

11

**AUTOMAÇÃO, ROBÓTICA
E CONTROLO INDUSTRIAL – INDÚSTRIA 4.0**



**ROBÓTICA
INDUSTRIAL
PARTE II
PROGRAMAÇÃO
AVANÇADA**

**FILIFE PEREIRA
JOSÉ MACHADO
CARLOS FELGUEIRAS**

AUTORES

FILIPE PEREIRA
JOSÉ MACHADO
CARLOS FELGUEIRAS

TÍTULO

ROBÓTICA INDUSTRIAL
PARTE II - PROGRAMAÇÃO AVANÇADA

COLEÇÃO

AUTOMAÇÃO, ROBÓTICA E CONTROLO INDUSTRIAL – INDÚSTRIA 4.0

EDIÇÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO
Tel: 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt

CHANCELA

Engobook – Conteúdos de Engenharia

DISTRIBUIÇÃO

Booki – distribuidora e livraria técnica
Tel. 220 104 872 · Fax 220 104 871 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

PARCEIRO DE COMUNICAÇÃO

Robótica - Revista Técnico-científica de Automação, Controlo e Instrumentação - www.robotica.pt

REVISÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

DESIGN

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

APOIO

Roboplan, Lda. - www.roboplan.pt

IMPRESSÃO

Maior, 2024

DEPÓSITO LEGAL

504976/22



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2024 | Todos os direitos reservados à Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor e do Autor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

DOI
<https://doi.org/10.61875/9789899101425>

681.2 Instrumentação
681.5 Engenharia de Controlo Automático. Tecnologia Inteligente.

ISBN
Papel: 9789899101425
E-book: 9789899101432

Catálogo da publicação
Família: Automação Industrial
Subfamília: Automação Industrial



roboplan.pt

FILIFE PEREIRA
JOSÉ MACHADO
CARLOS FELGUEIRAS

ROBÓTICA

INDUSTRIAL

PARTE II

PROGRAMAÇÃO

AVANÇADA

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS E DEDICATÓRIAS	XI
NOTA INTRODUTÓRIA	XIII
1. JOB (PROGRAMA)	15
1.1. Criação de programas	17
1.1.1. Inserindo o nome e comentário do programa.....	17
1.1.2. Seleção de pasta	18
1.1.3. Seleção do grupo de eixos	18
1.1.4. Seleção do tipo de programa	18
1.1.5. Criação do novo programa	19
1.2. Recuperação de programas ativos	19
1.3. Selecionar um programa	20
1.4. Exercícios.....	21
1.4.1. Exercício 1.....	21
1.4.2. Exercício 2.....	22
1.4.3. Exercício 3.....	23
2. MODOS ESPECIAIS DE EXECUÇÃO DE PROGRAMAS.....	25
2.1. Baixa velocidade	27
2.2. Velocidade de segurança	28
2.3. <i>Dry-Run</i>	28
2.4. Modo de Revisão.....	28
2.5. Execução sem movimento	29
2.6. Desativando todos os modos especiais	29
2.7. Exercício 4.....	29
3. INFORM LIST	31
3.1. Uso da <i>Inform List</i>	33
3.2. Instruções da <i>Inform List</i>	35

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaríamos de agradecer ao Eng. Nuno Mineiro, ao Eng. José Miguel Rodrigues e ao Eng. Carlos Neves da empresa ROBOPLAN, não só pela aposta neste projeto, bem como na cedência pela cedência de informação. Aqui fica o nosso especial agradecimento, pois sem eles a obra não seria possível.

Gostaríamos também de agradecer ao ex-responsável de marketing, Dr. Ricardo Correia que tornou também possível a realização da obra bem apoio na edição desta obra bem como ao Dr. Gilberto Neves da direção de marketing da Roboplan.

Ainda da Roboplan, aos engenheiros técnicos Eng. Carlos Miguel e Eng. Nuno Miguel, agradecemos o apoio e a cedência de informação.

À Quântica Editora, em especial ao Eng. António Malheiro, pela sua generosidade, simpatia, empreendedorismo, apoio e motivação.

DEDICATÓRIAS

Dedico esta obra aos meus pais, mulher e filhos, pelo carinho, paciência e por terem estado sempre do meu lado mesmo nos momentos mais difíceis.

Filipe Pereira

Queria agradecer à minha mulher e aos meus filhos pelo apoio dado na realização desta obra, pois sem eles não teria sido possível concretizar os objetivos a que me propus.

José Machado

À Rosa Maria e ao Rodrigo.

Carlos Felgueiras



CAPÍTULO 1

JOB
(PROGRAMA)

1. JOB (PROGRAMA)

1.1. Criação de programas

Um novo programa (JOB) só pode ser criado a partir do modo de programação.



1.1.1. Inserindo o nome e comentário do programa

É necessário inserir um nome para criar um programa que contenha até 32 caracteres.

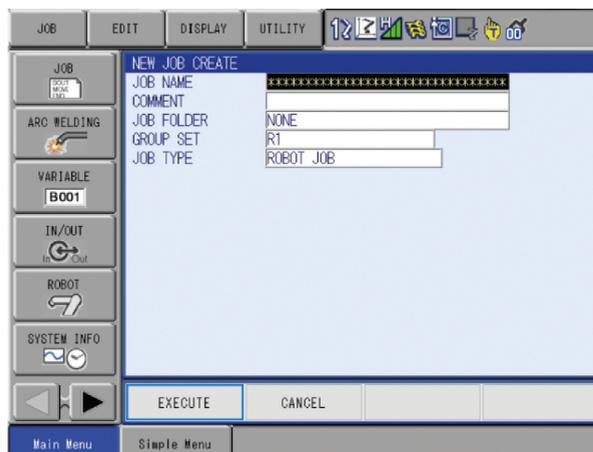


Figura 1.1. JANELA PARA CRIAÇÃO DE PROGRAMA OU JOB

Mude com o cursor para *SELECT* no menu do programa.



Figura 1.2. DEFINIÇÃO DO NOME DO PROGRAMA OU JOB

Entre na linha pressionando a tecla *SELECT* e o nome do Programa com o teclado. O botão *SYMBOL* permite alternar entre o alfabeto e os caracteres especiais para criar o nome desejado. Confirme a entrada com *ENTER*.

Também é possível inserir um comentário com até 32 caracteres usando o procedimento mencionado acima.

1.1.2. Seleção de pasta

Pressione *SELECT* e escolha a pasta desejada onde irá guardar o programa para que posteriormente possa encontrá-lo na lista de programas de acordo com a organização de pastas que preferir.

1.1.3. Seleção do grupo de eixos

Deve escolher na janela de seleção o grupo de eixos que será usado no programa. Não há possibilidade de posteriormente alterar ou complementar o grupo de eixos.

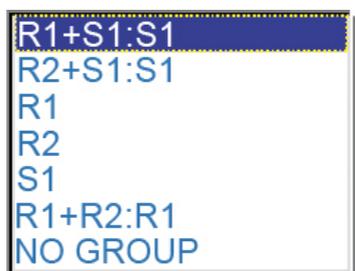


Figura 1.3. SELEÇÃO DO GRUPO DE EIXOS

1.1.4. Seleção do tipo de programa

Neste caso é feita basicamente uma diferença entre os tipos de programas mencionados abaixo.



Figura 1.4. SELEÇÃO DO TIPO DE PROGRAMA

PRO ROBOT

Este tipo normalmente compreende o programa de trabalho do robot.

