caixa de controle tem uma abertura tampada para uma conexão fácil (consulte 5.2).

A Mini Displayport suporta monitores com Displayport e requer um Mini Display ativo de conversor de DVI ou HDMI para conectar monitores com interface DVI/HDMI. Conversores passivos não funcionam com portas DVI/HDMI.



Nota: O fusível deve ter uma marcação UL, do tipo mini lâmina com corrente nominal máxima: 10A e tensão nominal mínima: 32V

5.2 Ethernet

A interface Ethernet pode ser usada para:

- MODBUS, EtherNet/IP e PROFINET (veja a parte II).
- Acesso e controle remotos.

Para conectar o cabo Ethernet passe-o através do orifício na base da caixa de controle, e conecte-o à porta Ethernet na parte inferior do suporte.

Recoloque a tampa na base da caixa de controle com um prensa-cabo adequado para conectar o cabo à porta Ethernet.



As especificações elétricas são mostradas na tabela abaixo.

Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
Velocidade de comunicação	10	-	1000	Mb/s

5.3 Advertências e Precauções Elétricas

Observe as seguintes advertências para todos os grupos de interface supracitados, além de quando o aplicativo do robô é projetado e instalado.



PERIGO:

1. Nunca ligue um sinal de segurança em um PLC que não seja um PLC seguro, com o nível correto de segurança. O não cumprimento deste aviso pode resultar em ferimentos graves ou morte, dado que a função de segurança poderia ser substituída. É importante manter sinais da interface de segurança separados dos sinais comuns da interface de E/S.
2. Todos os sinais de segurança são construídos de forma redundante (dois canais independentes). Mantenha os dois canais separados de modo que uma única falha não possa levar à perda da função de segurança.
3. Alguma E/S no interior da caixa de controle pode ser configurada para normal ou a E/S de classificação de segurança. Leia e compreenda a seção 5.4 completa.



PERIGO:

1. Certifique-se de que todos os equipamentos que não sejam à prova d'água permaneçam secos. Se a água entrar no produto, faça o bloqueio e etiquetagem de toda a energia e, em seguida, entre em contato com seu fornecedor de serviço Universal Robots para assistência.
2. Utilize apenas os cabos originais fornecidos com o robô. Não use o robô para aplicações onde os cabos estejam sujeitos a flexão.
3. Conexões negativas são chamadas de aterradas (GND) e estão conectadas ao revestimento do robô e à Caixa de Controle. Todas as conexões GND mencionadas são somente para energização e sinalização. Para o Terra de Proteção (PE, na sigla em inglês), use uma das duas conexões com parafuso de tamanho M6, marcadas com o símbolo terra, dentro da caixa de controle. O condutor de aterramento deve ter pelo menos a classificação atual da corrente mais alta no sistema.
4. Tenha cuidado durante a instalação dos cabos de interface às E/S do robô. A placa de metal no fundo destina-se a servir de interface de cabos e conectores. Remova a placa antes de fazer os furos. Certifique-se de que todas as arestas sejam removidas antes de reinstalar a placa. Lembre-se de usar prensa cabos de tamanho correto.



CUIDADO:

1. O robô foi testado de acordo com as normas internacionais IEC relativas à **Compatibilidade Eletromagnética (EMC, na sigla em inglês)**. Sinais perturbadores, com níveis mais elevados do que aqueles definidos pelas normas IEC, podem causar um comportamento inesperado do robô. Níveis de sinal muito altos ou exposição excessiva a eles podem danificar o robô de forma permanente. Problemas de EMC acontecem normalmente em processos de soldagem e são normalmente motivados por mensagens de erro no log. A Universal Robots não pode ser responsabilizada por nenhum dano causado por problemas de EMC.
2. Os cabos de E/S que conectam à caixa de controle para outro maquinário e ao equipamento da fábrica não podem exceder 30 m, a menos que testes adicionais tenham sido realizados.



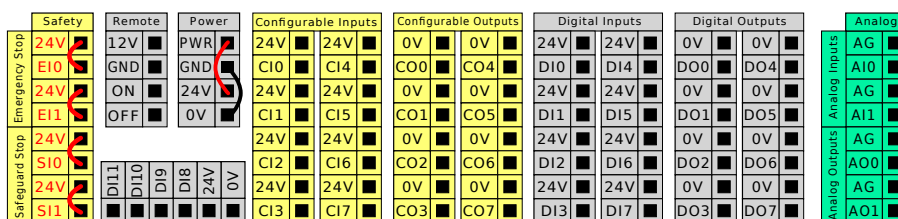
NOTA:

Todas as tensões e correntes estão em corrente contínua (CC), salvo indicação em contrário.

5.4 E/S do controlador

Você pode usar a **E/S** dentro da caixa de comando para uma vasta gama de equipamentos, incluindo relés pneumáticos, PLCs e botões de parada de emergência.

A ilustração abaixo mostra o layout dos grupos da interface elétrica dentro da caixa de controle.



Nota: Você pode usar o bloco horizontal de Entradas Digitais (DI8-DI11), ilustrado abaixo, para codificação de quadratura de Rastreamento do Transportador (ver 5.4.1) para esses tipos de entrada.



O significado dos esquemas de cores listados abaixo deve ser observado e mantido.

Amarelo com texto vermelho	Sinais de segurança dedicados
Amarelo com texto preto	Configurável para a segurança
Cinza com texto preto	E/S digital de uso geral
Verde com texto preto	E/S Analógica de uso geral

Na GUI, você pode configurar **E/S configurável** como **E/S relacionadas com a segurança** ou **E/S de propósito geral** (ver parte II).

5.4.1 As especificações comuns para todas as E/S digitais

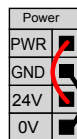
Esta seção define as especificações elétricas para a seguinte E/S 24V digital da caixa de controle.

- E/S de Segurança.
- E/S Configurável.
- E/S de uso geral.

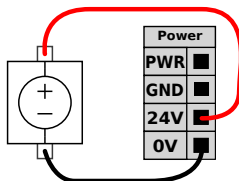
Instale o robô de acordo com as especificações elétricas que são as mesmas para todas as três entradas.

É possível alimentar a E/S digital com uma fonte de alimentação 24 V interna ou uma fonte de alimentação externa, configurando o bloco terminal chamado **Energia**. Este bloco é composto

por quatro terminais. Os dois superiores (PWR e GND) são 24V e terra da alimentação 24V interna. Os dois terminais menores do bloco (24V e 0V) são a entrada de 24V para fornecer a E/S. A configuração padrão usa a fonte de alimentação interna (veja abaixo).



Nota: Se for necessário mais corrente, conecte uma fonte de alimentação externa conforme mostrado abaixo.



As especificações elétricas para a fonte de alimentação interna e externa são mostradas abaixo.

Terminais	Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
<i>Alimentação interna de 24V</i>					
[PWR - GND]	Voltagem	23	24	25	V
[PWR - GND]	Corrente	0	-	2*	A
<i>Requisitos de entrada de 24V externa</i>					
[24V - 0V]	Voltagem	20	24	29	V
[24V - 0V]	Corrente	0	-	6	A

*3,5 A para 500 ms ou 33% do ciclo de trabalho.

As E/S digitais são construídas em conformidade com a norma IEC 61131-2. As especificações elétricas são mostradas abaixo.

Terminais	Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
<i>Saídas digitais</i>					
[COx / DOx]	Corrente*	0	-	1	A
[COx / DOx]	Queda de tensão	0	-	0,5	V
[COx / DOx]	Corrente de fuga	0	-	0,1	mA
[COx / DOx]	Função	-	PNP	-	Tipo
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Tipo
<i>Entradas digitais</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Voltagem	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Região Desligada	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Região Ligada	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Corrente (11-30V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Função	-	PNP +	-	Tipo
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Tipo

*Para cargas resistivas ou cargas indutivas de, no máximo, 1H.



NOTA:

A palavra **configurável** é usada para a E/S que é configurada como E/S de classificação de segurança ou E/S normal. Estes são os terminais amarelos com texto em preto.

5.4.2 E/S de Segurança

Esta seção descreve a entrada dedicada de segurança (terminal amarelo com texto em vermelho) e a E/S configurável (terminais amarelos com texto em preto), quando configurado como E/S de segurança. Siga as especificações comuns para todas as E/S digitais na seção 5.4.1. Os dispositivos e equipamentos de segurança devem ser instalados de acordo com as instruções de segurança e avaliação de risco no capítulo 1.

Todas as E/S de segurança são pareadas (redundantes) e devem ser mantidas como dois ramos distintos. Uma única falha não causa a perda da função de segurança.

Existem dois tipos de entrada de segurança permanente:

- **Parada de Emergência do Robô** apenas para dispositivos de parada de emergência
- **Parada de Segurança** para dispositivos de proteção

A diferença funcional é mostrada abaixo.

	Parada de Emergência	Parada de Segurança
Robô para de se mover	Sim	Sim
Execução de programa	Pausas	Pausas
Alimentação da unidade	Desligar	Ligar
Reinício	Manual	Automático ou manual
Frequência de uso	Não frequente	A cada ciclo até não frequente
Requer reinicialização	Somente liberação do freio	Não
Categoria de Parada (IEC 60204-1)	1	2
Nível de desempenho da função de monitoramento (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Use a E/S configurável para configuração de segurança adicional da funcionalidade de E/S, por exemplo, saída de parada de emergência. A configuração de um conjunto de E/S configurável para funções de segurança é feita por meio do GUI, (consulte a parte II).

**PERIGO:**

1. Nunca ligue um sinal de segurança em um PLC que não seja um PLC seguro, com o nível correto de segurança. O não cumprimento deste aviso pode resultar em ferimentos graves ou morte, dado que a função de segurança poderia ser substituída. É importante manter sinais da interface de segurança separados dos sinais comuns da interface de E/S.
2. Todas as E/S de classificação de segurança são construídas de forma redundante (dois canais independentes). Mantenha os dois canais separados de modo que uma única falha não possa levar à perda da função de segurança.
3. As funções de segurança devem ser verificadas antes de colocar o robô em operação. As funções de segurança devem ser testadas regularmente.
4. A instalação do robô deve obedecer a estas especificações. O não cumprimento pode resultar em ferimentos graves ou morte, dado que a função de segurança poderia ser substituída.

Sinais OSSD

Todas as de segurança configuradas e permanentes são filtradas para permitir o uso de equipamento de segurança OSSD com comprimentos de impulso inferiores a 3ms. A entrada de segurança é amostrada a cada milissegundo e o estado da entrada é determinado pelo sinal de entrada mais frequentemente visto durante os últimos 7 milissegundos. Pulsos OSSD nas saídas de segurança estão detalhados na parte II.

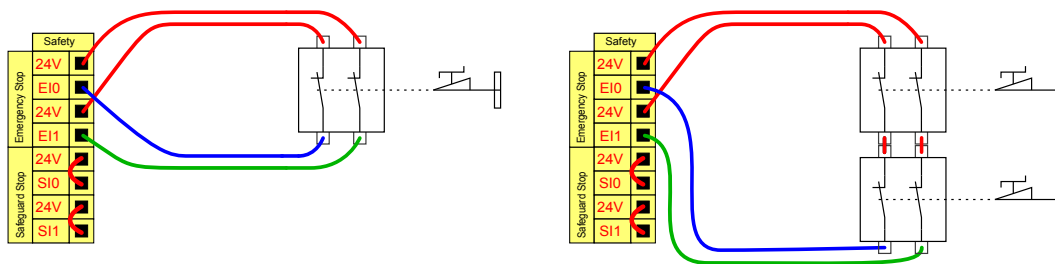
Configuração de Segurança padrão

O robô é enviado com uma configuração padrão que permite a operação sem qualquer equipamento de segurança adicional (consulte a ilustração abaixo).

	Safety
Emergency Stop	24V EI0
	24V EI1
Safeguard Stop	24V SI0
	24V SI1

Conectando os botões de parada de emergência

A maioria das aplicações requer um ou mais botões de Parada de Emergência extra. A ilustração abaixo mostra como um ou mais botões de parada de emergência podem ser conectados.

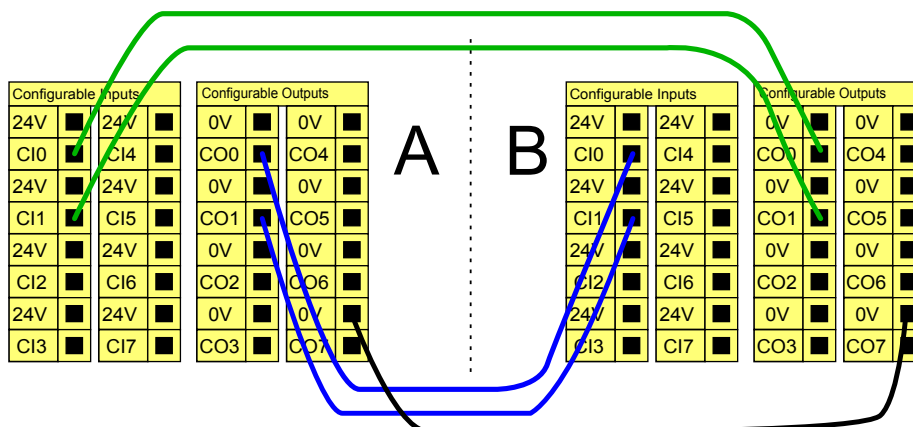


Compartilhando a Parada de emergência com outras máquinas

Você pode configurar uma função de parada de emergência entre o robô e outras máquinas, configurando as seguintes funções de E/S através da GUI. A entrada de parada de emergência do robô não pode ser utilizada para fins de compartilhamento. Se mais de dois robôs da UR ou outras máquinas precisarem ser conectados, é preciso usar um PLC de segurança para controlar os sinais de parada de emergência.

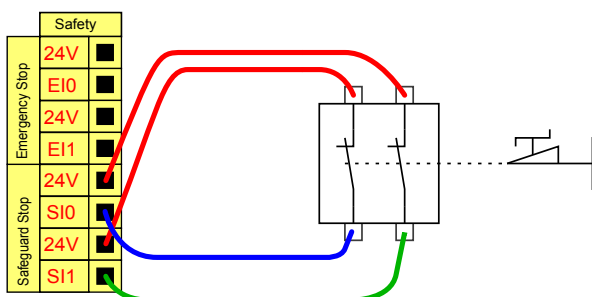
- Par de Entrada Configurável: Parada de emergência externa.
- Par de Saída Configurável: Parada de Emergência do Sistema.

A ilustração abaixo mostra como dois robôs da UR compartilham as suas funções de parada de emergência. Neste exemplo, as E/S configuradas utilizadas são CI0-CI1 e CO0-CO1.



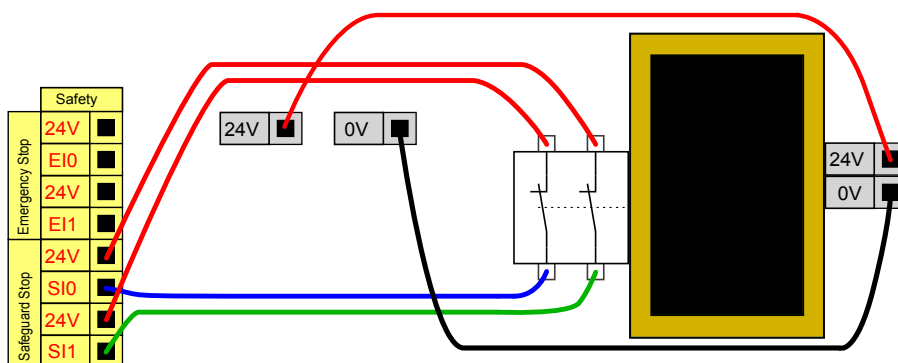
Parada de segurança com continuação automática

Um exemplo de dispositivo básico de parada de segurança é um interruptor de porta onde o robô é interrompido quando uma porta está aberta (veja a ilustração abaixo).



Essa configuração é destinada somente a aplicações em que o operador não pode passar pela porta e fechá-la atrás de si. A E/S configurável é usada para configurar um botão de reset do lado de fora da porta, para reativar o movimento do robô.

Outro exemplo em que a continuação automática é adequada é quando se usa uma esteira de segurança ou um scanner a laser com classificação de segurança (veja abaixo).

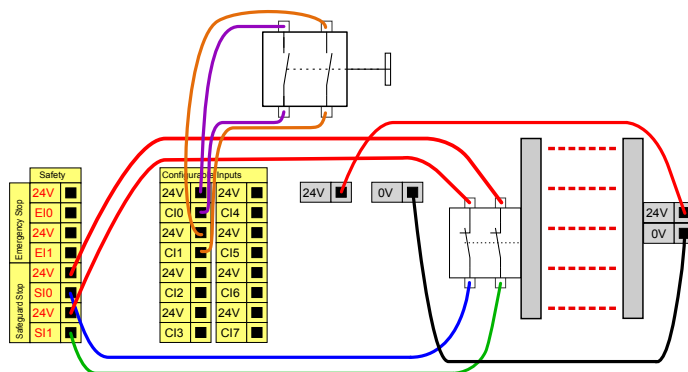


PERIGO:

1. O movimento do robô continua automaticamente quando o sinal é restabelecido. Não use esta configuração se o sinal puder ser restabelecido no interior do perímetro de segurança.

Parada de segurança com botão de reinício

Se a interface de proteção é usada para interagir com uma cortina de luz, é necessária uma redefinição externa ao perímetro de segurança. O botão de reinício deve ser de um tipo de dois canais. Neste exemplo, a E/S configurada para reinício é CI0-CI1 (consulte abaixo).



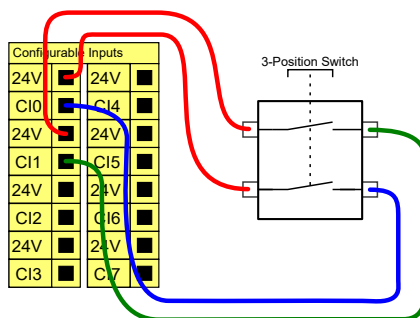
Dispositivo de ativação de três posições

A ilustração abaixo mostra como conectar um dispositivo de ativação de três posições. Consulte a seção 12.2 para saber mais sobre o dispositivo de ativação de três posições.



NOTA:

O sistema de segurança Universal Robots não é compatível com vários dispositivos de ativação de 3 posições.

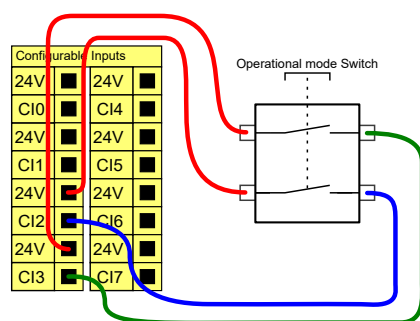


NOTA:

Os dois canais de entrada para o dispositivo de ativação de três posições têm uma tolerância de discordância de 1s.

Comutador do Modo Operacional

A ilustração abaixo mostra o comutador do modo operacional. Consulte a seção 12.1 para saber mais sobre os modos operacionais.



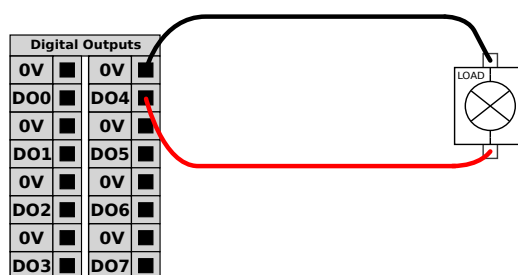
5.4.3 E/S digital de uso geral

Esta seção descreve as E/S de 24 V de propósito geral (terminais cinza) e a E/S configurável (terminais amarelos com texto em preto), quando não configurado como E/S de segurança. As especificações comuns na seção 5.4.1 devem ser observadas.

O propósito geral de E/S pode ser usado para acionar equipamentos como relés pneumáticos diretamente ou para a comunicação com outros sistemas PLC. Todas as saídas digitais podem ser desativadas automaticamente quando a execução do programa é interrompida, veja a parte II. Desse modo, a saída sempre está baixa quando um programa não está em execução. Os exemplos são mostrados nas subseções a seguir. Esses exemplos usam saídas digitais regulares, mas quaisquer saídas configuráveis também poderiam ser usadas se elas não estiverem configuradas para executar uma função de segurança.

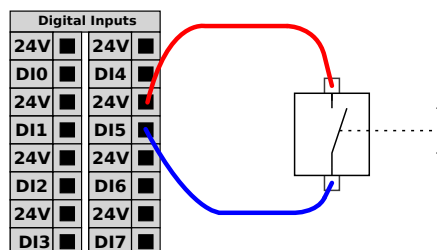
Carga controlada por uma saída digital

Esse exemplo mostra como uma carga é controlada a partir de uma saída digital, quando conectada.



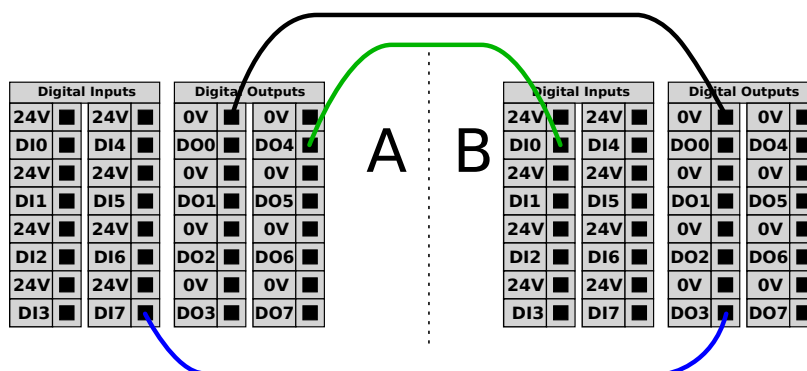
5.4.4 Entradas Digitais a partir de um botão

Esse exemplo mostra como conectar um botão simples a uma Entrada Digital.



5.4.5 Comunicação com outras máquinas ou PLCs

Você pode usar a E/S digital para se comunicar com outros equipamentos, se um GND (0V) comum for estabelecido e se a máquina usar a tecnologia PNP, veja abaixo.



5.4.6 E/S Analógica de uso geral

A interface de E/S analógica é o terminal verde. Ela é usada para ajustar ou medir voltagem (0-10V) ou corrente (4-20mA) de e para outro equipamento.

É recomendável seguir a orientação seguinte para alcançar a mais alta precisão.

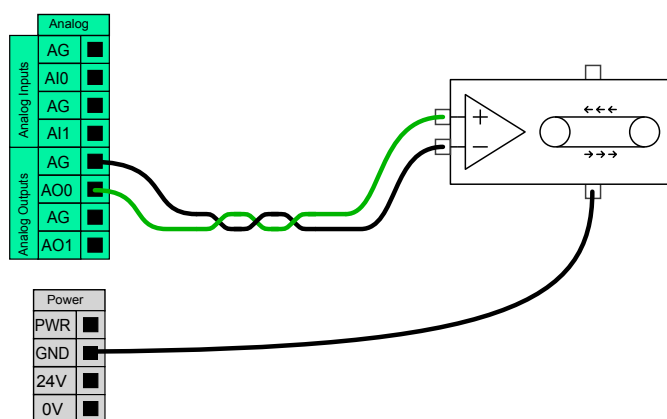
- Utilize o terminal AG mais próximo da E/S. O par compartilha um filtro de modo comum.
- Use o mesmo GND (0V) para equipamento e caixa de controle. A E/S Analógica não é isolada galvanicamente da caixa de controle.
- Use um cabo blindado ou pares trançados. Conecte a blindagem ao terminal GND no terminal chamado **Energia**.
- Use equipamento que funciona em modo de corrente. Os sinais de corrente são menos sensíveis a interferências.

Na GUI você pode seleccionar modos de entrada (ver parte II). As especificações elétricas são mostradas abaixo.

Terminais	Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
<i>Entrada analógica no modo de corrente</i>					
[AIx - AG]	Corrente	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Resistência	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	Resolução	-	12	-	bit
<i>Entrada analógica no modo tensão</i>					
[AIx - AG]	Voltagem	0	-	10	V
[AIx - AG]	Resistência	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	Resolução	-	12	-	bit
<i>Saída analógica no modo de corrente</i>					
[AOx - AG]	Corrente	4	-	20	mA
[AOx - AG]	Voltagem	0	-	24	V
[AOx - AG]	Resolução	-	12	-	bit
<i>Saída analógica no modo de tensão</i>					
[AOx - AG]	Voltagem	0	-	10	V
[AOx - AG]	Corrente	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	Resistência	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	Resolução	-	12	-	bit

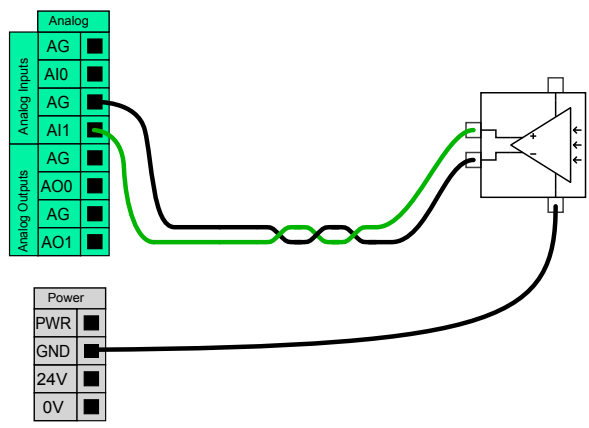
Usando uma saída analógica

Este exemplo ilustra como controlar uma correia transportadora com uma entrada de controle de velocidade analógica.



Como usar Entradas Analógicas

Este exemplo ilustra a conexão de um sensor analógico.



5.4.7 Controle remoto LIGAR/DESLIGAR

Use o controle remoto **LIGAR/DESLIGAR** para ligar e desligar a Caixa de Controle sem usar o Teach Pendant . Isso é geralmente usado:

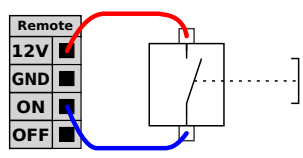
- Quando o Teach Pendant está inacessível.
- Quando um sistema PLC deve ter controle total.
- Quando vários robôs devem ser ligados ou desligados ao mesmo tempo.

O controle remoto **LIGAR/DESLIGAR** fornece uma fonte de 12V auxiliar, mantida ativa quando a Caixa de Controle está desligada. A entrada **LIGAR** é destinada apenas para o curto tempo de ativação e funciona da mesma forma que o botão de **ENERGIA** . A entrada **DESLIGAR** pode ser pressionada como desejado. As especificações elétricas são mostradas abaixo. Nota: Usar um recurso de software para carregar e iniciar programas automaticamente (ver parte II).

Terminais	Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
[12V - GND]	Voltagem	10	12	13	V
[12V - GND]	Corrente	-	-	100	mA
[LIGAR / DESLIGAR]	Tensão inativa	0	-	0,5	V
[LIGAR / DESLIGAR]	Tensão ativa	5	-	12	V
[LIGAR / DESLIGAR]	Corrente de entrada	-	1	-	mA
[LIGAR]	Tempo de ativação	200	-	600	ms

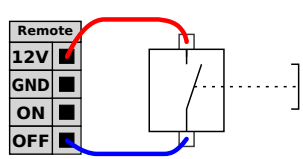
Botão remoto LIGAR

Este exemplo ilustra a conexão de um botão de controle remoto **LIGAR** .



Botão remoto DESLIGAR

Este exemplo ilustra a conexão de um botão de controle remoto **DESLIGAR** .





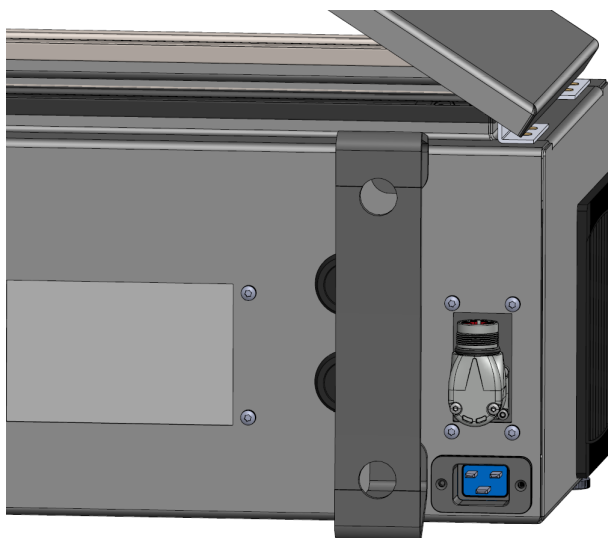
CUIDADO:

Não pressione e segure o botão de entrada **LIGAR** ou **ENERGIA** pois ele desliga a caixa de controle sem salvar. Use a entrada **DES-LIGAR** para desligar o controle remoto, pois este sinal permite que a caixa de controle salve os arquivos abertos e desligue corretamente.

5.5 Conexão à rede elétrica

O cabo de alimentação da Caixa de Controle tem um plugue IEC padrão na extremidade. Conecte um plugue ou cabo de alimentação específico do país ao plugue IEC.

Para energizar o robô, a Caixa de Controle deve ser conectada ao cabo de alimentação por meio do plugue IEC C20 padrão na parte inferior da caixa de controle por um cabo IEC C19 correspondente (veja a ilustração abaixo).



A fonte do cabo de alimentação é equipada com o seguinte:

- Conexão com a terra
- Fusível principal
- Dispositivo de corrente residual

Recomenda-se a instalação de um interruptor principal para desligar todo o equipamento na aplicação do robô como um meio fácil de bloqueio e etiquetagem em serviço. As especificações elétricas são mostradas na tabela abaixo.

Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
Tensão de entrada	100	-	240	VAC
Fusível da alimentação externa (a 100-200V)	15	-	16	A
Fusível da alimentação externa (a 200-265V)	8	-	16	A
Frequência da entrada	47	-	440	Hz
Energia de standby	-	-	<1,5	W
Energia operacional nominal	90	250	500	W



PERIGO:

1. Certifique-se de que o robô esteja aterrado corretamente (conexão elétrica ao fio terra). Use os parafusos novos associados com símbolos de aterramento no interior da caixa de controle para criar aterramento comum de todos os equipamentos do sistema. O condutor de aterramento deve ter pelo menos a classificação atual da corrente mais alta no sistema.
2. Certifique-se de que a potência de entrada para a caixa de controle está protegida com um dispositivo de corrente residual (RCD) e um fusível correto.
3. Faça o bloqueio e etiquetagem de todas as fontes de alimentação de toda a instalação do robô durante a manutenção. Nenhum outro equipamento deve fornecer energia para as E/S do robô quando o sistema está bloqueado.
4. Certifique-se de que todos os cabos estejam conectados corretamente antes que a caixa de controle seja alimentada. Sempre use o cabo de alimentação original.

5.6 Conexão com o Robô

Conecte e prenda o cabo do robô ao conector na parte inferior da caixa de controle (veja a ilustração abaixo). Torça o conector duas vezes para garantir que está preso corretamente antes de ligar o braço robótico.

Gire o conector para a direita para que seja mais fácil de prender depois de conectar o cabo.

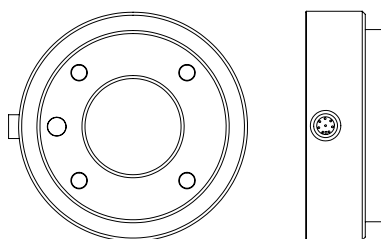



CUIDADO:

1. Não desconecte o cabo do robô quando o braço do robô estiver ligado.
2. Não estenda ou modifique o cabo original.

5.7 E/S da ferramenta

Adjacente ao flange da ferramenta no Punho #3, há um conector de oito pinos que fornece energia e sinais de controle para diferentes pinças e sensores que podem ser conectados ao robô. KKMV Lumberg 8-354 é um cabo industrial adequado. Cada um dos oito fios dentro do cabo tem cores diferentes representando funções diferentes.



Este conector fornece sinais de energia e de controle para pinças e sensores usados em uma ferramenta de robô específica. O cabo industrial listado abaixo é apropriado:

- Lumberg RKMV 8-354.


NOTA:

A ferramenta conector deve ser apertada manualmente até um máximo de 0,4 Nm.

Os oito fios dentro do cabo têm cores diferentes que determinam funções diferentes. Veja a tabela abaixo:

Cor	Sinal	Descrição
Vermelho	GND	Terra
Cinza	ALIMENTAÇÃO	0V/12V/24V
Azul	T00/PWR	Saídas digitais 0 ou 0V/12V/24V
Rosa	T01/GND	Saídas digitais 1 ou terra
Amarelo	T10	Entradas digitais 0
Verde	T11	Entradas digitais 1
Branco	AI2 / RS485+	Analógica em 2 ou RS485+
Marrom	AI3 / RS485-	Analógica em 3 ou RS485-

Acesse a E/S da Ferramenta na Aba Instalação (veja a parte II) para definir a fonte de alimentação interna como 0 V, 12 V ou 24 V. As especificações elétricas são mostradas abaixo:

5.7 E/S da ferramenta

Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
Tensão de alimentação no modo de 24V	23,5	24	24,8	V
Tensão de alimentação no modo de 12V	11,5	12	12,5	V
Corrente de alimentação (pino único)*	-	1000	2000**	mA
Corrente de alimentação (pino duplo)*	-	2000	2000	mA
Carga capacitiva da alimentação	-	-	8000***	uF

*É altamente recomendável usar um diodo de proteção para cargas indutivas.

**Pico para o máx. de 1 segundo, ciclo de trabalho máx.: 10%. A corrente média ao longo de 10 segundos não deve exceder à corrente típica.

***Ao ser ativada a alimentação, inicia-se um tempo de soft start que permite que uma carga capacitiva de 8000uF seja conectada a uma fonte de alimentação na partida. Não é permitido realizar a conexão automática (Hot-plugging) da carga capacitiva.



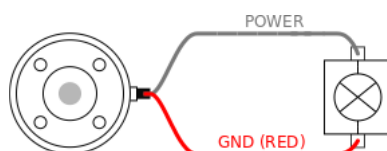
NOTA:

O flange da ferramenta está conectado ao GND (assim como o fio vermelho).

5.7.1 Fonte de alimentação da ferramenta

Fonte de alimentação

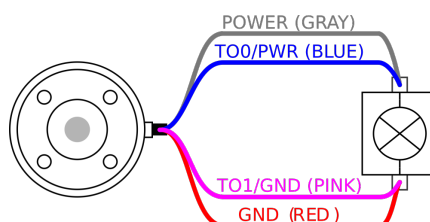
Acesse a E/S da Ferramenta na Aba Instalação (veja a parte II) para definir a fonte de alimentação interna como 0 V, 12 V ou 24 V.



Fonte de alimentação pino duplo

No modo de tensão do pino duplo, a corrente de saída pode ser aumentada conforme listado em (5.7 tabela dois).

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. Na lista da esquerda, toque em **Geral**.
3. Toque em **IO de ferramenta** e selecione **Tensão do pino duplo**.
4. Ligue os fios de alimentação (cinza) para TO0 (azul) e terra (vermelho) para TO1 (rosa).




NOTA:

Assim que o robô efetuar uma Parada de Emergência, a tensão é colocada a 0V para ambos os pinos de alimentação (alimentação desligada).

5.7.2 Saídas digitais da ferramenta

As saídas digitais suportam três modos diferentes:

Modo	Ativo	Inativo
Baixamento (NPN)	Baixo	Aberto
Aquisição (PNP)	Alto	Aberto
Empurrar/Puxar	Alto	Baixo

Acesse a E/S da Ferramenta na Aba Instalação (veja a parte II) para configurar o modo de saída de cada pino. As especificações elétricas são mostradas abaixo:

Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
Tensão quando aberta	-0,5	-	26	V
Tensão ao baixar 1A	-	0,08	0,09	V
Corrente na fonte/saída	0	1000	1000	mA
Corrente pelo GND	0	1000	3000*	mA

**Pico para o máx. de 1 segundo, ciclo de trabalho máx.: 10%. A corrente média ao longo de 10 segundos não deve exceder à corrente típica.


NOTA:

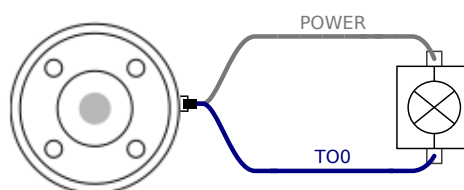
Assim que o robô efetuar uma Parada de Emergência, as saídas digitais (DO0 e DO1) são desativadas (Z Alto).


CUIDADO:

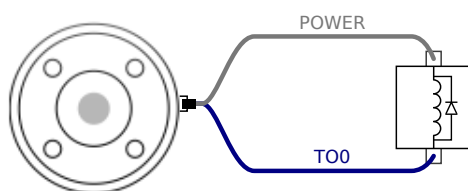
As saídas digitais na ferramenta não são limitadas por corrente. Substituir os dados especificados pode causar danos permanentes.

Uso das saídas digitais da ferramenta

Este exemplo ilustra como ativar uma carga usando a fonte de alimentação interna de 12V ou de 24V. A tensão de saída na guia E/S deve ser definida. Há tensão entre a conexão de ENERGIA e a proteção/terra, mesmo quando a carga está desligada.



É recomendável usar um diodo de proteção para cargas indutivas, como mostrado abaixo.



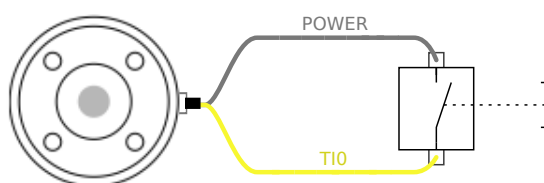
5.7.3 Entradas digitais da ferramenta

As entradas digitais são implantadas como PNP com resistores de pull-down fracos. Isso significa que uma entrada flutuante sempre terá leitura baixa. As especificações elétricas são mostradas abaixo.

Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
Tensão de entrada	-0,5	-	26	V
Baixa tensão lógica	-	-	2,0	V
Alta tensão lógica	5,5	-	-	V
Resistência de entrada	-	47k	-	Ω

Como usar as entradas digitais da ferramenta

Este exemplo ilustra a conexão de um simples botão.



5.7.4 Entrada analógica da ferramenta

A entrada analógica de ferramenta não é diferencial e pode ser definida como tensão (0-10V) ou corrente (4-20mA) na guia de E/S (consulte a parte II). As especificações elétricas são mostradas abaixo.

Parâmetro	Mín.	Tipo	Máx.	Unidade
Tensão de entrada no modo de tensão	-0,5	-	26	V
Resistência de entrada na faixa de 0V a 10V	-	10,7	-	k Ω
Resolução	-	12	-	bit
Tensão de entrada no modo de corrente	-0,5	-	5,0	V
Corrente de entrada no modo de corrente	-2,5	-	25	mA
Resistência de entrada @ intervalo 4mA a 20mA	-	182	188	Ω
Resolução	-	12	-	bit

Dois exemplos de uso de entradas analógicas são apresentados nas subseções a seguir.



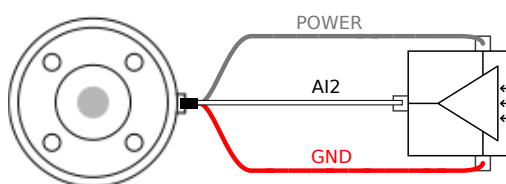
CUIDADO:

1. As entradas analógicas não estão protegidas contra o excesso de tensão no modo de corrente. Ultrapassar o limite na especificação elétrica pode causar danos permanentes à entrada.

Usando entradas analógicas da ferramenta, não diferenciais

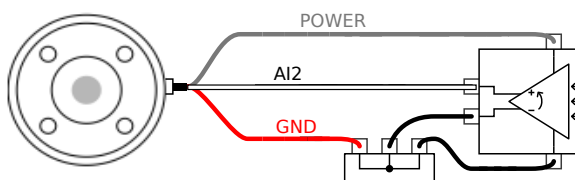
Este exemplo mostra uma conexão com um sensor analógico de saída não diferencial. A saída do sensor pode ser corrente ou tensão, desde que o modo de entrada desta entrada analógica seja configurado de igual maneira na guia de E/S.

Nota: Você pode verificar se um sensor com saída de tensão pode acionar a resistência interna da ferramenta, caso contrário, a medição pode ser inválida.



Usando entradas analógicas da ferramenta, diferenciais

Este exemplo mostra uma conexão de sensor analógico com uma saída diferencial. Conecte a parte de saída negativa ao GND (0V), ele funciona da mesma forma como um sensor não diferencial.



5.7.5 E/S de comunicação da ferramenta

- **Pedidos de sinal** Os sinais RS485 usam uma polarização interna à prova de falhas. Se o dispositivo conectado não for compatível com esse processo à prova de falhas, a polarização do sinal deve ser feita na ferramenta em anexo, ou adicionada externamente por adição de resistores de pull-up para RS485+ e pull-down para RS485-.
- **Latência** A latência das mensagens enviadas através do conector da ferramenta varia de 2ms a 4ms, a partir do momento em que a mensagem é gravada no PC até o início da mensagem no RS485. Um buffer armazena os dados enviados para a ferramenta do conector até a linha ficar livre. Assim que 1000 bytes de dados forem recebidos, a mensagem é gravada no dispositivo.

Taxas de Transmissão	9.6k, 19.2k, 38.4k, 57.6k, 115.2k, 1M, 2M, 5M
Bits de Parada	1, 2
Paridade	Nenhuma, Ímpar, Par

6 Manutenção e Conserto

Você deve executar os serviços de manutenção e reparo em conformidade com todas as instruções de segurança apresentadas neste manual.

Você deve executar os serviços de manutenção, calibração e conserto de acordo com as últimas versões dos Manuais de Serviço no site de suporte <http://www.universal-robots.com/support>.

Somente os integradores de sistemas autorizados, ou a Universal Robots, devem realizar os reparos.

Todas as peças devolvidas a Universal Robots devem ser entregues de acordo com o manual de manutenção.

6.1 Instruções de segurança

Após a manutenção e conserto, devem ser realizadas verificações para garantir o nível de segurança necessário. As verificações devem obedecer aos regulamentos de segurança no trabalho nacionais ou regionais válidos. Todas as funções de segurança devem ser testadas.

A finalidade da manutenção e conserto é assegurar que o sistema siga em funcionamento ou, em caso de falhas, fazer com que o sistema volte a funcionar. Os consertos também fazem referência à solução de problemas.

Quando trabalhar no braço do robô ou na caixa de controle, você deve observar os procedimentos e avisos abaixo.



PERIGO:

1. Não faça nenhuma alteração na configuração de segurança do software (por exemplo o limite de força). A configuração de segurança é descrita no Manual do PolyScope. Se algum parâmetro de segurança for alterado, todo o sistema do robô pode ser considerado novo, o que significa que o processo de aprovação de segurança, incluindo a avaliação de riscos, deverá ser atualizado em conformidade.
2. Substitua os componentes defeituosos por componentes novos com os mesmos códigos ou componentes aprovados pela Universal Robots.
3. Imediatamente após a conclusão das tarefas, acione quaisquer medidas de segurança que tenham sido desativadas.
4. Registre todos os consertos e guarde essa documentação no arquivo técnico associado ao sistema do robô.



PERIGO:

1. Retire o cabo de entrada de energia, na parte de baixo da caixa de controle, para garantir que ela esteja completamente desligada. Desligue todas as fontes de energia ligadas ao braço de robô ou caixa de controle. Tome as precauções necessárias para evitar que outras pessoas possam ligar o sistema durante o conserto.
2. Verifique a conexão do terra antes de voltar a ligar o sistema.
3. Cumpra as normas de descarga eletrostática quando as peças da caixa de controle ou do braço do robô forem desmontadas.
4. Evite desmontar as fontes de alimentação da caixa de controle. Estas fontes de energia podem reter tensões de até 600 V por várias horas após a caixa de controle ser desligada.
5. Evite a entrada de água e poeira no braço ou na caixa de controle do robô.

7 Descarte e Meio Ambiente

Universal Robots e-Series da UR devem ser eliminados de acordo com as leis, regulamentos e normas nacionais em vigor.

Universal Robots e-Series da UR são produzidos com uso restrito de substâncias perigosas para proteger o meio ambiente, de acordo com a Diretriz Europeia de RoHS 2011/65/UE. Estas substâncias incluem mercúrio, cádmio, chumbo, cromo VI, bifenilos polibromados e éteres difenil-polibromados.

A taxa para descarte e tratamento dos resíduos eletrônicos de robôs Universal Robots e-Series vendidos no mercado dinamarquês é previamente paga ao sistema DPA pela Universal Robots A/S. Os importadores de países abrangidos pela Diretriz Europeia de REEE 2012/19/UE devem fazer sua própria inscrição no registro nacional de REEE de seu país. A taxa normalmente é menor que 1€/robô. A lista dos registros nacionais pode ser encontrada aqui: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Os seguintes símbolos estão afixados no robô para indicar conformidade com a legislação acima:



8 Certificações

Este capítulo apresenta os certificados e declarações elaborados para o produto.

8.1 Certificação de Terceiros

A certificação de terceiros é voluntária. No entanto, para prestar o melhor serviço aos integradores de robôs, a UR decidiu certificar os nossos robôs de acordo com os seguintes institutos de ensaio reconhecidos:



TÜV NORD

Universal Robots e-Series são aprovados pelos critérios de segurança da TÜV NORD, um órgão notificado no âmbito da diretiva de máquinas 2006/42/CE da União Europeia. Você pode encontrar uma cópia do certificado de aprovação de segurança do TÜV NORD no anexo B.



DELTA

Universal Robots e-Series têm o desempenho testado pela DELTA. Você pode encontrar os certificados de teste de compatibilidade eletromagnética (EMC) e ambiental no anexo B.



CHINA RoHS

Os robôs Universal Robots e-Series estão em conformidade com os métodos de gestão de CHINA RoHS para controle da poluição por produtos de informatização eletrônica. Você pode encontrar uma cópia da Tabela de Declaração de Produto no anexo B.



Segurança KCC

Conforme as Informações de Registro KC, o robô e-series da Universal Robots, UR16e foi avaliado para obter conformidade para uso em um ambiente de trabalho. Portanto, há um risco de interferência por rádio quando utilizado em um ambiente doméstico. Você pode encontrar uma cópia do certificado de Segurança KCC no anexo B.

8.2 Certificação de Terceiros pelos Fornecedores



Ambiente

Como informado por nossos fornecedores, os paletes de transporte dos robôs da Universal Robots e-Series estão em conformidade com os requisitos de ISMPM-15 dinamarquês para a produção de material de embalagem de madeira e estão identificados de acordo com esta norma.

8.3 Certificação de Teste do Fabricante



UR

Universal Robots e-Series da UR são submetidos a procedimentos de testes internos e de fim de linha. Os processos de teste da UR passam por revisão e melhoria contínuas.

8.4 Declarações de acordo com as diretrizes da União Europeia

Apesar de serem relevantes principalmente para a Europa, alguns países fora da Europa reconhecem e/ou exigem as **declarações da UE**. As diretrizes europeias estão disponíveis no site oficial: <http://eur-lex.europa.eu>.

Os robôs da UR são certificados de acordo com as diretrizes abaixo.

2006/42/CE – Diretriz de Maquinário (MD)

De acordo com a Diretriz de Maquinário 2006/42/CE, os robôs Universal Robots e-Series são **máquinas quase completas**, e como tal, uma marcação **CE** não é afixada.

Se o robô da UR for usado em uma aplicação de pesticidas, você observará a presença da diretiva 2009/127/CE. Declaração de incorporação de acordo com 2006/42/CE anexo II 1.B., no anexo B.

2006/95/CE – Diretriz de Baixa Tensão (LVD)

2004/108/CE – Compatibilidade Eletromagnética (EMC)

2011/65/UE – Restrição ao uso de determinadas substâncias perigosas (RoHS)

2012/19/UE – Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)

Na Declaração de Incorporação no anexo B, estão listadas as declarações de conformidade com as diretrizes acima.

A marca **CE** é colocada de acordo com as diretrizes de marcação **CE** descritas acima. As informações sobre os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos estão no capítulo 7.

As informações sobre as normas aplicadas durante o desenvolvimento do robô estão no anexo C.

9 Garantias

9.1 Garantia do Produto

Sem prejuízo de qualquer direito de reclamação que o usuário (cliente) possa ter em relação ao revendedor ou varejista, o cliente deverá receber uma Garantia do fabricante sob as condições abaixo determinadas:

Caso novos dispositivos e seus componentes apresentem defeitos resultantes de fabricação e/ou falhas de materiais no prazo de 12 meses após a colocação em funcionamento (no máximo 15 meses da remessa), a Universal Robots deverá fornecer as peças sobressalentes necessárias, enquanto que o usuário (cliente) deverá fornecer as horas de mão de obra para substituir as peças sobressalentes, para substituir a peça por outra peça que reflita a tecnologia atual ou para consertar a peça em questão. Esta Garantia será invalidada se o defeito do dispositivo for devido ao uso inapropriado e/ou não de acordo com as informações contidas nos guias de usuário. Esta Garantia não se aplica nem se estende a serviços realizados pelo representante autorizado ou pelos próprios clientes (por exemplo, instalação, configuração, download de software). O recibo de compra, juntamente com a data de compra, deve ser exigido como prova para solicitar a Garantia. Reclamações referentes à Garantia devem ser enviadas dentro de dois meses do aparecimento do problema coberto pela Garantia. A propriedade dos dispositivos ou componentes substituídos pela Universal Robots e devolvidos à mesma será da Universal Robots. Quaisquer outras reclamações relacionadas ao dispositivo devem ser excluídas desta Garantia. Nenhuma parte desta Garantia deve tentar limitar ou excluir os Direitos Estatutários de um Cliente nem a responsabilidade do fabricante por morte ou lesão pessoal resultante de sua negligência. A duração da Garantia não deve ser estendida por serviços fornecidos sob os termos desta Garantia. Quando o problema não se enquadrar em nenhuma Garantia, a Universal Robots reserva-se o direito de cobrar o cliente por substituições ou reparos. As disposições acima não sugerem uma mudança de ônus da prova em detrimento do cliente. Caso um dispositivo apresente defeitos, a Universal Robots não será responsável por indenizações diretas, incidentais, especiais ou consequentes, incluindo, entre outros, lucros perdidos, perda de uso, perda de produção ou danos a outros equipamentos de produção.



CUIDADO:

É geralmente aconselhado evitar o uso de acelerações mais altas do que o necessário para uma determinada aplicação. Acelerações altas, especialmente em combinação com cargas elevadas, podem conduzir a uma vida útil reduzida do robô. Para aplicações com curtos períodos de ciclo e altos requisitos de velocidade, geralmente é recomendável usar misturas, o máximo possível, de modo a garantir trajetórias suaves sem a necessidade de altas acelerações.

9.2 Isenção de responsabilidade

A Universal Robots continua a melhorar a confiabilidade e o desempenho de seus produtos e, portanto, se reserva o direito de atualizar o produto sem aviso prévio. A Universal Robots toma todo o cuidado para que o conteúdo deste manual seja preciso e correto, mas não assume qualquer responsabilidade por quaisquer erros ou falta de informações.

A Tempo e Distância de Parada



NOTA:

Você pode configurar tempo e distância de parada máxima com classificação de segurança definida pelo usuário. Consulte 2.1 e 13.2. Se as configurações definidas pelo usuário são utilizadas, a velocidade do programa é dinamicamente ajustada para sempre respeitar os limites selecionados.

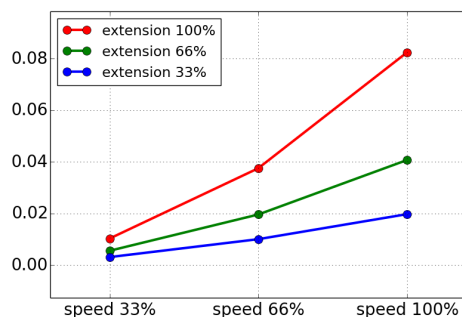
Os dados gráficos fornecidos para **Articulação 0 (base)**, **Articulação 1 (ombro)** e **Articulação 2 (cotovelo)** é válida para parar a distância e o tempo de parada:

- Categoria 0
- Categoria 1
- Categoria 2

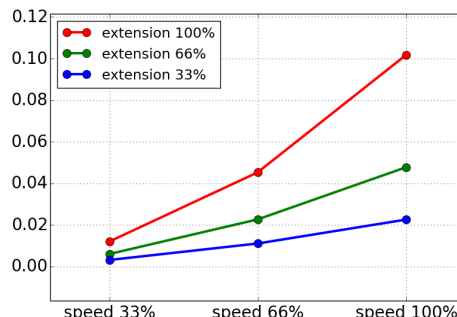
Nota: Estes valores representam um pior cenário; seus valores serão diferentes.

O teste da **Articulação 0** foi realizando comum movimento horizontal, onde o eixo de rotação estava perpendicular ao chão.

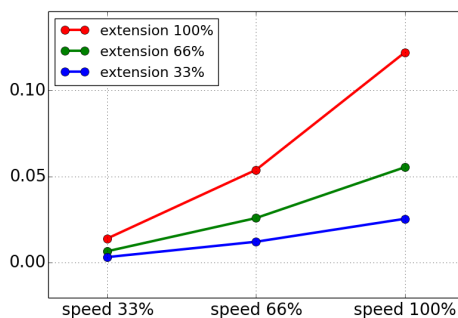
Durante os testes para a **Articulação 1** e **Articulação 2**, o robô seguiu uma trajetória vertical, onde os eixos de rotação estavam paralelos ao chão, e a parada foi realizada enquanto o robô estava se movendo para baixo.



