



MANUAL DO UTILIZADOR

HEX

Sensor de força e torque

Para os robôs da Universal Robots

Edição n.º 12

Versão 4.0.0 do suplemento OnRobot FT URCap

Setembro de 2018

Índice

1	Prefácio	6
1.1	Público-alvo.....	6
1.2	Utilização prevista.....	6
1.3	Aviso de segurança importante.....	6
1.4	Símbolos de aviso	6
1.5	Convenções tipográficas.....	7
2	Introdução	8
2.1	Âmbito da entrega	8
2.1.1	OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1).....	8
2.1.2	OnRobot UR Kit (v2)	8
2.2	Descrição do sensor	9
2.2.1	HEX-E v1 e HEX-H v1	9
2.2.2	HEX-E v2 e HEX-H v2	10
2.3	Montagem	11
2.3.1	HEX-E v1 e HEX-H v1	11
2.3.2	HEX-E v2 e HEX-H v2	11
2.4	Ligações dos cabos	12
2.5	Compatibilidade com o UR.....	13
2.6	Instalação do suplemento URCap	13
2.7	Configuração do suplemento URCap	15
3	Utilizar o suplemento URCap	18
3.1	Variáveis de feedback da OnRobot	18
3.1.1	Efeitos da posição do TCP.....	21
3.2	Barra de ferramentas da função Hand Guide da OnRobot	22
3.3	Comandos do suplemento OnRobot URCap.....	24
3.3.1	F/T Centro.....	24
3.3.2	F/T Controlo.....	26
3.3.3	F/T Empilhar.....	30

3.3.4	F/T Fixar e rodar.....	34
3.3.5	F/T Proteger.....	37
3.3.6	F/T Inserir caixa.....	39
3.3.7	F/T Inserir peça	41
3.3.8	F/T Mover.....	43
3.3.9	F/T Caminho.....	46
3.3.10	F/T Procurar.....	48
3.3.11	F/T Ponto de passagem.....	50
3.3.12	F/T Zero	52
3.3.13	F/T Definir carga.....	53
3.4	Exemplos de aplicação.....	54
3.4.1	Detecção de colisões.....	54
3.4.2	Detecção do ponto central.....	54
3.4.3	Polimento e lixamento	54
3.4.4	Paletizar.....	55
3.4.5	Inserção de pinos	56
3.4.6	Inserção de caixas	56
3.4.7	Fixar e rodar.....	56
4	Glossário de termos.....	57
5	Lista de siglas	58
6	Anexo	59
6.1	Alterar o IP da Compute Box	59
6.2	Actualizar o software na Compute Box.....	60
6.3	Desinstalação de software	60
6.4	Valores de retorno	61
6.4.1	Valores de retorno do comando F/T Centro	61
6.4.2	Valores de retorno do comando F/T Fixar e rodar.....	61
6.4.3	Valores de retorno do comando F/T Inserir caixa.....	61
6.4.4	Valores de retorno do comando F/T Inserir peça.....	62
6.4.5	Valores de retorno do comando F/T Mover.....	62

6.4.6	Valores de retorno do comando F/T Procurar	63
6.4.7	Valores de retorno do comando F/T Empilhar	63
6.5	Resolução de problemas.....	65
6.5.1	Erro de configuração do suplemento URCap	65
6.5.2	Demasiado perto da singularidade.....	68
6.5.3	Sinal de aviso na barra da função Hand Guide.....	68
6.5.4	"socket_read_binary_integer: limite de tempo"	68
6.5.5	"A abertura do vectorStream da cavidade não foi bem-sucedida."	68
6.5.6	A reprodução do caminho é mais lenta do que o esperado	69
6.5.7	"Número de erro: -2" ao guardar o caminho	70
6.5.8	"Número de erro: -3" ao guardar o caminho	70
6.5.9	"Tipo de sensor desconhecido"	70
6.5.10	"O sensor não está a responder."	71
6.6	Declarations and Certificates	72
6.7	Edições.....	75

Copyright © 2017-2018 OnRobot A/S. Todos os direitos reservados. É proibido reproduzir esta publicação, quer em parte, quer na totalidade, independentemente da respectiva forma ou meio, sem a autorização prévia por escrito da OnRobot A/S.

Tanto quanto é do nosso conhecimento, as informações fornecidas no presente documento estão correctas à data da respectiva publicação. Poderão existir diferenças entre o presente documento e o produto se este último tiver sido modificado após a data de edição.

A OnRobot A/S. não assume qualquer responsabilidade por quaisquer erros ou omissões no presente documento. A OnRobot A/S. não será responsável, em nenhuma circunstância, por perdas ou danos pessoais ou materiais resultantes da utilização do presente documento.

As informações constantes no presente documento estão sujeitas a alteração sem aviso prévio. Pode encontrar a versão mais recente na nossa página da Web, em <https://onrobot.com/>.

O idioma original desta publicação é o inglês. Quaisquer outros idiomas disponibilizados foram traduzidos do inglês.

Todas as marcas comerciais pertencem aos respectivos proprietários. As indicações (R) e TM estão omitidas.

1 Prefácio

1.1 Público-alvo

O presente documento destina-se a integradores que concebem e instalam aplicações completas com robôs. O pessoal que trabalha com o sensor deve ter as seguintes competências:

1. Conhecimentos básicos de sistemas mecânicos
2. Conhecimentos básicos de sistemas electrónicos e eléctricos
3. Conhecimentos básicos sobre o sistema do robô

1.2 Utilização prevista

O sensor foi concebido para medir forças e torques ao ser instalado na extremidade actuadora de um robô. O sensor pode ser utilizado dentro do intervalo de medição especificado. A utilização do sensor fora deste intervalo é considerada uma utilização indevida. A OnRobot não é responsável por quaisquer danos ou ferimentos resultantes de uma utilização indevida.

1.3 Aviso de segurança importante

O sensor constitui *maquinaria parcialmente concluída*, sendo necessária uma avaliação de risco relativamente a cada aplicação na qual o sensor seja utilizado. É importante que sejam seguidas todas as instruções de segurança fornecidas na presente documentação. As instruções de segurança limitam-se ao sensor e não abrangem as precauções de segurança de uma aplicação completa.

A aplicação completa deve ser concebida e instalada em conformidade com os requisitos de segurança especificados nas normas e nos regulamentos do país onde a mesma for instalada.

1.4 Símbolos de aviso



PERIGO:

Este símbolo indica uma situação muito perigosa que, se não for evitada, pode resultar em ferimentos ou morte.



ATENÇÃO:

Este símbolo indica uma situação eléctrica potencialmente perigosa que, se não for evitada, pode resultar em ferimentos ou danos no equipamento.



ATENÇÃO:

Este símbolo indica uma situação potencialmente perigosa que, se não for evitada, pode resultar em ferimentos ou danos graves no equipamento.



AVISO:

Este símbolo indica uma situação que, se não for evitada, pode resultar em danos no equipamento.



NOTA:

Este símbolo indica informações adicionais, tais como dicas ou recomendações.

1.5 Convenções tipográficas

São utilizadas no presente documento as convenções tipográficas indicadas em seguida.

Tabela n.º 1 - Convenções

Texto com o tipo de letra Courier	Caminhos e nomes de ficheiros, código, introduções do utilizador e resultados do computador.
<i>Texto em itálico</i>	Citações e referências a imagens.
Texto a negrito	Elementos da IU, incluindo o texto apresentado nos botões e nas opções dos menus.
Texto azul a negrito	Ligações externas ou referências cruzadas internas.
<parênteses angulares>	Nomes de variáveis que devem ser substituídos por cadeias ou valores reais.
1. Listas numeradas	Passos de um procedimento.
A. Listas alfabéticas	Descrições das referências às imagens.

2 Introdução

2.1 Âmbito da entrega

No Universal Robots OnRobot HEX Sensor Kit, irá encontrar tudo o que é necessário para ligar o sensor de força/torque da OnRobot ao seu robô da UR.

Existem duas versões do OnRobot Universal Robots (UR) Kit, dependendo da versão do hardware do sensor.

2.1.1 OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1)

O conteúdo do OnRobot (OptoForce) UR Kit v1 consiste no seguinte:

- sensor de força/torque de 6 eixos da OnRobot (OptoForce) (variante HEX-E v1 ou HEX-H v1)
- OnRobot (OptoForce) Compute Box
- pen USB da OnRobot (OptoForce)
- adaptador A
- protecção contra sobrecarga
- cabo do sensor (M8 de 4 pinos - M8 de 4 pinos, 5 m)
- cabo de alimentação da Compute Box (M8 de 3 pinos - sem conector)
- fonte de alimentação da Compute Box
- cabo UTP (RJ45 - RJ45)
- cabo USB (Mini-B - Tipo A)
- bucim PG16
- saco de plástico, contendo:
 4. suporte do cabo
 5. 2 parafusos M6x30
 6. 10 parafusos M6x8
 7. 9 parafusos M5x8
 8. 7 parafusos M4x8
 9. 2 parafusos M4x12
 10. 8 anilhas M4

2.1.2 OnRobot UR Kit (v2)

O conteúdo do OnRobot UR Kit v2 consiste no seguinte:

11. sensor de força/torque de 6 eixos da OnRobot (variante HEX-E v2 ou HEX-H v2)
12. OnRobot Compute Box

13. pen USB da OnRobot
14. adaptador A2
15. cabo do sensor (M8 de 4 pinos - M8 de 4 pinos, 5 m)
16. cabo de alimentação da Compute Box (M8 de 3 pinos - sem conector)
17. fonte de alimentação da Compute Box
18. cabo UTP (RJ45 - RJ45)
19. bucim PG16
20. saco de plástico, contendo:
21. suporte do cabo, com parafuso integrado
22. 6 parafusos Torx M6x8
23. 9 parafusos Torx M5x8
24. 7 parafusos Torx M4x6
25. 6 anilhas M6
26. 9 anilhas M5

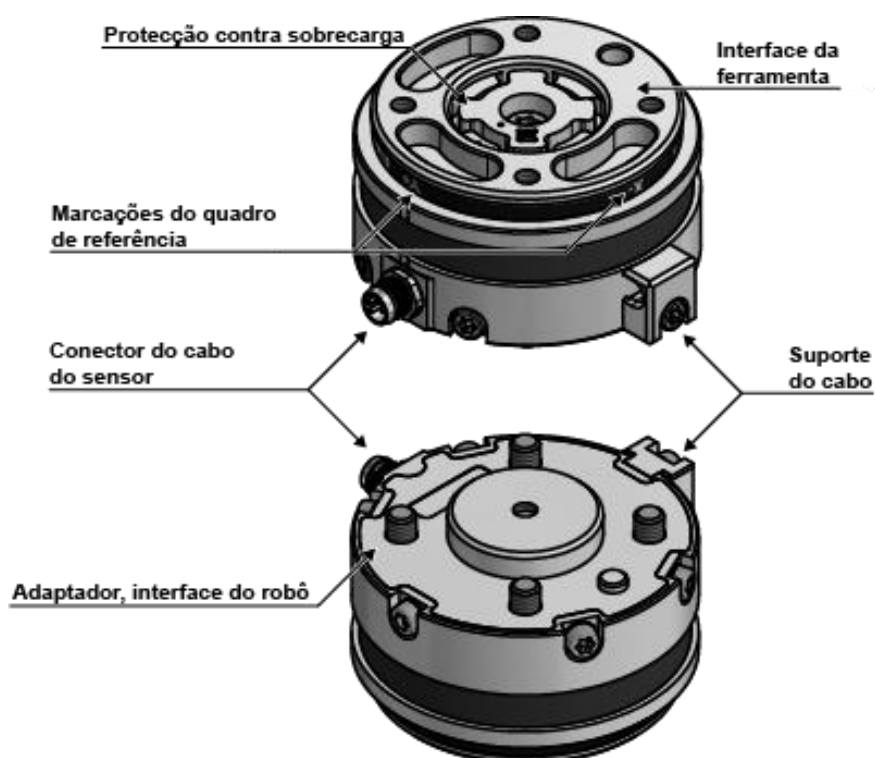
**NOTA:**

A partir de meados de Setembro de 2018, o cabo USB (Mini-B - Tipo A) deixará de ser fornecido no OnRobot UR Kit v2, mas poderá ser adquirido em separado, caso seja necessário.

2.2 Descrição do sensor

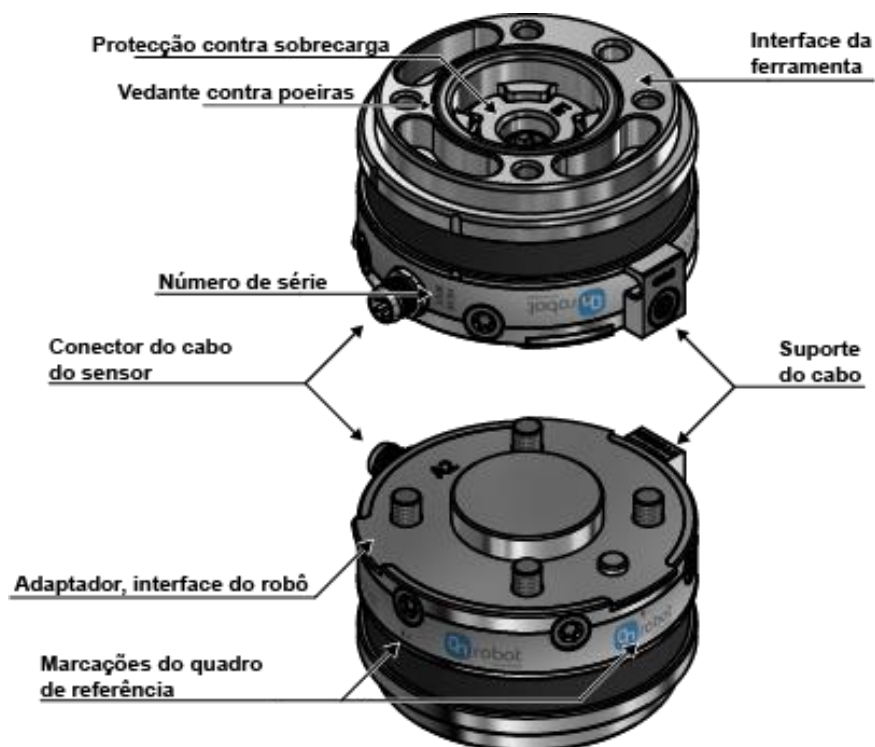
2.2.1 HEX-E v1 e HEX-H v1

O sensor consiste num corpo do sensor, num adaptador e numa protecção contra sobrecarga. O conector do cabo do sensor, o suporte do cabo e as marcações do quadro de referência encontram-se no corpo do sensor. A ferramenta é fixada ao corpo do sensor directamente, através da interface da ferramenta. O sensor é fixado à flange da ferramenta do robô através do adaptador.



2.2.2 HEX-E v2 e HEX-H v2

O sensor consiste num corpo do sensor, num adaptador e numa protecção contra sobrecarga. O conector do cabo do sensor, o suporte do cabo, o vedante contra poeiras, o número de série e as marcações do quadro de referência encontram-se no corpo do sensor. A ferramenta é fixada ao corpo do sensor directamente, através da interface da ferramenta. O sensor é fixado à flange da ferramenta do robô através do adaptador.



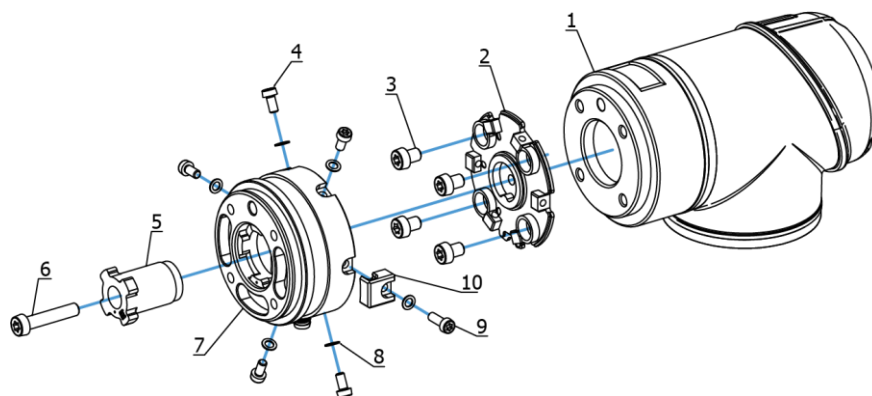
2.3 Montagem

Utilize apenas os parafusos fornecidos com o sensor. A utilização de parafusos mais compridos poderá danificar o sensor ou o robô.

2.3.1 HEX-E v1 e HEX-H v1

Para montar o sensor, siga este procedimento:

1. Fixe o adaptador A ao robô com quatro parafusos M6x8. Utilize um torque de aperto de 6 N·m.
2. Fixe o sensor ao adaptador com cinco parafusos M4x8 e anilhas M4. Utilize um torque de aperto de 1,5 N·m.
3. Fixe o cabo ao sensor com o suporte do cabo através de um parafuso M4x12 e uma anilha M4. Utilize um torque de aperto de 1,5 N·m.
4. Fixe a protecção ao sensor com um parafuso M6x30. Utilize um torque de aperto de 6 N·m.



Legenda: 1 – Flange da ferramenta do robô, 2 – Adaptador A, 3 – Parafusos M6x8, 4 – Parafusos M4x8, 5 – Protecção contra sobrecarga, 6 – Parafuso M6x30, 7 – Sensor, 8 – Anilha M4, 9 – Parafuso M4x12, 10 – Suporte do cabo

5. Fixe a ferramenta ao sensor de acordo com as instruções do fabricante da ferramenta.



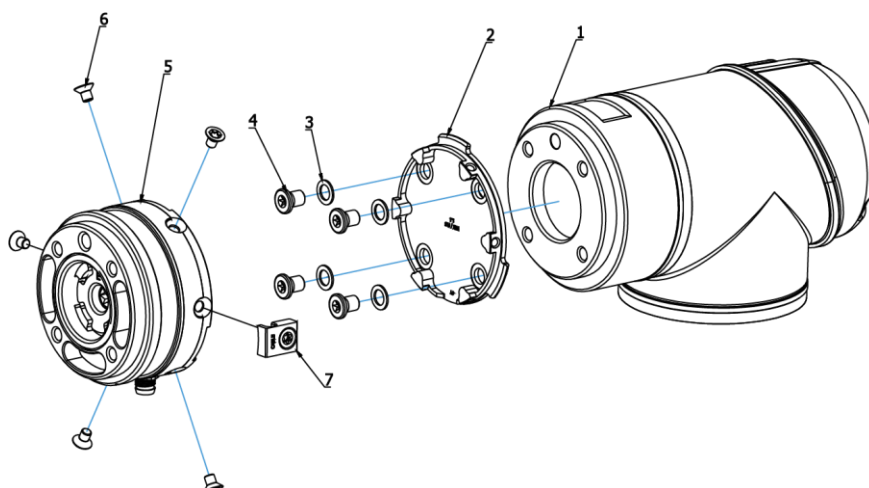
A protecção contra sobrecarga não fica totalmente funcional se a ferramenta não for fixa ao sensor através de uma superfície plana.

