UNIVERSAL ROBOTS

Manual do Usuário

UR10/CB3

Tradução das instruções originais (pt)

UNIVERSAL ROBOTS

Manual do Usuário

UR10/CB3

Euromap67

Versão 3.3.0

Tradução das instruções originais (pt)

Número de série UR10/CB3: _____

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 © 2009–2016 da Universal Robots A/S

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Conteúdo

Prefácio **ix**
O Que Se Encontra Dentro das Caixas . . . ix
Aviso de Segurança Importante . . . x
Como ler este manual . . . x
Onde encontrar mais informações . . . x

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 Parada de Emergência . . . I-11
1.9 Movimento sem a Unidade de Alimentação . . . I-11

2 Funções e Interfaces Relacionadas à Segurança **I-13**
2.1 Introdução . . . I-13
2.2 Tempos de parada do Sistema de Segurança . . . I-14
2.3 Funções Relacionadas à Segurança com Limitação . . . I-14
2.4 Modos de Segurança . . . I-16
2.5 Interfaces elétricas relacionadas à segurança . . . I-17
2.5.1 Entradas elétricas relacionadas à segurança . . . I-17
2.5.2 Saídas elétricas de classificação de segurança . . . 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 Suporte . . . I-23
4.4 Carga útil máxima . . . I-27

5 Interface Elétrica **I-29**
5.1 Introdução . . . I-29
5.2 Advertências e Precauções Elétricas . . . I-29
5.3 E/S do controlador . . . I-31
5.3.1 As especificações comuns para todas as E/S digitais . . . I-32
5.3.2 E/S de Segurança . . . I-33

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

5.3.3 E/S digital de uso geral I-37
5.3.4 Entrada Digital a partir de um botão I-37
5.3.5 Comunicação com outras máquinas ou PLCs I-38
5.3.6 E/S Analógica de uso geral I-38
5.3.7 Controle remoto LIGAR/DESLIGAR I-40
5.4 E/S da ferramenta I-41
5.4.1 Saídas digitais da ferramenta I-42
5.4.2 Entradas digitais da ferramenta I-43
5.4.3 Entradas analógicas da ferramenta I-43
5.5 Ethernet I-44
5.6 Principais conexões I-45
5.7 Conexão com o Robô I-46

6 Manutenção e Conserto **I-47**
6.1 Instruções de segurança I-47

7 Descarte e Meio Ambiente **I-49**

8 Certificações **I-51**
8.1 Certificações de terceiros I-51
8.2 Declarações de acordo com as diretrizes da União Europeia I-51

9 Garantias **I-53**
9.1 Garantia do Produto I-53
9.2 Isenção de responsabilidade I-53

A Tempo e Distância de Parada **I-55**
A.1 Tempos e distâncias de parada da Categoria de Parada 0 . . . . . I-55

B Declarações e Certificados **I-57**
B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original) I-57
B.2 Declaração de Incorporação CE/EU (Tradução do original) I-58
B.3 Certificado de Sistema de Segurança I-59
B.4 Certificado de teste ambiental I-60
B.5 Certificado de teste EMC I-61

C Normas Aplicadas **I-63**

D Especificações técnicas **I-71**

II Manual do PolyScope **II-1**

10 Configuração de Segurança **II-3**
10.1 Introdução II-3
10.2 Alterando a Configuração de Segurança II-5
10.3 Sincronização de Segurança e Erros II-5
10.4 Tolerâncias II-6
10.5 Soma de verificação do sistema II-6
10.6 Modos de Segurança II-7

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

10.7 Modo de Condução Livre II-7
10.8 Senha de bloqueio II-8
10.9 Aplicar II-8
10.10 Limites Gerais II-9
10.11 Limites das Articulações II-12
10.12 Limites II-13
10.12.1 Selecionar um limite a ser configurado II-14
10.12.2 Visualização 3D II-14
10.12.3 Configuração do plano de segurança II-15
10.12.4 Configuração de Limites da Ferramenta II-18
10.13 E/S de Segurança II-20
10.13.1 Sinais de entrada II-20
10.13.2 Sinais de Saída II-22

11 Iniciar programação **II-23**
11.1 Introdução II-23
11.2 Introdução II-24
11.2.1 Como instalar o braço do robô e a caixa de controle II-24
11.2.2 Como ligar e desligar a caixa de controle. II-24
11.2.3 Como ligar e desligar o braço do robô II-24
11.2.4 Início rápido II-25
11.2.5 O primeiro programa II-25
11.3 Interface de Programação PolyScope II-27
11.4 Tela de Boas-vindas II-28
11.5 Tela de inicialização II-29

12 Editores na tela **II-31**
12.1 Editor de expressão na tela II-31
12.2 Tela Editor de Posição. II-31

13 Controle do robô **II-35**
13.1 Guia Mover II-35
13.1.1 Robô II-35
13.1.2 Função e posição da ferramenta II-36
13.1.3 Mover Ferramenta II-36
13.1.4 Mover Articulações II-36
13.1.5 Condução Livre II-36
13.2 Guia E/S II-37
13.3 E/S do cliente MODBUS. II-38
13.4 Guia Movimento Automático II-39
13.5 Instalação → Carregar/Salvar. II-40
13.6 Instalação → Configuração do TCP II-41
13.6.1 Adição, modificação e remoção de TCPs II-41
13.6.2 O TCP padrão e o ativo II-42
13.6.3 Ensinando posição do TCP II-42
13.6.4 Atingindo a orientação do TCP. II-43
13.6.5 Carga útil II-43

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

13.6.6 Centro de gravidade II-43
13.7 Instalação → Montagem II-44
13.8 Instalação → Configuração de E/S II-45
13.9 Instalação → Segurança II-46
13.10 Instalação → Variáveis II-46
13.11 Instalação → Configuração de E/S do cliente MODBUS II-47
13.12 Funções → da Instalação. II-50
13.13 Configuração de acompanhamento da correia transportadora II-54
13.14 Instalação → Programa Padrão II-55
13.14.1 Carregar um Programa Padrão. II-55
13.14.2 Iniciar um Programa Padrão. II-55
13.14.3 Inicialização Automática II-56
13.15 Guia Log II-56
13.16 Tela de Carregamento. II-57
13.17 Guia Executar II-59

14 Programação **II-61**
14.1 Novo Programa II-61
14.2 Guia Programa II-62
14.2.1 Árvore de Programas II-62
14.2.2 Indicação de execução de programa II-63
14.2.3 Botão Pesquisar II-63
14.2.4 Botões Desfazer/Refazer II-64
14.2.5 Painel do programa II-64
14.3 Variáveis II-65
14.4 Comando: Vazio. II-66
14.5 Comando: Mover II-67
14.6 Comando: Ponto de Rota Fixo. II-70
14.7 Comando: Ponto de Rota Relativo II-76
14.8 Comando: Ponto de Rota Variável II-77
14.9 Comando: Aguardar II-78
14.10 Comando: Definir II-78
14.11 Comando: Popup II-79
14.12 Comando: Parar. II-80
14.13 Comando: Comentário II-80
14.14 Comando: Pasta. II-81
14.15 Comando: Loop II-82
14.16 Comando: Subprograma. II-83
14.17 Comando: Atribuição. II-84
14.18 Comando: Se II-85
14.19 Comando: Script II-86
14.20 Comando: Evento II-87
14.21 Comando: Rosquear II-88
14.22 Comando: Alternar II-88
14.23 Comando: Padrão II-89
14.24 Comando: Força. II-90
14.25 Comando: Palete II-93

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.26 Comando: Buscar II-94
14.27 Comando: Acompanhamento da correia transportadora II-98
14.28 Comando: Suprimir II-98
14.29 Guia Gráficos II-98
14.30 Guia Estrutura II-100
14.31 Guia Variáveis II-101
14.32 Comando: Inicialização de Variáveis II-102

15 Tela de configuração **II-103**
15.1 Idioma e Unidades II-104
15.2 Atualizar Robô II-105
15.3 Definir Senha II-106
15.4 Calibrar Tela II-107
15.5 Configurar Rede II-107
15.6 Definir Hora II-108
15.7 Configuração de URCaps II-109

III Interface EUROMAP 67 **III-1**

16 Introdução **III-3**
16.1 Padrão EUROMAP 67 . . . . . III-4
16.2 Aviso legal III-4

17 Integração do robô e da IMM **III-7**
17.1 Parada de emergência e parada de proteção III-7
17.2 Conectando uma cortina de luz de proteção da MAF III-7
17.3 Como montar o robô e a ferramenta III-8
17.4 Como usar o robô sem uma IMM III-8
17.5 Conversão de EUROMAP 12 para EUROMAP 67 . . . . . III-8

18 GUI **III-11**
18.1 Modelo do programa EUROMAP 67 . . . . . III-11
18.2 Visão geral de E/S e resolução de problemas III-12
18.2.1 Controle III-13
18.2.2 Dependente do fabricante III-14
18.2.3 Segurança III-14
18.2.4 Status III-14
18.3 Funcionalidade da estrutura do programa III-14
18.3.1 Verificação de Partida III-15
18.3.2 Livre para Moldar III-16
18.3.3 Aguardar Item III-17
18.3.4 Avanço do Ejetor III-17
18.3.5 Recuo do Ejetor III-18
18.3.6 Puxadores Centrais Inseridos III-18
18.3.7 Puxadores Centrais Extraídos III-19
18.4 Ação e aguardar E/S III-20

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

19 Instalando e desinstalando a interface **III-21**
19.1 Instalação III-21
19.2 Desinstalação III-22

20 Características elétricas **III-25**
20.1 Interface da cortina de luz de proteção da MAF III-25
20.2 Parada de emergência, dispositivos de segurança e sinais da MAF III-25
20.3 Entradas digitais III-26
20.4 Saídas digitais III-26

Glossário **III-27**

Índice **III-29**

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Prefácio

Parabéns pela compra de seu novo Universal Robot, UR10.

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

O Que Se Encontra Dentro das Caixas

Quando você pede um robô completo, são entregues suas caixas. Uma contém o braço do robô, os itens a seguir estão incluídos na outra:

- Caixa de controle com o teach pendant;
- Suporte da caixa do controlador;
- Suporte do teach pendant;
- Chave para abrir a caixa de controle;
- Cabo para conectar o braço do robô e a caixa de controle;
- Cabos de alimentação compatíveis com sua região;
- Cabo da ferramenta;

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

- Cabo EUROMAP 67;
- Caneta Stylus com laser;
- Certificado de teste de fabricação da UR;
- Esse manual.

Aviso de Segurança Importante

O robô é *uma máquina parcialmente completa* (consulte 8.2) e tal avaliação de risco é necessária para cada instalação do robô. É bastante importante que todas as instruções de segurança encontradas no capítulo 1 sejam seguidas.

Como ler este manual

Este manual contém instruções sobre como instalar e usar o robô. Ele consiste nas seguintes partes:

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

Manual do PolyScope: Programação do robô.

Interface EUROMAP 67: Uso da interface EUROMAP 67.

Este manual é destinado ao integrador que tenha um nível básico de treinamento elétrico e mecânico. Também é útil, porém não necessário, que o integrador esteja familiarizado com os conceitos elementares de programação. Não é necessário qualquer conhecimento específico sobre robôs nem sobre os equipamentos da Universal Robots.

Onde encontrar mais informações

O site de suporte (`http://www.universal-robots.com/support`), disponível a todos os distribuidores da UR, contém informações adicionais, por exemplo:

- Versões deste manual em outros idiomas;
- Manual do PolyScope atualizado após a atualização da nova versão do PolyScope.
- O *Manual de Manutenção* com instruções de solução de problemas, manutenção e conserto do robô.
- O *Manual de Script* para usuários avançados.
- O URCAPS onde os recursos podem ser comprados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 da UR **antes** de o robô ser ligado pela primeira vez.

As primeiras subseções deste capítulo são mais gerais e as subseções posteriores contêm dados de engenharia mais específicos sobre a criação e programação do robô.

É essencial que todas as instruções de montagem e as orientações fornecidas em outros capítulos e partes deste manual sejam observadas e seguidas.

O capítulo 2 descreve e define funções relacionadas à segurança especialmente relevante para aplicações colaborativas. As instruções e orientações previstas neste capítulo e na seção 1.7 são particularmente importantes.

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

1.2 Validação e Responsabilidade

A informação não cobre como projetar, instalar e operar toda a aplicação do robô, tampouco aborda todos os equipamentos periféricos que podem influenciar a segurança do sistema. 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 da UR são responsáveis por garantir: que as leis e normas 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 do risco em todo o sistema;
- Criar interface entre outras máquinas e dispositivos de segurança adicionais, se a avaliação de risco assim definir;
- Configurar definições de segurança adequadas no software;
- Garantir que o usuário não modifique nenhuma medida de segurança;
- Validar o projeto e a instalação de todo o sistema;
- 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.

A orientação sobre como encontrar e ler as normas e leis aplicáveis é fornecida na `http://universal-robots.com/support/`

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

1.3 Limitação de Responsabilidade

O cumprimento de todas as instruções de segurança e informações fornecidas neste manual em relação à segurança não deve ser interpretado como garantia dada pela UR de que o manipulador industrial não causará ferimentos ou danos.

1.4 Símbolos de advertência contidos neste manual

A tabela abaixo define 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

1.5 Advertências e Precauções Gerais

Esta seção contém algumas advertências e precauções gerais. Algumas delas são repetidas ou explicadas em diferentes partes do manual. Outras advertências e precauções também 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

ALERTA:

1. Verifique se o braço do robô e a ferramenta estão devidamente 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.
6. Se o software identificar um erro fatal, ative 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 normal. Use somente as interfaces relacionadas à segurança.
8. Use as corretas configurações de instalação (por exemplo, ângulo de montagem do robô, peso no TCP, deslocamento do TCP, configuração de segurança). Salve e carregue o arquivo de instalação junto com o programa.
9. A função de condução livre (impedância/operação reversa) só deve ser utilizada em instalações em que a avaliação de risco permite. As ferramentas e obstáculos não devem ter arestas afiadas nem pontos de esmagamento. Certifique-se de que todas as pessoas mantenham suas cabeças e rostos fora do alcance do robô.
10. Esteja atento aos movimentos do robô ao usar o Teach Pendant.
11. Não entre na área de segurança do robô nem toque no robô quando o sistema estiver em operação.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

11. As colisões podem liberar altos níveis de energia cinética, que serão significativamente mais elevados em altas velocidades e com cargas elevadas. (Energia cinética = $\frac{1}{2}$Massa · Velocidade^2)
12. Combinar várias máquinas pode aumentar os riscos ou criar novos perigos. Sempre faça uma avaliação global de riscos para toda a instalação. Quando são necessários diferentes níveis de desempenho de parada de emergência e segurança, escolha sempre o mais alto nível de desempenho. Leia e compreenda os manuais de todos os equipamentos utilizados na instalação.
13. 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. A UNIVERSAL ROBOTS SE ISENTA DE QUALQUER RESPONSABILIDADE SE O PRODUTO FOR ALTERADO OU MODIFICADO DE ALGUMA FORMA.
14. Se o robô for adquirido com um módulo adicional (por exemplo, a interface euromap67), consulte o manual de instruções do respectivo módulo.

ALERTA:

1. O robô e a caixa controladora produzem calor durante a operação. Não manuseie nem toque no robô durante ou imediatamente após a operação. Para esfriar o robô, desenergize-o e espere por uma hora.
2. Nunca coloque os dedos atrás da tampa interna da caixa controladora.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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. Recomenda-se testar o programa do robô usando pontos de referência temporários fora do espaço de trabalho de outras máquinas. 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.
2. Não exponha o robô a campos magnéticos permanentes. Campos magnéticos muito fortes podem danificar o robô.

1.6 Finalidade

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

Os robôs da UR estão equipados com recursos especiais relacionados à segurança, projetados precisamente para operação colaborativa, onde o 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, 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 onde os níveis de desempenho avaliados sejam insuficientes;
- Uso onde o desempenho das funções de segurança é insuficiente;
- Uso como equipamento de elevação;
- Operação fora dos parâmetros permitidos.

1.7 Avaliação de Risco

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

depende de como o robô foi integrado (por exemplo, ferramenta, obstáculos e outras máquinas).

Recomenda-se que o integrador use as diretrizes ISO 12100 e o 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 todos os procedimentos 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 a Parte II para obter informações detalhadas.

Alguns recursos relacionados à segurança são projetados precisamente para aplicações de robô colaborativas. Esses recursos são configuráveis por meio das definições de configuração 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 de posição do TCP e articulação`: Especialmente usada para reduzir os riscos relacionados a determinadas partes do corpo. Por exemplo, para evitar o movimento na direção da cabeça e pescoço durante o ajuste e programação.
- `Limitação da orientação da ferramenta e TCP`: Especialmente usada para reduzir os riscos relacionados a determinadas áreas e recursos da ferramenta 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. Por exemplo, para conceder tempo para o operador evitar contato com o braço do robô.

A aplicação das definições de configuração de segurança corretas é considerada equivalente a prender o robô no lugar e conectar equipamentos relacionados à

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

segurança a E/Ss relacionadas à segurança. O integrador deve impedir que pessoas não autorizadas alterem a configuração de segurança, por exemplo, usando a proteção por senha.

Ao avaliar os riscos em uma aplicação de robô colaborativa, é especialmente importante abordar:

- A severidade de 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 perigosa), a avaliação de risco realizada pelo integrador deve concluir que o integrador precisa incluir medidas protetivas adicionais (por exemplo, um dispositivo de ativação para proteger o integrador durante o ajuste e a programação).

A Universal Robots identificou os potenciais riscos significativos, listados abaixo, como riscos que devem ser considerados pelo integrador. Observe que outros riscos significativos podem estar presentes em uma instalação do robô.

1. Prender os dedos entre o pé do robô e a base (articulação 0).
2. Prender os dedos entre o pulso 1 e o pulso 2 (articulação 3 e articulação 4).
3. Penetração da pele por bordas afiadas e pontas afiadas na ferramenta ou no conector da ferramenta.
4. Penetração da pele por bordas afiadas e pontas afiadas em obstáculos próximos ao percurso do robô.
5. Hematomas devido a pancadas do robô.
6. Distensão ou fratura óssea devido a pancadas entre uma carga útil pesada e uma superfície rígida.
7. Consequências devido a parafusos soltos que seguram o braço do robô ou a ferramenta.
8. Itens que saem da ferramenta, por exemplo, devido à perda de controle ou à falta de energia.
9. Erros devido a diferentes botões de parada de emergência para diferentes máquinas.
10. 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 no apêndice A.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

1.8 Parada de Emergência

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

A parada de emergência não deve ser usada como medida de redução de riscos, mas sim como um dispositivo secundário de proteção.

A avaliação do risco da aplicação do robô deve concluir se mais botões de parada de emergência devem ser conectados. Os botões de parada de emergência devem estar em conformidade com IEC 60947-5-5, veja mais na seção 5.3.2.

1.9 Movimento sem a Unidade de Alimentação

No caso improvável de uma situação de emergência onde uma ou mais articulações do robô precisem ser movidas e a alimentação do robô esteja bloqueada ou simplesmente não seja desejada, há duas maneiras diferentes de forçar movimentos das articulações do robô:

1. Operação reversa forçada: Force uma articulação a se mover puxando com força (500 N) o braço do robô. O freio de cada articulação tem uma embreagem de fricção que permite movimento durante o torque alto e forçado.
2. Liberação manual de freio: Remova a cobertura da articulação removendo os poucos parafusos M3 que a prendem. Solte o freio empurrando o êmbolo no eletroímã pequeno, assim como mostrado na figura abaixo.

ALERTA:

1. Mover o braço do robô manualmente é destinado apenas a emergências e pode danificar as articulações.
2. Se o freio for solto manualmente, a atração gravitacional poderá fazer com que o braço do robô caia. Sempre apoie o braço do robô, ferramentas e itens de trabalho ao soltar o freio.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

2 Funções e Interfaces Relacionadas à Segurança

2.1 Introdução

Os robôs da UR são equipados com uma variedade de funcionalidades de classificação de segurança acopladas, bem como interfaces elétricas com classificação de segurança para se conectar a outras máquinas e equipamentos de proteção adicionais. Cada interface e função de segurança é monitorada de acordo com o EN ISO13849-1:2008 (consulte o Capítulo 8 para certificações) com o Nível de Desempenho d (PLd).

PERIGO:
O uso de parâmetros de configuração de segurança diferentes dos definidos pela avaliação de risco realizada pelo integrador pode resultar em perigos que não são razoavelmente eliminados ou riscos que não são suficientemente reduzidos.

Consulte o capítulo 10 na parte II para encontrar a configuração das entradas, saídas e recursos relacionados à segurança na interface de usuário. Consulte o capítulo 5 para obter descrições sobre como ligar dispositivos de segurança à interface elétrica.

NOTA:

1. O uso e a configuração de interface e funções relacionadas à segurança devem ser efetuados de acordo com a avaliação de risco que o integrador realiza para uma aplicação de robô específica, consulte a seção 1.7 no capítulo 1.
2. Se o robô descobre uma falha ou violação no sistema de segurança, por exemplo, um dos fios no circuito de parada de emergência está cortado, um sensor de posição está quebrado ou um limite de uma função relacionada à segurança foi violado, uma Categoria de Parada 0 é iniciada. O tempo do pior caso desde a ocorrência de um erro até o robô ser parado é listado no final desse capítulo. Esse tempo deve ser considerado como parte da avaliação de risco realizada pelo integrador.

O robô possui diversas funções relacionadas à segurança que podem ser utilizadas para limitar o movimento das suas articulações e do *Ponto Central da Ferramenta* (TCP) do robô. O TCP é o ponto central do flange de saída com a adição do deslocamento do TCP.

As funções com limitações relacionadas à segurança são:

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Função de Segurança com Limitação	Descrição
Posição da articulação	Posição de articulação angular mín. e máx.
Velocidade da articulação	Velocidade da articulação angular máx.
Posição do TCP	Planos no espaço Cartesiano limitando a posição TCP do robô
Velocidade do TCP	Velocidade Máx. do TCP do robô
Força do TCP	Força de empuxo máx. do TCP do robô
Impulso	Impulso máximo do braço do robô
Potência	Potência máx. aplicada ao braço do robô

2.2 Tempos de parada do Sistema de Segurança

O tempo de parada do sistema de segurança é o tempo desde a ocorrência de uma falha ou violação de uma função relacionada à segurança até o robô ser levado até a parada completa e os freios mecânicos serem engatados.

Os tempos máximos de parada na tabela devem ser considerados se a segurança da aplicação depender do tempo de parada do robô. Por exemplo, se houver uma falha nos resultados do robô em uma parada de uma linha completa de fábrica, onde determinadas ações deverão acontecer imediatamente após a parada, os tempos máximos de parada devem ser considerados.

As medidas são realizadas com a seguinte configuração do robô:

- Extensão: 100% (o braço do robô está totalmente estendido horizontalmente).
- Velocidade: O limite de velocidade do TCP do sistema de segurança é definido para o limite descrito.
- Carga: carga máxima manipulada pelo robô ligado ao TCP (10 kg).

O tempo de parada do pior caso para a Categoria de Parada[1] 0 em caso de uma violação das interfaces ou limites de segurança pode ser visto na tabela a seguir.

Limite de Velocidade do TCP	Tempo de Parada Máximo
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

2.3 Funções Relacionadas à Segurança com Limitação

O software avançado de controle de caminho diminui a velocidade ou emite uma parada na execução do programa, se o robô se aproximar de um limite relacionado à segurança. As violações dos limites ocorrerão, portanto, somente em casos excepcionais. No entanto, se um limite for violado, o sistema de segurança emite uma Categoria de Parada 0.

[1] As Categorias de Parada são de acordo com o IEC 60204-1, consulte o Glossário para obter mais detalhes.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Função de Segurança com Limitação	Pior Caso			
	Veracidade	Tempo de Detecção	Tempo de Desenergização	Tempo de Reação
Posição da articulação	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Velocidade da articulação	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Posição do TCP	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
Orientação do TCP	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Velocidade do TCP	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Força do TCP	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Impulso	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Potência	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

O sistema é considerado *sem energia* quando a voltagem do barramento de 48 V atinge um potencial elétrico abaixo de 7,3 V. O tempo de desenergização é o tempo desde a detecção de um evento até que o sistema tenha sido desativado.