(a) Distância de parada de 33 metros para carga útil máxima

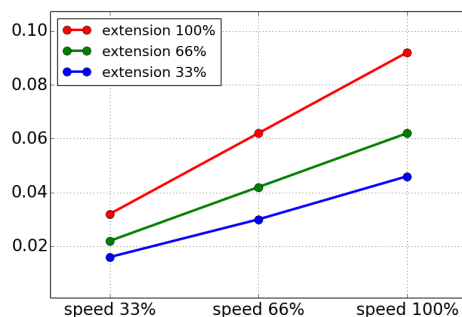


(b) Distância de parada de 66 metros para carga útil máxima

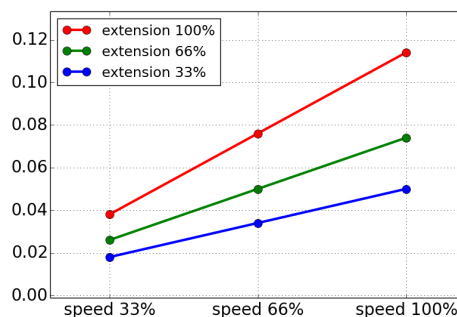


(c) Distância de parada em metros para carga útil máxima

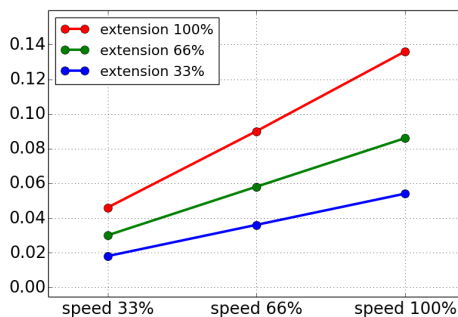
Figura A.1: Distância de parada para articulação 0 (BASE)



(a) Tempo de parada em segundos para carga útil máxima de 33%

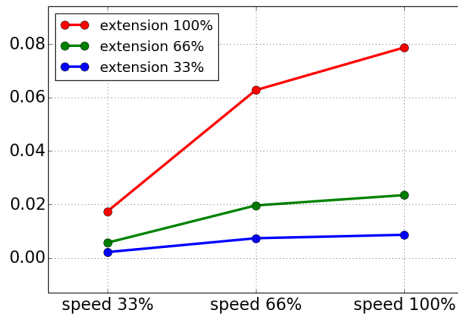


(b) Tempo de parada em segundos para carga útil máxima de 66%

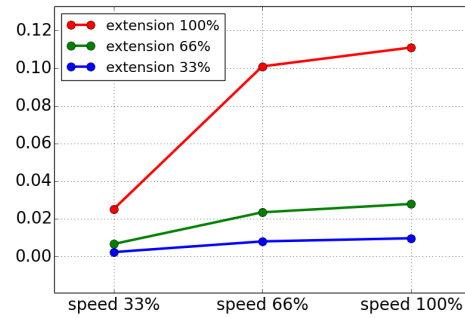


(c) Tempo de parada em segundos para carga útil máxima

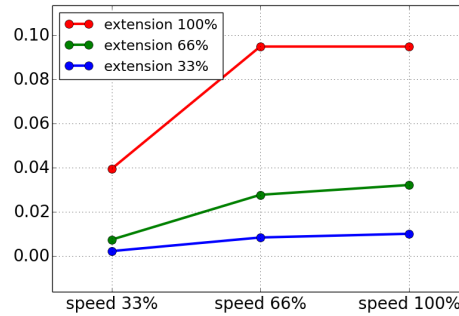
Figura A.2: Tempo de parada para articulação 0 (BASE)



(a) Distância de parada de 33 metros para% carga útil máxima

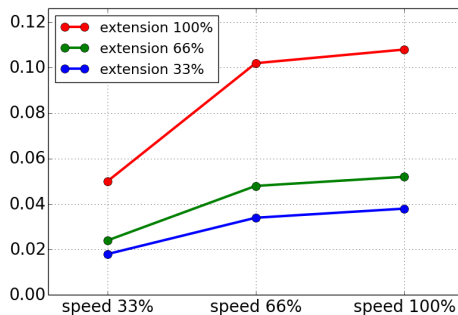


(b) Distância de parada de 66 metros para% carga útil máxima

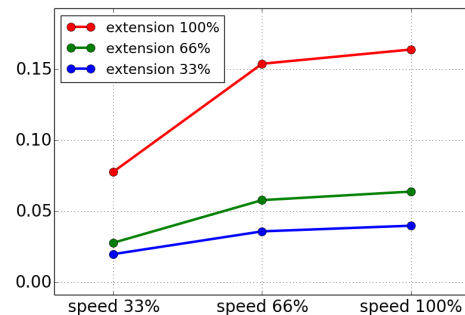


(c) Distância de parada em metros para carga útil máxima

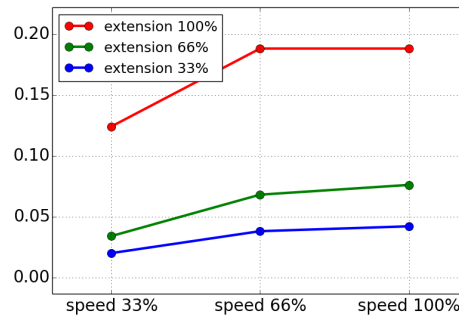
Figura A.3: Distância de parada para a Articulação 1 (OMBRO)



(a) Tempo de parada em segundos para carga útil máxima de 33%

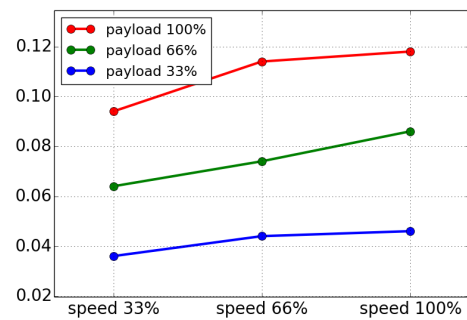
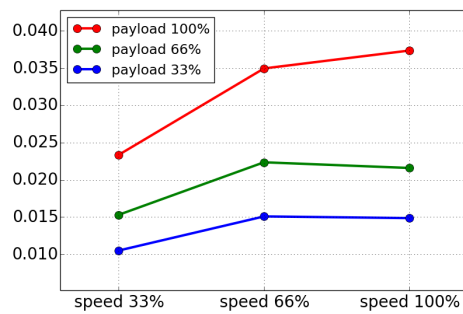


(b) Tempo de parada em segundos para carga útil máxima de 66%



(c) Tempo de parada em segundos para carga útil máxima

Figura A.4: Tempo de parada para Articulação 1 (OMBRO)



(a) Distância de parada em metros para todas as cargas úteis (b) Tempo de parada em segundos para todas as cargas úteis

Figura A.5: Distância de parada e tempo para Articulação 2 (COTOVELO)

B Declarações e Certificados

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

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

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

- I **Machinery Directive 2006/42/EC** – The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
- II **Low-voltage Directive 2014/35/EU** – Reference the LVD and the harmonized standards used below.
- III **EMC Directive 2014/30/EU** – Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
- IV **RoHS Directive 2011/65/EU** – Reference the RoHS Directive 2011/65/EU
- V **WEEE Directive 2012/19/EU** – Reference the WEEE Directive 2012/19/EU



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

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

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

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

Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.2 Declaração de Incorporação CE/EU (Tradução do original)

Fabricante:		Pessoa na comunidade autorizada a compilar o arquivo técnico:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S, Dinamarca	David Brandt Oficial de Tecnologia, I&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Descrição e identificação da(s) máquina(s) parcialmente completas:		
	Produto e função: Modelo: Número de série:	Robô industrial (manipulador multieixo com controlador e Teach Pendant). A função é determinada pela máquina completa (com utilização prevista e efetor final). UR3e, UR5e, UR10e, UR16e(e-Series) A partir de 20185000000 e superior – Em vigor a partir de 28 de maio de 2018
	Incorporação:	Universal Robots UR3e, UR5e e UR10e e UR16e só devem ser colocados em serviço após terem sido integrados a uma máquina completa final (sistema de robô, célula ou aplicativo), que esteja em conformidade com as disposições da Diretiva de Máquinas e outras diretivas aplicáveis.

Declara-se que os produtos acima, para o que são fornecidos, cumprem com as seguintes Diretivas, conforme detalhado a seguir:

- I **Diretiva de Máquinas 2006/42/EC** – Os seguintes requisitos essenciais foram cumpridos: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 Foi declarado que a documentação técnica relevante foi compilada em conformidade com a Parte B do Anexo VII da Diretiva de Máquinas.
- II **Diretiva de Baixa Tensão 2014/35/UE** – Referência à Diretiva de Baixa Tensão e às normas harmonizadas utilizadas abaixo.
- III **Diretiva CEM (2014/30/UE)** – Referência à Diretiva CEM e normas harmonizadas utilizadas abaixo.
- IV **Diretiva RoHS 2011/65/UE** – Referência à Diretiva RoHS 2011/65/UE
- V **Diretiva WEEE (2012/19/UE)** – Referência à Diretiva WEEE (2012/19/UE)



Referência às normas harmonizadas usadas, mencionadas no Artigo 7(2) da MD & Diretivas de Baixa Tensão e Artigo 6 da Diretiva CEM

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

Referência a outras normas técnicas e especificações usadas:

(I) ISO/TS 15066 conforme aplicável (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008	(III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-1:2007 (II) IEC 60664-5:2007 (II) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 (SIL2) ISO 14664-1:2015 (Salas Limpas Classe 6 para conjunto de controle com gabinete e Classe 5 para manipuladores UR3e, UR5e, UR10e e UR16e)
--	--	---

O fabricante, ou seu representante autorizado, devem transmitir informações relevantes a respeito da maquinaria parcialmente completa em resposta a um pedido razoável de parte das autoridades nacionais.

Aprovação de sistema de garantia da qualidade (ISO 9001), pelo organismo notificado Bureau Veritas, certificado #DK008850.

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

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

Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.3 Certificado de Sistema de Segurança



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

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Fertigungsstätte
Manufacturing plant

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Industrial robot UR16e, UR10e, UR5e and UR3e



Geprüft nach
Tested in accordance with

EN ISO 10218-1:2011

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

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


Zertifizierungsstelle der
TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

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



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Fertigungsstätte:
Manufacturing plant:

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

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

Geprüft nach:
Tested in accordance with:

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



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

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


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

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarkstraße 20 45141 Essen

www.tuev-nord-cert.de

technology@tuev-nord.de

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

B.4 CHINA RoHS

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



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

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

B.5 Segurança KCC



자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej25, 5260 Odense S Denmark		

자율안전인증대상 기계·기구명		산업용로봇	
형식(규격)	UR16e	용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호		19-AB2EQ-01080	
제조사		Universal Robots A/S	
소재지		Energivej25, 5260 Odense S Denmark	

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2019년 10월 18일

한국산업안전보건공단 이사장



B.6 Certificado de teste ambiental

Climatic and mechanical assessment



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

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

B.7 Certificado de teste EMC



Attestation of Conformity no. 119-29304-A1

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

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



ADVANCED
TECHNOLOGY GROUP

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

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

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

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

C Normas Aplicadas

Esta seção descreve as normas pertinentes aplicadas no âmbito do desenvolvimento do braço do robô e da caixa de controle. Sempre que uma determinada Diretiva Europeia é indicada entre parênteses, isso mostra que a norma está harmonizada de acordo com a referida Diretiva.

Uma norma não é uma lei. Uma norma é um documento desenvolvido pelas partes interessadas dentro de um determinado setor, definindo os requisitos normais de segurança e desempenho para um produto ou grupo de produtos.

Abreviaturas significam o seguinte:

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

A conformidade com as seguintes normas é garantida somente se todas as instruções de montagem, instruções de segurança e orientação neste manual forem seguidas.

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

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

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

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

O sistema de controle de segurança é projetado como Nível de desempenho d (PLd), de acordo com os requisitos destas normas.

ISO 13850:2006 [Categoria de Parada 1]

ISO 13850:2015 [Categoria de Parada 1]

EN ISO 13850:2008 (E) [Categoria de parada 1 - 2006/42/CE]

EN ISO 13850:2015 [Categoria de parada 1 - 2006/42/CE]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design



A função de parada de emergência é concebida como uma Categoria de Parada 1, de acordo com esta norma. A Categoria de Parada 1 é uma parada controlada com energia para os motores para alcançar a parada e depois a remoção da energia quando a parada é alcançada.

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

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

Os robôs UR são avaliados de acordo com os princípios desta norma.

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

Este padrão é destinado ao fabricante do robô, não ao integrador. A segunda parte (ISO 10218-2) é destinada ao integrador de robô, como ele lida com a instalação e design do aplicativo do robô.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Este padrão americano é as normas ISO, ISO 10218-1 e ISO 10218-2, combinadas em um único documento. O idioma é alterado de Inglês Britânico para Inglês Americano, mas o conteúdo é o mesmo.

Note que a segunda parte (ISO 10218-2) desta norma é destinada ao integrador do sistema de robô, e não à Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Este padrão canadense é as normas ISO, ISO 10218-1 (consulte acima) e -2, combinadas em um único documento. A CSA acrescentou requisitos adicionais para o usuário do sistema de robô. Alguns desses requisitos podem precisar ser abordados pelo integrador de robô.

Note que a segunda parte (ISO 10218-2) desta norma é destinada ao integrador do sistema de robô, e não à Universal Robots.

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

Electromagnetic compatibility (EMC)

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

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

Essas normas definem requisitos para os distúrbios elétricos e eletromagnéticos. Em conformidade com esses padrões, ela assegura que os robôs da UR tenham bom desempenho em ambientes industriais e que não perturbem outros equipamentos.

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

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

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

Esta norma define os requisitos de imunidade EMC estendidos para funções relacionadas à segurança. Em conformidade com essa norma, ela garante que as funções de segurança dos robôs da UR proporcionam segurança, mesmo se outros equipamentos excederem os limites de emissão EMC definidos nas normas IEC 61000.

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

As E/Ss de 24 V normais e classificadas por segurança são construídas de acordo com os requisitos desta norma para garantir uma comunicação confiável com outros sistemas PLC.

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

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

Estas duas normas são muito semelhantes. Elas definem os princípios de segurança para evitar um início inesperado, como resultado da religação não intencional durante a manutenção ou reparo, e como resultado dos comandos de início não intencionais partindo de uma perspectiva de controle.

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

Low-voltage switchgear and controlgear

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

A ação de abertura direta e o mecanismo de trava de segurança do botão de parada de emergência em conformidade com os requisitos desta norma.

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

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Esta norma define classificações de gabinete em relação à proteção contra poeira e água. Os robôs da

UR são projetados e classificados com um código IP de acordo com esse padrão, consulte a etiqueta do robô.

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

O cabo de entrada de alimentação está em conformidade com esta norma.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

O flange de ferramenta nos robôs da UR está de acordo com tipo 50-4-M6 desta norma. As ferramentas do robô também devem ser construídas de acordo com essa norma para garantir a instalação adequada.

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

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

Part 1: Hot surfaces

Os robôs da UR são projetados de modo que a temperatura da superfície seja mantida sob os limites ergonômicos definidos nesta norma.

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

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

Os robôs da UR são construídos em conformidade com esta norma para fornecer proteção contra choque elétrico. Uma conexão fio terra / terra de proteção é obrigatório, conforme definido no Manual de Instalação de Hardware.

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

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

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

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

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

Os robôs da UR são testados de acordo com os métodos de teste definidos nestas normas.

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

Industrial communication networks – Profiles

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

Esta norma define os requisitos para barramentos de comunicação com classificação de segurança.

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

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

Os princípios gerais deste padrão são aplicados.

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

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

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

O circuito elétrico dos robôs da UR é projetado em conformidade com esta norma.

D Especificações técnicas

Tipo de robô	UR16e
Peso	33.1 kg / 72.9 lb
Carga útil máxima	16 kg / 35.2 lb
Alcance	900 mm / 35.4 in
Amplitude das articulações	± 360° para todas as articulações
Velocidade	Articulações de base e de ombro: Máx. 120°/s. Todas as outras articulações: Máx. 180°/s. Ferramenta: Aprox. 1 m/s / Aprox. 39.4 in/s.
Frequência de atualização do sistema	500 Hz
Precisão do sensor do torque de força	5.5 N
Repetibilidade de pose	± 0.05 mm / ± 0.0019 in (1.9 mils) per ISO 9283
Requisitos de espaço	Ø190 mm / 7.5 in
Graus de liberdade	6 articulações giratórias
Tamanho da caixa de controle (L × A × P)	460 mm × 449 mm × 254 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10 in
Portas de E/S da caixa de controle	16 entradas digitais, 16 saídas digitais, 2 entradas analógicas, 2 saídas analógicas
Portas de E/S da ferramenta	2 entradas digitais, 2 saídas digitais, 2 entradas analógicas
Comunicação da ferramenta	RS 485
Fonte de alimentação de E/S	24 V 2 A na Caixa de controle
Fonte de alimentação de E/S da ferramenta	12 V/24 V 2 A (Pino duplo) 1 A (Pino único)
Comunicação	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3ab, soquete 1000BASE-T Ethernet, MODBUS TCP & Adaptador EtherNet/IP, Profi-net
Programação	Interface gráfica do usuário PolyScope em tela touchscreen de 12"
Ruído	Robot Arm: Less than 65dB(A) Control Box: Less than 50dB(A)
Classificação IP	IP54
Classificação de salas limpas	Braço robótico: ISO Classe 5 Caixa de controle: ISO Classe 6
Potência média máxima	585 W
Consumo de energia	Aprox. 350 W usando um programa típico
Operação de colaboração	17 funções de segurança avançadas. Em conformidade com: EN ISO 13849-1:2008, PLd, Cat.3 e EN ISO 10218-1:2011, cláusula 5.10.5
Materiais	Alumínio, plástico PP
Temperatura	O robô pode trabalhar em um intervalo de temperatura ambiente de 0-50 °C
Fonte de alimentação	100-240 VAC, 47-440 Hz
Cabeamento	Cabo entre o robô e a Caixa de controle (6 m / 236 in) Cabo entre a tela touchscreen e a Caixa de controle (4.5 m / 177 in)

E Tabelas de funções de segurança

E.1 Tabela 1

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

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

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

NOTE: All safety functions are individual safety functions.

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

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
1	1, 2, 3, 4 Emergency Stop (according to ISO 13850)	Pressing the Estop PB on the pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop ³ with power removed from the robot actuators and the tool I/O. <i>CommandError! Bookmark not defined.</i> all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time & Stop Distance Safety Functions ⁴ . ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES, not safeguarding.	Category 1 stop (IEC 60204-1)	---	1.30E-07	Robot <i>including robot tool I/O</i>
2	Safeguard Stop⁴ (Protective Stop according to ISO 10218-1)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop ³ . The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configuration are provided. See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions ⁴ . <i>For the functional safety of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of the Safeguard Stop.</i>	Category 2 stop (IEC 60204-1) SS2 stop (as described in IEC 61800-5-2)	---	1.20E-07	Robot
3	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Sets upper and lower limits for the allowed joint positions. Stopping time and distance is not a considered as the limit(s) will not be violated. Each joint can have its own limits. <i>Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move within. It is set in the safety part of the User Interface. It is a means of safety-rated soft axis limiting & space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	5 °	1.20E-07	Joint (each)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
—	3 Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. <i>Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the User Interface. If the User Interface is in</i> “run mode”, the enabling device will not be active. “programming mode”, the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.			Input to SF2 See SF2 safeguard stop	Robot
—	Mode switch INPUT	When the external connections are Low, Operation Mode (running/ automatic operation in automatic mode) is in effect. When High, mode is programming/ teach. <i>Recommendation: Use with a 3-position enabling device. When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s. The speed can manually be increased by using the pendant user interface “speed-slider”, but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.</i>			Input to SF2 See SF2 safeguard stop	Robot

Global safety standards for all industrial robots⁶

ISO 10218-1: Manufacturer of robots

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

Global safety requirements for robot systems

ISO 10218-2: Integrator of robot systems

A risk assessment is mandatory for the robot system because it is a completed machine. A risk assessment is the overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation. This means identifying all risks and reducing these risks to an acceptable level (See ISO 12100).

ISO 13849-1 & -2: Safety-related parts of control systems

ISO/TS 15066 is NOT a standard; it is a Technical Specification with additional guidance and requirements for collaborative applications. An informative annex includes a research study on pain thresholds. It has been adopted by various countries including in Europe. USA adopted it as a technical report (RIA TR R15.606).

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

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

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

Regulations about machine safety in EU countries

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

It is not required to comply with any standard, however, ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO 13849-1 are harmonized under the MD.

Harmonized standards have an "EN" prefix, e.g. EN ISO 10218.

Complying with a harmonized standard provides a presumption of conformity with the relevant MD essential requirements.

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

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

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

Key safety clauses from ISO 10218-1

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

§5.10.2 safety-rated monitored stop

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

UR robots: Safeguard Stop safety function fulfills §5.10.2.

§5.10.5 power and force limiting by inherent design or control

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

§5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting

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

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

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

E.2 Tabela 2

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

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

#	ISO 10218-1	Technique	Explanation	UR e-Series
1	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.2	Safety-rated monitored stop	Stop condition where position is held at a standstill and is monitored as a safety function. Category 2 stop is permitted to auto reset. In the case of resetting and restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 as resumption shall not cause hazardous conditions.	UR robots' safeguard stop is a safety-rated monitored stop, See SF2 on page 1. <i>It is likely, in the future, that "safety-rated monitored stop" will not be called a form of collaborative operation.</i>
2	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.3	Hand-guiding	This is essentially individual and direct personal control while the robot is in automatic mode. Hand guiding equipment shall be located close to the end-effector and shall have: • an Emergency Stop pushbutton; and • a 3-position enabling device; and • a safety-rated monitored stop function; and • a settable safety-rated monitored speed function.	UR robots do not provide hand-guiding for collaborative operation. Hand-guided teach (free drive) is provided with UR robots but this is for programming in manual mode and not for collaborative operation in automatic mode.
3	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.4	Speed & separation monitoring (SSM) safety functions	SSM is the robot maintaining a separation distance from any operator (human). This is done by monitoring of the distance between the robot system and intrusions to ensure that the MINIMUM PROTECTIVE DISTANCE is assured. Presently, this is accomplished using Sensitive Protective Equipment (SPE), where typically a safety laser scanner detects intrusion(s) towards the robot system and causing 1) dynamic changing of the parameters for the limiting safety functions; or 2) a safety-rated monitored stop condition. Upon detection of the intrusion exiting the protective device's detection zone, the robot is permitted to a) resume the "higher" normal safety function limits in the case of 1) above; b) resume operation in the case of 2) above. In the case of 2) b) restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 for requirements.	To facilitate SSM, UR robots have the capability of switching between two sets of parameters for safety functions with configurable limits (normal and reduced). See Reduced Mode on page 4. Normal operation can be when no intrusion is detected. It can also be caused by safety planes/ safety boundaries. Multiple safety zones can be readily used with UR robots. For example, one safety zone can be used for "reduced settings" and another zone boundary is used as a safeguard stop input to the UR robot. Reduced limits can also include a reduced setting for the stop time and stop distance limits – to reduce the work area and floorspace.
4	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.5	Power and force limiting (PFL) by inherent design or control	How to accomplish PFL is left to the robot manufacturer. The robot design and/or safety functions will limit the energy transfer from the robot to a person. If any parameter limit is exceeded, a protective stop happens. PFL applications require considering the ROBOT APPLICATION (including the end-effector and workpiece(s)), so that any contact will not cause injury. The study performed evaluated pressures to the ONSET of pain, not injury. See Annex A. See ISO/TR 20218-1 End-effectors	UR robots are power and force limiting robots that were specifically designed to enable collaborative applications where the robot could contact a person and cause no injury. UR robots have safety functions that can be used to limit motion, speed, momentum, force, power and more of the robot. These safety functions are used in the robot application to thereby lessen pressures and forces caused by the end-effector and workpiece(s).

FAQs

Do UR robots comply with ISO 10218-1 (EN ISO 10218-1)?	Yes, both Generation 3 (CB3) and e-Series are certified to comply with EN ISO 10218-1. Often the below questions are asked about UR robots and clauses of EN ISO 10218-1. §5.7.1: Mode selector which can be locked in each position. <i>Automatic and manual mode are usability features and not safety functions for UR robots. Mode locking does not contribute to risk reduction for UR robots because the safeguard stop and all safety functions are operational in all modes. If the INTEGRATION risk assessment determines a mode selector is needed, it can be added and integrated as "mode selector" inputs to the UR safety controller.</i> §5.7.3 and §5.8.3: Manual control of the robot from inside the safeguarded space shall be performed with a reduced speed with an enabling device... <i>UR does not know if there will be a safeguarded space or if programming will take place within the safeguarded space of a non-collaborative application. When PFL robots are integrated into collaborative applications, an enabling device might not be required according to ISO/TS 15066.</i> <i>If the INTEGRATION risk assessment determines that an enabling device is needed for risk reduction, it can be added and integrated as inputs to the UR safety controller.</i> §5.12.1: Limiting motion by mechanical stops for axis 1 and comply with §5.12.2 or §5.12.3. <i>UR robots provide axis limiting capabilities completely by §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting safety functions. Soft axis and space limiting is an acceptable alternate to mechanical stops, as it achieves the same goal.</i>
	UR Robots have been certified to comply with both ISO 10218-1 and ISO 13849. UR robots comply with the optional collaborative operation requirements of §5.10.2 safety-rated monitored stop, §5.10.5 power and force limiting, and §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting. Power and force limiting safety functions enable collaborative applications where contact with people is permitted when contact pressure/forces are acceptable. The robot application determines whether it is collaborative according to the risk assessment. If the application integrates a protective device, e.g. safety laser scanner, with the UR Robot, the application can be a collaborative application according to "Speed and Separation Monitoring".
What is ISO/TS 15066:2016, Technical Specification on Collaborative Robots?	ISO/TS 15066 is a Technical Specification with guidance for collaborative applications to aid integrators. It also includes a research study's results on pain thresholds which can be used for verifying a collaborative (contact permitted) application. Pain thresholds are acknowledged to be more conservative than injury thresholds. Typical workplace safety standards and regulations require an injury-free, not a pain-free workplace.
What is ISO 13849? ⁷	ISO 13849-1: provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including the design of software. Functional safety performance is expressed as a PFHd (Probability of dangerous failure per hour). ISO 13849-2: specifies the procedures and conditions for the validation by analysis and testing of the specified safety functions, the category and the performance level of the safety function & SRP/CS according to ISO 13849-1.
What is a stop category? See IEC 60204-1	"Stop Category" is a classification of how a stop operates. It is described in IEC 60204-1 (NFPA79): - Stop Category 0: A stop by immediate removal of power <to the robot/ robot system>. It is an uncontrolled stop, where the <robot/ robot system> can deviate from the programmed path. - Stop Category 1: A stop with power available to the <robot/ robot system> to achieve the stop <decelerate> and then power is removed after the stop is achieved. It is a controlled stop, where the <robot/ robot system> continues along the programmed path. Power is removed after the stop. - Stop Category 2: A controlled stop with power available <to the robot/ robot system>. The safety-related control system monitors that position is maintained.
What is "Cat 3" or "Category 3"? See ISO 13849	Here "Category" refers to the architecture used for functional safety as described in ISO 13849. It is one attribute in the determination of a Performance Level (PL). With Category 3 architecture, a single fault will not lead to a loss of the safety function. "Category 3" is often called "dual channel".
What is "PLd" or "Performance Level d"? See ISO 13849	A Performance Level (PL) is a discrete level used to specify the ability of safety-related parts of control systems to perform safety functions under foreseeable conditions. According to ISO 13849, PL=d is highly reliable. PLd is required by ISO 10218 for hazardous robot applications. A PL is described by its PFHd (probability of dangerous failure per hour) where lower mean more reliable (safe) performance.
What is the difference between Emergency stop and Safeguard stop?	Emergency stop functions are to be used for emergencies only. Emergency stop is manually activated by a person pressing the Emergency stop pushbutton. Safeguard stop is used to stop the robot in a safe way, typically triggered by protective devices, e.g. sensitive protective equipment (light curtains, safety scanners), interlocking devices.

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

Parte II

Manual do PolyScope

10 Introdução

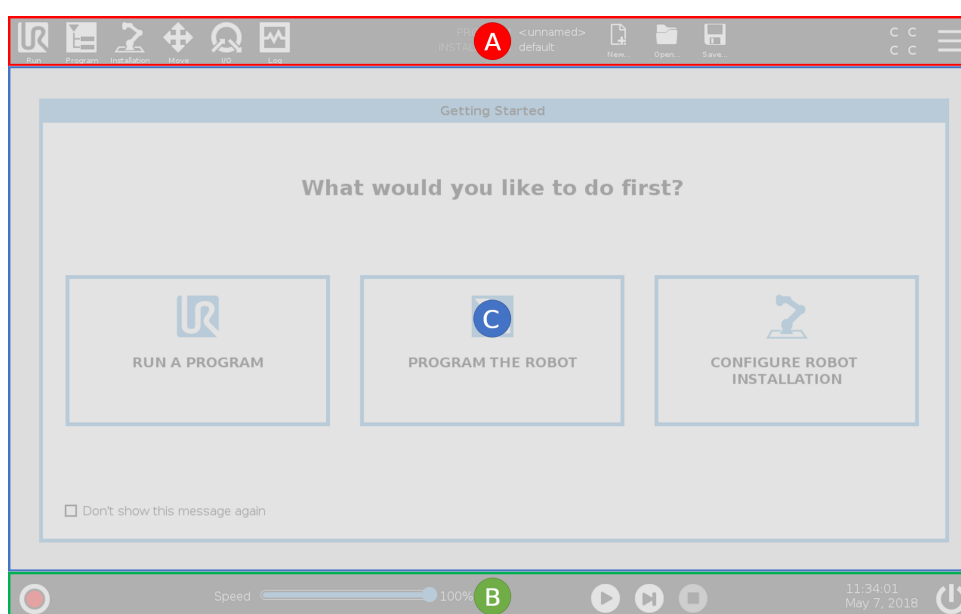
10.1 Noções Básicas do Polyscope

O PolyScope é a interface gráfica do usuário (GUI) do **Teach Pendant** que opera o braço robótico, caixa de controle e executa programas.

A : Cabeçalho com guias/ícones que disponibilizam as telas interativas para você.

B : Rodapé com botões que controlam os programas carregados.

C : Tela com campos que gerenciam e monitoram as ações do robô.



Nota: No início, uma caixa de diálogo Impossível Prosseguir pode aparecer. Você deve selecionar **Ir para tela de inicialização** para ligar o robô.

10.1.1 Ícones/Guias do Cabeçalho



Executar é um meio simples de operar o robô usando programas pré-escritos.



Programa cria e/ou modifica os programas do robô.



Instalação configura as definições do braço do robô e equipamento externo, por exemplo, montagem e segurança.



Mover controla e/ou regula o movimento do robô.



E/S monitora e define os sinais de Entrada/Saída energizados para e a partir da caixa de controle do robô.



Log indica a integridade do robô, bem como as mensagens de aviso ou erro.



Programa e Gerenciador de Instalação

seleciona e exibe programa ativo e instalação (consulte 20.4). Nota: Caminho do Arquivo, Novo, Abrir e Salvar compõem o Gerenciador de Instalação.



Novo... cria um novo Programa ou Instalação.



Abrir... abre um Programa ou Instalação criado e salvo anteriormente.



Salvar... salva um Programa, Instalação ou ambos ao mesmo tempo.

Nota: Os ícones de modo Automático e modo Manual aparecem somente no Cabeçalho se você definir uma senha do modo operacional.



Modo **Automático** indica que o robô tem ambiente Automático carregado. Toque para alternar para o ambiente Manual.



Modo **manual** indica que o robô tem ambiente Manual carregado. Clique nele para alternar para o ambiente Automático.

Nota: Ícones de modo local e modo remoto só tornam-se acessíveis se o controle Remoto for ativado.



Modo **Local** indica que o robô pode ser controlado localmente. Toque para alternar para o Controle Remoto. Deve ser definida uma senha para acessar o ícone Modo Local:



Modo **Remoto** indica que o robô pode ser controlado de um local remoto. Toque para alternar para Controle Local.



Soma de Verificação de Segurança exibe a configuração de segurança ativa.



Menu Hamburger acessa Ajuda do PolyScope, Sobre e Configurações.

10.1.2 Botões do Rodapé



Iniciar gerencia o estado do robô. Quando está vermelho, pressione-o para fazer o robô funcionar.



O **Botão Deslizante de Velocidade** mostra em tempo real a velocidade relativa na qual o braço do robô se move, tendo em conta as configurações de segurança.



O **Botão Simulação** alterna a execução de um programa entre o Modo de Simulação e o Robô Real. Durante o Modo de Simulação, o braço do robô não se move. Assim o robô, ou equipamentos próximos, não são danificados em caso de colisão. Se não tiver certeza do que o braço do robô irá fazer, use o Modo de Simulação para testar programas.



250mm/... **Alta Velocidade Manual** permite que a velocidade da ferramenta exceda 250mm/s temporariamente. Esta função de funcionamento sob pressão (hold-to-run) só está disponível quando um Dispositivo de ativação de três posições for configurado.



Reproduzir inicia o Programa do robô carregado atualmente.

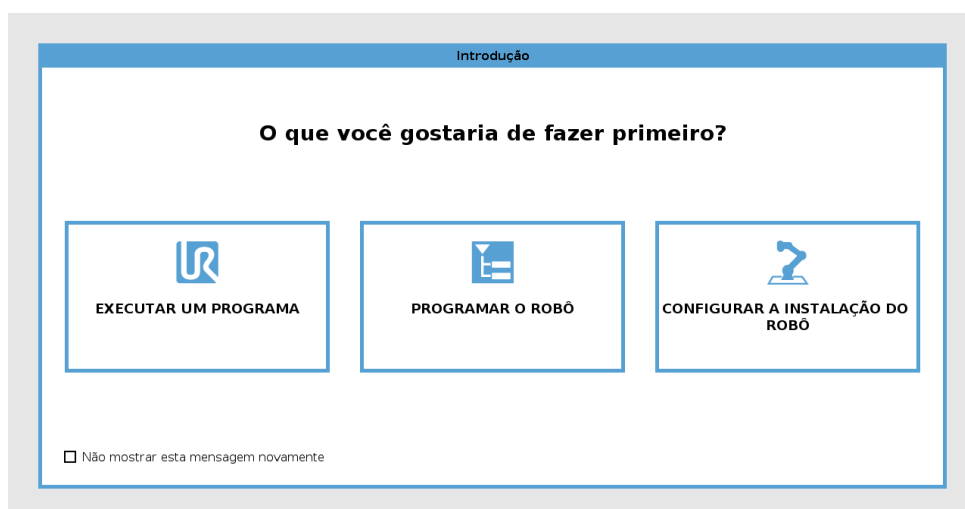


Avançar permite que um Programa seja executado em uma única etapa.



Parar para o Programa do robô carregado atualmente.

10.2 Tela de Introdução





Executar um Programa , Programar o Robô ou Configurar a Instalação do Robô .

11 Início rápido

11.1 Noções Básicas do Braço do Robô

O Braço do robô Universal é composto por articulações e tubos. Você pode usar o PolyScope para coordenar o movimento destas articulações, movimentando o robô e posicionando a ferramenta como desejado - exceto para a área diretamente acima e diretamente abaixo da base.

Base é onde o robô está instalado.

Ombro e Cotovelo fazem movimentos maiores.

Punhos 1 e 2 fazem movimentos mais exatos.

Pulso 3 é onde você anexa a ferramenta do robô.



NOTA:

Antes de ligar o robô pela primeira vez, o integrador do robô UR específico deve:

1. Ler e compreender as informações de segurança em Manual de Instalação de Hardware.
2. Definir os parâmetros da configuração de segurança definidos pela avaliação de risco (veja capítulo 13).

11.1.1 Como instalar o braço do robô e a caixa de controle

Você pode usar o PolyScope, uma vez que o Braço do robô estiver instalado e a Caixa de controle estiver instalada e ligada.

1. Retire o **Braço do Robô** e a **Caixa de Controle** da embalagem.
2. Monte o braço do robô em uma superfície firme o suficiente para resistir a, pelo menos, 10 vezes o torque total da articulação base e, pelo menos, 5 vezes o peso do braço do robô. A superfície deve estar livre de vibração.
3. Coloque a **Caixa de controle** ao **Pé** da superfície.
4. Conecte o cabo ao robô e à caixa de controle.
5. Conecte o plugue da caixa de controle principal.



PERIGO:

Perigo de queda. Se o robô não estiver bem colocado, em uma superfície firme, ele pode cair e machucar alguém.

Consulte Manual de Instalação de Hardware para obter instruções de instalação detalhadas.

11.1.2 Como Ligar/Desligar a Caixa de Controle

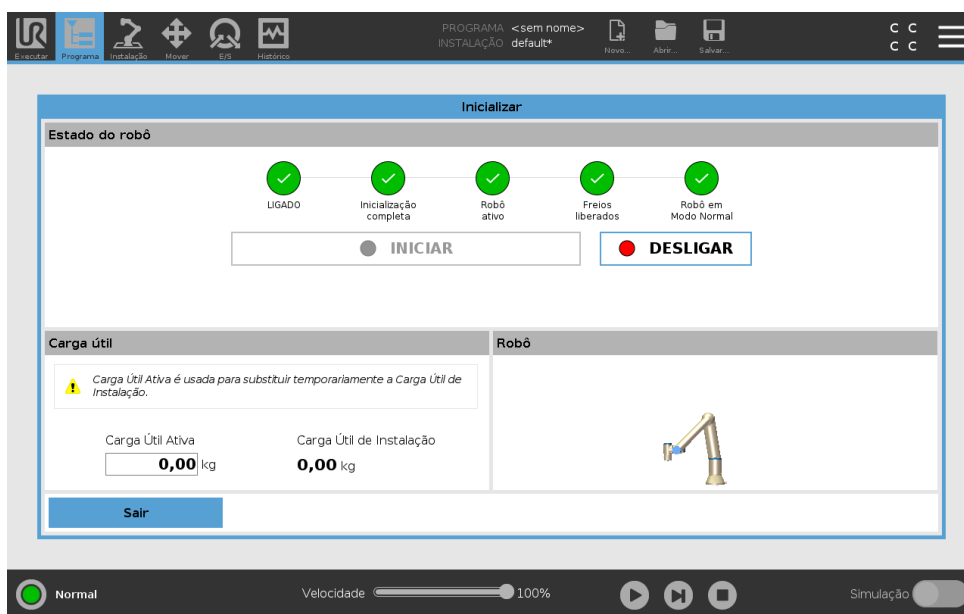
A Caixa de controle contém a Entrada/Saída física da alimentação elétrica que conecta o Braço do robô, o Teach Pendant e outros periféricos. Você precisa ligar a Caixa de controle para poder ligar o Braço do robô.

1. No seu **Teach Pendant**, pressione o botão de energia para ligar a caixa de controle.
2. Aguarde o texto do sistema operacional subjacente, seguido pelos botões, aparecer na tela.
3. Quando aparecer uma caixa de diálogo Impossível Prosseguir, selecione **Ir para tela de inicialização** para acessar a Tela de inicialização.

11.1.3 Como Ligar/Desligar o Braço do Robô

Na parte inferior esquerda da tela, o ícone Inicializar indica o status do braço do robô utilizando cores:

- **Vermelho** O Braço do robô está em um estado parado .
- **Amarelo** O braço do robô está ligado, mas não está preparado para funcionar normalmente.
- **Verde** O braço do robô está ligado e preparado para funcionar normalmente.



Nota: A partida do braço do robô é acompanhada por som e movimentos leves à medida que os freios são liberados.

11.1.4 Como Inicializar o Braço do Robô



PERIGO:

Verifique sempre se a carga útil e a instalação estão corretas antes de iniciar o Braço do Robô. Se essas configurações estiverem erradas, o Braço do Robô e Caixa de Controle não funcionarão corretamente e podem representar perigo para as pessoas ou equipamentos.

**CUIDADO:**

Certifique-se de que o robô não está tocando em um objeto (por exemplo, uma mesa) por que uma colisão entre o braço do robô e um obstáculo pode danificar uma engrenagem da articulação.

Para iniciar o robô:

1. Toque no botão LIGAR com o LED verde para iniciar o processo de inicialização. O Estado do Robô muda então para amarelo para indicar que o robô está ligado e **Inativo**.
2. Toque no botão INICIAR para liberar as pausas.
3. Toque no botão DESLIGAR com LED vermelho para desligar o Braço do robô.
 - Após o arranque do PolyScope, toque no botão LIGAR uma vez para ligar o Braço do robô. Em seguida, o status muda para amarelo para indicar que o robô está ligado e inativo. **Inativo**.
 - Quando o estado de Braço do Robô for **Inativo**, toque no botão LIGAR para iniciar o Braço do Robô. Neste ponto, os dados do sensor são contrastados com a configuração da montagem do Braço do robô. Se alguma incompatibilidade for encontrada (com uma tolerância de 30°), o botão será desabilitado e uma mensagem de erro é exibida abaixo. Se a montagem for verificada, tocar em Iniciar faz com que todos os freios de articulações sejam liberados e o Braço do robô fica preparado para funcionar normalmente.

11.2 Partida Rápida do Sistema

Antes de usar o PolyScope, verifique se o braço do robô e a caixa de controle estão instalados corretamente.

1. Em **Teach Pendant**, pressione o botão de parada de emergência.
2. Em Teach Pendant, pressione o botão de energia e deixe o sistema iniciar, exibindo o texto no **PolyScope**.
3. Aparecerá um pop-up na tela de toque indicando que o sistema está pronto e que o robô deve ser inicializado.
4. Na caixa de diálogos popup, toque em **Ir para Tela Inicializar** para acessar a tela Inicializar.
5. Desbloqueie o botão de parada de emergência para alterar o estado do robô de **Parada de Emergência** para **Desligar**.
6. Permaneça fora do alcance do espaço de trabalho do robô.
7. Na tela **Inicializar Robô**, toque no botão **LIGAR** e deixe que o estado do robô mude para **Inativo**.
8. No campo **Carga útil**, em Carga útil ativa, verifique a massa da carga útil. Também é possível verificar se a posição de instalação está correta, no campo **Robô**.
9. Toque no botão **Iniciar** para que o robô libere seu sistema de freio. Nota: O robô vibra e faz sons de clique, indicando que está pronto para ser programado.


NOTA:

Você pode aprender a programar o robô em Universal Robots Academy em www.universal-robots.com/academy/

11.3 O primeiro programa

Um programa é uma lista de comandos que diz ao robô o que ele deve fazer. Para a maioria das tarefas, a programação é inteiramente realizada usando-se o PolyScope. Ensine o Braço do Robô a mover usando uma série de pontos de rota para definir um caminho para ser seguido pelo Braço do Robô.

Use a Guia Mover (ver 17) para mover o Braço do Robô para a posição desejada, ou ensine a posição puxando o Braço do Robô para a posição enquanto aperta o botão Condução Livre na parte superior do Teach Pendant.

Você pode criar um programa para enviar sinais de E/S para outras máquinas em determinados pontos no caminho do robô e executar comandos como **se...então** e **loop**, com base nas variáveis e nos sinais de E/S.

A seguir há um programa simples que permite ao Braço de Robô mover-se entre dois pontos de rota.

1. No cabeçalho PolyScope **Caminho de Arquivo**, toque em **Novo...** e selecione **Programa**.
 2. Em Básico, toque em **Ponto de Rota** para adicionar um Ponto de Rota à árvore de programas. É também adicionado um Movimento J à árvore de programas.
 3. Selecione o novo Ponto de Rota e, na Guia Comando, toque em **Ponto de Rota**.
 4. Na tela Mover Ferramenta, mova o Braço do Robô apertando as setas de movimento. Você também pode mover o Braço do Robô, apertando o botão Condução Livre e puxando o Braço do Robô para as posições desejadas.
 5. Assim que o Braço do Robô estiver em posição, aperte **OK** e o novo ponto de rota será exibido como Ponto de Rota_1.
 6. Siga os passos 2 a 5 para criar o Ponto de Rota_2.
 7. Selecione o Ponto de Rota_2 e aperte a seta de Movimento Para Cima seta até ficar por cima do Ponto de Rota_1 para mudar a ordem dos movimentos.
 8. Afaste-se, segure o botão de parada de emergência e no Rodapé do PolyScope, aperte o botão **Executar** para o Braço do Robô se mover entre o Ponto de rota_1 e o Ponto de Rota_2.
- Parabéns! Você acaba de produzir seu primeiro programa para mover o Braço do Robô entre os dois pontos de rota.



NOTA:

1. Tome cuidado para que o robô não se choque contra ele mesmo ou algum objeto, pois isso poderá danificá-lo.
2. Isso é apenas um guia de início rápido para mostrar como é fácil usar o robô da UR. Ele pressupõe um ambiente seguro e um usuário muito cuidadoso. Não aumente a velocidade ou a aceleração acima dos valores-padrão. Sempre realize uma avaliação de risco antes de colocar o robô em funcionamento.

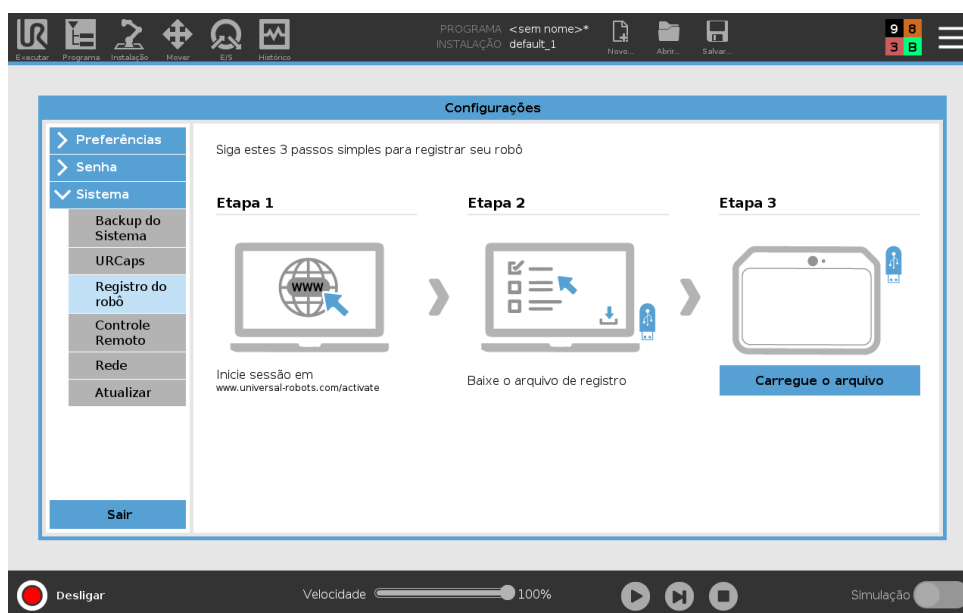


ALERTA:

Mantenha sua cabeça e torso fora do alcance (área de trabalho) do robô. Não coloque os dedos onde possam ser agarrados.

11.4 Registro do Robô e os arquivos de Licença URCap

Antes de usar o URCap TCP remoto, registre o robô, baixe e instale o arquivo de licença URCap (ver 15.8).



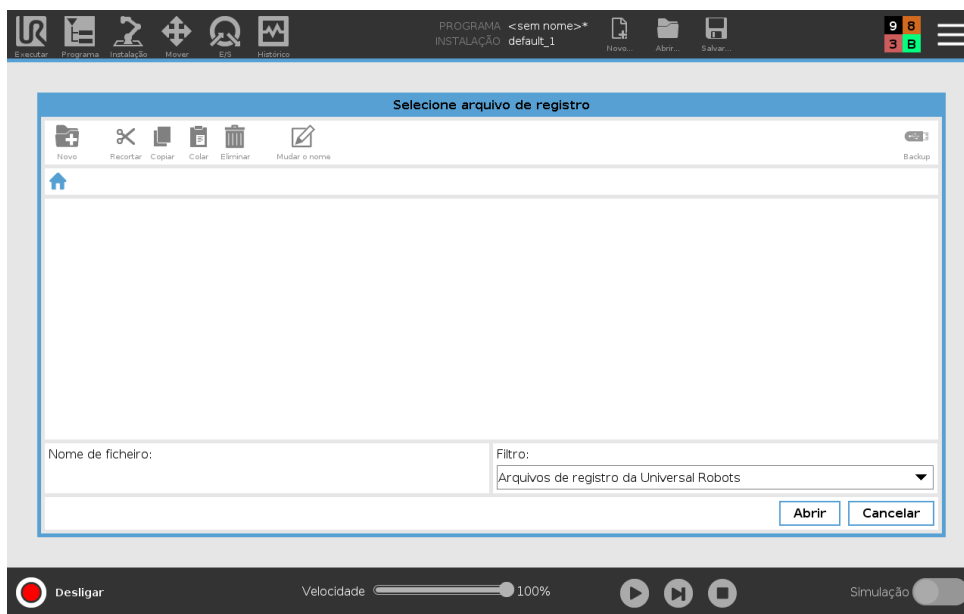
Registrando o robô da sua tela atual

1. No Cabeçalho, pressione o **Menu Hamburger** e selecione **Configurações**.
2. No menu à esquerda, toque em **Sistema** e selecione **Registrar Robô** para que a tela de configurações apareça.
3. Siga os passos 1 e 2 na tela para registrar o seu robô.

Como baixar o arquivo de licença URCAP

1. Preencha os campos necessários online e faça o download do arquivo de licença para o seu computador.

2. Copie o arquivo de licença para o USB e conecte-o ao Teach Pendant.
3. Na tela de configurações, na etapa 3, toque em **Carregar arquivo** para abrir a tela **Selecionar arquivo de registro**.
4. Na lista, selecione o dispositivo USB para exibir conteúdo e navegue até o arquivo de licença.
5. Selecione **license.p7b** e toque em **Abrir** para confirmar o registro do robô.
6. Na parte inferior esquerda, pressione **Sair**.



Anular registro do Robô

Uma nova licença é necessária se o robô mudar de proprietários. Neste caso, o registro do robô deve primeiro ser anulado.

1. No Cabeçalho, pressione o **Menu Hamburger** e selecione **Configurações**.
2. No menu à esquerda, toque em **Sistema** e selecione **Registrar Robô**.
3. Na parte inferior direita da tela de configurações, toque em **Anular registro**.

12 Seleção do Modo Operacional

12.1 Modos Operacionais

Os Modos Operacionais são ativados quando você configurar um Dispositivo de Ativação de 3 Posições ou definir uma E/S Configurável de Modo Operacional ou por meio do Servidor de Painel (ver 12.1).

Modo Automático Uma vez ativado, o robô só pode executar as tarefas pré-definidas. A guia Mover e o Modo Condução Livre não estão disponíveis se o dispositivo de ativação de três posições estiver configurado. Você não pode modificar ou salvar programas e instalações.



ALERTA:

A Parada de Proteção do Modo Automático só poderá ser ativada no Modo Automático, assim, a função de proteção só será ativada no Modo Automático.

Modo Manual Depois de ativado, você pode programar o robô usando a Guia Mover, o Modo de Condução Livre e o Botão Deslizante de Velocidade. Você pode modificar e salvar programas e instalações.

Modo operacional	Manual	Automático
Condução Livre	x	*
Mover o robô com setas na guia Mover	x	*
Controle deslizante de velocidade	x	x**
Editar & salvar programa & instalação	x	
Executar Programas	Reduzir velocidade***	x
Iniciar programa no modo selecionado	x	

*Somente quando não houver um dispositivo de ativação de três posições configurado.

** O Botão Deslizante de Velocidade na Tela Executar pode ser habilitado nas Configurações PolyScope.

*** Se um dispositivo de ativação de três posições for configurado, o robô opera à velocidade reduzida manual, a menos que a velocidade manual alta esteja ativada.



NOTA:

- Um robô da Universal Robots não é equipado com um Dispositivo de Ativação de 3 Posições. Se a avaliação de riscos exigir o dispositivo, deve ser anexado antes de o robô ser usado.
- Se um dispositivo de ativação de três posições não estiver configurado, a velocidade não será reduzida no Modo Manual.


ALERTA:

- Quaisquer proteções suspensas devem ser devolvidas com plenas funcionalidades antes da seleção do Modo Automático.
- Sempre que possível, o Modo Manual de operação será executado com todas as pessoas fora do espaço de proteção.
- O dispositivo usado para alternar entre os Modos Operacionais deve ser colocado fora do espaço protegido.
- O usuário não deve acessar o espaço protegido quando o robô está em Modo Automático, a menos que a entrada na proteção do modo automático esteja configurada.

Os três métodos de configuração da seleção do Modo Operacional estão descritos nas subseções a seguir. Cada método é exclusivo, o que significa que usando um método torna os outros dois métodos inativos.

Usando a Entrada de Segurança no Modo Operacional

1. Na Guia de Instalação, selecione E/S de Segurança.
2. Configure a Entrada do Modo Operacional. A opção de configuração aparece no menu suspenso.
3. O robô está no Modo Automático quando a Entrada do Modo Operacional for baixa e no Modo Manual quando a Entrada do Modo Operacional for alta.


NOTA:

O seletor do modo físico, se usado, deve obedecer totalmente a norma ISO 10218-1: artigo 5.7.1 para seleção.

Usando o PolyScope

1. Definir uma senha (ver 21.3.2) para alternar entre os modos operacionais.
2. Para passar entre modos, no Cabeçalho, selecione o ícone de perfil.

Nota: O PolyScope entra automaticamente no Modo Manual quando a configuração da E/S de Segurança com Dispositivo de Ativação de três Posições for habilitada.

Usando o Servidor de Pannel

1. Ligue ao servidor de Pannel.
2. Use os comandos do **Definir Modo Operacional**.
 - Definir Modo Operacional Automático
 - Definir Modo Operacional Manual
 - Limpar Modo Operacional

Veja <http://universal-robots.com/support/> para saber mais sobre como usar o servidor de Pannel.

12.2 Dispositivo de ativação de três posições

Quando um Dispositivo de Ativação de três Posições é configurado e o **Modo Operacional** está em Modo Manual, o robô só pode ser movido pressionando o Dispositivo de Ativação de três Posições. É possível acessar a Parada de Proteção do Modo Automático conectando-se e configurando-se um dispositivo de ativação de três posições.

O dispositivo de ativação de três posições não tem efeito no modo automático.

12.2.1 Alta Velocidade Manual

A função de funcionamento sob pressão (hold-to-run), **Alta Velocidade Manual** permite que a velocidade da ferramenta ultrapasse temporariamente 250 mm/s. Esta só estará disponível quando seu robô estiver no modo Manual e um dispositivo de ativação de três posições estiver configurado. O robô realiza uma Parada de Proteção no modo Manual, se um dispositivo de ativação de três posições estiver configurado, mas não pressionado. Alternar entre o modo Automático e o modo Manual requer que o dispositivo de ativação de três posições seja totalmente liberado e pressionado novamente para permitir que o robô se mova.

Nota: Ao usar a Alta Velocidade Manual, use os limites de articulação de segurança (ver 13.2.4) ou planos de segurança (ver 13.2.5) para restringir o espaço de movimento do robô.

13 Configuração de Segurança

13.1 Noções Básicas da Configuração de Segurança

Esta seção descreve como acessar as configurações de segurança do robô, sendo composta de itens que ajudam a definir a Configuração de Segurança do robô.



PERIGO:

Antes de configurar as definições de segurança do robô, o integrador deve realizar uma avaliação de risco para garantir a segurança do pessoal e do equipamento ao redor do robô. Uma avaliação de risco é uma avaliação de todos os procedimentos de trabalho durante toda a vida útil do robô, realizada para aplicar as definições corretas da configuração de segurança (veja Manual de Instalação de Hardware). Você deve definir o seguinte, de acordo com a avaliação de risco do integrador.

1. O integrador deve impedir que pessoas não autorizadas alterem a configuração de segurança, por exemplo, instalando proteção por senha.
2. Uso e configuração das funções e interfaces relacionadas à segurança, para uma determinada aplicação do robô (veja Manual de Instalação de Hardware).
3. Definições da configuração de segurança para configuração e ensino antes de o braço do robô ser ligado pela primeira vez.
4. Todas as definições da configuração de segurança acessíveis nesta tela e subguias.
5. O integrador precisa garantir que todas as alterações nas definições da configuração de segurança sejam feitas de acordo com a avaliação de risco.

13.1.1 Acesso à Configuração de Segurança

Nota: As Configurações de Segurança são protegidas por senha e podem ser configuradas apenas depois que uma senha for definida e posteriormente utilizada.

1. No cabeçalho PolyScope, toque no ícone de **instalação**.
2. No Menu Lateral, à esquerda da tela, toque em **Segurança**.
3. Observe que aparecerá a tela de **Limites do Robô**, mas as configurações não estão acessíveis.
4. Se uma **senha de Segurança** foi definida previamente, digite a senha e pressione **Desbloquear** para tornar as configurações acessíveis. Nota: Uma vez que as configurações de Segurança estejam desbloqueadas, todas as configurações estão agora ativas.

5. Pressione a guia **Bloquear** ou navegue para fora do menu de Segurança para bloquear todas as configurações do item de Segurança novamente.



Você pode encontrar mais informações sobre o sistema de segurança no Manual de Instalação do Hardware.

13.1.2 Definição de uma Senha de Segurança

Você deve definir uma senha para Desbloquear todas as configurações de segurança que compõem a Configuração de Segurança.

Nota: Se não houver nenhuma senha de segurança ativada, você será solicitado a configurá-la.

1. No canto direito do cabeçalho de PolyScope, pressione o menu **Hamburger** e selecione **Configurações**.
2. No lado esquerdo da tela, no menu azul, pressione **Senha** e selecione **Segurança**.
3. Em **Nova senha**, digite uma senha.
4. Agora, em **Confirmar nova senha**, digite a mesma senha e pressione **Aplicar**.
5. Na parte inferior esquerda do menu azul, pressione Sair para retornar à tela anterior.

Nota: Você pode pressionar a guia **Bloquear** para bloquear todas as configurações de Segurança novamente ou simplesmente navegar para uma tela fora do menu de Segurança.

Senha de segurança

13.1.3 Alteração da Configuração de Segurança

As alterações das definições da Configuração de Segurança devem estar em conformidade com a avaliação de riscos realizada pelo integrador (ver Manual de Instalação de Hardware).

Procedimento recomendado:

13.2 Configurações do Menu Segurança

1. Verifique se as alterações estão em conformidade com a avaliação de risco realizada pelo integrador.
2. Ajuste as configurações de segurança para o nível apropriado definido pela avaliação de risco realizada pelo integrador.
3. Verifique se as configurações estão aplicadas.
4. Coloque o seguinte texto nos manuais dos operadores:

“Antes de trabalhar perto do robô, certifique-se de que a configuração de segurança seja conforme o esperado. Isto pode ser verificado, por exemplo, inspecionando a soma de verificação de segurança no canto superior direito do PolyScope para qualquer alteração.”