2.3.2 HEX-E v2 e HEX-H v2

Para montar o sensor, siga este procedimento:

27. Fixe o adaptador A2 ao robô com quatro parafusos Torx M6x8 e anilhas M6. Utilize um torque de aperto de 6 N·m.
28. Fixe o sensor ao adaptador com cinco parafusos M4x6. Utilize um torque de aperto de 1,5 N·m.

29. Fixe o cabo ao sensor com o suporte do cabo através de um parafuso M4x12. Utilize um torque de aperto de 1,5 N·m.



Legenda: 1 – Flange da ferramenta do robô, 2 – Adaptador A2, 3 – Anilha M6, 4 – Parafusos Torx M6x8, 5 – Sensor, 6 – Parafusos Torx M4x6, 7 – Suporte do cabo

30. Fixe a ferramenta ao sensor de acordo com as instruções do fabricante da ferramenta.



NOTA:

A protecção contra sobrecarga não fica totalmente funcional se a ferramenta não for fixa ao sensor através de uma interface em conformidade com a norma ISO 9409-1-50-4-M6.

2.4 Ligações dos cabos

Para ligar o sensor, siga este procedimento:

1. Ligue o cabo M8 de 4 pinos (5 m de comprimento) ao sensor. Certifique-se de que os orifícios do cabo estão alinhados com os pinos do conector no sensor.



NOTA:

Não rode o cabo. Rode apenas o bloqueio do conector.

2. Fixe o cabo ao robô com abraçadeiras.



NOTA:

Certifique-se de que fica disponível uma folga suficiente do cabo nas juntas para permitir o respectivo dobramento.

3. Coloque a Compute Box perto ou dentro do quadro de controlo do robô da UR e ligue o cabo do sensor M8 de 4 pinos. O buçim fornecido pode ser utilizado para conduzir o cabo para dentro do quadro de controlo do UR.
4. Ligue a interface Ethernet da Compute Box à interface Ethernet do controlador do UR através do cabo UTP fornecido.
5. Utilize o cabo M8 de 3 pinos (1 m de comprimento) para alimentar a Compute Box a partir da caixa de controlo do UR. Ligue o cabo castanho ao terminal "24 V" e o cabo preto ao terminal "0 V".

Alimentação		Entradas configuráveis				Saídas configuráveis			
PWR	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
GND	■	CI0	■	CI4	■	CO0	■	CO4	■
24V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
0V	■	CI1	■	CI5	■	CO1	■	CO5	■
		24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
		CI2	■	CI6	■	CO2	■	CO6	■
		24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
		CI3	■	CI7	■	CO3	■	CO7	■

Para obter mais informações, consulte a documentação do UR.

6. Aplique as definições de rede correctas à Compute Box e ao robô da UR. O endereço de IP predefinido da Compute Box é 192.168.1.1. Para o alterar, consulte [Alterar o IP da Compute Box](#).

2.5 Compatibilidade com o UR

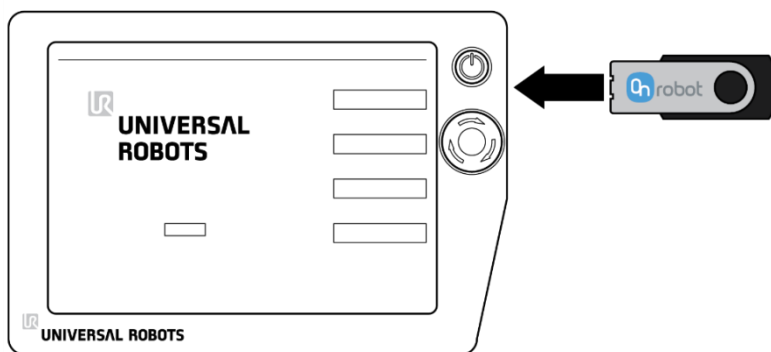
Certifique-se de que o controlador do robô tem, pelo menos, a versão 3.5 do PolyScope (e não tem uma versão superior à 3.7).

Por vezes, a opção "Guardar" não é apresentada correctamente na versão 3.7 do PolyScope. Este é um erro conhecido. Neste caso, utilize a opção "Guardar como" como uma alternativa.

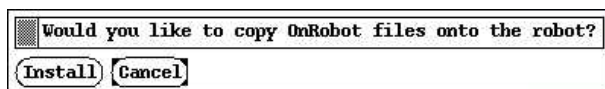
2.6 Instalação do suplemento URCap

Para carregar os exemplos da OnRobot e instalar o suplemento URCap da mesma, siga este procedimento:

1. Insira a pen USB da OnRobot na ranhura USB do lado direito do Acessório de aprendizagem.

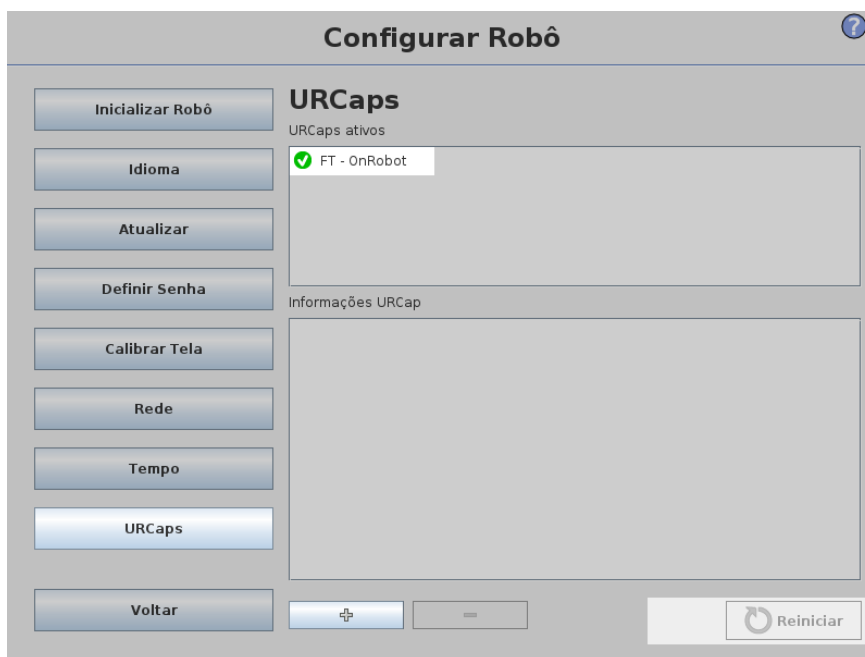


2. É apresentada uma janela de diálogo solicitando a sua autorização para continuar a copiar os exemplos da OnRobot e o ficheiro do suplemento URCap para a pasta `programs/OnRobot_UR_Programs`.



Toque em **Install** para continuar.

3. Seccione a opção **Configurar Robô** no menu principal e, em seguida, a opção **Configuração URCaps**.
4. Toque no sinal de **+** para procurar o ficheiro do suplemento OnRobot URCap acabado de ser copiado. Encontra-lo-á na pasta `programs/OnRobot_UR_Programs`. Toque em **Abrir**.
5. Em seguida, o sistema necessita de ser reiniciado para as alterações serem implementadas. Toque no botão **Reiniciar** e, em seguida, aguarde que o sistema seja reiniciado.



6. Inicialize o robô.

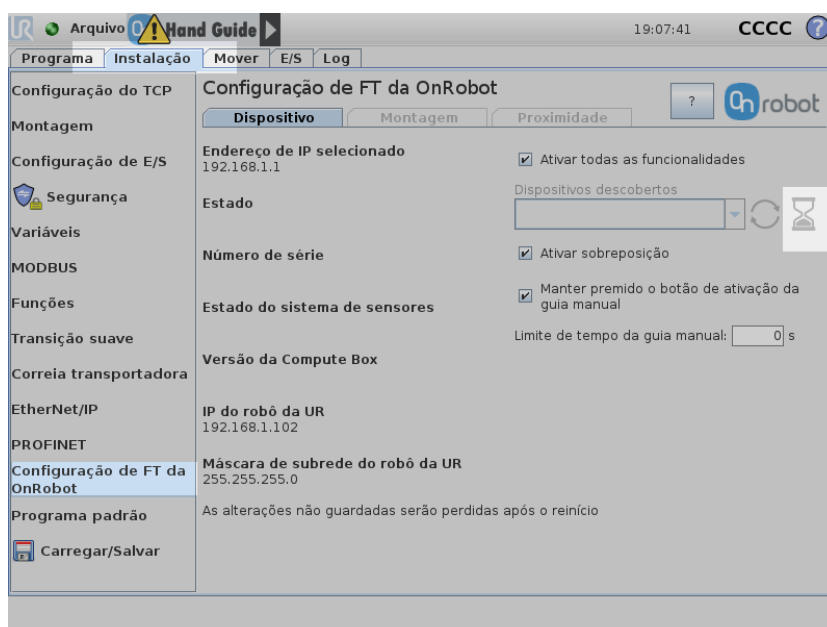
**NOTA:**


Para obter mais informações sobre a instalação do suplemento URCap, consulte a documentação do UR.

Continue com a [Configuração do suplemento URCap](#).

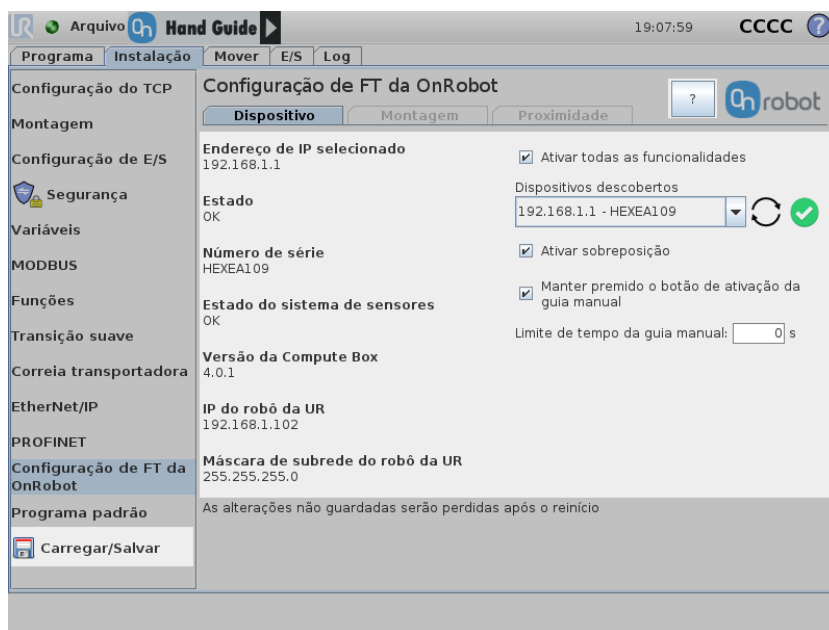
2.7 Configuração do suplemento URCap


Selecione o separador **Instalação** e, em seguida, selecione **Configuração de FT da OnRobot**. É apresentado o seguinte ecrã:




Aguarde alguns segundos enquanto o software está a descobrir automaticamente o sensor da OnRobot disponível. O ícone da ampulheta  indica que a descoberta ainda está em curso.

Quando a mesma for concluída, o primeiro dispositivo encontrado será seleccionado e testado automaticamente, sendo então apresentado o seguinte ecrã:




O ícone de OK  mostra que o dispositivo foi encontrado e o teste automático foi bem-sucedido, pelo que o dispositivo está pronto para ser utilizado.

Se não tiver sido encontrado nenhum dispositivo ou tiver ocorrido um erro durante o teste automático, é apresentado um ícone de erro . Para resolver quaisquer problemas, consulte [Erro de configuração do suplemento URCap](#).



NOTA:

A descoberta pode ser reiniciada manualmente tocando no ícone de actualização .

Se estiverem disponíveis vários dispositivos, o dispositivo pré-seleccionado pode ser alterado utilizando o menu pendente **Dispositivos descobertos**.

O estado e as informações básicas do dispositivo ligado são mostrados à esquerda:

Endereço de IP seleccionado - Este campo mostra o endereço de IP do dispositivo seleccionado. Utilizando as predefinições de fábrica na Compute Box, o valor será 192.168.1.1.

Estado - Este campo mostra a indicação OK ou uma mensagem de erro (no caso de uma anomalia).

Número de série - O número de série do dispositivo da OnRobot.

Estado do sistema de sensores - Este campo mostra a indicação OK ou uma mensagem de erro (no caso de uma anomalia).

Versão da Compute Box - A versão do software da Compute Box. Esta versão deve ser igual à do suplemento URCap. Se for diferente, atualize a Compute Box.

São apresentadas as definições de rede actuais do robô da UR para ajudar a resolver problemas no caso de ocorrer um erro:

IP do robô da UR - Este campo mostra o endereço de IP actual do robô. Utilizando as predefinições de fábrica na Compute Box, o valor deverá ser 192.168.1.x.

Máscara de subrede do robô da UR - A máscara de subrede actual do robô. Utilizando as predefinições de fábrica na Compute Box, o valor deverá ser 255.255.255.0.

As definições da Guia manual encontram-se no canto inferior esquerdo:

Caixa de selecção **Manter premido o botão de ativação da guia manual** - Se esta caixa estiver seleccionada (valor predefinido), o botão de activação da guia manual necessita de ser premido continuamente durante a orientação manual. Se não estiver seleccionada, a orientação manual poderá ser iniciada tocando no botão de activação e interrompida tocando novamente no mesmo.

Limite de tempo da guia manual - Após o limite de tempo definido (em segundos), a orientação manual será interrompida automaticamente. O valor predefinido é 0, representando um limite de tempo infinito.



NOTA:

Após configurar o dispositivo, as alterações necessitam de ser guardadas com o botão Carregar/Salvar para serem implementadas na instalação actual.

Para aceder à ajuda incorporada, toque no ícone do ponto de interrogação .

3 Utilizar o suplemento URCap

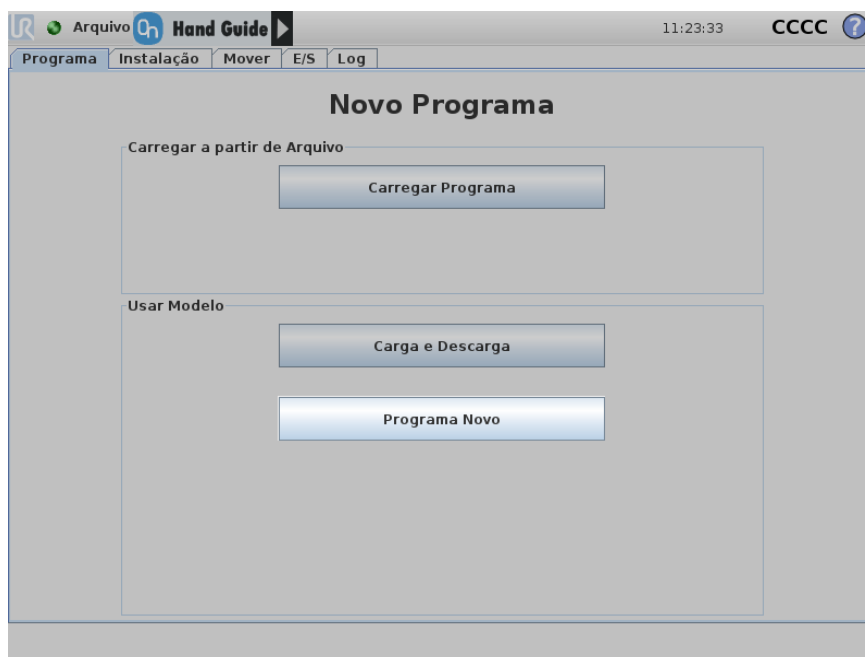
3.1 Variáveis de feedback da OnRobot

Nesta secção, são demonstradas algumas funcionalidades simples através de um programa de exemplo. O programa mostra como obter dados do sensor da OnRobot e colocar a zero os valores de Força/Torque do sensor.