2.2. Velocidade de segurança

O modo de velocidade de segurança limita a velocidade do manipulador a 25% da velocidade máxima e as instruções da ferramenta são executadas. Este modo é usado para verificar novos programas; mas não é recomendado para programas de teste onde as instruções da ferramenta envolvem velocidades superiores a 25% devido a efeitos de processamento.

Para habilitar ou desabilitar o modo *Safety Speed*, execute as seguintes etapas:

1. Selecione Modo *Play*.
2. No ecrã de conteúdo do programa, selecione *UTILITY* na área do menu.
3. Selecione *SETUP SPECIAL RUN*.
4. Mova o cursor para *SPEED LIMIT*; pressione *SELECT* (a opção muda para *VALID*).
5. Selecione *COMPLETE* para retornar ao conteúdo do programa com o modo ativado.

NOTA: A Teach Pendant exibe a mensagem “!Speed Limit mode” enquanto este modo está habilitado.

2.3. Dry-Run

O modo *Dry-Run* executa o programa a uma taxa constante de 10% e não executa as instruções da ferramenta. Este modo pode ser usado para verificar o tipo de movimento da trajetória e os comandos de posicionamento dos pontos.

Para habilitar ou desabilitar este modo, conclua as seguintes etapas:

1. Selecione Modo *Play*.
2. No ecrã de conteúdo do programa, selecione *UTILITY* na área do menu.
3. Selecione *SETUP SPECIAL RUN*.
4. Mova o cursor para *DRY RUN*; pressione *SELECT* (a opção muda para *VALID*).
5. Selecione *COMPLETE* para retornar ao conteúdo do programa com o modo ativado.

NOTA: A Teach pendant exibe a mensagem “!Dry-Run mode” enquanto este modo está ativado.

2.4. Modo de Revisão

O Modo de Revisão executa o programa na taxa programada, mas não executa as instruções da ferramenta. Ele é usado principalmente para verificar o caminho do *robot* em velocidade real e determinar os Níveis de Posicionamento (PL) necessários para uma aplicação específica.

Para ativar ou desativar o Modo de revisão, conclua as etapas a seguir:

1. Selecione Modo *Play*.
2. No ecrã de conteúdo do programa, selecione *UTILITY* na área do menu.
3. Selecione *SETUP SPECIAL RUN*.
4. Mova o cursor para *CHECK*; pressione *SELECT* (a opção muda para *VALID*).
5. Selecione *COMPLETE* para retornar ao conteúdo do programa com o modo ativado.

NOTA: A Teach pendant exibe a mensagem “!Check mode” enquanto está ativado o modo de revisão.

4.3.2. Definir uma variável do tipo robot (posição)

Ativa a variável robótica desejada.

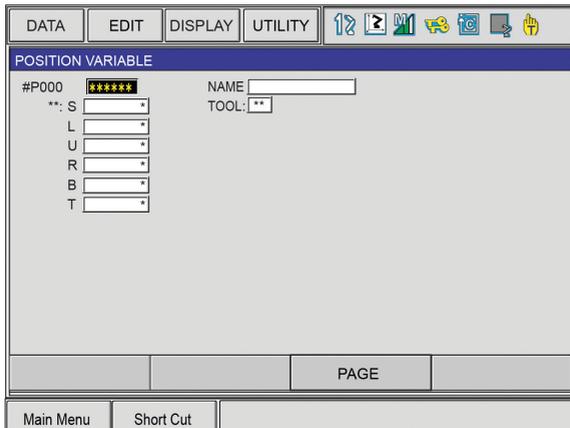


Figura 4.4. VARIÁVEL DE POSIÇÃO DO TIPO ROBOT

As variáveis não estão definidas se visualizar apenas asteriscos nelas. Deve definir essas variáveis para poder usá-las, ou seja, as variáveis devem ser atribuídas a um sistema de coordenadas.

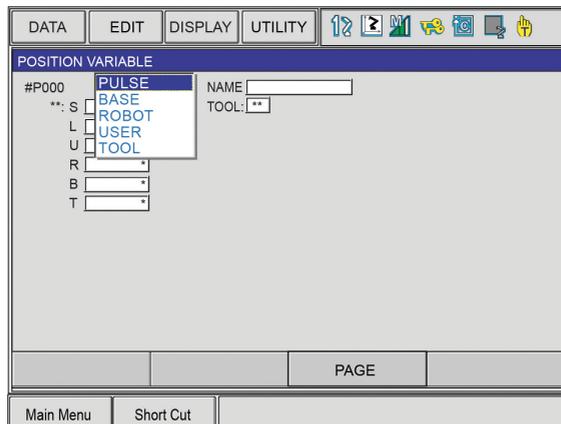


Figura 4.5.. ATRIBUIÇÃO DE UM SISTEMA DE COORDENADAS À VARIÁVEL DE POSIÇÃO

Caso tenha sido selecionado *PULSE*, a variável é configurada para codificar valores sem unidades (IMPULSOS/PULSE).

O robot pode ir para a posição zero (calibração) com a tecla  se todos os JOGs estiverem definidos para zero.

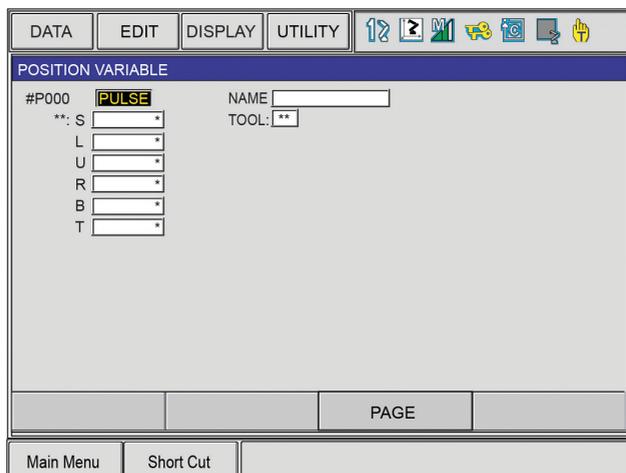


Figura 4.6.. VARIÁVEL DE POSIÇÃO COM O SISTEMA PULSE

Se *ROBOT* for selecionado, a variável ver-se-á da seguinte forma.

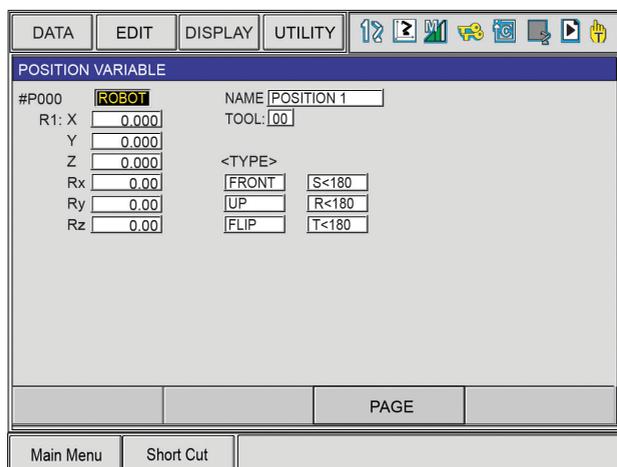


Figura 4.7.. VARIÁVEL DE POSIÇÃO COM O SISTEMA ROBOT

A referência é sempre orientada para o sistema de coordenadas selecionado *BASE*, *ROBOT*, *USER*, *TOOL* nos eixos XYZ. Aqui, por exemplo: **ROBOT**

A unidade é sempre em milímetros (no caso de X, Y, Z) ou em graus (no caso de Rx, Ry, Rz). Quanto a **NOMBRE** [], a variável pode ser claramente etiquetada usando **NOMBRE** [POSITION 1] .