ALERTA:
Há duas exceções para a função de força limitante que são importantes de serem percebidas ao projetar a célula de trabalho para o robô. Elas estão ilustradas na figura 2.1. À medida que o robô se estende, o efeito da articulação do joelho pode fornecer forças elevadas na direção radial (a partir da base), mas, ao mesmo tempo, velocidades baixas. Da mesma forma, o braço curto de alavanca, quando a ferramenta está perto da base e se deslocando de forma tangencial (no entorno) da base, pode criar forças elevadas, mas também a baixas velocidades. Os perigos de beliscões podem ser evitados, por exemplo, 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 eliminar 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 feita com as mãos com movimentos lineares, o limite de velocidade da junta deve ser ajustado para o máximo de 40 graus por segundo para as articulações de base e ombro, a menos que uma avaliação de riscos mostre que velocidades acima de 40 graus por segundo são aceitáveis. Isso evitará movimentos rápidos do cotovelo do robô próximos a singularidades.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 2.1: Certas áreas do espaço de trabalho devem receber atenção sobre perigos de beliscões, devido às propriedades físicas do braço do robô. Uma área é definida para os movimentos radiais, quando a articulação 1 do punho está a uma distância de pelo menos 1100 mm da base do robô. A outra área está a 300 mm da base do robô, quando ele se desloca na direção tangencial.

2.4 Modos de Segurança

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

No lado dos planos *Acionamento no Modo Reduzido*, em que o conjunto de limite normal é definido, há uma área de 20 mm onde o conjunto limite do modo reduzido é aceito. Quando o modo Reduzido é acionado por uma entrada de segurança, ambos os conjuntos limite são aceitos para 500 s.

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Função de Segurança com Limitação	Limites
Velocidade da articulação	30 °/s
Velocidade do TCP	250 mm/s
Força do TCP	100 N
Impulso	10 kg m/s
Potência	80 W

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

ALERTA:
Observe que os limites para a *posição de articulação*, na *posição TCP* e a *orientação TCP* são desativados no Modo de Recuperação. Tome cuidado ao mover o braço do robô de volta aos limites.

2.5 Interfaces elétricas relacionadas à segurança

O robô é equipado com várias entradas e saídas elétricas relacionadas à segurança. Todas as entradas e saídas elétricas relacionadas à segurança são de canal duplo. Elas são seguras quando estão baixas, por exemplo, a parada de emergência não está ativa quando os sinais estão altos (+24 V).

2.5.1 Entradas elétricas relacionadas à segurança

A tabela abaixo dá uma visão geral das entradas elétricas relacionadas à segurança.

Entrada de Segurança	Descrição
Parada de Emergência do Robô	Executa uma Categoria de Parada 1, informando outras máquinas usando a saída *Parada de emergência do sistema*.
Botão de parada de emergência	Executa uma Categoria de Parada 1, informando outras máquinas usando a saída *Parada de emergência do sistema*.
Parada de Emergência do Sistema	Executa uma Categoria de Parada 1.
Parada de proteção	Executa uma Categoria de Parada 2.
Entrada de redefinição de salvaguarda	Continua o robô a partir de um estado *Parada de Proteção*, quando ocorre uma vantagem sobre a entrada de redefinição de proteção.
Modo Reduzido	O sistema de segurança faz a transição para os limites de modo *Reduzido*.
Interruptor de 3 Posições	Funciona como uma entrada de parada de proteção quando a entrada do modo operacional está alta.
Modo Operacional	Modo operacional a ser usado quando um dispositivo de ativação de 3 posições estiver configurado.

Uma Categoria de Parada 1 e uma Categoria de Parada 2 desaceleram o robô com movimento acionado, o que permite que o robô pare sem se desviar do seu caminho atual.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 2.2: A área verde abaixo da rampa é a velocidade permitida para uma articulação durante a frenagem. No tempo 0, um evento (parada de emergência ou parada de proteção) é detectado pelo processador de segurança. A desaceleração começa depois de 24 ms.

Monitoramento de entradas de segurança A Categoria de parada 1 e a Categoria de Parada 2 são monitoradas pelo sistema de segurança da seguinte forma:

1. O sistema de segurança monitora que a frenagem é iniciada em 24 ms, consulte a Figura 2.2.
2. Se a articulação estiver em movimento, a sua velocidade será monitorada para nunca ser superior à velocidade obtida pela constante de desaceleração em relação ao limite máximo de velocidade de articulação para o modo *Normal* para 0 rad/s em 500 ms.
3. Se uma articulação está em repouso (a velocidade da articulação é inferior a 0,2 rad/s), é monitorado para que ela não se mova mais do que 0,05 rad da posição que tinha quando a velocidade foi medida abaixo 0,2 rad/s.

Além disso, para uma Categoria de Parada 1, o sistema de segurança monitora que, após o braço do robô estar em repouso, o desligamento de alimentação é finalizado em 600 ms. Além disso, depois de uma entrada de Parada de Proteção, o braço do robô tem permissão para começar a se mover novamente somente depois que ocorrer uma vantagem positiva sobre a entrada de reinício de proteção. Se qualquer uma das propriedades acima não for satisfeita, o sistema de segurança emite uma Categoria de Parada 0.

Uma transição para o modo *Reduzido* acionada pela entrada de modo reduzido é monitorizada como segue:

1. O sistema de segurança aceita os conjuntos de limite de modo *Normal* e *Reduzido* para 500 ms após a entrada em modo reduzido ser acionada.
2. Após 500 ms, somente os limites de modo *Reduzido* estarão em vigor.

Se qualquer uma das propriedades acima não for satisfeita, o sistema de segurança emite uma Categoria de Parada 0.

Uma Categoria de Parada 0 é realizada pelo sistema de segurança com o desempenho descrito na tabela a seguir. O tempo de reação do pior caso é o momento de

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

parar e *retirar a energia* (descarga a um potencial elétrico abaixo de 7,3 V) um robô em execução a toda velocidade e carga útil.

	Pior Caso		
Função de Entrada de Segurança	Tempo de Detecção	Tempo de Desenergização	Tempo de Reação
Parada de Emergência do Robô	250 ms	1000 ms	1250 ms
Botão de parada de emergência	250 ms	1000 ms	1250 ms
Parada de Emergência do Sistema	250 ms	1000 ms	1250 ms
Parada de proteção	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Saídas elétricas de classificação de segurança

A tabela abaixo dá uma visão geral das saídas elétricas relacionadas à segurança:

Saída de Segurança	Descrição
Parada de Emergência do Sistema	Baixo nível lógico quando a entrada *Parada de emergência do robô* apresenta baixo nível lógico ou o botão de Parada de emergência é pressionado.
Robô em movimento	Enquanto este sinal apresenta alto nível lógico, nenhuma articulação do braço robô se move mais do que 0,1 rad.
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 proteção. Caso contrário, apresentará baixo nível lógico.
Modo Reduzido	Baixo nível lógico quando o sistema de segurança está em modo *Reduzido*.
Modo Não Reduzido	Saída negada do *Modo reduzido*.

Se uma saída de segurança não estiver definida corretamente, o sistema de segurança emitirá uma Categoria de Parada 0 com os seguintes tempos de reação de pior caso:

Saída de Segurança	Tempo de Reação do Pior Caso
Parada de Emergência do Sistema	1100 ms
Robô em movimento	1100 ms
Robô sem parada	1100 ms
Modo Reduzido	1100 ms
Modo Não Reduzido	1100 ms

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

3 Transporte

Transporte o robô na embalagem original. Guarde a embalagem em local seco; você pode precisar voltar a embalar e transportar o robô posteriormente.

Levante ambos os tubos do braço de robô simultaneamente ao retirá-lo da embalagem e montá-lo no local de instalação. Mantenha o robô no lugar até que todos os parafusos de fixação estejam bem apertados na base do robô.

A caixa controladora deve ser levantada 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 de montagem no capítulo 4.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

4 Interface Mecânica

4.1 Introdução

Este capítulo descreve as noções básicas de montagem das várias 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 robô UR10 se estende 1300 mm da articulação base. É importante considerar o volume cilíndrico diretamente acima e abaixo da base do robô quando um local de montagem for escolhido para o robô. Se possível, 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.

Frente Inclinado

4.3 Suporte

Braço do robô O braço do robô é montado com quatro parafusos M8 , usando os quatro furos 8.5 mm na base. Recomenda-se apertar esses parafusos com torque de 20 N m . Se for desejado um reposicionamento do braço do robô com alta precisão, dois furos Ø8 estão disponíveis para serem usados com um único pino. Além disso, uma contraparte exata da base pode ser adquirida como acessório. A Figura 4.1 mostra onde fazer os furos e montar os parafusos.

Monte o robô em uma superfície firme o suficiente para resistir a, pelo menos, dez vezes o torque total da articulação base e, pelo menos, cinco vezes o peso do braço do robô. Além disso, a superfície deve estar livre de vibração.

Se o robô estiver montado sobre um eixo linear ou em uma plataforma em movimento, a aceleração da base de montagem em movimento deve ser muito baixa.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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

Uma aceleração alta pode fazer com que o robô pare, como se tivesse esbarrado em alguma coisa.

PERIGO:
Verifique se o braço do robô foi parafusado no lugar de forma apropriada. A superfície de montagem deve ser resistente.

CUIDADO:
Se o robô estiver exposto à água durante um período de tempo prolongado, poderá ser danificado. O robô não deve ser montado na água nem em um ambiente úmido.

Ferramenta O flange da ferramenta do robô tem quatro furos M6 rosqueados para conectar uma ferramenta determinada ao robô. Os furos devem ser apertados com 9 N m. Se for desejado um reposicionamento muito preciso da ferramenta, o furo Ø6 deve ser usado com um pino. A Figura 4.2 mostra onde fazer os furos e montar os parafusos.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

PERIGO:

1. Verifique se a ferramenta está devidamente fixada em seus lugares.
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.

Caixa de controle A caixa de controle pode ser pendurada em uma parede ou colocada no chão. É preciso um espaço livre de 50 mm de cada lado para que haja suficiente fluxo de ar. É possível comprar suportes adicionais para a montagem.

Teach Pendant O Teach Pendant pode ser pendurado em uma parede ou na caixa de controle. É possível comprar suportes adicionais para o Teach Pendant. Certifique-se de que ninguém possa tropeçar no cabo.

PERIGO:

1. Certifique-se de que a caixa de controle, o Teach Pendant e os cabos não entrem em contato com líquidos. Uma caixa de controle molhada pode matar.
2. A caixa de controle e o Teach Pendant não podem ser submetidos a um ambiente empoeirado ou úmido ou que exceda a classificação IP20. Preste atenção especial em ambientes com poeira condutora.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 4.2: O flange de saída da ferramenta, ISO 9409-1-50-4-M6. Este é o local no qual a ferramenta é montada na ponta do robô. Todas as medidas estão em mm.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

5 Interface Elétrica

5.1 Introdução

Este capítulo descreve todas as interfaces elétricas do braço do robô e da caixa de controle.

As diferentes interfaces são divididas em cinco grupos com diferentes propósitos e propriedades:

- E/S do controlador
- E/S da ferramenta
- Ethernet
- Principais conexões
- Conexão com o Robô

O termo "E/S" refere-se aos sinais de controle digitais e analógicos enviados ou recebidos por uma interface.

Os sinais elétricos através da interface do E67 são descritos na parte III.

Estes cinco grupos estão descritos nas seções a seguir. São apresentados exemplos para a maioria dos tipos de E/S.

As advertências e precauções na seção a seguir são relevantes para todos os cinco grupos e devem ser observadas.

5.2 Advertências e Precauções Elétricas

As seguintes advertências e precauções devem ser observadas quando um aplicativo de robô é projetado e instalado. As advertências e precauções também se aplicam ao trabalho de serviço.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 as funções de parada de segurança poderiam ser substituídas. 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 completa 5.3.

PERIGO:

1. Certifique-se de que todos os equipamentos que não sejam à prova d'água permaneçam secos. Se for permitida a entrada de água no produto, bloqueie e etiquete todas as fontes de alimentação e entre em contato com o fornecedor.
2. Utilize apenas cabos originais fornecidos com o robô. Não use o robô para aplicações onde os cabos sejam flexionados. Entre em contato com seu fornecedor se precisar de cabos mais longos e flexíveis.
3. Conexões negativas são chamadas de "GND" e estão conectadas ao escudo do robô e à caixa do controlador. 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. Cuidados específicos devem ser observados 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 exaustivos tenham sido realizados.

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

5.3 E/S do controlador

Este capítulo explica como ligar o equipamento à E/S interior da caixa de controle. Esta E/S é extremamente flexível e pode ser utilizada para uma grande variedade de equipamentos diferentes; incluindo relés pneumáticos, CLPs e botões de parada de emergência.

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

O significado das cores diferentes deve ser observado, veja abaixo.

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

A E/S "configurável" pode ser configurada conforme a classificação de segurança de E/S ou o propósito geral de E/S na GUI. Veja mais na parte II.

Como usar a E/S digital é descrito nas subseções a seguir. A seção que descreve as especificações comuns deve ser observada.

5.3.1 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 propósito geral.

É muito importante que os robôs da UR sejam instalados de acordo com as especificações elétricas, que são as mesmas para todos os três tipos diferentes de 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 é usar a fonte de alimentação interna, veja abaixo.

Se for necessário mais corrente, uma fonte de alimentação externa pode ser conectada, conforme mostrado abaixo.

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

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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
Saídas digitais					
[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
Entradas digitais					
[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

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

5.3.2 E/S de Segurança

Esta seção descreve as entradas dedicadas 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. As especificações comuns na seção 5.3.1 devem ser observadas.

Os dispositivos e equipamentos de segurança devem ser instalados de acordo com as instruções de segurança e avaliação de risco, consulte o capítulo 1.

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

As duas entradas de segurança permanentes são a parada de emergência e a parada de proteção. A entrada de parada de emergência é apenas para o equipamento de parada de emergência. A entrada de parada de proteção é para todos os tipos de equipamentos de proteção com classificação de segurança. A diferença funcional é mostrada abaixo.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

	Parada de Emergência	Parad
Robô para de se mover	Sim	
Execução de programa	Para	
Potência do robô	Desligar	
Reinício	Manual	Autom
Frequência de uso	Não frequente	A cada cic
Requer reinicialização	Somente liberação do freio	
Categoria de Parada (IEC 60204-1)	1	
Nível de desempenho da função de monitoramento (ISO 13849-1)	PLd	

É possível utilizar a E/S configurável para a 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.

Alguns exemplos de como usar a E/S de Segurança são apresentados nas subseções a seguir.

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 as funções de parada de segurança poderiam ser substituídas. 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 parada de segurança poderia ser substituída.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

5.3.2.1 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.

5.3.2.2 Conectando os botões de parada de emergência

Na maioria das aplicações, é necessário usar 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.

5.3.2.3 Compartilhando a parada de emergência com outras máquinas

Muitas vezes é desejável configurar um circuito de parada de emergência comum quando o robô é usado em conjunto com outras máquinas. Fazendo isso, o operador não precisará pensar sobre quais botões de parada de emergência usar.

A entrada normal de parada de emergência não pode ser usada para fins de compartilhamento, pois ambas as máquinas aguardarão umas pelas outras para sair da condição de parada de emergência.

Para compartilhar a função de parada de emergência com outras máquinas, as seguintes funções de E/S configurável devem ser configuradas pelo GUI.

- 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/Ss configuradas utilizadas são "CI0-CI1" e "CO0-CO1".

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Se mais de dois robôs da UR ou outras máquinas precisarem ser conectados, é necessário um PLC de segurança para controlar os sinais de parada de emergência.

5.3.2.4 Parada de proteção com continuação automática

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

Essa configuração é destinada somente à aplicação em que o operador não pode passar a porta e fechá-la atrás de si. A E/S configurável pode ser 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 pode ser 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 de proteção é restabelecido. Não use esta configuração se o sinal puder ser restabelecido no interior do perímetro de segurança.

5.3.2.5 Parada de proteção com botão de reinício

Se a interface de proteção é usada para fazer a interface de 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

5.3.3 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 5.3.1 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 mais na 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.

5.3.3.1 Carga controlada por uma saída digital

Esse exemplo mostra como conectar uma carga a ser controlada a partir de uma saída digital, consulte abaixo.

5.3.4 Entrada Digital a partir de um botão

O exemplo abaixo mostra como conectar um botão simples para conectar uma Entrada Digital.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

5.3.5 Comunicação com outras máquinas ou PLCs

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

5.3.6 E/S Analógica de uso geral

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

É recomendável o 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".
- O uso do equipamento que funciona em modo de corrente. Os sinais de corrente são menos sensíveis a interferências.

Os modos de entrada podem ser selecionados no GUI, consulte a parte II. As especificações elétricas são mostradas abaixo.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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

Os exemplos a seguir mostram como usar a E/S Analógica.

5.3.6.1 Usando uma saída analógica

Segue um exemplo de como controlar uma correia transportadora com uma entrada de controle de velocidade analógica.

5.3.6.2 Como usar Entradas Analógicas

Segue um exemplo de como conectar um sensor analógico.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

5.3.7 Controle remoto LIGAR/DESLIGAR

Controle remoto LIGAR/DESLIGAR pode ser usado para ligar e desligar a caixa de controle sem usar a pendência de ensino. Ele é geralmente usado nas seguintes aplicações:

- Quando a pendência de ensino 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 pequena fonte de 12V auxiliar, que se mantém ativa quando a caixa do controlador está desligada. As entradas "ligar" e "desligar" destinam-se apenas à ativação a curto prazo. A entrada "ligar" funciona da mesma forma que o botão de energia. Sempre use a entrada "desligar" para "desligar" o controle remoto, pois este sinal permite que a caixa de controle salve os arquivos abertos e desligue corretamente.

As especificações elétricas são mostradas abaixo.

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

Os exemplos a seguir mostram como usar o comando LIGAR/DESLIGAR.

NOTA:
Uma característica especial do software pode ser usada para carregar e iniciar programas automaticamente. Consulte a parte II

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

CUIDADO:

1. Nunca use a entrada "ligar" ou o botão de energia para desligar a caixa de controle.

5.3.7.1 Botão remoto LIGAR

A ilustração abaixo mostra como conectar um botão "on" remoto.

5.3.7.2 Botão remoto DESLIGAR

A ilustração abaixo mostra como conectar um botão DESLIGAR remoto.

5.4 E/S da ferramenta

Na extremidade da ferramenta do robô, há um pequeno conector com oito pinos; consulte a ilustração abaixo.

Este conector fornece sinais de energia e de controle para pinças e sensores usados em uma ferramenta de robô específica. Os seguintes cabos industriais são adequados:

- Lumberg RKMV 8-354.

Os oito fios dentro do cabo têm cores diferentes. As diferentes cores designam diferentes funções, veja a tabela abaixo:

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Cor	Sinal
Vermelho	0V (GND)
Cinza	0V/+12V/+24V (ENERGIA)
Azul	Saída digital 8 (DO8)
Rosa	Saída digital 9 (DO9)
Amarelo	Entrada digital 8 (DI8)
Verde	Entrada digital 9 (DI9)
Branco	Entrada analógica 2 (AI2)
Marrom	Entrada analógica 3 (AI3)

A fonte de alimentação interna pode ser definida como 0V, 12V ou 24V na guia de E/S do GUI, consulte a parte II. As especificações elétricas são mostradas abaixo:

Parâmetro	Mín	Tipo	Máx	Unidade
Tensão de alimentação no modo de 24V	-	24	-	V
Tensão de alimentação no modo de 12V	-	12	-	V
Corrente de alimentação em ambos os modos	-	-	600	mA

As seguintes seções descrevem as diferentes E/S da ferramenta.

PERIGO:

1. Conecte ferramentas e pinças para que uma interrupção de energia não crie qualquer perigo, por exemplo, uma peça de trabalho cair da ferramenta.
2. Tome cuidado ao usar 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.

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

5.4.1 Saídas digitais da ferramenta

As saídas digitais são implantadas como NPN. Quando uma saída digital for ativada, a conexão correspondente será direcionada ao GND, e quando for desativada, a conexão correspondente será aberta (coletor aberto/dreno aberto). As especificações elétricas são mostradas abaixo:

Parâmetro	Mín	Tipo	Máx	Unidade
Tensão quando aberta	-0,5	-	26	V
Tensão ao baixar 1A	-	0,05	0,20	V
Corrente ao baixar	0	-	600	mA
Corrente pelo GND	0	-	600	mA

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Um exemplo de como usar uma saída digital é apresentado na subseção a seguir.

CUIDADO:

1. As saídas digitais na ferramenta não são limitadas pela corrente e a sobreposição de dados especificados pode causar dano permanente.

5.4.1.1 Como usar as saídas digitais da ferramenta

O exemplo abaixo ilustra como ativar uma carga ao usar a fonte de alimentação interna de 12V ou de 24V. Lembre-se de que é necessário definir a tensão da saída na guia de E/S. Lembre-se de que há tensão entre a conexão de ENERGIA e a proteção/terra, mesmo quando a carga está desligada.

5.4.2 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

Um exemplo de como usar uma entrada digital é apresentado na subseção a seguir.

5.4.2.1 Como usar as entradas digitais da ferramenta

O exemplo abaixo mostra como conectar um botão simples.

5.4.3 Entradas analógicas da ferramenta

As entradas analógicas de ferramenta não são diferenciais e podem ser definidas como voltagem e corrente na guia de E/S, consulte a parte II. As especificações elétricas são mostradas abaixo.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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	-	15	-	kΩ
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 na faixa de 4mA a 20mA	-	200	-	Ω

Dois exemplos de como usar 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. Superestimar o limite na especificação elétrica pode causar danos permanentes à entrada.

5.4.3.1 Usando entradas analógicas da ferramenta, não diferenciais

O exemplo abaixo mostra como conectar um sensor analógico a uma 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. Lembre-se de verificar se um sensor com saída de tensão pode acionar a resistência interna da ferramenta, caso contrário, a medição pode ser inválida.

5.4.3.2 Usando entradas analógicas da ferramenta, diferenciais

O exemplo abaixo mostra como conectar um sensor analógico a uma saída diferencial. Conecte a parte de saída negativa ao GND (0V) e ele funcionará da mesma forma como um sensor não diferencial.

5.5 Ethernet

Uma conexão Ethernet é fornecida na parte inferior da caixa de controle, veja a ilustração abaixo.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

A interface Ethernet pode ser usada para:

- Módulos de expansão de E/S MODBUS. Veja mais na parte II.
- Acesso e controle remotos.

As especificações elétricas são mostradas abaixo.

Parâmetro	Mín	Tipo	Máx	Unidade
Velocidade de comunicação	10	-	100	Mb/s

5.6 Principais conexões

O cabo de alimentação da caixa do controlador 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 ligada à corrente elétrica. Isso deve ser feito 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 de alimentação deve estar equipada com o seguinte, no mínimo:

- Conexão com o 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 200-240V)	8	-	16	A
Frequência da entrada	47	-	63	Hz
Energia de standby	-	-	0,5	W
Energia operacional nominal	90	250	500	W

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

PERIGO:

1. Certifique-se de que o robô esteja aterrado corretamente (conexão ao fio terra). Use os parafusos novos associados com símbolos de aterramento no interior da caixa do controlador 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 que a entrada energia para a caixa de controle seja protegida com um Dispositivo de Corrente Residual (RCD, na sigla em inglês) e com um fusível correto.
3. Bloqueie e rotule 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 do controlador seja alimentada. Sempre use um cabo de alimentação original e correto.

5.7 Conexão com o Robô

O cabo do robô deve ser conectado ao conector na parte inferior da caixa de controle, veja a ilustração abaixo. Verifique se o conector está devidamente bloqueado antes de ligar o braço do robô. A desconexão do cabo do robô pode ser feita somente quando a energia do robô estiver desligada.

CUIDADO:

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

6 Manutenção e Conserto

É fundamental que a manutenção e o conserto sejam realizados de acordo com todas as instruções de segurança contidas neste manual.

A manutenção, a calibração e o conserto devem ser realizados de acordo com as últimas versões dos Manuais encontrados no site de suporte `http://www.universal-robots.com/support`.

Os consertos devem ser executados por integradores de sistemas autorizados ou pela Universal Robots.

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. Os regulamentos nacionais ou regionais vigentes de segurança no trabalho relacionados a essa verificação devem ser obedecidos. 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 se trabalha no braço robótico ou na caixa de controle, os seguintes procedimentos de segurança e advertências devem ser observados.