1. Clique em Programar Robô.

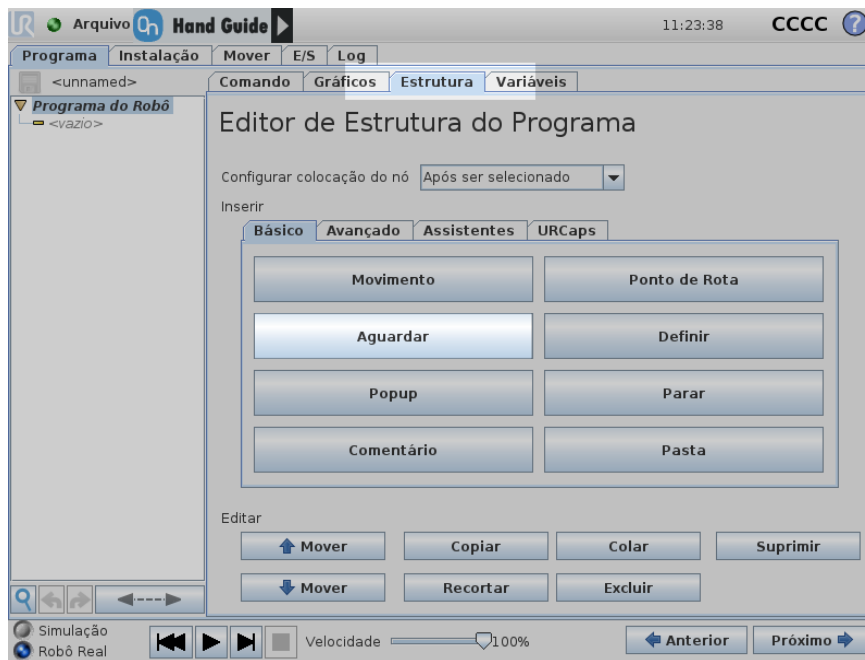


2. Clique em Programa Novo.

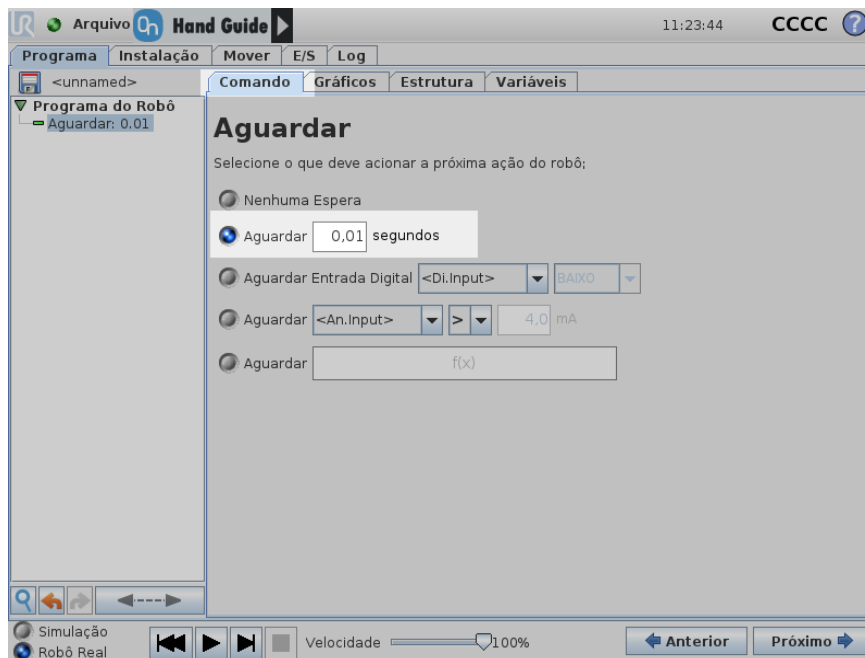


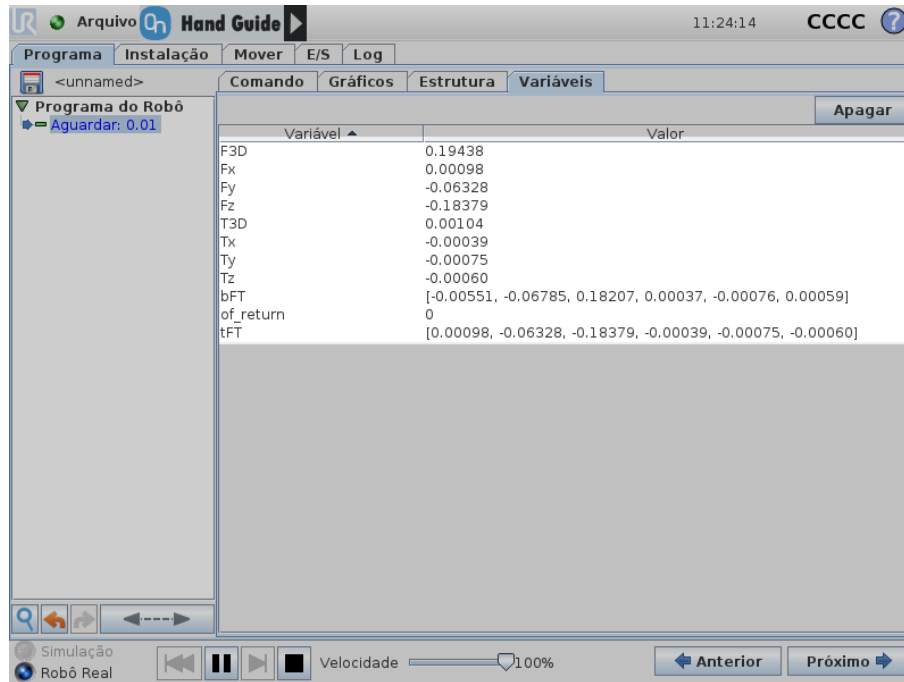
3. Selecione o separador **Estrutura**.

Prima o botão **Aguardar** para evitar um ciclo infinito no programa.



4. Selecione o comando **Aguardar** na estrutura do programa.
5. Selecione o separador **Comando**.
6. Defina o valor da opção **Aguardar** como 0,01 segundos.
7. Prima o botão de reprodução para executar o programa.



8. Seleccione o separador **Variáveis**.

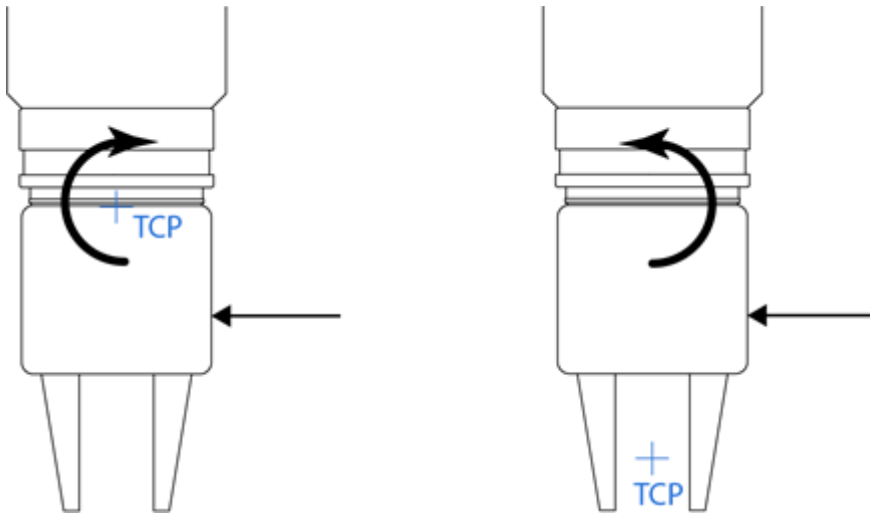
São apresentados os valores de Força e Torque. Pode utilizar estas variáveis em qualquer programa.

Estas variáveis são actualizadas automaticamente a uma taxa de, aproximadamente, 125 Hz:

- **F3D** - Extensão do vector de força a 3D; $F3D = \text{raiz quadrada } (F_x^2 + F_y^2 + F_z^2)$ (N)
- **Fx** - Vector de força na direcção X em newtons (N)
- **Fy** - Vector de força na direcção Y em newtons (N)
- **Fz** - Vector de força na direcção Z em newtons (N)
- **T3D** - Extensão do vector de torque a 3D; $T3D = \text{raiz quadrada } (T_x^2 + T_y^2 + T_z^2)$ (N·m)
- **Tx** - Torque na direcção X em newtons-metro (N·m)
- **Ty** - Torque na direcção Y em newtons-metro (N·m)
- **Tz** - Torque na direcção Z em newtons-metro (N·m)
- **bFT** - Valores de força e torque calculados com o sistema de coordenadas Base em newtons (N) e newtons-metro (N·m)
- **of_return** - A variável utilizada para guardar o resultado dos comandos da OnRobot
- **tFT** - Valores de força e torque calculados com o sistema de coordenadas do tipo Ferramenta em newtons (N) e newtons-metro (N·m)

3.1.1 Efeitos da posição do TCP

Os torques são calculados com base no ponto central da ferramenta. Ou seja, o torque exercido pelas forças medidas é calculado no ponto central da ferramenta e não na face do sensor. Veja os efeitos do posicionamento do TCP no torque medido na figura abaixo.







3.2 Barra de ferramentas da função Hand Guide da OnRobot

Após ligar o robô da UR, é apresentado o ecrã inicial do PolyScope. Após 20 segundos, se estiver activada, a Barra de ferramentas da função Hand Guide da OnRobot é apresentada no canto superior esquerdo.



NOTA:

É normal ver um sinal de aviso amarelo  **Hand Guide** durante alguns segundos no arranque. Se o mesmo não desaparecer, verifique as definições do dispositivo na [Configuração do suplemento URCap](#).

Para activar as funções da barra de ferramentas, toque em qualquer ponto da mesma. A barra de ferramentas é expandida, sendo apresentados os eixos disponíveis, o botão de activação , o botão de colocação a zero  e o botão de alinhamento com os eixos .

Para seleccionar um eixo, prima o item apropriado. No seguinte exemplo, são seleccionados os itens X e Y para restringir o movimento ao longo do eixo X e Y (planar):






NOTA:

É utilizado o sistema de coordenadas do tipo Ferramenta.



Para desactivar qualquer eixo que tenha sido seleccionado, prima o item novamente.


**NOTA:**




É possível activar ou desactivar eixos durante a orientação manual.

Para iniciar a orientação manual do robô da UR, certifique-se primeiro de que não toca na ferramenta e, em seguida, mantenha premido o botão de activação . O botão transforma-se num ícone de ampulheta  enquanto a orientação manual estiver a ser inicializada. Aguarde até que o botão de activação  fique verde e guie o robô manualmente com a ajuda do sensor de dedo da OnRobot.

**NOTA:**


Certifique-se de que não toca na ferramenta antes de a orientação manual estar activada (botão de activação  a verde). Caso contrário, o robô poderá apresentar um comportamento anormal (por exemplo, poderá mover-se sem ser exercida qualquer força externa). Neste caso, prima o botão de colocação a zero  sem tocar na ferramenta.


Certifique-se de que não utiliza o botão de colocação a zero  enquanto estiver a tocar na ferramenta.

Para interromper a orientação manual do robô da UR, solte o botão de activação . Imediatamente após a desactivação da orientação manual, o botão de activação  fica desactivado durante um segundo, apresentando um ícone de ampulheta .

**NOTA:**

Defina sempre o selector deslizante de velocidade do robô com o valor de 100% enquanto estiver a utilizar a orientação manual para obter a melhor experiência de utilização possível.

O botão de colocação a zero  destina-se a ser utilizado quando a orientação da ferramenta é alterada durante a orientação manual, de forma a neutralizar os efeitos da gravidade ou quaisquer alterações na carga do robô.

O botão de alinhamento com os eixos  roda os eixos do sistema de coordenadas da ferramenta de forma a alinhar o sistema com os eixos mais próximos do sistema de coordenadas base, ignorando as direcções negativas ou positivas. Isto permite ao utilizador definir a ferramenta para ficar direccionada exactamente na horizontal ou na vertical após a orientação manual.

3.3 Comandos do suplemento OnRobot URCap

3.3.1 F/T Centro

Mova o robô ao longo do eixo pretendido até o mesmo encontrar um obstáculo. Após a colisão, move o robô na direcção oposta até ocorrer outra colisão. Em seguida, o robô calcula o centro dos dois pontos limite e move-se para esse ponto.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando `F/T Zero` no início do comando `F/T Controlo` e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando `F/T Controlo`. Caso contrário, o comando poderá não funcionar correctamente.



Eixo - Define se será executado um movimento translacional ao longo do eixo X, Y ou Z, ou um movimento rotacional (RX, RY ou RZ). Apenas é possível seleccionar um eixo.

Distância de procura - A distância, a partir do ponto inicial, que o comando pode mover o robô (em ambas as direcções). Certifique-se de a mesma é suficientemente grande. Caso contrário, não irá encontrar o ponto central correcto.

Limites de força/torque (F_x , T_y e T_z) - Este é o limite de detecção. O eixo definido estabelece os valores de força/torque disponíveis que podem ser utilizados como um limite.

Caixa de selecção **Absoluto** - Se estiver seleccionada, será verificado o sinal do valor de força ou torque e não apenas a magnitude.



NOTA:

Apenas pode estar activa uma das opções de força/torque de cada vez. Para alterar a opção utilizada, apague a interior (elimine o conteúdo do campo) e, em seguida, defina a nova opção.

Velocidade de procura (A, B) - A velocidade de movimento ao procurar uma colisão.



NOTA:

Durante a fase de procura, a velocidade mais lenta é a mais adequada para trabalhar com contactos rígidos (tais como superfícies metálicas), de forma a evitar exercer uma força suplementar devido ao impulso do robô e da ferramenta.

Velocidade de movimento (C) - A velocidade de movimento para o ponto central após o mesmo ser calculado.

Aceleração - O parâmetro de aceleração do movimento (parâmetros partilhados entre as secções A, B e C).

Desaceleração - O parâmetro de desaceleração do movimento (parâmetros partilhados entre as secções A, B e C).

Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como `Base` ou `Ferramenta` (de acordo com os quadros de referência do UR).

Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) quando os limites definidos tiverem sido atingidos ou ultrapassados (não foi possível encontrar o ponto central). Se o ponto central for encontrado, não é apresentado nenhum aviso.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T](#).

3.3.2 F/T Controlo

O principal objectivo do comando F/T Controlo é fornecer funções fáceis de utilizar aos programadores de aplicações que pretendam desenvolver aplicações controladas por força, tais como o polimento, lixamento ou desbaste. Um grande subconjunto destas aplicações poderá requerer a manutenção de uma força/um torque constante numa direcção definida durante os movimentos.

O comando tenta manter constantes os valores de força/torque estabelecidos ao longo dos eixos definidos para ser conformes, enquanto são executados os comandos sob o comando F/T Controlo. O comando F/T Controlo não controla as forças na direcção em que a ferramenta se está a mover utilizando os comandos F/T Mover, F/T Procurar e F/T Caminho.



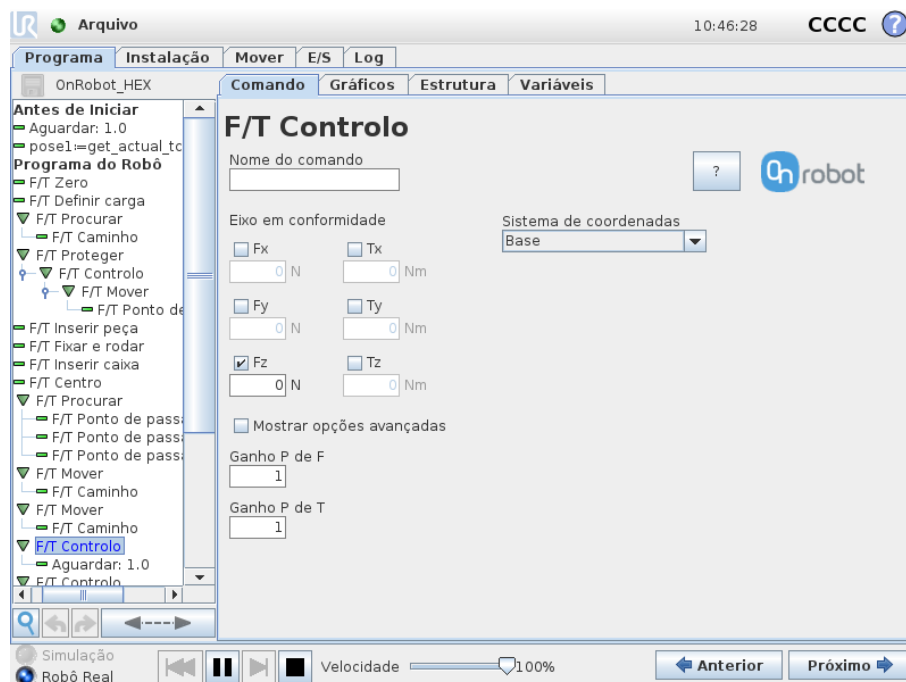
NOTA:

Os comandos Mover incorporados do UR não podem ser utilizados com o comando F/T Controlo. Para mover o robô com o controlo de força, utilize antes o comando F/T Mover ou F/T Procurar.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Controlo e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Controlo. Caso contrário, o comando poderá não funcionar correctamente.



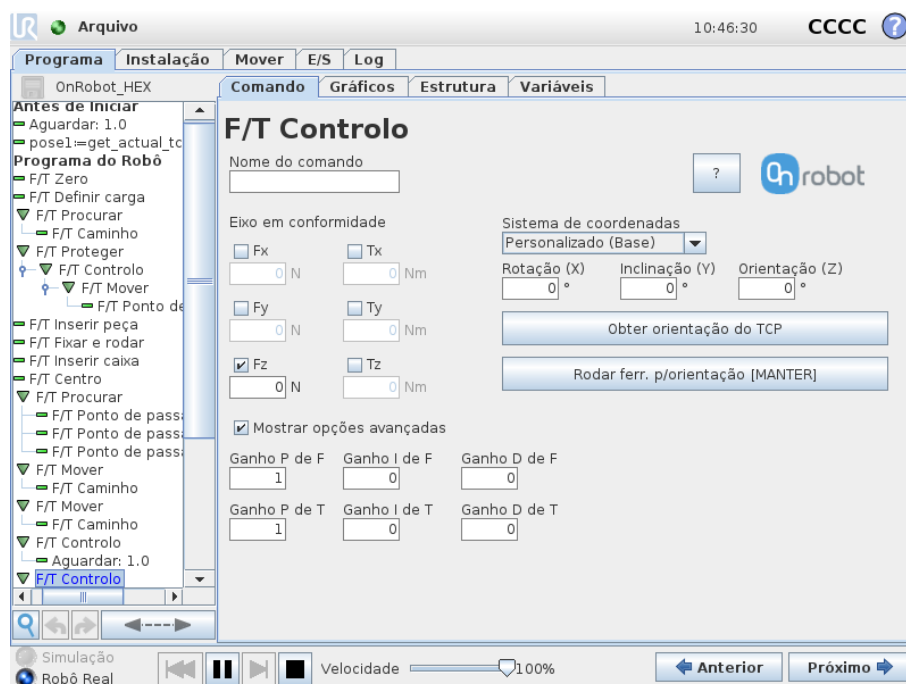
Eixo em conformidade (Fx, Fy, Fz, TX, TY e TZ) - A selecção de eixos que necessitam de estar em conformidade. Se um eixo estiver activado (conforme), o movimento ao longo desse eixo é controlado pela força/pelo torque. Caso contrário (não conforme), é controlado pela posição. O eixo activado é controlado para manter constante o valor definido de força/torque. É necessário seleccionar, pelo menos, um eixo em conformidade.

Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como Base, Ferramenta, Personalizado (Base) ou Personalizado (Ferramenta) (de acordo com os quadros de referência do UR). Os sistemas de coordenadas personalizados são calculados a partir do sistema de coordenadas base e dos valores de **Rotação**, **Inclinação** e **Orientação** especificados. No caso do sistema de coordenadas Personalizado (Base), é também possível utilizar o botão **Obter orientação do TCP** para especificar a orientação do sistema de coordenadas através da orientação do TCP actual. É possível utilizar o botão **Rodar ferramenta para esta orientação [MANTER]** para testar a orientação especificada.

Ganho P de F - O controlador de força pode ser ajustado com este parâmetro de ganho proporcional. Se ocorrerem quaisquer vibrações ou for exercida uma força suplementar, experimente reduzir o valor do ganho (por exemplo, para 0,5).

Ganho P de T - O controlador de torque pode ser ajustado com este parâmetro de ganho proporcional. Se ocorrerem quaisquer vibrações ou for exercida uma força suplementar, experimente reduzir o valor do ganho (por exemplo, para 0,5).