Deve-se ter em consideração o número de um determinado sistema de coordenadas de utilizador, após selecionar *USER*.

5. VARIÁVEIS ARITMÉTICAS

A linguagem *Inform* do YRC1000 possui diversos tipos de variáveis disponíveis, entre elas:

- Variáveis inteiras (I);
- Variáveis inteiras Duplas (D);
- Variáveis Reais (R);
- Variáveis Byte (B).

Tipo	Endereço	Range	Aplicação
Inteiro	I000-I099	-32768 a +32767	Contador
Inteiro duplo	D000-D099	-2147483648 a +2147483647	Distância (micron)
Real	R000-R099	±3,400000 E+38 (máximo e mínimo) ±9,999999 E-38 (valores entre -1 e +1)	Resultados decimais (DIV, SQRT, SIN, COS, ATAN, etc.)
Byte	B000-B099	0-255	Comunicação IO

5.1. Exibição de variáveis

Para exibir o valor contido numa variável, seja no modo *Teach* ou *Play*, conclua as seguintes etapas:

1. No Menu principal, selecione *VARIABLE*.
2. Selecione o tipo de variável
 - Inteiro (I)
 - Inteiro duplo (D)
 - Real (R)
 - *Byte* (B)
3. Use o cursor para mover para o endereço da variável apropriada.

5.2. Editando variáveis

Os valores das variáveis podem ser modificados manualmente da seguinte forma:

1. Exiba o endereço da variável desejada conforme descrito nas etapas anteriores.
2. Mova o cursor para o valor armazenado na variável; pressione *SELECT*.
3. Digite o valor desejado usando o teclado numérico; pressione *ENTER*.

5.3. Instruções aritméticas

5.3.1. Incremento (*INC*)

A instrução *INC* incrementa o valor armazenado numa variável em um (1); por exemplo, se a variável I013 tiver o valor de seis (6), após a execução da instrução *INC* I013, ela terá o valor de sete (7). A instrução *INC* é usada principalmente para contagem (partes produzidas por uma célula, número de vezes que um programa foi executado, etc.).

A instrução aritmética *INC* só pode ser utilizada com as variáveis *Integer* (I), *Double Integer* (D) e *Byte* (B). Se, ao executar a instrução *INC*, for ultrapassado o valor máximo ou mínimo da faixa da variável, então o alarme "ALARM: 4446 OVER VARIABLE LIMIT" apare-

lor de nove (9). A instrução *DEC* é utilizada principalmente em aplicações onde um objetivo de produção deve ser alcançado, pois uma variável pode ser selecionada para armazenar o número de vezes que o programa será executado.

A instrução aritmética *DEC* só pode ser utilizada com as variáveis *Integer* (I), *Double Integer* (D) e *Byte* (B). Se a execução da instrução *DEC* exceder o valor máximo ou mínimo do intervalo da variável, então o alarme "ALARM: 4446 OVER VARIABLE LIMIT" aparece, e o programa pára na linha de instrução, portanto é essencial selecionar o tipo de variável apropriado de acordo com a faixa ou gama de valores.

5.3.2.1. Instrução *DEC*

Modifique a contagem num programa apenas após a conclusão do programa; então insira a instrução *DEC* no final do programa como apresentado abaixo.

```
Programa: PIT-25  
0000 NOP  
0001 MOVJ VJ=50.00  
0002 MOVJ VJ=25.00  
0003 MOVL V=1200  
0004 MOVL V=1200  
0005 MOVL V=1200  
0006 MOVL V=1200  
0007 MOVJ VJ=100.00  
0008 DEC I038  
0009 END
```

5.3.2.2. Programação da instrução *DEC*

Para registrar a instrução *DEC* em um programa faça o seguinte:

1. No modo *Teach*, mova o cursor para a área de endereço no ecrã.
2. Pressione a tecla *INFORM LIST*.
3. Selecione *ARITH*.
4. Selecione *DEC*.
5. Com o cursor na instrução *DEC* na linha de edição, pressione *SELECT*.
O ecrã de edição detalhada é exibido.
6. Mova o cursor para *RESULT* para o símbolo  e pressione *SELECT*.
7. Mova o cursor para o tipo de variável apropriado, no caso de um contador é utilizado o tipo de variável *Integer* (I); pressione *SELECT*.
8. Mova o cursor para o endereço e pressione *SELECT*, depois insira o número do endereço (0 a 99) usando as teclas numéricas e pressione *ENTER*.
9. Pressione *ENTER* para registrar a instrução no programa.

NOTA: Ao inserir uma instrução entre as linhas existentes no programa, a tecla *INSERT* deve ser pressionada antes do *ENTER* final.

5.12. Instrução SETE

Em resumo, podemos afirmar que, em relação às instruções *SETE* e *GETE*, elas permitem efetuar a entrada de dados e saída de dados, respetivamente, as variáveis do tipo P.

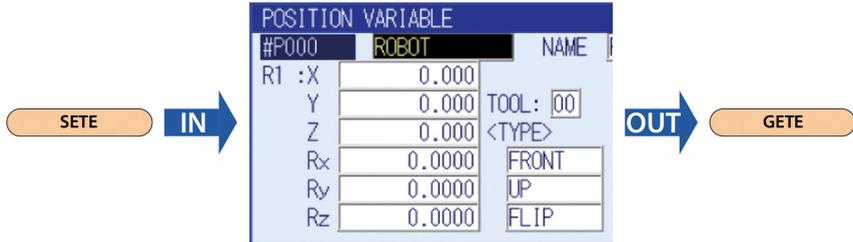


Figura 5.3. INSTRUÇÕES SETE E GETE EM VARIÁVEIS DO TIPO P

5.13. Instrução GETS

Variáveis de Estado

As variáveis de estado são variáveis definidas de forma fixa. Eles refletem o estado do robot.

Seleção de algumas variáveis do contador de status

Variável	Uso/Referência	Nota/Descrição
\$B001	Número de TASK	Recolhe o número da tarefa ao executar Multitarefa (SUB1, SUB2, etc.)
\$B002	Marcador: peça encontrada	Value=0: não há peça Value=1 Part encontrada (apenas com a função de procura)
\$B007	SETFILE/GETFILE	Valor=0: ok qualquer outro valor=: Estado de erro da instrução SETFILE/GETFILE

Seleção de algumas variáveis de posição de status

Variável	Uso/Referência	Nota/Descrição
\$PX000	Posição de Comando de Posição Atual	Recolhe a posição atual em dados de pulso
\$PX001	Posição de Comando de Posição Atual	Recolhe a posição atual nos dados X,Y,Z relativos ao sistema de coordenadas de base
\$PX011	REFP1	Guarda a posição do ponto de referência 1 nos dados de pulso
...
SPX018	REFP8	Guarda a posição do ponto de referência 8 nos dados de pulso
\$PX021	SREFP1	Guarda a posição do ponto de referência síncrono 1 nos dados de pulsos do robot e da estação
...
\$PX028	SREFP8	Guarda a posição do ponto de referência síncrono 87 nos dados de pulsos do robot e da estação

A person in a dark suit is holding a tablet computer. The tablet screen displays a data dashboard with various charts and graphs. The background is a blurred office setting with other people. The entire image has a blue color overlay.