13.1.4 Aplicação da Nova Configuração de Segurança

O robô estará desligado enquanto você faz alterações na configuração. As alterações terão efeito somente após você tocar no botão **Aplicar**. O robô não pode ser ligado novamente até que você use as ações **Aplicar e Reiniciar** ou **Reverter Alterações**. A primeira permite que você inspecione visualmente a Configuração de Segurança de seu robô que, por razões de segurança, é exibida em unidades SI em um pop-up. Quando a inspeção visual estiver concluída, você poderá **Confirmar a Configuração de Segurança** e as alterações serão salvas automaticamente como parte da instalação do robô atual.

13.1.5 Soma de Verificação de Segurança



O ícone de **Soma de Verificação de Segurança** exibe sua configuração de segurança de robô aplicada e é lido de cima para baixo, da esquerda para a direita, por exemplo, BF4B. Texto diferente e/ou cores indicam as alterações à configuração de segurança aplicada.

Nota:

- A **Soma de Verificação de Segurança** altera se você alterar as configurações de **Funções de Segurança** porque a **Soma de Verificação de Segurança** é somente gerada pelas configurações de segurança.
- Você deverá aplicar suas alterações à **Configuração de Segurança** para que a **Soma de Verificação de Segurança** reflita suas alterações.

13.2 Configurações do Menu Segurança

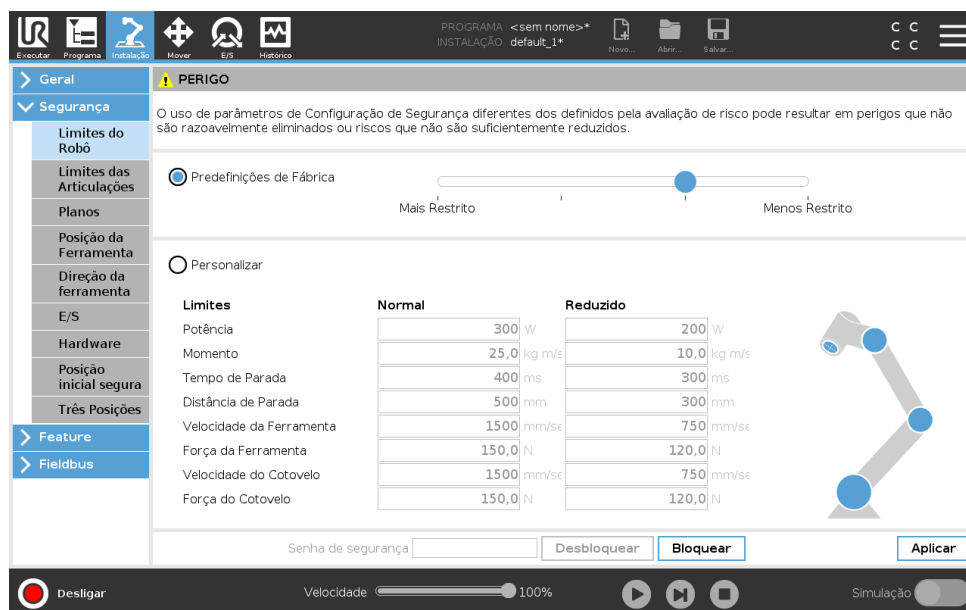
Esta seção define as configurações do menu de Segurança que compõem a sua configuração de Segurança do robô.

13.2.1 Limites do Robô

Os Limites do Robô permitem restringir os movimentos gerais do robô. A tela Limites do Robô tem duas opções de configuração: **Predefinições de Fábrica** e **Personalizar**.

1. As Predefinições de Fábrica é onde você pode usar o botão deslizante para selecionar uma configuração de segurança predefinida. Os valores na tabela são atualizados para refletir os valores predefinidos, variando de **Mais Restrito** para **Menos Restrito**

Nota: Os valores do botão deslizante são apenas sugestões e não devem substituir uma avaliação de risco adequada.



2. Personalizar é onde você pode definir Limites sobre como o robô funciona e monitorar a Tolerância associada.

Potência limita o trabalho mecânico máximo produzido pelo robô no ambiente.

Nota: este limite considera a carga útil uma parte do robô e não do ambiente.

Impulso limita o impulso máximo do robô.

Tempo de Parada limita o tempo máximo gasto pelo robô para parar, por exemplo, quando uma parada de emergência está ativada.

Distância de Parada limita a distância máxima que a ferramenta ou cotovelo do robô pode percorrer ao parar.



NOTA:

Restringir o tempo e a distância de parada afeta a velocidade geral do robô. Por exemplo, se o tempo de parada for definido para 300 ms, a velocidade máxima do robô será limitada, permitindo que o robô pare dentro de 300 ms.

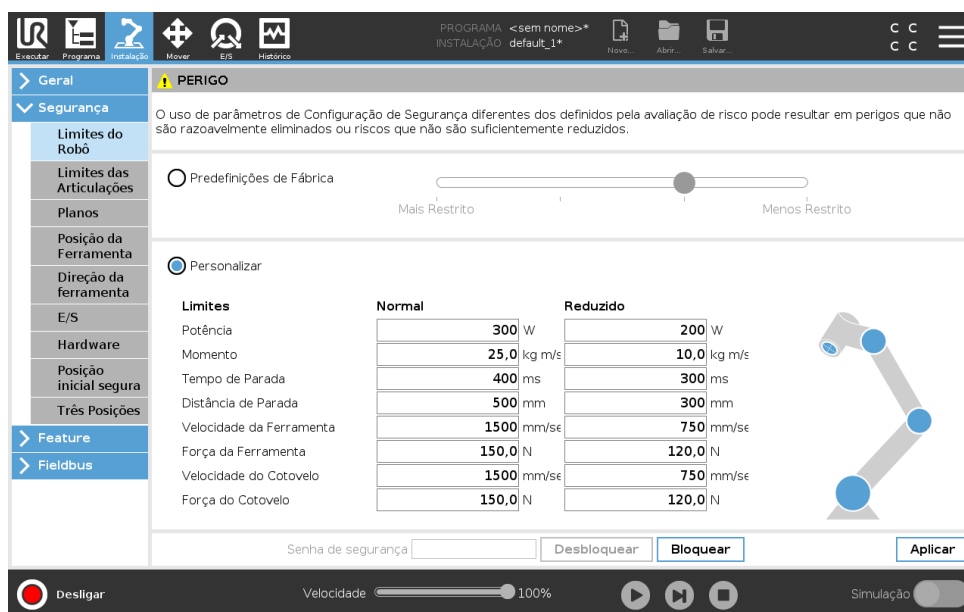
Velocidade da Ferramenta limita a velocidade máxima da ferramenta do robô.

Força da Ferramenta limita a força máxima exercida pela ferramenta do robô em situações de aperto.

Velocidade do Cotovelo limita a velocidade máxima do cotovelo do robô.

Força do Cotovelo limita a força máxima que o cotovelo exerce sobre o ambiente.

A velocidade e a força da ferramenta são limitadas no flange da ferramenta e no centro das duas posições da ferramenta definida pelo usuário, veja 13.2.8.

**NOTA:**

Você pode alternar de volta para **Predefinições de Fábrica** para todos os limites do robô para redefinir para suas configurações padrão.

13.2.2 Modos de Segurança

Sob condições normais, isto é, quando nenhuma parada de proteção estiver em vigor, o sistema de segurança opera em um Modo de Segurança associado a um conjunto limite de segurança:

- O **modo Normal** é o modo de segurança que está ativo por padrão
- O **modo Reduzido** é ativado quando o **Ponto Central da Ferramenta** (TCP) está posicionado além de um plano de Acionamento no Modo Reduzido (veja 13.2.5), ou quando acionado por uma entrada configurável (veja 13.2.10)
- O **modo de Recuperação** é ativado quando um limite de segurança a partir do conjunto limite ativo é violado; o braço do robô executa uma Parada de Categoria 0. Se um limite de segurança ativo, como um limite de posição comum ou de uma fronteira de segurança, já estiver violado quando o braço do robô for ligado, ele começará a funcionar no modo de **Recuperação**. Isto faz com que seja possível deslocar o braço do robô para trás dentro dos limites de segurança. Enquanto que no modo de Recuperação, o movimento do braço do robô é restringido por um limite fixo que você não pode personalizar. Para obter detalhes sobre os limites do modo de Recuperação (veja Manual de Instalação de Hardware).

**ALERTA:**

Os limites de **posição de articulação**, **posição da ferramenta** e **orientação da ferramenta** estão desativados no modo de Recuperação, por isso tome cuidado ao mover o braço do robô de volta aos limites.

O menu da tela Configuração de Segurança permite ao usuário definir conjuntos separados de limites de segurança para o modo Normal e Reduzido. Para a ferramenta e articulações, os

limites do modo Reduzido para velocidade e força devem ser mais restritivos do que suas contrapartes de modo Normal.

13.2.3 Tolerâncias

Na Configuração de Segurança são especificados os limites do sistema de segurança. O *Sistema de Segurança* recebe os valores dos campos de entrada e detecta qualquer violação caso esses valores sejam excedidos. O controlador do robô tenta evitar quaisquer violações fazendo uma parada de proteção ou reduzindo a velocidade. Isso significa que um programa pode não conseguir executar movimentos muito próximos de um limite.



ALERTA:

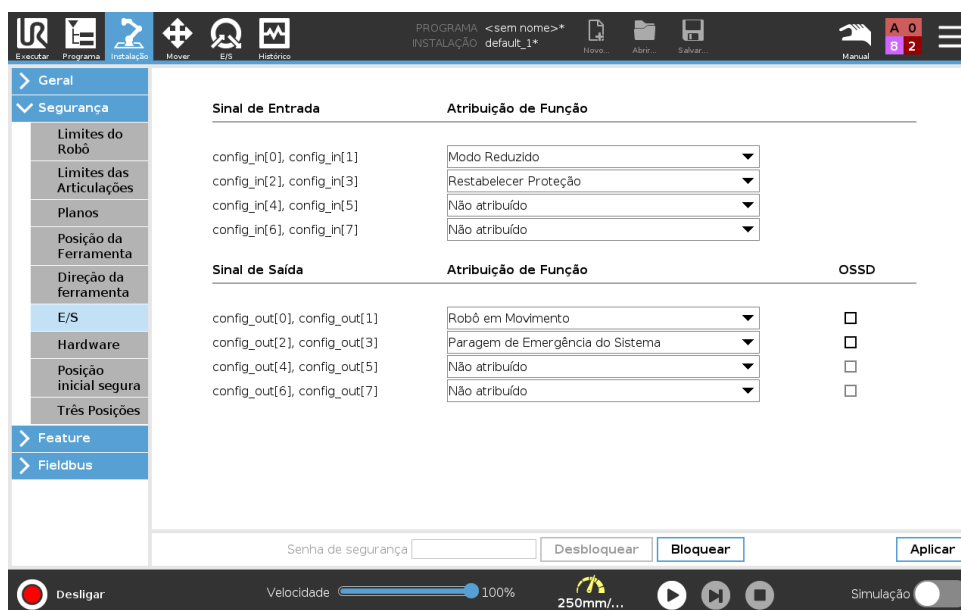
As tolerâncias são específicas para a versão de Software. A atualização do software pode alterar as tolerâncias. Consulte as notas da versão para obter informações sobre alterações de versão do Software.

13.2.4 Limites das Articulações

Os Limites das Articulações permitem que você restrinja os movimentos individuais das articulações do robô no espaço articular, ou seja, posição de rotação da articulação e a velocidade de rotação da articulação. Existem duas opções de Limites das Articulações: **Velocidade máxima** e **Limite de Amplitude**.

O alcance de posições do Pulso 3 é irrestrito como padrão. Ao usar cabos presos ao robô, primeiramente você deve desabilitar a caixa de seleção **Faixa irrestrita para Pulso 3** para evitar tensão no cabo e parada de proteção.

1. Velocidade máxima é quando você define a velocidade angular máxima de cada articulação.
2. Limite de Amplitude é onde você define o limite de amplitude de cada articulação. Normalmente, os campos de entrada para o modo Reduzido serão desativados se não houver plano de segurança ou entrada configurável definida para acioná-los. Este limite permite que o eixo suave de classificação de segurança limite o robô.



13.2.5 Planos



NOTA:

A configuração dos planos baseia-se totalmente nos recursos. Recomendamos que você crie e nomeie todos os recursos antes de editar a configuração de segurança, já que o robô será desligado uma vez que a Guia Segurança seja desbloqueada, e movimentar o robô será impossível.

Os Planos de Segurança restringem o espaço de trabalho do robô. Você pode definir até oito planos de segurança, restringindo a ferramenta e o cotovelo do robô. Você também pode restringir o movimento do cotovelo de cada plano de segurança e desabilitar desmarcando a caixa de seleção. Antes de configurar os planos de segurança, você deve definir um recurso na instalação do robô (veja 16.1.4). O recurso pode então ser copiado para a tela do plano de segurança e configurado.



ALERTA:

Definir planos de segurança limita somente as esferas e cotovelo definidos da Ferramenta, não o limite geral do braço do robô. Isso significa que especificar um plano de segurança não garante que as outras partes do braço de robô obedecerão a esta restrição.

Modos

Você pode configurar cada plano com **Modos** restritivos usando os ícones listados abaixo.

Desabilitado O plano de segurança nunca está ativo neste estado.



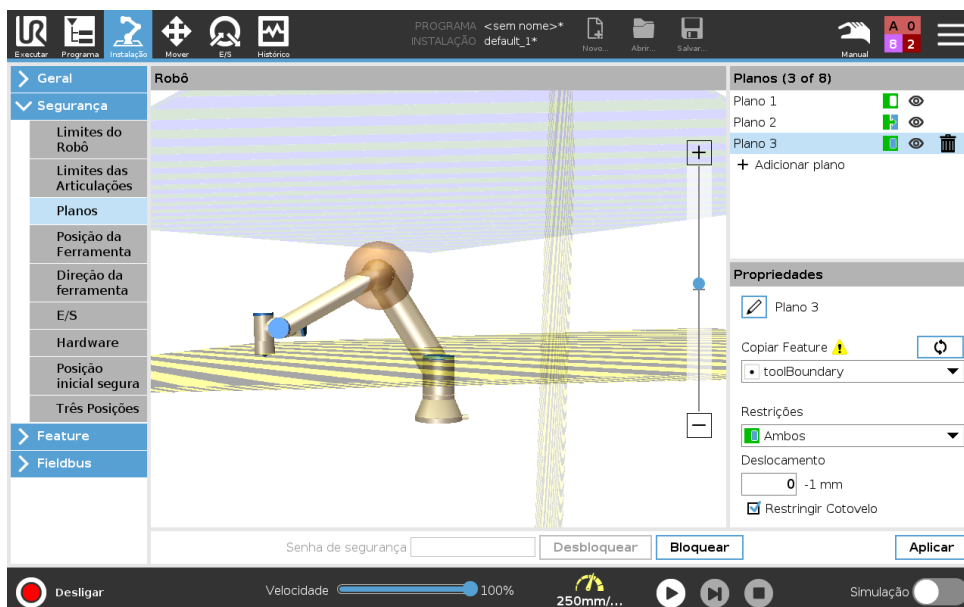
Normal Quando o sistema de segurança está no modo Normal, um plano de modo Normal está ativo e age como um limite restrito sobre a posição.

-  **Reduzido** Quando o sistema de segurança está no modo Reduzido, um plano de modo Reduzido está ativo e age como um limite restrito sobre a posição.
-  **Normal & Reduzido** Quando o sistema de segurança está no modo Normal ou Reduzido, um plano de modo normal e reduzido está ativo e age como um limite restrito sobre a posição.
-  **Acionamento no Modo Reduzido** O plano de segurança faz com que o sistema de segurança alterne para o modo Reduzido se a Ferramenta ou Cotovelo do robô está posicionado além dele.
-  **Mostrar** Pressionar este ícone oculta ou mostra o plano de segurança no painel de gráficos.
-  **Excluir** Exclui o plano de segurança criado (nota: não há nenhuma ação de desfazer/refazer, então, se um plano for excluído por engano, terá de ser refeito)
-  **Renomear** Pressionar este ícone permite que você renomeie o plano.

Configuração dos Planos de Segurança

1. No cabeçalho PolyScope, toque **Instalação**.
2. No Menu Lateral, à esquerda da tela, toque em **Segurança** e selecione **Planos**.
3. Na parte superior direita da tela, no campo Planos, toque em **Adicionar plano**.
4. Na parte inferior direita da tela, no campo **Propriedades**, configure Nome, Copiar Recurso e Restrições. Nota: Em **Copiar Recurso**, somente Indefinido e Base estão disponíveis. Você pode redefinir um plano de segurança configurado, selecionando **Indefinido**

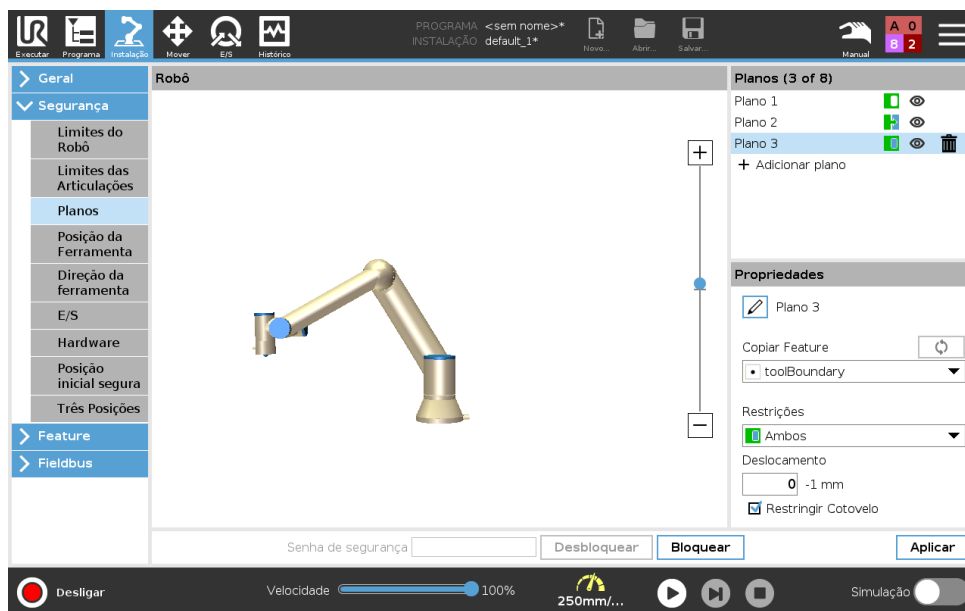
Se o recurso copiado for modificado na tela Recursos, aparecerá um ícone de aviso à direita do texto Copiar Recurso. Isto indica que o recurso está fora de sincronia, ou seja, as informações no cartão de propriedades não estão atualizadas para refletir as alterações que podem ter sido feitas no Recurso.



Cotovelo

Você pode habilitar a **Restringir Cotovelo** para evitar que a articulação do cotovelo do robô passe por qualquer um de seus planos definidos. Desative Restringir Cotovelo para o cotovelo passar através de planos.

Códigos de Cores



Cinza O plano está configurado, mas desabilitado (A)

Amarelo & Preto Plano Normal (B)

Azul & Verde Acionamento de Plano (C)

Seta Preta O lado do plano no qual a ferramenta e/ou cotovelo podem estar (Para Planos Normais)

Seta Verde O lado do plano no qual a ferramenta e/ou cotovelo podem estar (Para Planos de Acionamento)

Seta Cinza O lado do plano no qual a ferramenta e/ou cotovelo podem estar (Para Planos Desativados)

13.2.6 Condução Livre

A condução livre permite ao braço do robô ser manualmente puxado para as posições e/ou poses desejadas. As articulações movem-se com pouca resistência, pois os freios são liberados. Enquanto o braço do robô estiver sendo manualmente movido, estará no modo Condução Livre (ver 12.1). À medida que o Braço do Robô no Modo Condução Livre aproxima-se de um limite ou plano predefinido (ver 13.2.5), a resistência aumenta. Isso faz com que fique pesado puxar o robô para a posição. Você pode habilitar a Condução livre das seguintes formas:

- Use o botão Condução livre
- Use Ações de E/S (ver 16.1.4)
- Use o botão Condução Livre na tela da Guia Mover (ver 17.2)

Usando o botão Condução livre

1. Pressione e mantenha pressionado o **Botão Condução Livre** localizado no **Teach Pendant**.
2. Mova o braço do robô conforme desejado.

13.2.7 Operação reversa

Durante a inicialização do braço robótico, pequenas vibrações podem ser observadas quando os freios do robô são liberados. Em algumas situações, como quando o robô está perto de uma colisão, esses tremores são indesejáveis e o recurso **Operação reversa** pode ser usado para forçar o movimento de articulações específicas para uma posição desejada sem libertar todos os freios no braço do robô.

Para habilitar a Operação reversa:

1. Na tela **Inicializar** toque em **LIGAR** para iniciar a sequência de energização.
2. Quando o estado do robô estiver **Inativo**, pressione e mantenha pressionado o botão **Condução Livre**. O estado do robô muda para **Operação reversa**.
3. Os freios só são liberados nas articulações para as quais é aplicada pressão significativa. Contanto que o botão **Condução Livre** esteja engatado/pressionado. Enquanto estiver usando **Operação reversa**, o braço do robô fica pesado para se mover.

13.2.8 Posição da Ferramenta

A tela Posição da Ferramenta permite a restrição mais controlada das ferramentas e/ou acessórios colocados na extremidade do braço do robô.

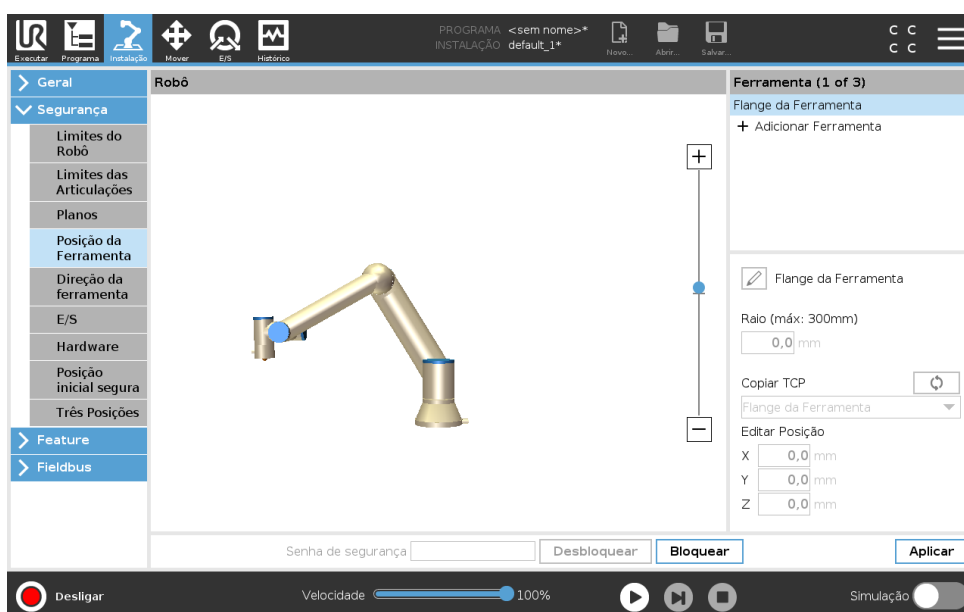
O **Robô** é onde você pode visualizar suas modificações.

A **Ferramenta** é onde você pode definir e configurar uma ferramenta para até duas ferramentas.

Ferramenta_1 é a ferramenta padrão definida com valores x=0.0, y= 0.0, z=0.0 e raio=0.0. Estes valores representam o flange da ferramenta do robô.

Nota:

- Em Copiar TCP, você também pode selecionar **Flange da Ferramenta** e fazer os valores da ferramenta voltarem para 0.
- Uma esfera padrão é definida na flange da ferramenta.



Para as ferramentas definidas pelo usuário, o usuário pode alterar:

Raio para alterar o raio da esfera da ferramenta. O raio é considerado quando usar planos de segurança. Quando um ponto na esfera passa por um plano de acionamento no modo reduzido, o robô muda para o modo *Reduzido*. O sistema de segurança impede que qualquer ponto na esfera ultrapasse um plano de segurança (veja 13.2.5).

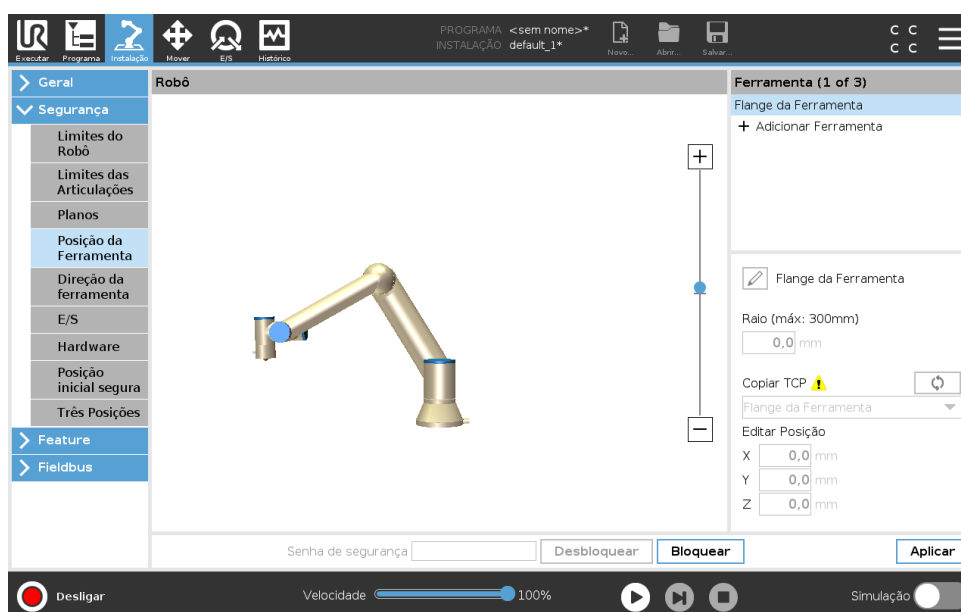
Posição para alterar a posição da ferramenta com respeito ao flange da ferramenta do robô. A posição é considerada para funções de segurança para velocidade da ferramenta, força da ferramenta, distância de parada e planos de segurança.

Você pode usar um Ponto Central da Ferramenta como uma base para a definição de novas posições da ferramenta. Uma cópia do TCP existente, predefinido no menu Geral, na tela TCP, pode ser acessada no menu Posição da Ferramenta, na lista suspensa Copiar TCP.

Quando você edita ou ajusta os valores nos campos de entrada **Editar Posição**, o nome do TCP visível no menu suspenso muda para **personalizar**, indicando que há uma diferença entre o TCP copiado e a entrada de limite real. O TCP original ainda está disponível na lista suspensa e pode ser selecionado novamente para alterar os valores de volta para a posição original. A seleção no menu suspenso Copiar TCP não afeta o nome da ferramenta.

Uma vez que você aplicar suas alterações da tela Posição da Ferramenta, se você tentar modificar o TCP copiado na tela de configuração do TCP, aparecerá um ícone de aviso à direita do texto Copiar TCP. Isto indica que o TCP está fora de sincronia, ou seja, as informações no campo de propriedades não estão atualizadas para refletir as alterações que podem ter sido feitas no TCP. O TCP pode ser sincronizado pressionando o ícone de sincronização (veja 16.1.1).

Nota: o TCP não precisa ser sincronizado para poder definir e utilizar uma ferramenta com êxito. Você pode renomear a ferramenta, pressionando a guia de lápis ao lado do nome da ferramenta exibida. Você também pode determinar o Raio com um intervalo permitido de 0-300 mm. O limite será exibido no painel de gráficos como um ponto ou uma esfera, dependendo do tamanho do raio.



13.2.9 Direção da ferramenta

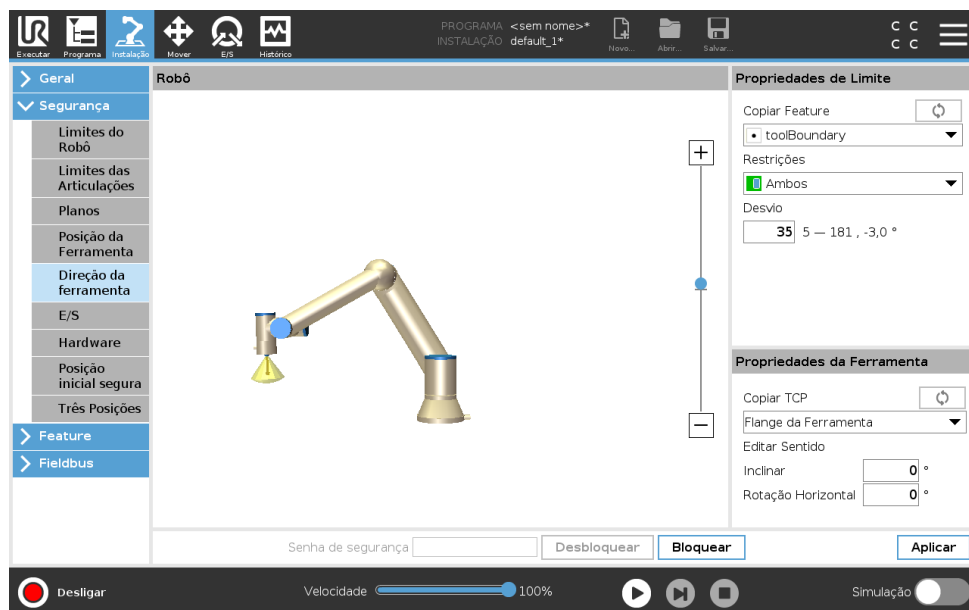
A tela de Direção da Ferramenta pode ser usada para restringir o ângulo em que a ferramenta está apontando. O limite é definido por um cone que tem uma orientação fixa com relação à Base do braço do robô. À medida que o braço do robô se movimenta em volta, o sentido da ferramenta é restringido para que permaneça dentro do cone definido. A direção padrão da ferramenta coincide com o eixo Z do flange de saída da ferramenta. Ele pode ser personalizado, especificando os ângulos de inclinação e rotação horizontal.

Antes de configurar o limite, você deve definir um ponto ou plano na instalação do robô (veja 16.3). O recurso pode ser então copiado e seu eixo Z pode ser utilizado como o centro do cone que define o limite.



NOTA:

A configuração do sentido da ferramenta é baseada em recursos. Recomendamos que você crie o recurso(s) desejado antes de editar a configuração de segurança, já que após a Guia Segurança ser desbloqueada, o braço do robô se desligará tornando impossível definir novos recursos.



Propriedades de Limite

O limite do Sentido da Ferramenta tem três propriedades configuráveis:

1. **Centro de cone:** Você pode selecionar um recurso de ponto ou plano no menu suspenso, para definir o centro do cone. O eixo Z do recurso selecionado é usado como o sentido em torno do qual o cone será centralizado.
2. **Ângulo de cone:** Você pode definir quantos graus o robô pode desviar do centro.

Limite de sentido da Ferramenta Desabilitada nunca está ativo

 **Limite de sentido da Ferramenta Normal** só está ativo quando o sistema de segurança está no **modo Normal**.

 **Limite de sentido da Ferramenta Reduzida** só está ativo quando o sistema de segurança estiver no **modo Reduzido**.

 **Limite de direção da Ferramenta Normal & Reduzida** está ativo quando o sistema de segurança está no **modo Normal**, bem como quando está no **modo Reduzido**.

Você pode redefinir os valores para o padrão ou anular a configuração da Direção da Ferramenta, definindo o recurso copiar de volta para “Indefinido”.

Propriedades da Ferramenta

Por padrão, a ferramenta aponta no mesmo sentido que o eixo Z do flange de saída da ferramenta. Isso pode ser modificado, especificando dois ângulos:

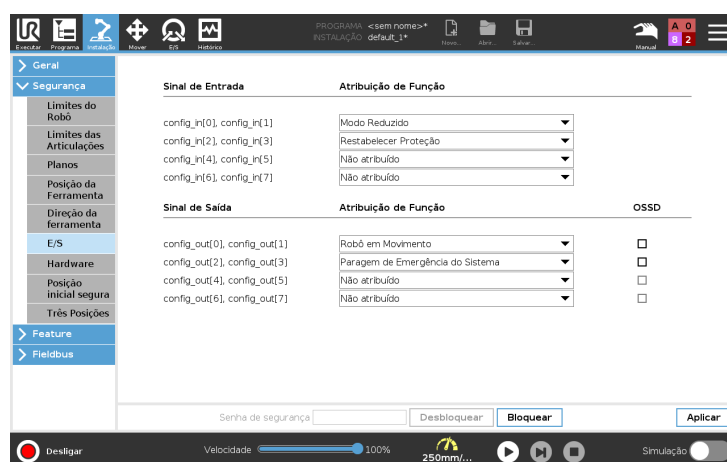
Ângulo de inclinação: Quanto organizar do eixo Z lado a lado do flange de saída em direção ao eixo X do flange de saída

Ângulo de rotação horizontal: Quanto girar o eixo Z lado a lado ao redor do eixo Z do flange de saída original.

Alternativamente, o eixo Z de um TCP existente pode ser copiado selecionando o TCP no menu suspenso.

13.2.10 E/S

As E/S são divididas entre entradas e saídas e são combinadas de modo que cada função forneça uma E/S de Categoria 3 e PLd.



Sinais de Entrada

As seguintes Funções de Segurança podem ser usadas com os sinais de entrada :

Parada de Emergência do Sistema Este é um botão de parada de emergência alternativa para aquele que está em Teach Pendant, fornecendo a mesma funcionalidade se o dispositivo estiver em conformidade com a norma ISO 13850.

Modo Reduzido Todos os limites de segurança podem ser aplicados no modo Normal ou modo Reduzido (ver 13.2.2). Quando configurado, um sinal baixo é dado às entradas, o que faz com que o sistema de segurança realize a transição para o modo Reduzido. Se necessário, o braço do robô desacelera para satisfazer o conjunto limite do modo Reduzido. O sistema de segurança garante que o robô esteja dentro dos limites do modo Reduzido a menos de

0,5s após a entrada ser acionada. Se o braço do robô continuar a violar qualquer um dos limites do modo Reduzido, ele realizará uma Parada de Categoria 0. A transição de volta para o modo Normal acontece da mesma forma. Nota: os planos de acionamento também podem causar uma transição para o modo Reduzido.

Dispositivo de ativação de três posições No Modo Manual, o Dispositivo de ativação de três posições devem ser pressionado para mover o robô.

Modo Operacional Quando definido, essa entrada pode ser usada para permutar entre **Modo Automático** e **Modo Manual** (ver 12.1).

Reinício de Proteção Quando uma Parada de Segurança ocorrer, essa saída garantirá que o estado da Parada de Segurança continuará até que o reinício seja acionado.

Parada de Proteção do Modo Automático: Uma vez configurada, uma **Parada de Proteção do Modo Automático** realiza uma Parada de Proteção quando os pinos de entrada estiverem baixos e SOMENTE quando o robô estiver no modo Automático.

Parada de Proteção do Modo Automático Quando ocorre uma Parada de Proteção do Modo Automático, o robô permanece em parada automática de proteção até que uma elevação nos pinos de entrada acionem uma redefinição.



ALERTA:

- Se você desabilitar a entrada padrão de Redefinição de Proteção, o braço do robô não permanecerá mais em parada de proteção assim que a entrada ficar alta. Um programa pausado só pela parada de proteção reinicia.
- Semelhantemente à Redefinição de proteção, se a Redefinição de Proteção do modo automático padrão for desabilitada, o braço do robô não ficará mais em parada de proteção assim que a entrada de parada de proteção do modo automático estiver alta. Um programa pausado só pela parada de proteção do modo automático reinicia.

Sinais de Saída

Você pode aplicar as seguintes funções de Segurança para sinais de saída. Todos os sinais retornam ao valor baixo quando o estado que acionou o sinal alto é concluído:

Parada de Emergência do Sistema O sinal está *Baixo* quando o sistema de segurança for acionado em um estado de Parada de Emergência pela entrada Parada de Emergência do Robô ou pelo botão Parada de Emergência. Para evitar bloqueios, se o estado de Parada de Emergência for acionado pela entrada Parada de Emergência do Sistema, o sinal baixo não será enviado.

Robô em Movimento O sinal é *Baixo* se o robô estiver se movendo, caso contrário o sinal é alto.

Robô sem Parada O sinal é *Alto* quando o robô está parado ou em processo de parada devido a uma parada de emergência ou uma parada de segurança. Caso contrário, apresentará baixo nível lógico.

Modo Reduzido O sinal é *Baixo* quando o braço do robô é colocado no Modo Reduzido ou se a entrada de segurança está configurada com uma entrada Modo Reduzido e o sinal é atualmente baixo. Caso contrário, o sinal será alto.

Modo Não Reduzido Este é o inverso do Modo Reduzido definido acima.

Início seguro O sinal é *alto* se o braço do robô estiver parado na Posição Inicial Segura configurada. Caso contrário, o sinal é *Baixo*.



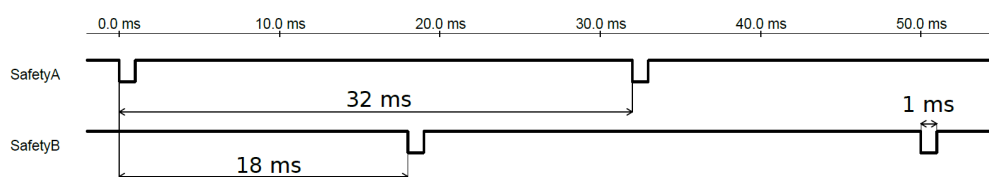
NOTA:

Qualquer máquina externa, que recebe o estado de Parada de Emergência do robô através da saída Parada de Emergência do Sistema, deve estar de acordo com a norma ISO 13850. Isto é particularmente necessário em configurações onde a entrada Parada de Emergência do Robô está conectada a um dispositivo de Parada de Emergência externo. Em tais casos, a saída Parada de Emergência do Sistema irá se tornar alta quando o dispositivo de Parada de Emergência externo for liberado. Isto implica que o estado de parada de emergência em máquinas externas será redefinido sem nenhuma ação manual necessária a partir do operador do robô. Portanto, para cumprir com as normas de segurança, as máquinas externas devem exigir uma ação manual para serem reiniciadas.

Sinais de segurança OSSD

É possível configurar a Caixa de controle para produzir pulsos OSSD quando uma saída de segurança estiver inativa/alta. Os pulsos OSSD detectam a capacidade da Caixa de Controle para fazer saídas de segurança ativas/baixas. Quando os pulsos OSSD estiverem ativados para uma saída, um pulso baixo de 1 ms é gerado na saída de segurança uma vez a cada 32 ms. O sistema de segurança detecta quando uma saída é conectado a uma fonte e desliga o robô.

A ilustração a seguir mostra: o tempo entre pulsos em um canal (32 ms), o comprimento do pulso (1 ms) e o tempo de um pulso em um canal a um pulso no outro canal (18 ms)



Habilitando OSSD para saída de segurança

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação** e selecione **Segurança**.
2. Em **Segurança**, selecione **E/S**.
3. Na tela de E/S, em Sinal de Saída, selecione a caixa de seleção OSSD desejada. Você deve designar o sinal de saída para habilitar as caixas de seleção OSSD.

13.2.11 Hardware

Você pode usar o robô sem anexar o Teach Pendant . Remover o Teach Pendant requer a definição de uma outra fonte de Parada de Emergência. Você deve especificar se o Teach Pendant está anexado, para evitar o acionamento de uma violação de segurança.

Seleção do Hardware Disponível

O robô pode ser usado sem PolyScope, como a interface de programação.

1. No Cabeçalho toque em **Instalação**.
2. No menu lateral à esquerda, toque em **Segurança** e selecione **Hardware**.
3. Insira a senha de Segurança e ative **Desbloquear** a tela.
4. Desmarque **Teach Pendant** para usar o robô sem a interface do Polyscope .
5. Pressione **Salvar e reiniciar** para aplicar as alterações.

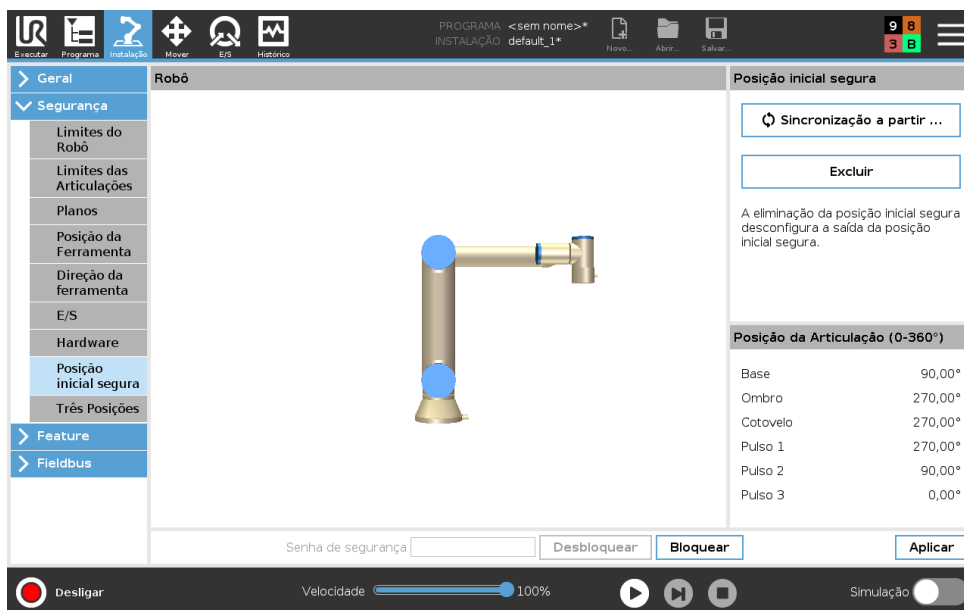


CUIDADO:

Se o Teach Pendant estiver separado ou desconectado do robô, o botão de Parada de Emergência deixa de estar ativo. Você deverá remover o Teach Pendant da proximidade do robô.

13.2.12 Posição Inicial Segura

A Posição inicial segura é uma posição de retorno definida usando a posição inicial definida pelo usuário. As E/S iniciais seguras estão ativas quando o braço do robô está na posição inicial segura e uma E/S inicial segura é definida. O braço do robô está na posição inicial segura se as posições da articulação estão nos ângulos da articulação especificados ou em um múltiplo de 360 graus. A saída de segurança inicial segura está ativa quando o robô estiver parado na posição inicial segura.



Sincronizar do Início

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. No Menu Lateral, à esquerda da tela, toque em **Segurança** e selecione **Página Inicial de Segurança**.
3. Em **Início Seguro**, toque em **Sincronizar do início**.
4. Toque em **Aplicar** e na caixa de diálogo que aparece, selecione **Aplicar e reiniciar**.

Saída de Início Segura

A posição inicial segura deve ser definida antes da Saída de Início Segura (consulte 13.2.10).

Definir Saída de Início Segura

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. No Menu Lateral, à esquerda da tela, em **Segurança**, selecione **E/S**.
3. Na tela de E/S no sinal de saída, em Designação de função, no menu suspenso, selecione **Início Seguro**.
4. Toque em **Aplicar** e na caixa de diálogo que aparece, selecione **Aplicar e reiniciar**.

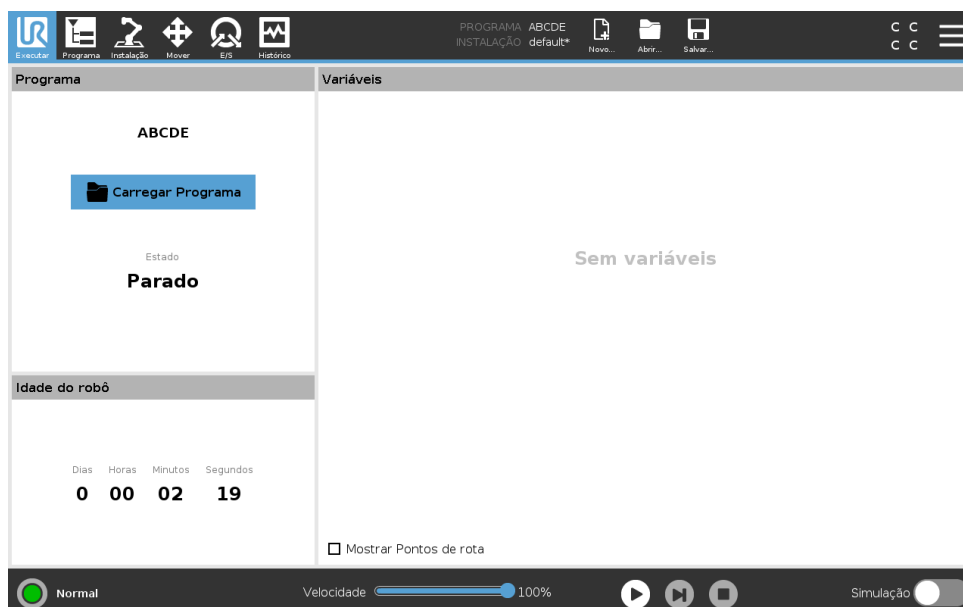
Editar Início Seguro

Editar o Início não modifica automaticamente uma posição inicial segura previamente definida. Enquanto esses valores estão fora de sincronia, o nó do programa Início é indefinido.

Editar Início Seguro

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. No Menu Lateral, à esquerda da tela, em **Geral**, selecione **Início**.
3. Toque em **Editar posição**, defina a nova posição do braço do robô e toque em **OK**.
4. No Menu Lateral, em **Segurança**, selecione **Página Inicial Segurança**. Nota: é necessária uma senha de segurança para **desbloquear** as configurações de segurança (consulte 13.1.2).
5. Em **Início Seguro**, toque em **Sincronizar do Início**.

14 Guia Executar



A guia **Executar** permite que você opere de maneira simples a caixa de controle e o braço do robô, usando o menor número de botões e opções possível. Você pode combinar a operação simples com a proteção por senha da parte de programação do PolyScope (ver 21.3.2) para transformar o robô em uma ferramenta que possa executar exclusivamente programas pré-gravados.

Nesta tela você pode carregar automaticamente e iniciar, por padrão, um programa baseado em uma transição de borda de sinal de entrada externa (veja 16.1.6).

Nota: A combinação entre o carregamento e inicialização automáticos de um programa padrão e a inicialização automática da alimentação pode, por exemplo, ser usada para integrar o braço do robô em outras máquinas.

14.1 Programa

O campo **Programa** exibe o nome do programa que foi carregado no robô e seu status atual. Você pode tocar a guia **Carregar Programa** para carregar um programa diferente.

14.2 Variáveis

Um programa robô pode fazer uso de variáveis para armazenar e atualizar vários valores durante a execução. Existem duas classes de variáveis:

Variáveis de instalação Estas podem ser usadas por vários programas e seus nomes e valores permanecem juntos com a instalação do robô (consulte 16.1.5). As variáveis de instalação mantêm seu valor após o robô e a caixa de controle serem reiniciadas.

Variáveis de programa regulares Estas estão disponíveis apenas para o programa em execução e seus valores se perdem assim que o programa é interrompido.

Mostrar pontos de rota O programa do robô utiliza variáveis de script para armazenar informação sobre pontos de rota.

Selecione a caixa de seleção **Mostrar pontos de rota**, em **Variáveis** para mostrar as variáveis de script na lista de variáveis.

Tipos de variáveis

<i>bool</i>	Variável booleana cujo valor é True ou False.
<i>int</i>	Um número inteiro no intervalo entre -2147483648 e 2147483647 (32 bits).
<i>float</i>	Um número do ponto de flutuação (decimal) (32 bits).
<i>string</i>	Sequência de caracteres.
<i>pose</i>	Vetor que descreve a localização e orientação no plano cartesiano. Ele é a combinação do vetor positivo (x, y, z) e a rotação do vetor (rx, ry, rz) representando a orientação, ou seja, $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
<i>list</i>	Uma sequência de variáveis.

14.3 Idade do Robô

Este campo representa o comprimento de tempo desde que o robô foi inicialmente ligado. Os números representados neste campo não estão associados com o tempo de execução do programa

14.4 Mover Robô para Posição

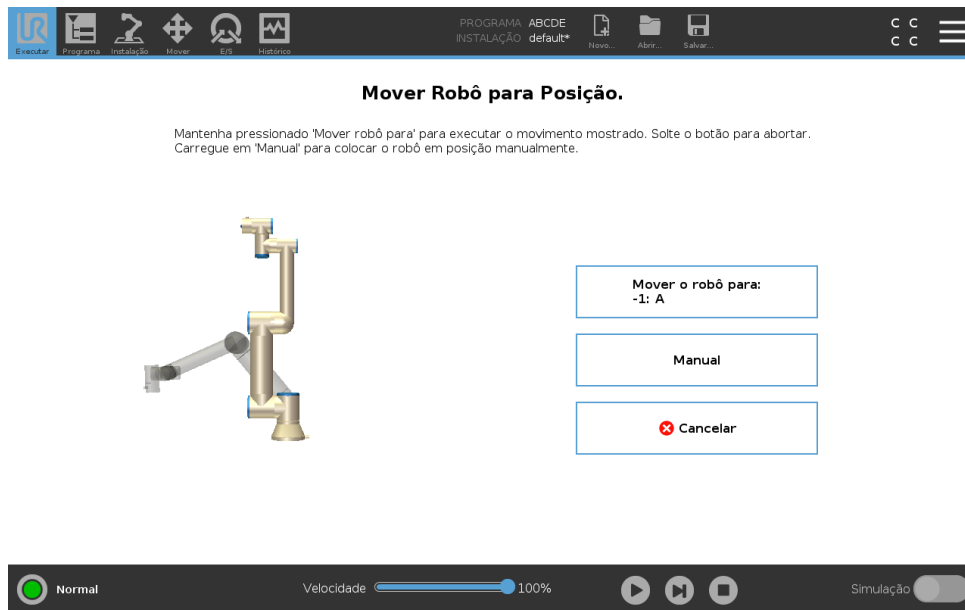
Acesse a tela **Mover Robô para a Posição** quando o braço do robô deva se mover para uma determinada posição de partida antes de executar um programa, ou quando o braço do robô estiver se movendo para um ponto de rota durante a modificação de um programa.

Nos casos em que a tela **Mover Robô para Posição** não puder mover o braço do robô para a posição inicial do programa, ele se moverá para o primeiro ponto de rota na árvore do programa. O braço do robô pode se mover para uma posição incorreta se:

- O TCP, pose de recurso ou ponto de rota do primeiro movimento for alterado durante a execução do programa antes do primeiro movimento ser executado.
- O primeiro ponto de rota está dentro de um Se ou nó da árvore do programa comutador.

Acessando a tela Mover Robô para a Posição

1. No **Rodapé**, toque em **Executar** para acessar a tela **Mover Robô para Posição**.
2. Siga as instruções da tela para interagir com a animação e com o robô real.



Mover Robô para:

Pressione e mantenha pressionado **Mover robô para:** para mover o Braço do robô para uma posição inicial. O Braço do robô animado exibido na tela mostra o movimento desejado prestes a ser executado.



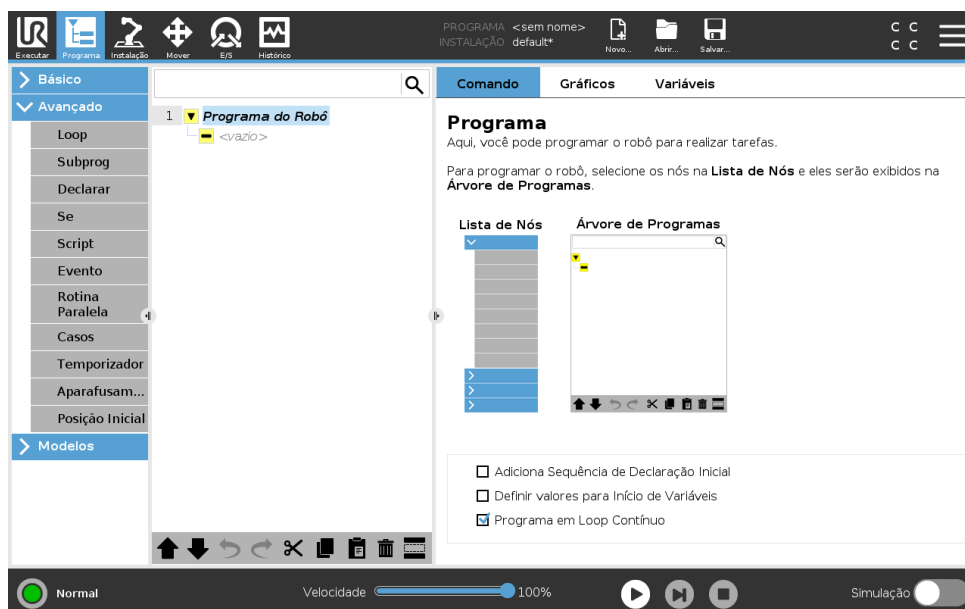
NOTA:

A colisão pode danificar o robô ou outro equipamento. Compare a animação com a posição do braço do robô real e certifique-se de que o braço do robô pode realizar com segurança o movimento sem bater nos obstáculos.

Manual

Toque em **Manual** para acessar a tela **Mover** onde o Braço do robô pode ser movido usando as setas Mover Ferramenta e/ou configurando a Posição da Ferramenta e coordenadas da Posição da Articulação.

15 Guia Programa



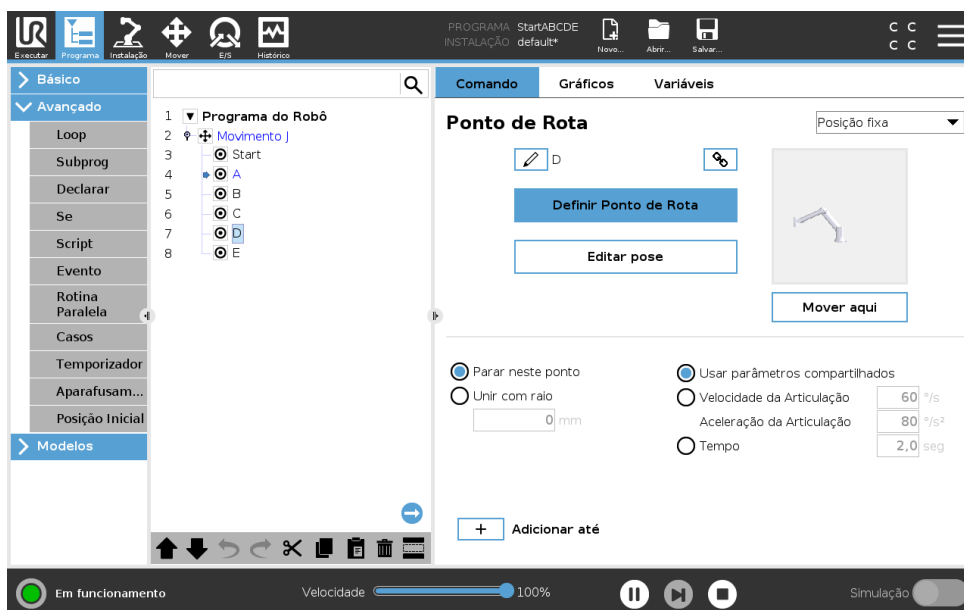
A guia programa mostra o programa atual que está sendo editado.

15.1 Árvore de Programas

Ao tocar em **Comando**, você adiciona nós do programa à Árvore do programa. Configure a funcionalidade dos nós do programa adicionados no lado direito da tela.

Uma Árvore do programa vazia não pode ser executada. Os programas contendo nós do programa configurados incorretamente também não podem ser executados. Os nós do programa inválidos são destacados em amarelo para indicar o que deve ser consertado antes que o programa possa ser executado.

15.1.1 Indicação de execução de programa



Quando o programa é executado, o nó do programa que está sendo executado atualmente é indicado por um ícone pequeno  ao lado do nó. Além disso, o caminho de execução é destacado com uma cor azul.