Caixa de selecção **Mostrar opções avançadas** - Se esta opção for seleccionada, ficam disponíveis mais opções:



Ganho I de F - O controlador de força pode ser ajustado com este parâmetro de ganho integral. Se ocorrerem quaisquer vibrações ou for exercida uma força suplementar, experimente reduzir o valor do ganho.

Ganho I de T - O controlador de torque pode ser ajustado com este parâmetro de ganho integral. Se ocorrerem quaisquer vibrações ou for exercida uma força suplementar, experimente reduzir o valor do ganho.

Ganho D de F - O controlador de força pode ser ajustado com este parâmetro de ganho derivado. Se ocorrerem quaisquer vibrações ou for exercida uma força suplementar, experimente reduzir o valor do ganho.

Ganho D de T - O controlador de torque pode ser ajustado com este parâmetro de ganho derivado. Se ocorrerem quaisquer vibrações ou for exercida uma força suplementar, experimente reduzir o valor do ganho.

Este comando não tem nenhum valor de retorno.

Directrizes para as definições do controlador de força/torque de PID:

O controlador de força/torque de PID calcula continuamente o valor de erro da força/do torque medido pelo sensor, em comparação com os valores definidos pelo comando `F/T Controlo`, e aplica uma correcção com base neste erro.

Ganho P - O ganho proporcional produz uma correcção proporcional ao valor de erro actual. O aumento deste parâmetro tem os seguintes efeitos: reacção mais rápida, reacção excessiva, menor erro e degradação da estabilidade.

Ganho I - O ganho integral produz uma correcção proporcional à magnitude e à duração dos valores de erro anteriores. O aumento deste parâmetro tem os seguintes efeitos: reacção mais rápida, reacção excessiva, menor erro e degradação da estabilidade.

Ganho D - O ganho derivado produz uma correcção proporcional ao declive ou à velocidade variável dos valores de erro anteriores. O aumento deste parâmetro tem os seguintes efeitos: menor reacção excessiva e aumento da estabilidade.

Se o controlo de força for demasiado lento, ou seja, se a ferramenta sair da superfície em vez de tocar continuamente na mesma, experimente aumentar os valores do

Ganho P e Ganho I.

Se o controlo de força estiver a apresentar uma reacção excessiva às alterações, ou seja, se a ferramenta saltar da superfície, experimente diminuir o **Ganho P** (ou o **Ganho D**, se este for superior a 1).

Se o controlo de força estiver a reagir às alterações de uma forma demasiado lenta, ou seja, se continuar a empurrar a superfície com força após tocar na mesma, experimente reduzir o **Ganho I**.

De uma forma geral, recomenda-se a utilização dos seguintes valores:

- 31. Ganho P < 5
- 32. Ganho I < 0,25
- 33. Ganho D < 1
- 34. Rácio de Ganho P/Ganho I = 10

Os valores que podem ser utilizados como referência para o ajuste são:

Ganho P de F = 1, Ganho I de F = 0,1, Ganho D de F = 0,3

Ganho P de T = 0,2, Ganho I de T = 0, Ganho D de T = 0

3.3.3 F/T Empilhar

O comando F/T Empilhar contém a funcionalidade Pilha e Desempilhar.

Tipo - O selector entre a opção F/T Pilha e F/T Desempilhar.

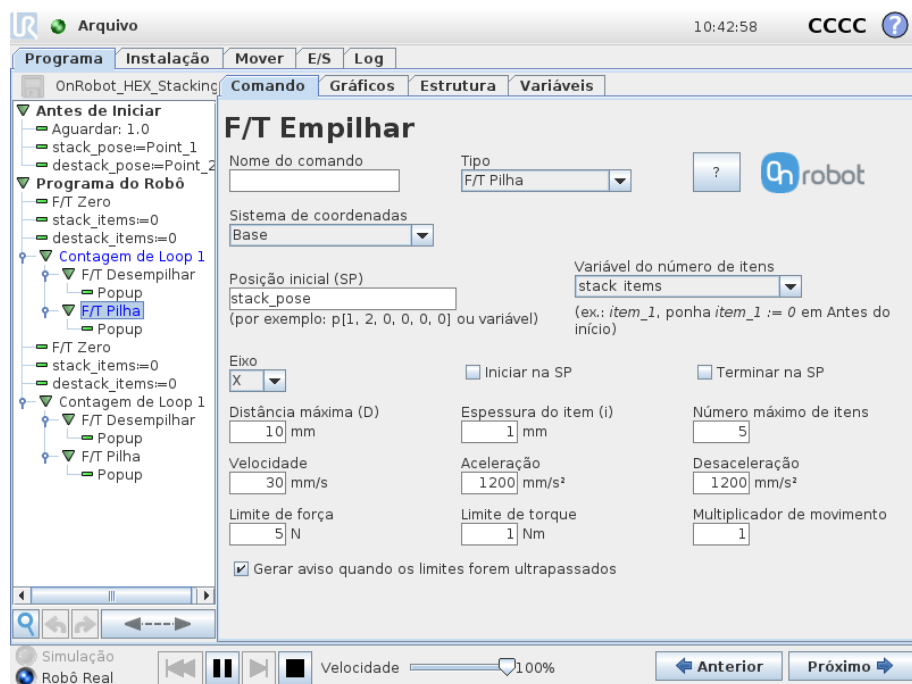
3.3.3.1 F/T Pilha

O comando F/T Pilha tenta procurar o topo da pilha e, em seguida, executa a sequência de colocação do utilizador (por exemplo, abrindo a pinça). O mesmo monitoriza quantos itens são empilhados, tornando fácil manuseá-los se a pilha estiver cheia. Além disso, também funciona com itens de espessura variável.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Pilha e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Pilha. Caso contrário, o comando poderá não funcionar correctamente.



Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como Base ou Ferramenta (de acordo com os quadros de referência do UR).

Posição inicial (SP) - A pose inicial pode ser definida por uma constante, tal como $p[1, 2, 3, 4, 5, 6]$, ou por uma variável. A mesma necessita de ser superior ao topo da pilha completa.

Variável do número de itens - A variável utilizada para monitorizar quantos itens são empilhados com êxito. Introduza aqui o nome da variável que estabeleceu anteriormente e definiu com o valor 0. (Por exemplo, utilize o comando de Atribuição incorporado do UR `item_1 := 0` na secção "Antes de Iniciar" do seu programa).

Eixo - O eixo ao longo do qual é efectuado o empilhamento (X, Y ou Z).

Iniciar na SP - Se esta opção estiver activada, o comando irá efectuar o movimento para a Posição inicial (SP) no início da respectiva execução.

Terminar na SP - Se esta opção estiver activada, o comando irá efectuar o movimento para a Posição inicial (SP) no fim da respectiva execução.

Distância máxima (D) - A distância de paragem ao longo do eixo definido. A mesma é medida a partir da Posição inicial (SP) e necessita de ser superior ao tamanho da pilha completa. O sinal define a direcção em que o empilhamento é efectuado ao longo do eixo especificado.

Espessura do item (i) - A espessura dos itens empilhados.

Número máximo de itens - Define quantos itens poderão ser empilhados para encher a pilha.

Limite de força - O limite de força para a detecção de colisão encontrar o topo da pilha.

Limite de torque - O limite de torque para a detecção de colisão encontrar o topo da pilha.

Velocidade - A velocidade de movimento ao procurar o topo da pilha. (m/s, rad/s)



NOTA:

Durante a fase de procura, a velocidade mais lenta é a mais adequada para trabalhar com contactos rígidos (tais como superfícies metálicas), de forma a evitar exercer uma força suplementar devido ao impulso do robô e da ferramenta.

Aceleração - O parâmetro de aceleração do movimento.

Desaceleração - O parâmetro de desaceleração do movimento.

Multiplicador de movimento - Define o multiplicador do limite de velocidade e força/torque especificado que é utilizado enquanto o robô não está a procurar o topo da pilha, mas sim a mover-se para/a partir do ponto inicial.

Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) se o próximo item não for encontrado ou a pilha estiver cheia.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

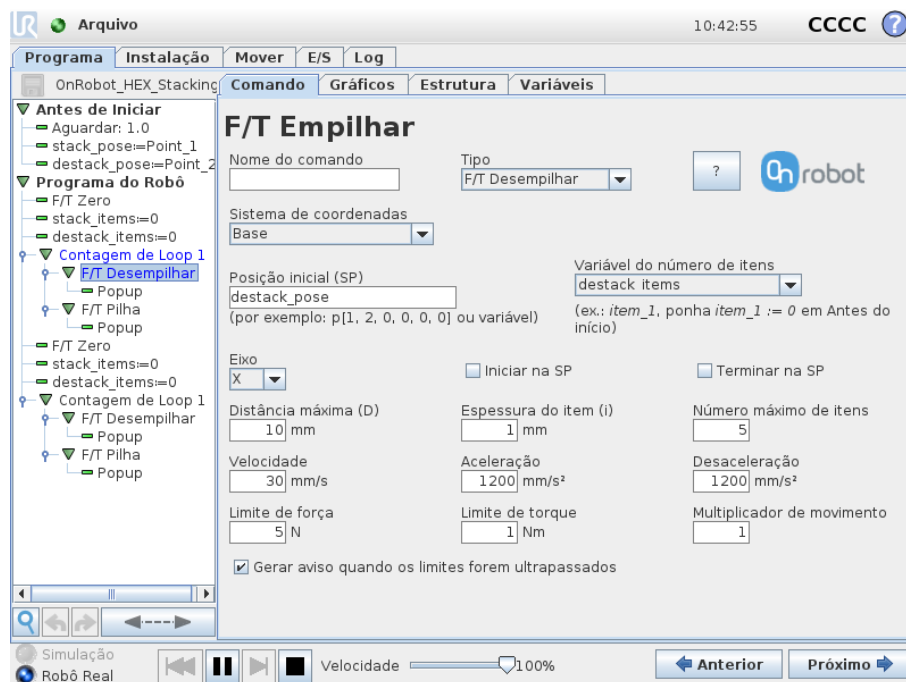
Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T](#).

3.3.3.2 F/T Desempilhar

O comando F/T Desempilhar tenta procurar o topo da pilha e, em seguida, executa a sequência de recolha do utilizador (por exemplo, fechando a pinça). O mesmo monitoriza quantos itens são desempilhados, tornando fácil manuseá-los se a pilha estiver vazia. Além disso, também funciona com itens de espessura variável.

**NOTA:**

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Pilha e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Pilha. Caso contrário, o comando poderá não funcionar correctamente.



Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como Base ou Ferramenta (de acordo com os quadros de referência do UR).

Posição inicial (SP) - A pose inicial pode ser definida por uma constante, tal como $p[0, 1, 0, 2, 0, 3, 0, 9, 0, 8, 0, 7]$, ou por uma variável. A mesma necessita de ser superior ao topo da pilha completa.

Variável do número de itens - A variável utilizada para monitorizar quantos itens são desempilhados com êxito. Introduza aqui o nome da variável que estabeleceu anteriormente e definiu com o valor 0. (Por exemplo, utilize o comando de Atribuição incorporado do UR $item_1 := 0$ na secção "Antes de Iniciar" do seu programa).

Eixo - O eixo ao longo do qual é efectuado o desempilhamento (X, Y ou Z).

Iniciar na SP - Se esta opção estiver activada, o comando irá efectuar o movimento para a Posição inicial (SP) no início da respectiva execução.

Terminar na SP - Se esta opção estiver activada, o comando irá efectuar o movimento para a Posição inicial (SP) no fim da respectiva execução.

Distância máxima (D) - A distância de paragem ao longo do eixo definido. A mesma é medida a partir da Posição inicial (SP) e necessita de ser superior ao tamanho da pilha completa. O sinal define a direcção em que o desempilhamento é efectuado ao longo do eixo especificado.

Espessura do item (i) - A espessura dos itens empilhados.

Número máximo de itens - Define quantos itens poderão ser desempilhados para esvaziar a pilha.

Limite de força - O limite de força para a detecção de colisão encontrar o topo da pilha.

Limite de torque - O limite de torque para a detecção de colisão encontrar o topo da pilha.

Velocidade - A velocidade de movimento ao procurar o topo da pilha.



NOTA:

Durante a fase de procura, a velocidade mais lenta é a mais adequada para trabalhar com contactos rígidos (tais como superfícies metálicas), de forma a evitar exercer uma força suplementar devido ao impulso do robô e da ferramenta.

Aceleração - O parâmetro de aceleração do movimento.

Desaceleração - O parâmetro de desaceleração do movimento.

Multiplicador de movimento - Define o multiplicador do limite de velocidade e força/torque especificado que é utilizado enquanto o robô não está a procurar o topo da pilha, mas sim a mover-se para/a partir do ponto inicial.

Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) se o próximo item não for encontrado ou a pilha estiver vazia.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T](#).

3.3.4 F/T Fixar e rodar

Em primeiro lugar, posicione o objecto que necessita de ser inserido na cavidade, de forma a este apontar na direcção certa e ficar perto da entrada da cavidade. A posição e orientação finais serão corrigidas pelo comando F/T Fixar e rodar. O robô tenta empurrar o objecto com o limite de força predefinido até ser atingida a profundidade de inserção definida e, em seguida, ajusta a orientação, caso seja necessário.



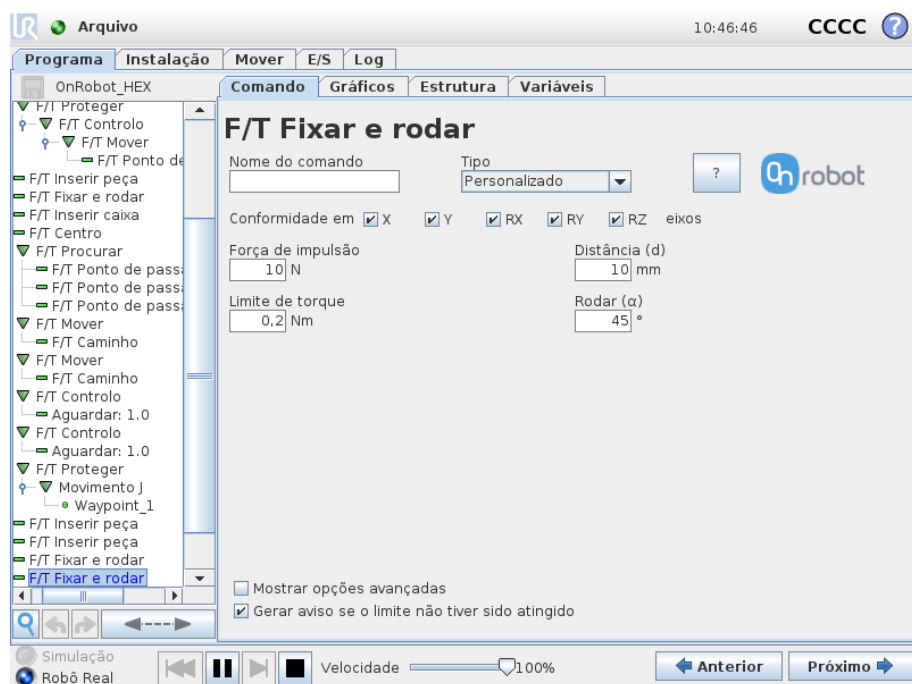
NOTA:

É importante definir o Ponto central da ferramenta (TCP) na ponta do objecto.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Fixar e rodar e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Fixar e rodar. Caso contrário, o comando poderá não funcionar correctamente.



Caixas de selecção **Conformidade em X, Y, RX, RY, RZ eixos** - A inserção é efectuada ao longo do eixo Z do sistema de coordenadas do tipo Ferramenta. Para evitar qualquer erro de posicionamento, os eixos restantes (X e Y para a translação e X, Y e Z para a rotação) podem ser definidos para se mover livremente.

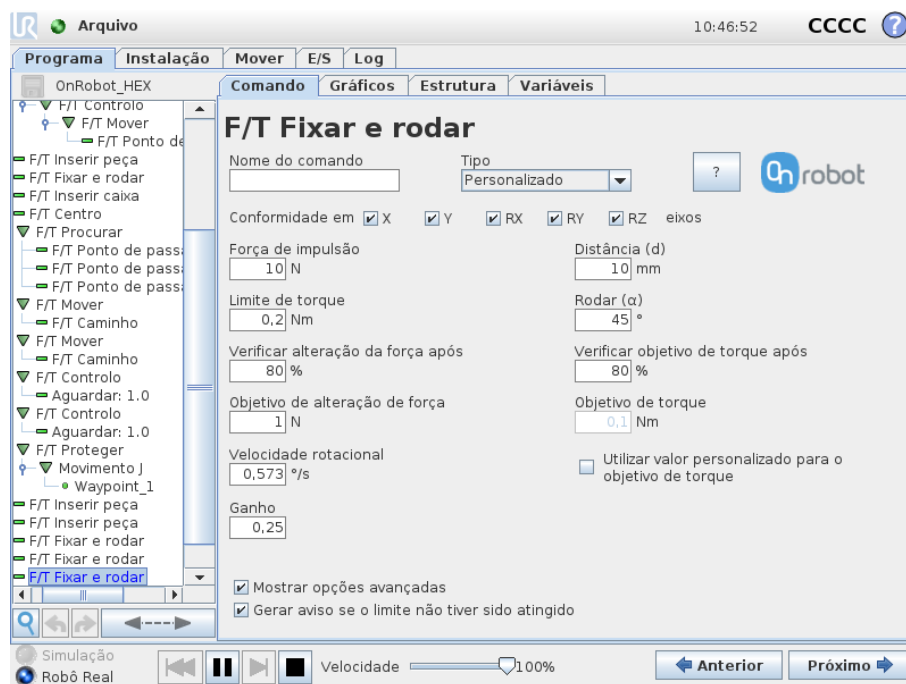
Força de impulsão - O valor-alvo de força utilizado para o controlo de força de forma a empurrar suavemente o objecto para dentro da cavidade.

Distância (d) - A distância a partir do ponto inicial ao longo do eixo Z (no sistema de coordenadas do tipo Ferramenta).

Limite de torque - Durante a fase de rotação, este limite é utilizado para concluir o movimento. Quanto mais baixo for o limite, mais lenta será a rotação.

Rodar (α) - O ângulo da rotação à volta do eixo Z do sistema de coordenadas do tipo Ferramenta.

Mostrar opções avançadas - Se esta opção for activada, ficam disponíveis mais opções:



Verificar alteração da força após - Após o objecto ficar próximo do fundo da cavidade, é activada a "verificação de colisão". O limite da proximidade do objecto necessita de ser definido através de uma percentagem da **Distância**.

Verificar objetivo de torque após - Durante a fase rotacional, após ser atingida a percentagem definida do ângulo para **Rodar (α)**, é activada a verificação do objectivo de torque.