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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 desliga.
5. Evite a entrada de água e poeira no braço ou na caixa de controle do robô.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

7 Descarte e Meio Ambiente

Os robôs UR devem ser eliminados de acordo com as leis, regulamentos e normas nacionais em vigor.

Os robôs 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 UR vendidos no marcado 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:

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

8 Certificações

Este capítulo apresenta uma gama de diferentes certificações e declarações que foram preparados para o produto.

8.1 Certificações de terceiros

As certificações de terceiros são voluntárias. No entanto, para prestar o melhor serviço aos integradores de robôs, a UR decidiu certificar seus robôs de acordo com os seguintes institutos de ensaio reconhecidos:

TÜV NORD Os robôs da UR são aprovados pelos critérios de segurança da TÜV NORD, um órgão notificado no âmbito da diretriz de máquinas 2006/42/CE da União Europeia. Uma cópia do certificado de aprovação de segurança da TÜV NORD pode ser localizada no anexo B.

DELTA Os robôs da UR são testado pela DELTA quanto à segurança e desempenho. Certificado de compatibilidade eletromagnética (EMC) em anexo B. Certificado de teste ambiental em anexo B.

8.2 Declarações de acordo com as diretrizes da União Europeia.

As declarações da UE são principalmente relevantes para os países europeus. No entanto, alguns países fora da Europa as reconhecem ou mesmo as solicitam. 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 da UR são considerados máquinas parcialmente completas. Observe que a marca CE não está colocada de acordo com a diretriz de máquina parcialmente completa. Se o robô da UR for usado em uma aplicação de pesticidas, a diretriz 2009/127/CE deve ser observada. Declaração de incorporação de acordo com 2006/42/CE anexo II 1.B. em anexo B.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

2006/95/CE — Diretriz de Baixa Tensão (LVD)
2004/108/CE — Compatibilidade Eletromagnética (EMC)
2011/65/UE — Restrição ao uso de determinadas substância perigosas (RoHS)
2012/19/EU — Resíduos de Equipamento Elétrico e Eletrônicos (REEE)

As declarações de conformidade com as diretivas acima estão incluídas na declaração de incorporação anexada B.

A marca CE é colocada de acordo com as diretrizes de marcação da CE descritas acima. Referente aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, consulte o capítulo 7.

Para obter informações sobre as normas aplicadas durante o desenvolvimento do robô, consulte o anexo C.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

9 Garantias

9.1 Garantia do Produto

Sem prejuízo a 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.

Caso um dispositivo apresente defeitos, a Universal Robots não deverá cobrir nenhum dano ou perda consequente, como perda de produção ou dano a outro equipamento de produção.

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

preciso e correto, mas não assume qualquer responsabilidade por quaisquer erros ou falta de informações.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

A Tempo e Distância de Parada

As informações sobre os tempos e distâncias de parada estão disponíveis para a Categoria de Parada 0 e para a Categoria de parada[1] 1. Este apêndice inclui as informações sobre a Categoria de Parada 0. As informações sobre a Categoria de Parada 1 estão disponíveis em `http://universal-robots.com/support/`.

A.1 Tempos e distâncias de parada da Categoria de Parada 0

A tabela abaixo inclui as distâncias e tempos de parada medidos quando uma Categoria de Parada 0 é acionada. Estas medidas correspondem à seguinte configuração do robô:

- Extensão: 100% (o braço do robô está totalmente estendido horizontalmente).
- Velocidade: 100% (a velocidade geral do robô é definida para 100% e o movimento é realizado a uma velocidade conjunta de 183 °/s).
- Carga: carga máxima manipulada pelo robô ligado ao TCP (10 kg).

O teste do Conjunto 0 foi obtido realizando um movimento horizontal, ou seja, o eixo de rotação estava perpendicular ao chão. Durante os testes para o Conjunto 1 e 2, o robô seguiu uma trajetória vertical, ou seja, os eixos de rotação estavam paralelos ao chão, e a parada foi realizada enquanto o robô estava se movendo para baixo.

	Distância de Parada (rad)	Tempo de parada (ms)
Conjunto 0 (BASE)	0.98	750
Conjunto 1 (OMBRO)	0.35	240
Conjunto 2 (COTOVELO)	0.38	280

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

[1] De acordo com o IEC 60204-1, consulte o Glossário para obter mais detalhes.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

B Declarações e Certificados

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

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

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

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR10/CB3
Serial number _____

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

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

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

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

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

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual. This list is valid for the product manual with the same serial numbers as this document and the product.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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

De acordo com a Diretriz Europeia 2006/42/CE anexo II 1.B.

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

declara, por meio deste, que o produto descrito abaixo

Robô industrial UR10
Número de série (Consulte o original)

não pode ser colocado em funcionamento antes de a máquina à qual ele será incorporado for declarada em conformidade com as disposições da Diretriz 2006/42/CE, alterada pela Diretriz 2009/127/CE, e com as normas transferidas ao direito nacional.

Os recursos de segurança do produto foram preparados para cumprir todos os requisitos da Diretriz 2006/42/CE segundo as condições corretas de incorporação; consulte o manual do produto. O cumprimento de todos os requisitos da Diretriz 2006/42/CE depende ainda da instalação específica do robô e da avaliação final de risco.

A documentação técnica pertinente foi elaborada de acordo com a Diretriz 2006/42/CE anexo VII parte B e está disponível em formato eletrônico para autoridades nacionais mediante solicitação legítima. O signatário está baseado no endereço do fabricante e autorizado a compilar essa documentação.

Além disso, o produto é declarado como em conformidade com as seguintes diretrizes, de acordo com as quais recebeu a marca CE:

2014/35/EU — Diretriz de Baixa Tensão (LVD)
2014/30/EU — Diretriz de Compatibilidade Eletromagnética (EMC)
2011/65/EU — Restrição ao uso de determinadas substância perigosas (RoHS)

O manual do produto oferece uma lista completa de normas harmonizadas aplicadas, incluindo as especificações associadas. Esta lista vale para o manual do produto que apresente os mesmos números de série do documento e do produto.

Odense, 20 de abril de 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

B.3 Certificado de Sistema de Segurança

TÜV NORD

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

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

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

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

Fertigungsstätte:
Manufacturing plant:

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

TÜV NORD
TÜV NORD CERT GmbH
Approved Safety Function
EN ISO 13849-1
PL 'd'

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

Universal Robots Safety System URSafety 3.1
for **UR10, UR5** *and* **UR3 robots**

Geprüft nach:
Tested in accordance with:

EN ISO 13849-1:2008, PL d

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

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

F. Hegenfeld

Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2015-06-02

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

B.4 Certificado de teste ambiental

Climatic and mechanical assessment sheet no. 1275

DELTA client	DELTA project no.
Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	T207415-1

Product identification

UR5 robot arm: UR5 AE/CB3, 0A-series
UR5 control box: AE/CB3, 0A-series
UR5 teach pendant: AE/CB3, 0A-series
UR10 robot arm: UR10 AE/CB3, 0A-series
UR10 control box: UR10 AE/CB3, 0A-series
UR10 teach pendant: AE/CB3, 0A-series

DELTA report(s)

DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1

Other document(s)

Conclusion

The two robot arms UR5 and UR10 including their control box and teach pendant have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests as specified in Annex 1 of the report were fulfilled.

IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 ºC, 16 h
IEC 60068-2-2, Test Be; +50 ºC, 16 h
IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 20 Hz: 0.05 g^2/Hz, 20 – 150 Hz: -3 dB/octave, 1.66 grms, 3 x 1½ h
IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks

Date	Assessor
Hørsholm, 14 March 2014	Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

20ass-sheet-j

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

B.5 Certificado de teste EMC

We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1351

From 29 June 2007 DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive 2004/108/EC. The attestation of conformity is in accordance with Article 5 and refers to the essential requirements set out in Annex I.
.

DELTA client
Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Manufacturer
Universal Robots A/S

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

Standards/Normative documents
EMC Directive 2004/108/EC, Article 5
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

DELTA
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

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

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

Hørsholm, 20 November 2014

Jakob Steensen
Principal Consultant

20aocass-uk-j

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 anotada entre parênteses, indica que o padrão que está harmonizado 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 grupo de produtos ou produto.

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

Os criadores da norma imaginaram implicitamente os robôs industriais tradicionais, que são tradicionalmente protegidos por cercas e cortinas de luz. Os robôs UR são projetados com limitação de força e energia habilitada sempre. Por isso, alguns conceitos são esclarecidos e explicados abaixo.

Se um robô da UR for usado em uma aplicação perigosa, medidas de segurança adicionais podem ser necessárias, consulte o capítulo 1 desse manual.

Esclarecimento:

- "3.24.3 Espaço de proteção" é definido pelo perímetro de proteção. Normalmente, o espaço de proteção é um espaço atrás de uma cerca, que protege as pessoas contra os robôs tradicionais perigosos. Os robôs UR são projetados para trabalhar sem uma cerca com energia e força atribuídas limitando as funções de segurança colaborativas, onde não há espaço protegido perigoso definido pelo perímetro de uma cerca.
- "5.4.2 Requisito de desempenho". Todas as funções de segurança são construídas como PLd segundo o ISO 13849-1:2006. O robô é construído com sistemas de codificação redundantes em cada articulação e as E/Ss com classificação de segurança são construídas com uma estrutura de Categoria[1] 3. As E/Ss com classificação de segurança devem ser conectadas de acordo com este manual ao equipamento com classificação de segurança de Categoria 3 para formar uma estrutura PLd da função de segurança completa.
- "5.7 Modos de operação". Os robôs UR não têm diferentes modos de operação e, portanto, eles não têm um seletor de modo.
- "5.8 Controles pendentes". Esta seção define recursos de proteção para a pendência de ensino, quando deve ser usada dentro de um espaço de proteção contra perigos. Como os robôs UR são projetados para operação colaborativa, não há espaço de proteção contra perigos como nos robôs tradicionais. Os robôs UR são mais seguros para ensinar que os robôs tradicionais. Em vez de ter que liberar um dispositivo que permita o posicionamento triplo, o operador pode simplesmente parar o robô com a mão. Se um robô UR está instalado em um aplicativo perigoso com proteção,

[1] De acordo com a ISO 13849-1, consulte o Glossário para obter mais detalhes.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

um dispositivo que permite três posicionamentos pode ser conectado segundo as instruções deste manual. Além disso, veja os esclarecimentos no ISO/TS 15066 cláusula 5.4.5.

- "5.10 Requisitos de operação colaborativos". As funções de segurança colaborativas limitantes de força e potência dos robôs UR estão sempre ativas. O design visual dos robôs UR indica que os robôs podem ser usados para operações de colaboração. As funções de potência e força limitantes são projetadas de acordo com o ISO 10218-1 cláusula 5.10.5. Além disso, veja os esclarecimentos no ISO/TS 15066 cláusula 5.5.4.
- "5.12.3 Eixo suave de classificação de segurança e limitação de espaço". Esta função de segurança é uma de mais funções de segurança configuráveis por meio de software. Um código hash é gerado a partir das sessões de todas estas funções de segurança e é representado como um identificador de verificação de segurança no GUI.

ISO/TS 15066:2016

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

Esta é uma especificação técnica (TS), **não** um padrão. A finalidade de uma TS é apresentar um conjunto de requisitos imaturos para ver se eles são úteis para um determinado setor industrial. Por definição, uma TS não é madura o suficiente para ser harmonizada no âmbito das diretivas europeias.

Esta TS é para fabricantes e integradores de robôs. Os robôs UR estão em conformidade com as peças que são relevantes para os robôs primários em si e o integrador pode optar por usar o TS ao integrar os robôs.

Este TS apresenta requisitos voluntários e orientações que são complementares às normas ISO 10218 na área de robôs de colaboração. Além do texto principal, a TS inclui um anexo A, com uma tabela que apresenta sugestões para os limites de força e pressão, que são baseados na dor e **não** no ferimento. É importante ler e entender as notas sob esta tabela, pois muitos dos limites são baseados em estimativas conservadoras e em único estudo de literatura. Todos os números estão sujeitos a alterações no futuro, à medida que novos resultados de investigação científica ficam prontos. O Anexo A é uma parte informal e voluntária da TS e um integrador pode, portanto, afirmar o cumprimento das TS sem usar os valores-limite no Anexo A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Este padrão americano é as normas ISO, ISO 10218-1 (consulte acima) 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

Os robôs da UR são equipados com o módulo de acessório E67 para as máquinas de modelagem da injeção da interface estarem em conformidade com esta norma.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

D Especificações técnicas

Tipo de robô	UR10
Peso	28.9 kg / 63.7 lb
Carga útil máxima (consulte a seção 4.4)	10 kg / 22 lb
Alcance	1300 mm / 51.2 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.
Repetibilidade	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Requisitos de espaço	Ø190 mm / 7.5 in
Graus de liberdade	6 articulações giratórias
Tamanho da caixa de controle (W × H × D)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 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
Fonte de alimentação de E/S	24 V 2 A na caixa de controle e 12 V/24 V 600 mA na ferramenta
Comunicação	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX Soquete Ethernet, Modbus TCP & Adaptador EtherNet/IP
Programação	Interface gráfica do usuário PolyScope em tela touchscreen de 12”
Ruído	Comparativamente silencioso
Classificação IP	IP54
Consumo de energia	Aprox. 350 W usando um programa típico
Operação de colaboração	15 funções de segurança avançadas. Em conformidade com: EN ISO 13849-1:2008, PLd e EN ISO 10218-1:2011, cláusula 5.10.5
Temperatura	O robô pode trabalhar em um intervalo de temperatura ambiente de 0-50 °C
Fonte de alimentação	100-240 VAC, 50-60 Hz
Vida útil calculada	35,000 hours
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)

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Parte II

Manual do PolyScope

10 Configuração de Segurança

10.1 Introdução

O robô é equipado com um sistema de segurança avançado. Dependendo das características particulares da área de trabalho do robô, as configurações de segurança do sistema devem ser definidas para garantir a segurança de todo o pessoal e dos equipamentos ao redor do robô. Aplicar as configurações definidas pela avaliação de risco é a primeira ação que o integrador deve realizar. Para obter detalhes sobre o sistema de segurança, consulte o Manual de Instalação de Hardware.

PERIGO:

1. O uso e a configuração de interface e funções relacionadas à segurança devem ser efetuados de acordo com a avaliação de risco que o integrador realiza para uma aplicação de robô específica, consulte Manual de Instalação de Hardware.
2. As definições de configuração de segurança para ajuste e ensino devem ser aplicadas de acordo com a avaliação de risco realizada pelo integrador e antes do braço do robô ser ligado pela primeira vez.
3. Todas as definições de configuração de segurança acessíveis nesta tela e suas subguias devem ser definidas de acordo com a avaliação de risco realizada pelo integrador.
4. O integrador deve garantir que todas as alterações nas definições de configuração de segurança sejam feitas em conformidade com a avaliação de risco do próprio integrador.
5. O integrador deve impedir que pessoas não autorizadas alterem a configuração de segurança, por exemplo, usando a proteção por senha.

A tela `Configuração de Segurança` pode ser acessada a partir da tela de `Boas-vindas` (consulte 11.4) pressionando o botão `Robô do Programa`, selecionando a guia `Instalação` e tocando em `Segurança`. A configuração de segurança é protegida por senha, consulte 10.8.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

As configurações de segurança consistem em uma série de valores-limite usados para restringir os movimentos do braço do robô, além de definições da função de segurança para as entradas e saídas configuráveis. Elas são definidas nas seguintes subguias na tela de segurança:

- A subguia `Limites Gerais` define a máxima *força*, *potência*, *velocidade* e *impulso* do braço do robô. Quando o risco de colisão com um ser humano ou com objetos em seu entorno é particularmente elevado, essas configurações precisam ser definidas com valores baixos. Se o risco é baixo, os limites gerais mais elevados permitem que o robô se mova mais rápido e exerça mais força em seu ambiente. Para obter mais detalhes, consulte 10.10.
- A subguia `Limites das Articulações` faz alusão aos limites de *velocidade* e *posição da articulação*. Os limites de *velocidade da articulação* definem a velocidade angular máxima de cada articulação e serve para limitar a velocidade do braço do robô. Os limites de *posição da articulação* definem a amplitude da posição permitida de cada articulação (no espaço articular). Para obter mais detalhes, consulte 10.11.
- A subguia `Limites` define os planos de segurança (no plano cartesiano) e os limites de orientação da ferramenta do TCP do robô. Os planos de segurança podem ser configurados como limites estritos para a posição do TCP do robô ou acionadores para ativar os limites de segurança de modo *Reduzido* (consulte 10.6)). O limite de orientação da ferramenta determina um limite estrito na orientação do TCP do robô. Para obter mais detalhes, consulte 10.12.
- A subguia `E/S de Segurança` define as funções de segurança das entradas e saídas. (consulte 13.2). Por exemplo, a *Parada de Emergência* pode ser configurada como entrada. Para obter mais detalhes, consulte 10.13.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

10.2 Alterando a Configuração de Segurança

As definições de configuração de segurança devem ser alteradas somente em conformidade com a avaliação de risco realizada pelo integrador.

O procedimento recomendado para mudar a configuração de segurança é o seguinte:

1. Certifique-se de que as alterações estejam 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 de segurança 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 no canto superior direito da PolyScope (consulte 10.5 no Manual do PolyScope)."

10.3 Sincronização de Segurança e Erros

O estado da configuração de segurança aplicada em comparação com qual instalação de robô a GUI foi carregada é representado pelo ícone de escudo ao lado do texto `Segurança` no lado esquerdo da tela. Estes ícones fornecem um indicador rápido para o estado atual. Eles são definidos a seguir:

Configuração Sincronizada: Mostra que a instalação da GUI é idêntica à configuração de segurança atualmente em vigor. Nenhuma alteração foi feita.

Configuração Alterada: Mostra que a instalação da GUI é diferente da configuração de segurança atualmente em vigor.

Ao editar a configuração de segurança, o ícone de escudo irá informá-lo se as configurações atuais foram aplicadas ou não.

Se qualquer um dos campos de texto na guia `Segurança` contiver qualquer entrada inválida, a configuração de segurança estará em um estado de erro. Isto é indicado de várias formas:

1. Um ícone de erro vermelho é exibido ao lado do texto `Segurança` no lado esquerdo da tela.
2. A(s) subguia(s) com erros é(são) marcada(s) com um ícone de erro vermelho no topo.
3. Os campos de texto contendo erros são marcados com um fundo vermelho.

Quando existem erros e tenta-se sair da guia `Instalação`, aparece uma caixa de diálogo com as seguintes opções:

1. Resolver o(s) problema(s) de modo que todos os erros sejam removidos. Isso será visível quando o ícone de erro vermelho não for mais exibido ao lado do texto `Segurança` no lado esquerdo da tela.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

2. Reverter para a configuração de segurança aplicada anteriormente. Isso ignorará todas as alterações e permitirá que você continue até o destino desejado.

Se não existirem erros e tenta-se navegar para longe, um diálogo diferente aparece com as seguintes opções:

1. Aplicar as alterações e reiniciar o sistema. Isto aplicará as modificações de configuração de segurança ao sistema e o reiniciará. Nota: Isto não implica que todas as alterações foram salvas; o desligamento do robô neste ponto fará com que todas as alterações à instalação do robô sejam perdidas, incluindo a Configuração de Segurança.
2. Reverter para a configuração de segurança aplicada anteriormente. Isso ignorará todas as alterações e permitirá que você continue até o destino selecionado desejado.

10.4 Tolerâncias

Na *Configuração de Segurança*, os limites físicos são definidos. Os campos de entrada para esses limites estão excluindo as tolerâncias: onde as tolerâncias aplicáveis são exibidas ao lado do campo. O *Sistema de Segurança* recebe os valores dos campos de entrada e detecta qualquer violação destes valores. O *Braço do robô* tenta impedir qualquer violação do sistema de segurança e interrompe a proteção parando a execução do programa quando o limite menos a tolerância é atingida. Note que isto significa que um programa pode não ser capaz de realizar movimentos muito perto de um limite, por exemplo, o robô pode não ser capaz de obter a velocidade máxima exata especificada por um limite de velocidade conjunto ou o limite de velocidade de TCP.

ALERTA:
Uma avaliação de risco é sempre necessária usando os valores-limite, sem tolerâncias.

ALERTA:
As tolerâncias são específicas para a versão do software. A atualização do software pode alterar as tolerâncias. Consulte as notas de versão para obter as mudanças entre as versões.

10.5 Soma de verificação do sistema

O texto no canto superior direito da tela oferece uma representação abreviada da configuração de segurança atualmente utilizada pelo robô. Quando o texto muda, isso indica que a configuração de segurança atual também foi alterada. Ao clicar sobre a soma de verificação, os detalhes sobre a configuração de segurança ativa atualmente são exibidos.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

10.6 Modos de Segurança

Sob condições normais (isto é, quando nenhuma parada de proteção estiver em vigor), o sistema de segurança opera em um dos seguintes *modos de segurança*, com os quais um conjunto de limites de segurança é associado:

Modo normal: O modo de segurança que está ativo por padrão;

Modo Reduzido: É ativado quando o TCP robô está posicionado além de um plano *Acionamento no Modo Reduzido* (consulte 10.12), ou quando acionado por uma entrada configurável (consulte 10.13).

Modo de Recuperação: Quando o braço do robô viola um dos outros modos (ou seja, modo *Normal* ou *Reduzido*) e tiver ocorrido uma Categoria de Parada 0,[1] o braço do robô será iniciado no modo de *Recuperação*. Este modo permite que o braço do robô seja ajustado manualmente até que todas as violações sejam resolvidas. Não é possível executar programas para o robô neste modo.

ALERTA:
Note que os limites de *posição de articulação*, *posição TCP* e *orientação TCP* estão desativados no modo de *Recuperação*, por isso tome cuidado ao mover o braço do robô de volta aos limites.

As subguias da tela `Configuração de Segurança` permitem 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* com relação à velocidade e força devem ser mais restritivos do que suas contrapartes de modo *Normal*.

Quando um limite de segurança a partir do conjunto limite ativo é violado, o braço do robô executa uma Categoria de Parada 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 limitado por um conjunto de limites fixos que não é personalizado pelo usuário. Para obter detalhes sobre os limites do modo de *Recuperação*, consulte no Manual de Instalação de Hardware.

10.7 Modo de Condução Livre

Quando estiver no Modo *Condução Livre* (consulte 13.1.5), e o movimento do braço do robô se aproximar de certos limites, o usuário sentirá uma força de repulsão. Esta força é gerada em relação aos limites de posição, orientação e velocidade do TCP do robô e aos limites de posição e velocidade das articulações.

O objetivo desta força de repulsão é informar ao usuário que a posição ou a velocidade atual está perto do limite e impedir que o robô de exceda esse limite. No

[1] De acordo com o IEC 60204-1, consulte o Glossário para obter mais detalhes.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

entanto, se for aplicada força ao braço do robô pelo usuário, o limite poderá ser violado. A magnitude da força aumentará à medida que o braço do robô se aproxima do limite.

10.8 Senha de bloqueio

Todas as configurações nesta tela estarão bloqueadas até que a senha de segurança correta (consulte 15.3) seja digitada no campo de texto em branco na parte inferior da tela e o botão `Desbloquear` seja pressionado. A tela pode ser bloqueada novamente clicando no botão `Bloquear`. A guia `Segurança` é automaticamente bloqueada ao navegar fora da tela de configuração de segurança. Quando as definições estiverem bloqueadas, um ícone de cadeado estará visível ao lado do texto `Segurança` no lado esquerdo da tela. Um ícone de desbloqueio é mostrado quando as configurações são desbloqueadas.

NOTA:
Note que o braço do robô é desligado quando a tela de Configuração de Segurança é desbloqueada.

10.9 Aplicar

Ao desbloquear a Configuração de Segurança, o braço do robô será desligado enquanto as mudanças estão sendo feitas. O braço do robô não pode ser ligado até que as alterações tenham sido aplicadas ou revertidas, e uma energia ligada manualmente seja fornecida na tela de inicialização.

Quaisquer alterações à Configuração de Segurança devem ser aplicadas ou revertidas, antes de sair da guia de Instalação. Estas alterações *não* estão em vigor até que o botão `Aplicar` seja pressionado e a confirmação seja realizada. A confirmação exige inspeção visual das alterações feitas ao braço do robô. Por razões de segurança, as informações mostradas são fornecidas em Unidades SI. Um exemplo de caixa de diálogo de confirmação é mostrado abaixo.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Além disso, na confirmação as alterações são salvas automaticamente como parte da instalação atual do robô. Consulte 13.5 para obter mais informações sobre como salvar a instalação do robô.