Pressionar o ícone  no canto do programa fará com que ele rastreie o comando que está sendo executado.

15.1.2 Botão Pesquisar

Toque em  para realizar uma pesquisa na Árvore do programa. Pressione o ícone  para sair do modo de pesquisa.

15.1.3 Barra de Ferramentas da Árvore de Programas

Use a barra de ferramentas na base da Árvore de Programas para modificar a árvore.

Botões Desfazer/Refazer

Os botões  e  servem para desfazer/refazer alterações a comandos.

Mover para Cima & para Baixo

Os botões  e  alteram a posição de um nó.

Recortar

O botão  corta um nó e permite que ele seja usado para outras ações (por ex., colado em outro lugar na Árvore de Programas).

Copiar

O botão  copia um nó e permite que ele seja usado para outras ações (por ex., colado em outro lugar na Árvore de Programas).

Colar

O botão  permite colar um nó que foi anteriormente recortado ou copiado.

Excluir

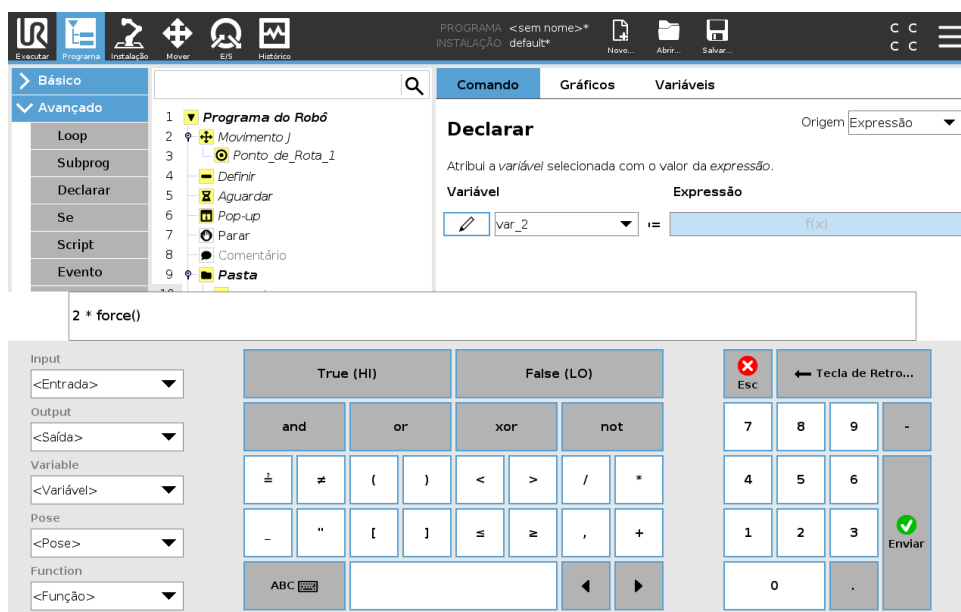
Toque no botão  para remover um nó da Árvore de Programas.

Suprimir

Toque no botão  para suprimir nós específicos na Árvore de Programas.

Linhas do programa suprimidas são simplesmente ignoradas quando o programa é executado. Uma linha suprimida pode deixar de ser suprimida novamente posteriormente. Essa é uma maneira fácil de fazer alterações em um programa sem destruir o conteúdo original.

15.1.4 Editor de expressão



Apesar de a expressão em si ser editada como texto, o editor de expressão tem diversos botões e funções para inserir os símbolos de expressão especiais, como $*$ para multiplicação e $\leq$ para menor ou igual. O botão de símbolo de teclado, no canto superior esquerdo da tela, alterna para edição de texto da expressão. Todas as variáveis definidas podem ser encontradas no seletor de Variável, enquanto que os nomes das portas de entrada e de saída podem ser encontrados nos seletores de Entrada e Saída. Algumas funções especiais são encontradas em Função.

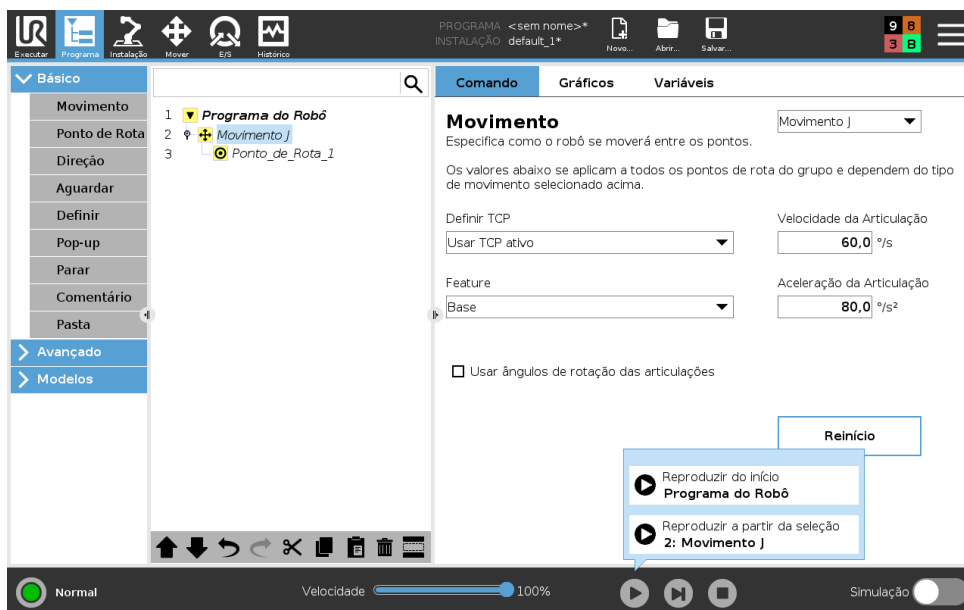
A expressão é verificada para erros gramaticais quando o botão  é pressionado. O botão Cancelar sai da tela descartando todas as alterações.

Uma expressão pode ser semelhante a esta:

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

15.1.5 Iniciar um programa do nó selecionado

Quando o robô está no Modo Manual (ver 12.1), **Executar da Seleção** permite que um programa inicie a partir de um nó selecionado. **Executar do início** executa um programa normalmente. A opção **Executar da seleção** será desabilitada se um programa não puder ser executado a partir de um nó em particular. “Executar da Seleção” não pode ser habilitado com um thread, pois os threads sempre começam do início.



Utilizando o “Executar de uma seleção”

Toque em **Executar** e selecione **Executar da Seleção** para executar um programa partir de um nó na árvore de Programas.



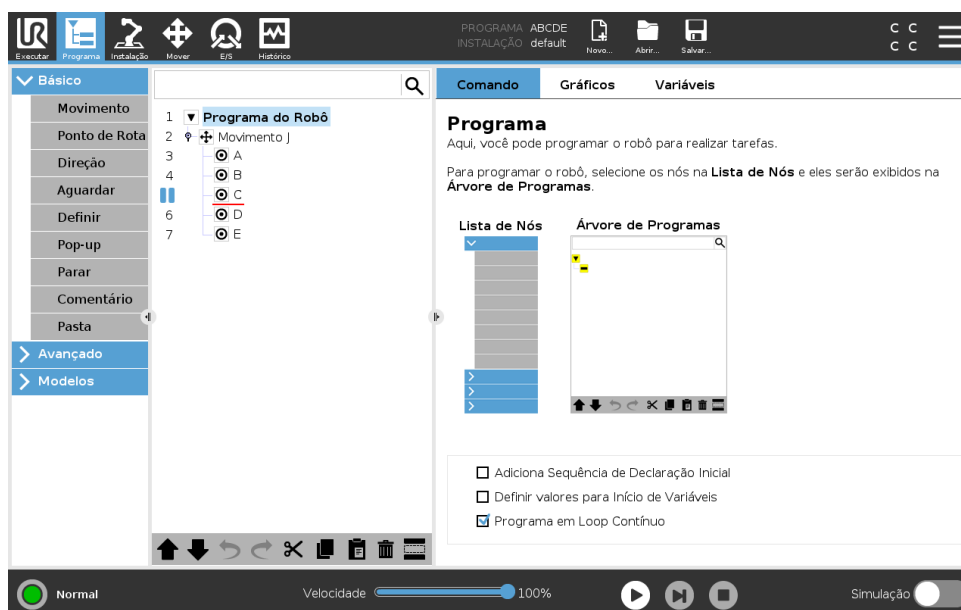
NOTA:

- A seção **Antes do início**, se utilizada sempre é executada tanto para o **Executar da Seleção** quanto para o **Executar do início**.
- O programa para e exibe uma mensagem de erro, se uma variável não atribuída for encontrada.
- Um programa só pode iniciar de um nó no Programa do Robô.
- **Executar da Seleção** pode ser usado em um subprograma. A execução do programa suspende quando o subprograma termina.

15.1.6 Usando Pontos de Interrupção em um Programa

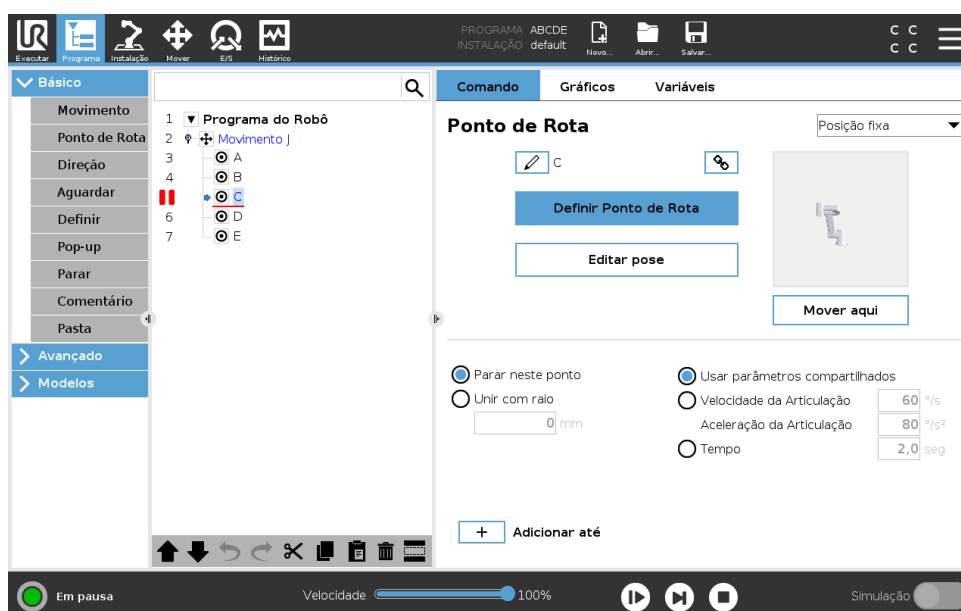
Um ponto de interrupção pausa a execução de um programa. É possível usar pontos de interrupção para pausar e retomar um programa em um ponto específico para inspecionar a posição do robô, variáveis etc. Ver 12.1.

1. Na árvore do Programa, toque em um número de linha para definir ou limpar um ponto de interrupção.



Uma linha vermelha acima ou abaixo de um nó indica quando um ponto de interrupção foi definido, pausando a execução. A maioria dos nós pausam antes de serem executados, com as exceções a seguir:

- Pontos de rota: Um ponto de interrupção em um ponto de rota ignora a mistura e pausa o programa quando o robô atinge este ponto de rota.
- Nós até: Um ponto de interrupção em um nó até pausa o programa uma vez atendida a condição de até. Misturas usadas no nó até não são ignoradas. São pausadas quando o robô atinge o raio de união.



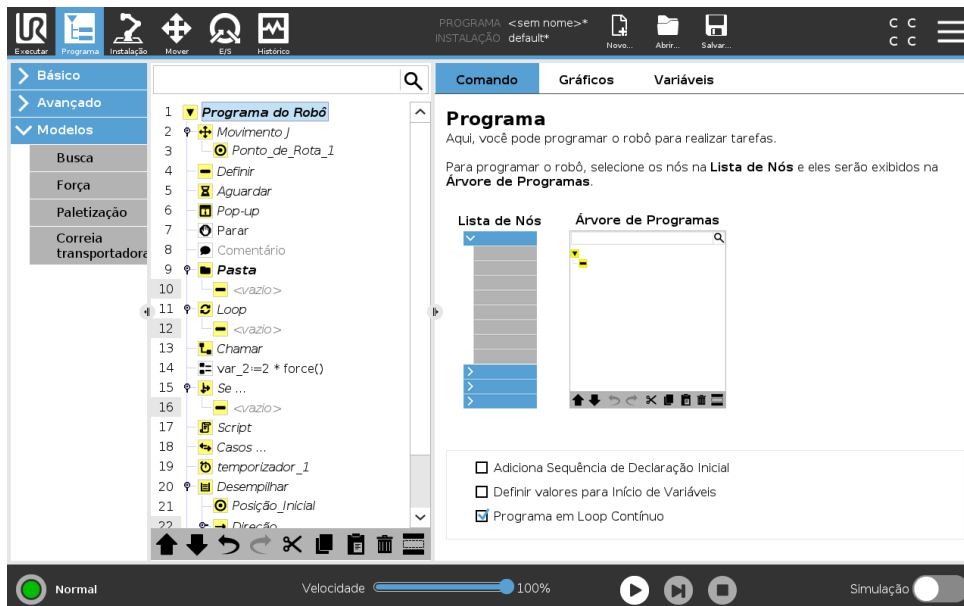
15.1.7 Etapa única em um programa

O botão de Etapa Única permite que seja executado um nó de cada vez, quando o robô estiver no modo Manual. Você pode usar o botão Etapa Única quando o programa for pausado. Toque no botão Etapa Única para que o programa continue a execução e pause quando atingir o nó

seguinte do programa. Se um nó não for compatível com Pontos de interrupção, a execução de programa iniciada ao tocar no botão Etapa Única não pausa nesse nó. Em vez disso, a execução continua até que o programa atinja um nó que seja compatível com os Pontos de interrupção.

15.2 Guia Comando

Este manual não cobre todos os detalhes sobre cada tipo de nó do programa. O nó do programa do robô inclui três caixas de verificação que controlam o comportamento global do programa.



Adicionar Sequência Antes do Início

Selecione esta caixa de verificação para adicionar uma seção especial ao programa, que é uma vez quando o programa é iniciado.

Definir Valores Iniciais de Variáveis

Selecione esta opção para definir os valores iniciais das variáveis do programa.

1. Selecione uma variável da lista suspensa, ou usando a caixa seletora da variável.
2. Introduza uma expressão para essa variável. Esta expressão é usada para definir os valores das variável no começo do programa.
3. Pode selecionar **Manter o valor da execução anterior** para inicializar a variável com o valor presente na guia de **Variáveis** (veja 15.4).

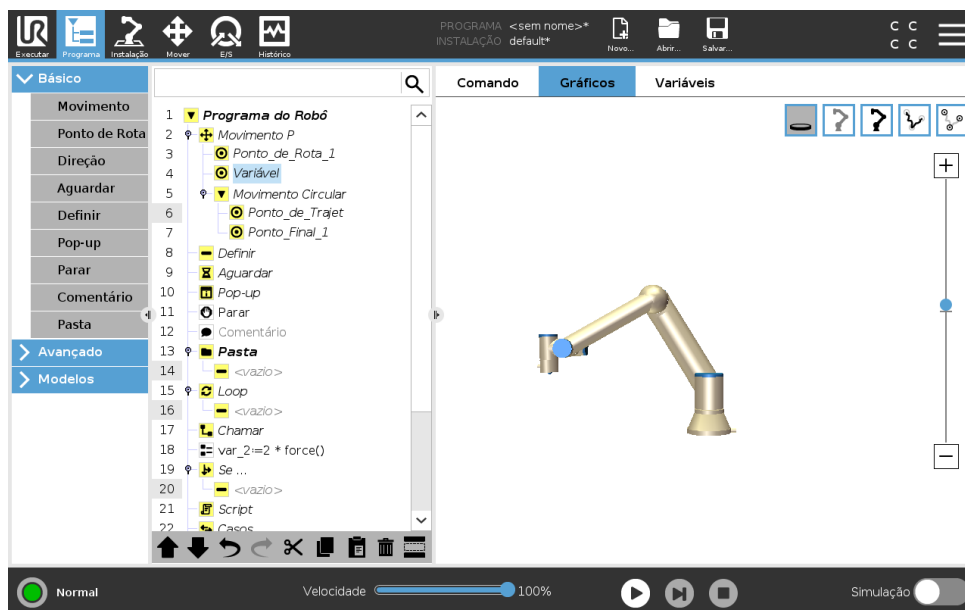
Isso permite que as variáveis mantenham seus valores entre execuções do programa. A variável obterá seu valor da expressão se o programa for executado pela primeira vez ou se a guia de valor tiver sido limpa.

Uma variável pode ser excluída do programa definindo-se seu nome para em branco (somente espaços).

Programa em Loop Contínuo

Selecione esta opção para tornar o programa contínuo.

15.3 Guia Gráficos



Representação gráfica do programa atual do robô. O caminho do TCP é mostrado na visualização 3D, com segmentos de movimentação em preto e segmentos de união (transições entre segmentos de movimentação) mostrados em verde. Os pontos verdes especificam as posições do TCP em cada um dos pontos de rota no programa. O desenho 3D do braço do robô mostra a posição atual do braço, e sua *sombra* mostra como o braço do robô pretende chegar ao ponto de rota selecionado do lado esquerdo da tela.

Se a posição atual do TCP do robô se aproximar de um plano de segurança ou de acionamento, ou a orientação da ferramenta do robô estiver perto do limite de orientação da ferramenta (consulte 13.2.5), uma representação 3D do limite será exibida.

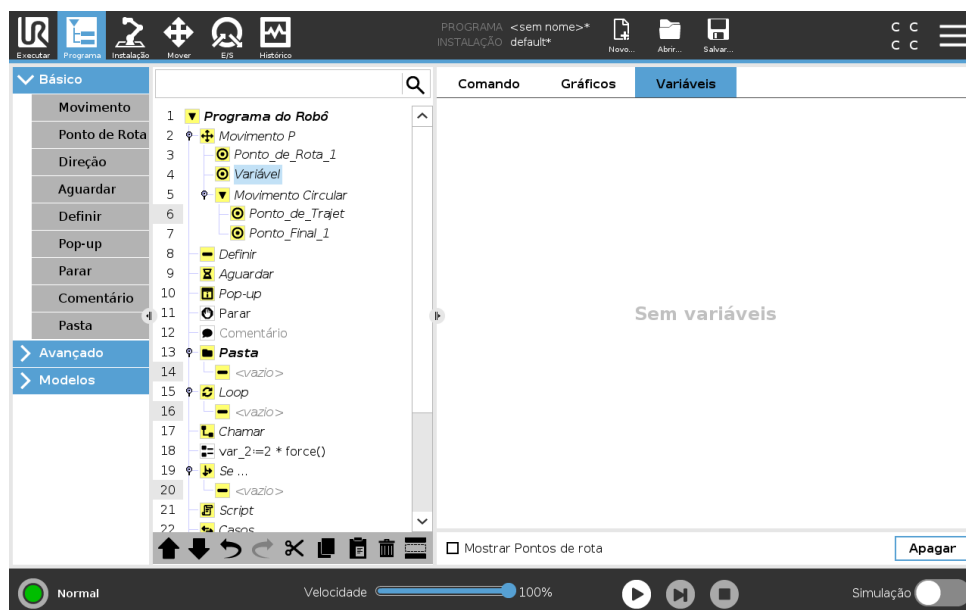
Nota: quando o robô está executando um programa, a visualização dos limites de fronteira será desativada.

Os planos de segurança são visualizados em amarelo e preto, com uma pequena seta que representa o plano normal, que indica a lateral do plano no qual o TCP do robô pode ser posicionado. Os planos de acionamento são exibidos em azul e verde e uma seta pequena aponta na direção da lateral do plano, onde os limites do modo **Normal** (ver 13.2.2) estão ativos. O limite de orientação da ferramenta é visualizado com um cone esférico junto a um vetor que indica a orientação corrente da ferramenta do robô. O interior do cone representa a área permitida para a orientação da ferramenta (vetor).

Quando o TCP do robô em questão não estiver mais na proximidade do limite, a representação 3D desaparece. Se o TCP violar ou estiver a ponto de violar um limite, a visualização do limite fica vermelha.

A visualização 3D pode ter zoom aplicado e pode ser girada para se ter uma melhor visualização do braço do robô. Os botões do lado superior direito da tela podem desativar os vários componentes gráficos na visualização 3D. O botão inferior liga/desliga a visualização dos limites mais próximos.

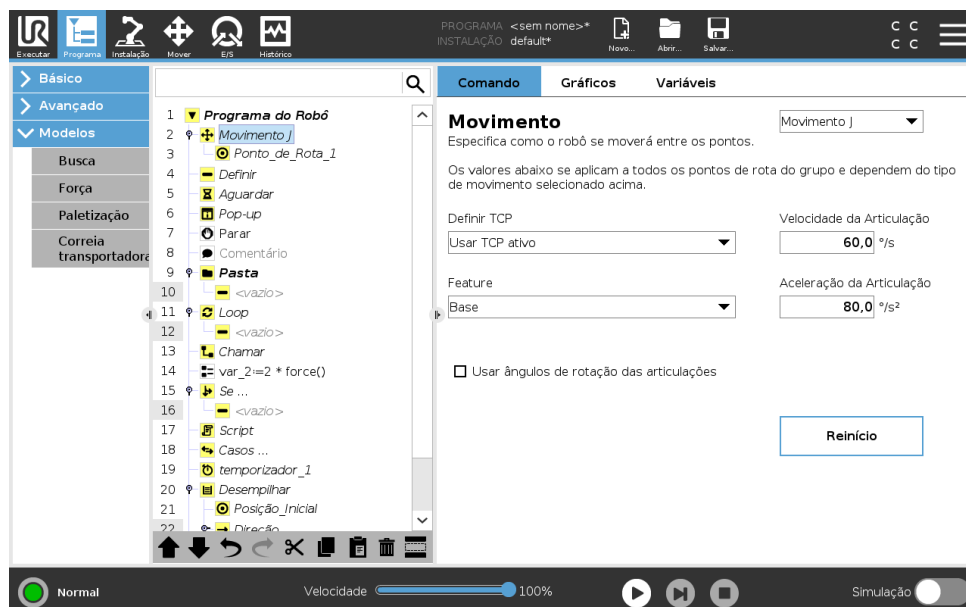
15.4 Guia Variáveis



A guia **Variáveis** mostra os valores ativos das variáveis no programa em execução e mantém uma lista de variáveis entre execuções do programa. Ela aparece somente quando tem informações para exibir. Variáveis de pontos de rota serão mostradas na lista, se Mostrar Pontos de rota estiver ativado.

15.5 Nós Básicos do Programa

15.5.1 Mover



O comando **Mover** controla a movimentação do robô por meio de pontos de rota subjacentes. Os Pontos de Rota precisam estar sob o comando Mover. O comando Mover define a aceleração e a velocidade em que o braço do robô se moverá entre esses pontos de rota.

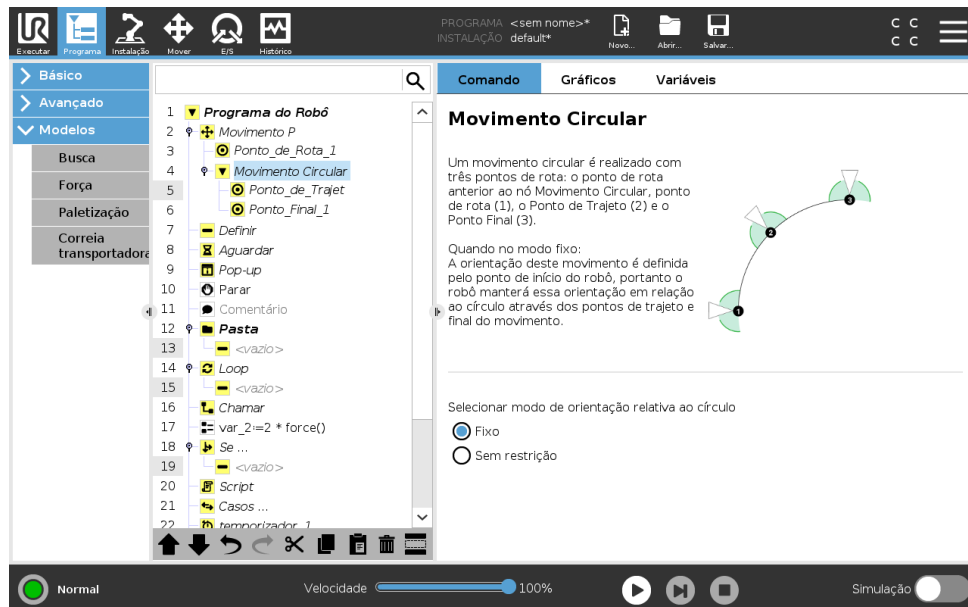
Tipos de movimentos

Pode selecionar um de três tipos de movimentos: **Movimento J**, **Movimento L** e **Movimento P**. Cada tipo é explicado abaixo.

- O **Movimento J** faz movimentos que são calculados no **espaço de articulação** do braço do robô. As articulações são controladas para terminar os seus movimentos ao mesmo tempo. Esse tipo de movimento resulta em um caminho curvo para a ferramenta. Os parâmetros compartilhados que se aplicam a esse tipo de movimento são a velocidade máxima da articulação e a aceleração da articulação, especificados em $graus/s$ e $graus/s^2$, respectivamente. Se for desejado que o braço do robô se mova rapidamente entre pontos de rota, desconsiderando o caminho da ferramenta entre esses pontos de rota, esse tipo de movimento será a opção preferencial.
- O **Movimento L** move o Ponto Central da Ferramenta (TCP) linearmente entre pontos de rota. Isso significa que cada articulação executa uma movimentação mais complicada para manter a ferramenta em um caminho de linha reta. Os parâmetros compartilhados que podem ser definidos para esse tipo de movimento são a velocidade desejada da ferramenta e a aceleração da ferramenta especificadas em mm/s e mm/s^2 , respectivamente, além de um recurso.
- O **Movimento P** move a ferramenta linearmente com velocidade constante com uniões circulares e é destinado a algumas operações do processo, como colar e descartar. O tamanho do raio de união é por padrão um valor compartilhado entre todos os pontos de rota. Um valor menor fará o caminho se tornar mais angular, enquanto que um valor mais alto fará o caminho mais suave. Enquanto o braço do robô estiver se movendo pelos pontos de rota com velocidade constante, a caixa de controle do robô não poderá esperar por uma operação de E/S ou uma ação do operador. Fazer isso poderá parar a movimentação do braço do robô ou causar uma parada de proteção.
- **Movimento circular** pode ser adicionado a um **Movimento P** para fazer um movimento circular. O robô inicia o movimento a partir de sua posição atual ou ponto de início, movimentando-se através de um **Ponto de Trajeto** especificado no arco circular, e um **Ponto Final**, que completa o movimento circular.

Um modo é usado para calcular a orientação da ferramenta, através do arco circular. O modo pode ser:

- Fixo: apenas o ponto de início é usado para definir a orientação da ferramenta
- Sem restrição: o ponto de início se transforma em **Ponto Final** para definir a orientação da ferramenta



Parâmetros compartilhados

Os parâmetros compartilhados no canto inferior direito da tela Mover se aplicam ao movimento da posição anterior do braço do robô para o primeiro ponto de rota sob o comando e de lá para cada um dos pontos de rota a seguir. As configurações do comando Mover não se aplicam ao caminho que sai do último ponto de rota sob esse comando Mover.

Seleção do TCP

A forma como o robô se move entre pontos de rota é ajustado conforme se o TCP foi configurado usando um TCP definido pelo usuário ou um TCP ativo. **Ignorar TCP Ativo** permite ajustar este movimento em relação ao Flange de Ferramenta.

Configurar o TCP num Movimento

1. Acesse a tela de Guia Programa para configurar o TCP usado para pontos de rota.
2. Em Comando, selecione o tipo de Movimento no menu suspenso à direita.
3. Em Movimento, selecione uma opção do menu suspenso **Definir TCP**.
4. Selecione **Usar TCP ativo** ou selecione **TCP definido pelo usuário**.
Você também pode escolher **Ignorar TCP Ativo**.

Seleção de recurso

O recurso espacia os pontos de rota sob o comando Mover, que deve ser representado ao especificar estes pontos de rota (veja a seção 16.3). Isso significa que, ao configurar um ponto de rota, o programa se lembrará das coordenadas da ferramenta no espaço de recurso do recurso selecionado. Há algumas circunstâncias que precisam de explicação detalhada:

Pontos de rota relativos O recurso selecionado não afeta os pontos de rota relativos. O movimento relativo é sempre feito com relação à orientação da **Base**.

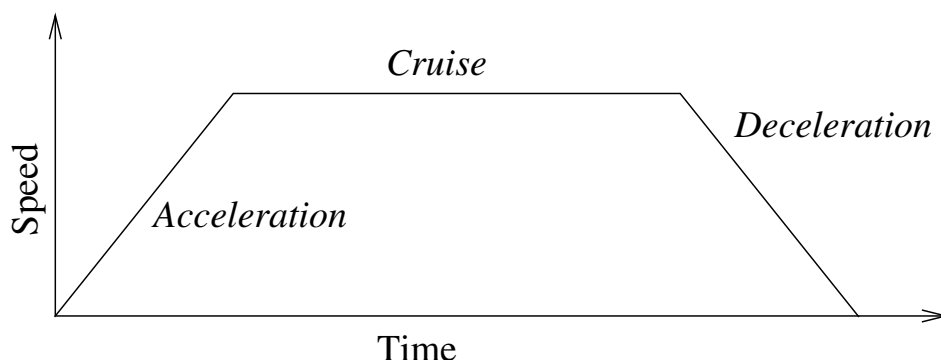


Figura 15.1: Perfil de velocidade para uma movimentação. A curva é dividida em três segmentos: *aceleração*, *cruzeiro* e *desaceleração*. O nível da fase de *cruzeiro* é fornecido pela configuração de velocidade da movimentação, enquanto que o grau das fases de *aceleração* e de *desaceleração* é fornecido pelo parâmetro de aceleração.

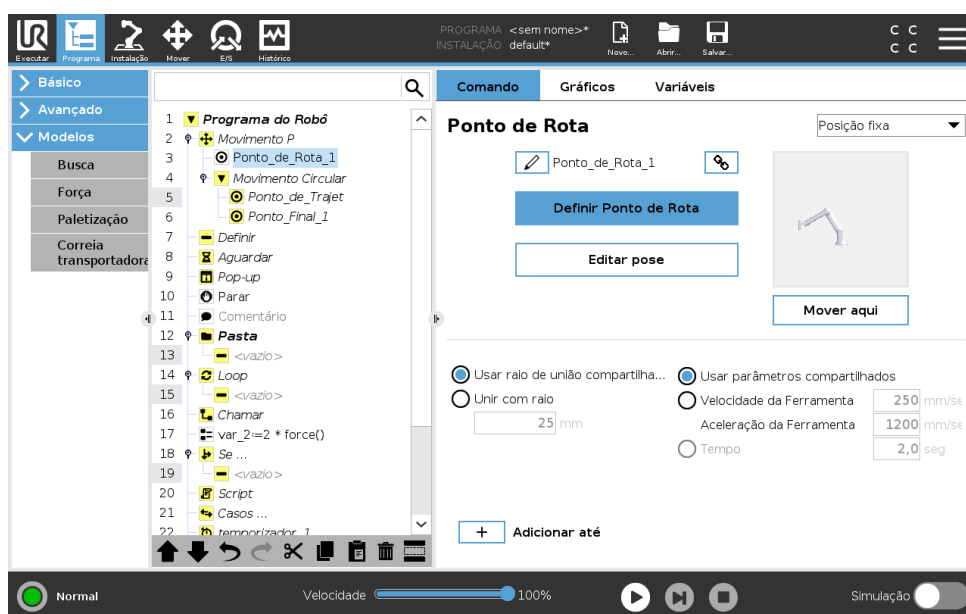
Pontos de rota variáveis Quando o braço do robô se move para um ponto de rota variável, o Ponto Central da Ferramenta (TCP) é calculado como as coordenadas da variável no espaço do recurso selecionado. Portanto, o movimento do braço do robô para um ponto de rota variável mudará se outro recurso for selecionado.

Variável de recurso Pode mudar a posição de um recurso enquanto o programa estiver em execução ao atribuir uma pose à sua variável correspondente.

Usar ângulos conjuntos

Como uma alternativa para a pose 3D, você pode selecionar a caixa de seleção **Usar ângulos conjuntos** ao usar o MoveJ para definir pontos de rota utilizando os ângulos conjuntos do robô. Se **Usar ângulos conjuntos** estiver ativada, o TCP e opções de recursos não estão disponíveis. Pontos de rota definidos usando **Usar ângulos conjuntos** não são ajustados quando o programa é movido entre robôs.

Ponto de Rota Fixo



Um ponto no caminho do robô. Os Pontos de rota são a parte mais central de um programa do robô, indicando ao braço do robô onde ele deve estar. Um ponto de rota de posição fixa é ensinado movendo fisicamente o braço do robô para a posição.

Ensinar pontos de rota

Ensinar é o termo usado para mostrar ao robô como posicionar o TCP em relação a um recurso para uma aplicação. Para ensinar ao robô um ponto de rota, siga as instruções abaixo:

1. Na aba Programa, insira um **Mover Nó**.
2. Em Mover Nó, use o menu suspenso **Configurar TCP** para configurar o TCP.
3. Em Mover Nó, use o menu suspenso **Recurso** para selecionar um recurso.
4. No Nó Ponto de Rota, use o **Modo ensinar** ou **Deslocar** para posicionar o robô em uma configuração desejada.

Utilizar pontos de rota

Utilizar um ponto de rota significa aplicar a relação ensinada entre o recurso e o TCP na presente situação. A relação entre o recurso e o TCP, aplicado para o recurso selecionado atualmente, alcança a localização do TCP desejada. Então o robô descobre como posicionar-se para que o TCP ativo atualmente alcance aquela posição TCP. Para usar um ponto de rota, siga as instruções abaixo:

1. Utilize um ponto de rota existente em um Mover Nó, ou insira o ponto de rota em um Mover Nó diferente
(p. ex.: copiando e colando ou usando o botão "Link" no ponto de rota).
2. Definir o TCP desejado.
3. Definir o recurso desejado.

Como configurar o ponto de rota

Nomes de pontos de rota

Os pontos de rota recebem automaticamente um nome único. O nome pode ser alterado pelo usuário. Ao selecionar o ícone de ligação, os pontos de rota são unidos e compartilham informação posicional. Outras informações do ponto de rota, como o raio de união e a velocidade/aceleração da articulação/ferramenta estão configuradas para cada ponto de rota individual, mesmo que eles estejam ligados.

União de agentes

A União de agentes permite que o robô faça a transição suavemente entre duas trajetórias, sem precisar parar no ponto de rota entre eles.

Exemplo Considere como exemplo uma aplicação de pegar e colocar (consulte a figura 15.2), em que o robô está atualmente no ponto de rota 1 (WP_1) e precisa pegar um objeto no ponto de rota 3 (WP_3). Para evitar colisões com o objeto e outros obstáculos (0), o robô deve se aproximar WP_3 no sentido proveniente do ponto de rota 2 (WP_2). Desse modo, os três pontos de rota são introduzidos para criar um caminho que satisfaça os requisitos.

Sem configurar outras definições, o robô fará uma parada em cada ponto de rota antes de prosseguir com o movimento. Para esta tarefa, uma parada em WP_2 não é ideal, uma vez que um giro suave requer menos tempo e energia enquanto ainda estiver cumprindo os requisitos. É

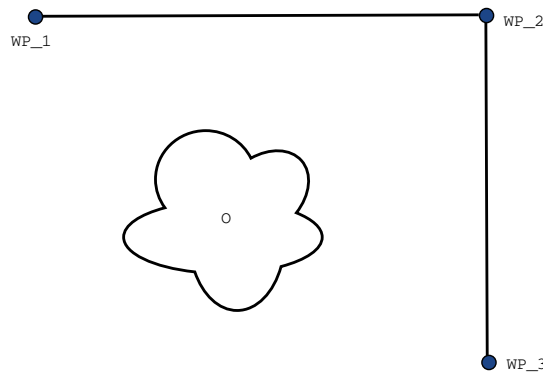


Figura 15.2: WP_1: posição inicial WP_2: ponto do trajeto, WP_3: posição de pegar, O: obstáculo.

aceitável ainda que o robô não possa atingir WP_2 exatamente, se a transição da primeira trajetória para a segunda acontecer perto desta posição.

A parada no WP_2 pode ser evitada configurando uma união com o ponto de rota, permitindo que o robô calcule uma transição suave para a próxima trajetória. O principal parâmetro para a união é um raio. Quando o robô está dentro do raio de união do ponto de rota, ele pode começar a união e se desviar do caminho original. Isso permite maior rapidez e fluidez dos movimentos, pois o robô não precisa desacelerar e reacelerar.

Parâmetros de união Além dos pontos de rota, vários parâmetros influenciarão a trajetória da união (consulte a figura 15.3):

- O raio de união (r)
- A velocidade inicial e final do robô (nas posições p1 e p2, respectivamente)
- O tempo de movimento (por exemplo, ao definir um período de tempo específico para uma trajetória isso influenciará a velocidade inicial/final do robô)
- a união de tipos de trajetória de e para (Movimento L, Movimento J)

Se um raio de união for configurado, a trajetória do braço do robô se une em torno do ponto de rota, permitindo que o robô não pare no ponto.

Não pode haver sobreposição de uniões, de modo que não é possível definir um raio de união sobreposto à união de raio de um ponto de rota anterior ou posterior, como mostrado na figura 15.4.

Trajétórias de união condicionais A trajetória de união é afetada tanto pelo ponto de rota onde o raio de união está definido quanto pelo ponto seguinte na árvore do programa. Isto é, no programa na figura 15.5 a união ao redor de WP_1 é afetada por WP_2. A consequência disso se torna mais aparente quando união acontece ao redor de WP_2 neste exemplo. São possíveis duas posições finais e, para determinar qual é o próximo ponto de rota a unir, o robô deve avaliar a leitura atual da `entrada_digital[1]` já quando entrar no raio de união. Isso significa que a expressão **se...então** (ou outras declarações necessárias para determinar o ponto de rota seguinte, por exemplo, pontos de rota variáveis) é avaliada antes que cheguemos efetivamente

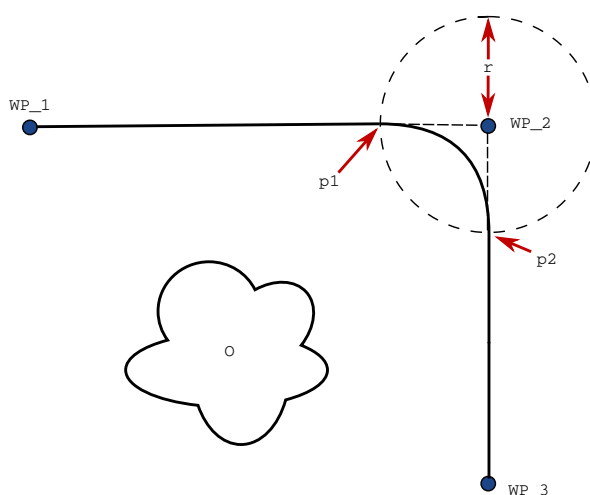


Figura 15.3: União WP_2 com raio r , posição da união inicial em $p1$ e posição da união final em $p2$. O é um obstáculo.

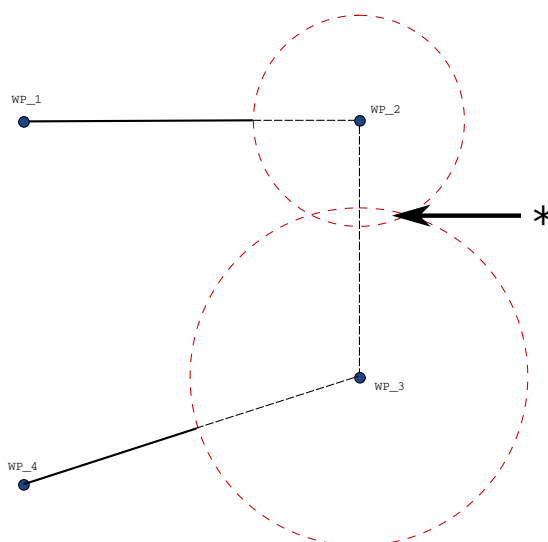


Figura 15.4: A sobreposição do raio de união não é permitida (*).

a WP_2, o que é um pouco contraintuitivo quando se olha para a sequência do programa. Se um ponto de rota é um ponto de parada seguido de expressões condicionais para determinar o próximo ponto de rota (por exemplo, o comando de E/S) ele é executado quando o braço do robô parar no ponto de rota.

Trajétórias de união Dependendo do tipo de movimento (MoveL, MoveJ ou MoveP), diferentes trajetórias de união são geradas.

- **Unões no MoveP** Ao unir no MoveP, a posição da união segue um arco circular a uma velocidade constante. A orientação une com uma interpolação suave entre as duas trajetórias. Você pode unir um MoveJ ou um MoveL em um MoveP. Em tal caso, o robô usa a união

```

Movimento L
  WP_I
  WP_1 (união)
  WP_2 (união)
  se (entrada_digital[1]) então
    WP_F_1
  senão
    WP_F_2

```

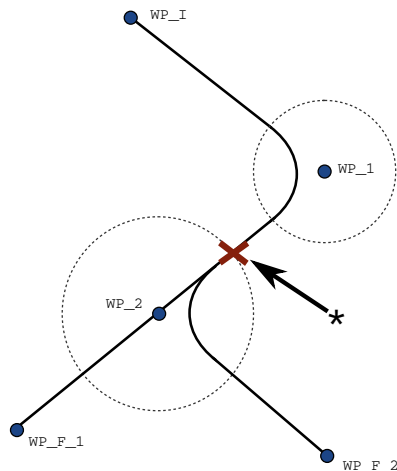


Figura 15.5: WP_I é o primeiro ponto de rota e existem dois pontos de rota finais potenciais WP_F_1 e WP_F_2, dependendo de uma expressão condicional. A expressão condicional *se* é avaliada quando o braço do robô entra na segunda união (*).

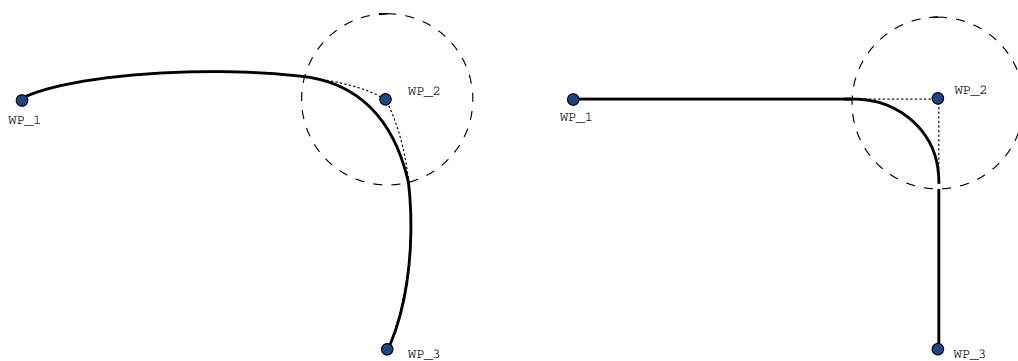


Figura 15.6: Movimento e união do espaço de articulação (MoveJ) versus o espaço cartesiano (MoveL).

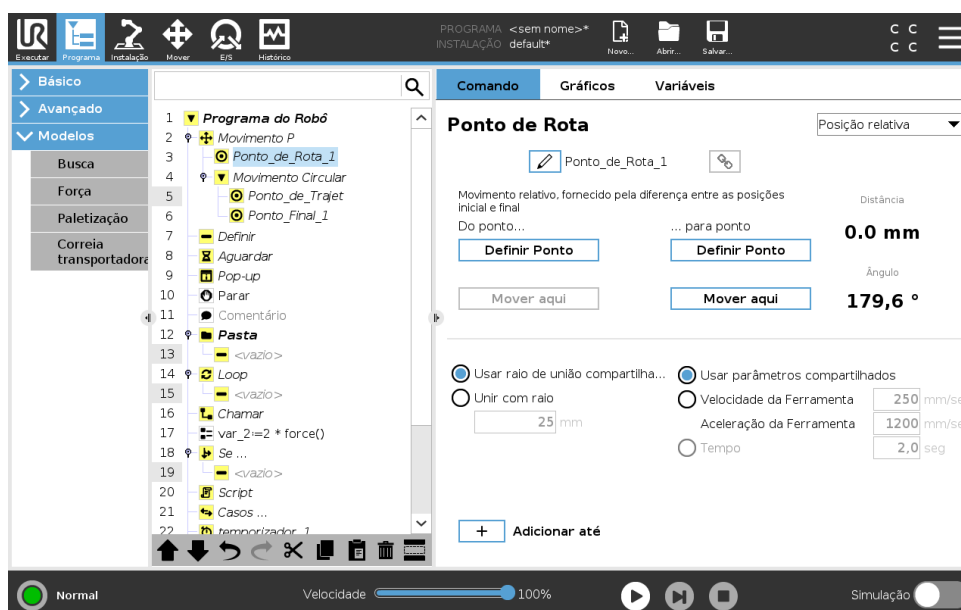
de arco circular, MoveP e interpola a velocidade dos dois movimentos. Você não pode unir uma MoveP a um MoveJ ou um MoveL. Em vez disso, o último ponto de rota do MoveP é considerado como um ponto de paragem sem união. Você não pode executar uma união se as duas trajetórias estiverem em um ângulo próximo de 180 graus (direção reversa) porque cria um arco circular com um raio muito pequeno que o robô não pode seguir a uma velocidade constante. Isto causa uma exceção de execução no programa, que pode ser corrigida ajustando os pontos de rota para causar um ângulo menos agudo.

- **Unões envolvendo MoveJ** Unões com MoveJ causam uma curva suave no espaço articular. Isto vale para uniões de MoveJ para MoveJ, MoveJ para MoveL e MoveL para MoveJ. A união produz uma trajetória mais suave e mais rápida do que os movimentos sem uma união (ver figura 15.6). Se a velocidade e a aceleração são usadas para especificar o perfil de velocidade, a união permanece dentro do raio de união durante a união. Se usar *tempo* em vez de *velocidade* e *aceleração* para especificar o perfil de velocidade de ambos

os movimentos, a trajetória de mistura segue a trajetória do MoveJ original. Quando ambos os movimentos são limitados pelo tempo, o uso de misturas não economiza tempo.

- **Unões no MoveL** Ao unir no MoveL, a posição da união segue um arco circular a uma velocidade constante. A orientação une com uma interpolação suave entre as duas trajetórias. O robô pode desacelerar na trajetória antes de seguir o arco circular para evitar acelerações muito altas (por exemplo, se o ângulo entre as duas trajetórias estiver próximo aos 180 graus).

Ponto de Rota Relativo

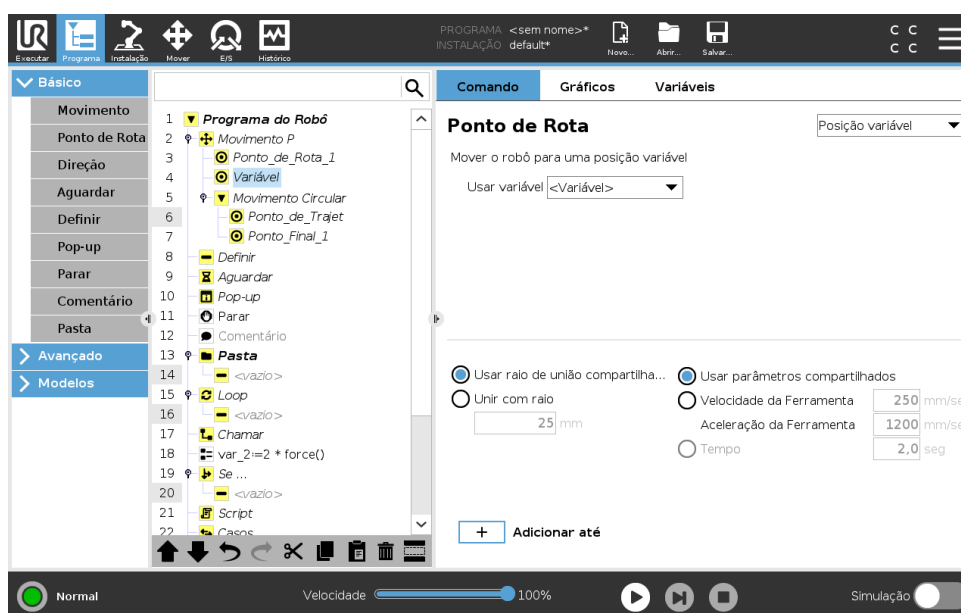


Um ponto de rota com uma determinada posição relativa à posição anterior do braço do robô, como “dois centímetros para a esquerda”. A posição relativa é definida como a diferença entre as duas posições fornecidas (da esquerda para a direita).

Nota: posições relativas repetidas podem mover o braço do robô para fora de sua área de trabalho.

A distância aqui é a distância cartesiana entre o TCP nas duas posições. O ângulo determina quanto à orientação do TCP será alterada entre as duas posições. Mais precisamente, o comprimento do vetor de rotação que descreve a alteração na orientação.

Ponto de Rota Variável



Um ponto de rota com a posição fornecida por uma variável, neste caso `calculated_pos`. A variável precisa ser uma *posição*, como

$var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]$. As três primeiras são x,y,z e as três últimas são a orientação fornecida como um vetor de rotação fornecido pelo vetor rx,ry,rz . O comprimento do eixo é o ângulo a ser girado em radianos e o vetor em si fornece o eixo sobre o qual girar. A posição sempre é fornecida em relação a um quadro de referência ou a um sistema de coordenadas, definido pelo recurso selecionado. Se um raio de união for definido em um ponto de rota fixo e os pontos de rota anteriores e posteriores que são variáveis ou se o raio de união for definido em um ponto de rota variável, então, o raio de união não será verificado quanto a sobreposição (consulte 15.5.1). Se, ao executar o programa, o raio de união sobrepor um ponto, o robô irá ignorá-lo e passar para a próxima.

Por exemplo, para mover o robô 20 mm ao longo do eixo z da ferramenta:

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

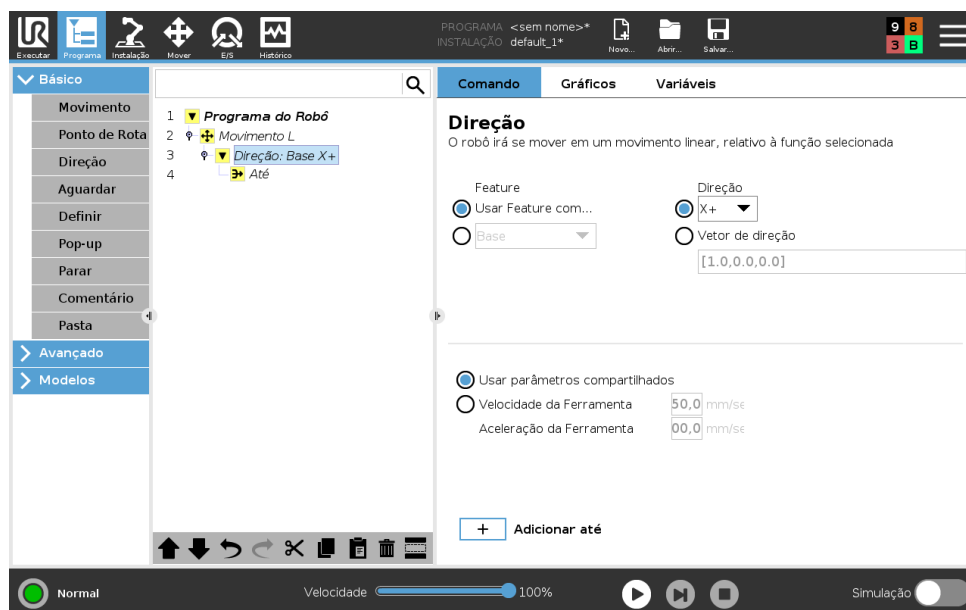
Movimento L

Ponto de Rota_1 (posição variável):

Usar variável=var_1, Função=Ferramenta

15.5.2 Direção

O nó de programa **Direção** especifica um movimento relativo aos eixos de recurso ou TCPs. O robô se movimenta ao longo do caminho especificado pelo nó de programa direção até esse movimento ser interrompido por uma condição **Até**.



Adicionar um movimento de direção

1. Em Básico, toque em **Direção** para adicionar um movimento linear à árvore de programas.
2. No campo Direção, debaixo de Característica, defina o movimento linear.

Parada de um movimento de direção

1. No campo Direção, toque no botão **Adicionar Até** para definir e adicionar critérios de parada à árvore de programas.

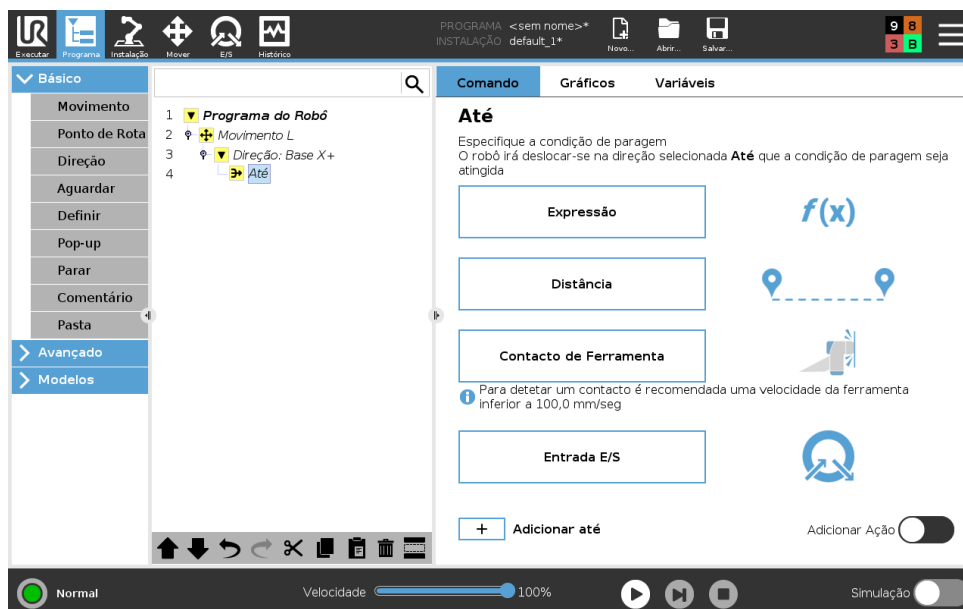
Pode adicionar configurações de Vetor de Direção, para **Velocidade da Ferramenta** e **Aceleração da Ferramenta**, para definir o vetor de direção para movimento linear, permitindo usos avançados como:

- definição de movimento linear relativamente a múltiplos eixos de recurso
- cálculo da direção como expressão matemática

Os vetores de direção definem uma expressão de código personalizado que é solucionado para um vetor unitário. Por exemplo, os vetores de direção [100,0,0] e [1,0,0] têm exatamente o mesmo efeito sobre o robô; use o deslizante de velocidade para percorrer o eixo x à velocidade desejada. Os valores dos números no vetor de direção apenas interessam a um relativamente ao outro.

Até

O nó de programa **Até** define um critério de parada para um movimento. O robô percorre um caminho e para quando é feito contato. Na árvore de programas, você pode adicionar Nós Até em Nós de Direção e Nós de Ponto de Rota. Pode adicionar vários critérios de parada para um único movimento. O movimento é interrompido quando o primeira condição **Até** for cumprida.