CAPÍTULO 6

INSTRUÇÕES DE MOVIMENTO

6. INSTRUÇÕES DE MOVIMENTO

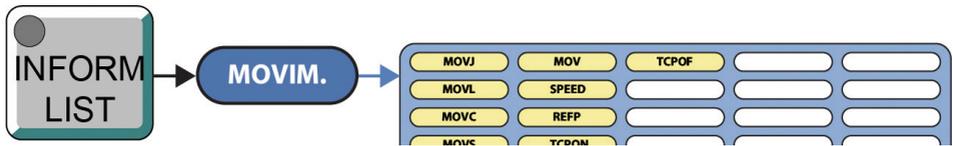


Figura 6.1. INSTRUÇÕES DE MOVIMENTO

As instruções de movimento funcionam da mesma forma que as acedidas através de [MOTION TYPE], mas orientadas a uma variável de posição (variável do tipo P).

◆MOVJ
◆MOVL
◆MOVC

→ **MOVL P000 V=66**

O robot mover-se-á em direção aos dados que estão registados na variável de posição P000 (dados X, Y, Z, Rx, Ry e Rz).

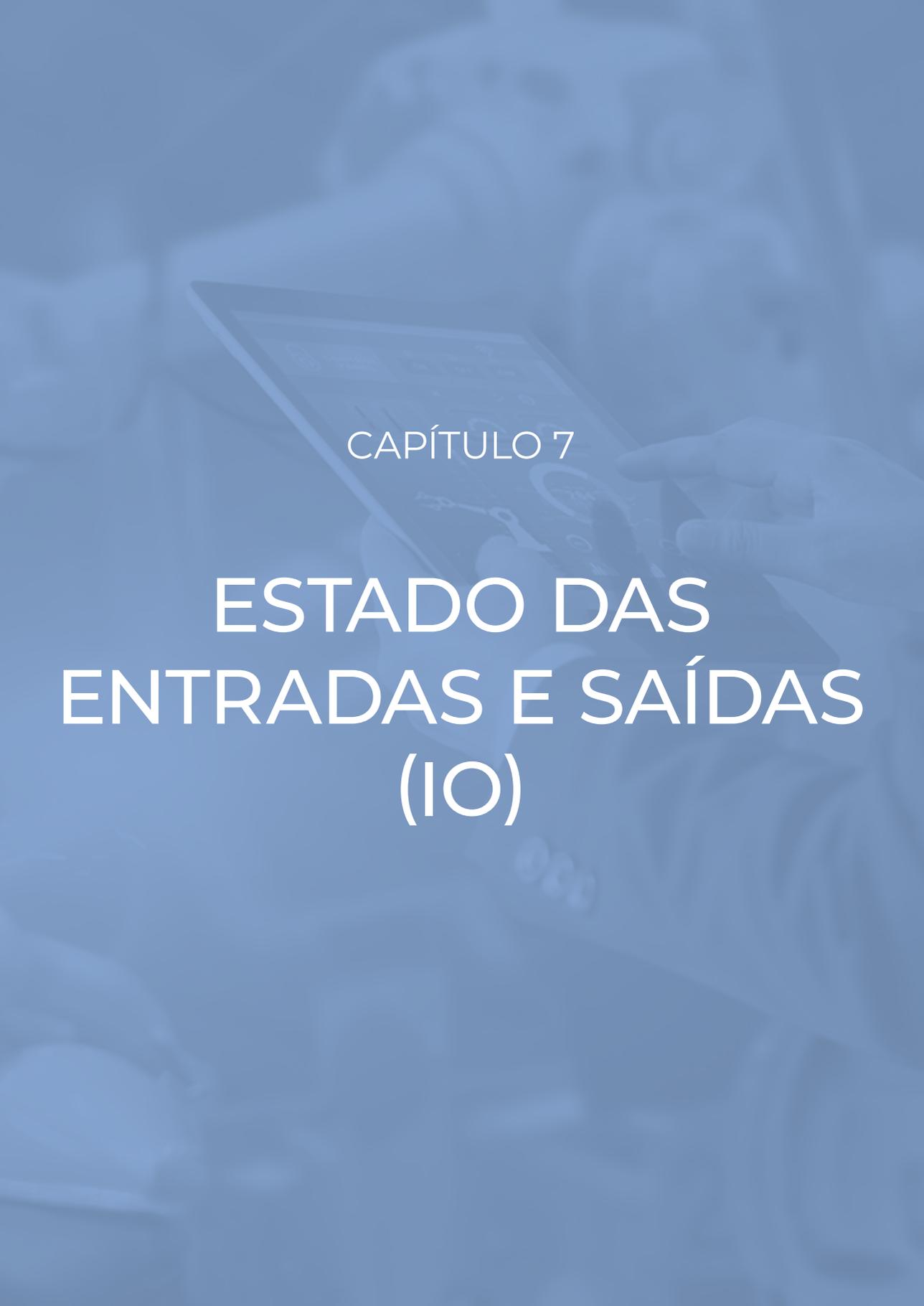
6.1. IMOV

Ao executar esta instrução, o robot movimentar-se-á de acordo com o conteúdo da variável de posição utilizada como *OFFSET*.

Noutras palavras, onde quer que o robot esteja, ele mover-se-á linearmente em X, Y e Z para os mm registado na variável do tipo P que usamos e em relação ao sistema de coordenadas que indicamos.

P000	
(1)X=000,000mm	(4)Rx=000,000grd
(2)Y=000,000mm	(5)Ry=000,000grd
(3)Z=000,000mm	(6)Rz=000,000grd

Figura 6.2. SINTAXE DA INSTRUÇÃO DE MOVIMENTO IMOV



CAPÍTULO 7

ESTADO DAS ENTRADAS E SAÍDAS (IO)

8. INSTRUÇÕES DE ENTRADA E SAÍDA

Na maioria dos casos, o robot interage com dispositivos periféricos como fontes de soldadura, posicionadores, sensores, etc. A comunicação com cada um dos dispositivos periféricos é realizada usando as Instruções de Controlo de Entrada e Saída (IO) do sistema.

8.1. DOUT (Saída digital)

É uma instrução de saída digital que é utilizada sempre que é necessário ativar ou desativar um dispositivo, que pode ser um electroválvula, um indicador luminoso, um posicionador, etc. Com esta instrução, as SAÍDAS podem ser ativadas/desativadas individualmente (OT), por grupos (OG) ou por meio grupos (OGH).

DOUT OT#(n° saída) ESTADO

Exemplos de sintaxe:

DOUT OT#(5) ON → Ativar saída 5

OUT#0005 #10014 ●

DOUT OT#(5) OFF → Desativar saída 5

OUT#0005 #10014 ○

Grupos de 8 saídas → **DOUT OG#(n.º grupo)** { Valor constante (decimal)
Variável

DOUT OG#(2) 81 [ou variável contendo o valor 81] grupo binário 2: 01010001
Ativa as saídas 9,13,15 e desativa as 10,11,12,14 e 16.

	grupo 2							
N.º sal.	[16	15	14	13	12	11	10	9]
Binario	[0	1	0	1	0	0	0	1]

Grupos de 4 saídas → **DOUT OGH#(nº do grupo)** { Valor constante (decimal)
Variável

DOUT OGH#(1) 12 [ou variável que binário grupo 1: 1100
Contenha o valor 12]

DOUT OGH#(2) 5 [ou variável que binário grupo 2: 0101
Contenha o valor 5]

15. PESO, INÉRCIAS E CENTRO DE GRAVIDADE DA FERRAMENTA

Peso: W (unidade em kg) → O peso total da ferramenta instalada é definido. Recomenda-se definir um valor ligeiramente superior à carga real (arredondar o valor entre 0,5 e 1 kg para robots de pequeno e médio porte e 15 kg para robots de grande porte).