10.10 Limites Gerais

Os limites gerais de segurança servem para limitar a velocidade linear do TCP do robô, assim como a força exercida sobre o ambiente. Eles são compostos pelos seguintes valores:

Força : Limite máximo de força que o TCP do robô exerce no ambiente.

Potência : Limite máximo do trabalho mecânico produzido pelo robô no ambiente, considerando a carga útil como parte do robô e não do ambiente.

Velocidade : Limite máximo da velocidade linear do TCP do robô.

Impulso : Limite máximo do impulso do braço do robô.

Há duas maneiras para configurar os limites gerais de segurança durante a instalação: *Configurações Básicas* e *Configurações Avançadas*, que são descritas mais detalhadamente abaixo.

Definir os limites gerais de segurança define somente os limites para a ferramenta, e não os limites gerais do braço do robô. Isso significa que, embora o limite de

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

velocidade seja especificado, isso *não* garante que as outras partes do braço de robô obedecerão a esta mesma limitação.

Quando estiver no Modo *Condução Livre* (consulte 13.1.5), e a velocidade atual da articulação do TCP do robô se aproxima do limite de *Velocidade*, o usuário irá sentir uma força de repulsão que aumenta em magnitude à medida que a velocidade se aproxima ao limite. A força é gerada quando a velocidade observada se aproxima a 250 /s do limite.

Configurações Básicas O subpainel inicial de limites gerais, exibido como tela padrão, possui um controle deslizante com quatro conjuntos de valores predefinidos para limites de força, potência, velocidade e impulso no modo *Normal* e no *Reduzido*.

Os conjuntos de valores específicos são exibidos na GUI. Os conjuntos de valores predefinidos são apenas sugestões e não devem substituir uma avaliação de risco adequada.

Alterar para Configurações Avançadas Caso *nenhum* dos conjuntos de valores predefinidos seja satisfatório, o botão `Configurações Avançadas...` pode ser pressionado para inserir a tela de limites gerais avançados.

Configurações Avançadas

Aqui, cada um dos limites gerais, descrito em 10.10, pode ser modificado de forma independente dos demais. Isso pode ser feito digitando o novo valor no campo de texto correspondente. O mais alto valor aceito de cada um dos limites está relacionado na coluna intitulada `Máximo`. O limite de força pode ser ajustado para um

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

valor entre 100 N e 250 N, e o limite de energia pode ser ajustado para um valor entre 80 W e 1000 W.

Observe que os campos dos limites no Modo *Reduzido* ficam desativados, dado que o plano de segurança e a entrada configurável não estão definidos para acioná-los (consulte 10.12 e 10.13 para obter mais detalhes). Além disso, os limites do Modo *Velocidade* e *Impulso*, no Modo *Reduzido*, não devem ser maiores que seus homólogos do Modo *Normal*.

A tolerância e a unidade de cada limite estão listadas ao final de cada linha correspondente. Quando um programa está em execução, a velocidade do braço do robô é ajustada automaticamente para não exceder qualquer um dos valores inseridos menos a tolerância (consulte 10.4). Note que o sinal de menos exibido com o valor de tolerância existe apenas para indicar que a tolerância é subtraída do valor real inserido. O sistema de segurança realiza uma Categoria de Parada 0 caso o braço do robô exceda o limite (sem tolerância).

ALERTA:
O limite de velocidade se aplica apenas ao TCP robô, de modo que as demais partes do braço de robô podem se mover com velocidade superior ao valor definido.

Alterar para Configurações Básicas Ao pressionar o botão `Configurações Básicas...`, a tela dos limites gerais básicos volta a ser exibida e todos os limites gerais são redefinidos para o valor *Padrão*. Caso isso possa causar a perda de quaisquer valores personalizados, será exibida uma caixa de diálogo para que a ação seja confirmada.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

10.11 Limites das Articulações

Os limites das articulações restringem o movimento de cada articulação no espaço, ou seja, eles não se referem ao plano cartesiano, mas sim à posição interna (rotação) das articulações e sua velocidade de rotação. Os botões de rádio, na parte superior do subpainel, possibilitam ajustar de forma independente a `Velocidade Máxima` e `Amplitude de Posicionamento` das articulações.

Quando estiver no Modo *Condução Livre* (consulte 13.1.5), e o posicionamento e a velocidade da articulação estão perto do limite, o usuário irá sentir uma força de repulsão que aumenta em magnitude à medida que a articulação se aproxima ao limite. A força é gerada quando a velocidade da articulação se aproxima a 20 °/s do limite de velocidade ou quando a posição da articulação está a aproximadamente 8 ° do limite.

Velocidade Máxima Esta opção define a velocidade angular máxima de cada articulação. Isso pode ser feito digitando o novo valor no campo de texto correspondente. O mais alto valor aceito se encontra relacionado na coluna intitulada `Máximo`. Nenhum dos valores pode ser definido abaixo do valor de tolerância.

Observe que os campos dos limites no Modo *Reduzido* ficam desativados, dado que o plano de segurança e a entrada configurável não estão definidos para acioná-los (consulte 10.12 e 10.13 para obter mais detalhes). Além disso, os limites do Modo *Reduzido* não devem ser maiores que seus homólogos do Modo *Normal*.

A tolerância e a unidade de cada limite estão listadas ao final de cada linha correspondente. Quando um programa está em execução, a velocidade do braço do robô é ajustada automaticamente para não exceder qualquer um dos valores inseridos

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

menos a tolerância (consulte 10.4). Note que o sinal de menos exibido com cada valor de tolerância existe apenas para indicar que a tolerância é subtraída do valor real inserido. No entanto, caso a velocidade angular de uma articulação exceda o valor inserido (sem tolerância), o sistema de segurança realiza uma Categoria de Parada 0.

Amplitude de Posicionamento Essa tela define a amplitude de posicionamento de cada articulação. Isso é feito com a digitação, nos campos de texto correspondente, dos novos valores dos limites de posicionamento superior e inferior da articulação. Os intervalos inseridos devem corresponder aos valores listados na coluna intitulada `Amplitude` e o limite inferior não excederá os limites superiores.

Observe que os campos dos limites no Modo *Reduzido* ficam desativados, dado que o plano de segurança e a entrada configurável não estão definidos para acioná-los (consulte 10.12 e 10.13 para obter mais detalhes).

As tolerâncias e a unidade de cada limite estão listadas ao final de cada linha correspondente. O primeiro valor de tolerância aplicável ao valor mínimo e o segundo são aplicáveis ao valor máximo. A execução do programa é interrompida quando a posição de um conjunto está prestes a exceder a cobertura, resultado da adição da primeira tolerância ao valor mínimo inserido e subtraindo a segunda tolerância em relação ao valor máximo inserido, se continuar em movimento ao longo da trajetória predita. Note que o sinal de menos exibido com o valor de tolerância existe apenas para indicar que a tolerância é subtraída do valor real inserido. No entanto, caso a posição da articulação exceda o limite inserido, o sistema de segurança realiza uma Categoria de Parada 0.

10.12 Limites

Nesta guia, é possível configurar limites que consistem em planos de segurança e em um limite máximo de desvio de orientação da ferramenta do robô. Também é possível definir planos que acionam uma transição ao Modo *Reduzido*.

Os planos de segurança podem ser usados para restringir o espaço de trabalho permitido ao robô, garantindo que o TCP do robô fique no lado correto dos planos definidos sem ultrapassá-los. Podem ser configurados até oito planos de segurança. A restrição na orientação da ferramenta pode ser utilizada para assegurar que a orientação da ferramenta do robô não se desvie do valor da orientação determinado.

ALERTA:
Definir planos de segurança limita somente o TCP e não o limite global para o braço do robô. Isso significa que, embora o plano de segurança seja especificado, isso *não* garante que as outras partes do braço de robô obedecerão a esta restrição.

A configuração de cada limite tem como base um dos recursos definidos na instalação do robô em questão (consulte 13.12).

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

NOTA:
É altamente recomendável que você crie todos os recursos necessários para a configuração de todos os limites de bordas desejados e atribua-lhes nomes apropriados antes de editar a configuração de segurança. Note que uma vez que o braço do robô é desligado assim que a guia *Segurança* for desbloqueada, o recurso `Ferramenta` (contendo a posição e a orientação atuais do TCP do robô) e o modo *Condução Livre* (consulte 13.1.5) não estarão disponíveis.

Quando o Modo *Condução Livre* (consulte 13.1.5) e a posição atual do TCP do robô estiverem perto de um plano de segurança, ou quando o desvio de orientação da ferramenta do robô em relação à orientação desejada estiver próximo do desvio máximo especificado, o usuário sentirá uma força de repulsão que aumenta em magnitude conforme o TCP se aproxima do limite. A força é gerada quando o TCP está a aproximadamente 5 cm do plano de segurança, ou quando o desvio da orientação da ferramenta está a aproximadamente 3 ° do desvio máximo especificado.

Quando o plano é definido pelo *Acionamento no Modo Reduzido* e o TCP ultrapassa esse limite, é feita a transição do sistema de segurança para o modo *Reduzido*, que se aplica às configurações de segurança do modo *Reduzido*. Os planos de acionamento seguem as mesmas regras dos planos de segurança convencionais, exceto pelo fato de que eles permitem que o braço do robô os ultrapasse.

10.12.1 Selecionar um limite a ser configurado

O painel `Limites de Segurança`, no lado esquerdo da guia, é usado para selecionar o limite a ser configurado.

Para configurar um plano de segurança, clique em uma das oito melhores entradas listadas no painel. Se o plano de segurança selecionado já tiver sido configurado, a representação 3D correspondente do plano será destacada na `Visualização 3D` (consulte 10.12.2) no lado direito desse painel. O plano de segurança pode ser ajustado na seção `Propriedades do Plano de Segurança` (consulte 10.12.3) na parte inferior da guia.

Clique na entrada `Limites da Ferramenta` para configurar o limite da orientação da ferramenta do robô. A configuração do limite pode ser especificada na seção `Propriedades de Limite da Ferramenta` (consulte 10.12.4), na parte inferior da guia.

Clique no botão / para ativar a visualização 3D do limite ligar/desligar. Se o limite estiver ativado, o *modo de segurança* (consulte 10.12.3 e 10.12.4) é indicado por um dos seguintes ícones / / / .

10.12.2 Visualização 3D

A `Visualização 3D` exibe os planos de segurança configurados e o limite de orientação da ferramenta de robô junto com a posição atual do braço do robô. Todos

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

os limites configurados onde a alternância de visibilidade é selecionada (ou seja, mostrando o ícone), na seção `Limites de Segurança`, são exibidos com o limite atual selecionado.

Os planos de segurança (ativos) são exibidos 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. Uma pequena seta ilustra o lado do plano que *não* aciona a transação no modo *Reduzido*. Se um plano de segurança for selecionado no painel ao lado esquerdo da guia, a representação 3D correspondente será realçada.

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 um plano ou limite de orientação da ferramenta está configurado, porém desativado, a visualização é cinza.

Pressione os ícones de lupa para aumentar/reduzir o zoom ou arraste o dedo para alterar a visualização.

10.12.3 Configuração do plano de segurança

A seção `Propriedades do Plano de Segurança`, na parte inferior da guia, define a configuração do plano de segurança selecionado no painel `Limites de Segurança` na parte esquerda superior da guia.

Nome O campo de texto `Nome` permite que o usuário atribua um nome ao plano de segurança selecionado. Para alterar o nome, toque no campo de texto e insira um novo nome.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copiar recurso A posição normal do plano de segurança é especificada por meio do recurso da instalação atual do robô (consulte 13.12). Use o menu suspenso na parte inferior esquerda da seção `Propriedades do Plano de Segurança` para selecionar um recuso. Apenas os recursos do tipo plano e ponto estão disponíveis. O item `<Undefined>` apaga a configuração do plano.

O eixo z do recurso selecionado indicará a área não permitida e o plano normal, a direção oposta, exceto quando o recurso `Base` for selecionado. Nesse caso, o plano normal indicará a mesma direção. Se o plano estiver configurado como um plano de *Acionamento no Modo Reduzido* (consulte 10.12.3), o plano normal indica o lado do plano que *não* aciona a transação no modo *Reduzido*.

Observe que, quando o plano de segurança em função da seleção de um determinado recurso, as informações de posicionamento serão *copiadas* apenas no plano de segurança; o plano *não* está vinculado a esse recurso. Isso significa que se houverem alterações na posição ou na orientação de um recurso que tenha sido usado para configurar um plano de segurança, o plano de segurança não é automaticamente atualizado. A alteração de um recurso é indicada por um ícone ⚠ posicionado acima do seletor de funções. Clique no botão 🔄, próximo ao seletor, para atualizar o plano de segurança com o posicionamento e a orientação atuais do recurso. O ícone ⚠ também é exibido se o recurso selecionado for excluído da instalação.

Modo de Segurança O menu suspenso à direita do painel `Propriedades do Plano de Segurança` é usado para escolher o *modo de segurança* para o plano de segurança, com os seguintes modos disponíveis:

`Desabilitado`	O plano de segurança *nunca ativo*.
`Normal`	Quando o sistema de segurança está no modo *Normal*, um plano de modo `Normal` está *ativo* e age como um *limite estrito* sobre a posição do TCP do robô.
`Reduzido`	Quando o sistema de segurança está no modo *Reduzido*, um plano de modo `Reduzido` está *ativo* e age como um *limite estrito* sobre a posição do TCP do robô.
`Normal & Reduzido`	Quando o sistema de segurança está no modo *Normal* ou *Reduzido*, um plano de modo `Normal &Reduzido` está *ativo* e age como um *limite estrito* sobre a posição do TCP do robô.
`Acionamento no Modo Reduzido`	Quando o sistema de segurança está no modo *Normal* ou *Reduzido*, um plano de *Acionamento no Modo Reduzido* está *ativo* e faz com que o sistema de segurança para exiba o modo *Reduzido* durante o tempo em que o TCP do robô está posicionado além dele.

O *modo de segurança* selecionado é indicado pelo ícone da entrada correspondente no painel `Limites de Segurança`. Se o *modo de segurança* estiver `Desabilitado`,

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

nenhum ícone será exibido.

Deslocamento Ao selecionar um recurso, na caixa suspensa, na parte inferior esquerda do painel `Propriedades do Plano de Segurança`, é possível alterar o plano de segurança tocando no campo de texto `Deslocamento`, na parte inferior esquerda desse painel, e inserindo um valor. Um valor positivo aumenta o espaço de trabalho do robô devido ao movimento na direção oposta ao plano normal, ao passo que um valor negativo diminui a área permitida, dado o movimento na mesma direção do plano normal.

A tolerância e a unidade para o deslocamento do plano de fronteira são apresentadas à direita do campo de texto.

Efeito dos planos de *limite estrito* A execução do programa é interrompida quando a posição do TCP está prestes a cruzar um limite ativo e rigoroso plano de segurança menos a tolerância (consulte 10.4), se ela continuar se movendo na trajetória prevista. Note que o sinal de menos exibido com o valor de tolerância existe apenas para indicar que a tolerância é subtraída do valor real inserido. O sistema de segurança realizará uma Categoria de Parada 0 caso a posição do TCP exceda o plano de segurança do limite especificado (sem tolerância).

Efeito dos planos do *Acionamento no Modo Reduzido* Quando nenhuma parada de proteção está em vigor e o sistema de segurança não está no modo especial *Recuperação* (consulte 10.6), ele opera em modo *Normal* ou *Reduzido* e os movimentos do braço robô são limitados pelo conjunto de limite respectivo.

Por padrão, o sistema de segurança está no modo *Normal*. Ele passa para o modo *Reduzido* sempre que uma das seguintes situações acontece:

a) O TCP do robô está posicionado além de algum plano de *Acionamento no Modo Reduzido*, ou seja, que está localizado sobre o lado do plano que é *oposto* à direção da pequena seta na visualização do plano.

b) A função de entrada de segurança do `Modo Reduzido` está configurada e os sinais de entrada são baixos (consulte 10.13 para obter mais detalhes).

Quando nenhuma das opções acima é o caso por mais tempo, o sistema de segurança faz a transição para o modo *Normal*.

Quando a transição do modo *Normal* para o *Reduzido* é causada pela passagem por meio de um plano de *Acionamento no Modo Reduzido*, ocorre uma transição do conjunto limite do modo *Normal* para o conjunto limite do modo *Reduzido*. Assim que o TCP do robô é posicionado a 20 mm ou mais próximo ao plano *Acionamento no Modo Reduzido* (mas ainda do lado do modo *Normal*), o mais permissivo dos limites de modo *Normal* e *Reduzido* é aplicado para cada valor limite. Uma vez que o TCP do robô passa pelo plano *Acionamento no Modo Reduzido*, o conjunto do limite de modo *Normal* não está mais ativo e o conjunto de limite de modo *Reduzido* é aplicado.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Quando a transição do modo *Reduzido* para o *Normal* é causada pela passagem por meio de um plano de *Acionamento no Modo Reduzido*, ocorre uma transição do conjunto limite do modo *Reduzido* para o conjunto limite do modo *Normal* Assim que o TCP do robô passa pelo plano *Acionamento no Modo Reduzido*, o mais permissivo dos limites de modo *Normal* e *Reduzido* é aplicado para cada valor limite. Uma vez que o TCP do robô está posicionado a 20 mm ou mais do plano *Acionamento no Modo Reduzido* (no lado do modo *Normal*), o conjunto de limite de modo *Reduzido* não está mais ativo e o conjunto de limite de modo *Normal* é aplicado.

Se a trajetória predita levar o TCP do robô por um plano de *Acionamento no Modo Reduzido*, o braço do robô começará a desacelerar mesmo antes de passar pelo plano, se ele estiver prestes a exceder a velocidade de articulação, velocidade da ferramenta ou limite de impulso no novo conjunto limite. Note que uma vez que esses limites são obrigados a ser mais restritivos no conjunto de limite de modo *Reduzido*, tal desaceleração precoce pode ocorrer apenas ao fazer a transição do modo *Normal* para o *Reduzido*.

10.12.4 Configuração de Limites da Ferramenta

O painel `Propriedades de Limites da Ferramenta`, na parte inferior da guia, define um limite na orientação da ferramenta do robô, composto por uma orientação da ferramenta desejada e um valor de desvio máximo permitido dessa orientação.

Desvio O campo de texto `Desvio` exibe o valor do desvio máximo permitido na orientação da ferramenta do robô a partir da orientação desejada. Modifique esse valor tocando no campo de texto e digitando o novo valor.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

O intervalo de valores aceitos, juntamente com a tolerância e a unidade do desvio, está listado próximo ao campo de texto.

Copiar recurso A orientação desejada da ferramenta do robô é especificada por meio do recurso da instalação atual do robô (consulte 13.12). O eixo z do recurso selecionado será utilizado como o vetor de orientação desejada nesse limite.

Use a caixa suspensa, na parte inferior esquerda da seção `Propriedades do Plano de Segurança`, para selecionar um recuso. Apenas os recursos do tipo plano e ponto estão disponíveis. O item `<Undefined>` apaga a configuração do plano.

Observe que, quando o limite for configurado em função da seleção de um determinado recurso, as informações de orientação serão *copiadas* apenas no limite; o limite *não* está vinculado a esse recurso. Isso significa que se houver alterações na posição e na orientação de um elemento usado para configurar um limite, o limite não será automaticamente atualizado. A alteração de um recurso é indicada por um ícone ⚠ posicionado acima do seletor de funções. Clique no botão 🔄, próximo ao seletor, para atualizar o limite com a orientação atual do recurso. O ícone ⚠ também é exibido se um recurso selecionado for excluído da instalação.

Modo de Segurança O menu suspenso à direita do painel `Propriedades do Limite da Ferramenta` é usado para escolher o *modo de segurança* para o limite de orientação da ferramenta. As opções disponíveis são:

`Desabilitado`	O limite da ferramenta nunca está ativado.
`Normal`	Quando o sistema de segurança está em modo *Normal*, o limite de ferramenta está ativo.
`Reduzido`	Quando o sistema de segurança está em modo *Reduzido*, o limite de ferramenta está ativo.
`Normal & Reduzido`	Quando o sistema de segurança está em modo *Normal* ou *Reduzido*, o limite de ferramenta está ativo.

O *modo de segurança* selecionado é indicado pelo ícone da entrada correspondente no painel `Limites de Segurança`. Se o *modo de segurança* estiver `Desabilitado`, nenhum ícone será exibido.

Efeito A execução do programa é abortada quando o desvio da orientação da ferramenta está prestes a ultrapassar o desvio máximo inserido menos a tolerância (consulte 10.4), se ela continuar se movendo na trajetória prevista. Note que o sinal de menos exibido com o valor de tolerância existe apenas para indicar que a tolerância é subtraída do valor real inserido. O sistema de segurança realizará uma Categoria de Parada 0 caso o desvio da orientação da ferramenta exceda o limite (sem tolerância).

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

10.13 E/S de Segurança

Esta tela define as *Funções de segurança* para as entradas e saídas (E/S) configuráveis. As E/S são divididas entre entradas e saídas e são combinadas de modo que cada função esteja fornecendo uma E/S de Categoria[2] 3 e PLd.

Cada *Função de segurança* pode controlar apenas um par de E/S. Ao tentar selecionar a mesma função de segurança uma segunda vez, faz com que ela seja removida do primeiro par de E/S que fora previamente definida. Há cinco *funções de segurança* para sinais de entrada e quatro para sinais de saída.

10.13.1 Sinais de entrada

As seguintes *funções de segurança* dos sinais de entrada podem ser selecionadas: `Parada de Emergência`, `Modo Reduzido`, `Reinício de Proteção`, `Interruptor de 3 Posições` e `Modo Operacional`.

`Parada de Emergência` Ao ser selecionada, ela oferece um botão de `Parada de Emergência` alternativo além do existente no Teach Pendant. Esse botão oferece a mesma funcionalidade que o botão de `Parada de Emergência` do Teach Pendant quando um dispositivo em conformidade com o ISO 13850:2006 é anexado.

`Modo Reduzido` Todos os limites de segurança têm dois modos nos quais podem ser aplicados: O modo *Normal*, que especifica a configuração de segurança padrão e o modo *Reduzido* (consulte 10.6 para obter mais detalhes). Quando esta

[2] De acordo com a ISO 13849-1, consulte o Glossário para obter mais detalhes.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

função de segurança de entrada está selecionada, 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, então, desacelera para satisfazer o conjunto limite do modo *Reduzido*. Se o braço do robô ainda violar qualquer um dos limites do modo *Reduzido*, ele realizará uma Categoria de Parada 0. A transição para o modo *Normal* acontece da mesma forma. Note que os planos de segurança também podem causar uma transição para o modo *Reduzido* (consulte 10.12.3 para obter mais detalhes).

`Reinício de Proteção` Se a `Parada de Proteção` estiver conectada às E/Ss de segurança, essa entrada é usada para garantir que o estado de Parada de Proteção permaneça até que o reinício seja acionado. O braço do robô não se moverá quando estiver no estado de Parada de Proteção.

ALERTA:
Por padrão, a função de entrada `Reinício de Proteção` está configurada para pinos de entrada 0 e 1. Desativá-la completamente implica que o braço robô deixe de ter Parada de Proteção assim que a entrada `Parada de Proteção` se tornar superior. Em outras palavras, sem a entrada `Reinício de Proteção`, as entradas `Parada de Proteção` SI0 e SI1 (consulte Manual de Instalação de Hardware) determinam totalmente se o estado Parada de Proteção está ativo ou não.

`Interruptor de 3 Posições` e `Modo Operacional` Elas permitem a opção de usar um dispositivo de ativação de 3 posições como uma medida de proteção adicional durante a configuração e programação do robô. Com a entrada `Interruptor de 3 Posições` configurada, o robô está ou no "modo de execução" ou no "modo de programação". Um ícone será exibido no canto superior direito mostrando o modo operacional atual:

- *Modo de execução*: O robô pode executar apenas tarefas predefinidas. A guia Mover e o modo de Condução Livre estão indisponíveis.
- *Modo de programação*: As restrições presentes no *Modo de execução* são revogadas. No entanto, sempre que a entrada `Interruptor de 3 Posições` for baixa, o robô estará em Parada de Proteção. Além disso, o botão deslizante de velocidade é definido em um valor inicial que corresponde a 250 mm/s e pode ser aumentado incrementalmente para atingir uma velocidade maior. O botão deslizante de velocidade é redefinido no valor baixo sempre que a entrada `Interruptor de 3 Posições` passa de baixa para alta.