No campo **Até**, pode definir os seguintes critérios de parada:

- **Distância** Este nó pode ser usado para parada de um movimento de direção depois de o robô se deslocar uma determinada distância. A velocidade é diminuída até que o robô pare na posição exata.
- **Contato da ferramenta** (ver 15.5.2) Você pode usar este nó para parar um movimento quando a ferramenta do robô detectar um contato.
- **Expressão** Este nó pode ser usado para parada de um movimento devido a uma expressão de programa personalizada. Você pode usar E/S, variáveis ou funções de script para especificar a condição de parada.
- **Entrada E/S** É possível usar este nó para parar um movimento controlado por sinal em uma entrada E/S.

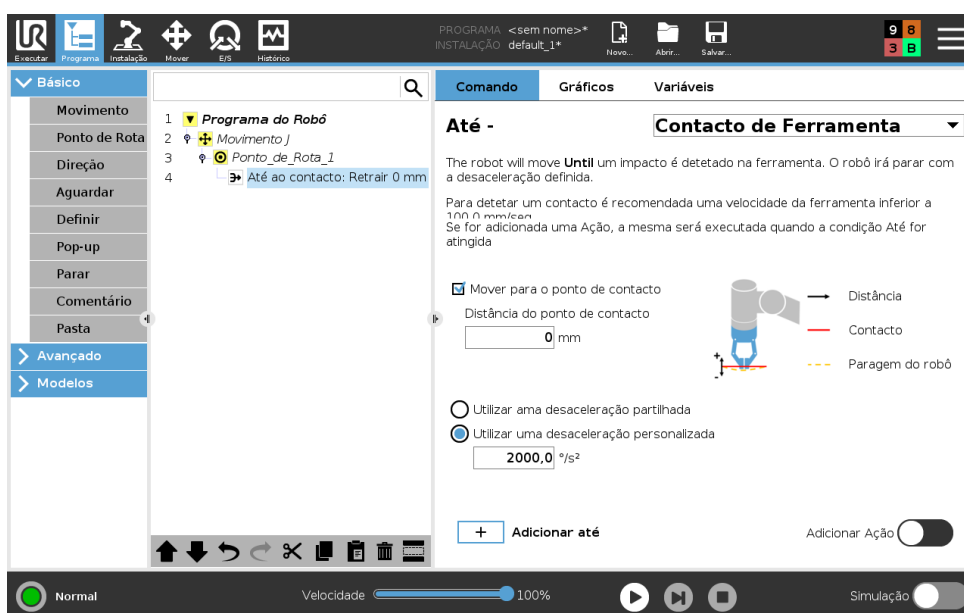
Até o contato da ferramenta

O modo do programa **Até o contato da ferramenta** permite que o robô pare seu movimento quando o contato com a ferramenta for estabelecido. É possível definir a desaceleração da parada e a retração da ferramenta.



CUIDADO:

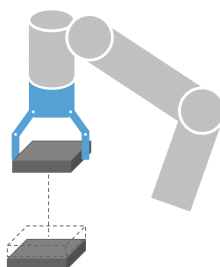
A velocidade padrão de movimento é demasiadamente alta para a detecção do contato. Uma velocidade de movimento aciona uma Parada de Proteção antes que a condição de Contato da Ferramenta possa ter efeito. Para evitar acionar uma Parada de Proteção, abaixe a velocidade de movimento. Por exemplo: 100 m/s.



NOTA:

Até o contato da ferramenta pode não funcionar se a ferramenta instalada vibrar. Por exemplo: uma garra de aspiração com uma bomba integrada pode introduzir vibrações rápidas.

É possível usar o Nó Até o contato da ferramenta para aplicações, como o Empilhamento/Desempilhamento, onde o Até o contato da ferramenta determina a altura de objetos empilhados.



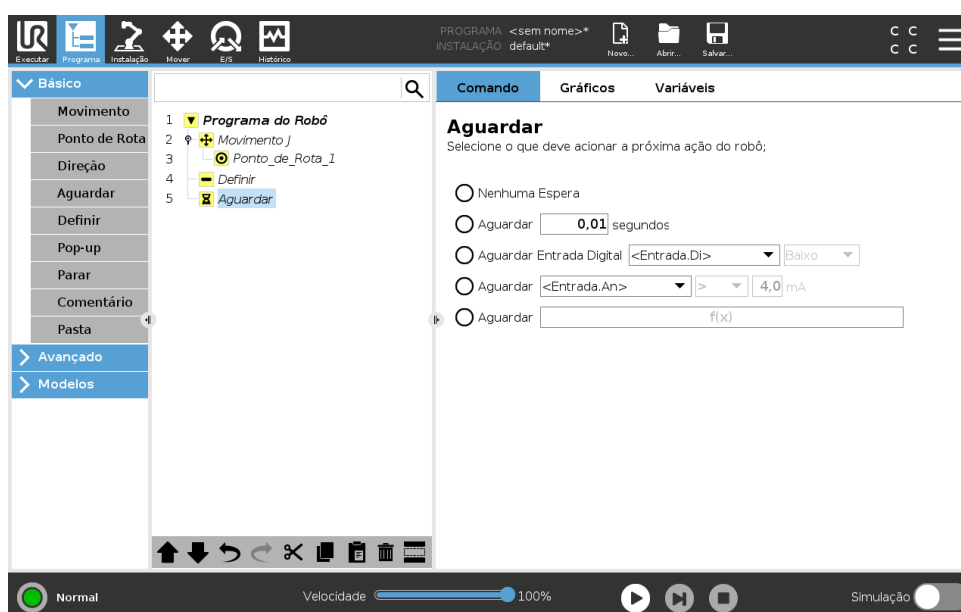
Retrair para Contato

Usar a configuração **Retrair para Contato** para que o robô volte ao ponto inicial de contato. É possível definir um outro movimento inverso para que o robô se mova livremente de contatos ou em direção a este. Isso é útil se você tiver uma garra que precisa de espaço livre para se mover ou se uma ação de fixação for necessária.

Ação

Acrescentar uma **Ação** permite que um nó de programa seja acrescentado se uma condição do tipo **Até** específica for atendida. Por exemplo, Até Contato com a Ferramenta pode envolver a ação de aperto de uma garra. Se nenhuma **Ação** for definida, a execução do programa continua no próximo nó do programa da Árvore de Programas.

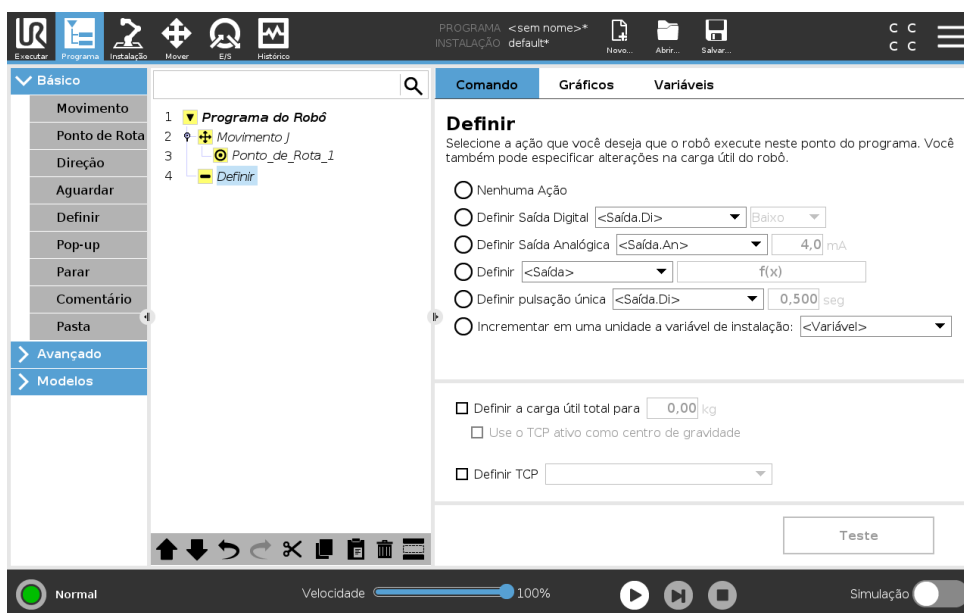
15.5.3 Aguardar



Esperar pausa o sinal de E/S, ou expressão, por um determinado período de tempo. Se **Não esperar** for selecionado, nada será feito.

Nota: Uma vez que a Interface de Comunicação da Ferramenta TCI for ativada, a entrada analógica da ferramenta não estará disponível para a seleção e expressões **Esperar por**.

15.5.4 Definir



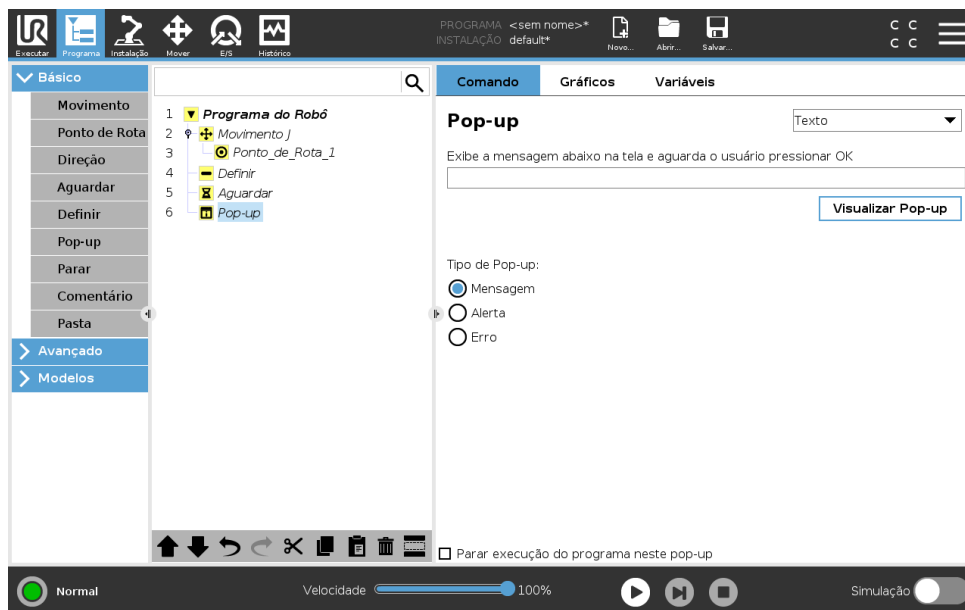
Define saídas digitais ou analógicas em um determinado valor. As saídas digitais também podem ser definidas para enviar um único impulso.

Use o comando Definir para definir a carga útil do braço do robô. Pode ajustar o peso da carga útil para evitar que o robô realize uma parada de proteção, quando o peso na ferramenta for diferente do peso esperado para a carga útil. Se o TCP ativo não deve ser utilizado como centro de gravidade, a caixa de opção deve ser desmarcada.

O TCP ativo pode também ser modificado usando um comando **Definir** - marque a caixa de seleção e selecione um dos deslocamentos TCP do menu.

Se o TCP ativo de um movimento em particular for conhecido no momento da criação do programa, você pode usar a seleção de TCP tocando em **Mover** no menu Lateral à esquerda (ver 15.5.1). Para mais informações sobre a configuração de TCPs nomeados, (consulte 16.1.1).

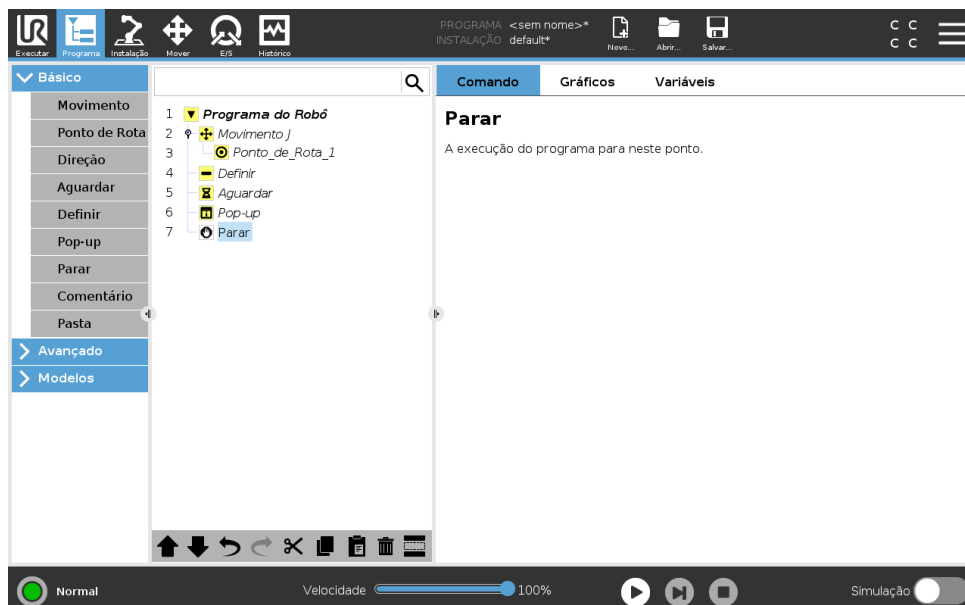
15.5.5 Pop-up



O pop-up é uma mensagem que aparece na tela quando o programa atinge esse comando. O estilo da mensagem pode ser selecionado e o texto em si pode ser fornecido usando o teclado na tela. O robô espera até o usuário/operador pressionar o botão “OK” do pop-up antes de continuar com o programa. Se o item “Parar execução do programa” for selecionado, o programa do robô irá parar nesse pop-up.

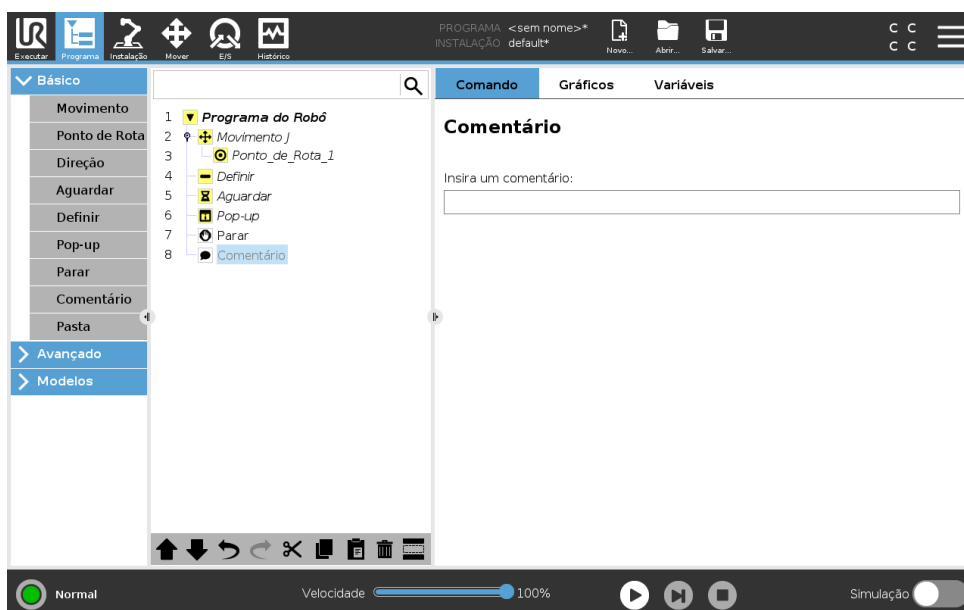
Nota: As mensagens são limitadas a um máximo de 255 caracteres.

15.5.6 Parar



A execução do programa para neste ponto.

15.5.7 Comentário



Fornece ao programador a opção de incluir uma linha de texto no programa. Essa linha de texto não realiza nada durante a execução do programa.

15.5.8 Pasta

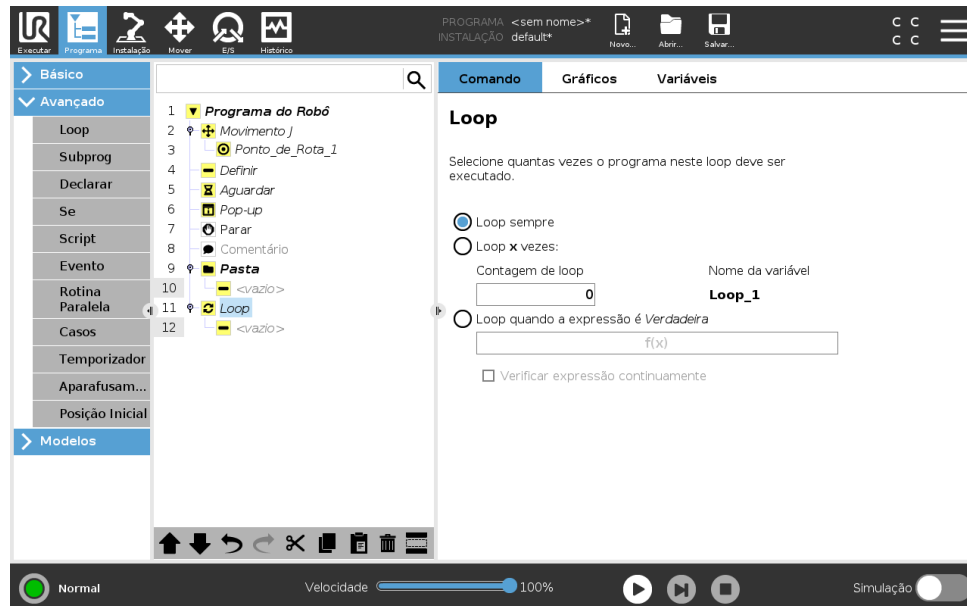


Uma **Pasta** é usada para organizar e rotular partes específicas de um programa, para limpar a árvore do programa e para facilitar a leitura e a navegação do programa.

Pastas não têm impacto sobre o programa e a sua execução.

15.6 Nós Avançados do Programa

15.6.1 Loop

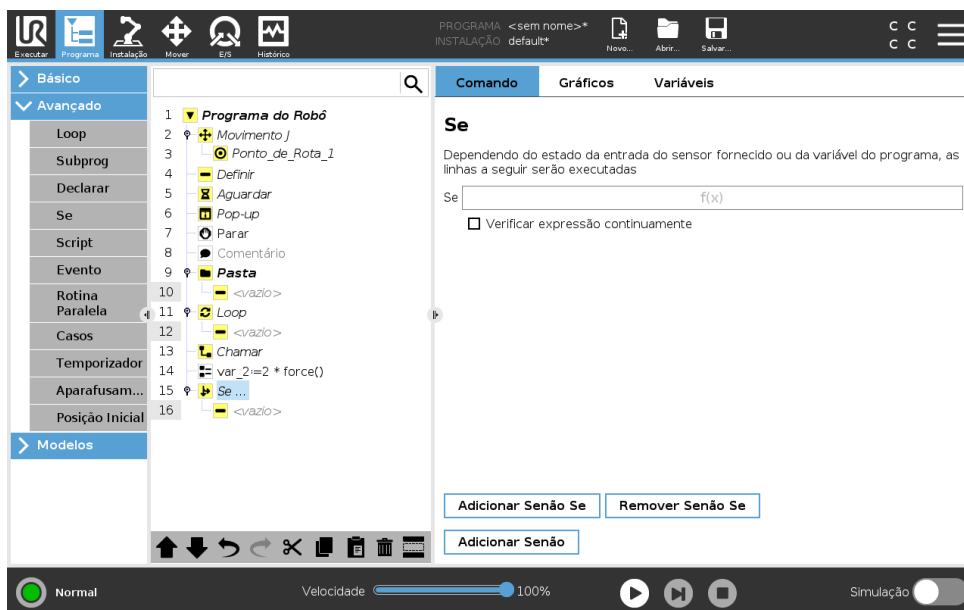


Realiza o loop dos comandos do programa subjacente. Dependendo da seleção, os comandos do programa subjacente são colocados em loop infinitamente, um determinado número de vezes ou desde que a condição determinada seja verdadeira. Ao realizar loop por um determinado número de vezes, uma variável de loop dedicada (chamada `loop_1` na captura de tela acima) será criada e poderá ser usada em expressões dentro do loop. A variável de loop enumera de 0 a $N - 1$.

Ao realizar loop usando uma expressão como a condição final, o PolyScope fornece uma opção para avaliar de forma contínua essa expressão, de forma que o "loop" possa ser interrompido a qualquer momento durante sua execução, em vez de apenas após cada iteração.

15.6.2 Se

Frases como Se e Se...Então mudam o comportamento do robô, com base nas entradas do sensor ou valores variáveis.



Selecionar condições no Editor de expressão que formem expressões usando uma frase **Se**. Se a condição for avaliada como Verdadeira, as frases dentro desse comando **Se** serão executadas. No entanto, um comando **Se** apenas pode ter uma declaração **Então**. Use **Adicionar EntãoSe** e **Remova EntãoSe** para adicionar e remover expressões **EntãoSe**.

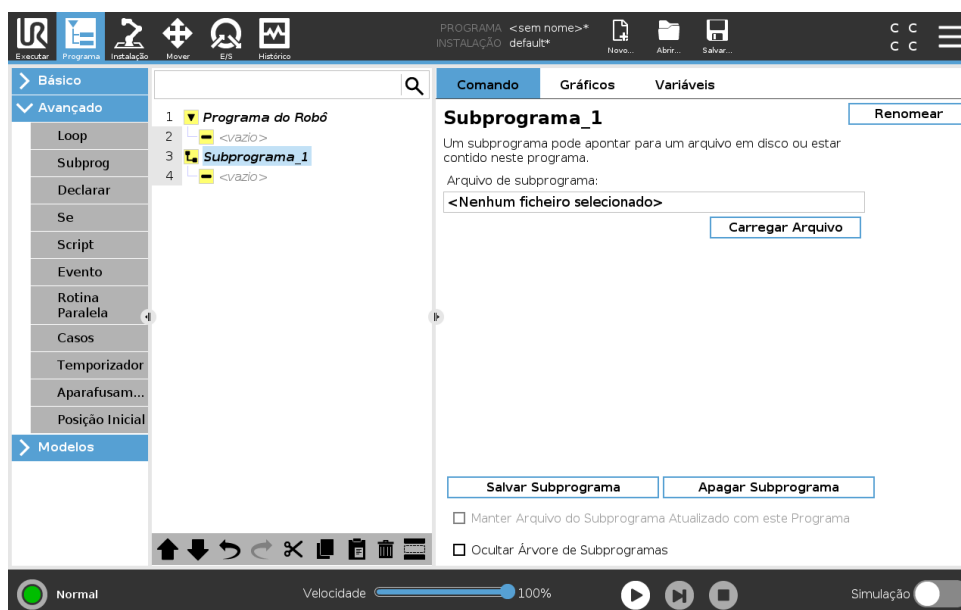
Selecione **Verificar Expressão Continuamente** para permitir que frases **Se**, **EntãoSe** e **Loop** sejam avaliadas enquanto as linhas contidas são executadas. Se uma expressão em uma frase **Se** for avaliada como Falsa, as frases **EntãoSe** ou **Então** são seguidas.



NOTA:

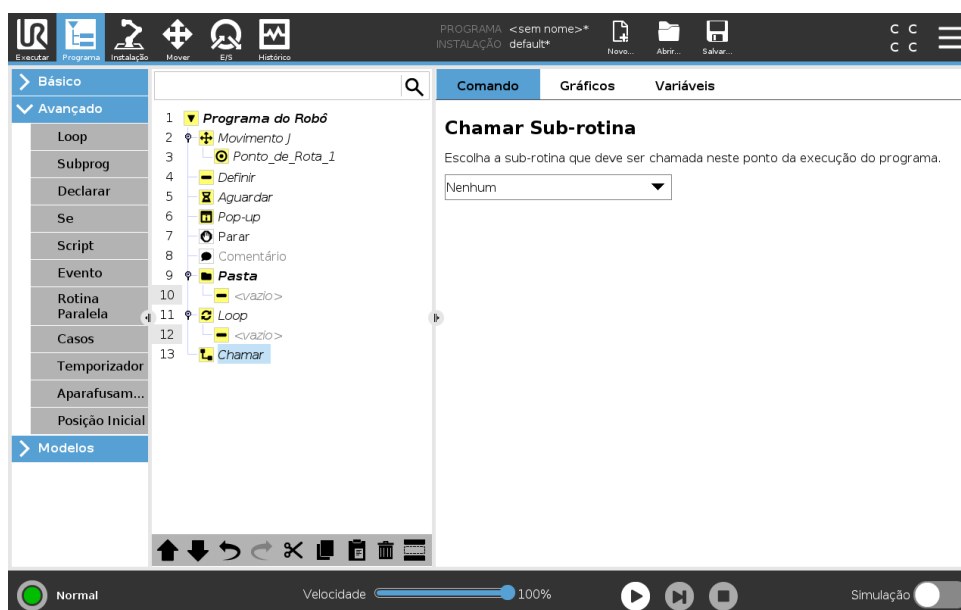
Se há pontos de rota em uma expressão **Se** ou em uma expressão **Loop** com a opção **Verificar Expressão Continuamente**, você pode adicionar **pararj()** ou um **pararl()** após a expressão para desacelerar suavemente o braço do robô. Isso é válido tanto para Comandos **Se** e **Loop** (ver seção 15.6.1).

15.6.3 Subprograma



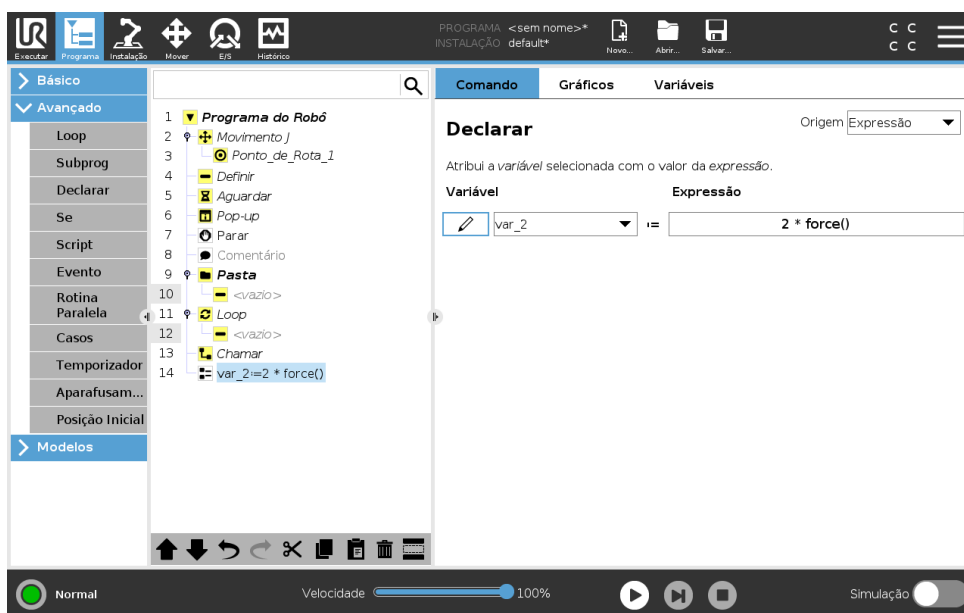
Um Subprograma pode conter partes do programa necessárias em diversos locais. Um Subprograma pode ser um arquivo separado no disco e também pode ser oculto para proteger contra alterações acidentais do subprograma.

Chamar Subprograma



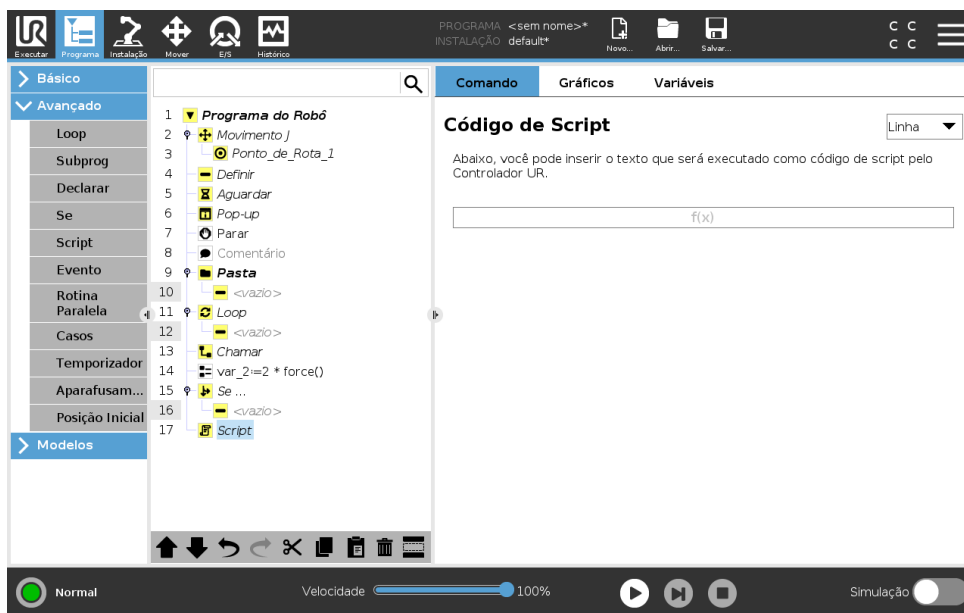
Uma chamada a um subprograma executará as linhas do programa no subprograma e, em seguida, retornará à próxima linha.

15.6.4 Atribuição



Designa valores a variáveis. Uma designação coloca o valor calculado do lado direito na variável do lado esquerdo. Isso pode ser útil em programas complexos.

15.6.5 Script



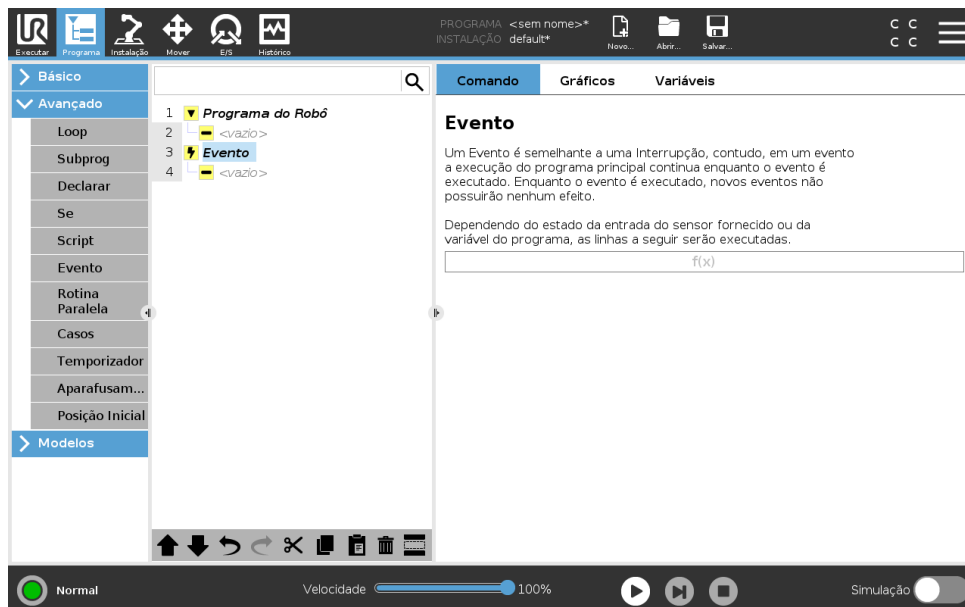
As seguintes opções estão disponíveis na lista suspensa em Comando:

- **Linha** permite que você escreva uma única linha de código de URScript, usando o Editor de expressão (15.1.4)
- **Arquivo** permite que você escreva, edite ou carregue arquivos de URScript.

Você pode encontrar instruções para escrever URScript no Manual de Script (<http://www.universal-robots.com/support>).

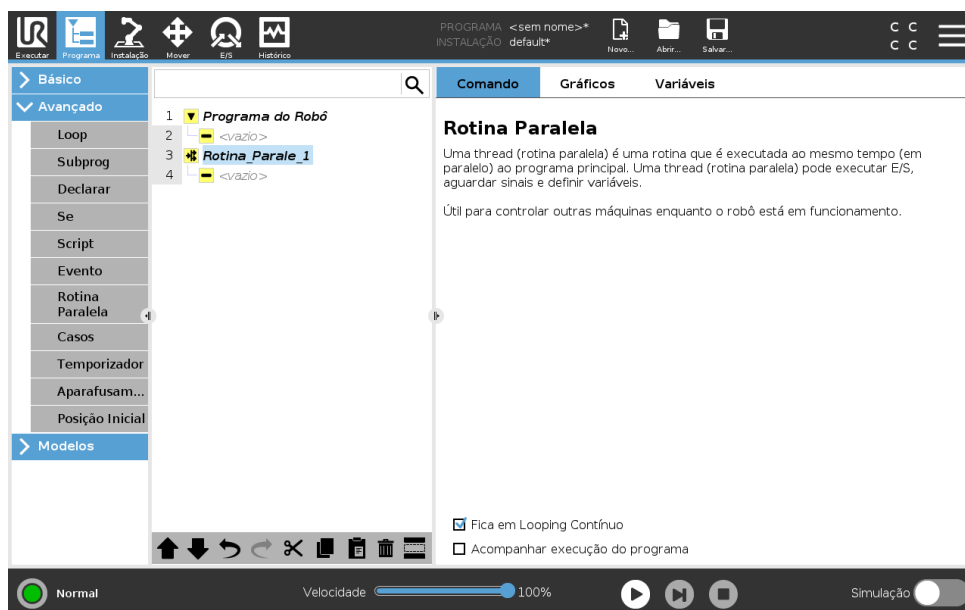
Funções e Variáveis declaradas em um arquivo URscript estão disponíveis para uso em todo o programa no PolyScope.

15.6.6 Evento



Um evento pode ser usado para monitorar um sinal de entrada e executar alguma ação ou para definir uma variável quando esse sinal de entrada fica alto. Por exemplo, no evento em que um sinal de saída fica alto, o programa do evento pode esperar 200ms e, em seguida, defini-lo para baixo novamente. Isso pode tornar o código do programa principal muito mais simples no caso de uma máquina externa acionar um flanco crescente em vez de um nível de entrada alto. Os eventos são verificados uma vez a cada ciclo de controle (2ms).

15.6.7 Rosquear

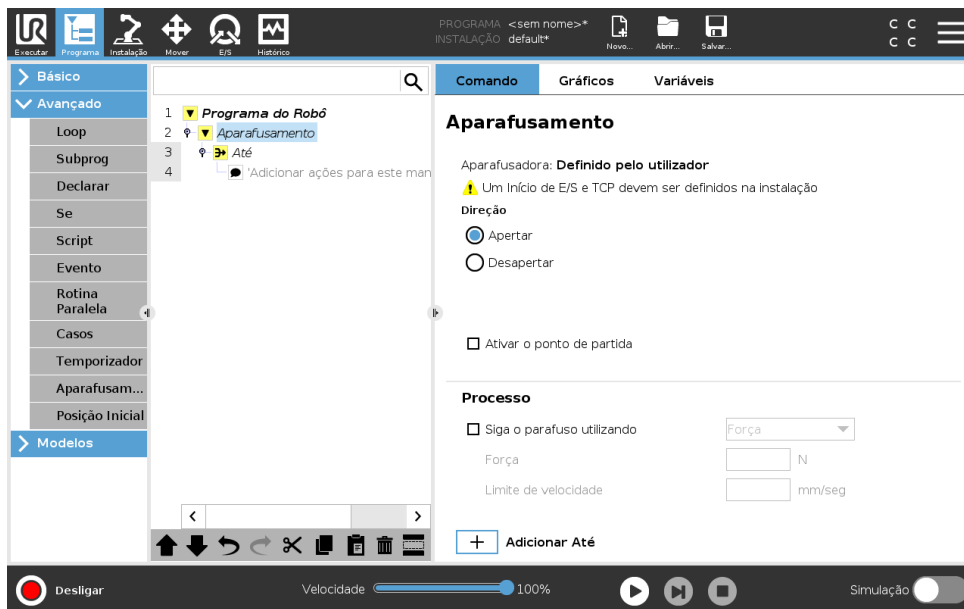


Um thread é um processo paralelo ao programa do robô. Um thread pode ser usado para controlar uma máquina externa de forma independente do braço do robô. Um thread pode se co-

municar com o programa do robô com variáveis e sinais de saída.

15.6.8 Aparafusamento

O nó do programa de **Aparafusamento** oferece uma maneira fácil de acrescentar uma aplicação de aparafusamento a uma parafusadeira fixada. A configuração da parafusadeira e suas conexões ao robô é definida na Guia Instalação (ver 16.1).



Acrescentando um Nó de Aparafusamento

1. No cabeçalho, toque em **Programa**.
2. Em Avançado, toque em **Aparafusamento**.
3. Selecione **Apertar** para seguir o parafuso em uma direção de aperto (pol.), ou selecione **Desparafusar** para seguir um parafuso em uma direção de desparafusamento (s). Esta seleção só afeta o movimento de um robô para seguir o parafuso e seus cálculos de medição.
4. No campo **Seleção de programa**, é possível selecionar um programa de parafusadeira, de acordo com os sinais da **Seleção de Programa** na instalação.
5. Selecione **Habilitar Ponto de Início** para adicionar um MoveL à Árvore de Programas executada quando a parafusadeira já está sendo executada.
Selecione **Ativar o tratamento de erros da máquina**, para adicionar uma medida corretiva, se necessário, à Árvore de Programas, antes que as ações de aparafusamento comecem.

Selecione **Seguir o Parafuso**, em **Processo** para afetar a ação de aparafusamento das maneiras a seguir:

- **Força**: Selecione **Força** para definir a quantidade de força exercida sobre um parafuso. Em seguida, selecione **Limite de velocidade**, de modo que o robô se mova nessa velocidade, contanto que não entre em contato com o parafuso.

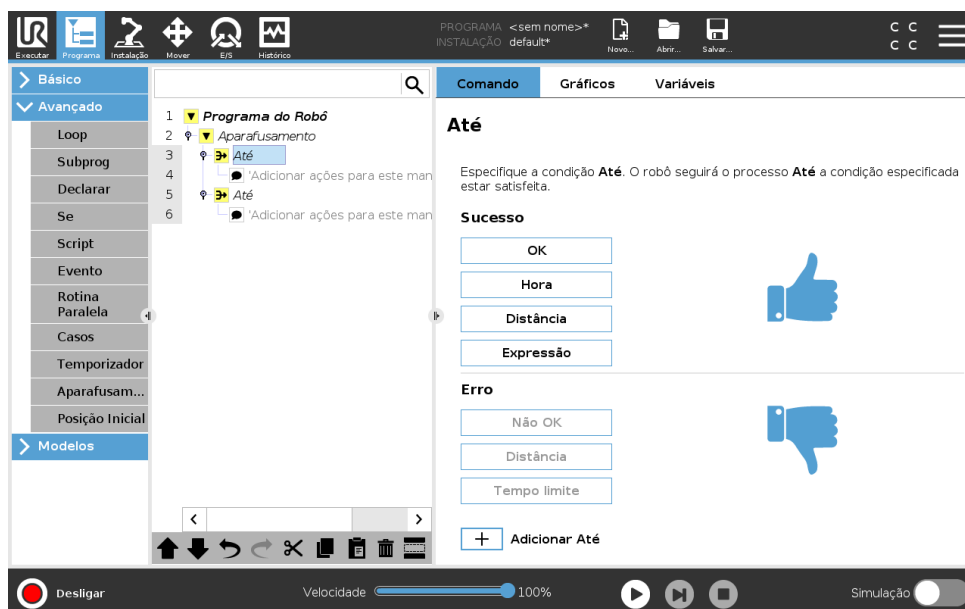
**CUIDADO:**

Coloque a ponta da parafusadeira acima do parafuso antes de começar um programa de aparafusamento. Exercer qualquer força sobre o parafuso pode afetar o desempenho do programa de aparafusamento.

- **Velocidade:** Selecione uma **Velocidade de ferramenta** e **Aceleração** fixas para que o robô siga o parafuso.
- **Expressão:** Semelhantemente ao comando Se (ver 15.6.2), selecione **Expressão** para descrever a condição sob a qual o robô segue o parafuso.

Aparafusar até

O nó do programa de aparafusamento inclui um nó **Até** obrigatório até o sucesso que define os critérios de parada para o processo de aparafusamento.



Você pode definir os seguintes critérios de parada:

- **Sucesso:** O aparafusamento continua até a conclusão ser detectada usando a opção selecionada. Você só pode adicionar uma condição de sucesso.
- **Erro:** O aparafusamento continua até ser detectado um erro, usando-se a opção selecionada. Você pode adicionar mais de uma condição de erro.



Sucesso

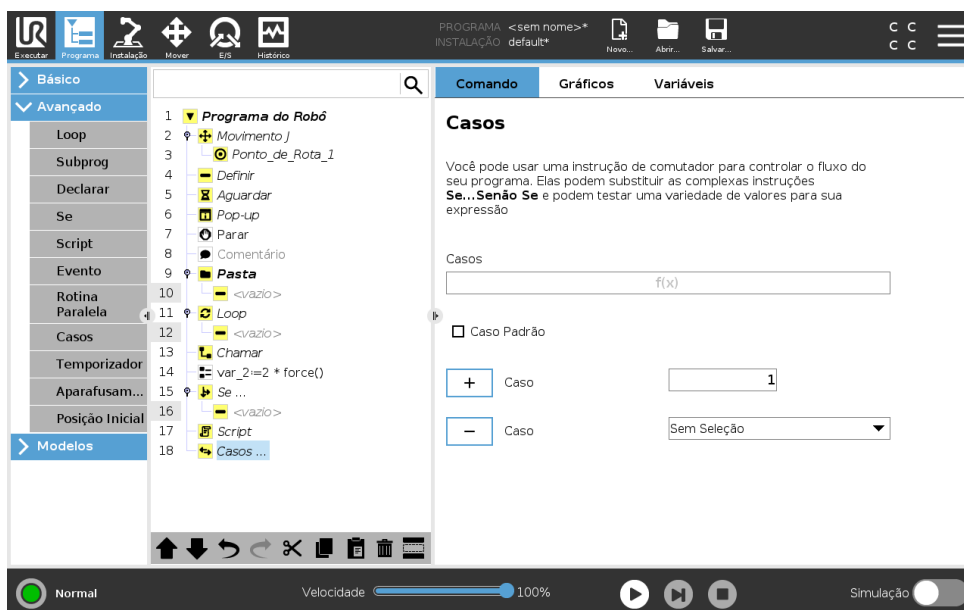
- **OK:** O aparafusamento continua até um sinal OK da parafusadeira ser detectado.
- **Horário:** O aparafusamento continua até um horário definido.
- **Distância:** O aparafusamento continua até uma distância definida.
- **Expressão:** O aparafusamento continua até que uma condição de expressão personalizada seja cumprida.



Erro

- **NOK:** O aparafusamento para quando um sinal NOK da parafusadeira for detectado.
- **Distância:** O aparafusamento para quando a distância definida for ultrapassada.
- **Tempo limite:** O aparafusamento para quando o horário definido for ultrapassado.

15.6.9 Alternar

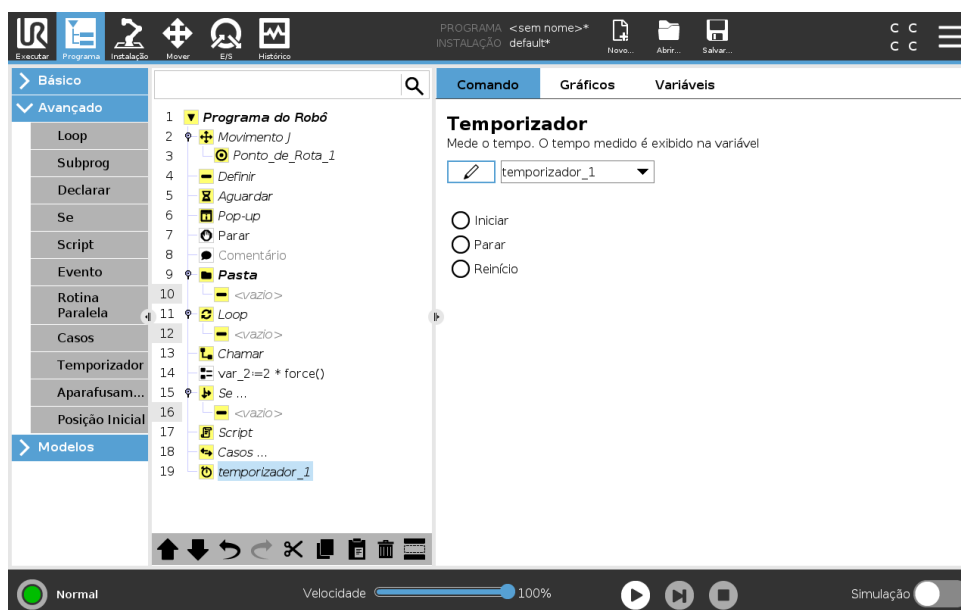


15.6 Nós Avançados do Programa

Uma construção de **Caso do comutador** pode fazer o robô alterar o comportamento com base em entradas do sensor ou valores de variáveis. Use o **Editor de Expressão** para descrever a condição base e definir os casos sob os quais o robô deve prosseguir para os subcomandos deste Comutador. Se a condição for avaliada como correspondente a um desses casos, as linhas dentro do Caso serão executadas. Se um Caso Padrão tiver sido especificado, as linhas serão executadas somente se não for encontrado mais nenhum outro caso correspondente.

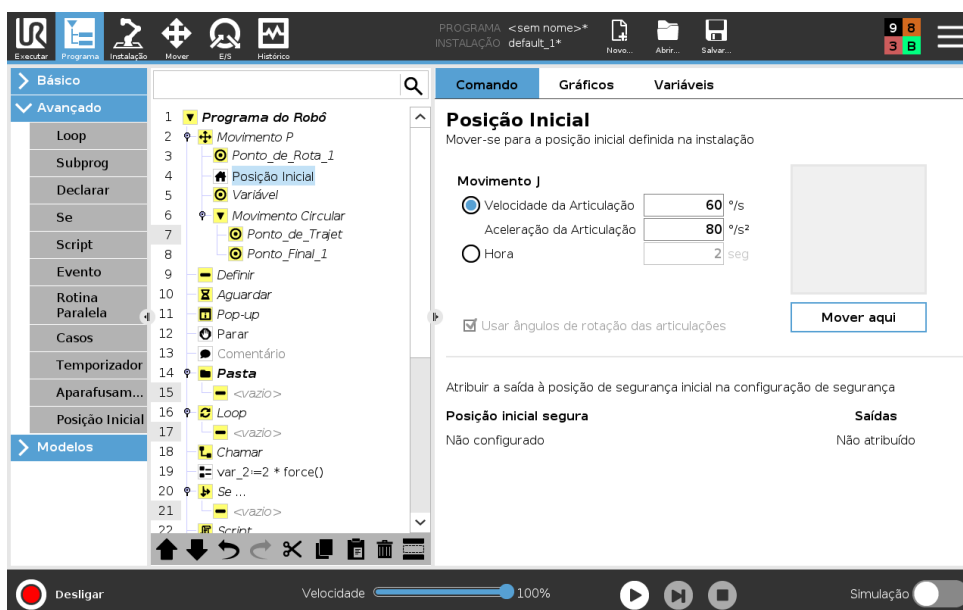
Cada Comutador pode ter vários Casos e um Caso Padrão. Os Comutadores podem ter apenas uma instância de quaisquer valores de Caso definidos. Os Casos podem ser incluídos usando os botões da tela. Um comando Caso pode ser removido da tela para este comutador.

15.6.10 Temporizador



Um Temporizador mede o tempo que leva para partes específicas do programa serem executadas. Uma variável do programa

15.6.11 Início



O nó do Início usa ângulos de articulação para mover o robô para uma posição inicial predefinida. Se definido como posição inicial segura, o nó do Início exibe como Início(Segurança) na Árvore do programa. Se a posição inicial está fora de sincronia com a segurança, o nó é indefinido.

15.7 Modelos

15.7.1 Paletização

Paletização é um modelo para facilmente programar tarefas de paletização e de despaletização, escolher e colocar peças (p. ex., bandejas, acessórios, etc.) e fazer o robô realizar ações repetíveis para diferentes itens em múltiplas camadas, com diferentes padrões. É possível criar diferentes padrões e aplicá-los a camadas específicas. É possível também posicionar um separador entre cada camada (ver 15.7.1). Além disso, é possível usar Acessórios de Propriedades de páletes para ajustar facilmente o posicionamento de seu pálete. Para saber mais sobre Acessórios, ver 16.3. Siga a seção **Criando um Programa de Paletização** a seguir para usar o modelo de paletização.

Criar um programa de paletização



1. Decida se você deseja ensinar um Acessório (ver 16.3) ou use uma Base como plano de referência.
2. No **Guia Programa**, em **Modelos**, toque em **Paletização**.
3. Na tela de Paletização, selecione um das seguintes ações, conforme a ação desejada.
 - (a) Selecione **Paletização** para colocar itens sobre um palete.
 - (b) Selecione **Despaletização** para remover itens de um pálete.
4. Em **Propriedades de páletes**, especifique o Nome, Recurso (ver Etapa 1), Altura de Objeto e nome de Contador de Itens para o seu programa. Selecione a caixa **Lembrar local do último item** se pretender que o robô reinicie no item onde estava quando foi interrompido.
5. Na tela de Paletização, em **Ações**, adicione ações adicionais a serem realizadas antes ou depois da sequência de paletização, selecionando o seguinte:
 - (a) **Adicionar ação antes da paletização**: Estas ações são realizadas antes de começar a paletização.
 - (b) **Adicionar ação depois a paletização**: Estas ações são realizadas depois de terminar a paletização.
6. Na árvore de programas, toque no nó **Padrões** para designar padrões para as suas camadas. Pode criar os seguintes tipos de padrões: Linha, Grelha ou Irregular (ver a figura abaixo). Nesta tela, é possível selecionar se você deseja incluir uma separação entre as camadas (consulte 15.7.1).
7. Toque no(s) nó(s) de padrão na árvore de programas para ensinar o robô posições específicas de uma camada (p. ex., pontos de início/fim, cantos de grelha e/ou número de itens). Ver 15.5.1 para instruções de ensino. Todas as posições devem ser ensinadas no fundo da paleta. Para duplicar um padrão, toque no botão **Duplicar padrão** na tela de nós de padrão que pretende duplicar.

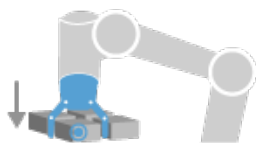
	Linha Para ensinar as posições, selecione cada item na árvore de programas: • Start_Item_1 • End_Item_1 Insira o número de itens na sua sequência usando a caixa de texto Itens no fundo da tela.
	Grelha Para ensinar as posições, selecione cada item na árvore de programas: • Corner_Item_1 • Corner_Item_2 • Corner_Item_3 • Corner_Item_4 Insira o número de filas e colunas nas caixas de texto apropriadas e defina a dimensão do padrão.
	Irregular Para ensinar as posições, selecione cada item na árvore de programas: • Item_1 • Item_2 • Item_3 Toque em Adicionar item para adicionar e identificar um novo item na sequência.

- Na árvore de programas, toque no nó de **Camadas** para configurar as camadas de sua sequência de paletização. Use o menu suspenso **Escolher padrão** para selecionar o padrão para cada camada. Toque no botão **Adicionar camada** para adicionar camadas ao seu programa. As camadas devem ser adicionados na ordem correta, pois não podem ser reordenadas mais tarde.
- Na árvore de programas, toque no nó **Em cada item**. Escolha usar a opção padrão (A) Assistente em Cada Item ou (B) Configurar Manualmente em Cada Item. Pode encontrar instruções para cada opção mais abaixo.

(A) Assistente em Cada Item O Assistente em Cada Item ajuda a definir as ações realizadas em cada item de um pálete, como p. ex., Ponto de Referência, Ponto de Rota de Aproximação, Ponto de Rota de Ponto de Ação da Ferramenta e Ponto de Rota de saída (descritos na tabela abaixo). A Abordagem e Pontos de Rota de saída de cada item permanecem na mesma orientação e direção, independentemente da orientação dos diferentes itens.

- Toque no nó **Em Cada Item** na árvore de programas.
- Na tela Em Cada Item, toque em **Seguinte**.

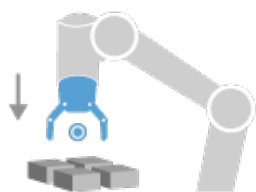
3. Toque no botão **Mover para Aqui**. Depois, mantenha pressionado o botão **Auto** ou use o botão **Manual** para mover o robô para o Ponto de Referência. Toque no botão **Continuar**. Toque em **Seguinte**.
4. Toque em **Definir Ponto de Rota** para ensinar o Ponto de Rota de Abordagem (ver 15.5.1). Toque em **Seguinte**.
5. Repita o passo 3.
6. Toque em **Definir Ponto de Rota** para ensinar o ponto de rota de saída (ver 15.5.1). Toque em **Seguinte**.
7. Toque em **Terminar**.
8. Pode agora adicionar nós de ação de pinças apropriados na pasta Ação da Ferramenta na árvore de programas.



Ponto de Ação da Ferramenta

Ponto de Rota de Ponto de Ação da Ferramenta: O local e a posição onde quer que o robô esteja ao realizar uma ação para cada item de uma camada. O Ponto de Rota de Ponto de Ação da Ferramenta é o Ponto de Referência padrão, mas pode ser editado na árvore de programas ao tocar no nó de Rota de Ponto de Ação da Ferramenta.

Ao usar o assistente, o Ponto de Referência é a primeira posição na primeira camada definida no patele. O Ponto de Referência é usado para ensinar o robô o Ponto de Rota de Aproximação, o Ponto de Rota de Ponto de Ação da Ferramenta, e o Ponto de Rota de saída para cada item numa camada.



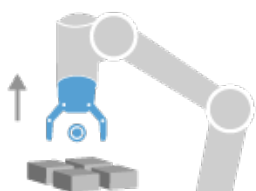
Aproximação

Aproximação de Ponto de Rota: A posição e direção sem colisões que você quer o robô tome ao aproximar-se de um item em uma camada.



Ação da Ferramenta

Ação da Ferramenta: A ação que você quer o anexo do robô realize para cada item.

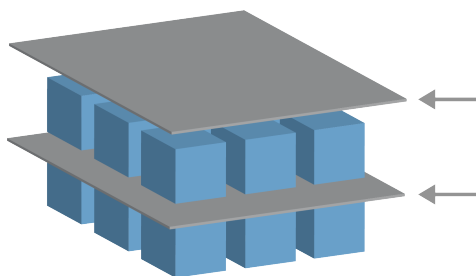


Sair

Sair de Ponto de Rota: A posição e direção sem colisões que você quer o robô tome ao afastar-se de um item em uma camada.

(B) Configuração Manual

1. Toque no nó **Em Cada Item** na árvore de programas.
2. Na tela de início **Em Cada Item**, toque em **Configuração Manual**.
3. Use os menus suspensos para selecionar um Padrão e um item de Ponto de Referência. Toque no botão **Usar este Ponto de Referência** para definir o Ponto de Referência.
4. Mova o robô para o Ponto de Referência, tocando em **Mover aqui**.
5. Toque no Nó de Aproximação na Árvore de programas para ensinar o robô o Ponto de Rota de Aproximação (ver 15.5.1). O Ponto de Rota de Abordagem permanece na mesma orientação e direção, independentemente da orientação dos diferentes itens.
6. Toque no nó Em Cada Item na árvore de programas. Repita o passo 4.
7. Toque o nó de **Saída** na árvore de programas para ensinar o robô o Ponto de Rota de Saída (ver 15.5.1).
8. Pode agora adicionar nós de ação de pinças apropriados na pasta Ação da Ferramenta na árvore de programas.

Adicionar um Separador Entre Camadas em uma Sequência de Paletização

Podem ser colocados separadores, como papel ou esferovite, entre camadas numa sequência de paletização. Para adicionar separadores entre camadas, siga as instruções a seguir:

1. Na árvore de programas, selecione o nó **Padrões**.
2. Na tela **Padrões**, selecione **Separador** e defina a altura usando a caixa de texto **Altura do Separador**. Se a altura não for definida, o programa não correrá.
3. Selecione **Camadas** na árvore de programas. Na tela Camadas, selecione entre quais camadas você quer os separadores (os separadores são colocados automaticamente entre cada camada).
4. Toque no nó **Separador** na árvore de programas. Toque em **Definir Separador** para ensinar a Posição dos Separadores.
5. Escolha entre usar a opção padrão (A) Assistente de Separadores ou (B) Configurar Manualmente a sequência dos separadores. Pode encontrar instruções para cada opção mais abaixo.

