

2

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

AUTOMAÇÃO INTEGRADA SYSMAC

NÍVEL BÁSICO E AVANÇADO



**FILIPPE PEREIRA
LUÍS FREITAS
JOSÉ MACHADO**

**FILIPPE PEREIRA
LUÍS FREITAS
JOSÉ MACHADO**

AUTOMAÇÃO INTEGRADA SYSMAC

NÍVEL BÁSICO E AVANÇADO

AUTORES

Filipe Pereira

Luís Freitas

José Machado

TÍTULO

AUTOMAÇÃO INTEGRADA SYSMAC – NÍVEL BÁSICO E AVANÇADO

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

Engebook – Conteúdos de Engenharia

DISTRIBUIÇÃO

Booki – distribuidora e livraria técnica

Tel. 220 104 872 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

PARCEIRO DE COMUNICAÇÃO

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

DESIGN

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

APOIO

Omron Electronics Ibéria, S.A. – www.omron.pt

IMPRESSÃO

Outubro, 2025

DEPÓSITO LEGAL

553407/25



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

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2025 | 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.

CDU

681.2 Instrumentação

681.5 Engenharia de Controlo Automático. Tecnologia Inteligente

681.5 Automação. Controlo automático. Robótica

ISBN

Papel: 9789899305007

E-book: 9789899305014

Catálogo da publicação

Família: Automação Industrial

Subfamília: Automação Industrial

2.1.1. Expansores locais NJ

Os expansores locais compatíveis com os controladores da série SYSMAC NJ oferecem uma solução versátil e eficiente para a expansão das entradas e saídas do sistema de automação.

Os módulos da série CJ podem ser conectados diretamente ao CPU da série NJ, garantindo plena compatibilidade e integração funcional. Esta ligação direta elimina a necessidade de unidades adicionais de interligação, simplificando a arquitetura do sistema. É possível ligar até um máximo de 10 módulos de expansão locais, permitindo uma escalabilidade significativa conforme as exigências da aplicação.

Uma das principais vantagens deste sistema de expansão reside no facto de não ser necessária uma unidade de bastidor, o que contribui para uma instalação mais simples, compacta e económica. Adicionalmente, todos os módulos são projetados para montagem direta em calha DIN, o que facilita a instalação e manutenção em painéis elétricos industriais.

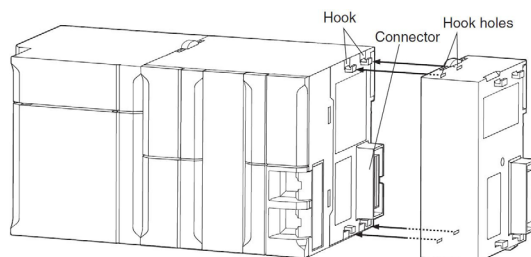


Figura 2.2. *EXEMPLO DE INTEGRAÇÃO DE EXPANSORES NJ.*

2.2. Controladores SYSMAC NX



Figura 2.3. *EXEMPLO DE CONTROLADORES NX.*

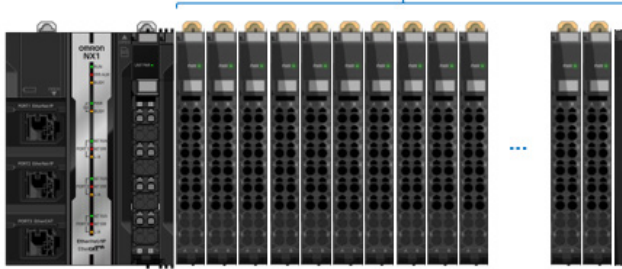


Figura 2.5. NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES NX.

Apesar das suas dimensões reduzidas, estas unidades destacam-se por serem completas em funcionalidades, respondendo eficazmente às mais diversas necessidades de controlo e aquisição de dados em ambientes industriais exigentes.

As opções disponíveis incluem:

- Entradas e saídas digitais (E/S) para controlo geral de sinais discretos;
- Entradas e saídas analógicas, ideais para o processamento de sinais variáveis de sensores e atuadores;
- Módulos de leitura de temperatura, para integração direta de sensores térmicos;
- Interfaces para células de carga, permitindo aplicações de pesagem e monitorização de força;
- Saídas de impulsos e entradas de encoder, fundamentais para controlo de movimento e sincronização;
- Módulos IO-Link, que possibilitam a comunicação inteligente com dispositivos de campo, promovendo a recolha de dados avançada e a manutenção preditiva.