Existem dois métodos para configurar a seleção do modo operacional:

1. Para selecionar o modo operacional usando um dispositivo de seleção de modo externo, configure a entrada `Modo Operacional`. A opção para configurá-la será exibida nos menus suspensos assim que a entrada `Interruptor de`

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

`3 Posições` for configurada. O robô estará no *Modo de execução* quando a entrada `Modo Operacional` for baixa e no *Modo de programação* quando for alta.

2. Para selecionar o modo operacional do PolyScope, apenas a entrada `Interruptor de 3 Posições` deve ser configurada e aplicada à Configuração de Segurança. Nesse caso, o modo padrão é o de *Execução*. Para mudar para o *Modo de programação*, selecione o botão "Programar Robô" na tela de Boas-vindas. Para voltar para o *Modo de execução*, basta sair da tela "Programar Robô".

NOTA:
Após a configuração da E/S de Segurança com o `Interruptor de 3 Posições` habilitado ser confirmada, a tela de Boas-vindas é exibida automaticamente. A tela de Boas-Vindas também é exibida automaticamente quando o modo operacional muda de *Programação* para *Execução*.

10.13.2 Sinais de Saída

As seguintes *funções de segurança* dos sinais de saída podem ser aplicadas. Todos os sinais retornam ao valor baixo quando o estado que acionou o sinal alto é concluído.

`Parada de Emergência do Sistema` O sinal baixo é enviado quando o sistema de segurança é acionado em um estado de `Parada de Emergência`. Caso contrário, permanecerá no estado de sinal alto.

`Robô em Movimento` Um sinal baixo é enviado sempre que o braço do robô está em movimento. Quando o braço do robô está em uma posição fixa, um sinal alto é enviado.

`Robô Sem Parada` Quando houver solicitação de parada do braço do robô, transcorrerá um lapso de tempo até que o braço pare efetivamente. Nesse caso, o sinal será alto. Quando o braço do robô estiver em movimento e não exista solicitação de parada, ou quando o braço do robô estiver na posição parada, o sinal será baixo.

`Modo Reduzido` Envia um sinal 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

11 Iniciar programação

11.1 Introdução

O braço da Universal Robot é composto por articulações e tubos. As articulações e seus nomes são mostrados na Figura 11.1. A *Base* é onde o robô é instalado. Na outra extremidade (*Pulso 3*) a ferramenta do robô é anexada. Ao coordenar o movimento de cada uma das articulações, o robô pode deslocar a ferramenta livremente, exceto na área justo acima e justo abaixo da base.

O PolyScope é a interface gráfica do usuário (GUI) que permite, além de operar o braço do robô e a caixa de controle, executar programas existentes e criar novos programas facilmente.

A próxima seção serve de introdução ao robô. Em seguida, as telas e funcionalidades do PolyScope são explicadas mais detalhadamente.

PERIGO:

1. O Manual de Instalação de Hardware contém informações de segurança importantes, que devem ser lidas e compreendidas pelo integrador de robôs da UR antes de o robô ser ligado pela primeira vez.
2. O integrador deve definir os parâmetros de configuração de segurança definidos pela avaliação de risco antes de ligar o braço do robô pela primeira vez, consulte o capítulo 10.

Figura 11.1: Articulações do robô. A: *Base*, B: *Ombro*, C: *Cotovelo* e D, E, F: *Pulso 1, 2, 3*

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

11.2 Introdução

Antes de usar o PolyScope, o braço do robô e a caixa de controle devem ser instalados. Esta última deve também ser ligada.

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

Para instalar o braço do robô e a caixa de controle, prossiga da seguinte forma:

1. Retire o braço do robô e a caixa de controle da embalagem.
2. Monte o braço do robô em uma superfície firme sem vibração.
3. Coloque a caixa de controle ao pé da superfície.
4. Conecte o plugue do cabo do robô à caixa de controle.
5. Conecte o plugue da caixa do controlador.

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

As instruções detalhadas de instalação podem ser encontradas no Manual de Instalação de Hardware. Observe que é obrigatório realizar a avaliação de risco antes de usar o braço do robô em qualquer aplicação.

11.2.2 Como ligar e desligar a caixa de controle.

A caixa de controle é ativada ao pressionar o botão de energia, na parte frontal do painel da touchscreen. Esse painel é normalmente chamado de *teach pedant*. Quando a caixa de controle estiver ativada, aparecerá um texto na touchscreen do sistema operacional subjacente. Após aproximadamente um minuto, alguns botões aparecerão na tela e uma janela popup levará o usuário até a tela de inicialização (consulte 11.5).

Para desligar a caixa de controle, pressione o botão verde na tela, ou use o botão `Desligar` na tela de boas-vindas (consulte 11.4).

ALERTA:
Desligar tirando o cabo de energia da tomada pode corromper o sistema de arquivos do robô e, posteriormente, pode resultar em mau funcionamento do robô.

11.2.3 Como ligar e desligar o braço do robô

O braço do robô pode ser ligado se a caixa de controle estiver ativada e se nenhum botão de parada de emergência estiver ativado. O braço do robô é ligado na tela de inicialização (consulte 11.5) ao tocar no botão `LIGAR` na tela e, em seguida, pressionar `Iniciar`. Quando o robô é iniciado, ele emite um som e faz um pequeno movimento ao liberar os freios.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

A energia do braço do robô pode ser desligada tocando no botão `DESLIGAR` na tela de inicialização. O braço do robô também é automaticamente desativado quando a caixa de controle é desligada.

11.2.4 Início rápido

Para iniciar o robô rapidamente após a instalação, execute as etapas a seguir:

1. Pressione o botão de parada de emergência na parte frontal do teach pendant.
2. Pressione o botão de energia do teach pendant.
3. Espere um minuto enquanto o sistema está iniciando e exibindo texto na touchscreen.
4. Quando o sistema estiver pronto, uma janela popup será mostrada na touchscreen, informando que o robô precisa ser inicializado.
5. Toque no botão na caixa de diálogo. Você será direcionado à tela de inicialização.
6. Aguarde o diálogo `Confirmação da configuração de segurança aplicada` e pressione o botão `Confirmar configuração de segurança`. Isso aplica um conjunto inicial de parâmetros de segurança que precisam ser ajustados com base em uma avaliação de risco.
7. Desbloqueie o botão de parada de emergência. O estado do robô é alterado de `Parada de Emergência` para `Desenergizado`.
8. Permaneça fora do alcance do espaço de trabalho do robô.
9. Toque o botão `Ligar` na touchscreen. Espere alguns segundos até que o estado do robô seja `Inativo`.
10. Verifique se a massa de carga útil e a instalação selecionada são corretas. Você será notificado, com base nos dados do sensor, se a instalação não se adéqua à instalação selecionada.
11. Toque o botão `Iniciar` na touchscreen. Agora, o robô emite um som e faz um pequeno movimento ao liberar os freios.
12. Toque o botão `OK`, o que o leva à tela de `Boas-vindas`.

11.2.5 O primeiro programa

Um programa é uma lista de comandos que indicam ao robô o que fazer. A interface PolyScope permite que as pessoas com pouca experiência de programação programem o robô. Para a maioria das tarefas, a programação é feita inteiramente por meio do painel de toque, sem a necessidade de digitar quaisquer comandos crípticos.

Como a movimentação da ferramenta é parte muito importante do programa de robô, é essencial haver uma maneira de ensinar o robô a se mover. No PolyScope, as movimentações da ferramenta são definidas por meio de uma série de *pontos de rota*, ou seja, pontos marcados no espaço do robô. Um ponto de rota pode ser definido com o movimento do robô para uma determinada posição, ou pode ser calculado pelo software. Para mover o braço robô para uma determinada posição, utilize o a guia Mover (consulte 13.1), ou simplesmente colocar o braço do robô em seu lugar pressionando o botão *Condução Livre*, na parte posterior do teach pendant.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Além de se mover por pontos de rota, o programa pode enviar sinais de E/S para outras máquinas em determinados pontos no caminho do robô e executar comandos como `if...then` e `loop`, com base nas variáveis e nos sinais de E/S.

Para criar um programa simples no robô recém iniciado, proceda da seguinte forma:

1. Toque o botão `Programar Robô` e selecione `Programa Vazio`.
2. Toque o botão `Próximo` (parte inferior direita) de forma que a linha `<empty>` seja selecionada na estrutura em árvore do lado esquerdo da tela.
3. Acesse a guia `Estrutura`.
4. Toque o botão `Mover`.
5. Acesse a guia `Comando`.
6. Pressione o botão `Próximo` para ir para as configurações do `Ponto de Rota`.
7. Pressione o botão `Definir este ponto de rota` ao lado da figura "?".
8. Na tela `Mover`, mova o robô pressionando as várias setas azuis ou mova o robô segurando o botão `Condução Livre`, colocado na parte de trás do teach pendant, enquanto puxa o braço do robô.
9. Pressione `OK`.
10. Pressione `Adicionar ponto de rota antes`.
11. Pressione o botão `Definir este ponto de rota` ao lado da figura "?".
12. Na tela `Mover`, mova o robô pressionando as várias setas azuis ou mova o robô segurando o botão `Condução Livre` enquanto puxa o braço do robô.
13. Pressione `OK`.
14. Seu programa está pronto. O robô se moverá entre os dois pontos quando você pressionar o símbolo de "Reproduzir". Mantenha distância, segure o botão de parada de emergência e pressione "Reproduzir".
15. Parabéns! Você acaba de produzir seu primeiro programa para mover o robô entre os dois pontos de rota.

ALERTA:

1. Tome cuidado para que o robô não se choque contra ele mesmo ou algum objeto, pois isso poderá danificá-lo.
2. Mantenha sua cabeça e torso fora do alcance (área de trabalho) do robô. Não coloque os dedos onde possam ser agarrados.
3. 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

11.3 Interface de Programação PolyScope

O PolyScope é executado na tela sensível ao toque anexada à caixa de controle.

A figura acima mostra a Tela de Boas-vindas. As áreas azuladas da tela são botões que podem ser pressionados com o dedo ou com a parte de trás de uma caneta contra a tela. O PolyScope tem uma estrutura hierárquica de telas. No ambiente de programação, as telas estão organizadas em *guias* para facilitar o acesso às telas.

Neste exemplo, a guia `Programa` está selecionada no nível superior e sob ela a guia `Estrutura` está selecionada. A guia `Programa` contém informações relacionadas ao programa atualmente carregado. Se a guia `Mover` for selecionada, a tela será alterada para a tela *Mover*, a partir da qual o braço do robô pode ser movido. De forma semelhante, ao selecionar a guia `E/S`, o estado atual da E/S elétrica pode ser monitorado e alterado.

É possível conectar um mouse e um teclado à caixa de controle ou ao teach pendant; no entanto, isso não é necessário. Praticamente todos os campos de texto são ativados por toque, portanto, tocá-los ativa um teclado numérico ou um teclado na tela. Campos de texto não ativados por toque têm um ícone de editor ao lado deles que ativa o editor de entrada associado.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Os ícones no teclado numérico, no teclado e no editor de expressão na tela são mostrados acima.

As várias telas do PolyScope são descritas nas seções a seguir.

11.4 Tela de Boas-vindas

Após inicializar o PC do controlador, a tela de boas-vindas é mostrada. A tela oferece as opções a seguir:

- **Executar Programa:** Selecione e execute um programa existente. Essa é a maneira mais fácil de operar o braço do robô e a caixa de controle.
- **Programar Robô:** Altera um programa ou cria um novo programa.
- **Configurar Robô:** Altera o idioma, configura senhas, atualiza software etc.
- **Desligar Robô:** Desliga o braço do robô e a caixa de controle.
- **Sobre:** Fornece detalhes relacionados a versões de software, nome do host, endereço IP, número de série e informações legais.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

11.5 Tela de inicialização

Nessa tela, a inicialização do braço do robô é controlada.

Indicador do estado do braço do robô

O LED de status indica o estado de funcionamento do braço do robô:

- Um LED vermelho indica que o braço do robô está parado devido a vários motivos.
- Um LED amarelo indica que o braço do robô está ligado, mas não está preparado para funcionar normalmente.
- Por último, um LED verde indica que o braço do robô está ligado e preparado para funcionar normalmente.

O texto que aparece ao lado do LED especifica o estado atual do braço do robô.

Carga útil ativa e instalação

Quando o braço do robô é ligado, a massa da carga útil utilizada pelo controlador ao operar o braço do robô é mostrada no campo de texto pequeno e branco. Esse valor pode ser modificado tocando no campo de texto e digitando o novo valor. Observe que a definição desse valor não modifica a carga útil da instalação do robô (consulte 13.6), apenas define a massa da carga útil a ser usada pelo controlador.

Da mesma forma, o nome do arquivo de instalação carregado é exibido no campo de texto cinza. Uma instalação diferente pode ser carregada tocando no campo de texto ou por meio do botão `Carga` próxima a ele. A instalação carregada também pode ser personalizada usando os botões ao lado da visualização 3D, na parte inferior da tela.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Antes de iniciar o braço do robô, é muito importante verificar tanto a carga ativa quanto a instalação ativa relacionadas à situação real na qual se encontra o braço do robô.

Como inicializar o braço robô

PERIGO:
Sempre verifique 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:
Muito cuidado deve ser tomado se o braço do robô tocar um obstáculo ou uma mesa, uma vez que o contato do braço do robô com o obstáculo pode danificar a caixa de engrenagem da articulação.

O botão em destaque com o ícone verde serve para executar a inicialização do braço do robô. O texto do botão e as ações que executa mudam em função do estado atual do braço do robô.

- Após o PC controlador iniciar, o botão deve ser pressionado uma vez para ligar o braço do robô. O estado do braço do robô então fica *Ligado* e posteriormente, *Inativo*. Observe que, quando uma parada de emergência é acionada, o braço do robô não pode ser ligado, de modo que o botão será desativado.
- Quando o estado do braço do robô fica *Inativo*, o botão precisa ser pressionado novamente para iniciar o braço do robô. Neste ponto, os dados do sensor são contrastados com 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 verificação da montagem for aprovada, pressionar o botão faz com que todos os freios de articulações sejam liberados e o braço do robô fica preparado para funcionar normalmente. Observe que o robô faz um som e faz um pequeno movimento ao liberar os freios.
- Se o braço do robô ultrapassar um dos limites de segurança, ele funcionará em um *Modo de Recuperação* especial. Neste modo, ao pressionar o botão aparece uma tela do modo de recuperação onde o braço do robô pode retornar aos limites de segurança.
- Se ocorrer uma falha, o controlador poderá ser reiniciado usando o botão.
- Se o controlador não estiver em execução, o botão poderá ser iniciado pelo toque.

Por último, o botão menor com o ícone vermelho serve para desenergizar o braço do robô.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