Quando o assistente terminar, ou se você cancelar o assistente, aparecerá um modelo na árvore de programas em **Ações de Separadores**. Além da pasta Ação da Ferramenta, no nó Ação do Separador, é possível selecionar uma das pastas a seguir:

- **Pegar Separador** para programar o robô para pegar em separadores para a paletização
- **Deixar Separador** para deixar separadores para despaletização

(A) Assistente de Separadores

1. Toque no nó **Ações de Separadores** na árvore de programas.
2. Na tela Ações de Separadores, toque em **Seguinte**.
3. Toque no botão **Mover para Aqui** e mantenha pressionado o botão **Auto**, ou use o botão **Manual** para mover o robô para o Ponto do Separador. Toque no botão **Continuar**. Toque em **Seguinte**.
4. Toque em **Definir Ponto de Rota** para ensinar o Ponto de Rota de Abordagem (ver 15.5.1). Toque em **Seguinte**.
5. Repita o passo 3.
6. Toque em **Definir Ponto de Rota** para ensinar o ponto de rota de saída (ver 15.5.1). Toque em **Seguinte**.
7. Toque em **Terminar**.
8. Pode agora adicionar nós de ação apropriados nas pastas Pegar Separador, Deixar Separador e Ação da Ferramenta na árvore de programas.

(B) Configuração Manual

1. Toque no nó **Ações de Separadores** na árvore de programas.
2. Na tela de início **Ações de Separadores**, toque em **Configuração Manual**.
3. Mova o robô para o Ponto do Separador, tocando em **Mover para Ponto do Separador**.
4. Toque no Nó de Aproximação na Árvore de programas para ensinar o robô o Ponto de Rota de Aproximação (ver 15.5.1).
5. Toque no nó Ações de Separadores na árvore de programas. Repita o passo 3.
6. Toque no nó de Saída na árvore de programas para ensinar o robô o Ponto de Rota de Saída (ver 15.5.1).
7. Pode agora adicionar nós de ação apropriados nas pastas Pegar Separador, Deixar Separador e Ação da Ferramenta na árvore de programas.

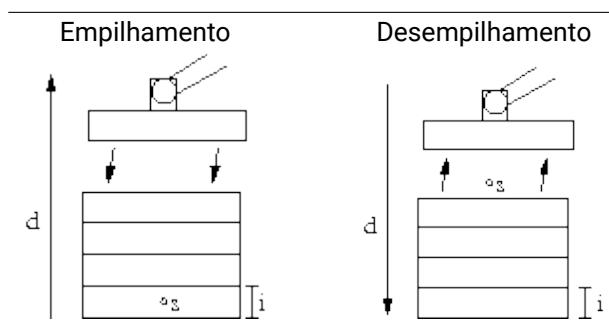
Opções para personalizar um programa de paletização

Você pode personalizar seu programa de paletização das seguintes maneiras:

- Se sua pálete precisa ser ajustada ou reposicionada após você ter criado um programa de paletização, basta ensinar o Recurso de pálete (ver 16.3), pois a sequência de paletização é fixa em relação ao Recurso. Dessa forma, todos os outros componentes do programa ajustam-se automaticamente à posição recentemente ensinada.
- Você pode editar as propriedades dos comandos de movimento (ver 15.5.1).
- Você pode mudar as velocidades e raios de misturas (ver 15.5.1).
- Você pode adicionar outros nós de programa para a sequência Em Cada Item ou sequência Ações de Separadores.

15.7.2 Buscar

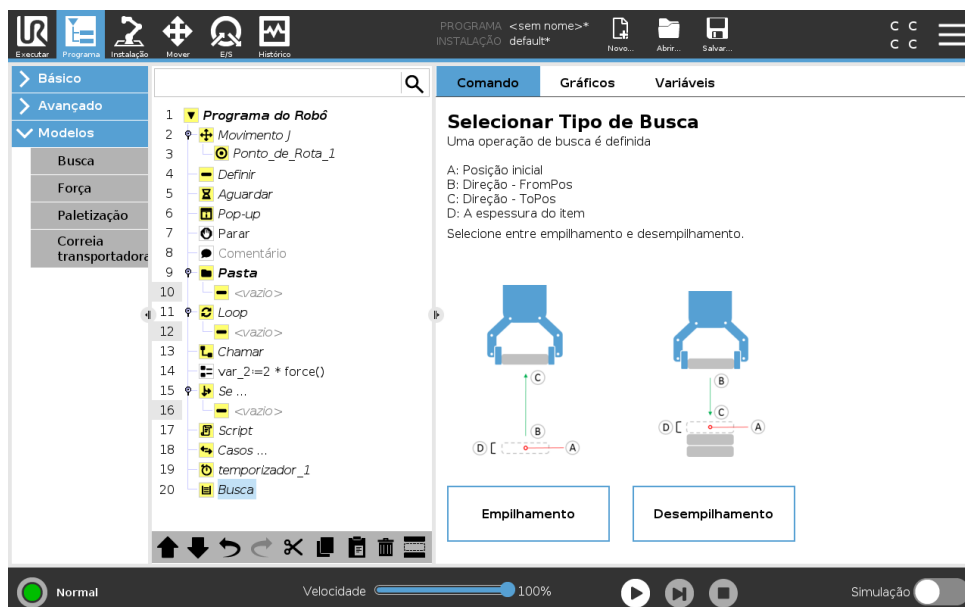
Uma função de busca usa um sensor para determinar quando a posição correta for atingida para segurar ou soltar um item. O sensor pode ser um interruptor, um sensor de pressão ou um sensor capacitivo. Essa função é feita para trabalhar em pilhas de itens com espessuras variadas de itens ou quando as posições exatas dos itens não são conhecidas ou são muito difíceis de programar.



Ao programar uma operação de busca para trabalhar em uma pilha, deve-se definir s como o ponto de início, d como a direção da pilha e i como a espessura dos itens na pilha.

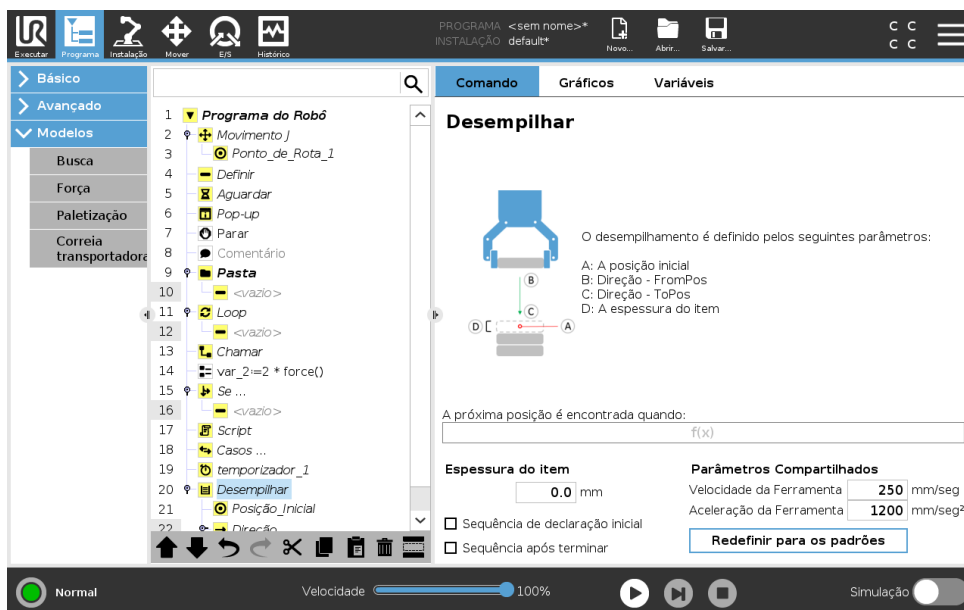
Além disso, deve-se definir a condição para quando a posição da próxima pilha for atingida e uma sequência especial do programa que será executada em cada uma das posições da pilha. Além disso, velocidade e acelerações precisam ser fornecidas para o movimento envolvido na operação da pilha.

Empilhamento



Ao empilhar, o braço do robô se move para a posição inicial e, em seguida, move na direção *oposta* para procurar a posição da próxima pilha. Quando localizada, o robô se lembra da posição e executa a sequência especial. Na próxima vez, o robô inicia a pesquisa a partir da posição lembrada incrementada pela espessura do item ao longo da direção. O empilhamento é concluído quando a altura da pilha estiver acima de algum número definido ou quando um sensor fornecer um sinal.

Desempilhamento

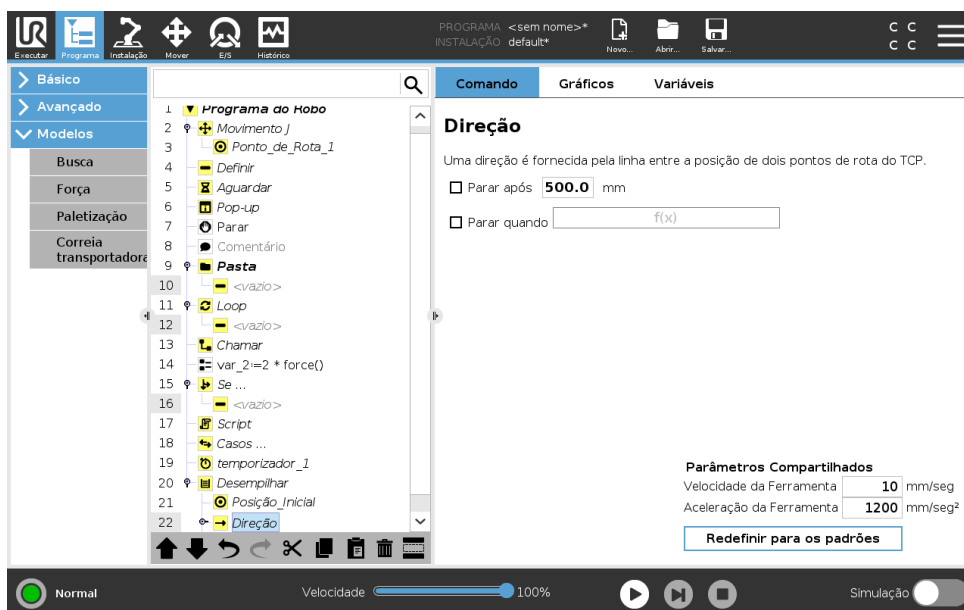


Ao desempilhar, o braço do robô se move da posição inicial na direção determinada para pesquisar o próximo item. A condição na tela determina quando o próximo item é alcançado. Quando a condição é satisfeita, o robô se lembra da posição e executa a sequência especial. Na próxima vez, o robô inicia a pesquisa a partir da posição lembrada, incrementada pela espessura do item ao longo da direção.

Posição inicial

A posição inicial é onde a operação de pilha é iniciada. Se a posição inicial for omitida, a pilha iniciará na posição atual do braço do robô.

Direção



A direção é fornecida por duas posições e é calculada como a diferença de posição das primeiras posições TCP para as segundas posições TCP.

Nota: Uma direção não considera as orientações dos pontos.

Expressão da Próxima Posição de Empilhamento

O braço do robô se move ao longo do vetor enquanto avalia de forma contínua se a próxima posição da pilha foi atingida. Quando a expressão é avaliada para True a sequência especial é executada.

“Antes de Iniciar”

A sequência opcional `Antes de Iniciar` é executada imediatamente antes da operação iniciar. Isso pode ser usado para esperar por sinais de pronto.

“Após Concluir”

A sequência opcional `Após Concluir` é executada quando a operação for concluída. Isso pode ser usado para sinalizar o início da movimentação da esteira, preparando para a próxima pilha.

Sequência de Coletar/Posicionar

A Sequência de Coletar/Posicionar é uma sequência de programa especial realizada em cada posição da pilha, semelhante à operação de paletes . .

15.7.3 Força

No espaço de trabalho do robô, o **Modo Força** permite a compatibilidade e força nos eixos selecionáveis. Todos os movimentos do braço do robô sob um comando de **Força** estão no **Modo Força**. Quando o braço do robô estiver se movimentando no **Modo Força**, é possível selecionar um ou mais eixos aos quais o braço do robô é compatível. O braço do robô é compatível com o meio ambiente ao longo de eixos compatíveis. Isso significa que o braço do robô automaticamente ajusta sua posição para atingir a força desejada. Também é possível fazer com que o próprio braço do robô aplique uma força em seu ambiente, por exemplo, em uma peça de trabalho.

O **Modo Força** é adequado para aplicações onde a posição real do TCP ao longo de um eixo predefinido não é importante, mas em vez disso uma força desejada ao longo desse eixo é necessária. Por exemplo, se o TCP do robô rolar contra uma superfície curva, empurrar ou puxar uma peça de trabalho. O **Modo Força** também suporta aplicar determinados torques em torno de eixos predefinidos.

Observação: se nenhum obstáculo for encontrado em um eixo em que uma força diferente de zero é definida, o braço do robô tentará acelerar ao longo desse eixo.

Apesar de um eixo ter sido selecionado para compatibilidade, o programa do robô ainda tenta mover o robô ao longo desse eixo. No entanto, o controle da força assegura que o braço do robô ainda se aproxima da força especificada.

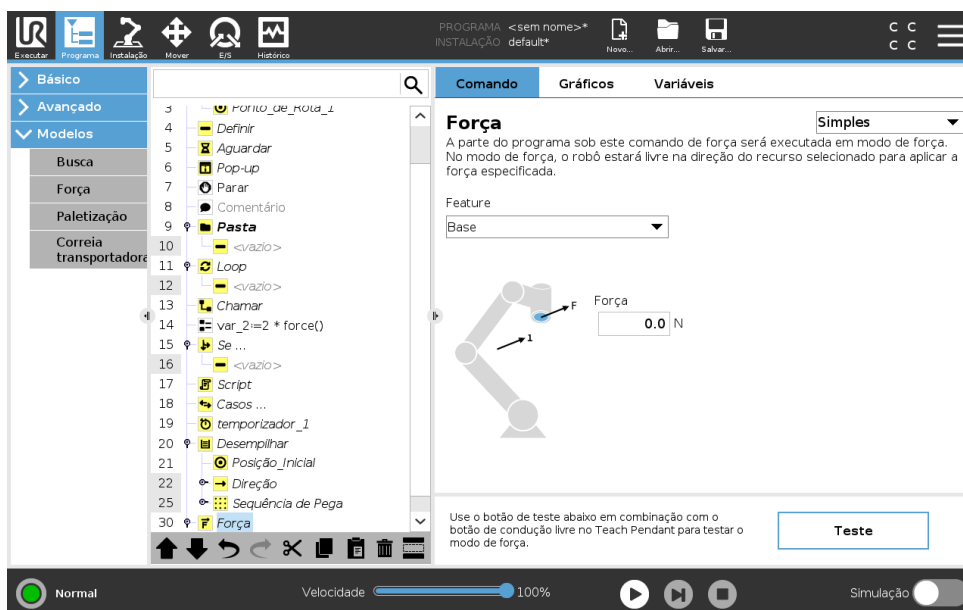


NOTA:

Se há um nó de Força dentro de um `Se`, `Também Se` ou `Loop`, e a opção `Verificar Expressão Continuamente` for selecionada, é possível adicionar uma cadeia de caracteres `modo()_força_final` ao final da expressão para sair do controle de força.


ALERTA:

1. Evite a desaceleração elevada antes de entrar o modo força.
2. Evite a aceleração elevada no modo força, uma vez que isso diminui a exatidão do controle de força.
3. Evite movimentos paralelos aos eixos compatíveis antes de entrar no modo força.


Seleção de recurso

O **menu Recurso** é usado para selecionar o sistema de coordenadas (eixos) que o robô usará enquanto estiver operando no modo força. Os recursos no menu são aqueles que foram definidos na instalação, (consulte 16.3).

Tipo do modo força

Há quatro tipos diferentes do modo força, cada um determinando a maneira como o recurso selecionado será interpretado.

- **Simples:** Somente um eixo será compatível no modo força. A força ao longo desse eixo é ajustável. A força desejada sempre será aplicada ao longo do eixo z do recurso selecionado. No entanto, para recursos Linha, é ao longo do eixo y.
- **Quadro:** O tipo Quadro permite uso mais avançado. Aqui, compatibilidade e forças em todos os seis graus de liberdade podem ser selecionados de forma independente.
- **Ponto:** Quando o Ponto é selecionado, o quadro da tarefa tem o eixo y apontando a partir do robô TCP para a origem do recurso selecionado. A distância entre o robô TCP e a origem do recurso selecionado precisa ser pelo menos 10 mm. Note que o quadro da tarefa será alterado no tempo de execução conforme a posição do robô TCP muda. Os eixos x e z do quadro da tarefa dependem da orientação original do recurso selecionado.
- **Movimento:** Movimento significa que o quadro da tarefa mudará com a direção do movimento do TCP. O eixo x do quadro da tarefa será a projeção da direção do movimento do

TCP para o plano que se estende dos eixos x e y do recurso selecionado. O eixo y será perpendicular à movimentação do braço do robô e o plano x-y do recurso selecionado. Isso pode ser útil ao rebarbar ao longo de um caminho complexo, onde é necessária uma força perpendicular ao movimento TCP.

Nota: quando o braço do robô não estiver se movendo: Se o modo de força for inserido com o braço do robô parado, não haverá nenhum eixo compatível até a velocidade do TCP estar acima de zero. Se mais tarde, enquanto ainda estiver no modo de força, o braço robótico estiver parado novamente, o quadro de tarefa tem a mesma orientação que da última vez que a velocidade TCP era maior que zero.

Para os três últimos tipos, o quadro de tarefa real pode ser visualizado no tempo de execução na guia de gráficos (consulte 15.3), quando o robô estiver operando no modo de força.

Seleção do valor da força

- O valor de força ou torque pode ser definido para eixos compatíveis, e o braço do robô ajusta a sua posição para alcançar a força selecionada.
- Para eixos não compatíveis, o braço do robô seguirá a trajetória definida pelo programa.

Para parâmetros de conversão, a força é especificada em Newtons [N], e para rotação, o torque é especificado em Newton-metro [Nm].



NOTA:

Você deve fazer o seguinte:

- Use a função de script `get_tcp_force()` no thread separado, para ler a força e o torque reais.
- Corrija o vetor de chave, se a força e/ou torque real for menor do que o solicitado.

Limites de velocidade

A velocidade máxima cartesiana pode ser definida para eixos compatíveis. O robô se move a essa velocidade em controle de força, desde que não entre em contato com um objeto.

Testar configurações da força

O botão liga/desliga com o texto **Teste** alterna o comportamento do botão **Condução Livre** na parte traseira do Teach Pendant do modo Condução Livre normal para testar o comando de força.

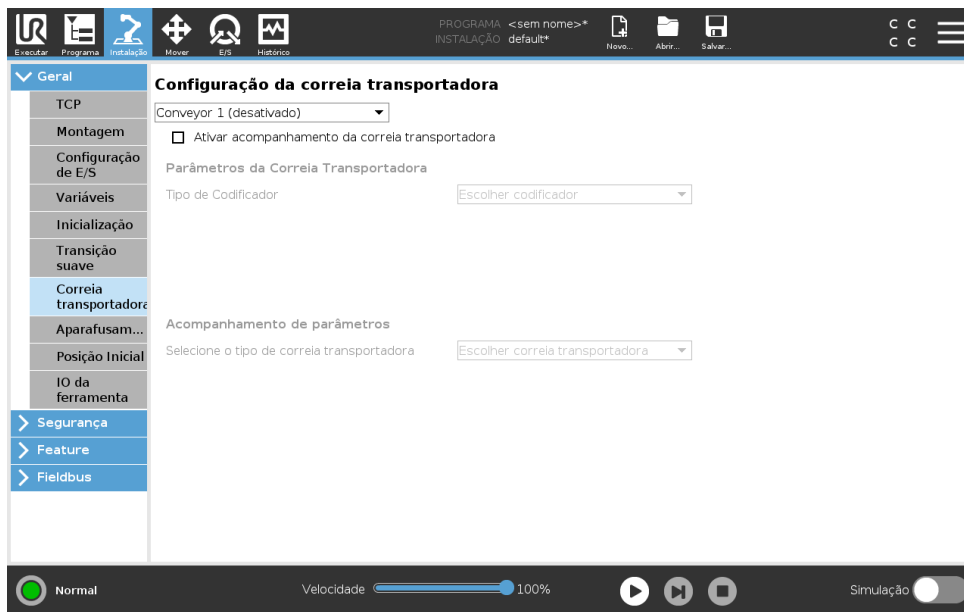
Quando o **botão Teste** está ativado e o botão **Condução Livre** na parte traseira do Teach Pendant for pressionado, o robô será executado como se o programa tivesse atingido esse comando de força e, dessa maneira, as configurações podem ser verificadas antes de realmente executar o programa completo. Essa possibilidade é especialmente útil para verificar se eixos compatíveis e forças foram selecionados corretamente. Basta segurar o TCP do robô usando uma mão, pressionar o botão **Condução Livre** com a outra e observar em quais direções o braço robô pode/não pode ser movido. Ao sair dessa tela, o botão Teste é desativado automaticamente, o que significa que o botão **Condução Livre** na parte traseira do Teach Pendant será usado

novamente para o modo de **Condução Livre**.

Nota: O botão **Condução Livre** estará disponível somente quando um recurso válido tiver sido selecionado para o comando de Força.

15.7.4 Correia transportadora

A Correia transportadora permite que o braço do robô acompanhe o movimento de até dois transportadores. A Correia transportadora é definida na guia de instalação (ver a seção 16.1.10).



O nó do programa Acompanhamento da Correia está disponível na Guia em Modelos . Todos os movimentos neste nó são permitidos durante o acompanhamento da correia transportadora, mas são relativos ao movimento da correia transportadora. Não são permitidas misturas ao sair da Correia transportadora, então o robô para completamente antes de fazer o próximo movimento.

Acompanhar uma Correia transportadora

1. No cabeçalho, toque em **Programa**.
2. Toque em **Modelos** e selecione **Correia transportadora** para adicionar um nó de Correia transportadora para a Árvore do programa. Qualquer movimento listado sob o nó da Correia transportadora controla o movimento do transportador.
3. Em Correia transportadora, na lista suspensa Selecionar transportador, selecione **Transportador 1** ou **Transportador 2** para definir qual transportador deve ser acompanhado.



NOTA:

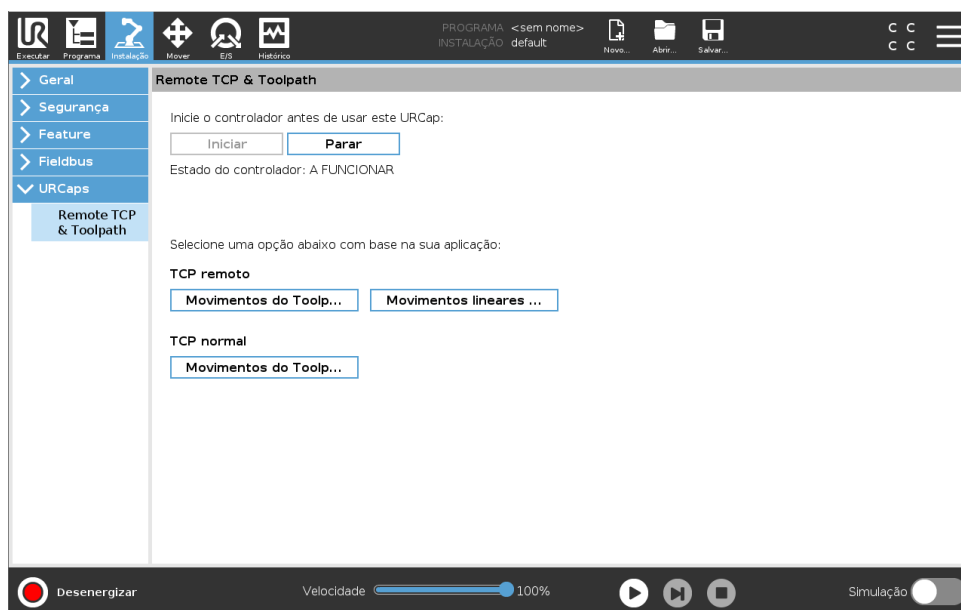
Se há um nó de Correia transportadora em um Se, Também Se ou Loop, e a opção Verificar Expressão Continuamente for selecionada, é possível adicionar uma cadeia de caracteres `end_conveyor_tracking()` no final da expressão para sair da correia transportadora.

15.8 URCaps

15.8.1 TCP remoto e URCap Toolpath

O TCP remoto e o URCap Toolpath permitem a você definir os Ponto Centrais da Ferramenta (RTCP), onde o ponto central da ferramenta é fixado no espaço, em relação à base do robô. O TCP remoto e o URCap Toolpath também permitem pontos de rota de programação e movimentos circulares, além de gerar movimento do robô com base nos arquivos toolpath definidos nos pacotes de software CAD/CAM de terceiros.

O URCap TCP remoto exige que o seu robô seja registrado antes do uso (ver 11.4). O RTCP funciona em aplicações que exigem que o robô segure e mova itens, relacionados a uma ferramenta fixa. O RTCP é usado juntamente com os comandos RTCP_MoveP e RTCP_CircleMove para mover a parte segura com velocidade constante relativamente à ferramenta fixa.



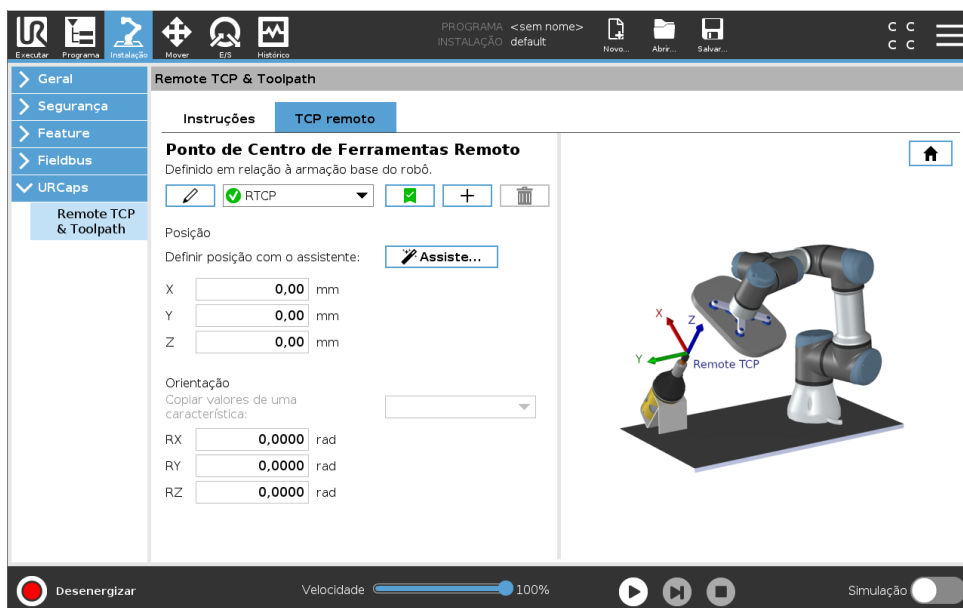
Semelhantemente a um TCP regular (ver 16.1.1) é possível definir e atribuir um nome a um RTCP na Configuração da Guia Instalação. Você também pode realizar as ações a seguir:

- Adicionar, renomear, modificar e remover RTCPs
- Entender o RTCP padrão e ativo
- Ensinar Posição do RTCP
- Copiar Orientação do RTCP

Configuração do RTCP de um Recurso

Definir um RTCP usando um Recurso para permitir que o robô mova-se relativo ao RTCP enquanto cria Pontos de Rota RTCP e Movimentos de Círculo RTCP.

1. Toque no ícone “+” para criar um novo RTCP **RTCP**. Ou selecione um RTCP existente no menu suspenso.
2. Toque no menu suspenso **Copiar valores de um recurso de um ponto** e selecione um Recurso. Verifique as atualizações de valores da orientação RTCP para que correspondam àqueles do Recurso selecionado.



15.8.2 Tipos de movimento TCP remoto

_MoveP RTCP

Semelhantemente a um MoveP regular, o RTCP_MoveP define a velocidade e aceleração da ferramenta que o braço do robô move relativo ao TCP remoto. Ver 16.1.1.

Movimento Circular RTCP

Semelhantemente ao movimento regular de um Círculo, o movimento do Círculo RTCP pode ser acrescentado a um RTCP_MoveP para fazer movimentos circulares. Ver 16.1.1.

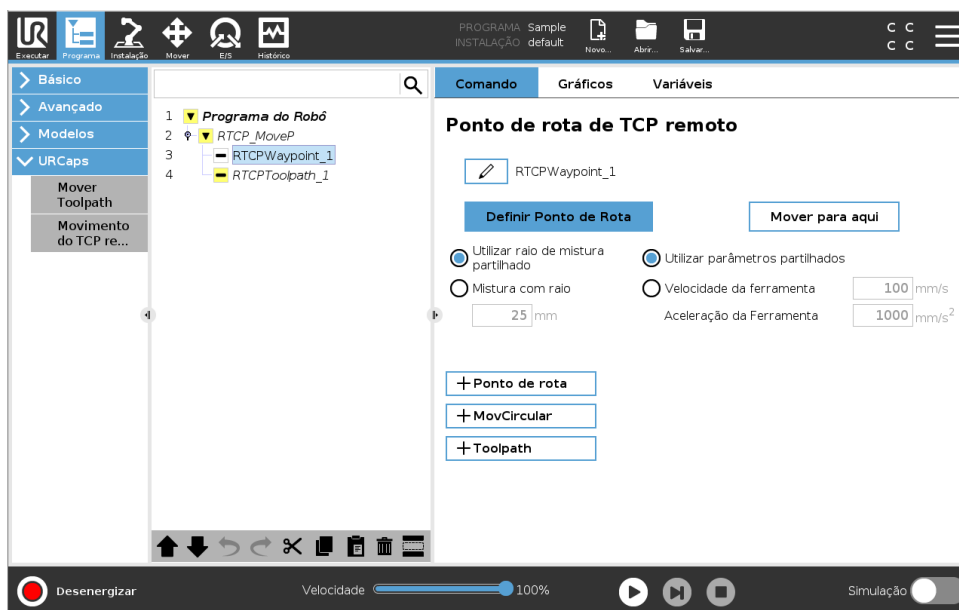


NOTA:

A velocidade máxima de um Movimento Circular pode ser menor que o valor especificado. O raio do círculo é r , a aceleração máxima é A , e a velocidade máxima não pode ultrapassar Ar devido à aceleração centrípeta.

15.8.3 Ponto de rota RTCP

Semelhantemente a pontos de rota regulares, os pontos de rota RTCP permitem que uma ferramenta mova-se linearmente usando velocidade constante e misturas circulares. O tamanho do raio de mistura é por padrão um valor compartilhado entre todos os pontos de rota. Um tamanho menor de raio de mistura torna o giro do caminho mais aguda. Um tamanho maior de raio de mistura torna o giro do caminho mais suave. Pontos de rota RTCP são ensinados movendo fisicamente o braço do robô para a posição desejada.



Ensinando Pontos de rota RTCP

1. Na guia Programa, insira um nó **RTCP_MoveP**.
2. No nó RTCP_MoveP, toque em **Definir** para mostrar a tela Mover.
3. Na tela Mover, use **Modo Ensinar** ou **Mover** para posicionar o robô na configuração desejada.
4. Toque na marca de verificação verde para validar.

Configurando um ponto de rota RTCP

Use misturas para que o robô faça uma transição suave entre as duas trajetórias. Toque em **Usar Raio de mistura compartilhada** ou toque em **Misturar com raio** para definir o raio de mistura de um ponto de rota de um RTCP_MoveP.



NOTA:

Um nó de tempo físico (p.ex.: Mover, Aguardar) não pode ser usado como um filho de um nó RTCP_MoveP. Se um nó não suportado for adicionado como um nó filho a um nó RTCP_MoveP, o programa não é validado.

15.8.4 Toolpath TCP remoto

O TCP remoto e o URCap Toolpath geram movimentos do robô automaticamente, tornando mais fácil seguir trajetórias complexas com precisão.

Configurando um Toolpath TCP remoto

1. Selecione **Movimentos do Toolpath TCP remoto** na & página inicial do URCap Toolpath do TCP remoto para inserir o fluxo de trabalho.
2. Siga as instruções da **Aba Instruções**.

Um movimento do Toolpath TCP remoto exige os seguintes principais componentes:

- Arquivo Toolpath

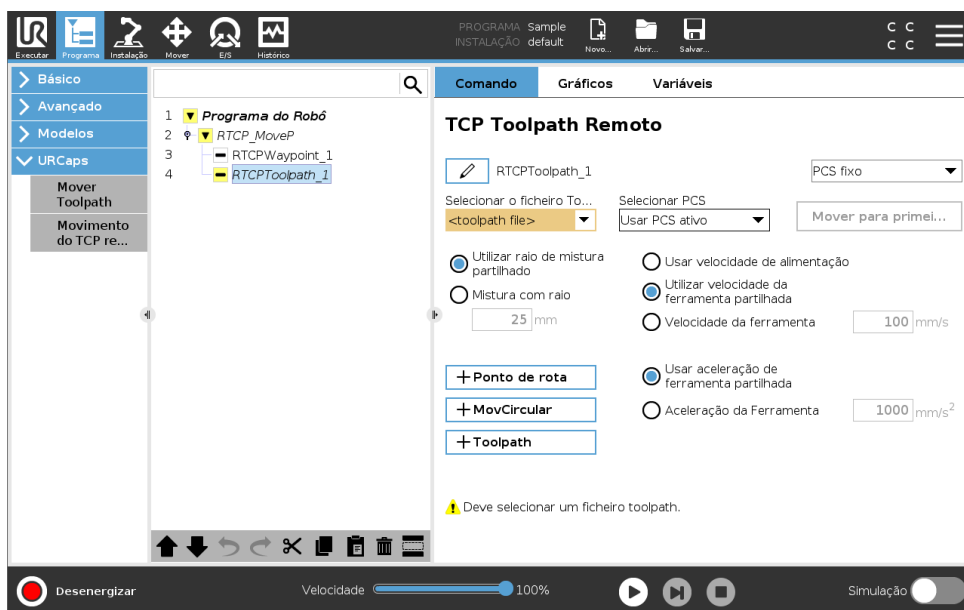
- TCP remoto
- PCS TCP remoto

Configurando um Toolpath usando o Software CAD/CAM

Um toolpath define a orientação, trajetória, velocidade ou (taxa de alimentação) e sentido de percurso da ferramenta.

1. Crie ou importe um modelo CAD de uma peça.
2. Defina um Sistema de Coordenada da Peça (PCS) fixo à peça.
3. Crie um toolpath relativo ao PCS com base em recursos da peça
4. Simule o movimento toolpath para verificar se este atende às expectativas.
5. Exporte o toolpath para um arquivo de código G com extensão de arquivo .oc.

Importando um Toolpath código G para o PolyScope



1. Carregue os arquivos Toolpath no diretório raiz de um dispositivo USB. Arquivos Toolpath devem ter a extensão .nc
2. Insira o dispositivo USB no Teach Pendant.
3. No cabeçalho, toque em Instalação, toque em URCaps, selecione TCP remoto & Toolpath, selecione TCP remoto - Movimento Toolpath e selecione Toolpath.
4. Selecione que arquivos toolpath serão importados para o Polyscope.

15.8.5 TCP remoto

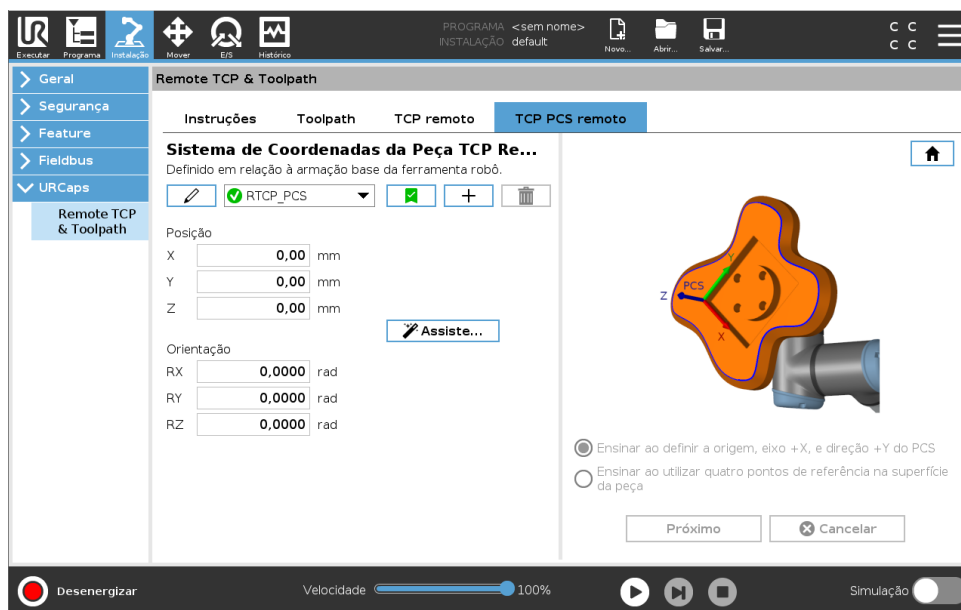
Configurando um TCP remoto para movimentos Toolpath

1. No primeiro ponto de rota no ambiente CAM, determine o sentido da ferramenta.
2. Utilize Condução Livre para segurar manualmente a peça com a garra.
3. Selecione o local do TCP remoto
4. Use o assistente de posição para obter os valores positivos.
5. Ajuste o robô até que a pose desejada da peça para aproximar do TCP remoto seja atingida.

6. Visualize o sentido da ferramenta no primeiro ponto de rota na peça física. Nota: O sentido do eixo Z deve apontar para o sentido oposto da superfície da peça.
7. Crie um Recurso de Plano com a mesma orientação visualizada na etapa anterior.
8. Defina a orientação do TCP remoto copiando os valores visualizados no Recurso de Plano. A pose da peça desejada é mantida enquanto o toolpath é executado.

15.8.6 PCS TCP remoto

O Sistema de Coordenadas da Peça TCP remoto (PCS) é definido conforme fixado em relação ao flange da ferramenta do robô. Toque no detector, na tela PolyScope, para ativar o assistente para ensinar o PCS TCP remoto. Você pode usar qualquer um dos métodos de ensino descritos a seguir.



Configurando um PCS TCP remoto

Utilize este método se o PCS puder ser definido na superfície da peça.

1. Utilize condução livre para segurar manualmente a peça com a garra.
2. Selecione um TCP Remoto para ensinar os pontos de referência. Para alta precisão, defina temporariamente um TCP remoto acentuado para concluir este processo de ensino.
3. Mova o robô para o TCP Remoto para tocar a eixo X positivo, original, e o sentido do eixo Y positivo do PCS da peça.
4. Toque em Definir para concluir o processo de ensino. Os valores de posição e orientação são preenchidos automaticamente.

Como alternativa, use este método.

1. Selecione três ou quatro pontos de referência na superfície da peça.
2. No software CAD/CAM, registre as coordenadas X, Y, Z, relacionados ao PCS dos pontos de referência selecionados.
3. Utilize condução livre para segurar manualmente a peça com a garra.

4. Selecione um TCP Remoto para ensinar os pontos de referência. Para alta precisão, defina temporariamente um TCP remoto acentuado para concluir este processo de ensino.
5. Digite as coordenadas do primeiro ponto de referência.
6. Mova o robô para que o TCP remoto toque no primeiro ponto de referência da peça.
7. Repita as etapas cinco e seis para os outros pontos de referência.

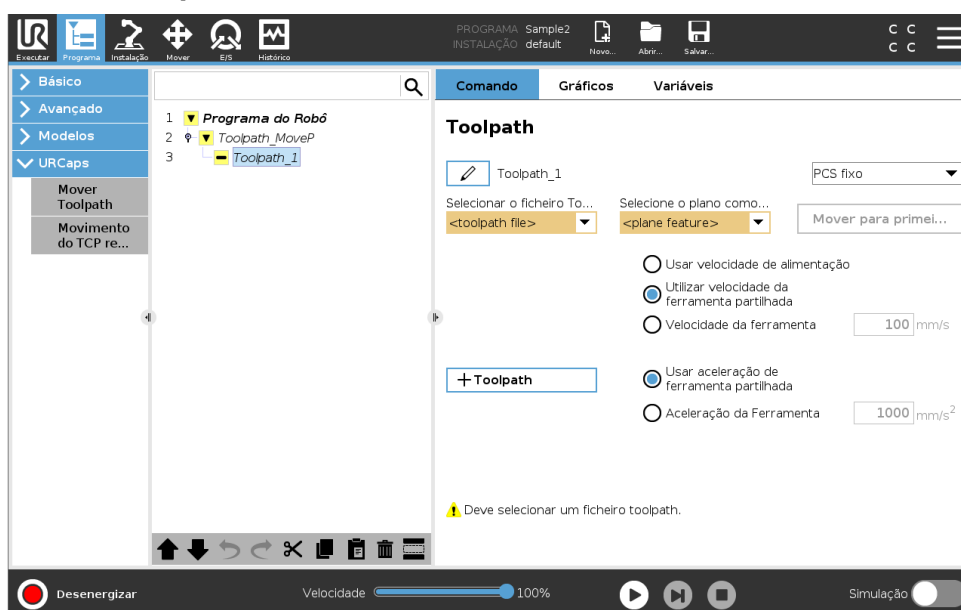
Definindo um PCS variável

Para casos de uso avançados, onde a peça não é presa com grande consistência, é possível definir um PCS Variável para ajustar os movimentos do toolpath de acordo com o local e orientação da peça em relação ao flange da ferramenta do robô. Você poderá criar uma pose variável ligada a um sensor externo que possa detectar o local e orientação do PCS.

1. Configure um sensor externo que detecte o local e orientação do PCS. Você deve converter a saída do sensor para a estrutura do flange da ferramenta do robô.
2. Verifique se o PCS está configurado em relação à peça e se o local e orientação são detectáveis pelo sensor externo.
3. No PolyScope, crie uma pose variável ligada à saída do sensor externo como um PCS variável. Atribua um nome específico, por exemplo, **rtcp_variável_pcs_1**.
4. Digite um **Nó Toolpath RTCP**.
5. No canto superior direito da página do programa, no menu suspenso, selecione **PCS variável**.
6. No menu suspenso **Selecionar PCS**, selecione **rtcp_variável_pcs_1**.
7. Crie uma Atribuição ou Script de nó para atualizar o **rtcp_variável_pcs_1** antes do Nó de Toolpath RTCP.

A seção a seguir explica como usar um PCS variável em um nó de Toolpath TCP remoto.

Configurando um Nó de Toolpath TCP remoto



1. Acesse a Aba Programa e toque em **URCaps**.

2. Selecione **Movimento do TCP remoto** para inserir um nó MoveP_RTCP.
3. Selecione um TCP e selecione os parâmetros de movimento: velocidade da ferramenta, aceleração da ferramenta e raio de união.
4. Toque em **+Toolpath** para inserir um nó Toolpath RTCP. Exclua o nó do ponto de rota RTCP criado por padrão, se este não for necessário.
5. Selecione o arquivo toolpath e o PCS TCP remoto correspondente nos menus suspensos.
6. Ajuste os parâmetros de movimento se valores diferentes tiverem que ser aplicados ao nó Toolpath RTCP.
7. Toque em **Mover para o Primeiro Ponto** para verificar se a parte agarrada se aproxima do TCP remoto, conforme esperado.
8. Teste o programa no modo de simulação a uma velocidade baixa para confirmar as configurações.

**NOTA:**

Você pode garantir que o movimento do robô é idêntico a cada vez que o toolpath é executado, adicionando um Movimento J com uma sequência de **Usar ângulos conjuntos** para mover para uma configuração de articulação fixa antes de executar o toolpath. Ver 15.5.1

15.8.7 Movimentos TCP Toolpath regulares

Semelhante à configuração de um Movimento Toolpath TCP remoto, um Movimento Toolpath TCP regular requer o seguinte:

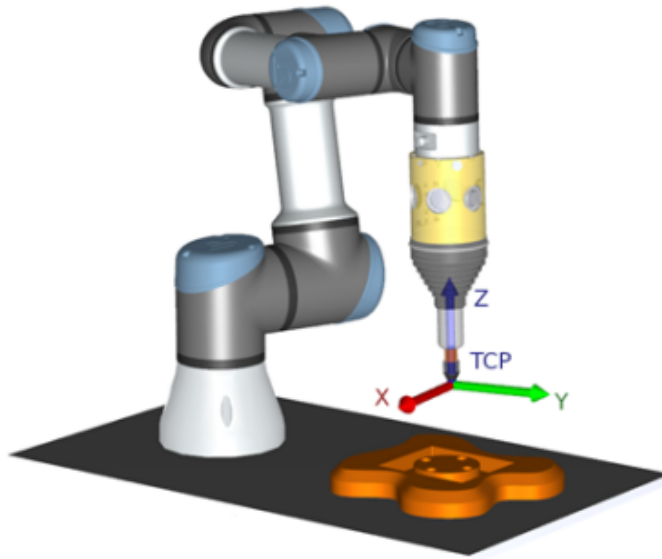
- Arquivo Toolpath
- TCP regular
- Recurso de Plano como um PCS

Configurando e importando um arquivo Toolpath

Semelhante a Configurando um Toolpath (ver 15.8.4) e a Importando um Toolpath (ver 15.8.4).

Configurando um TCP regular

Siga as instruções em 16.1.1 para configurar um TCP regular. Nota: Verifique o eixo Z positivo dos pontos da ferramenta distantes da superfície da peça.



Configurando um PCS de Recurso de Plano

1. Crie um recurso de plano **Adicionando um plano** ou **Ensinando um plano**. Ver 16.3.4.
2. Fixe a peça relacionada à base do robô.
3. Verifique o TCP correto para que criemos o recurso de Plano. Para alta precisão, defina temporariamente um TCP remoto acentuado para concluir este processo de ensino.
4. Mova o robô para o TCP Remoto para tocar a eixo X positivo, original, e o sentido do eixo Y positivo do PCS da peça.
5. Termine o processo de ensino e confirme a posição e orientação do PCS.

Configurando um Nó Toolpath

1. Acesse a Aba Programa e toque em **URCaps**.
2. Selecione um TCP e selecione os parâmetros de movimento: velocidade da ferramenta, aceleração da ferramenta e raio de união. Selecione **Girar ferramenta livremente ao redor do eixo Z**. Não selecione se a ferramenta tiver que seguir a orientação ao redor do eixo Z definido no arquivo toolpath.
3. Toque em **+Toolpath** para inserir um nó Toolpath.
4. No menu suspenso, selecione um arquivo toolpath e o PCS correspondente (Recurso de Plano).
5. Ajuste os parâmetros de movimento se valores diferentes tiverem que ser aplicados ao nó Toolpath.
6. Toque em **Mover para o Primeiro Ponto** para verificar se a ferramenta pode mover para o primeiro ponto do toolpath.
7. Execute o programa no modo de simulação a uma velocidade baixa para confirmar se as configurações estão corretas.



NOTA:

Você pode garantir que o movimento do robô é idêntico a cada vez que o toolpath é executado, adicionando um Movimento J com uma sequência de **Usar ângulos conjuntos** para mover para uma configuração de articulação fixa antes de executar o toolpath. Ver 15.5.1

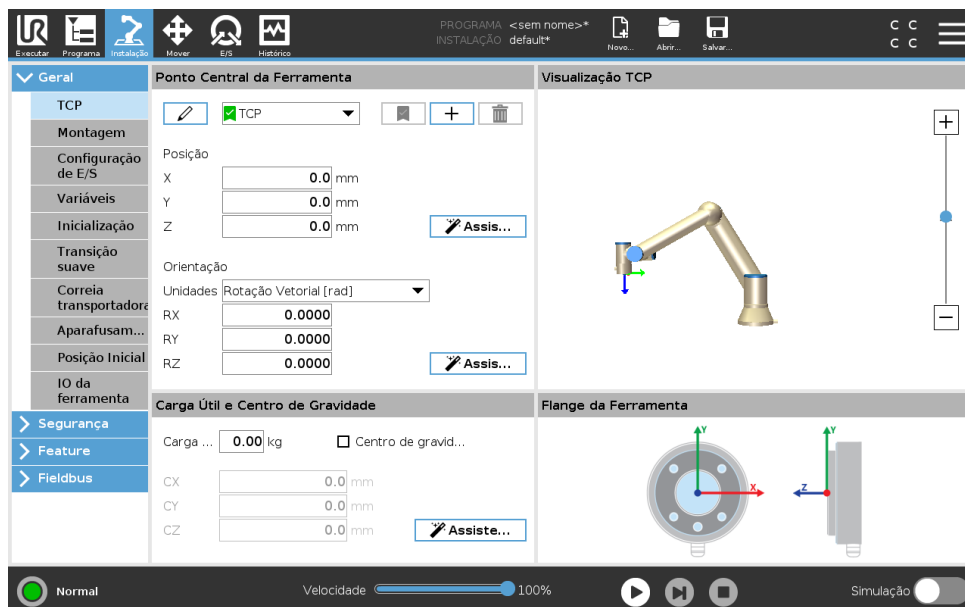
16 Guia Instalação

16.1 Registros

A Guia Instalação permite alterar as configurações que afetam o desempenho global do robô e do PolyScope .

16.1.1 Configuração do TCP

Um **Ponto Central da Ferramenta** (TCP) é um ponto na ferramenta do robô. Cada TCP contém uma translação e uma rotação com relação ao centro do flange da saída da ferramenta. Quando programado para voltar para um ponto de rota previamente armazenado, um robô move o TCP de acordo com a posição e orientação salvas no ponto de rota. Quando programado para movimento linear, o TCP se move de forma linear.



Posição

As coordenadas X, Y, Z especificam a posição TCP. Quando todos os valores (incluindo orientação) forem zero, o TCP coincide com o ponto central no flange de saída da ferramenta e adota o sistema de coordenadas mostrado na tela.

Orientação

As caixas de coordenadas RX, RY, RZ especificam a orientação TCP. Semelhantemente à Guia Mover, use o menu suspenso Unidades acima das caixas RX, RY, RZ para selecionar as coordenadas de orientação (ver 17.3.1).

Adição, renomeação, modificação e remoção de TCPs

Toque no botão **Novo** para definir um novo TCP. O TCP criado recebe automaticamente um nome exclusivo e fica selecionável a partir do menu suspenso. Para renomear uma TCP, toque

no botão **Lápis** ao lado do menu suspenso da **TCP**. Para remover a TCP selecionada, toque no botão **Remover**. Não é possível remover a última TCP.

A translação e rotação de um TCP selecionado pode ser modificado inserindo-se novos valores nos campos.

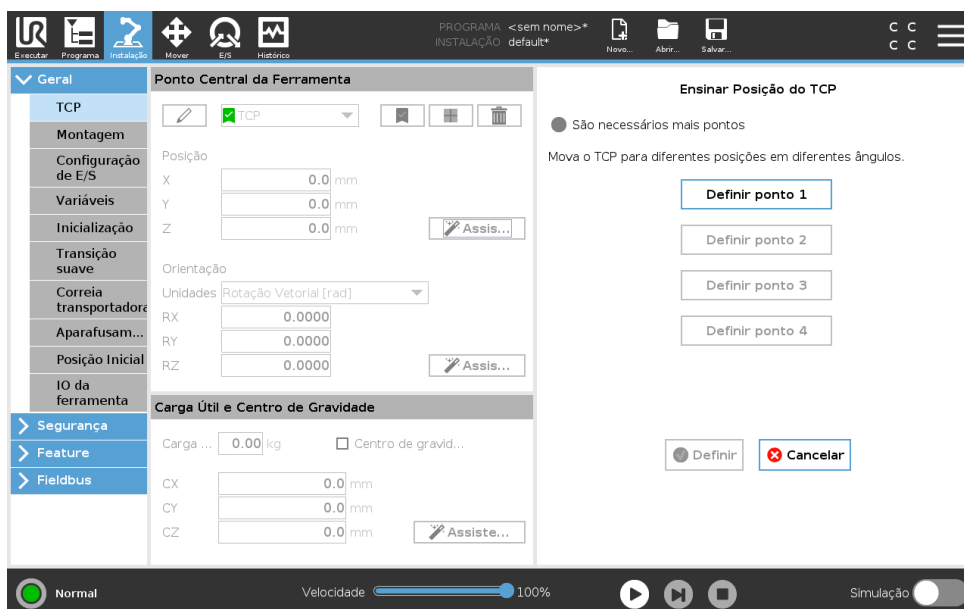
TCP Ativo

Ao mover linearmente, o robô sempre usa o TCP ativo para determinar o desvio TCP. O TCP ativo pode ser alterado usando-se um comando Mover (ver 15.5.1) ou um comando Definir. O movimento do TCP ativo é visualizado na Guia Gráficos (ver 15.3).

TCP padrão

O TCP padrão deve ser definido como o TCP ativo antes de se executar um programa. Selecione o TCP desejado e toque em **Definir como padrão** para definir um TCP como padrão. O ícone verde no menu suspenso disponível indica o TCP configurado padrão.

Ensinando posição do TCP

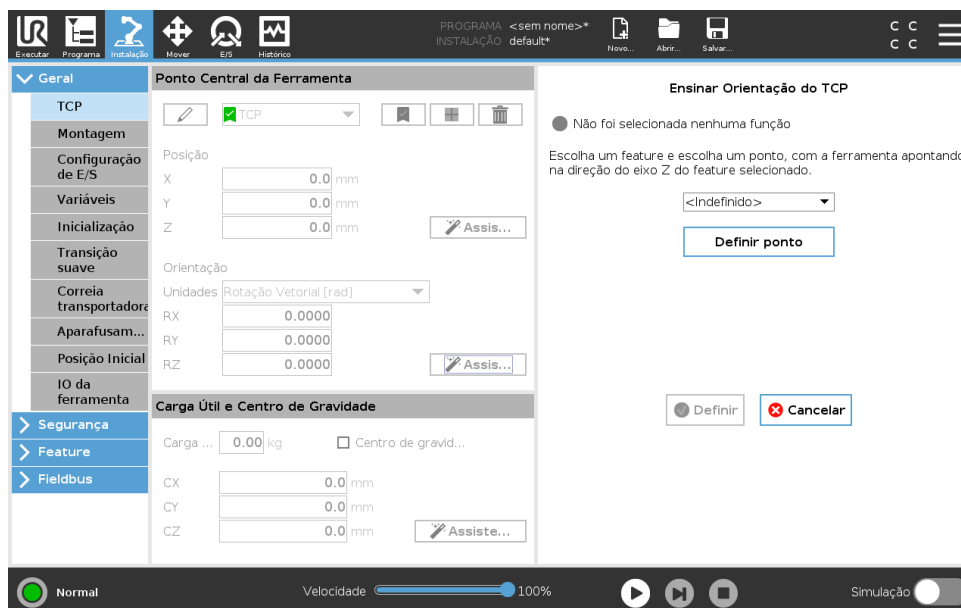


As coordenadas de posição do TCP podem ser calculadas automaticamente desta forma:

1. Toque no **Assistente de Posição TCP**.
2. Escolha um ponto fixo na área de trabalho do robô.
3. Use as setas posicionais no lado direito da tela para mover o TCP de pelo menos três ângulos diferentes e para salvar as posições correspondentes do flange de saída da ferramenta.
4. Use o botão **Definir** para aplicar as coordenadas verificadas ao TCP apropriado. Para que o cálculo funcione corretamente, é necessário haver diversidade suficiente nas posições. Se não houver diversidade suficiente, o LED de status acima dos botões fica vermelho.

Embora três posições sejam o suficiente para determinar o TCP, uma quarta posição serve para verificar melhor se o cálculo está correto. A qualidade de cada ponto salvo com relação ao TCP calculado é indicada usando um LED verde, amarelo ou vermelho no respectivo botão.