Centro de gravidade: X_g, Y_g, Z_g (unidade: mm) → O centro de gravidade da ferramenta instalada é definido aqui como a sua posição em relação ao sistema de coordenadas da flange. Como geralmente é difícil determinar um centro de gravidade exato, um valor aproximado pode ser definido. Determine e defina o centro de gravidade como um valor aproximado com base no contorno externo da ferramenta. Quando o centro de gravidade da ferramenta instalada puder ser claramente determinado a partir das especificações, defina o valor exato.

Inércia no centro de gravidade: I_x, I_y, I_z (unidade: kgm^2) → O movimento inercial da ferramenta está localizado no centro de gravidade.

Não é necessário definir o valor correto. No entanto, recomenda-se definir um valor um pouco maior do que a carga real. A configuração é usada para calcular o movimento inercial para cada eixo.

Como regra geral, não é necessário ajustar o movimento inercial no centro de gravidade, pois esse valor é suficientemente pequeno. Mas, este ajuste é necessário quando a ferramenta é maior em tamanho.

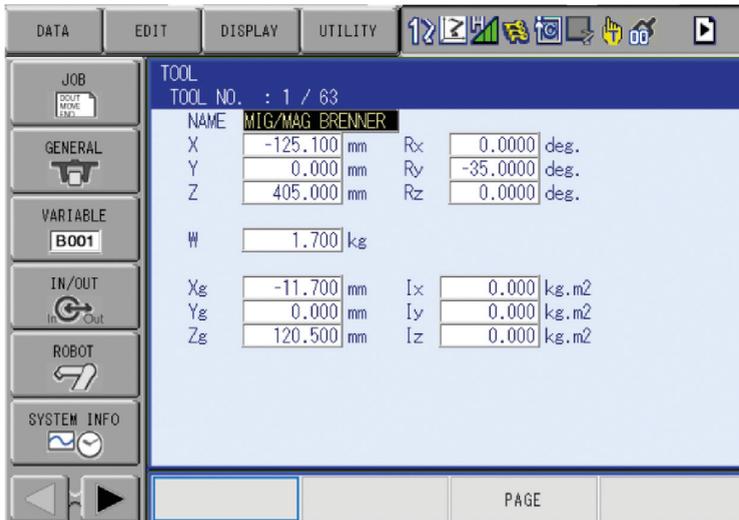


Figura 15.1. INTRODUÇÃO DOS ÂNGULOS DE ROTAÇÃO DAS FERRAMENTAS

19. EDIÇÃO DINÂMICA (PAM)

Às vezes é necessário editar passos num programa sem ter que ir para o Modo *Teach*.

A função PAM (Ajuste e Modificação de Posição) permite mover os pontos programados em qualquer direção XYZ, modificar a velocidade dos passos ou modificar os níveis de posicionamento enquanto estiver no modo *Teach* ou *Play*. As alterações tornam-se efetivas na próxima instrução NOP do programa selecionado no Modo *Play* ou imediatamente no Modo *Teach*.

Para usar a função PAM no modo *Play*, execute as seguintes etapas:

1. Com o programa a correr no modo *Play* / *AUTO* sem ter que mudar para o modo *Teach*, verifique ou anote o número do passo (não o número da linha) de cada passo a ser modificado e qual posição ou configuração de velocidade que ele requer.
2. No ecrã de conteúdo do programa, seleccione *UTILITY*.
3. Seleccione *PAM*.
4. Mova o cursor para *JOB*; pressione *SELECT*.
5. Mova o cursor para o nome do programa desejado; pressione *SELECT*.
6. Mova o cursor *COORDINATE SYSTEM*; pressione *SELECT*.

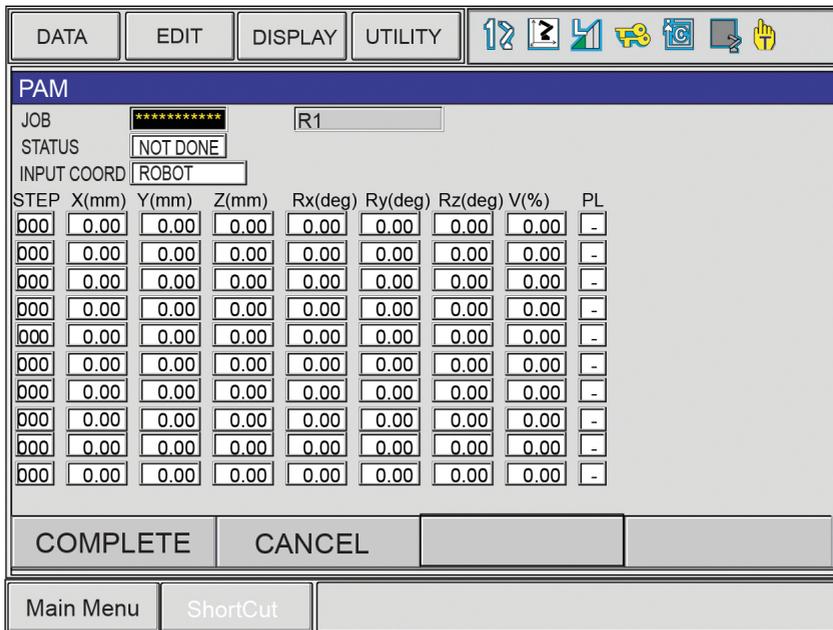


Figura 19.1. JANELA DE PAM

NOTA: Os valores de deslocamento XYZ devem ser relativos a um sistema de coordenadas. As opções do sistema de coordenadas são *BASE*, *ROBOT*, *TOOL* e *USER*. O sistema de coordenadas é ajustado no parâmetro S3C808 (0=Base, 1=Robot, 2=Ferramenta, 3 a 26=Utilizador 1-24).

21. LIGAÇÕES FÍSICAS DOS IOS NO CONTROLADOR YRC1000

Quatro conectores de IO digitais para IO de uso geral do robot são fornecidos com 40 entradas e 40 saídas.

As IO são divididas em dois tipos: IO de uso geral e IO específicas.

A atribuição de IO difere dependendo da aplicação. A IO específica é um sinal no qual a parte é decidida antecipadamente. A IO específica é usada quando os equipamentos de operação externa, como o controlador posicionador e o controlador centralizado, controlam o robot e os equipamentos relacionados como um sistema. As IO de uso geral são usadas principalmente como sinais de tempo para o manipulador e dispositivos periféricos em JOBS que exigem movimento do robot.

No caso de utilizar o controlador YRC1000, terá que consultar o manual do robot na secção “Instalação e ligações” e procurar a correspondência entre os pinos físicos e o “LADDER”. Nos esquemas seguintes é disponibilizado um exemplo dessa correspondência.