12 Editores na tela

12.1 Editor de expressão na tela

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 `Ok` 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
```

12.2 Tela Editor de Posição

Nessa tela, é possível especificar posições destino das articulações ou uma posição destino (posição e orientação) da ferramenta do robô. Essa tela é "offline" e não controla o braço do robô diretamente.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Robô

A posição atual do braço do robô e a nova posição de destino especificada são mostradas em gráficos 3D. O desenho 3D do braço do robô mostra a posição atual do braço do robô, e sua "sombra" mostra a posição do destino do braço do robô controlado pelos valores especificados do lado direito da 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 10.12), 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 do plano lateral, onde os limites do modo *Normal* estão ativos (consulte 10.6). 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 em questão violar ou estiver a ponto de violar um limite, a visualização do limite fica vermelha.

Função e posição da ferramenta

Na parte superior direita da tela está o seletor de funções. Ele define a função em relação à qual controlar o braço do robô.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Abaixo do seletor de recurso, o nome do Ponto Central da Ferramenta (TCP) ativo é exibido. Para mais informações sobre a configuração de vários TCPs nomeados, consulte 13.6. As caixas de texto mostram os valores completos de coordenadas do TCP em relação ao recurso selecionado. `X`, `Y` e `Z` controlam a posição da ferramenta, enquanto que `RX`, `RY` e `RZ` controlam a orientação da ferramenta.

Use o menu suspenso acima das caixas `RX`, `RY` e `RZ` para escolher a representação da orientação. Tipos disponíveis são:

- **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.

Os valores podem ser editados clicando na coordenada. Clicando nos botões + ou −, à direita de uma caixa, permite somar ou subtrair um valor do valor atual. Pressionar e manter um botão pressionado aumentará/reduzirá o valor diretamente. Quando mais tempo o botão estiver pressionado, maior o aumento/redução.

Posições da articulação

Permite que as posições de articulações individuais sejam especificadas. Cada posição da articulação pode exibir um valor no intervalo de $-360°$ a $+360°$, que são os *limites da articulação*. Os valores podem ser editados clicando na posição da articulação. Clicando nos botões + ou −, à direita de uma caixa, permite somar ou subtrair um valor do valor atual. Pressionar e manter um botão pressionado aumentará/reduzirá o valor diretamente. Quando mais tempo o botão estiver pressionado, maior o aumento/redução.

Botão OK

Se essa tela tiver sido ativada a partir da guia `Mover` (consulte 13.1), clicar no botão `OK` retornará à guia `Mover`, onde o braço do robô se moverá para o destino especificado. Se o último valor especificado for uma coordenada de ferramenta, o braço do robô se moverá para a última posição usando o tipo de *Movimento L*, enquanto que o braço do robô se moverá para a posição de destino usando o tipo de *Movimento J*, se uma posição de junção tiver sido especificada por último. Os diferentes tipos de movimento são descritos em 14.5.

Botão Cancelar

Clicar no botão `Cancelar` sai da tela descartando todas as alterações.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

13 Controle do robô

13.1 Guia Mover

Nessa tela, sempre é possível mover (deslocar) o braço do robô diretamente, transferindo/girando a ferramenta do robô ou movendo as articulações do robô individualmente.

13.1.1 Robô

A posição atual do braço do robô é mostrada nos gráficos 3D. Pressione os ícones de lupa para aumentar/reduzir o zoom ou arraste o dedo para alterar a visualização. Para obter a melhor sensação de controle do braço do robô, selecione o recurso `Visualizar` e gire o ângulo de visualização do desenho 3D para que corresponder à sua visualização do braço do robô real.

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 10.12), uma representação 3D do limite aproximado será exibida. Note que 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 do plano lateral, onde os limites do modo *Normal* estão ativos (consulte 10.6). O limite de orientação da ferramenta

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 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.

13.1.2 Função e posição da ferramenta

Na parte superior direita da tela está o seletor de funções. Ele define a função em relação à qual controlar o braço do robô.

O nome do Ponto Central da Ferramenta (TCP) ativo é exibido abaixo do seletor de recurso. As caixas de texto mostram os valores completos de coordenadas do TCP em relação ao recurso selecionado. Para mais informações sobre a configuração de vários TCPs nomeados, consulte 13.6.

Os valores podem ser editados manualmente clicando na coordenada ou na posição da articulação. Isso o levará à tela do editor de posição (consulte a seção 12.2) na qual é possível especificar uma posição de destino e uma orientação para a ferramenta ou para as posições de destino das articulações.

13.1.3 Mover Ferramenta

- Manter uma `seta de conversão` (superior) pressionada moverá a ponta da ferramenta do robô na direção indicada.
- Manter uma `seta de rotação` (botão) pressionada alterará a orientação da ferramenta do robô na direção indicada. 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.

Nota: *Libere o botão para parar a movimentação a qualquer momento!*

13.1.4 Mover Articulações

Permite que articulações individuais sejam controladas diretamente. Cada articulação pode ser movida de $-360°$ a $+360°$, que são os *limites da articulação* ilustrados pela barra horizontal de cada articulação. Se uma articulação atingir seu limite, não poderá continuar o movimento. Se os limites de uma articulação forem configurados com um intervalo de posição diferente do padrão (consulte 10.11), o intervalo será indicado e vermelho, na barra horizontal.

13.1.5 Condução Livre

Enquanto o botão *Condução Livre* estiver pressionado, será possível segurar o braço do robô fisicamente e arrastá-lo até o ponto desejado. Se a configuração da gravidade (consulte 13.7) na guia `Configuração` estiver errada ou se o braço do robô carregar uma carga pesada, o robô poderá começar a se mover (cair) quando o botão *Condução Livre* for pressionado. Nesse caso, simplesmente libere o botão *Condução Livre* novamente.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

ALERTA:

1. Use as corretas configurações de instalação (por exemplo, ângulo de montagem do robô, peso no TCP, deslocamento do TCP). Salve e carregue os arquivos de instalação junto com o programa.
2. Certifique-se de que as configurações do TCP e da montagem do robô estejam corretas antes de operar o botão `Condução Livre`. Se essas configurações não estiverem corretas, o braço do robô se moverá quando o botão `Condução Livre` for ativado.
3. A função de condução livre (impedância/operação reversa) só deve ser utilizada em instalações em que a avaliação de risco permite. 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.

13.2 Guia E/S

Nessa tela, é possível monitorar e configurar os sinais de E/S ativos da 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 10 Hz, portanto, um sinal muito rápido

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 10.13); 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 manual do usuário.

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.

13.3 E/S do cliente MODBUS

Aqui, a E/S digital do cliente MODBUS sinaliza, à medida que configurações na instalação são mostradas. Se a conexão do sinal for perdida, a entrada correspondente nessa tela será desativada.

Entradas

Visualize o estado das entradas digitais do cliente MODBUS.

Saídas

Visualize e alterne o estado das saídas digitais do cliente MODBUS. Um sinal pode ser alternado somente se a opção de controle da guia E/S (descrito em 13.8) permitir.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

13.4 Guia Movimento Automático

A guia Movimento Automático é usada quando o braço do robô precisa se mover para uma posição específica em seu espaço de trabalho. Por exemplo, quando o braço do robô tem que se mover até a posição inicial de um programa antes de executá-lo, ou quando se desloca para um ponto de referência ao modificar um programa.

Animação

A animação mostra o movimento que o braço do robô está prestes a realizar.

CUIDADO:
Compare a animação com a posição real do braço do robô e certifique-se de que o braço do robô pode realizar com segurança o movimento sem bater nos obstáculos.

CUIDADO:
A função automotiva move-se ao longo do robô, ao longo da trajetória da sombra. A colisão pode danificar o robô ou outro equipamento.

Automático

Mantenha o botão `Automático` pressionado para mover o robô conforme mostrado na animação. Nota: *Libere o botão para parar a movimentação a qualquer momento!*

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Manual

Pressionar o botão `Manual` o levará à `Guia Movimento`, onde o braço do robô pode ser movido manualmente. Isso é necessário somente se o movimento na animação não for o preferencial.

13.5 Instalação → Carregar/Salvar

A instalação do robô abrange todos os aspectos de como o braço do robô e caixa de controle são colocados no ambiente de trabalho. Isso inclui a montagem mecânica do braço de robô, as conexões elétricas entre equipamentos, bem como todas as opções das quais o programa de robotização depende. Isso não inclui o programa em si.

Essas configurações podem ser configuradas usando as várias telas na guia `Instalação`, exceto os domínios de E/S, que são configurados na guia `E/S` (consulte 13.2).

É possível ter mais de um arquivo de instalação do robô. Programas criados usarão a instalação ativa e carregarão essa instalação automaticamente quando usados.

Quaisquer alterações em uma instalação precisam ser salvas para serem preservadas após desligamento da energia. Se houver alterações não salvas na instalação, um ícone de disquete será exibido ao lado do texto `Carregar/Salvar`, no lado esquerdo da guia `Instalação`.

Para salvar uma instalação, é preciso pressionar o botão `Salvar` ou `Salvar Como...`. Outra maneira de fazer isso seria salvar o programa, pois a instalação ativa também seria salva. Para carregar um arquivo de instalação diferente, use o botão `Carregar`. O botão `Criar Novo` redefine todas as configurações da Instalação do robô para as definições de fábrica.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

CUIDADO:
Utilizar o robô com uma instalação carregada a partir de uma unidade USB não é recomendado. Para usar a instalação armazenada em uma unidade USB, primeiramente carregue a instalação e logo salve em uma pasta local de `programas` usando o botão `Salvar Como...`.

13.6 Instalação → Configuração do TCP

O *Ponto Central da Ferramenta* (TCP) é um ponto característico na ferramenta do robô. É possível definir vários TCPs nomeados nesta tela. Cada TCP contém uma translação e uma rotação com relação ao centro do flange da saída da ferramenta, conforme indicado nos gráficos na tela. As coordenadas de posição `X`, `Y` e `Z` especificam a posição do TCP, enquanto que `RX`, `RY` e `RZ` especificam sua orientação. Quando todos os valores especificados são zero, o TCP coincide com o ponto central no flange de saída da ferramenta e adota o sistema de coordenadas no lado direito da tela.

13.6.1 Adição, modificação e remoção de TCPs

Para definir um TCP novo, clique no botão `Novo`. O TCP criado recebe automaticamente um nome exclusivo e fica selecionado no menu suspenso.

Para modificar a translação e a rotação do TCP selecionado, toque nos campos de texto em branco respectivos e insira novos valores.

Para remover o TCP selecionado, basta tocar no botão `Remover`. Não é possível excluir o último TCP restante.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

13.6.2 O TCP padrão e o ativo

Precisamente um dos TCPs configurados é o *padrão*. O TCP padrão é indicado por um ícone verde à esquerda do seu nome no menu suspenso de TCP. Para definir o TCP selecionado como sendo o padrão, clique no botão `Definir como padrão`.

Um deslocamento de TCP sempre é usado como o *ativo* para determinar todas as movimentações lineares no espaço cartesiano. Além disso, a movimentação do TCP ativo é exibida na Gráficos (consulte 14.29). Antes da execução ou início de qualquer programa o TCP padrão é definido como ativo. Em um programa, qualquer um dos TCPs especificados pode ser definido como ativo para um movimento particular do robô (consulte 14.5 e 14.10).

13.6.3 Ensinando posição do TCP

As coordenadas de posição do TCP podem ser calculadas automaticamente desta forma:

1. Toque no botão `Posição`.
2. Escolha um ponto fixo na área de trabalho do robô.
3. Use os botões no lado direito da tela para mover o TCP para o ponto escolhido em ao menos três ângulos diferentes e para salvar as posições correspondentes do flange de saída da ferramenta.
4. Verifique as coordenadas TCP selecionadas e defina-as no TCP usando o botão `Definir`.

Observe que, para que o cálculo funcione corretamente, é necessário haver diversidade suficiente nas posições. Se não houver, o LED de status acima dos botões fica vermelho.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Além disso, embora três posições sejam geralmente o suficiente para determinar o TCP correto, a 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.

13.6.4 Atingindo a orientação do TCP

A orientação do TCP pode ser calculada automaticamente desta forma:

1. Toque no botão `Orientação`.
2. Selecione um recurso na lista suspensa. Para mais informações sobre como definir novos recursos, consulte 13.12.
3. Use o botão abaixo para mover para uma posição em que a orientação da ferramenta que corresponde ao TCP coincide com o sistema de coordenadas do recurso selecionado.
4. Verifique a orientação TCP selecionada e defina-a no TCP selecionado o botão `Definir`.

13.6.5 Carga útil

O peso da ferramenta do robô é especificado na parte inferior da tela. Para alterar esta configuração, basta tocar no campo de texto branco e inserir 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.

13.6.6 Centro de gravidade

Se quiser, especifique o centro de gravidade da ferramenta usando os campos `CX`, `CY` e `CZ`. Supõe-se que o centro da ferramenta é o centro de gravidade da ferra-

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

menta se nada mais for especificado. Esta configuração aplica-se a todos os TCPs definidos.

ALERTA:
Use as configurações de instalação corretas. Salve e carregue os arquivos de instalação junto com o programa.

13.7 Instalação → Montagem

Aqui, a montagem do braço do robô pode ser especificada. Isso atende a dois propósitos:

1. Fazer o braço do robô aparecer corretamente na tela.
2. Informar ao controlador sobre a direção da gravidade.

O controlador usa um modelo de dinâmica avançada para fornecer ao braço do robô movimentações suaves e precisas e fazer com que o braço do o robô se mantenha no lugar durante o Modo *Condução Livre*. Por essa razão, é muito importante que a montagem do braço do robô seja definida 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

O padrão é que o braço do robô seja montado sobre uma mesa plana ou no chão. Nesse caso, não será necessário fazer nenhuma mudança na tela. No entanto, se o braço do robô for *montado no teto*, *na parede* ou em 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` podem ser usados para definir 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.

13.8 Instalação → Configuração de E/S

Sinais de entrada e de saída podem receber nomes. Isso pode facilitar a lembrança do que representa o sinal quando estiver trabalhando com o robô. Selecione uma E/S clicando na mesma e configure o nome usando o teclado na tela. É possível configurar o nome novamente configurando-o somente para caracteres em branco.

É possível configurar as oito entradas digitais padrão e duas entradas de ferramenta para acionar uma ação. As ações disponíveis incluem a capacidade de iniciar o programa atual de ponta, interromper o programa atual, pausar o programa

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

atual e entrar/sair do modo `Condução Livre` quando a entrada está alta/baixa (como o botão `Condução Livre` na traseira do Teach Pendant).

O comportamento padrão das saídas é preservar seus valores após o programa interromper sua execução. É possível configurar uma saída com um valor padrão que é aplicado apenas quando o programa está iniciando.

As oito saídas digitais padrão e duas saídas de ferramenta podem ser configuradas para refletir quando um programa está em execução no momento, de modo que a saída é alta quando o programa está em execução e baixa de outra forma.

Por fim, também é possível especificar se uma saída pode ser controlada na guia de E/S (por programadores ou por operadores e programadores) ou se somente programas do robô podem alterar o valor de saída.

13.9 Instalação → Segurança

Consulte o capítulo 10.

13.10 Instalação → Variáveis

Variáveis criadas aqui são chamadas de variáveis de instalação e podem ser 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 a 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Pressionar `Criar Novo` traz 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` poderá ser clicado somente 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 na lista e, em seguida, clique em `Excluir`.

Após configurar as variáveis de instalação, a própria instalação deve ser salva para armazenar essa configuração, consulte 13.5. As variáveis de instalação e seus valores também 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 duas opções para resolver o problema: usar as variáveis de instalação do mesmo nome, em vez da variável do programa ou aceitar que as variáveis em sejam renomeadas automaticamente.

13.11 Instalação → 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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

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.

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 DO DISPOSITIVO ESCRAVO (0x04): Ocorreu um erro irrecuperável 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.
- **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 a 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.

13.12 Funções → da Instalação

Clientes que compram robôs industriais geralmente querem poder controlar, manipular e programar o braço do robô em relação a vários objetos e limites no entorno do robô, como máquinas, objetos ou produtos, suportes, esteiras, paletes ou sistemas de visão. Tradicionalmente, isso é feito definindo "quadros" (sistemas de coordenadas) que relacionam o sistema de coordenadas internas do braço do robô (o sistema de coordenadas base) ao sistema de coordenadas do objeto relevante. Pode ser feita referência às "coordenadas da ferramenta" e às "coordenadas base" do robô.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

O problema com tais quadros é que um determinado nível de conhecimento matemático é necessário para poder definir tais sistemas de coordenadas e também leva um tempo considerável para fazer isso, mesmo para uma pessoa qualificada na arte de programação e instalação de robôs. Frequentemente, essa tarefa envolve o cálculo de matrizes 4x4. Principalmente a representação de orientação é complicada para uma pessoa que não tem experiência necessária para entender esse problema.

Perguntas frequentemente feitas pelos clientes são, por exemplo:

- Será possível mover o robô 4 cm de distância da garra de minha máquina computadorizada controlada numericamente (CNC, na sigla em inglês)?
- É possível girar a ferramenta do robô 45 graus em relação à mesa?
- Podemos fazer o braço do robô se mover verticalmente para baixo com o objeto, soltar o objeto e, em seguida, mover o braço do robô verticalmente para cima novamente?

O significado de tais perguntas e de perguntas similares é muito direto para um cliente padrão que deseja usar o braço do robô em várias estações de uma fábrica de produção, e pode parecer perturbador e incompreensível para o cliente saber que pode não haver uma resposta simples para tais perguntas *relevantes*. Há diversas razões complicadas nesses casos e, para abordar esses problemas, a Universal Robots desenvolveu maneiras simples e exclusivas para um cliente especificar o local de vários objetos em relação ao braço do robô. Em algumas etapas, portanto, é possível fazer exatamente o que foi pedido nas perguntas acima.

Renomear

Esse botão possibilita renomear um recurso.

Excluir

Esse botão exclui o recurso selecionado e, se houver algum, todos os sub-recursos.

Mostrar Eixos

Escolha se os eixos coordenados do recurso selecionado devem estar visíveis nos gráficos 3D. A opção se aplica nessa tela e na tela Mover.

Móvel

Selecione se o recurso selecionado deve ser móvel. Isso determina se o recurso aparecerá no menu de recursos na tela Mover.

Variável

Selecione se o recurso selecionado pode ser usado como variável. Se essa opção for selecionada, uma variável com o mesmo nome do recurso sucedida por "_var" estará, então, disponível na edição de programas de robô, que poderá, então, ser usada para controlar pontos de rota que dependem do valor de um recurso.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Definir ou Alterar Posição

Use esse botão para definir ou alterar o recurso selecionado. A tela Mover aparecerá e uma nova posição do recurso pode ser definida.

Mover Robô para Função

Esse botão move o robô para a função selecionada. No fim desse movimento, os sistemas de coordenadas do recurso e do Ponto central da ferramenta (TCP, na sigla em inglês) coincidirão, exceto por uma rotação de 180 graus sobre o eixo x.

Adicionar Ponto

Pressione esse botão para adicionar um recurso de ponto na instalação. A posição de um recurso de ponto é definida como a posição do TCP nesse ponto. A orientação do recurso de ponto é a mesma que a orientação do TCP, exceto pelo fato de o sistema de coordenadas do recurso ser girado 180 graus sobre seu eixo x. Isso torna o eixo z do recurso do ponto na direção oposta do TCP nesse ponto.

Adicionar Linha

Pressione esse botão para adicionar um recurso de linha na instalação. Uma linha é definida como um eixo entre dois recursos de ponto. Esse eixo, direcionado do primeiro ponto para o segundo ponto, constituirá o eixo y do sistema de coordenada da linha. O eixo z será definido pela projeção do eixo z do primeiro subponto no plano perpendicular à linha. A posição do sistema de coordenadas da linha é a mesma que a posição para o primeiro subponto.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Adicionar Plano

Pressione esse botão para adicionar um recurso de plano na instalação. Um plano é definido por três recursos de subpontos. A posição do sistema de coordenadas é a mesma que a posição para o primeiro subponto. O eixo z é o plano normal e o eixo y é direcionado do primeiro ponto para o segundo. A direção positiva do eixo z é definida de forma que o ângulo entre o eixo z do plano e o eixo z do primeiro ponto seja menor que 180 graus.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

13.13 Configuração de acompanhamento da correia transportadora

Quando uma correia transportadora é usada, o robô pode ser configurado para acompanhar seu movimento. A Configuração de Acompanhamento da Correia Transportadora oferece opções para configurar o robô para trabalhar com codificadores absolutos e incrementais, assim como com correias transportadoras lineares e circulares.

Parâmetros da Correia Transportadora

Os codificadores `Incrementais` podem ser conectados às entradas digitais de 0 a 3. 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, detectando extremidades de `Aumento`, `Queda` ou `Aumento e Queda` para determinar a velocidade da correia transportadora.

Os codificadores `Absolutos` podem ser usados quando conectados por meio de um sinal MODBUS. Isso exige que um registro de entrada MODBUS digital seja no pré-configurado no 13.11.

Correias transportadoras lineares

Quando a correia transportadora linear é selecionada, é necessário configurar um recurso de linha para determinar a direção da correia. O recurso linear deve ser paralelo à direção da correia transportadora e deve haver uma distância grande entre os dois pontos que definem o recurso de linha. Recomenda-se configurar o recurso de linha colocando a ferramenta firmemente contra a lateral da correia ao ensinar os dois pontos.

O campo `Ocorrências por metro` é usado como o número de ocorrências que o codificador gera quando a correia transportadora se move um metro.

$$\text{Ocorrências por metro} = \frac{\text{ocorrências por revolução do codificador}}{2\pi \cdot \text{raio do disco do codificador[m]}} \tag{13.1}$$

Correias transportadoras circulares

Ao acompanhar uma correia transportadora circular, o ponto central da correia (círculo) deve ser definido. O valor de `Ocorrências por revolução` deve ser o número de ocorrências que o codificador gera quando a correia transportadora gira uma revolução completa.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

13.14 Instalação → Programa Padrão

Esta tela contém configurações para carregar automaticamente e iniciar um programa padrão, bem como para inicializar automaticamente o braço do robô na energização.

ALERTA:
Se a carga automática, o início automático e a inicialização automática forem ativadas, o robô começará a executar o programa selecionado assim que a caixa de controle estiver ligada.

13.14.1 Carregar um Programa Padrão

O programa padrão poderá ser carregado quando a caixa de controle for ligada. Além disso, o programa padrão também será carregado automaticamente quando a tela *Executar Programa* (consulte 11.4) for acessada e nenhum programa for carregado.

13.14.2 Iniciar um Programa Padrão

O programa padrão pode ser 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.

Observe que, na inicialização, o nível do sinal de entrada atual é indefinido. Por tanto, ao escolher uma transição que coincida com o nível de sinal na inicialização, o programa será imediatamente iniciado. Além disso, sair da tela *Executar Pro-*

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

grama ou pressionar o botão de parada no *Painel* irá desabilitar a função de início automático até que o botão executar seja novamente pressionado.

13.14.3 Inicialização Automática

A braço do robô pode ser iniciado automaticamente, por exemplo, quando a caixa de controle estiver ligada. Na transição de borda do sinal de entrada externa especificada, o braço do robô será completamente inicializado, independentemente da tela exibida.

A última etapa da inicialização é *liberar o freio*. Quando o robô está liberando os freios, ele emite um som e faz um pequeno movimento. Além disso, os freios não podem ser automaticamente liberados se a montagem configurada não corresponder à montagem detectada pelos dados do sensor. Nesse caso, o robô precisa ser iniciado manualmente na tela de inicialização (consulte 11.5).

Observe que, na inicialização, o nível do sinal de entrada atual é indefinido. Por tanto, ao escolher uma transição que coincida com o nível de sinal na inicialização, o braço do robô será imediatamente iniciado.

13.15 Guia Log

Integridade do Robô A metade superior da tela exibe a integridade do braço do robô e a caixa de controle. A parte esquerda mostra informações relacionadas à caixa de controle do robô, enquanto a parte direita mostra informações sobre cada articulação do robô. Cada articulação do robô mostra informações de temperatura do motor e de eletrônica, a carga da articulação e a tensão da articulação.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Log do robô Na metade inferior da tela, são mostradas mensagens do log. A primeira coluna classifica a gravidade da entrada de log. A segunda coluna mostra a hora de chegada da mensagem. A próxima coluna exibe o remetente da mensagem. E a última coluna exibe 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, é possível acessá-la selecionando a entrada de log.

13.16 Tela de Carregamento

Nessa tela, você escolhe qual programa carregar. Há duas versões dessa tela: uma delas é usada quando você deseja apenas carregar um programa e executá-lo e aquela usada quando você quer realmente editar um programa.

NOTA:
Executar o programa de uma unidade USB não é recomendado. Para executar um programa armazenado em uma unidade USB, primeiramente carregue o programa e salve-o na pasta `programas` por meio da opção `Salvar Como...` no menu `Arquivo`.

A principal diferença reside nas ações disponíveis para o usuário. Na tela de carregamento básico, o usuário poderá somente acessar arquivos - não modificá-los ou apagá-los. Além disso, o usuário não pode deixar a estrutura de diretórios que descende da pasta `programas`. O usuário pode descender a um subdiretório, mas não pode ficar mais alto que a pasta `programas`.

Portanto, todos os programas devem ser colocados na pasta programas e/ou em suas subpastas.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Layout da tela

Esta imagem mostra a tela de carregamento real. Ela consiste nas seguintes áreas e botões:

Histórico de caminho O histórico de caminho mostra a lista de caminhos que levam ao local atual. Isso significa que todos os diretórios pai até a raiz do computador são mostrados. Aqui, você observará que pode não ser possível acessar todos os diretórios encontrados acima da pasta programas.

Ao selecionar o nome de pasta na lista, o diálogo de carregamento altera para esse diretório e o exibe na área de seleção de arquivos 13.16.

Área de seleção de arquivos Nessa área do diálogo, o conteúdo da área real está presente. Fornece ao usuário a opção de selecionar um arquivo com apenas um clique em seu nome ou abri-lo com um duplo clique.

Os diretórios são selecionados por um toque longo de aproximadamente 0,5 s. Descer para uma pasta e apresentar o seu conteúdo são feitos com um único clique sobre ela.

Filtro de arquivos Por meio do filtro de arquivos, é possível limitar os arquivos mostrados a fim de incluir o tipo de arquivos desejado. Ao selecionar "Backup de Arquivos", a área de seleção de arquivos exibirá as 10 versões mais recentes salvas de cada programa, em que `.old0` é a mais nova e `.old9` é a mais antiga.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Campo de arquivo Aqui, o arquivo atualmente selecionado é mostrado. O usuário tem a opção de inserir o nome do arquivo manualmente clicando no ícone do teclado à direita do campo. Isso fará com que apareça na tela um teclado, com o qual o usuário pode inserir o nome do arquivo diretamente na tela.

Botão Abrir Clicar no botão Abrir abrirá o arquivo selecionado e retornará à tela anterior.

Botão Cancelar Clicar no botão Cancelar abortará o processo de carregamento atual e fará com que a tela alterne para a imagem anterior.

Botões de ação Uma série de botões oferece ao usuário a capacidade de executar algumas das ações que normalmente estariam acessíveis clicando com o botão direito em um nome de arquivo, em um diálogo de arquivo convencional. Além disso, existe a possibilidade de se deslocar para cima, na estrutura do diretório, e diretamente para a pasta de programas.

- Pai: Deslocamento para cima na estrutura de diretórios. O botão não será ativado em dois casos: quando o diretório atual for o diretório superior ou se a tela estiver no modo limitado e o diretório atual for a pasta do programa.
- Ira para a pasta do programa: Ir para o início
- Ações: Ações como criar diretório, excluir arquivo etc.

13.17 Guia Executar

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Esta guia fornece uma maneira simples de operar a caixa de controle e o braço do robô, com o menor número de botões e opções possível. Isso pode ser útil se combinado à proteção por senha da parte de programação do PolyScope (consulte 15.3) para transformar o robô em uma ferramenta que possa executar exclusivamente programas pré-gravados.

Além disso, nesta guia, um programa padrão pode ser carregado e iniciado automaticamente com base em uma transição de borda do sinal da entrada externa (consulte 13.14). 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14 Programação

14.1 Novo Programa

Um novo programa de robô pode ser iniciado de um *modelo* ou de um programa de robô existente (salvo). Um *modelo* pode fornecer a estrutura geral do programa, portanto, somente os detalhes do programa precisam ser preenchidos.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.2 Guia Programa

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

14.2.1 Árvore de Programas

A *árvore do programa* do lado esquerdo da tela exibe o programa como uma lista de comandos, enquanto que a área do lado direito da tela exibe informações relacionadas ao comando atual. O comando atual é selecionado clicando a lista de comandos ou usando os botões `Próximo` e `Anterior` na parte inferior direita da tela. Comandos podem ser inseridos ou removidos usando a guia `Estrutura`, descrita na 14.30. O nome do programa é mostrado diretamente acima da lista de comandos, com um ícone pequeno de um disco que pode ser clicado para salvar o programa rapidamente.

Na árvore de programas, o comando em execução é destacado, como descrito em 14.2.2.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.2.2 Indicação de execução de programa

A árvore de programas contém dicas visuais que indicam o comando que o controlador do robô está executando. Um pequeno ícone é exibido à esquerda do ícone do comando, e o nome do comando em execução e dos comandos dos quais ele é subcomando (geralmente identificado pelos ícones ▶/▼) são destacados em azul. Assim o usuário pode localizar o comando em execução na árvore.

Por exemplo, se o braço do robô está se movendo para um ponto de rota, o subcomando de ponto de rota correspondente é indicado com o ícone e seu nome é mostrado em azul, assim como o comando Mover (consulte 14.5) do qual ele é um subcomando.

Se o programa for interrompido, o ícone de execução do programa marcará o último comando que estava em execução.

Clique no botão com o ícone abaixo da árvore de programas para passar para o comando em execução ou o último comando executado na árvore. Se você clicar em um comando enquanto um programa está em execução, a guia `Comando` continuará exibindo as informações do comando selecionado. Pressione o botão para que a guia `Comando` volte a mostrar continuamente informações sobre os comandos em execução no momento.

14.2.3 Botão Pesquisar

O botão com o ícone pode ser usado para realizar uma pesquisa de texto na árvore de programas. Ao ser clicado, um texto de pesquisa pode ser inserido e os nós do programa que correspondem ao texto serão destacados em amarelo. Pressione o ícone ✕ para sair do modo de pesquisa.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.2.4 Botões Desfazer/Refazer

Os botões com os ícones e abaixo da árvore de programas servem para desfazer e refazer mudanças na árvore e nos comandos que ela contém.

14.2.5 Painel do programa

A parte mais baixa da tela é o *Painel*. O *Painel* apresenta um conjunto de botões semelhante a um gravador de fita antigo, a partir do qual programas podem ser iniciados e parados, recuperados em etapa única e reiniciados. O *botão deslizante de velocidade* permite ajustar a velocidade do programa a qualquer momento, o que afeta diretamente a velocidade na qual o robô se move. Além disso, o *botão deslizante de velocidade* mostra em tempo real a velocidade relativa na qual o robô braço se move, tendo em conta as definições de segurança. A percentagem indicada é a velocidade máxima possível do programa em execução sem que sejam causadas violações dos limites de segurança.

À esquerda do *Painel*, os botões `Simulação` e `Robô Real` alternam entre a execução do programa como simulação ou sua execução como robô real. Ao executar em simulação, o braço do robô não se move e, assim, não pode se danificar nem colidir contra nenhum equipamento próximo. Use a simulação para testar programas se estiver incerto de quais movimentos o braço do robô fará.

PERIGO:

1. Certifique-se de ficar fora do espaço de trabalho do robô quando o botão `Reproduzir` seja pressionado. O movimento que você programou pode ser diferente do esperado.
2. Mantenha-se afastado do espaço de trabalho do robô quando o botão `Etapa` estiver pressionado. A função do botão `Etapa` pode dificultar o entendimento. Use-o apenas quando for absolutamente necessário.
3. Sempre teste seu programa com a velocidade reduzida com o controle deslizante de velocidade. Erros de programação lógica realizados pelo integrador podem causar movimentos inesperados do braço do robô.
4. Quando uma parada de emergência ou uma parada de proteção tiver ocorrido, o programa do robô irá parar. Ele pode ser reiniciado contanto que nenhuma articulação tenha se movido mais de 10°. Ao pressionar reproduzir, o robô se moverá lentamente de volta para a trajetória e continuará a execução do programa.

Enquanto o programa está sendo gravado, a movimentação resultante do braço do robô é ilustrada usando um desenho 3D na guia `Gráficos`, descrita na 14.29.

Ao lado de cada comando do programa está um pequeno ícone, que é vermelho,

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

amarelo ou verde. Um ícone vermelho significa que há um erro no comando, amarelo significa que o comando não está concluído e verde significa que tudo está OK. Um programa pode ser executado somente quando todos os comandos estiverem verdes.

14.3 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 robô (consulte 13.10 para obter mais detalhes). 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.

Estão disponíveis os seguintes tipos de variáveis:

bool	Variável booleana cujo valor é `True` ou `False`.
int	Um número inteiro no intervalo entre −2147483648 e 2147483647 (32 bits).
float	Um número do ponto de flutuação (decimal) (32 bits).
string	Sequência de caracteres.
pose	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]`.
list	Uma sequência de variáveis.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.4 Comando: Vazio

Comandos do programa precisam ser inseridos aqui. Pressione o botão `Estrutura` para acessar a guia de estrutura, onde as várias linhas selecionáveis do programa podem ser encontradas. Um programa não pode ser executado antes que todas as linhas sejam especificadas e definidas.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.5 Comando: 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

É possível selecionar um de três tipos de movimentos: O *Movimento J*, *Movimento L* e *Movimento P*, cada um explicado abaixo.

- O **Movimento J** fará movimentos calculados no *espaço da articulação* do braço do robô. Cada articulação é controlada para atingir o local final desejado 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, que devem ser usados para os cálculos do movimento, 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** fará a ferramenta se mover 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 recurso selecionado determinará em qual espaço do recurso as posições da ferramenta dos

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

pontos de rota são representadas. Em relação aos espaços de recursos, os recursos variáveis e os pontos de rota variáveis são de interesse específico. Recursos variáveis podem ser usados quando a posição da ferramenta de um ponto de rota precisar ser determinada pelo valor real do recurso variável quando o programa do robô for executado.

- O **Movimento P** moverá 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.

  O **movimento circular** pode ser adicionado ao comando movimento P, que consiste em dois pontos de rota: o primeiro especifica um ponto de trajeto no arco circular e o segundo é o ponto final do movimento. O robô iniciará o movimento circular a partir da sua posição atual e então se movimentará através dos dois pontos de rota especificados. A mudança de orientação da ferramenta através do movimento circular é determinada apenas pela orientação inicial e pela orientação no ponto final; portanto, a orientação do ponto de trajeto não influencia o movimento circular. Um movimento circular deve ser sempre precedido por um ponto de rota sob o mesmo Movimento P.

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.

Recalcular movimentos

Marque esta caixa para que as posições neste comando mover sejam ajustadas com base no TCP ativo.

Seleção do TCP

Para selecionar o TCP usado para pontos de rota neste comando Mover, marque a caixa de seleção e selecione um TCP no menu suspenso. O TCP selecionado será definido como ativo sempre que o braço do robô se mover para um dos pontos de roda neste comando Mover. Se você não marcar a caixa, o TCP ativo não será modificado de forma alguma. Se o TCP ativo deste movimento é determinado durante o tempo de execução do programa, precisa ser definido dinamicamente usando o comando Definir 14.10consulte) ou usando comandos de script. Para mais informações sobre a configuração de TCPs nomeados, consulte 13.6.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 14.1: 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.

Seleção de recurso

Para *Movimento L* e *Movimento P*, é possível selecionar em qual espaço de recurso os pontos de rota devem ser representados ao especificar esses pontos de rota. 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*.

Pontos de rota variáveis: Quando o braço do robô se move para um ponto de rota variável, a posição de destino da ferramenta é calculada 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.

Recurso variável: Se qualquer um dos recursos na instalação atualmente carregada for selecionado para ser variável, essas variáveis correspondentes também poderão ser selecionadas no menu de seleção de recursos. Se uma variável de recurso (cujo nome é o nome do recurso seguido por "_var") for selecionada, as movimentações do braço do robô (exceto para pontos de rota *Relativos*) dependerão do valor real da variável quando o programa estiver em execução. O valor inicial de uma variável de recurso é o valor do recurso real configurado na instalação. Se o valor for modificado, o movimento do robô será alterado.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.6 Comando: 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 fornecido movendo fisicamente o braço do robô para a posição.

Como configurar o ponto de rota

Pressione esse botão para entrar na tela Mover, na qual é possível especificar a posição do braço do robô para esse ponto de rota. Se o ponto de rota for colocado sob um comando Mover no espaço linear (`Movimento L` ou `Movimento P`), precisará haver um recurso válido selecionado nesse comando Mover para que esse botão possa ser pressionado.

Nomes de pontos de rota

Os pontos de rota obtêm automaticamente um nome exclusivo quando eles são definidos. O nome pode ser alterado pelo usuário. Os pontos de rota com o mesmo nome compartilham as informações de posição. Assim, a mudança da posição de um ponto de rota irá afetar todos os outros pontos de rota com o mesmo nome. 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 tenham o mesmo nome.

União de agentes

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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Exemplo Considere como exemplo uma aplicação de pegar e colocar (consulte a figura 14.2), 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 (O), 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.

Figura 14.2: WP_1: Posição inicial WP_2: ponto do trajeto, WP_3: posição de pegar, O: obstáculo.

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 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 14.3):

- 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 (MoveL, MoveJ)

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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 14.3: União WP_2 com raio r, posição da união inicial em p1 e posição da união final em p2. O é um obstáculo.

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 14.4.

Figura 14.4: A sobreposição do raio de união não é permitida (*).

Trajetórias 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 14.5 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

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 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.