Objetivo de alteração de força - Durante a inserção, após ser atingida a percentagem da **Distância** definida para a opção **Verificar alteração da força após**, é activada a verificação da força. A verificação da força é utilizada para monitorizar se o conector é empurrado até ao fundo da cavidade. Isto pode ser definido por um limite de força adicional, ou seja, o valor do **Objetivo de alteração de força**. A impulsão até ao fundo da cavidade é atingida quando o valor da força for equivalente ou ultrapassar a **Força de impulsão** + o **Objetivo de alteração de força**.

Objetivo de torque - O valor de torque definido que vai parar a fase rotacional.

Utilizar valor personalizado para o objetivo de torque - Seleccione esta opção para poder definir um objectivo de torque personalizado.

Velocidade rotacional - A velocidade rotacional durante a fase rotacional.

Ganho - O parâmetro de ganho do controlo de força e torque. O valor predefinido é 0,5. Quanto mais pequeno for o valor, mais preciso será o controlo da força de impulsão definida.

Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) se a inserção não tiver sido bem-sucedida.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T](#).

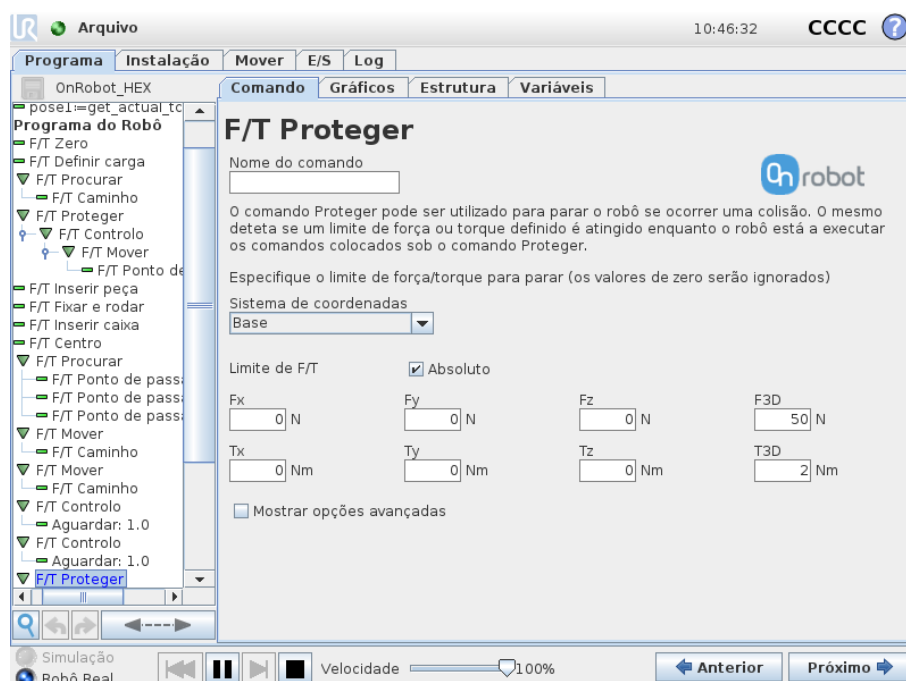
3.3.5 F/T Proteger

Serão executados todos os comandos do UR colocados sob o comando F/T Proteger, mas o robô irá parar assim que for atingido um dos limites definidos. A limitação de força pode ser misturada com um sinal de E/S externo (por exemplo, parar se $F_z > 5$ E digital_in[7] == Verdadeiro).



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Proteger e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Proteger. Caso contrário, o comando poderá não parar no limite de força/torque especificado.

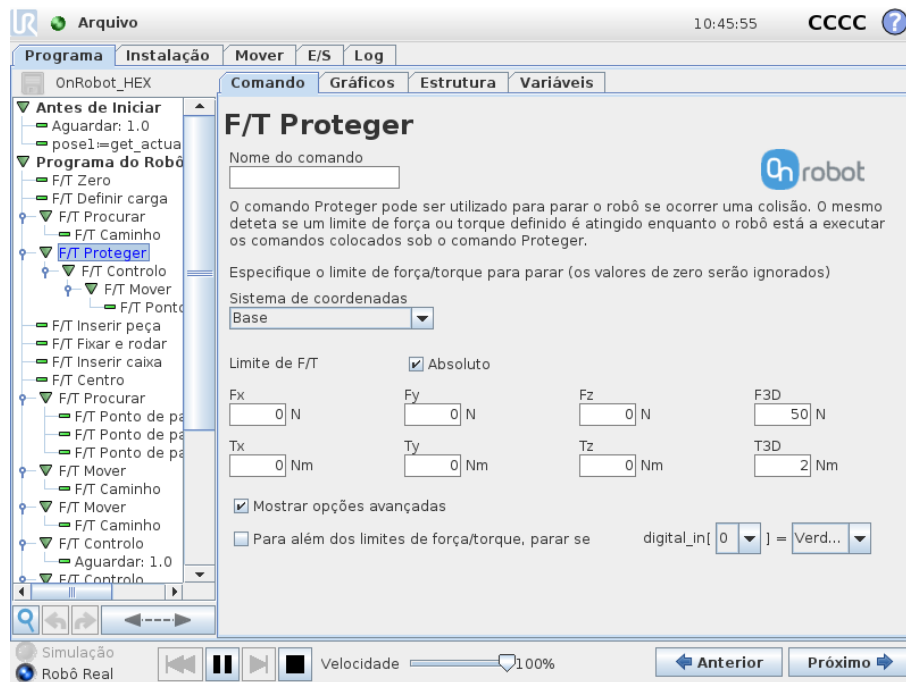


Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como *Base* ou *Ferramenta* (de acordo com os quadros de referência do UR).

Limite de F/T - Este é o limite de detecção. É possível definir mais do que uma das opções disponíveis (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D e T3D). Neste caso, se qualquer um desses valores atingir o limiar definido, é activada a paragem. Os valores iguais a zero são ignorados.

Se a opção **Absoluto** estiver activada, não é importante se o valor introduzido é positivo ou negativo (por exemplo, parar se $|F_z| > 3$). Caso contrário, o sinal define a forma como o limiar é calculado (por exemplo, parar se $F_z > 3$ ou parar se $F_z \leq -3$).

Mostrar opções avançadas - Se esta opção for activada, ficam disponíveis mais opções:



Se a opção **Para além dos limites de força/torque...** estiver activada, a E/S digital definida será também monitorizada e, quando a condição for satisfeita (juntamente com o limite de força/torque), o robô será parado (por exemplo, parar se $F_z > 5$ E $\text{digital_in}[7] == \text{Verdadeiro}$).

Este comando não tem nenhum valor de retorno e pára o programa quando os limites forem atingidos.

3.3.6 F/T Inserir caixa

Em primeiro lugar, posicione o objecto perto da entrada do orifício e comece a partir de uma orientação inclinada (α). Se a extremidade do orifício não for encontrada, o robô irá mover o objecto na fase A ao longo do eixo predefinido (por exemplo, Z). Opcionalmente, é possível encontrar outra extremidade na fase B (por exemplo, a lateral do orifício). Na fase α , a orientação é alterada de forma a que o objecto fique alinhado com o orifício (o utilizador tem de definir o ângulo correcto). Finalmente, o objecto é inserido (ao longo do eixo definido na fase A) até à profundidade de inserção restante. Se os limites de força e torque forem ultrapassados, é gerado um aviso.



NOTA:

É importante definir o Ponto central da ferramenta (TCP) na ponta da peça.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Inserir caixa e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Inserir caixa. Caso contrário, o comando poderá não parar no limite de força/torque especificado.



Profundidade de inserção - A distância a partir do ponto inicial ao longo do eixo definido na fase A.

Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como `Base` ou `Ferramenta` (de acordo com os quadros de referência do UR).

Limite de força - O limite de força para a detecção da extremidade.

Limite de torque - O limite de torque para o ajuste da orientação.

Multiplicador de força - O limite de força para a detecção da extremidade é multiplicado por este valor para calcular o limite de força da inserção final.

Velocidade - A velocidade de movimento durante a inserção.

Aceleração - O parâmetro de aceleração do movimento.

Desaceleração - O parâmetro de desaceleração do movimento.

A - As coordenadas relativas do movimento A.

B - As coordenadas relativas do movimento B.

α - Os ângulos relativos da rotação α .

Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) se a inserção não tiver sido bem-sucedida.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T](#).

3.3.7 F/T Inserir peça

Em primeiro lugar, posicione o pino ou perno que necessita de ser inserido no orifício, de forma a este apontar na direcção certa e ficar perto da entrada do orifício. A posição e orientação finais serão corrigidas pelo comando F/T Inserir peça. O robô tenta empurrar o pino com o limite de força predefinido e ajusta a orientação, caso seja necessário. O mesmo pára quando for atingida a profundidade de inserção definida.



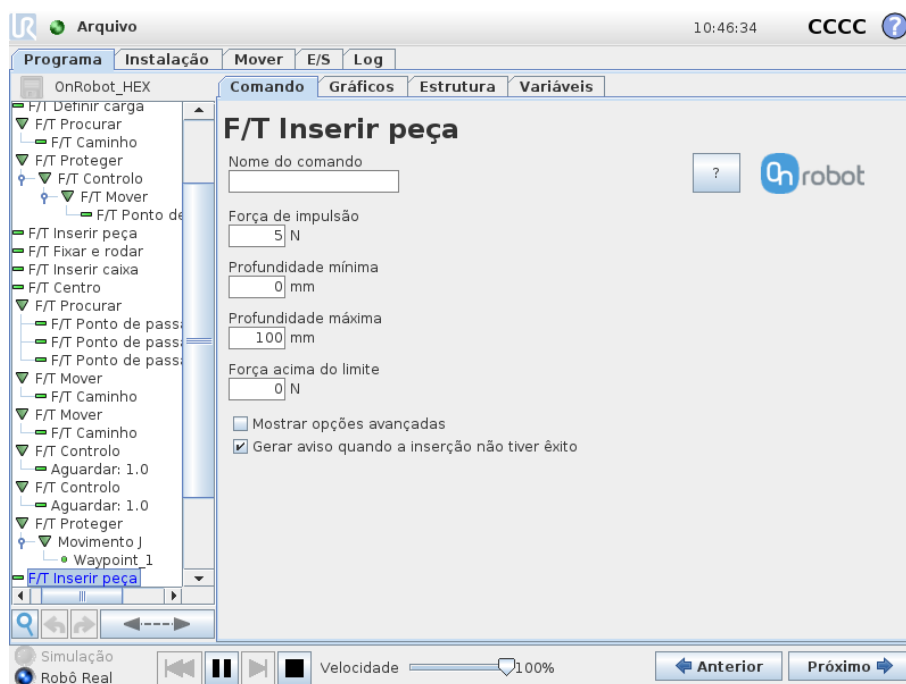
NOTA:

É importante definir o Ponto central da ferramenta (TCP) na ponta da peça.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Inserir peça e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Inserir peça. Caso contrário, o comando poderá não parar no limite de força/torque especificado.



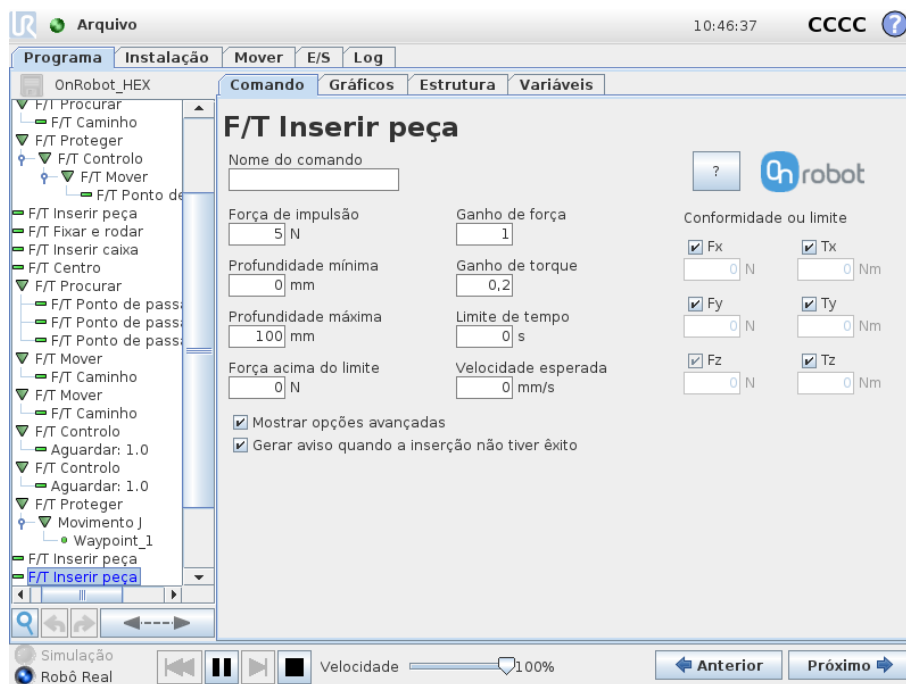
Força de impulsão - O valor-alvo de força utilizado para o controlo de força de forma a empurrar suavemente a peça para dentro do orifício.

Profundidade mínima - A distância mínima necessária para considerar a inserção bem-sucedida a partir do ponto inicial ao longo do eixo Z (no sistema de coordenadas do tipo Ferramenta).

Profundidade máxima - A distância máxima que pode ser atingida pela inserção a partir do ponto inicial ao longo do eixo Z (no sistema de coordenadas do tipo Ferramenta).

Força acima do limite - Se este parâmetro estiver definido, após a **Profundidade mínima** ser atingida, a força de impulsão é aumentada (por exemplo, para fechar uma junta de encaixe). Este parâmetro representa a força adicional aplicada sobre a **Força de impulsão** permitida pela inserção entre as profundidades mínima e máxima.

Caixa de selecção **Mostrar opções avançadas** - Se esta opção for seleccionada, ficam disponíveis mais opções:



Ganho de força - O parâmetro de ganho proporcional do controlo de força para a força de impulsão e as forças laterais nos eixos em conformidade.

Ganho de torque - O parâmetro de ganho proporcional do controlo de torque para os eixos em conformidade.

Limite de tempo - A extensão máxima permitida de tempo para toda a função de inserção. Se este parâmetro for definido como zero, este critério de saída é ignorado.

Velocidade esperada - A velocidade mínima com que se espera que a inserção progrida. Se este parâmetro estiver definido e a inserção estiver a progredir a uma velocidade mais lenta, a mesma é interrompida e considerada sem êxito. Se este parâmetro for definido como zero, este critério de saída é ignorado.

Conformidade ou limite (Fx, Fy, Tx, Ty e Tz) - A selecção de eixos que necessitam de estar em conformidade. Se um eixo estiver activado (conforme), o movimento ao longo desse eixo é controlado pela força/pelo torque. Caso contrário (não conforme), é controlado pela posição. O eixo activado é controlado para manter constante o valor definido de força/torque. É necessário seleccionar, pelo menos, um eixo em conformidade.

Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) se a inserção não tiver sido bem-sucedida.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T Inserir peça](#).

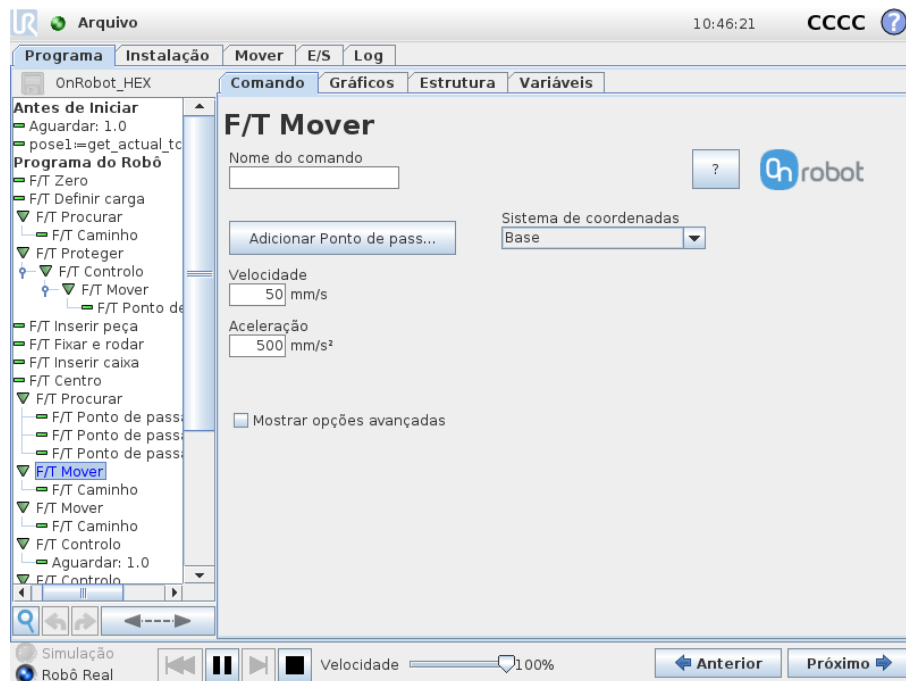
3.3.8 F/T Mover

O comando F/T Mover pode ser utilizado juntamente com o comando F/T Ponto de passagem para mover o robô ao longo de um percurso, ou juntamente com o comando F/T Caminho para mover o robô ao longo de um caminho, e parar o robô quando os limites de força/torque definidos forem atingidos (movimento interrompido). Neste caso, pode ser gerado um aviso. Se o movimento atingir o último ponto de passagem, é bem-sucedido.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Mover e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Mover. Caso contrário, o comando poderá não parar no limite de força/torque especificado.



Para utilizar o comando F/T Mover, toque no botão **Adicionar Ponto de passagem** para adicionar um F/T Ponto de passagem como um nó secundário. Podem ser adicionados mais pontos de passagem utilizando o mesmo procedimento. Para remover um ponto de passagem, utilize o botão **Excluir** do separador **Estrutura**.

Em alternativa, pode adicionar um F/T Ponto de passagem ou F/T Caminho como um nó secundário do comando F/T Mover ao utilizar o separador **Estrutura**.

Velocidade - O limite de velocidade durante o movimento. O movimento é executado com uma velocidade translacional constante. Se o percurso ou caminho apresentar alterações súbitas de direcção ou orientação, a velocidade real do robô poderá ser inferior à especificada, mas continuará a ser constante ao longo desse percurso ou caminho.

Aceleração - O parâmetro de aceleração e desaceleração do movimento.

Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como Base, Ferramenta, Personalizado (Base) ou Personalizado (Ferramenta) (de acordo com os quadros de referência do UR). Os sistemas de coordenadas personalizados são calculados a partir do sistema de coordenadas base e dos valores de **Rotação**, **Inclinação** e **Orientação** especificados. No caso do sistema de coordenadas Personalizado (Base), é também possível utilizar o botão **Obter orientação do TCP** para especificar a orientação do sistema de coordenadas através da orientação do TCP actual. É possível utilizar o botão **Rodar ferramenta para esta orientação [MANTER]** para testar a orientação especificada.

Caixa de selecção **Mostrar opções avançadas** - Se esta opção for seleccionada, ficam disponíveis mais opções:



Limite de F/T (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D e T3D) - Este é o limite de detecção. É possível definir mais do que uma das opções disponíveis (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D e T3D). Neste caso, se qualquer um dos valores atingir o limiar definido, é activada a paragem. Os valores iguais a zero são ignorados.

Se a opção **Utilizar valores absolutos** estiver activada, não é importante se o valor introduzido é positivo ou negativo (por exemplo, $|Fz| \geq 3$).

Caso contrário, o sinal define a forma como o limiar é calculado (por exemplo, $Fz \geq 3$ ou $Fz \leq -3$).

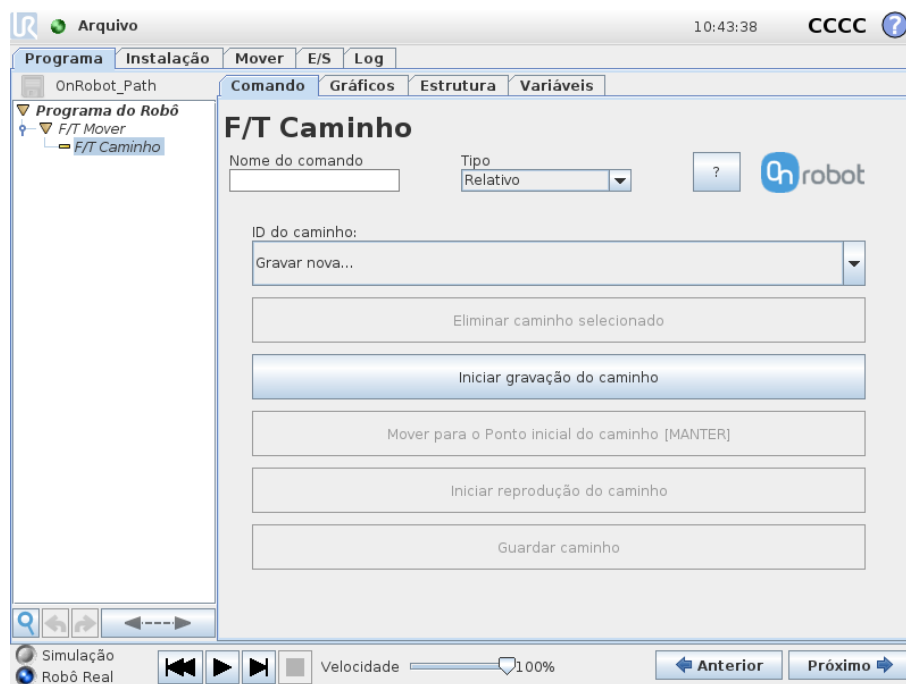
Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) se a posição de destino não for atingida (o movimento não é bem-sucedido). Se o movimento for bem-sucedido, não é apresentado nenhum aviso.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T Mover](#).

3.3.9 F/T Caminho

O comando F/T Caminho pode ser utilizado juntamente com o comando F/T Mover ou F/T Procurar para gravar e reproduzir um caminho.



Tipo - Se estiver seleccionado o tipo relativo, o caminho é reproduzido a partir da posição real da ferramenta em vez de a partir da posição absoluta onde o caminho foi gravado. Se estiver seleccionado o tipo absoluto, a ferramenta move-se para o ponto inicial original e reproduz o caminho a partir daí.

Lista pendente **ID do caminho** - Lista os identificadores de todos os caminhos guardados na Compute Box. Quando um caminho é guardado, é-lhe atribuído um ID. Se não houver nenhum caminho não guardado gravado, é apresentada a indicação **Gravar nova...**. Selecciona-a para gravar um novo caminho. Se houver um caminho gravado que não esteja guardado, é apresentada a indicação **Não guardado** na lista.



NOTA:

Apenas pode existir um caminho não guardado e o mesmo será substituído ao iniciar uma gravação de caminho com o caminho **Não guardado** seleccionado.

Botão **Eliminar caminho selecionado** - Elimina o caminho actualmente seleccionado na lista pendente **ID do caminho** da Compute Box de forma permanente.

**NOTA:**

Não elimine um caminho que quaisquer outros comandos F/T Caminho estejam a utilizar.

Botão **Iniciar gravação do caminho** - Começa a gravar um caminho ao activar automaticamente a função Guia manual.

Botão **Parar gravação do caminho** - Pára a função Guia manual e guarda a gravação na memória. Não guarda o caminho de forma permanente.

Botão **Mover para o ponto inicial do caminho [MANTER]** - Move a ferramenta para a posição inicial do caminho. Este botão apenas pode ser utilizado se o caminho não for relativo.

Botão **Iniciar reprodução do caminho** - Reproduz o caminho, inclusivamente se o mesmo não estiver guardado (apenas armazenado na memória).

Botão **Parar reprodução do caminho** - Interrompe a reprodução do caminho.

Botão **Guardar caminho** - Guarda o caminho não guardado na Compute Box.

**NOTA:**

Os movimentos rotacionais relacionados com os movimentos translacionais na gravação do caminho estão limitados a 2,8 graus/mm ou menos, uma vez que um rácio superior faria com que o robô reproduzisse o caminho a uma velocidade translacional muito baixa. Por conseguinte, não é possível gravar como um caminho qualquer movimento rotacional sem movimento translacional.

**NOTA:**

O erro máximo do caminho reproduzido em comparação com o movimento gravado original pode ser de até 1 mm.

Este comando não tem nenhum valor de retorno.

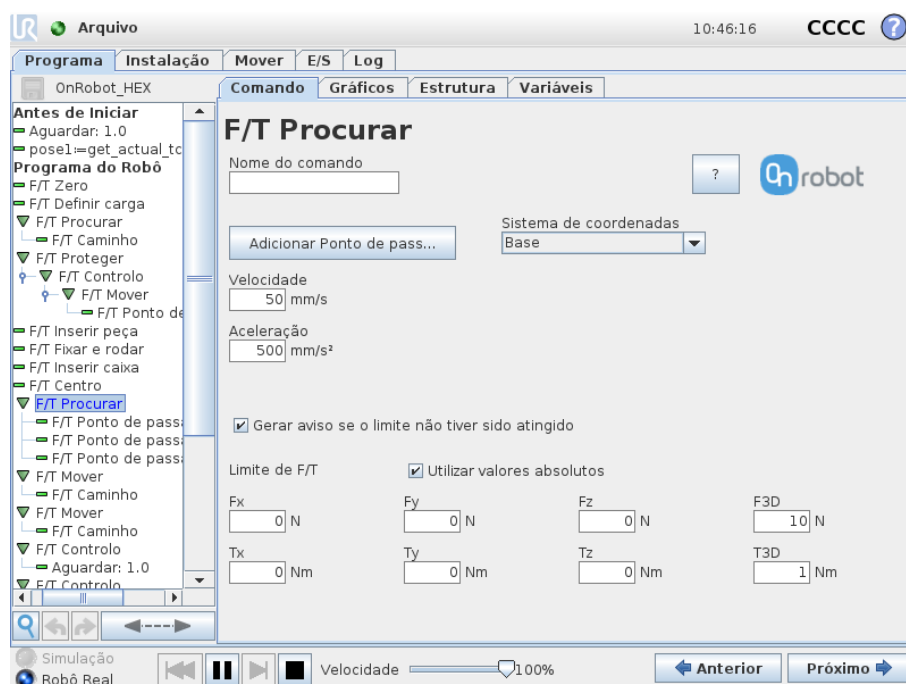
3.3.10 F/T Procurar

O comando F/T Procurar é utilizado juntamente com o comando F/T Ponto de passagem para mover o robô ao longo de um percurso, ou juntamente com o comando F/T Caminho para mover o robô ao longo de um caminho, e parar o robô quando os limites de força/torque definidos forem atingidos (objecto encontrado). Se o movimento atingir o último ponto de passagem ou o último ponto do caminho, a procura não é bem-sucedida (o objecto não é encontrado), sendo gerado um aviso.



NOTA:

Para cancelar qualquer desvio de força/torque, execute um comando F/T Zero no início do comando F/T Procurar e certifique-se de que a ferramenta não está em contacto com qualquer objecto antes de iniciar o comando F/T Procurar. Caso contrário, o comando poderá não parar no limite de força/torque especificado.



Para utilizar o comando F/T Procurar, toque no botão **Adicionar Ponto de passagem** para adicionar um F/T Ponto de passagem como um nó secundário. Podem ser adicionados mais pontos de passagem utilizando o mesmo procedimento. Para remover um ponto de passagem, utilize o botão **Excluir** do separador **Estrutura**.

Em alternativa, pode adicionar um F/T Ponto de passagem ou F/T Caminho como um nó secundário do comando F/T Procurar ao utilizar o separador **Estrutura**.

Velocidade - A velocidade de movimento ao procurar uma colisão. O movimento é executado com uma velocidade translacional constante. Se o percurso ou caminho apresentar alterações súbitas de direcção ou orientação, a velocidade real do robô poderá ser inferior à especificada, mas continuará a ser constante ao longo desse percurso ou caminho.



NOTA:

Durante a fase de procura, a velocidade mais lenta é a mais adequada para trabalhar com contactos rígidos (tais como superfícies metálicas), de forma a evitar exercer uma força suplementar devido ao impulso do robô e da ferramenta.

Aceleração - O parâmetro de aceleração e desaceleração do movimento.

Limite de F/T (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D e T3D) - Este é o limite de detecção. É possível definir mais do que uma das opções disponíveis (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D e T3D). Neste caso, se qualquer um dos valores atingir o limiar definido, é activada a paragem. Os valores iguais a zero são ignorados.

Se a opção **Utilizar valores absolutos** estiver activada, não é importante se o valor introduzido é positivo ou negativo (por exemplo, $|F_z| > 3$). Caso contrário, o sinal define a forma como o limiar é calculado (por exemplo, $F_z > 3$ ou $F_z \leq -3$)

Sistema de coordenadas - O sistema de coordenadas utilizado tanto para o movimento como para a leitura do sensor. O mesmo pode ser definido como `Base`, `Ferramenta`, `Personalizado (Base)` ou `Personalizado (Ferramenta)` (de acordo com os quadros de referência do UR). Os sistemas de coordenadas personalizados são calculados a partir do sistema de coordenadas base e dos valores de **Rotação**, **Inclinação** e **Orientação** especificados. No caso do sistema de coordenadas Personalizado (Base), é também possível utilizar o botão **Obter orientação do TCP** para especificar a orientação do sistema de coordenadas através da orientação do TCP actual. É possível utilizar o botão **Rodar ferramenta para esta orientação [MANTER]** para testar a orientação especificada.

Gerar aviso (...) - Se esta opção estiver activada, é apresentada uma mensagem emergente (bloqueio) assim que a posição de destino for atingida ou já estiver em colisão (pelo que a procura não é bem-sucedida). Se a procura for bem-sucedida, não é apresentado nenhum aviso.

Se a opção estiver desactivada, não é apresentada nenhuma mensagem emergente, mas o utilizador pode lidar com quaisquer erros através do valor de retorno do comando.

Para obter os valores de retorno, consulte [Valores de retorno do comando F/T Procurar](#).

3.3.11 F/T Ponto de passagem

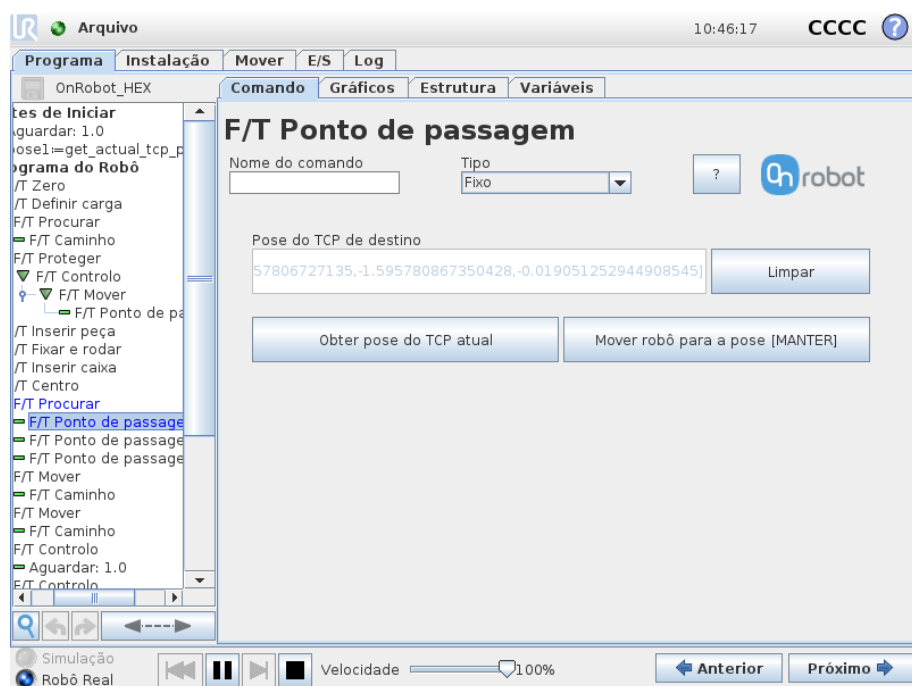
O comando F/T Ponto de passagem é utilizado juntamente com o comando F/T Mover ou F/T Procurar para mover o robô ao longo de um percurso. Existem três tipos de pontos de passagem (Fixo, Relativo e Variável) que podem ser utilizados em qualquer combinação.



NOTA:

Não utilize comandos F/T Ponto de passagem consecutivos que apenas contenham rotações no mesmo comando F/T Mover. Utilize mais do que um comando F/T Mover para obter rotações sem movimentos translacionais.

Tipo - O tipo do ponto de passagem. Este pode ser definido como Fixo, Relativo ou Variável.

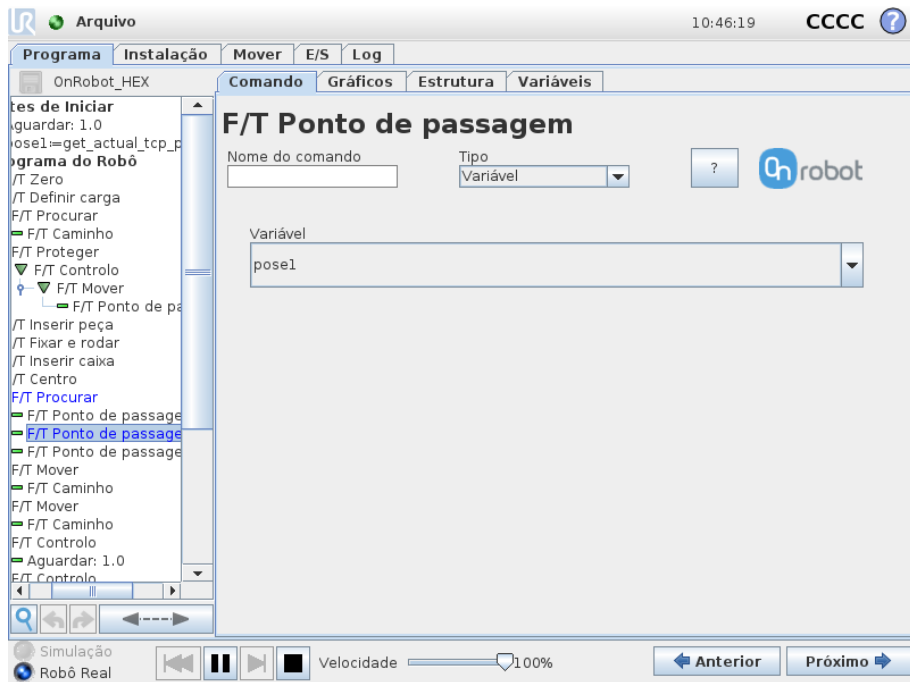


Pose do TCP de destino - A posição representada pelo ponto de passagem no percurso do robô. Este campo só de leitura pode ser preenchido ao utilizar o botão **Obter pose do TCP atual**.

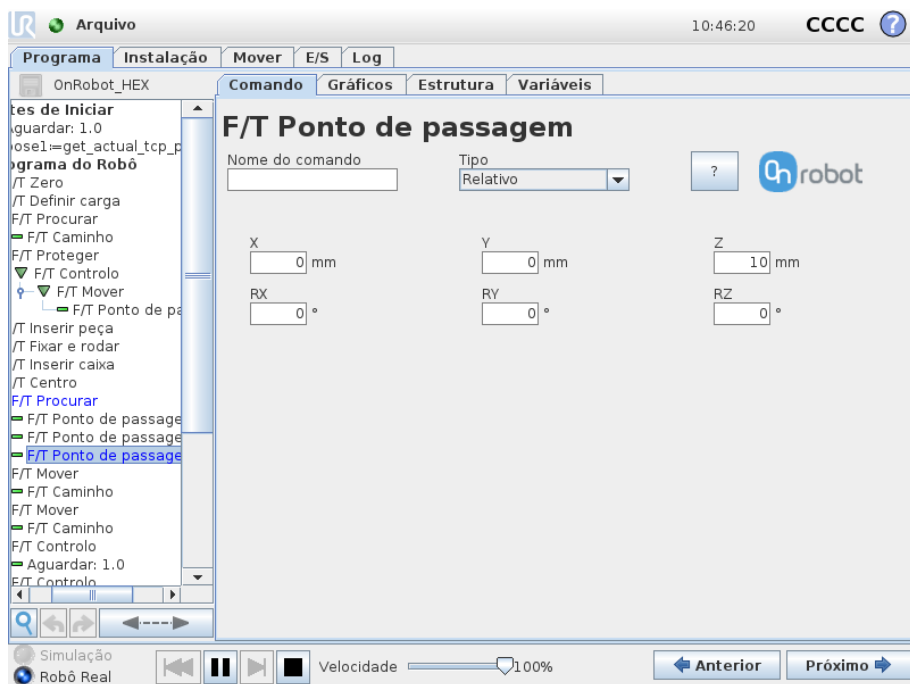
Botão **Limpar** - Elimina o conteúdo do campo **Pose do TCP de destino**.

Botão **Obter pose do TCP atual** - Insere as coordenadas do TCP actual no campo **Pose do TCP de destino**.