21.1. Placa de IO de uso geral (JAND-AIO02-E)

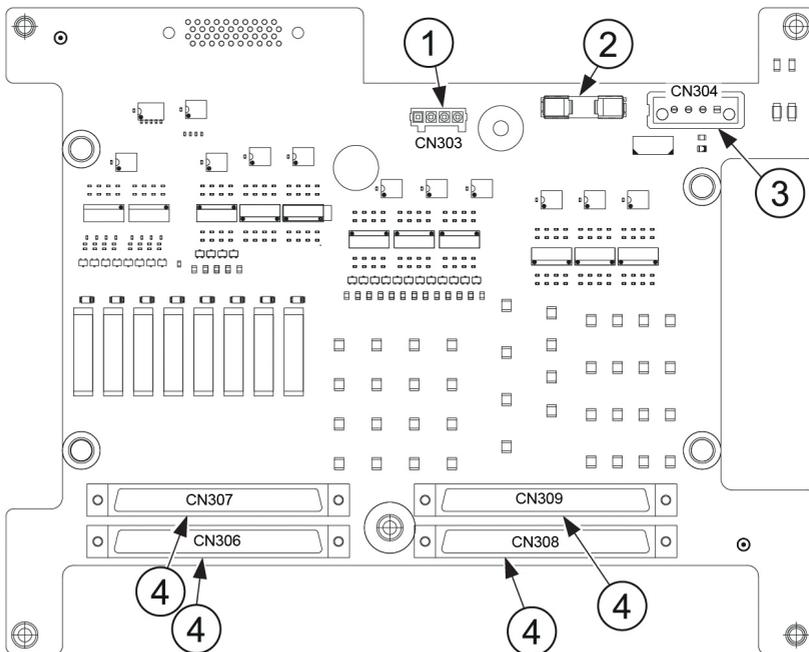


Figura 21.1. PLACA JAND-AIO02-E

Em que:

- ① Para alternar a fonte de alimentação externa.
- ② Fusível de proteção da fonte de alimentação (F1) 3,15A / 250V.
- ③ Conector de saída da fonte de alimentação.
- ④ Conector de IO digital (CN306, CN307, CN308 e CN309).

21.2. Fio de conexão com conector de IO de uso geral do robot (CN306, 307, 308, 309)

Consulte a Figura abaixo ao fabricar a conexão do cabo com o conector de IO de uso geral do robot (CN306, 307, 308, 309) da unidade de IO. Deve ser usado um cabo de par trançado não blindado (o conector do lado do cabo e o bloco de terminais de IO são as opções).

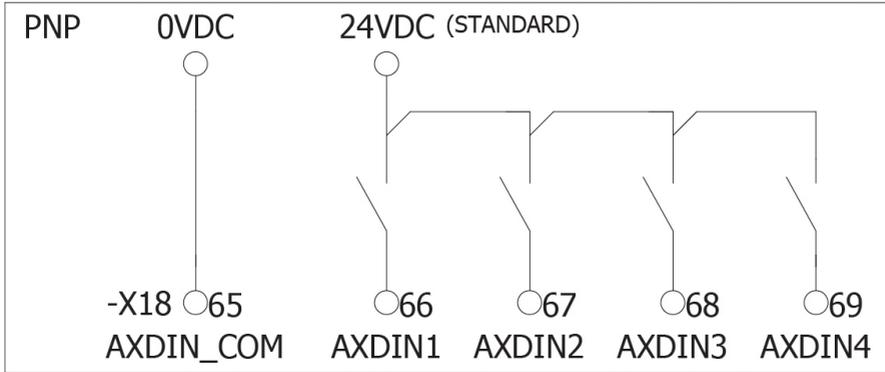


Figura 21.2. LÓGICA PNP

21.3. Exemplo do circuito de sequência SERVO ON do dispositivo externo

- ① SERVO ON PB
- ? SERVO ON confirmation X2
- ? SERVO ON command
- ④ SERVO-ON power ON X3
- ⑤ SERVO ON confirmation

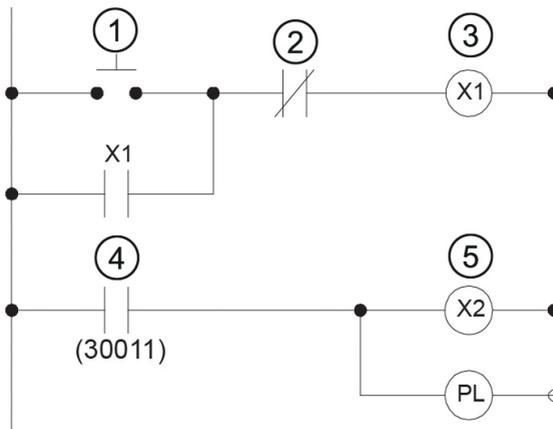


Figura 21.3. LADDER CORRESPONDENTE

21.6. Alocação de IO e diagrama de conexão para handling (paletização)

A conexão com periféricos digitais externos é feita através da placa X18-CN220, conforme imagem abaixo.

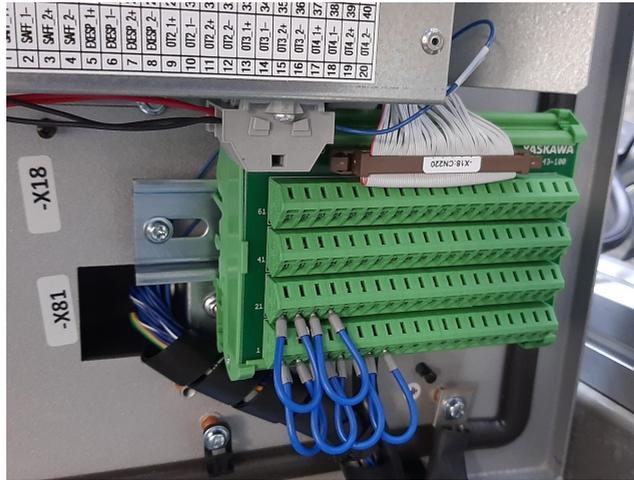


Figura 21.6. CONEXÃO NA PLACA DE IO X18-CN220

A forma como e inserem as cablagens dos periféricos nesta placa, deverão ser realizadas conforme a seguinte imagem.

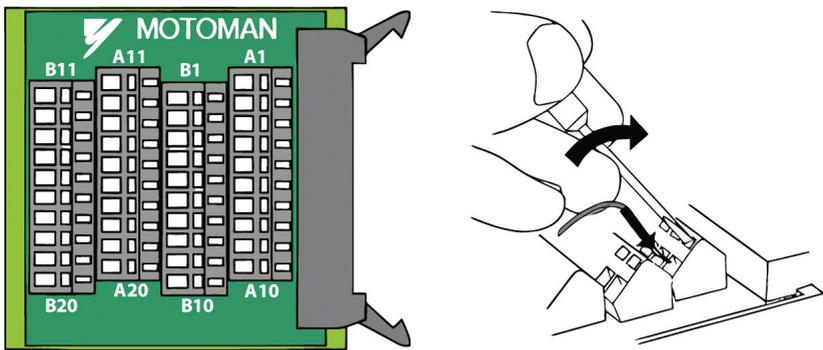


Figura 21.7. CONEXÃO NA PLACA DE IO X18-CN220

As conexões nas CN306, CN307, CN308 e CN309 deverá ser realizada conforme os esquemas abaixo indicados para paletização, por exemplo.