```
MoveL
    WP_I
    WP_1 (união)
    WP_2 (união)
    Se (entrada_digital[1]) e em seguida
        WP_F_1
    Senão
        WP_F_2
```

Figura 14.5: `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 (*).

Combinações de tipo de trajetória É possível a união entre todas as quatro combinações de tipos de trajetória de `MoveJ` e `MoveL`, mas a combinação específica afetará a trajetória da união calculada. Existem 4 combinações possíveis:

1. `MoveJ` para `MoveJ` (união de espaço de articulação simples)
2. `MoveJ` para `MoveL`
3. `MoveL` para `MoveL` (união de espaço cartesiano simples)
4. `MoveL` para `MoveJ`

A união de espaço de articulação simples (item 1) versus a união de espaço cartesiano simples (item 3) é comparada na figura 14.6. Ela mostra dois caminhos potenciais da ferramenta para conjuntos de pontos de rota idênticos.

De diferentes combinações, os itens 2, 3 e 4 resultarão em trajetórias que se mantêm dentro dos limites da trajetória original no espaço cartesiano. Um exemplo de uma união entre diferentes tipos de trajetória (item 2) pode ser visto na figura 14.7.

As uniões de espaço de articulação simples (item 1), entretanto, podem se comportar de uma forma que é menos intuitiva, pois o robô tentará atingir uma trajetória a mais suave possível no espaço de articulação considerando os requisitos de velocidade e tempo. Por isso, elas podem se desviar do curso especificado pelo ponto de

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 14.6: Movimento e união do espaço de articulação (`MoveJ`) versus o espaço cartesiano (`MoveL`).

Figura 14.7: União a partir de um movimento no espaço de articulação (`MoveJ`) para um movimento da ferramenta linear (`MoveL`).

rota. Este é justamente o caso quando existem diferenças significativas na velocidade da articulação entre as duas trajetórias. *Cuidado:* se as velocidades são muito diferentes (por exemplo, ao especificar definições avançadas – quer de velocidade ou de tempo – para um determinado ponto de rota) isso pode resultar em grandes desvios da trajetória original como mostrado na figura 14.8. Se você precisar unir diferentes velocidades e não pode aceitar esse desvio, considere fazer a união no espaço cartesiano utilizando `MoveL` .

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 14.8: União de um espaço de articulação quando a velocidade inicial `v1` é significativamente menor do que a velocidade final `v2` ou o contrário.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.7 Comando: 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). Observe que 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.8 Comando: 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. O braço do robô sempre se move linearmente até um ponto de rota variável. Se um raio de mistura for definido em um ponto de rota fixo e os pontos de rota anteriores e posteriores que são variáveis ou se o raio mistura for definido em um ponto de rota variável, então, o raio mistura não será verificado quanto a sobreposição (consulte 14.6). Se, ao executar o programa, o raio mistura 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
```

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.9 Comando: Aguardar

Aguarda um tempo específico ou um sinal de E/S.

14.10 Comando: Definir

Define saídas digitais ou analógicas em um determinado valor.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

O comando também pode ser usado para definir a carga útil do braço do robô. Ajustar o peso da carga útil pode ser necessário para evitar que o robô realize uma parada de proteção, quando o peso na ferramenta for diferente do peso esperado para a carga útil. Como padrão, o TCP ativo é usado também como centro de gravidade. Se o TCP ativo não deve ser utilizado como centro de gravidade, a caixa de opção pode ser desmarcada.

Também é possível modificar o TCP ativo usando um comando Definir. Basta marcar uma das caixas de seleção e escolher o deslocamento do TCP no menu. Se o TCP ativo de um movimento em particular for conhecido no momento da criação do programa, considere usar a seleção de TCP na placa Mover (consulte 14.5). Para mais informações sobre a configuração de TCPs nomeados, consulte 13.6.

14.11 Comando: Popup

O popup 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 popup antes de continuar com o programa. Se o item "Parar execução do programa" for selecionado, o programa do robô irá parar nesse popup.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.12 Comando: Parar

A execução do programa para neste ponto.

14.13 Comando: 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.14 Comando: 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.

Uma pasta não faz nada por si só.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.15 Comando: 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.16 Comando: Subprograma

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

Comando: Chamar Subprograma

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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

14.17 Comando: 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.18 Comando: Se

Uma construção "se... então" pode fazer o robô alterar seu comportamento com base em entradas do sensor ou valores de variáveis. Use o editor de expressão para descrever a condição sob a qual o robô deve prosseguir para os subcomandos deste `Se`. Se a condição for avaliada como `True`, as linhas dentro desse `Se` serão executadas.

Cada `Se` pode ter diversos `Senão Se` e um comando `Senão`. Eles podem ser incluídos usando os botões da tela. Um comando `Senão Se` pode ser removido da tela para este comando.

O `Verificar Expressão Continuamente` aberto permite que as condições das instruções `Se` e `Senão Se` sejam avaliadas enquanto que as linhas contidas são executadas. Se uma expressão for avaliada como *False* enquanto estiver dentro do corpo da parte `Se`, a instrução `Senão Se` ou `Senão` seguinte será atingida.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.19 Comando: Script

Este comando fornece acesso à linguagem do script subjacente em tempo real que é executado pelo controlador do robô. Ele é destinado apenas a usuários avançados e as instruções sobre como usá-lo podem ser encontradas no Manual de Script no site de suporte (`http://www.universal-robots.com/support`).

Se a opção "Arquivo", no canto superior esquerdo, for escolhida, será possível criar e editar arquivos do programa de script. Dessa maneira, programas de script longos e complexos podem ser usados juntos com a programação fácil e simples para o operador do PolyScope.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.20 Comando: 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 em cada ciclo de controle (8ms).

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.21 Comando: 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 comunicar com o programa do robô com variáveis e sinais de saída.

14.22 Comando: Alternar

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

14.23 Comando: Padrão

O comando Padrão pode ser usado para realizar o ciclo pelas posições no programa do robô. O comando de padrão corresponde a uma posição em cada execução.

Um padrão pode ser fornecido como um de quatro tipos. Os três primeiros, "Linha", "Quadrado" ou "Caixa", podem ser usados para posições em um padrão regular. Os padrões regulares são definidos por diversos pontos característicos, sendo que os pontos definem as extremidades do padrão. Para "Linha", seriam os dois pontos das extremidades, para o "Quadrado", seriam três dos quatro pontos dos cantos, enquanto que para a "Caixa", seriam quatro dos oito pontos dos cantos. O programador insere o número de posições juntamente com cada uma das extremidades do padrão. O controlador do robô calcula, então, as posições do padrão individual, adicionando proporcionalmente os vetores das extremidades.

Se as posições a serem percorridas não tiverem um padrão regular, a opção "Lista" pode ser escolhida, em que uma lista de todas as posições é fornecida pelo progra-

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

mador. Dessa forma, qualquer tipo de organização das posições pode ser realizado.

Como definir o padrão

Quando o padrão "Caixa" for selecionado, a tela mudará para o que está mostrado abaixo.

Um padrão "Caixa" usa três vetores para definir o lado da caixa. Esses três vetores são fornecidos como quatro pontos, sendo que o primeiro vetor vai do ponto um para o ponto dois, o segundo vetor vai do ponto dois para o ponto três e o terceiro vetor vai do ponto três para o ponto quatro. Cada vetor é dividido pelos números da contagem do intervalo. Uma posição específica no padrão é calculada simplesmente adicionando os vetores do intervalo proporcionalmente.

Os padrões "Linha" e "Quadrado" funcionam de forma semelhante.

Uma variável do contador é usada percorrendo as posições do padrão. O nome da variável pode ser visto na tela do comando `Padrão`. A variável faz o ciclo pelos números de 0 a $X * Y * Z - 1$, o número de pontos no padrão. Essa variável pode ser manipulada por meio de designações e usada em expressões.

14.24 Comando: Força

O modo Força permite conformidade e forças no eixo selecionável no espaço de trabalho do robô. Todos os movimentos do braço do robô sob um comando Força estarão 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. Ao longo/em torno de eixos compatíveis, o braço do robô estará em conformidade com o ambiente, o que significa que irá ajustar sua posição automaticamente para atingir a força desejada. Também é possível fazer com que o próprio

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

braço do robô aplique uma força em seu ambiente, por exemplo, em uma peça de trabalho.

O modo Força é adequado para aplicações em que a posição real do Ponto central da ferramenta (TCP, na sigla em inglês) 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 for rolar contra uma superfície curva, empurrar ou puxar uma peça de trabalho. O modo de Força também suporta aplicar determinados torques em torno de eixos predefinidos. Observe que se nenhum obstáculo for atendido em um eixo em que uma força diferente de zero é definida, o braço do robô tentará acelerar ao logo/próximo desse eixo.

Apesar de um eixo ter sido selecionado para conformidade, o programa do robô ainda tentará mover o robô ao longo/em torno desse eixo. No entanto, o controle da força assegura que o braço do robô ainda se aproximará da força especificada.

Seleção de recurso

O menu Recurso é usado para selecionar o sistema de coordenadas (eixos) que o robô usará enquanto estiver operando no modo de força. Os recursos no menu são aqueles que foram definidos na instalação, consulte 13.12.

Tipo do modo de força

Há quatro tipos diferentes do modo de força, cada um determinando a maneira como o recurso selecionado será interpretado.

- **Simples**: Somente um eixo será compatível no modo de 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

- **Quadro**: O tipo Quadro permite uso mais avançado. Aqui, conformidade e forças em todos os seis graus de liberdade podem ser selecionados de forma independente.
- **Ponto**: Quando Ponto for selecionado, o quadro da tarefa terá o eixo y apontando a partir do TCP do robô para a origem do recurso selecionado. A distância entre o TCP do robô e a origem do recurso selecionado precisa ser de pelo menos 10 mm. Observe que o quadro da tarefa será alterado no tempo de execução à medida que a posição do TCP do robô for alterada. 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, em que uma força é necessária perpendicular ao movimento do TCP. Observe, 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, posteriormente, ainda no modo de força, o braço do robô estiver novamente parado, o quadro de tarefa terá a mesma orientação que da última vez que a velocidade do TCP esteve maior que zero.

Para os três últimos tipos, o quadro de tarefa real pode ser visualizado no tempo de execução na guia de gráficos (14.29), quando o robô estiver operando no modo de força.

Seleção do valor da força

Uma força pode ser configurada para eixos compatíveis e não compatíveis, mas os efeitos são diferentes.

- **Compatível**: O braço do robô ajustará sua posição para atingir a força selecionada.
- **Não compatível**: O braço do robô seguirá sua trajetória definida pelo programa enquanto estiver considerando uma força externa do valor definido aqui.

Para parâmetros de conversão, a força é especificada em Newtons [N], e para rotação, o torque é especificado em Newton-metro [Nm].

Seleção de limites

Para todos os eixos, um limite pode ser definido, mas eles têm diferente significado correspondente aos eixos compatíveis ou não compatíveis.

- **Compatível**: O limite é a velocidade máxima que o TCP pode atingir ao longo/próximo ao eixo. As unidades são [mm/s] e [graus/s].

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

- **Não compatível**: O limite é o desvio máximo da trajetória do programa que é permitido antes que o robô seja parado por segurança. As unidades são [mm] e [graus].

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.

14.25 Comando: Palete

Uma operação de palete pode executar uma sequência de movimentações em um conjunto de locais fornecido como padrão, conforme descrito em 14.23. Em cada

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

uma das posições no padrão, a sequência de movimentações será executada em relação à posição do padrão.

Como programar uma operação de palete

As etapas a realizar são as seguintes:

1. Defina o padrão.
2. Crie uma "Sequência de Paletes" para pegar/colocar em cada ponto específico. A sequência descreve o que deve ser feito na posição de cada padrão.
3. Use o seletor na tela de comandos de sequência para definir quais dos pontos de rota na sequência devem corresponder às posições do padrão.

Sequência de Paletes/Sequência que pode ser ancorada

Em um nó da Sequência de Paletes, as movimentações do braço do robô são relativas à posição do palete. O comportamento de uma sequência é tal que o braço do robô estará na posição especificada pelo padrão na `Posição da Âncora/Ponto do Padrão`. As posições restantes serão todas movidas para fazer isso se ajustar.

Não use o comando `Mover` dentro de uma sequência, pois não será relativo à posição da âncora.

"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 o próximo palete.

14.26 Comando: 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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

Como para a operação de Palete (14.25), uma sequência especial do programa é executada em cada posição da pilha.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.27 Comando: Acompanhamento da correia transportadora

Quando uma correia transportadora é usada, o robô pode ser configurado para acompanhar seu movimento. Há um nó do programa disponível para acompanhar uma correia transportadora, `Acompanhamento da Correia Transportadora`. Quando o Acompanhamento da Correia Transportadora definido na instalação é configurado corretamente, é possível acompanhar uma correia transportadora linear ou circular. O nó pode ser adicionado a partir do nó do Programa de Assistente na guia Estrutura. Enquanto o programa estiver em execução sob o nó `Acompanhamento da Correia Transportadora`, o robô ajustará seus movimentos para seguir a correia transportadora. Outros movimentos são permitidos durante o acompanhamento da correia transportadora, mas são relativos ao movimento da correia transportadora.

14.28 Comando: Suprimir

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.

14.29 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 pro-

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

grama. 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 10.12), uma representação 3D do limite aproximado será exibida. Note que 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 do plano lateral, onde os limites do modo *Normal* estão ativos (consulte 10.6). 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.

Os segmentos de movimentação mostrados dependem do nó do programa selecionado. Se um nó `Mover` for selecionado, o caminho exibido será a movimentação definida por esse movimento. Se um nó `Ponto de Rota` for selecionado, a exibição mostra as ~ 10 etapas de movimento a seguir.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.30 Guia Estrutura

A guia de estrutura do programa fornece uma oportunidade de inserir, mover, copiar e remover os vários tipos de comandos.

Para inserir novos comandos, execute as etapas a seguir:

1) Selecione um comando de programa existente.
2) Selecione se o novo comando deve ser inserido acima ou abaixo do comando selecionado.
3) Pressione o botão para o tipo de comando que deseja inserir. Para ajustar os detalhes do novo comando, acesse a guia `Comando`.

Comandos podem ser movidos/clonados/excluídos usando os botões do quadro de edição. Se um comando tiver subcomandos (um triângulo ao lado do comando), todos os subcomandos também serão movidos/clonados/excluídos.

Nem todos os comandos se encaixam em todos os locais de um programa. `Pontos de Rota` devem estar sob um comando Mover (não necessariamente diretamente abaixo). Os comandos `ElseIf` e `Else` precisam estar após um `If`. Em geral, mover comandos `Senão Se` pode ser confuso. As variáveis precisam ter valores designados antes de serem usadas.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.31 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. As variáveis são ordenadas por ordem alfabética. Os nomes das variáveis nessa tela são mostrados com no máximo 50 caracteres e os valores das variáveis são mostrados com no máximo 500 caracteres.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

14.32 Comando: Inicialização de Variáveis

Essa tela permite definir valores de variáveis antes que o programa (e quaisquer threads) inicie a execução.

Selecione uma variável na lista de variáveis clicando na mesma ou usando a caixa seletora da variável. Para uma variável selecionada, pode ser inserida uma expressão que será usada para definir o valor da variável no início do programa.

Se a caixa de opção "Prefere manter o valor da última execução" for selecionada, a variável será inicializada com o valor encontrado na guia `Variáveis`, descrita na seção 14.31. 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 brando (somente espaços).

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

15 Tela de configuração

- **Inicializar Robô** Direciona para a tela de inicialização, consulte 11.5.
- **Idioma e Unidades** Configure o idioma e as unidades de medida da interface de usuário. Consulte 15.1.
- **Atualizar Robô** Atualiza o software do robô para uma versão mais recente, consulte 15.2.
- **Definir Senha** Facilita bloquear a parte da programação do robô para evitar o acesso de pessoas sem a senha, consulte 15.3.
- **Calibrar Tela** Calibra o "toque da tela". Consulte 15.4.
- **Configurar Rede** Abre a interface para configurar a rede Ethernet para a caixa de controle do robô, consulte 15.5.
- **Definir Hora** Configura a data e hora do sistema, bem como os formatos de exibição do relógio, consulte 15.6.
- **Configuração URCaps** Visão geral das URCaps instaladas, bem como opções para a instalação e desinstalação, consulte 15.7.
- **Voltar** Retorna à Tela de boas-vindas.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

15.1 Idioma e Unidades

O idioma e as unidades usados no PolyScope podem ser selecionados nessa tela. O idioma selecionado é utilizado nos textos das várias telas do PolyScope, bem como nas telas de ajuda incorporadas. Marque "Programação em Inglês" para ver os nomes dos comandos dos programas do robô em inglês. O PolyScope precisa ser reiniciado para que as alterações tenham efeito.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

15.2 Atualizar Robô

As atualizações de software podem ser instaladas a partir memória flash USB. Insira uma memória USB e clique em **Pesquisar** para listar seu conteúdo. Para executar uma atualização, selecione um arquivo, clique em **Atualizar** e siga as instruções na tela.

ALERTA:
Sempre verifique seus programas após uma atualização de software. A atualização pode alterar trajetórias em seu programa. As especificações de atualização de software podem ser encontradas pressionando o botão "?", localizado no canto superior direito da interface. As especificações hardware permanecem as mesmas e podem ser encontradas no manual original.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

15.3 Definir Senha

Duas senhas são suportadas. A primeira é uma senha de Sistema *opcional* que impede a modificação não autorizada da configuração do robô. Quando a senha do Sistema é definida, os programas podem ser carregados e executados sem a senha, mas o usuário deve digitar a senha correta para criar ou alterar programas.

A segunda é uma senha de Segurança *necessária* que deve ser inserida corretamente para modificar a configuração de segurança.

NOTA:
Para alterar a configuração de segurança, a senha de segurança deve ser definida.

ALERTA:
Adicione uma senha de Sistema para impedir que pessoas não autorizadas alterem a instalação do robô.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

15.4 Calibrar Tela

Calibrando a touchscreen. Siga as instruções da tela para calibrar a touchscreen. Preferivelmente, use um objeto pontudo não metálico, como uma caneta fechada. Paciência e cuidado ajudam a obter um melhor resultado.

15.5 Configurar Rede

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Painel para configurar a rede Ethernet. Uma conexão Ethernet não é necessária para as funções básicas do robô e é desativada por padrão.

15.6 Definir Hora

Configura a data e hora do sistema, assim como os formatos de exibição do relógio. O relógio é exibido na parte superior das telas *Executar Programa* e *Programar Robô*. Ao tocar nele, a data será rapidamente mostrada. A interface precisa ser reiniciada para que as alterações tenham efeito.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

15.7 Configuração de URCaps

No topo da lista há uma visão geral de todos os *URCaps* instalados. Clicar em um URCap exibe sua informação meta (incluindo o nome do URCap, a versão, licença, etc.) na área `Informações URCap` na lista abaixo.

Clique no botão + na parte inferior da tela para instalar um novo URCap. Um seletor de arquivos é mostrado onde um arquivo `.urcap` pode ser selecionado. Clique em `Abrir` e PolyScope voltará à tela de configuração. O URCap selecionado será instalado e uma entrada correspondente aparecerá na lista logo em seguida. Os URCaps recém-instalados ou desinstalados exigem que o PolyScope seja reiniciado e o botão `Reiniciar` será ativado.

Para desinstalar um URCap, basta selecionar o URCap na lista e clicar no botão −. O URCap desaparecerá da lista, mas uma reinicialização ainda é necessária.

Na lista, o ícone mostrado ao lado de uma entrada indica o estado do URCap. Os diferentes estados são definidos a seguir:

- *URCap ok*: O URCap está instalado e funcionando normalmente.
- *URCap com falha*: O URCap está instalado, mas não conseguiu iniciar. Entre em contato com o desenvolvedor do URCap.
- *É necessário reiniciar o URCap*: O URCap acaba de ser instalado e é necessário reiniciá-lo.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Parte III

Interface EUROMAP 67

16 Introdução

Este manual é destinado ao integrador. Ele contém informações importantes referentes à integração, programação, entendimento e depuração.

As abreviações usadas neste documento são explicadas abaixo.