Botão **Mover robô para a pose [MANTER]** - Move o robô para a posição definida no campo **Pose do TCP de destino**. Assim que o botão for solto, o robô pára.



Variável - A posição representada pelo ponto de passagem no percurso do robô. Uma variável pode definir a pose de destino. A variável necessita de ser criada primeiro.

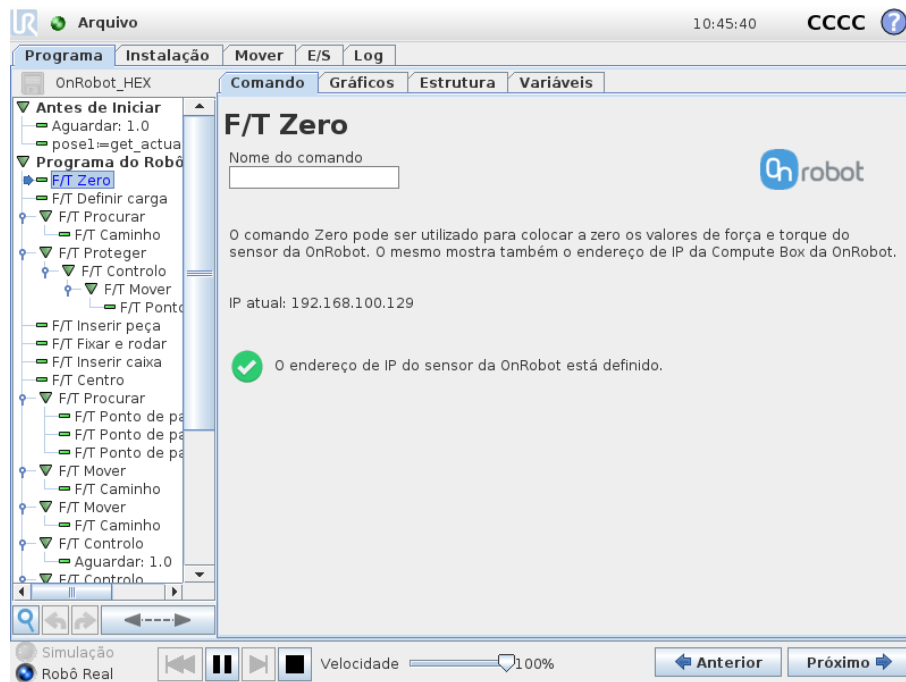


Relativo (X, Y, Z, RX, RY e RZ) - As distâncias e rotações que este ponto de passagem representa em comparação com a posição anterior do robô.

Este comando não tem nenhum valor de retorno.

3.3.12 F/T Zero

O comando F/T Zero pode ser utilizado para colocar a zero os valores de força/torque do sensor de dedo RG2-FT.

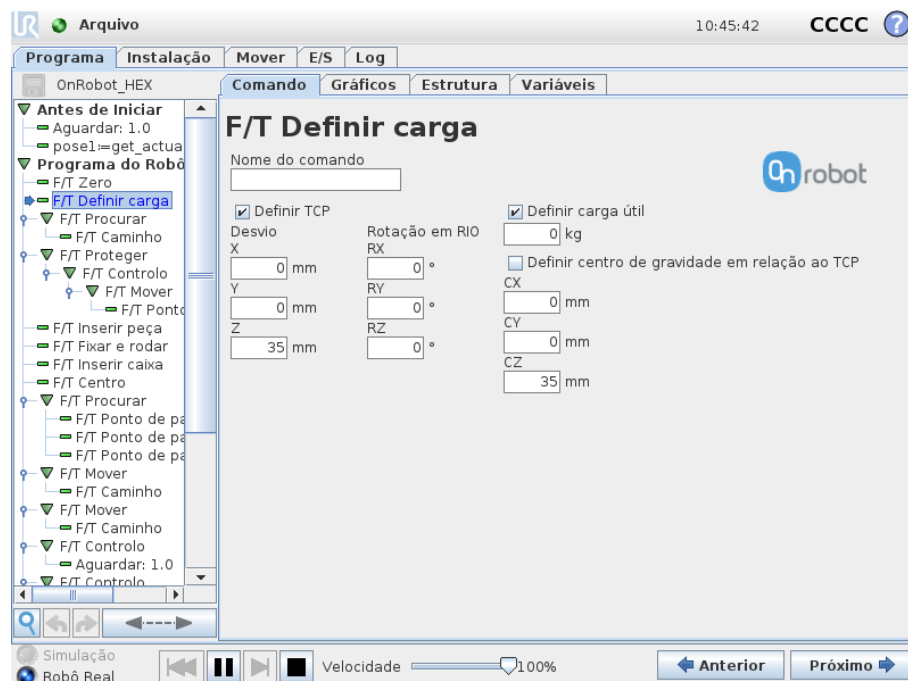


Este comando não tem nenhum valor de retorno.

3.3.13 F/T Definir carga

O comando F/T Definir carga pode ser utilizado para definir uma nova carga útil e alterar as definições do TCP no âmbito de um único comando.

O TCP ou a carga útil necessita de ser verificada para ser definida de forma a permitir que o comando seja executado.



Caixa de selecção **Definir TCP** - Se estiver seleccionada, as definições do TCP de instalação serão substituídas pelos valores especificados.

Desvio X, Y e Z - Os valores de translação do TCP em relação à flange da ferramenta (ou ao centro da ponta da pinça).

Rotação em RIO RX, RY e RZ - Os valores de rotação do TCP em relação à flange da ferramenta (ou ao centro da ponta da pinça).

Caixa de selecção **Definir carga útil** - Se estiver seleccionada, as definições da Carga útil e do Centro de gravidade de instalação serão substituídas pelos valores especificados. A carga útil deve representar o peso global, incluindo a pinça.

CX, CY e CZ - As coordenadas do centro de gravidade em relação à flange da ferramenta.

Caixa de selecção **Definir centro de gravidade em relação ao TCP** - Se estiver seleccionada, os valores de CX, CY e CZ são fornecidos pelo desvio do TCP definido.

Este comando não tem nenhum valor de retorno.

3.4 Exemplos de aplicação

3.4.1 Detecção de colisões

A detecção de colisões pode ser implementada através dos seguintes comandos:

1. `F/T Procurar` - Este comando pode ser utilizado para a detecção de presença. Procura um objecto e pára quando o mesmo é encontrado. Se não for possível encontrar o objecto, fornece uma mensagem de aviso. Se a posição de um objecto for variável, pode também ser utilizado para determinar facilmente a localização exacta do mesmo.
2. `F/T Mover` - Este comando pode ser utilizado para realizar movimentos limitados pela força/pelo torque. É semelhante ao comando `Mover` do UR, mas com limitações de força/torque incorporadas, e permite utilizar parâmetros de desvio de tipo relativo (por exemplo, mover 1 cm ou 1 polegada ao longo do eixo Z).
3. `F/T Proteger` - Este comando pode ser utilizado em combinação com qualquer comando do UR para limitar a força/o torque exercido. Monitoriza os limites definidos em paralelo com o seu código e, assim que os limites definidos forem atingidos, pára o robô.

A pasta `programs/OnRobot_UR_Programs` contém um programa de exemplo de detecção de colisões para o UR intitulado *OnRobot_Collision_Detection_Example.urp*.

3.4.2 Detecção do ponto central

Com a ajuda de contactos suaves, o robô pode ser posicionado no ponto central geométrico de um orifício. Também funciona com objectos metálicos brilhantes que são normalmente impossíveis de utilizar com soluções baseadas em câmaras.

A pasta `programs/OnRobot_UR_Programs` contém um programa de exemplo de detecção de colisões para o UR intitulado *OnRobot_Centerpoint_Detection_Example.urp*.

3.4.3 Polimento e lixamento

Para qualquer tarefa de polimento ou lixamento, é muito importante manter constante o valor de força predefinido. Esta tarefa pode ser concretizada com as nossas funções de controlo de força/torque, requerendo a utilização destes dois comandos:

1. `F/T Controlo` - Este comando é semelhante ao comando `Força` incorporado do UR, mas utiliza o sensor de força/torque mais preciso da OnRobot para os valores de introdução, de forma a proporcionar um excelente resultado, inclusivamente com forças reduzidas. O controlo de força/torque tenta manter constante a força/o torque estabelecido nos eixos definidos para ser conformes. Os eixos não conformes são controlados pela posição (apenas com o comando `F/T Mover`).
2. `F/T Mover` - Este comando pode ser utilizado para controlar (mover) o robô através da posição ao longo do eixo não conforme no comando `F/T Controlo`.

A pasta `programs/OnRobot_UR_Programs` contém um programa de exemplo de detecção de colisões para o UR intitulado *OnRobot_Plastic_Partingline_Removal_Example.urp*.

3.4.4 Paletizar

A paletização de objectos que necessitam de ser manuseados com cuidado pode ser uma tarefa complicada. A colocação de caixas de cartão flexível junto umas das outras requer mais do que apenas um simples posicionamento num padrão fixo. Através da utilização do comando incorporado de paletização do UR em combinação com o nosso comando F/T Procurar, qualquer pessoa pode realizar facilmente estas tarefas complicadas.

Em primeiro lugar, configure o comando `Palete` incorporado do UR para criar o padrão necessário. Certifique-se de que as posições ficam um pouco mais além em relação à posição final. Isso permite que o comando F/T Procurar encontre o item vizinho através de um toque suave para evitar quaisquer erros de posicionamento.



Caso seja necessário, é possível utilizar mais do que um comando F/T Procurar para alinhar o item horizontalmente e verticalmente.

Certifique-se de que apenas utiliza o tipo de desvio relativo dos parâmetros de introdução do comando F/T Procurar para utilizar sempre um movimento relativo no que diz respeito ao padrão.

Para obter mais informações, consulte [Comando F/T Procurar](#).

A pasta `programs/OnRobot_UR_Programs` contém um programa de exemplo de detecção de colisões para o UR intitulado *OnRobot_Palletizing_Example.urp*.

3.4.5 Inserção de pinos

Não é possível realizar a inserção de pinos ou pernos em orifícios apertados com soluções baseadas na posição. Inclusivamente utilizando câmaras, é impossível criar uma solução robusta.

Com a ajuda do sensor de F/T de alta precisão da OnRobot e do comando F/T `Inserir pino`, qualquer pessoa pode realizar de forma fácil e robusta tarefas que exijam um encaixe preciso.

A pasta `programs/OnRobot_UR_Programs` contém um programa de exemplo de detecção de colisões para o UR intitulado *OnRobot_Pin_Insertion_Example.urp*.

3.4.6 Inserção de caixas

A inserção de um objecto rectangular num orifício rectangular, tal como inserir um auto-rádio no respectivo suporte ou uma bateria num telemóvel, é uma tarefa comum.

Com a ajuda do comando F/T `Inserir caixa`, qualquer pessoa pode realizar facilmente estas tarefas.

A pasta `programs/OnRobot_UR_Programs` contém um programa de exemplo de detecção de colisões para o UR intitulado *OnRobot_Box_Insertion_Example.urp*.

3.4.7 Fixar e rodar

Com a ajuda do sensor de F/T de alta precisão da OnRobot e do comando F/T `Fixar e rodar`, qualquer pessoa pode realizar de forma fácil e robusta tarefas que exijam a utilização de qualquer tipo de suporte de baioneta.

4 Glossário de termos

Termo	Descrição
Compute Box	Uma unidade fornecida pela OnRobot juntamente com o sensor. Esta efectua os cálculos necessários para utilizar os comandos e as aplicações implementadas pela OnRobot. A mesma necessita de ser ligada ao sensor e ao controlador do robô.
Visualização de dados da OnRobot	Software de visualização de dados criado pela OnRobot para apresentar os dados fornecidos pelo sensor. Pode ser instalado no sistema operativo Windows.

5 Lista de siglas

Sigla	Termo por extenso
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIP	Dual In-line Package
F/T	Força/Torque
ID	Identificador
IP	Internet Protocol
IT	Information Technology
MAC	Media Access Control
PC	Personal Computer
RPY	Roll-Pitch-Yaw
SP	Starting Position
SW	Software
TCP	Tool Center Point
UR	Universal Robots
URCap	Universal Robots Capabilities
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded Twisted Pair

6 Anexo

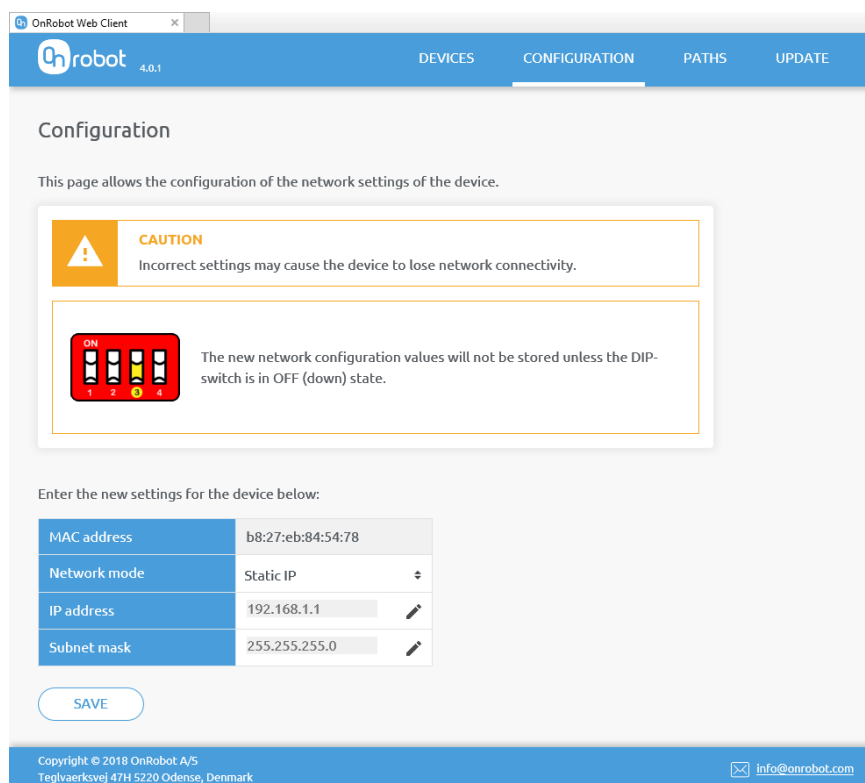
6.1 Alterar o IP da Compute Box

Para alterar o endereço de IP do sensor, ligue o seu computador portátil ou um PC externo à OnRobot Compute Box.

1. Certifique-se de que o dispositivo não tem a alimentação ligada. Ligue o dispositivo ao computador com o cabo Ethernet fornecido.
2. Se o seu dispositivo apresentar as predefinições de fábrica, avance para o passo n.º 3. Caso contrário, certifique-se de que coloca o interruptor DIP 3 na posição ON (para cima) e o interruptor DIP 4 na posição OFF (para baixo).



3. Ligue o dispositivo à fonte de alimentação fornecida e aguarde 30 segundos para o mesmo arrancar.
4. Abra um navegador da Web (recomenda-se o Internet Explorer) e aceda a <http://192.168.1.1>. É apresentado o ecrã de boas-vindas.
5. Clique em **Configuration**, no menu superior. É apresentado o seguinte ecrã:



6. Selecione a opção **Static IP** no menu pendente **Network mode**.
7. Edite o endereço de IP.
8. Coloque o interruptor DIP 3 na posição OFF.

9. Clique no botão **Save**.
10. Abra um navegador da Web (recomenda-se o Internet Explorer) e acesse ao endereço de IP definido no passo n.º 7.

6.2 Actualizar o software na Compute Box

Consulte o documento Descrição da Compute Box.

6.3 Desinstalação de software

1. Para desinstalar (remover) os ficheiros de programa da OnRobot para o UR copiados anteriormente, escolha entre as seguintes opções:
 - a. Remova os ficheiros e a pasta utilizando a opção **Eliminar** do Acessório de aprendizagem durante a utilização dos ficheiros (por exemplo, quando utilizar as opções Carregar programa ou Guardar programa)
 - b. Copie o ficheiro `uninstall.sh` da pen USB para uma nova pen USB, mude o respectivo nome para `urmagic_OnRobot_uninstall.sh` e ligue essa pen ao Acessório de aprendizagem. O ficheiro cria uma cópia de segurança na pen USB e, em seguida, elimina a pasta `OnRobot_UR_Programs` de forma permanente do UR.
2. Desinstale o suplemento URCap.
 - a. Acesse ao ecrã de boas-vindas do PolyScope.
 - b. Clique em **Configurar Robô**.
 - c. Clique em **Configuração URCaps** e localize a opção FT – OnRobot na lista de URCaps activas.
 - d. Clique no sinal de - no fundo para desinstalar essa opção.
 - e. Reinicie o robô.

6.4 Valores de retorno

Os comandos da OnRobot que tenham valores de retorno actualizam a variável `of_return` quando terminam. Esta variável global pode ser utilizada com a expressão condicional `If` incorporada do UR (por exemplo, `if of_return == 1`, seguida pela acção pretendida).

6.4.1 Valores de retorno do comando **F/T Centro**

- 0 Alcançou o ponto central com êxito.
- 1 A primeira procura de limite não foi bem-sucedida. O movimento atingiu o limite de distância.
- 2 A segunda procura de limite não foi bem-sucedida. O movimento atingiu o limite de distância.
- 3 Não foi possível alcançar o ponto central. A ferramenta colidiu durante o movimento.
- 4 A procura não foi iniciada devido às condições.
- 5 A segunda procura não foi iniciada devido às condições.
- 99 Não defina mais do que um parâmetro direccional.

6.4.2 Valores de retorno do comando **F/T Fixar e rodar**

- 0 O comando Fixar e rodar terminou sem erros.
- 11 A procura do ponto central de orientação de Ry não foi bem-sucedida.
- 12 A procura do ponto central de orientação de Ry não foi bem-sucedida.
- 21 A rotação não foi bem-sucedida. Ocorreu uma colisão.
- 22 A rotação terminou sem contacto.
- 99 Erro de parâmetro.

6.4.3 Valores de retorno do comando **F/T Inserir caixa**

- 0 A inserção da caixa terminou sem erros.
- 1 A primeira procura de direcção não foi bem-sucedida. O movimento atingiu o limite de distância.
- 2 A segunda procura de direcção não foi bem-sucedida. O movimento atingiu o limite de distância.
- 3 O movimento de inclinação para trás não foi bem-sucedido. Ocorreu uma colisão.
- 4 O movimento de inclinação não foi bem-sucedido. Ocorreu uma colisão.