Atingindo a orientação do TCP



1. Toque no **Assistente de orientação TCP**.
2. Selecione um recurso na lista suspensa. (Veja 16.3) para mais informação sobre definir novos recursos
3. Toque em **Selecionar Ponto** e use as setas **Mover Ferramenta** para mover para uma posição onde a orientação da ferramenta e o TCP correspondente coincidem com o sistema de coordenadas dos recursos selecionados.
4. Verifique a orientação TCP selecionada e aplique a orientação ao TCP selecionado, tocando no botão **Definir**.

16.1.2 Carga Útil e Centro de Gravidade

Especifique o peso de uma carga útil e defina um centro de gravidade.

Definição da carga útil

Toque no campo Carga Útil e insira um novo peso. Esta configuração aplica-se a todos os TCPs definidos. Para obter detalhes sobre a carga útil máxima permitida, consulte o Manual de Instalação do Hardware.

Definição do Centro de Gravidade

Toque nos campos CX, CY e CZ para definir o centro de gravidade. As configurações se aplicam a todos os TCPs definidos. Instalações criadas antes da versão 5.2 suportam o centro de gravidade que é definido para o TCP se ele foi previamente definido. Porém, da versão 5.2, não é possível definir manualmente o centro de gravidade.



ALERTA:

Use as configurações de instalação corretas. Salve e carregue os arquivos de instalação junto com o programa.

Estimativa da carga útil

Este recurso permite ao robô ajudar a definir a carga útil e Centro de Gravidade corretos.

Usar o Assistente de Estimativa da Carga Útil

1. Na Guia Instalação, em Geral, selecione **TCP**
2. Sobre a tela TCP, em Payload e Centro de gravidade, toque o **Assistente de Payload e Centro de Gravidade**.
3. No Assistente de Estimativa da Carga Útil, toque em **Seguinte**
4. Siga os passos para definir as quatro posições.
Definir as quatro posições requer mover o Braço do Robô para quatro posições diferentes. Cada posição é medida. As medições individuais podem ser modificadas tocando nos campos de centro de gravidade e introduzindo valores.
5. Quando todas as medições forem completadas, toque em **Concluir**



NOTA:

Siga estas diretrizes para obter os melhores resultados de Estimativa da Carga Útil:

- Verifique se as posições de TCP variam o máximo possível umas das outras
- Execute as medições em um período de tempo curto



ALERTA:

- Evite puxar na ferramenta e/ou carga útil conectada antes de/durante a estimativa
- A montagem e o ângulo do robô devem ser corretamente definidos na instalação

16.1.3 Montagem



Especificar a montagem do Braço do Robô serve dois propósitos:

1. Fazer o Braço do Robô aparecer corretamente na tela.
2. Informar ao controlador sobre a direção da gravidade.

Um modelo de dinâmica avançado permite que o Braço do Robô efetue movimentos suaves e precisos, permitindo também que o Braço do Robô se mantenha em modo **Condução Livre**. Por essa razão, é importante que a montagem do robô seja feita corretamente.



ALERTA:

Se a montagem do braço do robô não for feita corretamente, o robô poderá apresentar paradas de segurança frequentes e/ou o braço do robô poderá se mover quando o botão **Condução Livre** estiver pressionado.

Se o Braço do Robô estiver montado sobre uma mesa plana ou no chão, então não será necessário fazer nenhuma mudança nesta tela. No entanto, se o braço do robô estiver **montado no teto, na parede ou a um ângulo**, ele precisa ser ajustado por meio dos botões.

Os botões do lado direito da tela servem para configurar o ângulo de montagem do Braço do Robô. Os três botões no lado superior direito definem o ângulo do **teto** (180°), da **parede** (90°), do **chão** (0°). Os botões **Inclinação** definem um ângulo arbitrário.

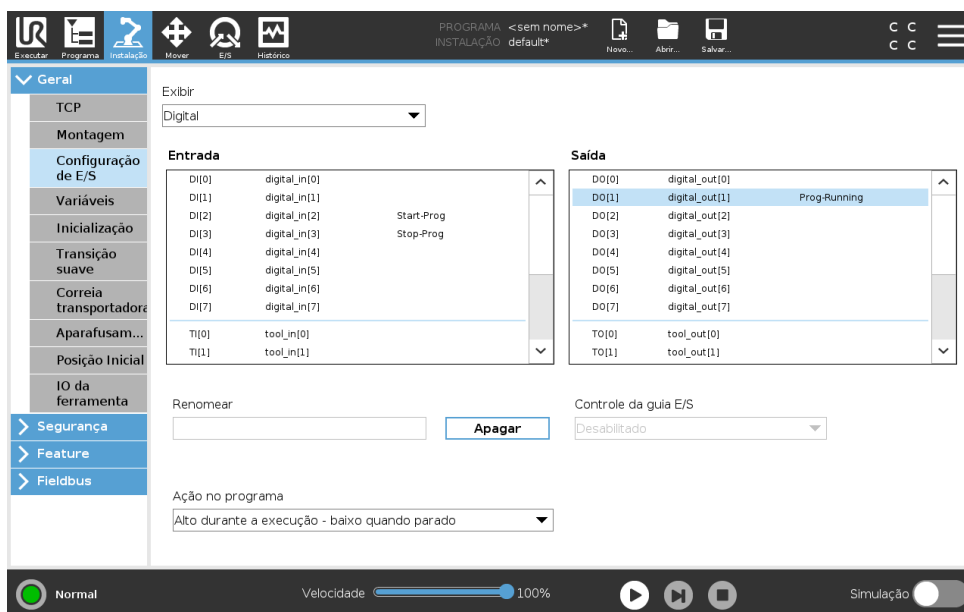
Os botões na parte inferior da tela são usados para girar a montagem do Braço do Robô para corresponder à montagem real.



ALERTA:

Use as configurações de instalação corretas. Salve e carregue os arquivos de instalação junto com o programa.

16.1.4 Configuração de E/S



Na tela Configuração de E/S, os usuários podem definir sinais de E/S e configurar ações com o controle de guia E/S.

Nota: Quando a Interface de Comunicação da Ferramenta (TCI) é ativada, a entrada analógica da ferramenta torna-se indisponível.

As seções de **Entrada** e **Saída** listam os tipos de sinais E/S como:

- Digital padrão de uso geral, configurável e ferramenta
- Analógico padrão de uso geral e ferramenta
- MODBUS
- Registros de propósito geral (booleano, integral e flutuação) Os registros de uso geral podem ser acessados por um fieldbus (como Profinet e EtherNet/IP).

Tipo de sinal E/S

Para limitar o número de sinais listados nas seções de **Entrada** e **Saída**, use o menu suspenso **Visualização** na parte superior da tela para alterar o conteúdo exibido com base no tipo de sinal.

Atribuição de nomes definidos pelo usuário

Para se lembrarem facilmente do que os sinais fazem enquanto trabalham com o robô, os usuários podem associar nomes para sinais de Entrada e Saída.

1. Selecione o sinal desejado
2. Toque no campo de texto na parte inferior da tela para definir o nome.
3. Para repor o nome padrão, toque em **Limpar**.

Um registro de uso geral deve ter um nome definido pelo usuário para este estar disponível no programa (por exemplo, para um comando de **Espera** ou expressão condicional de um comando **Se**) Os comandos **Espera** e **Se** são descritos em (15.5.3) e (15.6.2), respectivamente. Registros de uso geral nomeados podem ser encontrados no seletor de **Entrada** ou **Saída** na tela do **Editor de Expressão**.

Ações E/S e Controle de Guia E/S

Ações de entrada e saída E/S digitais Fieldbus e Físicas podem ser utilizadas para desenhar ações ou reagir ao status de um programa.

Ações de entrada disponíveis:

- **Início:** inicia ou retoma o programa atual em uma borda ascendente. Esta função só é habilitada em modo de Controle Remoto (ver 21.4.5).
- **Parada:** Para o programa atual em uma borda ascendente.
- **Pausa:** Pausa o programa atual em uma borda ascendente.
- **Condução Livre:** Quando a entrada for alta, o robô está em condução livre (semelhante ao botão de condução livre). A entrada é ignorada se um programa estiver correndo ou se outras condições não permitirem a condução livre.



ALERTA:

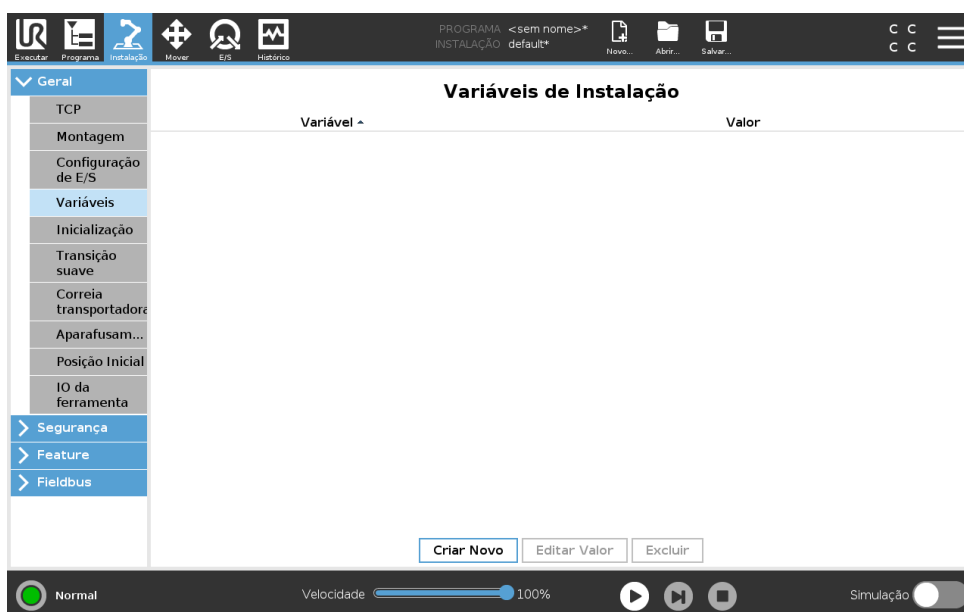
Se o robô é parado durante o uso da ação de entrada Iniciar, o robô se move lentamente para o primeiro ponto de rota do programa antes de executar esse programa. Se o robô é pausado durante o uso da ação de entrada Iniciar, o robô se move lentamente para a posição de onde foi pausado antes de resumir esse programa.

Ações de saída disponíveis:

- **Baixo quando não estiver em execução:** A saída é baixa quando o estado do programa é “parado” ou “em pausa”.
- **Alto quando não estiver em execução:** A saída é alta quando o estado do programa é “parado” ou “em pausa”.
- **Alto, quando estiver em execução - baixo quando parar:** A saída é baixa quando o estado do programa é “parado” ou “em pausa” e alta quando estiver em execução.
- **Impulso Contínuo:** A saída alterna entre alta e baixa para um número especificado de segundos, enquanto o programa estiver em execução. Pause ou para o programa para manter o estado do impulso.

Controle da guia E/S Especifica se uma saída pode ser controlada na guia de E/S (por programadores ou por operadores e programadores) ou se é controlada pelos programas do robô.

16.1.5 Variáveis



As variáveis criadas na tela Variáveis são chamadas de Variáveis de Instalação e são usadas como variáveis normais do programa. As Variáveis de Instalação são especiais porque elas mantêm o seu valor, mesmo que um programa seja interrompido e iniciado novamente e quando o braço do robô e/ou Caixa de Controle são desligados e ligados novamente. Os nomes e os valores são armazenados com a instalação, de modo que é possível usar a mesma variável em vários programas.

Criar nova variável de instalação

Nome	Valor
i_var_1	=
OK Cancelar	

Pressionar **Criar Novo** faz aparecer um painel com um nome sugerido para a nova variável. O nome pode ser alterado e seu valor inserido tocando qualquer dos campos. O botão **OK** somente poderá ser tocado se o novo nome não for já utilizado nesta instalação.

É possível alterar o valor de uma variável de instalação destacando a variável na lista e, em seguida, clicando em **Editar Valor**.

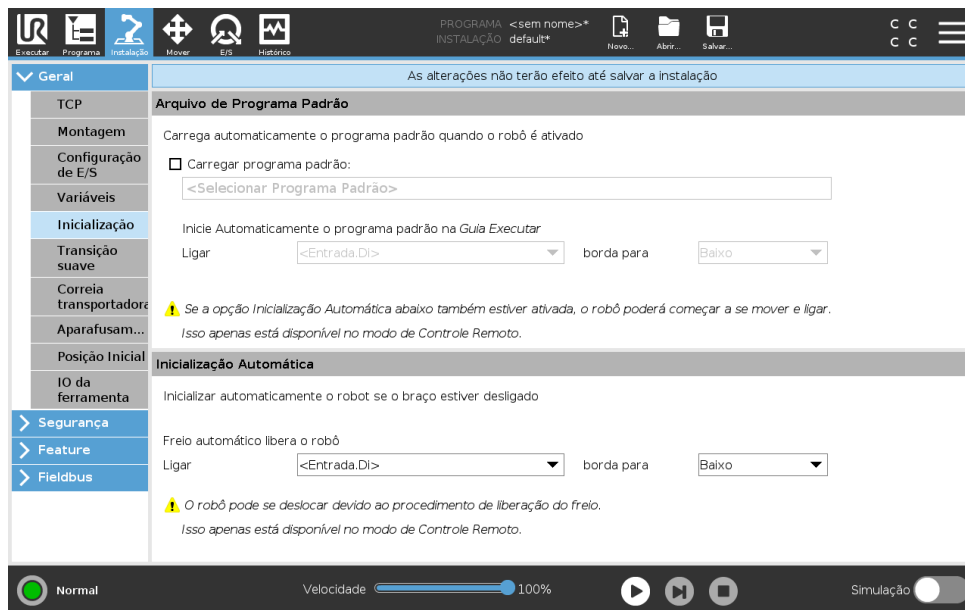
Para excluir uma variável, selecione-a e toque em **Excluir**.

Após configurar as variáveis de instalação, a própria instalação deve ser salva para manter a configuração.

As variáveis de instalação e seus valores são automaticamente salvos a cada 10 minutos.

Se um programa ou uma instalação for carregado e uma ou mais variáveis do programa tiverem o mesmo nome que as variáveis de instalação, o usuário terá opções para resolver o problema: usar as variáveis de instalação do mesmo nome em vez da variável do programa, ou aceitar que as variáveis sejam renomeadas automaticamente.

16.1.6 Inicialização



A tela de Inicialização contém configurações para carregar automaticamente e iniciar um programa padrão, bem como para inicializar automaticamente o Braço do robô durante a energização.



ALERTA:

1. Quando o carregamento automático, iniciar automático e inicializar automático estiverem habilitados, o robô executa o programa assim que a Caixa de Controle for ligada se o sinal de entrada corresponder ao nível de sinal selecionado. Por exemplo, a borda de transição para o nível de sinal selecionado não será necessária nesse caso.
2. Use precaução quando o nível do sinal for definido como BAIXO. Os sinais de entrada, por padrão, são baixos: levando o programa a correr automaticamente sem ser ativado por um sinal externo.
3. Deve estar no modo **Controle Remoto** antes de executar um programa onde o início automático e a inicialização automática estão habilitados.

Carregando um programa de inicialização

Será carregado um programa padrão quando a Caixa de Controle for ligada. Além disso, o programa padrão é também carregado automaticamente quando a tela **Executar Programa** (consulte 14) for acessada e nenhum programa for carregado.

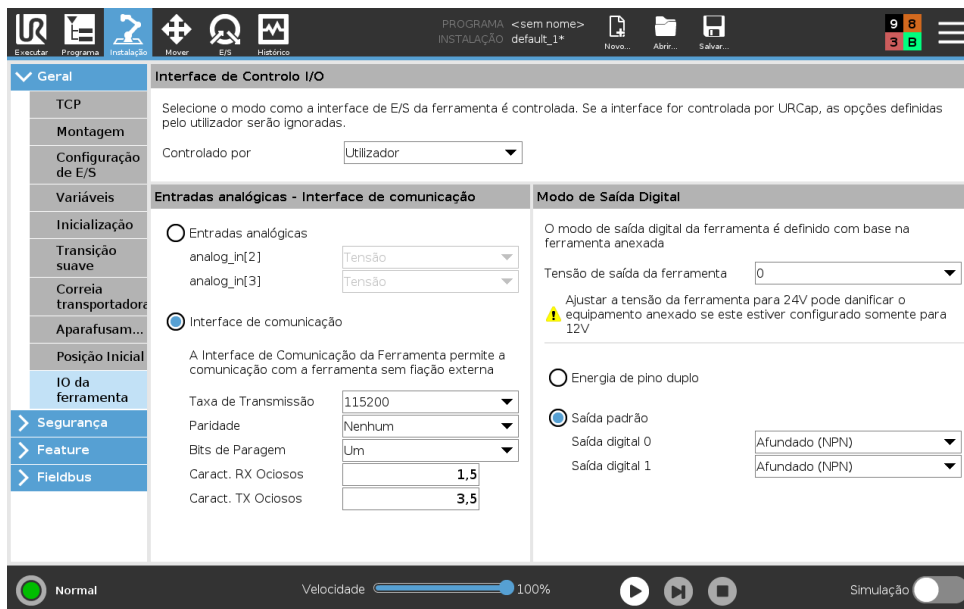
Iniciando um programa de inicialização

O programa padrão é automaticamente iniciado na tela **Executar Programa**. Quando o programa padrão é carregado e a transição de borda do sinal de entrada externa especificada é detectada,

o programa será iniciado automaticamente.

Ao inicializar, o nível do sinal de entrada atual é indefinido. Escolher uma transição que corresponde ao nível do sinal ao inicializar, vai iniciar automaticamente o programa. Além disso, sair da tela **Executar Programa** ou tocar no botão de Parada no Painel irá desabilitar a função de início automático até que o botão Executar seja novamente pressionado.

16.1.7 E/S da ferramenta



Controle da interface E/S

O **Controle de Interface E/S** permite a você alternar entre o controle do usuário e o controle URcap.

1. Toque na guia Instalação e, em Geral, toque em **E/S da ferramenta**
2. Em **Controle de Interface de E/S**, selecione **Usuário** para acessar as Entradas analógicas da ferramenta e/ou configurações do modo de saída digital. Selecionar um URcap remove o acesso às Entradas analógicas da ferramenta e às configurações do modo de saída digital.



NOTA:

Se um URcap controla um atuador, com uma garra, o URcap requer controle da Interface ES da Ferramenta. Selecione o URcap na lista, para permitir que este controle a Interface ES da ferramenta.

Entradas analógicas da ferramenta

Interface de Comunicação da Ferramenta

A Interface de Comunicação da Ferramenta (TCI) permite que o robô se comunique com uma ferramenta anexada via entrada analógica da ferramenta do robô. Isto elimina a necessidade de ter cablagem externa.

Uma vez que a Interface de Comunicação da Ferramenta é ativada, todas as entrada analógicas da ferramenta ficarão indisponíveis.

Configurar a Interface de Comunicação da Ferramenta (TCI)

1. Toque na guia Instalação e, em Geral, toque em **E/S da ferramenta**.
2. Selecione **Interface de Comunicação** para editar as configurações da TCI.
Assim que a TCI for ativada, a entrada analógica da ferramenta fica indisponível para a Configuração de E/S da Instalação e não aparece na lista de entradas. A entrada analógica da ferramenta também está indisponível para programas como opções e expressões de Esperar Por.
3. Nos menus suspensos, em Interface de Comunicação, selecione os valores necessários. Quaisquer alterações nos valores são enviadas imediatamente para a ferramenta. Se os valores de uma instalação diferirem do que a ferramenta está usando, aparecerá um aviso.

Modo de saída digital

A interface de comunicação da ferramenta permite que duas saídas digitais sejam configuradas independentemente. No PolyScope, cada pino tem um menu suspenso que permite que o modo de saída seja definido. As seguintes opções estão disponíveis:

- **Baixar:** Isso permite que o pino seja configurado em uma configuração NPN ou de rebaixamento. Quando a saída é desligada, o pino permite que a corrente flua para o solo. Isso pode ser usado em conjunto com o pino PWR para criar um circuito completo (consulte 5.7.2).
- **Aquisição:** Isso permite que o pino seja configurado em uma configuração PNP ou de aquisição. Quando a saída é ligada, o pino fornece uma fonte de tensão positiva (configurável na guia E/S). Isso pode ser usado em conjunto com o pino GND para criar um circuito completo (consulte 5.7.2).
- **Empurrar/Puxar:** Isso permite que o pino seja configurado em uma configuração de empurrar / puxar. Quando a saída está ligada, o pino fornece uma fonte de tensão positiva (configurável na guia E/S). Isso pode ser usado em conjunto com o pino GND para criar um circuito completo (consulte 5.7.2). Quando a saída é desligada, o pino permite que a corrente flua para o solo.

Após a seleção de uma nova configuração de saída, as alterações têm efeito. A instalação carregada atualmente é modificada para refletir a nova configuração. Depois de verificar se as saídas da ferramenta estão funcionando como previsto, certifique-se de salvar a instalação para evitar a perda das alterações.

Alimentação de pino duplo

A alimentação de pino duplo é usada como fonte de energia para a ferramenta. Ativar a alimentação de pino duplo desativa as saídas digitais padrão da ferramenta.

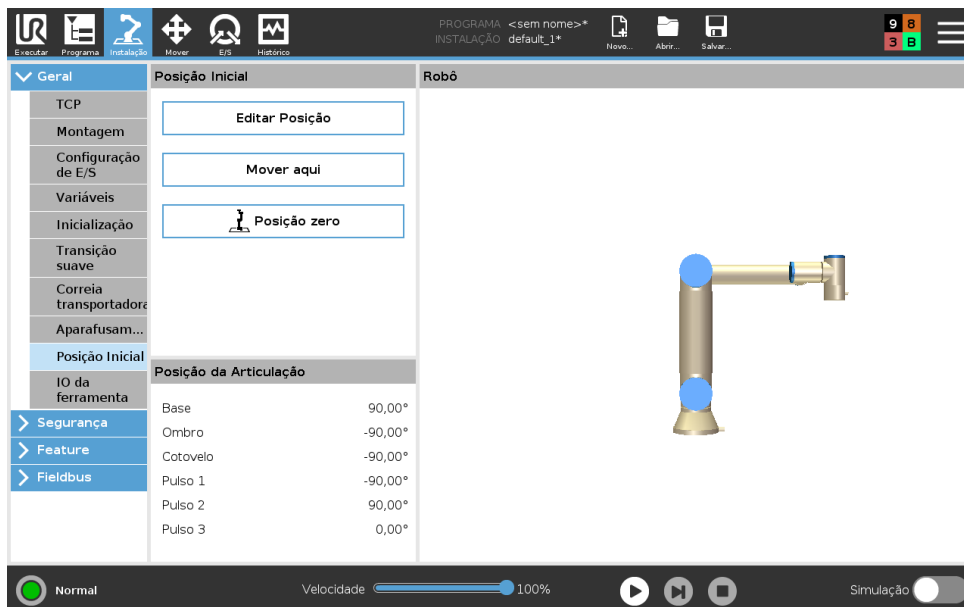
16.1.8 Transição suave entre os modos de segurança

Ao alternar entre os modos de segurança durante os eventos (ou seja, Entrada em Modo Reduzido, Plano de Acionamento no Modo Reduzido, Paradas de Segurança, e Dispositivo de Ativação com Três Posições), o braço do robô tem como objetivo usar 0,4 s para criar uma transição “suave”. Aplicações existentes não têm alterado o comportamento que corresponde à configuração “forçada”. Novos arquivos de instalação padrão para a configuração “suave”.

Ajustar as configurações de aceleração/desaceleração

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. No Menu Lateral à esquerda, em **Geral**, selecione **Transição suave**.
3. Selecione **Forte** para ter uma aceleração/desaceleração maior ou selecione **Suave** para a configuração de transição padrão mais suave.

16.1.9 Início



Início é uma posição de retorno definida pelo usuário para o braço do robô. Uma vez definida, a posição inicial fica disponível ao criar um programa do robô. Você pode usar a posição inicial para definir uma posição inicial segura. (Ver 13.2.12) Use os botões da Página Inicial para realizar o seguinte:

- **Editar Posição** modifica uma Posição da Página Inicial.
- **Mova para cá** move o Braço do Robô para a Posição da Página Inicial definida.
- **Posição zero** retorna o Braço do Robô a uma posição vertical.

Definir início

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. Em **Geral**, selecione **Início**.
3. Toque em **Definir Posição**.
4. Ensine o robô usando o **Freedrive** ou **Botões de transição**.

16.1.10 Configuração da correia transportadora

A configuração da correia transportadora permite a configuração do movimento de até dois transportadores. A configuração da correia transportadora oferece opções para configurar o robô para trabalhar com codificadores absolutos ou incrementais, bem como com correias transportadoras lineares ou circulares.

Definir um transportador

1. No cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. Em Geral, selecione **Correia transportadora**.
3. Em Configuração da correia transportadora, na lista suspensa, selecione **Transportador 1** ou **Transportador 2**.
Você só pode definir um transportador por vez.
4. Selecione **Ativar correia transportadora**.
5. Configure os **Parâmetros do transportador** (seção 16.1.10) e **Acompanhamento de parâmetros** (seção 16.1.10).

Parâmetros da Correia

Os codificadores incrementais podem ser conectados às entradas digitais 8 a 11. A decodificação de sinais digitais é executada a 40kHz. Usando um codificador de **Quadratura** (exigindo duas entradas), o robô pode determinar a velocidade e a direção da correia transportadora. Se a direção da correia transportadora for constante, é possível usar uma entrada única para extremidades de *Aumento*, *Queda* ou *Aumento e Queda* que determinam a velocidade da correia transportadora.

Os codificadores absolutos podem ser conectados por meio de um sinal MODBUS. Isso exige um registro de saída MODBUS digital pré-configurado na (seção 16.4.1).

Acompanhamento de parâmetros

Correias transportadoras lineares Quando a correia transportadora linear é selecionada, é necessário configurar um recurso de linha na parte **Recursos** da instalação, para determinar a direção da correia. Garantir a precisão, colocando o recurso de linha paralelo à direção da correia transportadora, com uma grande distância entre os dois pontos que definem o recurso de linha. Configure o recurso de linha colocando a ferramenta firmemente contra a lateral da correia ao ensinar os dois pontos. Se o sentido do recurso da linha for oposto ao movimento da correia, use o botão **Sentido inverso**.

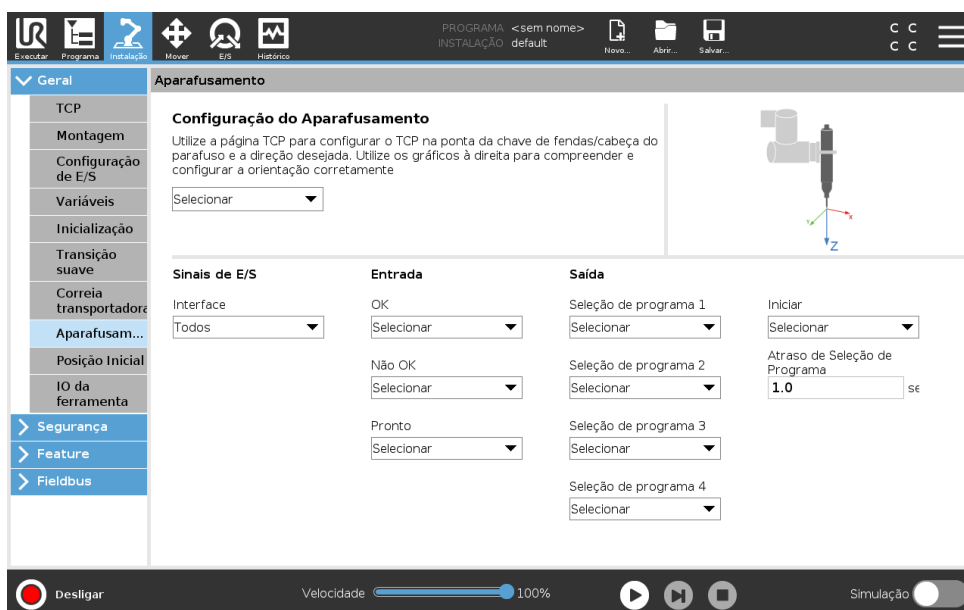
O **Ocorrências por metro** exibe o número de ocorrências que o codificador gera quando a correia transportadora se move um metro.

Correias transportadoras circulares O ponto central do transportador deve ser definido para acompanhar um transportador circular.

1. Defina o ponto central na parte da instalação relativa a **Recursos**. O valor de **Ocorrências por revolução** deve ser o número de ocorrências que o codificador gera quando a correia transportadora gira uma revolução completa.
2. Selecione a caixa de seleção **Girar ferramenta girar com a correia transportadora** para a orientação da ferramenta para acompanhar a rotação da correia transportadora.

16.1.11 Preparação para Aparafusamento

A Preparação para o aparafusamento oferece opções para configurar o robô de modo que este trabalhe com uma parafusadeira industrial ou uma apertadeira industrial. Você pode preparar a posição da parafusadeira de acordo com o flange da ferramenta do robô e interface elétrica.



Configuração de uma Parafusadeira

1. No Cabeçalho, toque em **Instalação**.
2. Em **Geral**, selecione **Aparafusamento**, ou crie sua própria TCP para aparafusar tocando em **TCP**, em **Geral**.
3. Em **Entrada** e **Saída**, configure as E/Ss para sua parafusadeira. Você pode usar a lista de **Interface** para filtrar o tipo de E/S exibida em **Entrada** e **Saída**.
4. Em **Iniciar**, selecione a E/S que aciona a ação de aparafusamento.

Nota: Em qualquer lista de Seleção de Programa de saída, em **Saída**, é possível selecionar uma saída inteira para trocar a Seleção de Programa (ver 15.6.8) para um campo numérico.

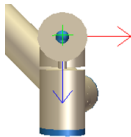
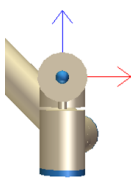
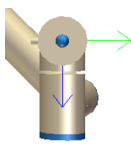
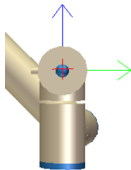
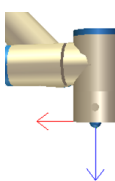
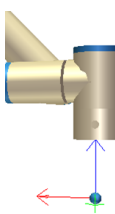
Configuração da Posição da Parafusadeira

1. Em **Preparação para Aparafusamento**, use o menu suspenso para selecionar um TCP pre-definido (ver 16.1.1) onde Posição e Orientação são definidos, conforme a seguir:
 - Configure a Posição para ser a ponta da ferramenta da parafusadeira onde esta entra em contato com o parafuso.
 - Configure a Orientação para que o sentido Z positivo fique alinhado ao comprimento dos parafusos a ser apertados.

É possível visualizar as coordenadas X, Y e Z do TCP selecionado para confirmar se existe compatibilidade com a ponta ou soquete da ferramenta.

O nó do programa de Aparafusamento (ver 15.6.8) usa o sentido Z positivo do TCP para seguir o parafuso e calcular as distâncias.

Os valores de Orientação típicos (em notação de Vetor de Rotação [rad]) estão ilustrados na tabela a seguir.

O eixo de Aparafusamento paralelo ao sentido Y negativo do flange da ferramenta do robô		Orientação • RX: 1,5708 rad • RY: 0,0000 rad • RZ: 0,0000 rad
O eixo de Aparafusamento paralelo ao sentido Y positivo do flange da ferramenta do robô		Orientação • RX: -1,5708 rad • RY: 0,0000 rad • RZ: 0,0000 rad
O eixo de Aparafusamento paralelo ao sentido X positivo do flange da ferramenta do robô		Orientação • RX: 0,0000 rad • RY: 1,5708 rad • RZ: 0,0000 rad
O eixo de Aparafusamento paralelo ao sentido X negativo do flange da ferramenta do robô		Orientação • RX: 0,0000 rad • RY: -1,5708 rad • RZ: 0,0000 rad
O eixo de Aparafusamento paralelo ao sentido Z positivo do flange da ferramenta do robô		Orientação • RX: 0,0000 rad • RY: 0,0000 rad • RZ: 0,0000 rad
O eixo de Aparafusamento paralelo ao sentido Z negativo do flange da ferramenta do robô		Orientação • RX: 3,1416 rad • RY: 0,0000 rad • RZ: 0,0000 rad

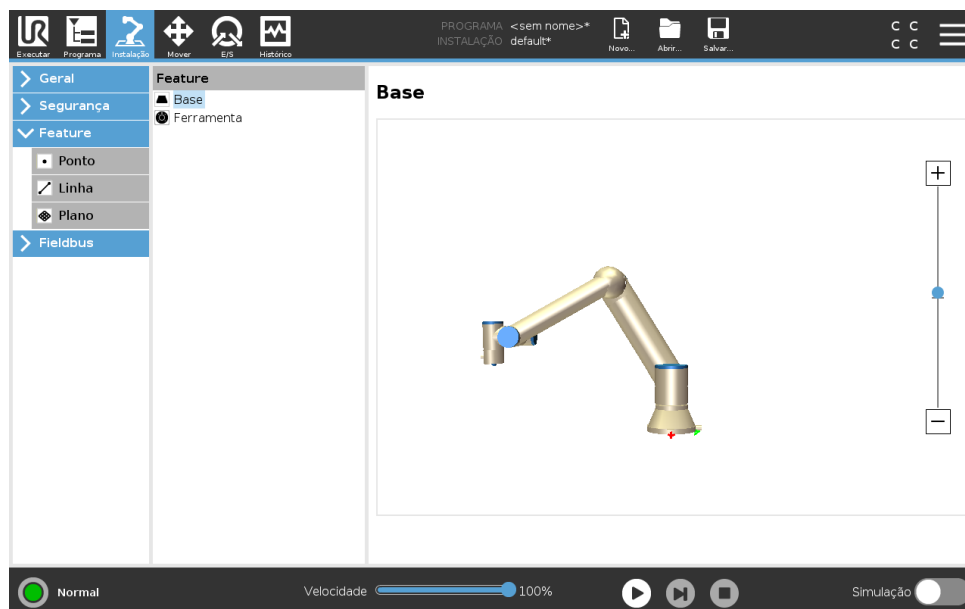
Configuração da Interface da Parafusadeira

1. Use o menu suspenso **Interface** na parte superior da tela para mudar o conteúdo exibido, com base no tipo de sinal.
2. Em **Entrada**, configure os sinais que os robôs recebem da parafusadeira:
 - OK: Altos, quando o aperto termina com sucesso, se não selecionada, essa condição não está disponível no nó de programa de Parafusamento
 - NOK: Altos, quando o aperto termina com erros, se não selecionada, essa condição não está disponível no nó de programa de Parafusamento
 - Pronto: Altos, quando a parafusadeira estiver pronta para ser iniciada, se não for selecionada, esta condição não está verificada
3. Em **Saída**, configure os sinais que o robô envia para a parafusadeira:
 - Início: inicia a ferramenta que aperta ou afrouxa um parafuso, dependendo apenas na fixação.
 - Seleção do programa: um inteiro, ou até quatro sinais binários, podem ser selecionados para ativar diferentes configurações de aperto armazenadas na parafusadeira
 - Atraso na seleção do programa: tempo de espera a ser usado após mudar o programa da parafusadeira para garantir que este está ativo

16.2 Segurança

Consulte o capítulo 13.

16.3 Funções



O **Recurso** é uma representação de um objeto que foi definida com um nome para referência futura e uma pose de seis dimensões (posição e orientação) em relação à base do robô.

Algumas subpartes de um programa de robô são compostas por movimentos que devem ser executados em relação a objetos específicos que não a base do Braço do Robô. Estes objetos

podem ser mesas, outras máquinas, peças, transportadores, paletes, sistemas de visão, espaços em branco ou fronteiras que existem nos arredores do Braço do Robô. Existem sempre dois recursos predefinidos para o robô. Cada recurso tem a sua pose definida pela configuração do próprio Braço do Robô:

- O Recurso Base está localizado com origem no centro da base do robô (consultar a figura 16.1)
- O Recurso Ferramenta está localizado com origem no centro do TCP atual (consultar a figura 16.2)

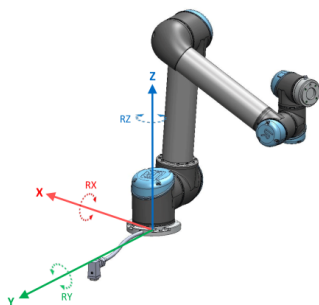


Figura 16.1: Recurso de base

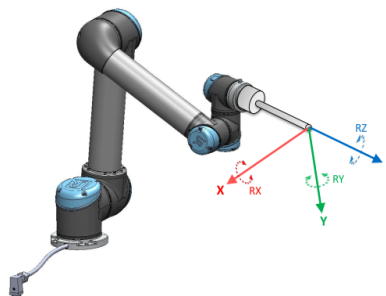


Figura 16.2: Recurso de Ferramenta (TCP)

Os recursos definidos por usuários são posicionados usando um método que usa a pose atual do TCP na área de trabalho. Isso significa que o usuário pode ensinar locais de recursos usando por exemplo o modo Condução Livre ou fazendo movimentos curtos para deslocar o robô para a pose desejada.

Existem três estratégias diferentes (**Ponto, Linha e Plano**) para definir uma pose de recurso. A melhor estratégia para uma determinada aplicação depende do tipo de objeto que é usado e das exigências de precisão. Em geral, é preferido um recurso que tem por base mais pontos de entrada (**Linha e Plano**) caso seja aplicável ao objeto específico.

Para definir com precisão a direção de um transportador linear, defina dois pontos de um recurso Linha com o máximo de separação física possível. O recurso Ponto pode também ser usado para definir um transportador linear. Porém, o usuário tem que apontar o TCP na direção do movimento do transportador.

Usar mais pontos para definir a pose de, por exemplo, uma mesa, significa que a orientação é baseada nas posições em vez da orientação de um único TCP. Uma única orientação TCP é geralmente mais difícil de configurar com alta precisão.

Para saber mais sobre os diferentes métodos para definir um recurso, consulte (seções: 16.3.2), (16.3.3) e (16.3.4).

16.3.1 Usando um recurso

Quando uma função é definida na instalação, você pode referir-se a ela a partir do programa do robô para relacionar os movimentos do robô (por ex., comandos **MoveJ**, **MoveL** e **MoveP**) para o recurso (ver seção 15.5.1). Isso permite a fácil adaptação de um programa do robô (por exemplo, quando existem várias estações de robô, quando um objeto é dinamicamente movido durante a execução do programa ou quando um objeto é movido permanentemente na cena). Ao ajustar o recurso de um objeto, todos os movimentos do programa relativos ao objeto são

movimentados de acordo. Para mais exemplos, veja (seções 16.3.5) e (16.3.6). Quando um recurso é escolhido como uma referência, os botões da Ferramenta Mover para translações e rotações vão operar no espaço de recurso selecionado (consulte 17.3) e (17.1), leitura das coordenadas TCP. Por exemplo, se uma mesa está definida como recurso e é escolhida como uma referência na Guia Mover, as setas de translação (ou seja, cima/baixo, esquerda/direita, frente/trás) movem o robô nestes direções relativamente à mesa. Adicionalmente, as coordenadas TCP estarão no quadro da mesa.

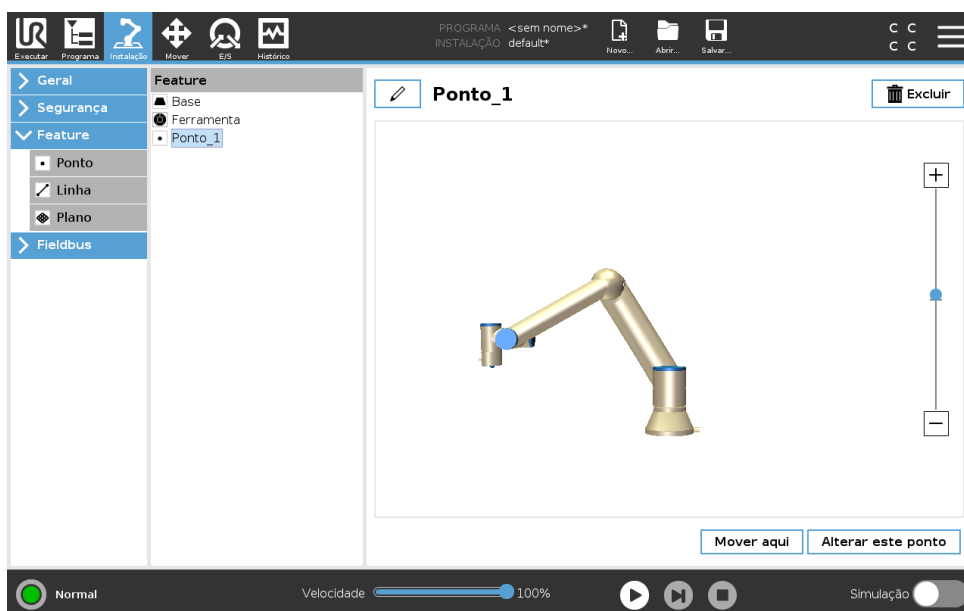
- Na árvore Recursos, pode renomear um Ponto, Linha ou Plano tocando no botão de lápis.
- Na árvore Recursos, pode excluir um Ponto, Linha ou Plano tocando no botão Excluir.

Usar Mover o robô aqui

Aperte o botão **Mover o robô aqui** para mover o robô para a função selecionada. No final desse movimento, os sistemas de coordenadas do recurso e o TCP irão coincidir.

16.3.2 Adicionar um Ponto

Aperte o botão **Ponto** para adicionar um recurso de ponto à instalação. O recurso de ponto define um limite de segurança ou uma configuração inicial global do Braço do Robô. A pose de um recurso de ponto é definida como a posição e a orientação do TCP.



16.3.3 Adicionar uma Linha

Pressione o botão **Linha** para adicionar um recurso de linha à instalação. O recurso de linha define linhas que o robô precisa de seguir. (por exemplo, quando realiza o acompanhamento da correia). Uma linha l é definida como um eixo entre dois recursos do ponto $p1$ e $p2$, como mostrado na figura 16.3.

Na figura 16.3, o eixo direcionado do primeiro ponto para o segundo ponto constituirá o eixo y do sistema de coordenadas da linha. O eixo z é definido pela projeção do eixo z de $p1$ sobre o plano perpendicular à linha. A posição da linha do sistema de coordenadas é a mesma que a posição de $p1$.

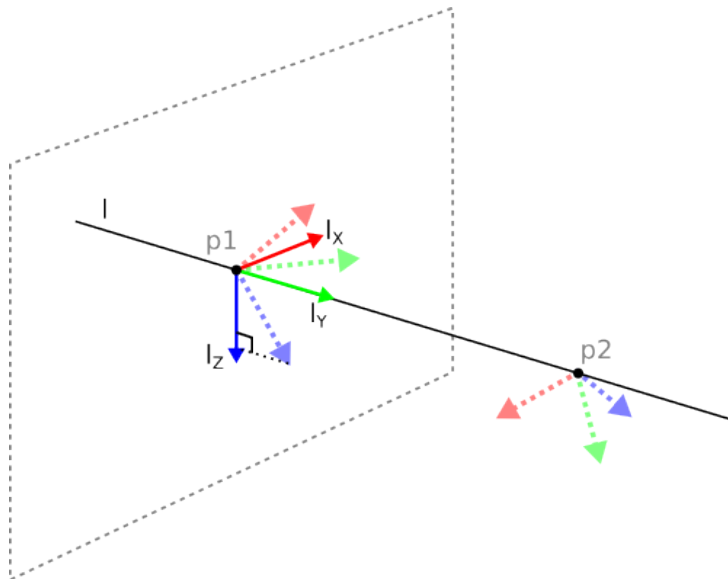
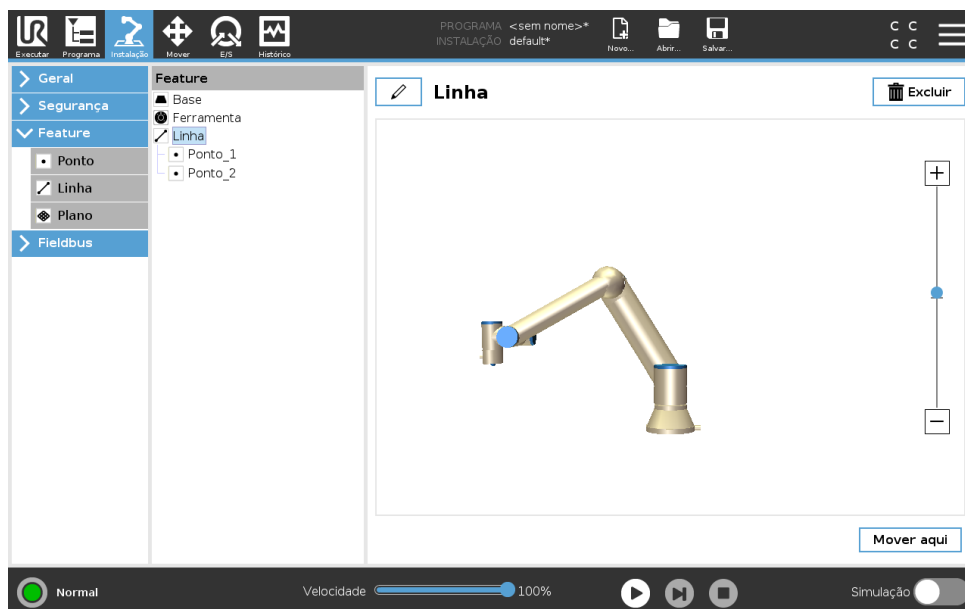


Figura 16.3: Definição do recurso de linha



16.3.4 Recurso de Plano

Selecione o recurso de plano quando necessitar de uma estrutura com alta precisão, por exemplo ao trabalhar com um sistema de visão ou fazer movimentos em relação a uma mesa.

Adicionar um plano

1. Em Instalação, selecione **Recursos**.
2. Em Recursos, selecione **Plano**.

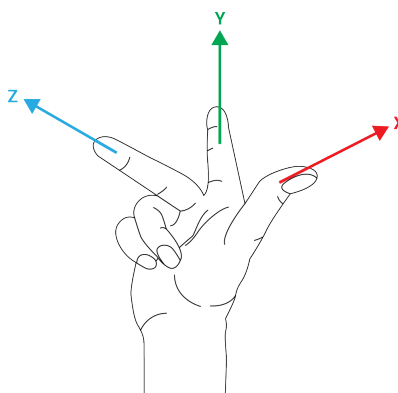
Ensinando um plano

Quando apertar o botão plano para criar um plano novo, o guia na tela ajuda você na criação de um plano.

1. Selecione Origem

2. Mova o robô para definir a direção do eixo x positivo do plano
3. Mova o robô para definir a direção do eixo y positivo do plano

O plano é definido usando a regra da mão direita - assim o eixo z é o produto cruzado do eixo x e eixo y, como ilustrado abaixo.



NOTA:

Pode reensinar o plano na direção oposta do eixo x, se quer que o plano seja normal na direção oposta.

Modifique um plano existente ao selecionar Plano e apertar Modificar Plano. Para isso usará a mesma guia que usa para ensinar um novo plano.

16.3.5 Exemplo: Atualizar manualmente um recurso para ajustar um programa

Considere uma aplicação onde várias partes de um programa do robô são relativas a uma mesa. A figura 16.4 ilustra o movimento dos pontos de rota wp1 até wp4.

```
Programa do Robô
Movimento J
S1
Recurso Movimento L #: P1_var
wp1
wp2
wp3
wp4
```

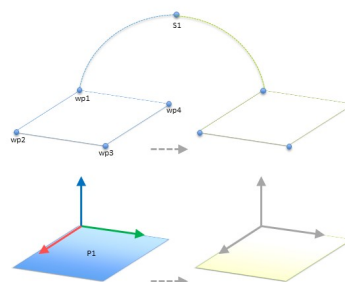


Figura 16.4: Programa simples com quatro pontos de rota em relação a um plano de recurso atualizado manualmente, alterando o recurso

A aplicação requer que o programa seja reutilizado para várias instalações de robô, onde a posição da mesa varia ligeiramente. O movimento relativo à mesa é idêntico. Ao definir a posição da mesa como um recurso *P1* na instalação, o programa com um comando *Movimento L* configurado em relação ao plano pode ser facilmente aplicado em robôs adicionais apenas atualizando a instalação com a posição real da mesa.

O conceito se aplica a qualquer número de Recursos em um aplicativo, para atingir um programa flexível que pode resolver a mesma tarefa em muitos robôs, mesmo que outros locais no espaço de trabalho possam variar entre as instalações.

16.3.6 Exemplo: Atualizar dinamicamente um recurso de pose

Considere uma aplicação semelhante onde o robô deve se mover em um padrão específico em cima de uma mesa para resolver uma determinada tarefa (veja 16.5).

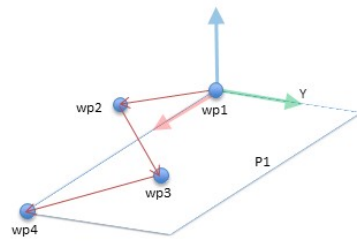


Figura 16.5: Um comando *MoveL* com quatro pontos de rota em relação a um recurso de plano

```

Programa do Robô
  Movimento J
    wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_trans(P1_var, o)
  Recurso Movimento L #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```

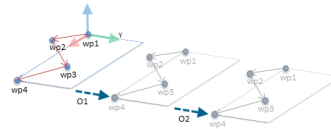


Figura 16.6: Aplicação de um desvio para o recurso de plano

```

Programa do Robô
  Movimento J
    S1
  se (entrada_digital[0]) então
    P1_var = P1
  senão
    P1_var = P2
  Recurso Movimento L #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```

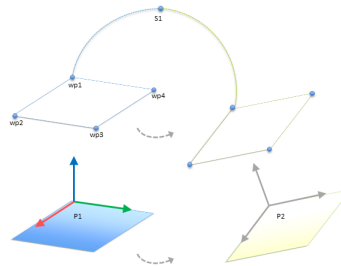


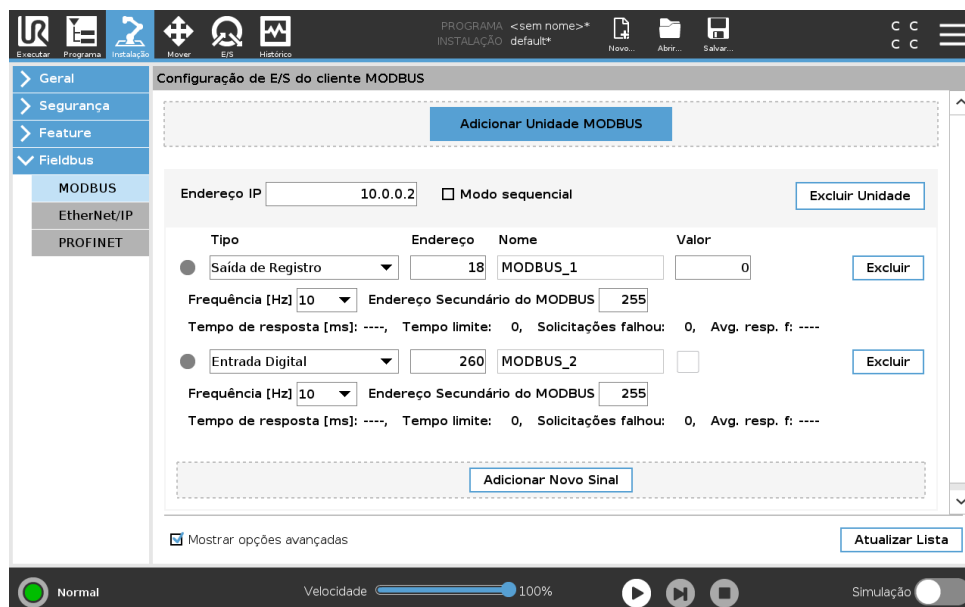
Figura 16.7: Troca de um recurso de plano para outro

O movimento relativo a *P1* é repetido várias vezes, cada vez por um valor de desvio *o*. Neste exemplo, a compensação foi definida como de 10 cm na direção *Y* (consultar figura 16.6, compensações *O1* e *O2*). Isto é realizado usando, por exemplo, as funções de script *pose_add()* ou *pose_trans()* para manipular a variável. É possível alternar para um recurso diferente enquanto o programa está sendo executado em vez de adicionar um desvio. Isto é mostrado no exemplo abaixo (consulte a figura 16.7) onde o recurso de referência para o comando *Movimento L* *p1_var* pode alternar entre dois planos *P1* e *P2*.

16.4 Fieldbus

Aqui você pode definir a família de protocolos de rede de computadores industriais utilizada para o controle distribuído em tempo real pelo PolyScope : MODBUS, Ethernet/IP e PROFINET.

16.4.1 Configuração de E/S do cliente MODBUS



Aqui, os sinais do cliente (mestre) MODBUS podem ser configurados. Conexões com servidores (ou escravos) MODBUS nos endereços IP especificados podem ser criadas com sinais de entrada/saída (registros ou digitais). Cada sinal tem um nome exclusivo para que possa ser usado em programas.

Atualizar

Pressione esse botão para atualizar todas as conexões MODBUS. Atualizar desconecta todas as unidades modbus, e os conecta novamente. Todas as estatísticas são apagadas.

Adicionar unidade

Pressione esse botão para adicionar uma nova unidade MODBUS.

Excluir unidade

Pressione esse botão para excluir a unidade MODBUS e todos os sinais dessa unidade.

Definir IP da unidade

Aqui, o endereço IP da unidade MODBUS é mostrado. Pressione o botão para alterá-lo.

Modo sequencial

Disponível apenas quando Mostrar Opções Avançadas (consulte 16.4.1) estiver selecionada. Seleccionar esta caixa de seleção força o cliente modbus a aguardar uma resposta antes de enviar a próxima solicitação. Este modo é exigido por algumas unidades fieldbus. Ativar esta opção pode ajudar quando houver vários sinais, e aumentar a frequência de solicitação resulta em desconexão dos sinais. Observe que a frequência de sinal real pode ser inferior ao solicitado

quando vários sinais são definidos no modo sequencial. A frequência de sinal real pode ser observada nas estatísticas do sinal (consulte a seção 16.4.1). O indicador de sinal ficará amarelo se a frequência de sinal real for menos da metade do valor selecionado a partir da lista suspensa “Frequência”.

Adicionar sinal

Pressione esse botão para adicionar um sinal à unidade MODBUS correspondente.

Excluir sinal

Pressione esse botão para excluir um sinal da unidade MODBUS correspondente.

Definir tipo de sinal

Use este menu suspenso para escolher o tipo de sinal. Tipos disponíveis são:

Entrada digital Uma entrada digital (bobina) é uma quantidade de um bit que é lida da unidade MODBUS na bobina especificada no campo de endereço do sinal. O código de função 0x02 (Ler Entradas Discretas) é usado.

Saída digital Uma saída digital (bobina) é uma quantidade de um bit que pode ser configurada para alta ou baixa. Antes de o valor dessa saída ter sido configurado pelo usuário, o valor será lido a partir da unidade remota MODBUS. Isso significa que o código de função 0x01 (Ler Bobinas) será usado. Quando a saída tiver sido configurada por um programa do robô ou quando o botão **definir valor do sinal** for pressionado, o código de função 0x05 (Gravar Bobina Simples) será usado a partir de então.

Entrada de registro Uma entrada de registro é uma quantidade de 16 bits lida do endereço especificado no campo de endereço. O código de função 0x04 (Ler Registros de Entrada) é usado.

Saída de registro Uma saída de registro é uma quantidade de 16 bits que pode ser definida pelo usuário. Antes de o valor do registro ter sido definido, o valor será lido da unidade remota MODBUS. Isso significa que o código de função 0x03 (Ler Registros de Retenção) é usado. Quando a saída tiver sido definida por um programa do robô ou quando um valor de sinal no campo **definir valor do sinal** for especificado, o código de função 0x06 (Gravar Registro Único) será usado para definir o valor na unidade remota MODBUS.

Definir endereço do sinal

Esse campo mostra o endereço no servidor remoto MODBUS. Use o teclado numérico na tela para escolher um endereço diferente. Endereços válidos dependem do fabricante e da configuração da unidade remota MODBUS.

Definir nome do sinal

Usando o teclado na tela, o usuário pode fornecer um nome ao sinal. Esse nome será usado quando o sinal for usado em programas.