Abreviação	Significado
UR	Universal Robots
CB	Caixa do Controlador
IMM	Máquina de Moldagem de Injeção
MAF	Área de Moldagem Livre
`A`, `B`, `C`, `ZA`, `ZB` e `ZC`	Sinais no interior do cabo EUROMAP 67

NOTA:
EUROMAP 67 será compatível apenas em caixas controladoras produzidas após Setembro de 2014.

PERIGO:
Uma IMM pode usar até 250V em alguns de seus sinais. Não conecte uma IMM à interface EUROMAP 67 se não estiver devidamente instalada em uma caixa de controlador, incluindo todas as conexões terra obrigatórias.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

PERIGO:

1. Certifique-se de instalar uma cortina de luz (dispositivo de segurança) entre o robô e a IMM, de tal forma que a IMM não possa fechar o molde quando o robô esteja no interior dele. Se não o fizer, poderá danificar tanto o robô quanto o molde.
2. Leia e entenda este manual completamente antes de experimentar a interface EUROMAP 67.

16.1 Padrão EUROMAP 67

O padrão EUROMAP 67 é gratuito e pode ser transferido por download em `www.euromap.org`. O módulo EUROMAP 67 da UR está em conformidade com todas as demandas deste padrão quando está ligado. Quando desligado, o padrão EUROMAP 67 especifica que cada sinal relacionado à segurança deve estar em funcionamento. Isso causa situações de risco e contradiz as especificações de segurança da ISO 13849-1 e EN ISO 13849-1. Portanto, o módulo EUROMAP 67 da UR abre os sinais da parada de emergência, os sinais da MAF e todos os sinais de E/S quando a caixa do controlador está desligada.

Todos os sinais de E/S, sejam opcionais, dependentes do fabricante ou reservados, são suportados. A interface de acordo com a EUROMAP 67.1 também é compatível.

16.2 Aviso legal

A interface é construída com os mesmos componentes e princípios, e sob as mesmas condições de ensaio, como a caixa de controle, e pode ser adquirida apenas em conjunto com uma caixa de controle. A interface EUROMAP 67, no entanto, se enquadra na Declaração de Incorporação, encontrada no Manual de Instalação de Hardware.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

PERIGO:

1. A IMM é uma máquina extremamente perigosa. Leia e compreenda o manual da IMM. A falta de integração segura entre o robô e a IMM pode matar, assim como causar ferimentos graves e danos às máquinas. A Universal Robots não se responsabiliza por nenhum dano causado pela IMM (por exemplo, se o robô for danificado ou uma pessoa ficar ferida devido a movimentos do molde).
2. Quando modificar uma IMM, deverá ser realizada uma nova avaliação de risco. A avaliação de riscos deve considerar todos os novos perigos e também reconsiderar todos os perigos existentes, pois eles podem ter aumentado.
3. O integrador é responsável pelo cumprimento de todos os requisitos nacionais e regionais referente às IMMs. Este manual não resumir nenhum desses requisitos.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

17 Integração do robô e da IMM

As subseções a seguir contêm informações importantes para o integrador.

17.1 Parada de emergência e parada de proteção

Os sinais da parada de emergência são compartilhados entre o robô e a IMM. Isso significa que uma parada de emergência do robô também é uma parada de emergência da IMM e vice-versa.

Os sinais da parada de proteção (Dispositivos de segurança `[ZA3-ZC3][ZA4-ZC4]`) asseguram que o robô seja parado por proteção quando uma porta for aberta na IMM.

PERIGO:

1. Observe que **não** faz parte do padrão EUROMAP 67 parar a IMM se o robô estiver em parada de proteção. Isto significa que, se o operador entrar no (dentro do) espaço de trabalho do robô, ele não poderá entrar no (ou alcançar o) espaço de trabalho da IMM (a menos que um dispositivo de segurança na IMM provoque uma parada segura da IMM quando o operador entrar no (ou alcançar o) espaço de trabalho da IMM). Se um dispositivo de segurança precisar realizar a parada de segurança do robô e da IMM, conecte-o à IMM.
2. Se uma terceira máquina for conectado ao robô por meio de uma entrada de "parada de emergência externa" na caixa de controle [EEA-EEB], **somente** o robô terá uma parada de emergência se um botão de parada de emergência for pressionado na terceira máquina, **não** na IMM!
3. Sempre verifique a funcionalidade de todas as funções relacionadas à segurança. Procure no manual tanto do robô quanto da IMM os requisitos de função de segurança.

17.2 Conectando uma cortina de luz de proteção da MAF

O sinal da MAF [A3-C3] no cabo EUROMAP 67 permite a eficaz movimentação do molde. Deve-se tomar cuidado para evitar que o molde se feche quando o robô estiver dentro da máquina.

A interface EUROMAP 67 é fornecida sem uma cortina de luz de proteção da MAF. Isso significa que um erro no programa do robô pode fazer com que o molde da IMM se feche e esmague o robô. No entanto, é possível conectar uma proteção

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

de luz conforme mostrado abaixo para evitar esses acidentes. Uma cortina de luz Categoria[1] 1 pode ser adquirida por algumas centenas de dólares (por exemplo, a "*PSEN op 2H-s/1*" da Pilz).

CUIDADO:
Se você não instalar uma cortina de luz, o robô e o molde poderão ser danificados.

17.3 Como montar o robô e a ferramenta

Antes de construir uma ferramenta e uma superfície de montagem, o integrador deve considerar como a articulação 4 (pulso 2) será orientada durante a coleta e a colocação. As articulações 1, 2 e 3 têm eixos paralelos e se a articulação 4 orientar a articulação 5 para a esquerda ou para a direita, então, a articulação 5 ficará paralela aos outros três eixos, o que formará uma singularidade. Geralmente, é uma boa ideia colocar o robô em um ângulo de 45 graus ou montar uma ferramenta em que a superfície do flange da ferramenta do robô aponte para baixo ao pinçar os itens da superfície vertical de moldagem.

17.4 Como usar o robô sem uma IMM

Para operar o robô sem uma IMM, um plugue de desvio deve ser usado para fechar os sinais de emergência e de segurança. A única alternativa é desinstalar de forma permanente a interface, conforme descrito em 19.1.

PERIGO:
Nunca use o plugue by-pass quando o robô estiver instalado junto a uma IMM.

17.5 Conversão de EUROMAP 12 para EUROMAP 67

Para fazer a interface de uma IMM com a interface EUROMAP 12, deve-se usar um adaptador E12 - E67. Diversos adaptadores, de diferentes fabricantes, estão disponíveis no mercado. Infelizmente, a maioria dos adaptadores é desenvolvida para

[1] De acordo com a ISO 13849-1, consulte o Glossário para obter mais detalhes.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

robôs ou IMMs específicos, considerando opções específicas de design. Isso significa que alguns adaptadores **não** conectarão o robô UR e sua IMM corretamente. Recomenda-se ler tanto o padrão EUROMAP 12 quanto o padrão EUROMAP 67 sempre que um adaptador for usado ou desenvolvido.

Uma lista de erros comuns é mostrada abaixo:

1. Você mediu 24V entre A9 e C9?
   - A IMM deve fornecer 24V para permitir os sinais de E/S.
   - Se o robô e a IMM apresentarem negativos/0V comuns, então os 24V do robô podem ser usados conectando A9 a ZA9 e C9 a ZC9. Os 24V da IMM frequentemente estão presentes no EUROMAP de 12 de 32 pinos.
2. O adaptador está alternando **ambos** os canais de emergência do robô e **ambos** os canais dos dispositivos de segurança do robô?
   - Isso é geralmente realizado usando 4 relés.

PERIGO:
Verifique se o conversor E12 - E67 está conforme os padrões EUROMAP 67 e EUROMAP 12 e que as funções de segurança sejam elaboradas com o nível de desempenho correto. O não cumprimento deste aviso pode resultar em ferimentos graves ou morte, dado que a função de parada de segurança poderia ser substituída.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

18 GUI

As próximas subseções descrevem como a interface euromap é controlada a partir da GUI, como verificar os sinais para a IMM e a partir dela, como a fácil programação é realizada com estruturas e como coisas mais avançadas podem ser realizadas usando os sinais diretamente.

No entanto, é altamente recomendável usar o modelo do programa EUROMAP 67 em vez de criar um programa desde o início, veja abaixo.

18.1 Modelo do programa EUROMAP 67

Após instalar a interface EUROMAP 67, um botão extra aparece, fornecendo acesso ao modelo do programa EUROMAP 67.

Ao selecionar o modelo do programa EUROMAP 67, a tela do programa aparecerá com o modelo carregado. A estrutura do modelo, então, estará visível do lado esquerdo da tela.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

O modelo do programa EUROMAP 67 é preparado para executar interação simples com uma IMM. Ao especificar somente alguns pontos de rota e um par de ações de E/S, o robô está pronto para lidar com os objetos feitos pela IMM. Os pontos de rota são:

- **WP_posição_inicial**: O ponto de partida do robô para o procedimento.
- **WP_esperar_pelo_item**: O ponto de rota no qual o robô será colocado enquanto aguarda que um item fique pronto da IMM.
- **WP_pegar_item**: O ponto de rota no qual o robô irá pegar o item da (dentro) da IMM.
- **WP_soltar_item**: O ponto de rota no qual o robô irá soltar o item que acaba de pegar da IMM.

Os dois nós de *Ação* são destinados a controlar uma ferramenta capaz de agarrar e segurar os itens da IMM e, em seguida, liberar e soltar os mesmos quando fora da IMM.

Agora o procedimento fará o ciclo pelas etapas de forma contínua, removendo itens novos criados da IMM. Obviamente, o nó de *Loop* deve ser customizado, de forma que o robô execute esse ciclo somente quando houver itens para pegar. Além disso, ao personalizar o nó de *Movimento J*, a velocidade do movimento do robô deve ser ajustada para se encaixar ao tempo do ciclo da IMM e, se necessário, ao nível de fragilidade dos itens. Por fim, cada estrutura EUROMAP 67 pode ser personalizada para se ajustar ao procedimento específico da IMM.

18.2 Visão geral de E/S e resolução de problemas

A visão geral de E/S do EUROMAP 67 encontra-se na guia de E/S.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Há quatro quadros nessa tela, que são descritos separadamente abaixo. Comum a todos são as duas colunas, *Robô* e *Máquina*, que, respectivamente, mostram botões para controlar sinais de saída e indicadores para mostrar o estado dos sinais de entrada.

O estado (normal) dos sinais na inicialização é de estarem todos baixos, exceto os sinais de *24V* e a saída *Modo Automático* do robô, que é ativa baixa e, portanto, definida por padrão como alta.

Se um sinal não fizer parte de uma estrutura do programa, mas for projetado para ser usado em um programa do robô, isso é possível usando-se, por exemplo, os nós *Ação* e *Aguardar*.

NOTA:
O "Modo automático" do robô para a IMM é ativo baixo. O botão reflete o nível físico e, portanto, o "Modo automático" é **ativado** quando o botão **não** é ativado.

NOTA:
Os botões para controlar sinais de saída estão, por padrão, disponíveis somente no modo de programação do robô. Isso pode, no entanto, ser configurado conforme desejado na guia *Configuração de E/S* localizada na tela *Instalação*.

18.2.1 Controle

Os sinais relacionados ao controle da interação entre o robô e a IMM são mostrados aqui. Esses sinais são todos usados pelas estruturas do programa, onde foram

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

reunidos de maneiras apropriadas e seguras.

18.2.2 Dependente do fabricante

Esses são sinais que podem ter usos específicos de acordo com o fabricante da IMM. O robô não depende de especificidades desses sinais e eles podem ser usados conforme necessário.

18.2.3 Segurança

Na coluna do robô, os indicadores *Parada de Emergência* e *Área de Moldagem Livre (Elétrico)* não podem ser controlados a partir dessa tela. Eles simplesmente indicam se o robô é parado por emergência e se a saída da MAF está definida alta. A saída da MAF é definida alta sob a condição de que o sinal de supervisão elétrica da área de moldagem (possível com o uso da cortina de luz de proteção, conforme explicado acima) e o sinal da MAF do software estejam ambos altos. O sinal da MAF do software pode ser controlado pelo respectivo botão. O sinal da parada de emergência da máquina indica se a IMM é parada por emergência. A entrada *Abertura de Proteção* mostra o estado dos sinais dos "Dispositivos de segurança" especificados no padrão EUROMAP 67.

18.2.4 Status

O modo de operação do robô e a IMM podem ser controlados/visualizados (esses sinais também são usados nas estruturas do programa). As barras que mostram o consumo de tensão e de corrente representam os valores entregues à IMM e, possivelmente, uma proteção de luz pelo módulo EUROMAP 67.

18.3 Funcionalidade da estrutura do programa

Há sete estruturas do programa que podem ser selecionadas na guia *Estrutura* na tela do programa. Estas estruturas estarão disponíveis após a interface EUROMAP 67 ter sido devidamente instalada (conforme explicado em 19). Um exemplo de seu uso pode ser visto no modelo do programa EUROMAP 67.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

As estruturas são todas feitas para obter uma interação apropriada e segura com a IMM e, portanto, todas elas incluem testes para garantir que determinados sinais estejam definidos corretamente. Além disso, elas podem definir mais de uma saída para ativar somente uma ação.

Quando uma estrutura do programa é inserida em um programa do robô, ela pode ser personalizada selecionando a estrutura no programa e, em seguida, clicando na guia *Comando*. Todas as estruturas do programa consistem em diversas etapas. A maioria das etapas é ativada por padrão e algumas não podem ser desativadas porque são essenciais para a intenção da estrutura. As etapas de *Teste* fazem o programa parar se a condição de teste não for atendida. O estado das entradas e das saídas são testáveis. As etapas de *Definir saída* definem uma saída especificada para alta ou baixa. As etapas de *Aguardar até* são geralmente usadas para aguardar até um movimento ter sido concluído antes de continuar com as etapas adicionais e seguir os nós do programa.

18.3.1 Verificação de Partida

Destinada a ser usada uma vez no início de um programa do robô para assegurar que o robô e a máquina estejam configurados corretamente antes que a moldagem seja iniciada. Use as caixas de seleção para ativar/desativar etapas individuais.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

18.3.2 Livre para Moldar

Usada para sinalizar para a IMM que pode iniciar uma operação de moldagem. Quando esse sinal for ativado, o robô **deve** ser colocado fora da IMM. Use as caixas de seleção para ativar/desativar etapas individuais.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

CUIDADO:
Quando este sinal é ativado, o robô deve estar fora do molde, de modo que o molde possa fechar-se sem tocar no robô.

18.3.3 Aguardar Item

Destinada a fazer o robô aguardar até que um item da IMM esteja pronto. Use as caixas de seleção para ativar/desativar etapas individuais.

18.3.4 Avanço do Ejetor

Permite o movimento do ejetor que remove um item do molde. Deve ser usada quando o robô estiver na posição pronto para pegar o item. Use as caixas de seleção para ativar/desativar etapas individuais.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

18.3.5 Recuo do Ejetor

Permite o movimento do ejetor para sua posição de recuo. Use as caixas de seleção para ativar/desativar etapas individuais.

18.3.6 Puxadores Centrais Inseridos

Permite o movimento dos puxadores centrais para a posição 1. Os puxadores centrais usados são selecionados no menu suspenso. Use as caixas de seleção para

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

ativar/desativar etapas individuais.

18.3.7 Puxadores Centrais Extraídos

Permite o movimento dos puxadores centrais para a posição 2. Os puxadores centrais usados são selecionados no menu suspenso. Use as caixas de seleção para ativar/desativar etapas individuais.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

18.4 Ação e aguardar E/S

Assim como as saídas digitais do robô podem ser definidas pelo nó *Ação*, os sinais de saída EUROMAP 67 também podem. Quando a interface EUROMAP 67 é instalada, os sinais aparecem nos menus onde podem ser selecionados. Além disso, como as entradas digitais do robô, os sinais de entrada EUROMAP 67 podem ser usados para controlar o comportamento do programa inserindo um nó *Aguardar* que faz o programa aguardar até uma entrada estar alta ou baixa.

Para usuários avançados, uma saída pode ser definida para o valor de uma expressão especificada. Tal expressão pode conter entradas, saídas, variáveis etc. e pode ser usada para obter funcionalidade complexa do programa. De forma semelhante, um nó *Aguardar* pode ser definido para aguardar até o valor de uma expressão ser verdadeiro. Em geral, os sinais EUROMAP 67 estarão todos disponíveis na tela de expressão, o que significa que podem ser usados em todas as circunstâncias em que uma expressão pode ser selecionada.

Para usar sinais que não fazem parte das estruturas do programa EUROMAP 67, eles devem ser definidos ou lidos "manualmente" a partir de um programa inserindo os nós *Ação*, *Aguardar* etc. Isso se aplica, por exemplo, aos sinais dependentes do fabricante e dos reservados, que podem ser todos usados, apesar de não serem mostrados na guia E/S do EUROMAP 67. Isso também significa que para usar as entradas *Rejeitar* e *Posição de Abertura Intermediária do Molde*, o programa modelo precisará ser personalizado e estendido.

Por fim, é recomendável NÃO definir o sinal *Área de Moldagem Livre* manualmente, pois isso pode causar situações de risco.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

19 Instalando e desinstalando a interface

Para atingir redundância da funcionalidade de segurança, a caixa do controlador sabe se deve esperar a presença de uma interface EUROMAP 67 ou não. Portanto, os procedimentos de instalação e de desinstalação abaixo devem ser seguidos precisamente.

Observe a orientação do cabo tipo ribbon abaixo.

CUIDADO:

1. **Não** conecte/desconecte o cabo tipo ribbon quando a caixa de controle estiver ligada.
2. A conexão do fio terra deve ser instalada quando o cabo ribbon for conectado/desconectado.
3. Nunca ligue a caixa de controle sem a conexão do fio terra.

19.1 Instalação

A interface pode ser colocada na parte inferior ou do lado esquerdo da caixa do controlador, veja as figuras abaixo e siga o procedimento. Não é permitido instalar a interface de nenhuma outra maneira.

1. Desligue a caixa do controlador.
   - A luz verde do botão de energia do teach pendant deve estar apagada.
2. Monte a interface.
   - Use 1 porca M6 para rosquear no conector terra.
   - Use 4 parafusos M4×8 mm para parafusar na interface.
   - Use 4 parafusos M4×8 mm para cobrir os buracos vazios.
   - Conecte o cabo tipo ribbon até clicar com a orientação correta.

Figura 19.1: Conexão do cabo tipo ribbon

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Figura 19.2: Posicionamentos da interface na caixa do controlador

- Use alguns fixadores para prender o cabo tipo ribbon.

3. Ligue a caixa do controlador.
   - A interface é detectada automaticamente.
   - O sistema de segurança do robô relata que o EUROMAP 67 está detectado, mas não definido na Instalação do robô. Acesse Instalação, Segurança e Diversos e marque a caixa de seleção *Euromap67*.
   - Pressione o botão *Salvar e reiniciar*.
   - A GUI é reiniciada.
   - Confirme as novas configurações de segurança.
   - Agora o EUROMAP 67 está instalado e pronto para uso.

19.2 Desinstalação

Siga o procedimento abaixo.

1. Desligue a caixa do controlador.
   - A luz verde do botão de energia do teach pendant deve estar apagada.
2. Desmonte a interface.
   - Remova o cabo tipo ribbon.
   - Remova a porca M6 do conector terra.
   - Remova todos os parafusos M4 do lado externo da caixa do controlador.
3. Ligue a caixa do controlador.
   - O sistema de segurança do robô relata que o EUROMAP 67 está definido na Instalação do robô, mas não detectado no sistema. Acesse Instalação, Segurança e Diversos e desmarque a caixa de seleção *Euromap67*.
   - Pressione o botão *Salvar e reiniciar*.
   - A GUI é reiniciada.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

- Confirme as novas configurações de segurança.
- Agora o EUROMAP 67 está desinstalado.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

20 Características elétricas

As subseções a seguir contêm informações úteis para construtores e depuradores de máquinas.

20.1 Interface da cortina de luz de proteção da MAF

Os 24V são compartilhados com os 24V [ZA9-ZC9] do cabo EUROMAP 67. No entanto, os sinais de entrada para a caixa do controlador são de tipos de corrente baixa e, portanto, a maior parte da corrente está disponível. Recomenda-se manter a carga sob 1,2A. A corrente e a tensão de 24V são mostradas na guia de E/S do EUROMAP 67.

Os dois sinais da MAF devem conectar a contatos de interruptores potencialmente livres. Os sinais da MAF são 0 V/0 mA quando o bit "Área de Moldagem Livre (Software)" estiver desativado.

Parâmetro	Mín	Tipo	Máx	Unidade
Tolerância de tensão de 24V	-15%	-	+20%	-
Corrente disponível da fonte de alimentação de 24V	-	-	2,0∗	A
Proteção de sobrecarga	-	2,2	-	A
[MAF-MAF] Tensão quando desconectado	0	12	12,5	V
[MAF-MAF] Corrente quando desconectado	0	57	70	mA
[MAF-MAF] Proteção contra conexão errada	-	400	-	mA
[MAF-MAF] Proteção contra conexão errada	-18	-	30	V

NOTA:
Os sinais de "Interface da cortina de luz de proteção da MAF" não são galvanicamente isolados da proteção da caixa do controlador.

20.2 Parada de emergência, dispositivos de segurança e sinais da MAF

Os sinais que sinalizam a parada de emergência e a MAF para a IMM são controlados por relés de segurança guiados por força em conformidade com EN 50205. Os contatos são galvanicamente isolados de todos os outros sinais e estão em conformidade com a IEC 60664-1 e a EN 60664-1, grau de poluição 2, categoria de sobretensão III.

Os sinais que sinalizam a parada de emergência e a parada de proteção (dispositivos de segurança) para o robô são conectados ao potencial da caixa do controlador.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Parâmetro	Mín	Tipo	Máx	Unidade
[C1-C2][C3-C4] Tensão	10,2	12	12,5	V
[C1-C2][C3-C4] Corrente (cada saída)	-	-	120	mA
[C1-C2][C3-C4] Proteção de corrente	-	400	-	mA
[A1-A2][A3-A4] Tensão de entrada	-30	-	30	V
[A1-A2][A3-A4] DESLIGADO garantido se	-30	-	7	V
[A1-A2][A3-A4] LIGADO garantido se	10	-	30	V
[A1-A2][A3-A4] DESLIGADO garantido se	0	-	3	mA
[A1-A2][A3-A4] Corrente LIGADA (10-30V)	7	-	14	mA
[A1-C1][A2-C2][A3-C3] Corrente CA/CC	0,01	-	6	A
[A1-C1][A2-C2][A3-C3] Tensão CC	5	-	50	V
[A1-C1][A2-C2][A3-C3] Tensão CA	5	-	250	V

20.3 Entradas digitais

As entradas digitais são implantadas como pnp e são galvanicamente conectadas à caixa do controlador. As entradas são compatíveis com todas as três entradas digitais definidas em IEC 61131-2 e EN 61131-2, o que significa que funcionarão juntas com todos os tipos de saídas digitais definidas nos mesmos padrões.

Parâmetro	Mín	Tipo	Máx	Unidade
Tensão de entrada	-30	24	30	V
Entrada DESLIGADA garantida se	-30	-	7	V
Entrada LIGADA garantida se	10	-	30	V
DESLIGADO garantido se	0	-	5	mA
Corrente LIGADA (10-30V)	6	-	10	mA

20.4 Saídas digitais

As saídas digitais são implantadas como pnp e são galvanicamente conectadas à IMM. O isolamento galvânico entre os potenciais da IMM e do robô está em conformidade com a IEC 60664-1 e a EN 60664-1, grau de poluição 2, Categoria de sobretensão II. As saídas são construídas em conformidade com todos os três tipos de entradas digitais definidas em IEC 61131-2 e EN 61131-2 e com todos os requisitos para saídas digitais dos mesmos padrões.

As saídas digitais usam algum mA dos 24V da IMM para controlar e polarizar os transistores formando relés de estado sólido.

Parâmetro	Mín	Tipo	Máx	Unidade
Corrente de origem por saída	0	-	120	mA
Queda de tensão quando LIGADO	0	0,1	1	V
Corrente com vazamento quando DESLIGADO	0	0	0,1	mA
Corrente de 24V da IMM usada	-	12	25	mA

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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 a ISO 13850 ou o 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 a ISO 13850 ou o 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 o 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 a 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 a 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 a 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 a 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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

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.

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.

Índice

Copyright © 2009–2016 da Universal Robots A/S. Todos os direitos reservados.