Este tipo de acoplamento em unidades NX facilitam a cablagem.

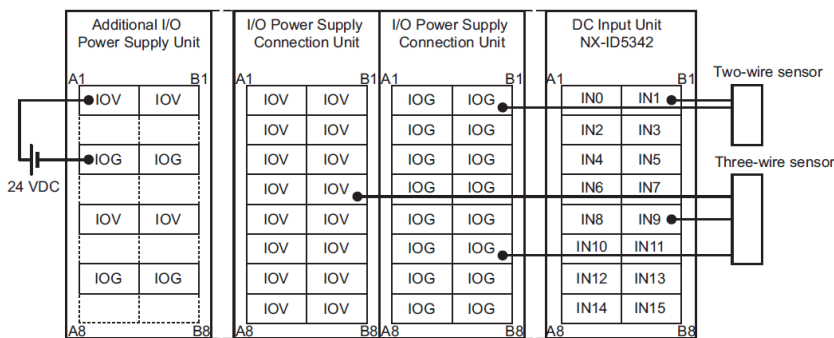


Figura 2.6. LIGAÇÕES NX.

2.2.2.2. Modelos NX1P2

NX1P2 Sysmac Machine Controller						
Models Built-in Ethernet IP and EtherCAT interface		NX1P2-9B24DTx	NX1P2-9B40DTx	NX1P2-9Q24DTx	NX1P2-1040DTx	NX1P2-1140DTx
						
Built-in I/O		14 Inputs / 10 Outputs	24 Inputs / 16 Outputs	14 Inputs / 10 Outputs	24 Inputs / 16 Outputs	
Number of axes	PIP	2		4		
	Synchronous	0	0	0	2	4
	Virtual	0	0	0	4	4
Programming memory		1.0 MB		1.5 MB		
Remote I/Os		8 EtherCAT slaves 24 NX I/O Modules		16 EtherCAT slaves 24 NX I/O Modules		
Expansion Units		8 NX I/O Modules		8 NX I/O Modules		
Primary Tact		4 ms		2 ms		
Variable memory		2 MB 32 KB (non volatile)				
Serial Optional board		1 slot	2 slots	1 slot	2 slots	

Figura 2.11. *MODELOS NX1P2.*

2.2.3. Ranhura para cartão memória SD

O *slot* para cartões SD integrado nos controladores da série NX1 desempenha um papel fundamental na gestão eficiente do sistema, contribuindo significativamente para a redução do tempo de manutenção e para o aumento da fiabilidade operacional.

Este recurso permite a realização de um *backup* completo, abrangendo não apenas o projeto de controlo, mas também a configuração da rede e os parâmetros dos dispositivos escravos (*slaves*) conectados via EtherCAT. Esta funcionalidade assegura que, em caso de substituição de componentes ou falha do sistema, a reposição das definições pode ser efetuada de forma rápida e precisa.

Adicionalmente, o sistema permite o restauro individual dos parâmetros dos *slaves* EtherCAT, sem necessidade de reconfigurar toda a rede. Esta capacidade é particularmente útil em ambientes industriais onde a substituição de um único dispositivo deve ser feita com o mínimo de interrupção e com máxima precisão.

2.3. Rede EtherNet/IP

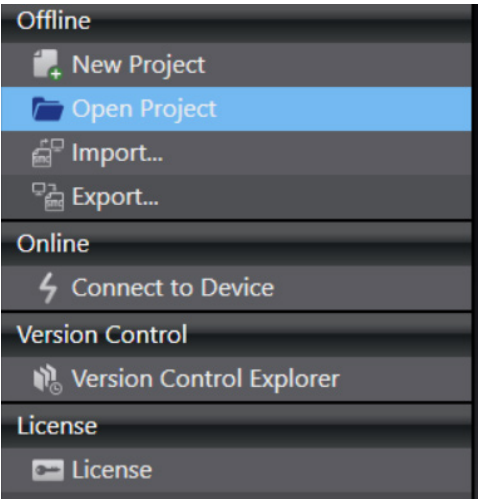
Através da interface EtherNet/IP, é possível oferecer um conjunto abrangente de funcionalidades de comunicação, concebidas para suportar tanto a integração entre máquinas (máquina-a-máquina) como a ligação aos sistemas de gestão e supervisão da produção.