Valor do sinal

Aqui, o valor atual do sinal é mostrado. Para sinais de registro, o valor é expresso como um número inteiro não designado. Para sinais de saída, o valor do sinal desejado pode ser definido usando o botão. Novamente, para uma saída de registro, o valor para gravar na unidade deve ser fornecido como um número inteiro sem sinal.

Status de conectividade do sinal

Esse ícone mostra se o sinal pode ser lido/gravado devidamente (verde) ou se a unidade responde de forma inesperada ou não pode ser contatada (cinza). Se uma resposta de exceção MODBUS for recebida, o código de resposta será exibido. As respostas de Exceção MODBUS-TCP são:

- E1 FUNÇÃO ILEGAL (0x01)** O código de função recebido na consulta não é uma ação permitida para o servidor (ou escravo).
- E2 ENDEREÇO DE DADOS ILEGAL (0x02)** O código de função recebido na consulta não é uma ação permitida para o servidor (ou escravo), verifique se o endereço do sinal inserido corresponde à configuração do servidor MODBUS remoto.
- E3 VALOR DE DADOS ILEGAL (0x03)** Um valor contido no campo de dados de consulta não é um valor permitido para o servidor (escravo), verifique se o valor do sinal inserido é válido para o endereço especificado no servidor MODBUS remoto.
- E4 FALHA DE DISPOSITIVO ESCRAVO (0x04)** Ocorreu um erro irreversível enquanto o servidor (ou escravo) estava tentando executar a ação solicitada.
- E5 RECONHECIMENTO (0x05)** Uso especializado em conjunto com comandos de programação enviados à unidade MODBUS remota.
- E6 DISPOSITIVO ESCRAVO OCUPADO (0x06)** Uso especializado em conjunto com comandos de programação enviados à unidade remota MODBUS, o escravo (servidor) não pode responder agora.

Mostrar Opções Avançadas

Esta caixa de seleção mostra/oculta as opções avançadas para cada sinal.

Opções Avançadas

Frequência de Atualização Esse menu pode ser usado para alterar a frequência de atualização do sinal. Isso representa a frequência com a qual as solicitações são enviadas à unidade MODBUS remota para leitura ou gravação do valor do sinal. Quando a frequência for definida em 0, então as solicitações de modbus serão iniciadas sob demanda utilizando funções de script *modbus_get_signal_status*, *modbus_set_output_register*, e *modbus_set_output_signal*.

Endereço do Escravo Esse campo de texto pode ser usado para definir um endereço de escravo específico para as solicitações correspondentes a um sinal específico. O valor deve estar na faixa de 0-255, ambos incluídos, e o padrão é 255. Se esse valor for alterado, recomenda-se consultar o manual do dispositivo MODBUS remoto para verificar sua funcionalidade ao alterar o endereço do escravo.

Reconectar contagem Número de vezes que a conexão TCP foi fechada e conectada novamente.

Status da conexão Status de conexão do TCP.

Tempo de resposta [ms] Tempo entre a solicitação de modbus enviada e a resposta recebida - este é atualizado apenas quando a comunicação estiver ativa.

Erros do pacote Modbus Número de pacotes recebidos que continham erros (isto é, comprimento inválido, falta de dados, erro de soquete TCP).

16.4 Fieldbus

Tempo limite Número de solicitações de modbus que não obtiveram resposta.

Solicitações falhou Número de pacotes que não puderam ser enviados devido ao status de soquete inválido.

Freq. real. A frequência média de atualizações de status do sinal cliente (mestre). Este valor é recalculado a cada vez que o sinal recebe uma resposta do servidor (ou escravo).

Todos os contadores contam até 65535 e, em seguida, voltam para 0.

16.4.2 Ethernet/IP

EtherNet/IP é onde você pode ativar ou desativar a conexão do robô com a EtherNet/IP. Com Ativar, você pode selecionar qual ação deve ocorrer em um programa quando há uma perda da conexão do scanner EtherNet/IP. Essas ações são:

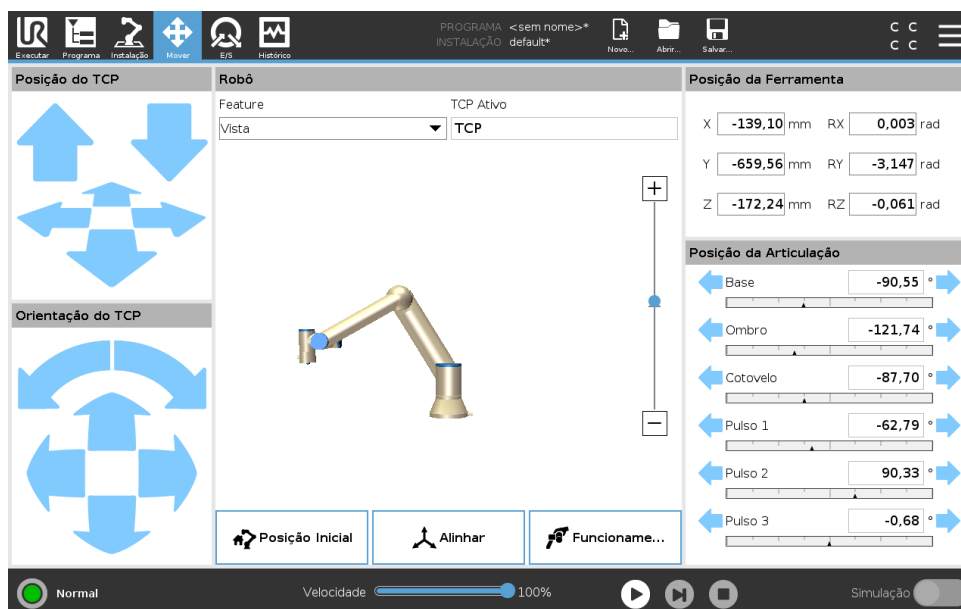
Nenhum: O PolyScope ignorará a perda de conexão da EtherNet/IP e continuará normalmente com o programa.

Pausa: O PolyScope pausará o programa atual. O Programa retomará de onde ele parou.

Parada: O PolyScope parará o programa atual.

17 Guia Mover

Nessa tela, é possível mover (deslocar) o braço do robô diretamente, transferindo/girando a ferramenta do robô ou movendo as articulações do robô individualmente.



17.1 Mover Ferramenta

Mantenha uma seta **Mover Ferramenta** pressionada para mover o braço do robô em um determinado sentido.

- As **setas Traduzir** (superior) movem a ponta da ferramenta do robô no sentido indicado.
- As **setas Girar** (inferior) alteram a orientação da ferramenta do robô no sentido indicado. O ponto de rotação é o Ponto Central da Ferramenta (TCP, na sigla em inglês), ou seja, é o ponto na extremidade do braço do robô que fornece um ponto característico da ferramenta do robô. O TCP é exibido como uma pequena esfera azul.

17.2 Robô

Se a posição atual do TCP do robô se aproximar de um plano de segurança ou de acionamento, ou a orientação da ferramenta do robô estiver perto do limite de orientação da ferramenta (consulte 13.2.5), será exibida uma representação 3D do limite aproximado.

Nota: quando o robô está executando um programa, a visualização dos limites de fronteira é desativada.

Os planos de segurança são visualizados em amarelo e preto, com uma pequena seta que representa o plano normal, que indica a lateral do plano no qual o TCP do robô pode ser posicionado. Os planos de acionamento são exibidos em azul e verde e uma seta pequena aponta na direção do plano lateral, onde os limites do modo **Normal** estão ativos (veja 13.2.2). O limite

de orientação da ferramenta é visualizado com um cone esférico junto a um vetor que indica a orientação atual da ferramenta do robô. O interior do cone representa a área permitida para a orientação da ferramenta (vetor).

Quando o TCP do robô não estiver mais na proximidade do limite, a representação 3D desaparece. Se o TCP violar ou estiver a ponto de violar um limite, a visualização do limite fica vermelha.

Função

No canto superior esquerdo do campo **Robô**, sob **Recurso**, você pode definir como controlar o braço do robô em relação aos recursos **Visualizar**, **Base** ou **Ferramenta**.

Nota: Para obter a melhor sensação de controle do braço do robô, você pode selecionar o recurso **Visualizar**, usar as **setas Girar** para alterar o ângulo de visualização da imagem em 3D para que corresponda à sua visualização do braço do robô real.

TCP Ativo

No campo **Robô**, em **TCP Ativo**, é exibido o nome do Ponto Central da Ferramenta (TCP) ativo atual.

Início

O botão **Início** acessa a tela **Mover o robô para a posição**, onde você pode pressionar o botão **Auto** (veja 14.4) para mover o robô para a posição definida anteriormente em Instalação (veja 16.1.9). A configuração padrão do botão Início retorna o Braço do Robô para a posição vertical (veja 16.1.9).

Condução Livre

O botão **Condução Livre** na tela permite que o braço do robô seja puxado para as posições/poses desejadas.

Alinhar

O botão **Alinhar** permite que o eixo Z do TCP ativo alinhe a uma função selecionada.

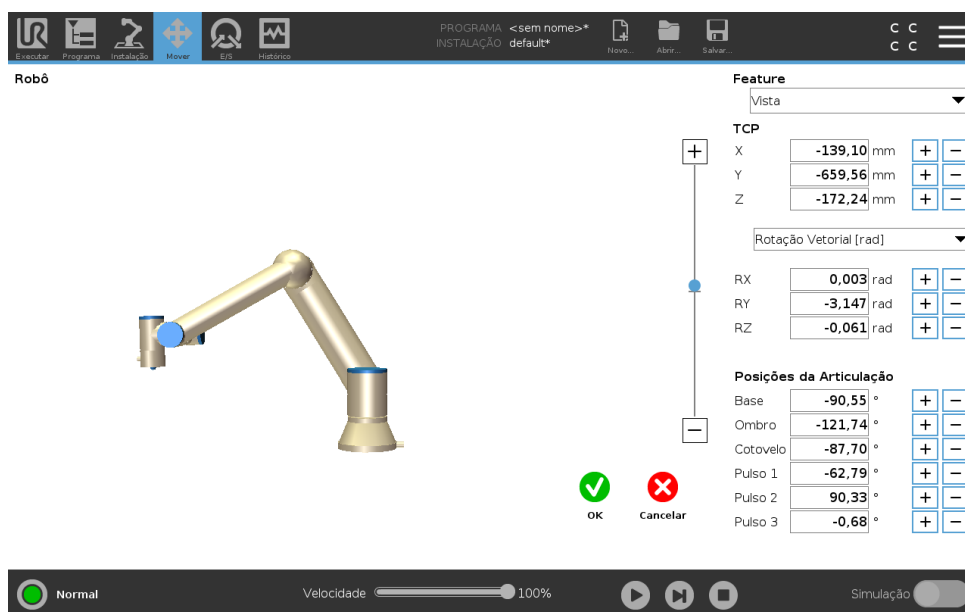
17.3 Posição da Ferramenta

As caixas de texto mostram os valores completos de coordenadas do TCP em relação ao recurso selecionado.

Nota: Você pode configurar vários TCPs nomeados (veja 16.1.1). Você também pode tocar em **Editar pose** para acessar a tela **Editor de Pose**.

17.3.1 Tela Editor de Posição

Uma vez que você acessa a tela do **Editor de Posição**, você pode configurar com precisão um alvo em posições comuns, ou um alvo representativo (posição e orientação) para o TCP. Nota: Essa tela é **offline** e não controla o braço do robô diretamente.



Robô

A imagem 3D mostra a posição atual do braço do robô. A **sombra** mostra a posição de destino do braço do robô controlada pelos valores especificados na tela. Pressione os ícones de lupa para aumentar/reduzir o zoom ou arraste o dedo para alterar a visualização.

Se a posição do objetivo especificado do TCP do robô se aproximar de um plano de segurança ou de acionamento, ou a orientação da ferramenta do robô estiver perto do limite de orientação da ferramenta (consulte 13.2.5), uma representação 3D do limite aproximado será exibida. Os planos de segurança são visualizados em amarelo e preto, com uma pequena seta que representa o plano normal, que indica a lateral do plano no qual o TCP do robô pode ser posicionado. Os planos de acionamento são exibidos em azul e verde e uma seta pequena aponta na direção da lateral do plano, onde os limites do modo **Normal** (ver 13.2.2) estão ativos. O limite de orientação da ferramenta é visualizado com um cone esférico junto a um vetor que indica a orientação corrente da ferramenta do robô. O interior do cone representa a área permitida para a orientação da ferramenta (vetor). Quando o TCP do robô alvo não estiver mais na proximidade do limite, a representação 3D desaparece. Se o TCP em questão violar ou estiver a ponto de violar um limite, a visualização do limite fica vermelha.

Função e posição da ferramenta

O TCP ativo e os valores de coordenada do recurso selecionado são exibidos. As coordenadas **X**, **Y**, **Z** especificam a posição da ferramenta. As coordenadas **RX**, **RY**, **RZ** especificam a orientação. Para mais informações sobre a configuração de vários TCPs nomeados, (consulte 16.1.1).

Use o menu suspenso acima das caixas **RX**, **RY** e **RZ** para escolher o tipo da representação da orientação:

- **Vetor de Rotação [rad]** A orientação é fornecida como um vetor de rotação. O comprimento do eixo é o ângulo a ser girado em radianos e o vetor em si fornece o eixo sobre o qual girar. Essa é a configuração padrão.
- **Vetor de Rotação [°]** A orientação é fornecida como um vetor de rotação, em que o comprimento do vetor é o ângulo a ser girado em graus.

- **RPY [rad]** Ângulos de *rolagem*, *inclinação* e *direção* (RPY), sendo que os ângulos estão em radianos. A matriz de rotação RPY (rotação X, Y', Z'') é fornecida por:

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

- **RPY [°]** Ângulos de *rolagem*, *inclinação* e *direção* (RPY), sendo que os ângulos estão em graus.

Você pode tocar nos valores para editar as coordenadas. Você também pode tocar nos botões **+** ou **-**, à direita de uma caixa, para somar ou subtrair um valor do/para o valor atual. Ou pressione e mantenha um botão pressionado para aumentar/reduzir o valor diretamente.

Posições da Articulação

Posições da articulação individuais são especificadas diretamente. Cada posição de articulação pode ter uma faixa de Limites das Articulações de -360° a $+360^\circ$. É possível configurar as Posições da Articulação da seguinte maneira:

- Toque na posição da articulação para editar os valores.
- Toque nos botões **+** ou **-**, à direita de uma caixa para somar ou subtrair um valor do/para o valor atual.
- Pressione e mantenha um botão pressionado para aumentar/reduzir o valor diretamente.

Botão OK

Se você ativar esta tela na tela **Mover** (ver 17), toque no botão **OK** para retornar à tela **Mover**. O braço robótico move-se para o alvo especificado. Se o último valor especificado foi uma coordenada de ferramenta, o braço do robô se move para a posição de destino usando o tipo de movimento **MoveL**; ou usa o tipo de movimento **MoveJ** se uma posição de articulação foi especificada por último (consulte 15.5.1).

Botão Cancelar

O botão **Cancelar** sai da tela descartando todas as alterações.

17.4 Posição da Articulação

O campo **Posição da Articulação** permite que você controle diretamente articulações individuais. Cada articulação se movimenta ao longo de um intervalo de limite padrão, de -360° a $+360^\circ$, definido por uma barra horizontal. Uma vez atingido o limite, você não pode mais mover uma articulação.

Nota: Você pode configurar as articulações com um limite de amplitude diferente do padrão (veja 13.2.4), esta nova faixa é indicada com a zona vermelha dentro da barra horizontal.

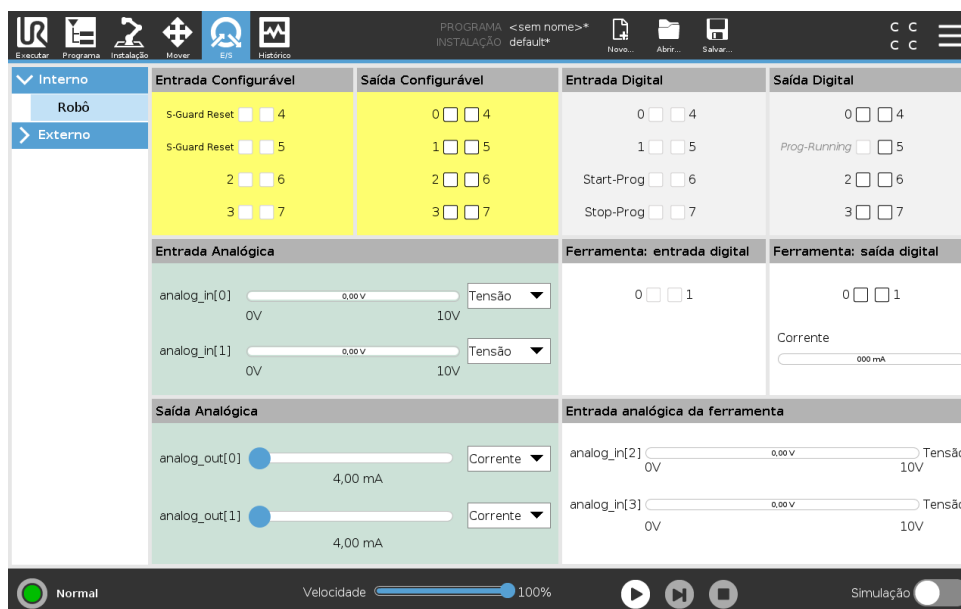


ALERTA:

1. Na guia **Configuração**, se a configuração de gravidade (veja 16.1.3) estiver errada ou o braço do robô transportar uma carga pesada, o braço do robô pode começar a se mover (caindo) quando você pressionar a guia **Condução Livre**. Nesse caso, solte **Condução Livre** novamente.
2. Use as configurações de instalação corretas (p. Ex.: ângulo de instalação do robô, massa de alta capacidade útil de carga e deslocamento do centro de gravidade da capacidade útil de carga). Salve e carregue os arquivos de instalação junto com o programa.
3. As configurações de capacidade útil de carga e as configurações de instalação do robô devem ser corretamente definidas antes de operar o botão **Condução Livre**. Se essas configurações não estiverem corretas, o braço do robô se moverá quando você ativar **Condução Livre**.
4. A função **Condução Livre** só deve ser utilizada em instalações em que a avaliação de risco permita. As ferramentas e obstáculos não devem ter arestas afiadas nem pontos de esmagamento. Certifique-se de que todas as pessoas fiquem fora do alcance do braço do robô.

18 Guia E/S

18.1 Robô



Nessa tela, é possível monitorar e configurar os sinais de E/S ativos da/para caixa de controle do robô. A tela exibe o estado atual da E/S, inclusive durante a execução do programa. Se qualquer coisa for alterada durante a execução do programa, o programa será parado. Na parada do programa, todos os sinais de saída reterão seus estados. A tela é atualizada somente a 10Hz, portanto, um sinal muito rápido pode não ser exibido corretamente.

As E/S configuráveis podem ser reservadas para as configurações especiais de segurança definidas na seção de configuração de E/S da instalação (consulte 13.2.10); aquelas que estão reservadas terão o nome da função de segurança no lugar do padrão ou do nome definido pelo usuário. As saídas configuráveis reservadas para as configurações de segurança são exibidas apenas em LED e não são alternáveis.

Os detalhes elétricos dos sinais são descritos no capítulo 5.4.

Voltagem Em Saída da Ferramenta, Tensão pode ser configurada somente quando a Saída da Ferramenta for controlada pelo Usuário. Selecionar um URCap remove o acesso à Tensão.

Configurações de Domínio Analógico As E/S analógicas podem ser configuradas para produzir corrente [4-20 mA] ou de tensão [0-10V]. As configurações serão lembradas para reinicializações posteriores eventuais do controlador do robô quando um programa for salvo. Selecionar um URCap, em Saída da Ferramenta, remova o acesso a Configurações de Domínio para Entradas da Ferramenta analógicas.

Interface de Comunicação da Ferramenta Quando a **Interface de Comunicação da Ferramenta TCI** é ativada, a entrada analógica da ferramenta torna-se indisponível. Na tela **E/S**, o campo **Entrada da Ferramenta** se altera como ilustrado abaixo.

Tool Analog Input	
Baud Rate	115200
Parity	None
Stop Bits	One
RX Idle Chars	1.50
TX Idle Chars	3.50



NOTA:

Quando o **Pino Duplo Alimentado** é ativado, as saídas digitais da ferramenta devem ser nomeadas do seguinte modo:

- Ferramenta_saída[0] (Alimentação)
- Ferramenta_saída[1] (GND)

O campo de **Saída da ferramenta** é ilustrado abaixo.

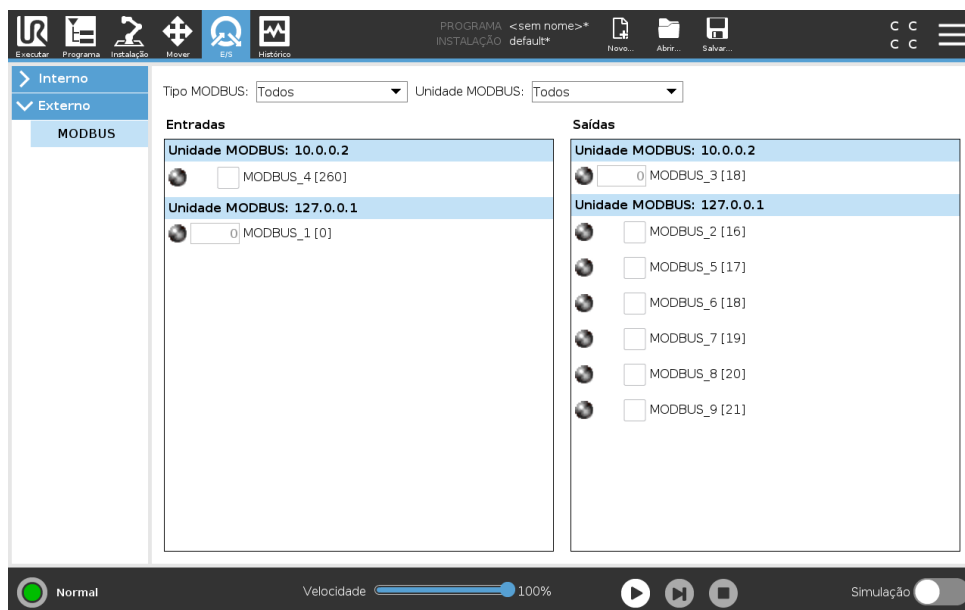
Tool Digital Output

Power ☐ ☐ GND

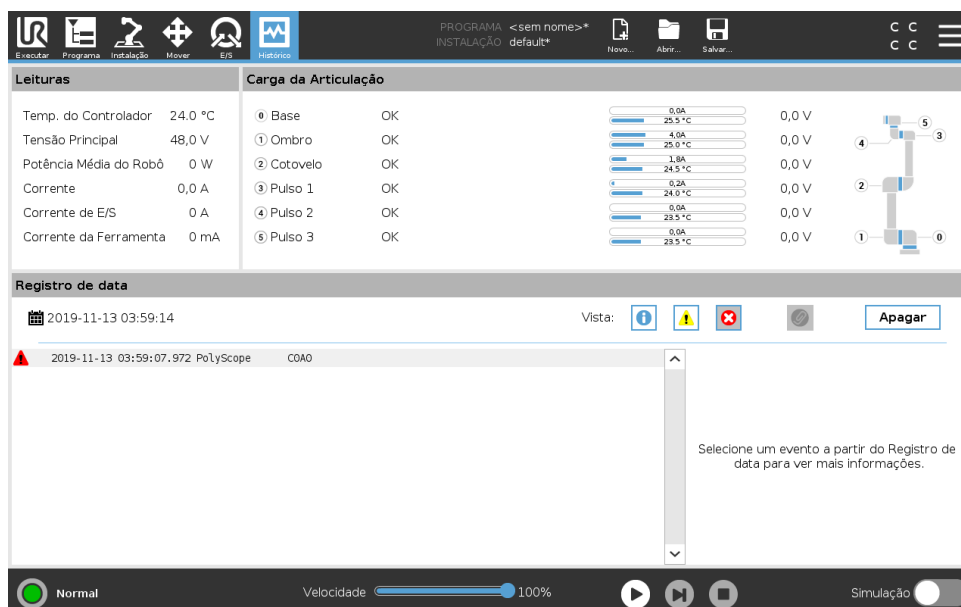
Current

18.2 MODBUS

A captura de tela abaixo mostra os sinais de E/S do cliente MODBUS como eles são configurados na instalação. Utilizando os menus suspensos na parte superior da tela, você pode alterar o conteúdo com base no tipo de sinal de unidade e MODBUS se mais de um estiver configurado. Cada sinal nas listas contém o status da sua conexão, valor, nome e endereço do sinal. Os sinais de saída podem ser mudados se o status da conexão e a escolha para o controle da guia E/S permitirem isso (consulte 16.1.4).



19 Guia Log



19.1 Leituras e carga da articulação

A metade superior da tela exibe a integridade do Braço do Robô e da Caixa de Controle.

O lado esquerdo da tela mostra informação relacionada com a Caixa de Controle, enquanto o lado direito da tela mostra informação relacionada com as articulações do robô. Cada articulação exibe a temperatura da carga da articulação e a tensão.

19.2 Registro de data

A primeira coluna classifica a gravidade da entrada de log. A segunda coluna exibe a hora de chegada das mensagens. A próxima coluna exibe o remetente da mensagem. A última coluna mostra a mensagem em si. As mensagens podem ser filtradas por meio dos botões de alternância, em função de sua importância. A figura acima mostra que os erros serão exibidos enquanto as mensagens de alerta e informações serão filtradas. Algumas mensagens de log são elaboradas para fornecer mais informações que são exibidas no lado direito, após selecionar a entrada de log.

19.3 Salvando Relatórios de Erros

É disponibilizado um relatório de status detalhado quando um ícone de clipe é exibido na linha de log.

- Selecione a linha de log e toque no botão Salvar Relatório para salvar o relatório para uma unidade USB.

- O relatório pode ser salvo enquanto o programa está sendo executado.

**NOTA:**

O relatório mais antigo é excluído quando um novo relatório é gerado. Somente os 5 relatórios mais recentes são armazenados.

A lista de erros seguintes pode ser acompanhada e exportada:

- Falha
- Exceções PolyScope internas
- Parada de Proteção
- Exceção sem tratamento no URCap
- Violação

O relatório exportado contém: um programa de usuário, um histórico de log, uma instalação e uma lista de serviços de execução.

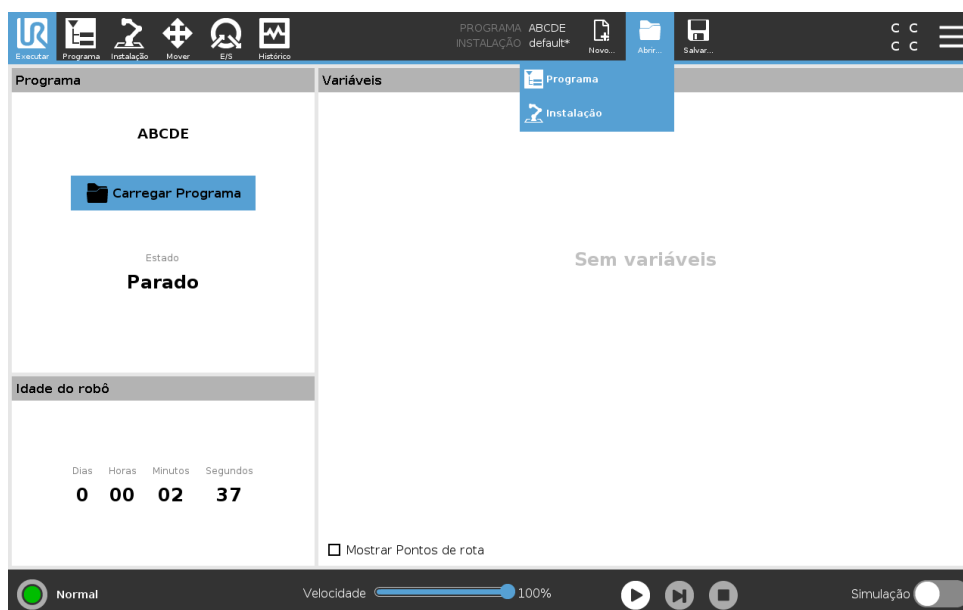
20 Gerenciador de Programa e de Instalação



O Gerenciador de Programa e de Instalação trata-se de três ícones que permitem criar, carregar e configurar Programas e Instalações: **Novo...**, **Abrir...** e **Salvar...**. O Caminho do Arquivo exibe o nome do Programa carregado atualmente e o tipo de instalação. O Caminho do Arquivo muda quando você cria ou carrega um novo Programa ou Instalação. Você pode ter vários arquivos de instalação para um robô. Os programas criados carregam e usam a instalação ativa automaticamente.

20.1 Abrir...

Permite carregar um Programa e/ou Instalação.



Abertura de um Programa

1. No Gerenciador de Programa e de Instalação, toque em **Abrir...** e selecione Programa.
2. Na tela Carregar Programa, selecione um programa existente e toque em Abrir.
3. Em Caminho do Arquivo, verifique se o nome do programa desejado é exibido.

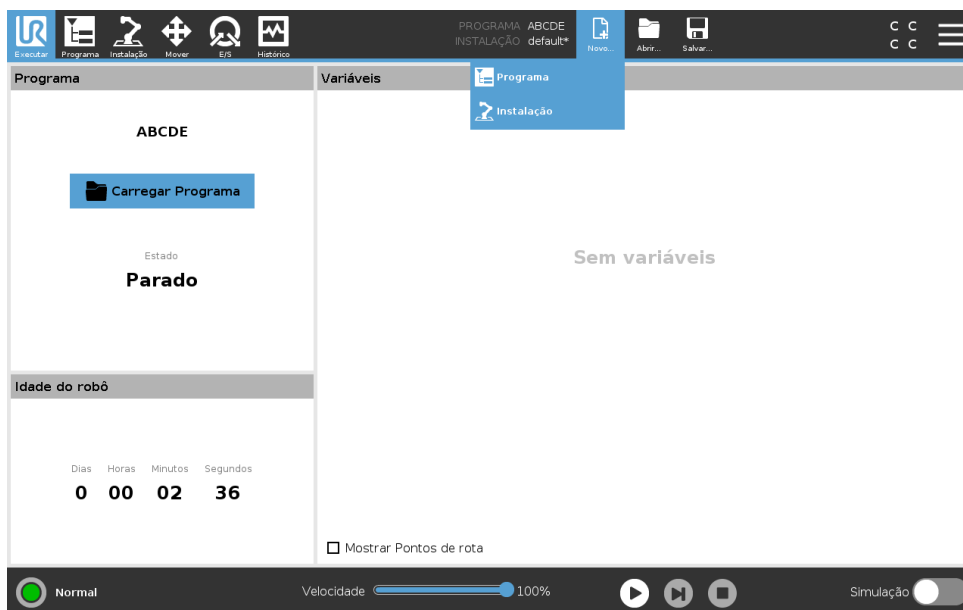
Abertura de uma Instalação.

1. No Gerenciador de Programa e de Instalação, toque em **Abrir...** e selecione Instalação.

2. Na tela Carregar Instalação do Robô, selecione uma instalação existente e toque em Abrir.
3. Na caixa Configuração de Segurança, selecione Aplicar e Reiniciar para reiniciar o robô.
4. Selecione Definir Instalação para definir a instalação do Programa atual.
5. Em Caminho do Arquivo, verifique se o nome da instalação desejada é exibido.

20.2 Novo...

Permite criar um novo Programa e/ou Instalação.



Criação de um novo Programa

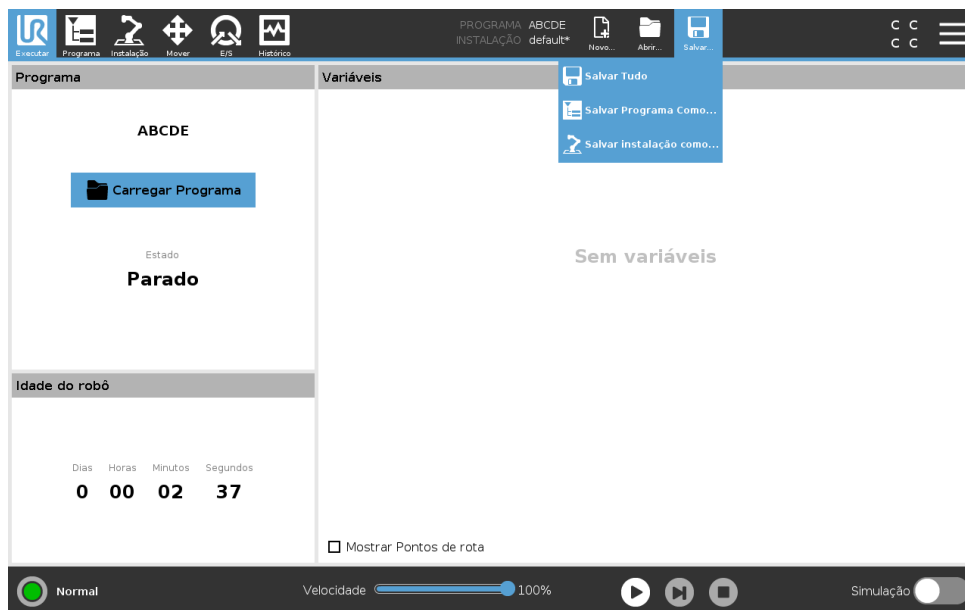
1. No Gerenciador de Programa e de Instalação, toque em **Novo...** e selecione Programa.
2. Na tela Programa, configure o novo programa como desejado.
3. No Gerenciador de Programa e de Instalação, toque em **Salvar...** e selecione Salvar Tudo ou Salvar Programa Como...
4. Na tela Salvar Programa Como, atribua um nome de arquivo e toque em Salvar.
5. Em Caminho do Arquivo, verifique se o novo nome do programa é exibido.

Criação de uma nova Instalação

Nota: Você deve salvar uma instalação para uso depois de desligar o robô.

1. No Gerenciador de Programa e de Instalação, toque em **Novo...** e selecione Instalação.
2. Toque em Confirmar Configuração de Segurança.
3. Na tela Instalação, configure a nova instalação como desejado.
4. No Gerenciador de Programa e de Instalação, toque em **Salvar...** e selecione Salvar Instalação Como...
5. Na tela Salvar Instalação do Robô, atribua um nome de arquivo e toque em Salvar.
6. Selecione Definir Instalação para definir a instalação do Programa atual.
7. Em Caminho do Arquivo, verifique se o nome da nova instalação é exibido.

20.3 Salvar...



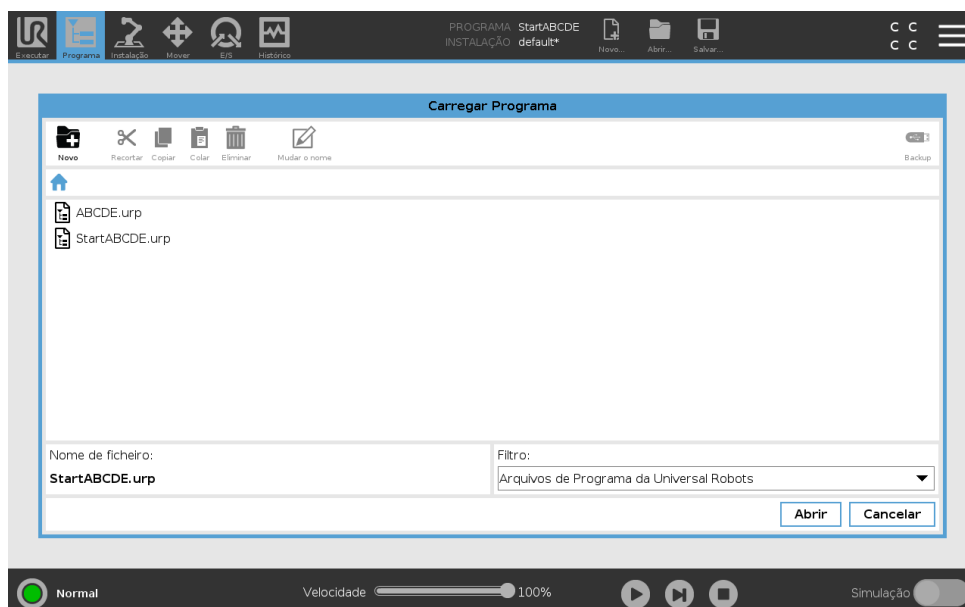
Salvar... propõe três opções. Dependendo do programa/instalação que você carrega-cria, é possível:

Salvar Tudo para salvar o Programa e Instalação atuais imediatamente, sem o sistema avisar para salvar em um local diferente ou com um nome diferente. Nota: Se não forem feitas alterações ao Programa ou Instalação, o botão Salvar Tudo... aparecerá desativado.

Salvar Programa Como... para alterar o nome e a localização do novo Programa. Nota: a Instalação atual também é salva com o nome e localização existentes.

Salvar Instalação Como... para alterar o nome e a localização da nova Instalação. Nota: o Programa atual também é salvo com o nome e localização existentes.

20.4 Gerenciador de arquivos



Esta imagem mostra a tela de carga que consiste nos seguintes botões:

Caminho de trilha O caminho de trilha mostra a lista de caminhos que levam ao local atual. Ao selecionar o nome do diretório na trilha, a localização altera para esse diretório e o exibe na área de seleção de arquivos.

Área de seleção de arquivos Toque no nome do arquivo para abri-lo. Os diretórios são selecionados pressionando seus nomes durante meio segundo.

Filtro de arquivos Você pode especificar os tipos de arquivos exibidos. Após a seleção de arquivos de Backup, esta área exibe as 10 versões de programa salvas mais recentemente, onde “.old0” é a mais recente e “.old9” é a mais antiga.

Nome de arquivo O arquivo atualmente selecionado é mostrado aqui. Ao salvar um arquivo, use o campo de texto para introduzir manualmente o nome do arquivo.

Botões de ação Barra de ação consiste em uma série de botões que lhe permitem gerenciar arquivos.

A ação “Backup” à direita da barra de ação suporta o backup de arquivos e diretórios atualmente selecionado para o local e para um USB. A ação “Backup” só é ativada quando uma mídia externa é conectada à porta USB.

21 Menu Hamburger

21.1 Ajuda

Você pode encontrar as definições para todos os elementos que compõem as funcionalidades do PolyScope .

1. No canto direito do **Cabeçalho**, toque no menu **Hamburger** e selecione **Ajuda**.
2. Toque em um dos pontos de interrogação vermelhos que aparecem, para definir o elemento desejado.
3. No canto superior direito da tela de definição do elemento, toque no X vermelho para sair da Ajuda.

21.2 Sobre

Você pode visualizar a Versão e os dados legais.

1. Toque no menu **Hamburger** e selecione **Sobre**.
2. Toque em **Versão** ou **Legal** para exibir os dados.
3. Toque em Fechar para retornar à sua tela.

21.3 Configurações

Personalizar as Configurações do PolyScope

1. No Cabeçalho, pressione o menu e selecione **Configurações**.
2. No Menu Lateral, à esquerda, selecione um item a ser personalizado. Nota: Se uma senha de modo operacional tiver sido definida no menu lateral, o **Sistema** só estará disponível para o programador.
3. Na parte inferior direita, toque em **Aplicar e Reiniciar** para aplicar as suas alterações.
4. Na parte inferior esquerda, toque em **Sair** para fechar a tela Configurações sem alterações.

21.3.1 Preferências

Idioma

Você pode alterar o idioma e a unidade de medida (Métrico ou Imperial) do PolyScope.

Tempo

É possível acessar e/ou ajustar a hora e data atuais exibidas no PolyScope.

1. No Cabeçalho, toque no menu Hamburger e selecione **Configurações**.
2. Em Preferências, selecione **Hora**.
3. Verifique e/ou ajuste a **Hora** e/ou a **Data** conforme desejado.
4. Toque em **Aplicar e Reiniciar** para aplicar suas mudanças.

A Data e Hora são exibidas na aba Registro (consultar 19.3) em **Registro de data**.

Ocultar o Controle Deslizante de Velocidade

Localizado na base da tela da guia Executar, o Controle Deslizante de Velocidade permite ao operador mudar a velocidade de um Programa em execução.

1. No Cabeçalho, toque no menu Hamburger e selecione **Configurações**.
2. Em Preferências, toque em **Tela Executar**.
3. Assinale a caixa para ver/ocultar o **Controle Deslizante de Velocidade**.

21.3.2 Senha

Modo

A senha de modo operacional evita a modificação não autorizada da configuração do robô, criando duas funções diferentes de usuário no PolyScope: Automático e Manual. Quando você definir a senha de modo operacional, os programas ou instalações apenas podem ser criados e carregados no modo manual. A qualquer momento que você entrar no modo manual, o PolyScope solicitará a senha que foi previamente definida nesta tela.

Segurança

A senha de Segurança impede a modificação não autorizada das Configurações de Segurança.

21.4 Sistema

21.4.1 Fazer backup e Restaurar

Salve uma cópia completa de seu sistema para uma unidade USB e utilize-a para restaurar seu sistema para o estado anterior. Isso pode ser necessário após a corrupção de um disco ou exclusão acidental.



NOTA:

Utilize uma das portas USB no interior da Caixa de Controle (CC) ao fazer uma operação de Backup e Restauração. Utilizar uma porta USB da CC traz mais estabilidade e rapidez ao se realizar o Backup.

Efetuando o Backup do Sistema

1. No Cabeçalho, toque no menu Hamburger e selecione **Configurações**.
2. Em Sistema, toque em **Restaurar Backup**.
3. Selecione Local para armazenar o backup e pressione em **Backup**.
4. Pressione **OK** para completa reinicialização do sistema.

Restaurando o Sistema

1. No Cabeçalho, toque no menu Hamburger e selecione **Configurações**.
2. Em Sistema, toque em **Restaurar Backup**.
3. Selecione seu arquivo de Backup e pressione **Restaurar**.
4. Pressione **OK** para confirmar.

21.4.2 Atualizar

Instalar atualizações de um USB para ter certeza de que o software do robô está atualizado.

Atualizando Software

1. No Cabeçalho, toque no menu Hamburger e selecione **Configurações**.
2. Em Sistema, toque em **Atualizar**.
3. Insira um dispositivo USB e toque em **Pesquisar** para listar os arquivos de atualização válidos.
4. Na lista de arquivos de atualização válidos, selecione a versão desejada e toque em **Atualizar** para instalar.



ALERTA:

Verifique sempre seu(s) programa(s) depois de uma atualização de software. A atualização pode alterar as trajetórias no seu programa.

21.4.3 Rede

Você pode configurar a conexão do robô a uma rede, selecionando um dos três métodos de rede disponíveis:

- DHCP
- Endereço Estático
- Rede desativada (se você não deseja conectar seu robô a uma rede)

Dependendo do método de rede que você selecionar, configure as definições de rede:

- Endereço IP
- Máscara de sub-rede
- Gateway padrão
- Servidor DNS preferencial
- Servidor DNS alternativo

Nota: Pressione **Aplicar** para aplicar as alterações.

21.4.4 Gerenciando URCaps

Você pode gerenciar o seu **URCaps** existente ou instalar um novo no seu robô.

1. No Cabeçalho, pressione o menu Hamburger e selecione **Configurações**.
2. Em Sistema, selecione **URCaps**.
3. Pressione o botão **+**, selecione o arquivo **.urcap** e pressione **Abrir** Nota: Verifique mais detalhes sobre o novo URCaps, selecionando-o no campo **URCaps Ativo**. Mais informações aparecem abaixo no campo **Informações do URCaps** abaixo.
4. Se você deseja continuar com a instalação deste URCap, pressione **Reiniciar**. Após essa etapa, o URCaps está instalado e pronto para ser usado.
5. Para remover um URCaps instalado, selecione-o em URCaps Ativos, pressione o botão **-** e pressione **Reiniciar** para que as alterações tenham efeito.

21.4.5 Controle Remoto

Um robô pode estar em Controle Local (controlado a partir de um Console Portátil) ou em Controle Remoto (controlado externamente).

 O Controle Local não permite	 O Controle Remoto não permite
Corrente e liberação de freio enviados para o robô pela rede	Movendo o robô da Guia Mover
Recebendo e executando os programas de robô e instalação enviados para o robô pela rede	A partir do Teach Pendant
Auto Início de programas ao reiniciar, controlado a partir de entradas digitais	Carregar programas e instalações a partir de Teach Pendant
Liberação de Auto Freio ao reinício, controlado a partir de entradas digitais	Condução Livre
Início de programas, controlado a partir de entradas digitais	

O controle do robô através da rede ou de uma entrada digital está, por padrão, restrito. Ativar e selecionar o recurso Controle Remoto remove esta restrição. Ative o Controle Remoto alterando o perfil Controle Local (controle do PolyScope) do robô, para permitir o controle de todos os programas e scripts para serem executados remotamente.

Nota: Ative o recurso Controle Remoto em Configurações para acessar o modo Remoto e o modo Local no perfil.

Habilitando o Controle Remoto

1. No Cabeçalho, pressione o menu Hamburger e selecione **Configurações**.
2. Em Sistema, selecione **Controle Remoto**.
3. Pressione **Ativar** para tornar o recurso de Controle Remoto disponível. O PolyScope permanece ativo. Nota: Ativar o Controle Remoto não inicia o recurso imediatamente. Ele permite alternar de Controle Local para Controle Remoto.
4. No menu do perfil, selecione **Controle Remoto** para alterar o PolyScope. Nota: Você pode retornar para Controle Local alternando o menu do perfil ou selecionando Operador ou Programador, se uma senha estiver especificada.



NOTA:

- Embora o Controle Remoto limite suas ações no PolyScope , você ainda pode monitorar o estado do robô.
- Quando um sistema de robô for desligado em modo de Controle Remoto, ele depois se inicia em modo de Controle Remoto.

21.5 Desligar Robô

O botão **Desligar Robô** permite que o robô seja desligado ou reiniciado.

Como desligar o robô

1. No cabeçalho, pressione o menu Hamburger e selecione **Desligar Robô**.
2. Quando a caixa de diálogo Desligar Robô aparecer, pressione **Desligar**.

Glossário

Categoria de Parada 0 Movimento do robô é interrompido pela remoção imediata de energia. É uma parada não controlada, com a qual o robô pode desviar-se do caminho programado dado que cada articulação para o mais rápido possível. Esta parada de proteção é usada se um limite de classificação de segurança for excedido ou em caso de falha nas partes de classificação de segurança do sistema de controle. Para obter mais informações, consulte ISO 13850 ou IEC 60204-1.

Categoria de Parada 1 A movimentação do robô é interrompida com energia disponível ao robô para atingir a parada e, em seguida, a remoção da energia quando a parada é alcançada. É uma parada controlada, com a qual o robô vai continuar ao longo do caminho programado. A energia é removida assim que o robô para. Para obter mais informações, consulte ISO 13850 ou IEC 60204-1.

Categoria de Parada 2 A parada controlada com a energia disponível no robô. O sistema de controle de classificação de segurança monitora que o robô se mantenha de parado. Para obter mais informações, consulte IEC 60204-1.

Categoria 3 O termo *Categoria* não deve ser confundido com o termo *Categoria de Parada*. *Categoria* se refere ao tipo de arquitetura usado como base para um determinado *Nível de Desempenho*. Uma propriedade significativa de uma arquitetura *Categoria 3* é que uma única falha não pode levar à perda da função de segurança. Para obter mais informações, consulte ISO 13849-1.

Nível de desempenho O Nível de Desempenho (PL, Performance Level) é um nível discreto usado para especificar a capacidade que as peças relacionadas com a segurança dos sistemas de controle têm de executar as funções de segurança em condições determinadas. O PLd é a segunda maior classificação de confiabilidade, que significa que a função de segurança é extremamente confiável. Para obter mais informações, consulte ISO 13849-1.

Cobertura de diagnóstico (DC) é uma medida da eficácia de diagnósticos implementados para alcançar o nível de desempenho classificado. Para obter mais informações, consulte ISO 13849-1.

MTTFd O Tempo Médio de Falha Perigosa (MTTFd, Mean time to dangerous failure) é um valor com base em cálculos e testes utilizados para alcançar o nível de desempenho avaliado. Para obter mais informações, consulte ISO 13849-1.

Integrador O integrador é a entidade que projeta a instalação final do robô. O integrador é responsável por fazer a avaliação final dos riscos e deve assegurar que a instalação final esteja em conformidade com as leis e regulamentos locais.

Avaliação de risco Uma avaliação de risco é o processo geral de identificação de todos os riscos e reduzi-los a um nível adequado. Uma avaliação de riscos deve ser documentada. Consulte ISO 12100 para obter mais informações.

Aplicação de robô colaborativa O termo *colaborativa* se refere à colaboração entre o operador e o robô em uma aplicação de robô. Consulte as definições e descrições precisas na ISO 10218-1 e ISO 10218-2.

Configuração de segurança As funções e interfaces relacionadas à segurança são configuráveis por meio de parâmetros de configuração de segurança. Eles são definidos por meio da interface do software, consulte a parte II.

Índice

Symbols

: Automático	II-4
: Local	II-4
: Manual	II-4
: Remoto	II-4

A

Abrir... ..	II-4, II-133
Acionamento de Plano	II-25
Acionamento no Modo Reduzido	II-24
Alinhar	II-122
Alta Velocidade Manual	II-5, II-15
Até	II-56
Até o contato da ferramenta	II-57, II-58
Auto	II-122
avaliação de risco	x
avaliação de riscos	I-3, I-8, I-11, I-15
Avançar	II-5

B

Base	I-57, II-7, II-48
Botão Deslizante de Velocidade	II-5, II-13
Botão Simulação	II-5
botão Teste	II-83
Braço do Robô	II-102
Braço do robô	I-29, I-71, II-7, II-8, II-79–II-81, II-83, II-121

C

Cabeçalho	II-3
Caixa de Comando	I-32
Caixa de Controle	x, I-26, I-41, I-42
caixa de controle	I-29, I-43, I-71, II-8, II-102, II-127
Caminho do Arquivo	II-133
Carga da articulação	II-131
Centro de cone	II-28
Condução Livre	I-20, II-13, II-83, II-99, II-111, II-122, II-125
Configurar a Instalação do Robô	II-6
Configuração	II-125
Configuração da correia transportadora ..	II-106
Configuração de Segurança	I-9, II-17–II-19, II-22
Configurações	II-137
Configurações de Segurança	II-17, II-138

Console Portátil	II-140
construção do caso de computador	II-71
Controle Remoto	II-103, II-140
Correia transportadora	II-84
Cotovelo	I-57, II-7

D

Definir	II-60
Definições de Segurança	I-3
Desabilitado	II-23, II-25
Desligar	II-141
Direção da Ferramenta	II-28
Distância Até	II-57
Distância de Parada	II-20

E

E/S	I-29, I-34, II-4, II-29, II-100, II-101, II-127
E/S Configurável	I-32
E/S da ferramenta	I-44
E/S de Segurança	I-32
E/S de segurança	I-13, I-19, I-34
E/S de uso geral	I-32
Editar Posição	II-27
Editor de Expressão	II-71
Editor de Pose	II-122
Editor de Posição	II-122
Erro	II-69
espaço de articulação	II-47
Esperar	II-59
estado parado	II-8
Ethernet	I-29, II-116
EtherNet/IP	I-29, II-100, II-119
Excluir	II-24
Executar	II-3, II-35, II-36
Executar um Programa	II-6
Expressão Até	II-57

F

Ferramenta	II-26
Força da Ferramenta	II-20
Força do Cotovelo	II-20
Funções de segurança	I-14
funções de segurança	I-13

G

Garantia	I-55
Gerenciador de Programa e de Instalação	II-133

I

Impulso	II-20
Inicializar	II-5, II-8
Instalação	II-3, II-102, II-133, II-134
Instruções de segurança	I-49
integrador	I-8
Interface de Comunicação da Ferramenta	II-104
Início	II-122
Início Seguro	II-31

L

Limite de Amplitude	II-22
Limites das Articulações	II-22
Limites do Robô	II-19
Log	II-4

M

Manual de Manutenção	x
Manual de Script	x
Menu Hamburger	II-4
menu Recurso	II-82
Mini Displayport	I-29
MODBUS	I-29, II-107, II-116, II-118, II-128
Modelos	II-84
Modo automático	II-13
Modo de Recuperação	I-20
modo de Recuperação	II-21
Modo Força	II-81
Modo Manual	II-13
modo Normal	II-21, II-28, II-45, II-123
Modo Não Reduzido	II-31
Modo Reduzido	II-29, II-31
modo Reduzido	II-21, II-27, II-29
modo reduzido	I-19
Modos	I-19, II-23
Mostrar	II-24
MoveJ	II-111, II-124
MoveL	II-124
MoveP	II-111
Mover	II-3, II-13, II-46, II-48, II-60, II-124
Mover Ferramenta	II-121
Mover robô para	II-37
MovieL	II-111
Movimento	II-82
Movimento J	II-47
Movimento L	II-47
Movimento P	II-47

N

norma	I-71, I-73
Normal	II-23
Normal & Reduzido	II-24
Novo... ..	II-4, II-133
Nó do programa	II-39, II-44
Nó do programa do robô	II-44

O

O Limite de direção da Ferramenta Reduzida	II-29
O Limite de direção Normal da Ferramenta	II-28
O Limite de direção Normal da Ferramenta & Reduzida	II-29
O limite de sentido da Ferramenta Desabilitada	II-28
Ombro	I-57, II-7
Os Punhos	II-7

P

Parada de Emergência do Sistema ...	II-29, II-30
Parada de Proteção do Modo Automático ..	II-30
Parar	II-5
Parâmetros de união	II-51
Pasta	II-62
Personalizar	II-20
Plano Normal	II-25
Planos de Segurança	II-23
Planos de segurança	II-121, II-123
PolyScope . ix, I-20, II-3, II-7, II-9, II-32, II-35, II-63, II-95, II-116, II-119, II-137, II-140	
Ponto	II-82
Ponto Central da Ferramenta ...	II-21, II-49, II-95, II-122
Ponto de Rota	II-50, II-55
Ponto de rota	II-50
Ponto de rota relativo	II-48
Ponto de rota variável	II-49
Pontos de Rota	II-10, II-46, II-48
pop-up	II-61
Posição	II-27
Posição Central da Ferramenta	II-27
Posição da Ferramenta	II-26, II-27
Potência	II-20
Predefinições de Fábrica	II-20
Programa	II-3, II-35, II-84, II-133, II-134
Programa e Gerenciador de Instalação	II-4
Programar um Robô	II-6

Q

Quadro	II-82
--------------	-------

R

Raio	II-27
Rastreamento do Transportador	I-32
Recurso	II-107, II-110, II-122
Recurso Base	II-111
Recurso Ferramenta	II-111
Recurso variável	II-49
Redefinição Automática do Modo de Segurança	II-30
Reduzido	II-24
Reinício de Proteção	II-30
Renomear	II-24
Reproduzir	II-5
Restringir Cotovelo	II-24
Robô	II-26, II-121, II-122
Robô em Movimento	II-30
Robô sem Parada	II-30
Rodapé	II-3, II-36

S

Salvar... ..	II-4, II-133, II-135
Sentido da Ferramenta	II-28
Simples	II-82
Sinais de advertência	I-4
sinais de entrada	II-29
sinais de saída	II-30
Sobre	II-137
Soma de Verificação de Segurança	II-4, II-19

Sucesso	II-69
Suporte	x, I-29

T

TCI	II-59
Teach Pendant ..	x, I-26, I-41, II-3, II-8, II-32, II-83
Tela	II-3
Tempo de Parada	II-20
Tensão	II-127

U

União de Agentes	II-50
UR+	xi
URCaps	II-139

V

Variáveis	II-35, II-46
Variáveis de Instalação	II-102
Velocidade da Ferramenta	II-20
Velocidade do Cotovelo	II-20
Vetor de Direção	II-56

?

Árvore do programa	II-39
Ângulo de cone	II-28
Ângulo de inclinação	II-29
Ângulo de rotação horizontal	II-29

Software version: 5.6



99488