YRC1000

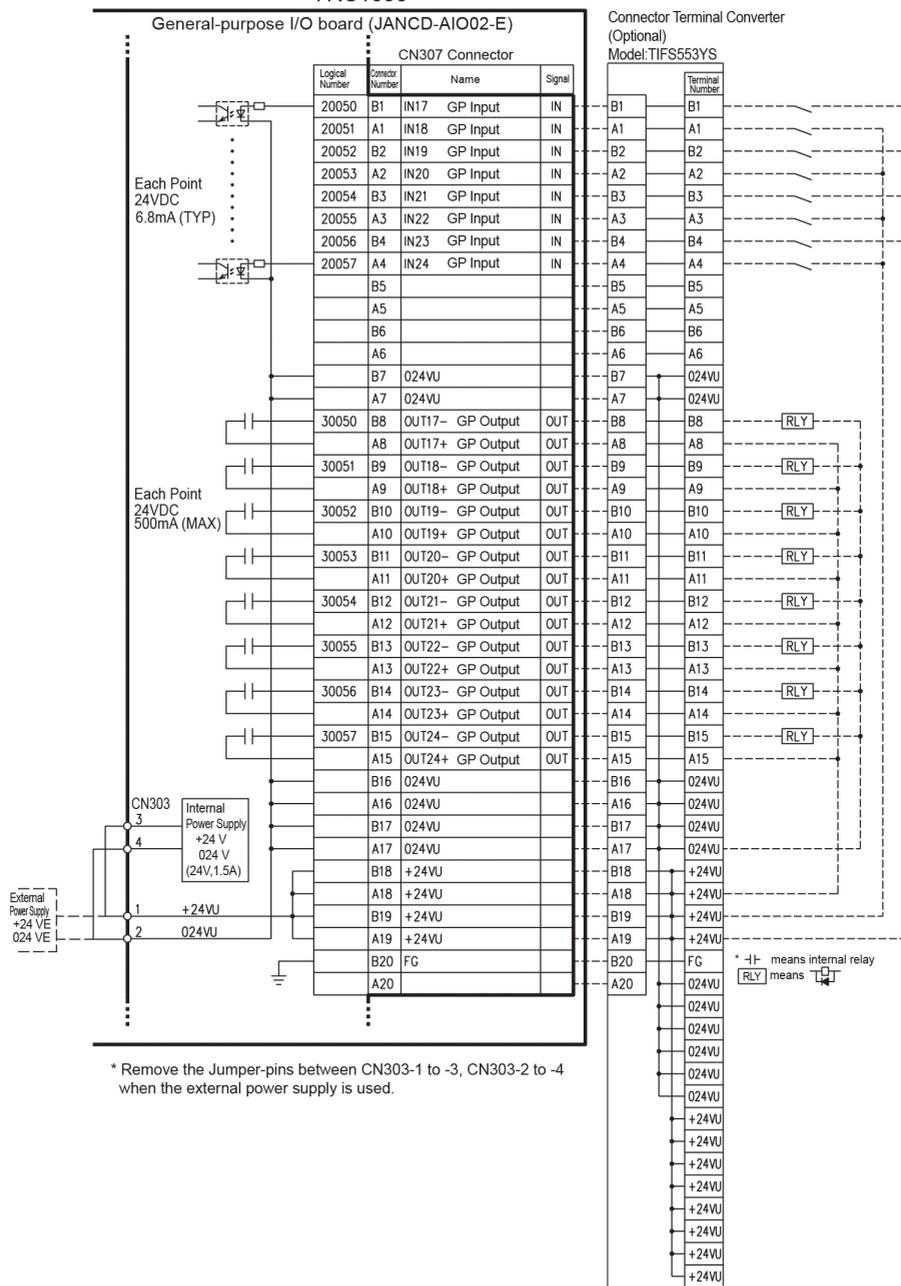


Figura 21.9. JANCD-AIO02-E (CONECTOR CN307)