- 5 A caixa ficou presa durante a inserção ao apontar para o centro do eixo X! Verifique a posição e orientação.
- 6 A caixa ficou presa durante a inserção ao apontar para o centro do eixo Y! Verifique a posição e orientação.
- 7 A caixa ficou presa durante a inserção ao apontar para o centro do eixo Z! Verifique a posição e orientação.
- 8 A caixa não pode ser inserida na posição. Ocorreram demasiadas colisões. Verifique a posição e orientação.

6.4.4 Valores de retorno do comando F/T **Inserir peça**

- 0 O comando Inserir peça atingiu a distância máxima.
- 1 O comando Inserir peça terminou com uma colisão após a profundidade de inserção mínima.
- 2 O comando Inserir peça ficou preso após a profundidade de inserção mínima. A inserção é mais lenta do que é necessário.
- 3 O comando Inserir peça ficou preso antes da profundidade de inserção mínima. A inserção é mais lenta do que é necessário.
- 4 O comando Inserir peça terminou com o limite de tempo após a profundidade de inserção mínima.
- 5 O comando Inserir peça terminou com o limite de tempo antes da profundidade de inserção mínima.
- 6 O comando Inserir peça terminou devido a forças/torques laterais demasiado elevados nos eixos não conformes após a profundidade de inserção mínima.
- 7 O comando Inserir peça terminou devido a forças/torques laterais demasiado elevados nos eixos não conformes antes da profundidade de inserção mínima.
- 8 O comando Inserir peça apresenta um erro de parâmetro.

6.4.5 Valores de retorno do comando F/T **Mover**

- 0 O movimento terminou sem detectar uma força ou um torque superior ao limite definido.
- 1 O movimento terminou porque foi detectada uma força ou um torque superior ao limite definido.
- 3 O movimento não pode ser iniciado devido a uma força ou um torque que ultrapassa o limite definido.

- 11 O movimento não pode ser iniciado porque não há um caminho gravado na Compute Box com o ID seleccionado.
- 12 O movimento não pode ser iniciado porque não há pontos gravados neste caminho.
- 13 O movimento não pode ser iniciado porque o ficheiro de caminho neste ID de caminho está vazio.
- 14 O movimento não pode ser iniciado porque o ficheiro de caminho está corrompido.

6.4.6 Valores de retorno do comando F/T Procurar

- 0 A procura terminou com êxito porque foi detectada uma força ou um torque superior ao limite definido.
- 1 A procura terminou sem detectar uma força ou um torque superior ao limite definido.
- 3 A procura não pode ser iniciada devido a uma força ou um torque que ultrapassa o limite definido.
- 11 A procura não pode ser iniciada porque não há um caminho gravado na Compute Box com a selecção.
- 12 A procura não pode ser iniciada porque não há pontos gravados neste caminho.
- 13 A procura não pode ser iniciada porque o ficheiro de caminho neste ID de caminho está vazio.
- 14 A procura não pode ser iniciada porque o ficheiro de caminho está corrompido.

6.4.7 Valores de retorno do comando F/T Empilhar

Valores de retorno da opção Pilha:


- 0 Uma iteração do empilhamento está concluída.
- 1 O contador de iterações está acima do máximo: a pilha está cheia.
- 2 O empilhamento não foi bem-sucedido. Próximo item não encontrado.
- 3 O empilhamento não pode ser iniciado devido a uma força ou um torque que ultrapassa o limite definido.
- 4 O movimento para o próximo elemento não foi bem-sucedido. Ocorreu uma colisão.
- 5 O movimento para o ponto inicial não foi bem-sucedido. Ocorreu uma colisão.

Valores de retorno da opção Desempilhar:

- 0 Uma iteração do desempilhamento está concluída.
- 1 O contador de iterações está acima do máximo: a pilha está vazia.
- 2 O desempilhamento não foi bem-sucedido. Próximo item não encontrado.
- 3 O desempilhamento não pode ser iniciado devido a uma força ou um torque que ultrapassa o limite definido.
- 4 O movimento para o próximo elemento não foi bem-sucedido. Ocorreu uma colisão.
- 5 O movimento para o ponto inicial não foi bem-sucedido. Ocorreu uma colisão.

6.5 Resolução de problemas


6.5.1 Erro de configuração do suplemento URCap

Existem três razões possíveis para o ícone de erro  ser apresentado.

35. Se o menu pendente **Dispositivos descobertos** mostrar a mensagem de erro "NENHUM DISPOSITIVO ENCONTRADO!", para efectuar a resolução de problemas, consulte "[Nenhum dispositivo encontrado](#)".
36. Se os dispositivos da OnRobot tiverem sido encontrados com êxito, mas o **IP do robô da UR** mostrar "N/A", para efectuar a resolução de problemas, consulte [O IP do robô da UR é "N/A"](#).
37. Se os dispositivos da OnRobot tiverem sido encontrados com êxito e o IP do robô da UR mostrar um endereço de IP válido, para efectuar a resolução de problemas, consulte [Dispositivo encontrado e o UR tem um IP](#).

6.5.1.1 "Nenhum dispositivo encontrado"

Se o menu pendente **Dispositivos descobertos** mostrar o erro "NENHUM DISPOSITIVO ENCONTRADO!", verifique as ligações com a Compute Box e o sensor e, em seguida, tente reiniciar a Compute Box.

Após 60 segundos (quando ambos os LEDs de estado da Compute Box ficarem acesos a verde), tente repetir manualmente a descoberta ao tocar no ícone de actualização .

6.5.1.2 O IP do robô da UR é "N/A"

Este erro pode ocorrer quando a configuração de rede do robô da UR não tiver sido definida.

Para resolver o problema, verifique a configuração de rede do robô da UR através do seguinte procedimento:

38. Prima o botão Configurar Robô.



39. Prima o botão Rede.

40. Se a rede do UR estiver desactivada:

41. Se o dispositivo da OnRobot estiver ligado directamente ao robô da UR, selecione a opção DHCP e prima o botão Aplicar. O serviço da OnRobot atribui um IP.

42. Se o dispositivo da OnRobot não estiver ligado directamente ao robô da UR, verifique se o dispositivo da OnRobot está ligado à mesma rede (router, switch, etc.) do robô da UR, ou consulte o supervisor da rede.

43. Se a opção DHCP ou Endereço Estático estiver seleccionada e o problema persistir, consulte o seu supervisor da rede.



No caso da opção DHCP, após o endereço de IP correcto ser atribuído ao robô da UR, mude para o modo de Endereço Estático (o endereço de IP do robô da UR deverá permanecer igual) e prima o botão **Aplicar**. O endereço de IP é agora fixo e não será alterado mais tarde.

Finalmente, efectue a [Configuração do suplemento URCap](#) a partir do início.

6.5.1.3 Dispositivo encontrado e o UR tem um IP

Este erro pode ocorrer quando o robô e o dispositivo não se encontram na mesma subrede.

Para resolver o problema, siga este procedimento:

1. Se o dispositivo da OnRobot não estiver ligado directamente ao robô da UR, verifique se o interruptor DIP 3 está na posição OFF na Compute Box, tal como mostrado na seguinte figura:



2. Se o interruptor DIP estiver na posição ON, coloque-o na posição OFF e, em seguida, reinicie o dispositivo da OnRobot (ao desligar a alimentação) e repita os passos fornecidos na secção [Configuração do suplemento URCap](#).

Se o problema persistir, siga este procedimento:

44. Abra a página Rede do robô da UR tal como explicado em [O IP do robô da UR é "N/A"](#).
45. Modifique a máscara de subrede para "255.0.0.0".
46. Prima o botão Aplicar.

Finalmente, efectue a [Configuração do suplemento URCap](#) a partir do início.

6.5.2 Demasiado perto da singularidade

Durante a orientação manual, se a ferramenta for guiada para uma posição demasiado perto do volume cilíndrico directamente acima ou abaixo da base do robô, é apresentada uma mensagem de aviso.



Ao premir o botão **Parar programa**, irá desactivar a função Guia manual. Se premir o botão **Continuar**, irá mudar para o Modo de segurança, o que impede a flange da ferramenta de se mover na direcção do volume cilíndrico directamente acima ou abaixo da base do robô através da função Hand Guide. Ao afastar-se 10 mm desse volume, desactiva o Modo de segurança, permitindo novamente o movimento em todas as direcções.



NOTA:

Por motivos de segurança e precisão, o modo Guia manual mantém a flange da ferramenta a uma maior distância do volume cilíndrico do que o robô da UR consegue alcançar fisicamente. É possível mover a flange da ferramenta para mais perto ao utilizar o separador PolyScope Move ou os comandos de movimento.

6.5.3 Sinal de aviso na barra da função Hand Guide



Se o dispositivo da OnRobot não estiver a funcionar correctamente, é apresentado um sinal de aviso. Repita os passos da [Configuração do suplemento URCap](#).

6.5.4 "socket_read_binary_integer: limite de tempo"

Se qualquer comando estiver a ser executado há mais de 2 segundos, é apresentada uma entrada **socket_read_binary_integer: limite de tempo** no **Registo**.

Isto não tem impacto na execução do programa por parte do robô.

6.5.5 "A abertura do vectorStream da cavidade não foi bem-sucedida."

Se o controlador do robô não conseguir estabelecer uma ligação à Compute Box, é apresentada a mensagem de erro "A abertura do vectorStream da cavidade não foi bem-sucedida".



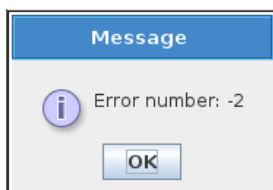
Neste caso, certifique-se de que a Compute Box está ligada ao controlador do robô e tem energia.

6.5.6 A reprodução do caminho é mais lenta do que o esperado

Ao utilizar o comando `F/T Caminho`, é possível que o caminho gravado não seja fluido devido aos limites da destreza humana. Nestes casos, o robô apenas pode reproduzir o caminho a uma velocidade muito lenta. Para evitar este problema, tente gravar o caminho novamente com movimentos fluidos e assertivos, tentando minimizar (tanto quanto possível) as variações em termos de velocidade translacional e rotacional. Além disso, tente evitar gravar caminhos que contenham rotações sem elementos translacionais.

6.5.7 "Número de erro: -2" ao guardar o caminho

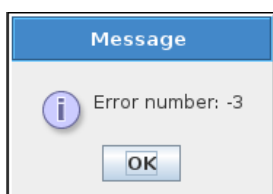
Se for gravado um caminho vazio, ao tentar guardar o mesmo, é apresentada a mensagem de erro "Número de erro: -2".



Neste caso, certifique-se de que o robô é movido entre o início e a paragem da função de gravação de caminho.

6.5.8 "Número de erro: -3" ao guardar o caminho

Se não for possível guardar um caminho devido a não existir espaço de armazenamento suficiente na Compute Box, é apresentada a mensagem de erro "Número de erro: -3".



Neste caso, elimine os caminhos gravados anteriormente que já não sejam utilizados.

6.5.9 "Tipo de sensor desconhecido"

Se a Compute Box não conseguir reconhecer o dispositivo ligado da OnRobot, é apresentada esta mensagem de erro.



Neste caso, certifique-se de que a ligação entre a Compute Box e o dispositivo da OnRobot (sensor) está correcta e de que está ligado o dispositivo certo.

6.5.10 "O sensor não está a responder."

Se a Compute Box tiver reconhecido o dispositivo ligado da OnRobot e, mais tarde, a ligação com o dispositivo for perdida, é apresentada esta mensagem de erro.



Verifique se a ligação entre a Compute Box e o dispositivo da OnRobot (sensor) está correcta e se está ligado o dispositivo certo.

6.6 Declarations and Certificates

CE/EU Declaration of Incorporation (original)

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

The manufacturer:

OnRobot A/S
Teglværskvej 47H
DK-5220, Odense SØ
Denmark
+45 53 53 57 37

declares that this product:

Type: Industrial 6-axis Force/Torque sensor

Model: HEX-E and HEX-H


Serial number from: HEXEB001 and HEXHB001

is partly completed machinery according to 2006/42/EC. The product must not be put into service before the complete machine is in full compliance with all essential requirements of 2006/42/EC. A comprehensive risk assessment must be carried out for each application as part of ensuring that all essential requirements are fulfilled. All essential requirements must be assessed. Instructions and guidance provided in the HEX user manual must be followed.

Technical documentation compiled according to 2006/42/EC annex VII part B is available to national authorities upon request.

The product is in conformity with, and CE marked according to, the following directives:

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



Nicolae Gheorghe Tuns
RD Director
Odense, October 17st, 2018

Declaration of EMC test result

**T-Network client**

OnRobot Hungary Kft.
Aradi u. 16.
1043 Budapest
Hungary

Product identification

OnRobot HEX Force/Torque Sensor
S/N: HEXEX005 with CB1807B018

Manufacturer

OnRobot A/S

Technical report

T-Network Project EMC-180926/1, OnRobot HEX Force/Torque Sensor and Compute Box EMC Test Report,
dated 17 July 2018

Standards/Normative documents

EN 61000-6-2:2005
EN 61000-6-4:2007+A1:2011

T-Network has evaluated the products in various measurements, and the results verify the product's
EMC compliance.

Budapest, 05 October 2018

Sándor Tatár
Laboratory Leader
T-Network Kft.


T-Network Kft.
EMC Laboratory
Ungvár u. 64-66. 1142 Budapest, Hungary
Registration num.: 12005222-2-42

T-Network Kft.
Ungvár u. 64-66.
1142 Budapest
Hungary

Tel. +36 1 460 9000
Fax +36 1 460 9001
E-mail: tnetwork@tnetwork.hu
Web: <http://www.tnetwork.hu>



Report No.: SHES180600601401
Date of issue: 2018-09-25

TEST REPORT

Product name..... : 6-axis Force/Torque Sensor
 Product model : HEX-E v2
 Product description..... : Sensor
 Electrical Rating : -
 Applicant..... : OptoForce Ltd.
 Address : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Manufacturer : OptoForce Ltd.
 Address : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Testing Laboratory : SGS-CSTC Standards Technical Services (Shanghai) Co., Ltd.
 Address : No. 588 West Jindu Rd, Xinqiao Town, Songjiang District, Shanghai, CHINA
 Number of Samples received: 1
 Date of samples reception ... : 2018-08-31
 Date Test Conducted : 2018-09-08 to 2018-09-09
 Test Requested : IP67 (as client's requirement)
 Test Method (standards) : IEC 60529 Clause 13.6 & Clause 14.2.7
 Test result : **Pass**
CONCLUSION : The submitted sample complies with the clauses examined.

Prepared and checked by:

Lewis Hua

Lewis Hua

Reviewed by:

Lucy Wang

Lucy Wang

6.7 Edições

Edição	Comentário
Edição n.º 2	<p>Documento reestruturado.</p> <p>Glossário de termos adicionado.</p> <p>Lista de siglas adicionada.</p> <p>Anexo adicionado.</p> <p>Público-alvo adicionado.</p> <p>Utilização prevista adicionada.</p> <p>Informações de direitos de autor, marca comercial, contacto e idioma original adicionadas.</p> <p>Comportamento do comando F/T Mover, F/T Procurar, F/T Inserir pino e F/T Controlo alterado.</p> <p>Comando F/T Ponto de passagem adicionado.</p> <p>Comando F/T Mover (Ctrl) removido.</p> <p>Referências de exemplo de aplicação adicionadas aos programas de exemplo para o UR.</p>
Edição n.º 3	<p>Sistema de coordenadas do tipo Barra de ferramentas da função Hand Guide corrigido para Ferramenta.</p> <p>Observação adicionada sobre a limitação da Orientação do TCP.</p> <p>Limite de activação do eixo de orientação manual removido.</p> <p>Clarificação sobre a utilização do tipo de ponto de passagem adicionada.</p>
Edição n.º 4	Limitação da Orientação do TCP removida.
Edição n.º 5	<p>Valores de retorno do comando F/T Procurar e F/T Mover actualizados.</p> <p>Secção Gravação de caminho removida.</p> <p>Secção Comando F/T Caminho adicionada.</p> <p>Secção F/T Inserir conector removida.</p> <p>Secção Valores de retorno de F/T Inserir conector removida.</p> <p>Secções Comando F/T Mover e Comando F/T Procurar actualizadas com informações de velocidade de reprodução constante e novas capturas de ecrã dos comandos.</p> <p>Secção Comando F/T Controlo actualizada com a limitação de controlo de força direcciona.</p> <p>Alterações editoriais.</p>

Edição n.º 6	<p>Precisão da reprodução do caminho adicionada.</p> <p>Secção "Ocorreu um erro no programa em execução" ao continuar o programa alterada para "Ocorreu um erro no programa em execução" ao parar o programa. A continuação do programa e a colocação do mesmo em pausa já não dispara o alarme.</p> <p>Secção Efeitos da posição do TCP adicionada.</p> <p>Item do registo "socket_read_byte_list(): limite de tempo" alterado para "socket_read_binary_integer: limite de tempo".</p> <p>Comportamento alterado.</p> <p>Secção "A abertura do vectorStream da cavidade não foi bem-sucedida" adicionada à Resolução de problemas.</p> <p>Secção Inserção de conector removida.</p> <p>Secção "A reprodução do caminho é mais lenta do que o esperado" adicionada.</p> <p>Limitações adicionadas para pontos de passagem apenas de rotação.</p>
Edição n.º 7	Alterações editoriais.
Edição n.º 8	<p>Limite de rotação máxima por translação da gravação de caminho adicionado à secção Comando F/T Caminho.</p> <p>Secções "Número de erro: -2" ao guardar o caminho" e "Número de erro: -3" ao guardar o caminho" adicionadas.</p> <p>Alterações editoriais.</p>
Edição n.º 9	<p>Aviso de segurança importante adicionado.</p> <p>Símbolos de aviso adicionados.</p> <p>Capturas de ecrã actualizadas.</p> <p>Observação adicionada para avisar contra a rotação do cabo do sensor na secção Ligações dos cabos.</p>
Edição n.º 10	Informações sobre o Hex v2 adicionadas.
Edição n.º 11	<p>Secções Comando F/T Pilha e Comando F/T Desempilhar combinadas com a secção Comando F/T Empilhar.</p> <p>Secções Valores de retorno do comando F/T Pilha e Valores de retorno do comando F/T Desempilhar combinadas com a secção Valores de retorno do comando F/T Empilhar.</p> <p>Capturas de ecrã actualizadas.</p>
Edição n.º 12	<p>Informações do cabo USB actualizadas</p> <p>Configuração do suplemento URCap actualizada</p> <p>Ícones da função Guia manual actualizados</p> <p>Secção Resolução de problemas actualizada</p> <p>Mensagens de erro actualizadas</p>