23.3. Sinais específicos para áreas cúbicas

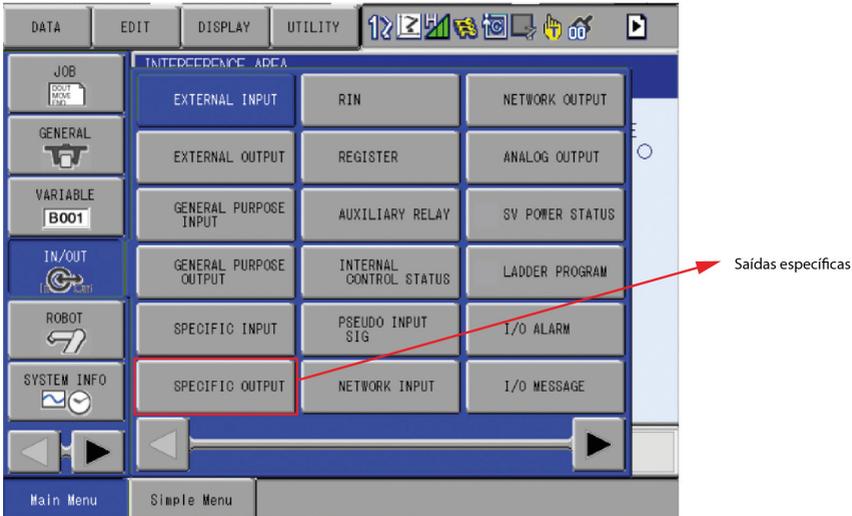


Figura 23.6. SINAIS ESPECÍFICOS PARA ÁREAS CÚBICAS

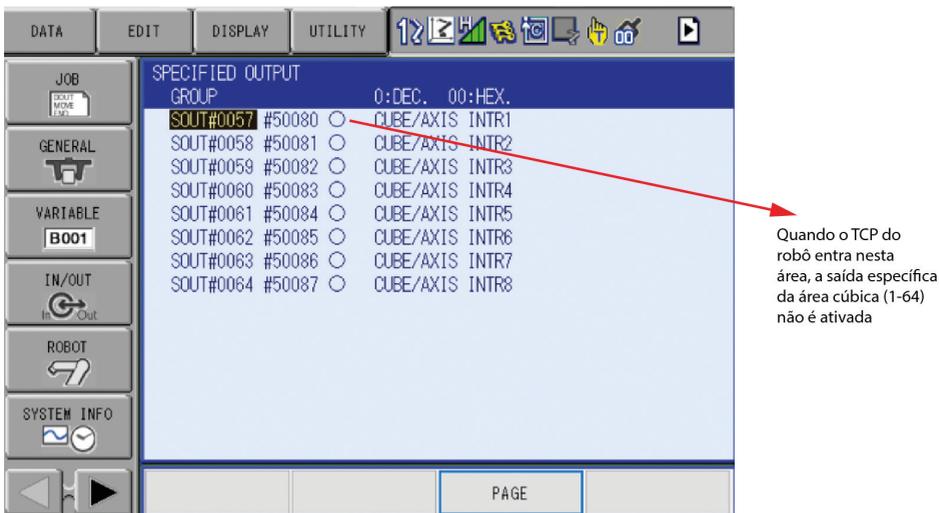


Figura 23.7. TCP FORA DA ÁREA ESPECIFICADA - NÃO ATIVAÇÃO DO SINAL ESPECÍFICO DA ÁREA CÚBICA

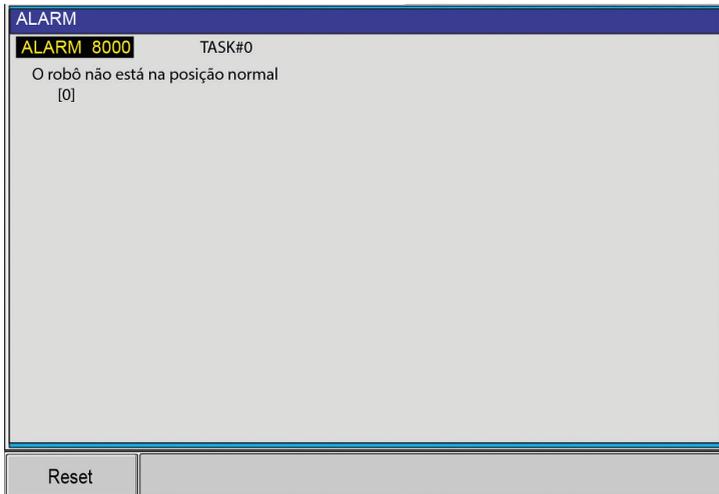
Possível solução

JOB:MAIN

```
0000 NOP
0001 DIN B099 SOUT#(57)
0002 JUMP JOB ERROR-CUBE IF B099<>1
0003 JUMP JOB:WORK-IF IN#(13)=ON
0004 END
```

JOB:MAIN

```
0000 NOP
0001 SETUALM 8000 "O robô nao está na posição
normal"0
0002 END
```



Notas:

Figura 9.17.	<i>EXEMPLO DO USO DAS INSTRUÇÕES SWITCH CASE</i>	98
Figura 9.18.	<i>FLUXOGRAMA DO EXEMPLO ANTERIOR COM A INSTRUÇÃO SWITCH CASE</i>	98
Figura 9.19.	<i>EXEMPLO DO USO DA INSTRUÇÃO FOR</i>	99
Figura 9.20.	<i>FLUXOGRAMA DO EXEMPLO ANTERIOR COM A INSTRUÇÃO FOR</i>	99
Figura 9.21.	<i>EXEMPLO DO USO DA INSTRUÇÃO WHILE</i>	99
Figura 9.22.	<i>FLUXOGRAMA DO EXEMPLO ANTERIOR COM A INSTRUÇÃO WHILE</i>	100
Figura 11.1.	<i>GRUPO DE EIXOS ROBOT</i>	117
Figura 11.2.	<i>UTILIZAÇÃO DAS COORDENADAS DE UTILIZADOR ATÉ UM MÁXIMO DE 63</i>	121
Figura 11.3.	<i>SISTEMA DE COORDENADAS DE UTILIZADOR</i>	121
Figura 12.1.	<i>JANELA DE ESCOLHA DO SISTEMA DE COORDENADAS DE UTILIZADOR</i>	123
Figura 12.2.	<i>JANELA DE GRAVAÇÃO DOS 3 PONTOS DO SISTEMA DE COORDENADAS DE UTILIZADOR</i>	123
Figura 12.3.	<i>JANELA DE SELEÇÃO DAS COORDENADAS DE UTILIZADOR</i>	124
Figura 13.1.	<i>PONTO CENTRAL DA FERRAMENTA (TCP)</i>	129
Figura 13.2.	<i>EXEMPLOS DE TCP EM VÁRIAS FERRAMENTAS</i>	129
Figura 13.3.	<i>DISPONIBILIDADE DE 1 OU 64 PASTAS PARA FERRAMENTAS</i>	130
Figura 13.4.	<i>CONFIGURAÇÃO DE UMA FERRAMENTA</i>	130
Figura 13.5.	<i>CONFIGURAÇÃO DE UMA FERRAMENTA NA FLANGE DO ROBOT</i>	131
Figura 13.6.	<i>SISTEMA DE COORDENADAS NA FLANGE DO ROBOT</i>	131
Figura 13.7.	<i>EXEMPLO DE MEDIDAS A SEREM COLOCADAS NA PASTA DE FERRAMENTAS (TOOL) DO ROBOT</i>	132
Figura 13.8.	<i>JANELA DE INSERÇÃO DE DADOS DE UMA FERRAMENTA (TOOL) NO ROBOT</i>	132
Figura 13.9.	<i>JANELA DE MEDIÇÃO DO TCP DA FERRAMENTA DE FORMA AUTOMÁTICA</i>	133
Figura 13.10.	<i>JANELA DE SELEÇÃO DA FERRAMENTA EM FUNÇÃO DO ROBOT ESCOLHIDO</i>	133
Figura 13.11.	<i>CALIBRAÇÃO DA FERRAMENTA DO ROBOT COM 5 POSIÇÕES DIFERENTES</i>	134
Figura 14.1.	<i>EXEMPLO INTRODUÇÃO DE DADOS PARA A ROTAÇÃO DOS ÂNGULOS DA FERRAMENTA</i>	137
Figura 14.2.	<i>EXEMPLO DE ROTAÇÃO DOS ÂNGULOS DA FERRAMENTA</i>	138
Figura 14.3.	<i>INTRODUÇÃO DOS ÂNGULOS DE ROTAÇÃO DAS FERRAMENTAS</i>	138
Figura 15.1.	<i>INTRODUÇÃO DOS ÂNGULOS DE ROTAÇÃO DAS FERRAMENTAS</i>	141

ROBÓTICA INDUSTRIAL

PARTE II – PROGRAMAÇÃO AVANÇADA

FILIPE PEREIRA
JOSÉ MACHADO
CARLOS FELGUEIRAS

Sobre a coleção

Esta coleção, para além de suprimir uma necessidade ao nível de obras na área da automação, robótica e controlo industrial, dando ênfase à Indústria 4.0 e à digitalização, visa preparar profissionais capazes de conceber e implementar processos de robotização e automatização industrial, promovendo ao longo de todos os volumes a capacidade de adquirir *know-how* para concretizar soluções de digitalização de sistemas e processos, fundamentais para as indústrias do futuro se tornarem mais autónomas e competitivas.

Sobre a obra

Este volume, no seguimento do anterior, pretende preencher a lacuna a nível de bibliografia em língua portuguesa na área da Robótica Industrial, tendo os autores utilizado a marca de robots YASKAWA, não só por ser uma das marcas mais vendidas em todo o mundo, mas também pela sua fácil operação e programação.

Sobre os autores

Filipe Pereira é licenciado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, no ramo de Automação Industrial, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), e mestre em Engenharia Eletrotécnica e Informática, na área de conhecimento de Automação, Robótica e Controlo Industrial. Especialista em Eletrónica e Automação, é membro investigador/colaborador do Centro de Investigação METRICs e do INEGI. É atualmente professor nos departamentos de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e da Universidade do Minho (UM).

José Machado doutorou-se em Engenharia Mecânica – Automação, em simultâneo pela Universidade do Minho (UM) e pela École Normale Supérieure de Cachan (França), em 2006. É Diretor-Adjunto do Centro de Investigação METRICs e Professor Associado com Agregação no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho. É autor ou coautor de mais de 250 artigos publicados em periódicos e anais de conferências com arbitragem científica. É membro das Comunidades Científicas IEEE, IFAC e IFToMM.

Carlos Felgueiras doutorou-se em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Atualmente é docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) no Departamento de Engenharia Eletrotécnica. É autor ou coautor de mais de 100 publicações em revistas e conferências internacionais.

Apoio

roboplan
robotics experts

robótica

Também disponível em formato e-book



ISBN: 9789899101425



9 789899 101425

www.quanticaeditora.pt