Entre as principais funcionalidades de comunicação disponíveis, destacam-se:

- *Tag Data Links*: permitem a troca de dados em tempo real entre controladores, assegurando uma sincronização eficiente e fiável entre equipamentos.
- Mensagens CIP (*Common Industrial Protocol*): suportam a comunicação entre dispositivos

4.2.3. Importar / Exportar

A partir do ecrã inicial clique na opção Import.



1

4.3. Layout do ecrã com o software

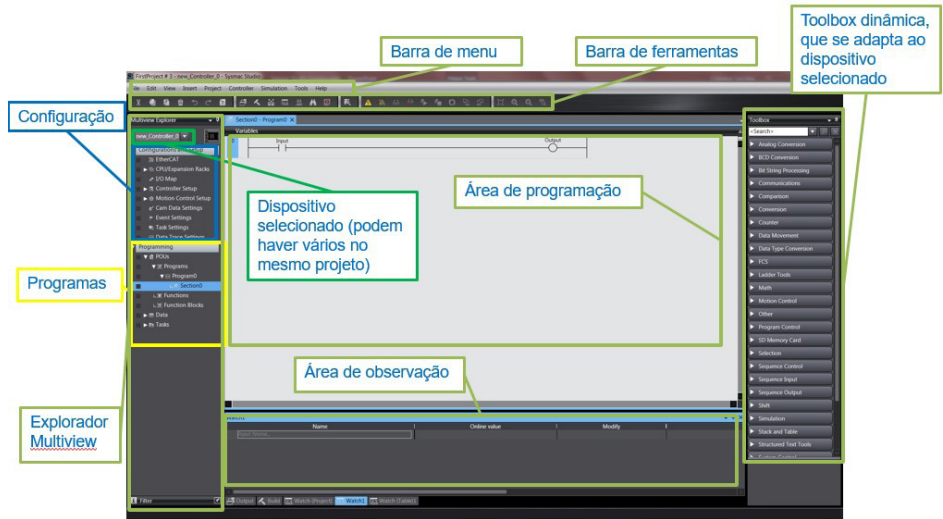


Figura 4.2 LAYOUT DO ECRÃ PRINCIPAL DE PROGRAMAÇÃO LD.

Botão para ficar offline

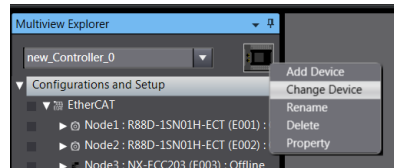


Botão para ficar online



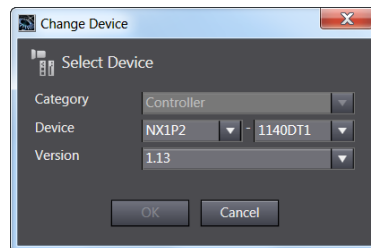
Se a versão do dispositivo selecionado for superior à versão do dispositivo conectado, é mostrada uma mensagem de erro a indicar que a versão deve ser ajustada. Nesse caso, os passos são os seguintes:

No ícone em frente ao nome do controlador clicar com o botão direito do rato e seleccionar *Change Device* para alterar o modelo e a versão do controlador.



1

Selecionar os parâmetros desejados.



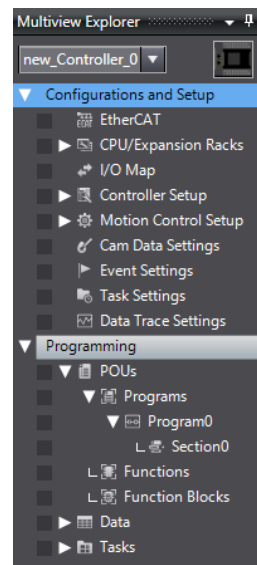
2

4.3.1. Multiview Explorer

Esta janela funciona como ponto de acesso aos itens relacionados com a programação e a configuração do controlador.

Na secção de configurações é onde se configura:

- Comunicações
- Expansões
- I/O
- Controlo de motores



Sempre que um slave é selecionado, a janela de configuração passa a ser relativa a este.

Item name	Value
Device name	E001
Model name	E3NW-ECT
Product name	E3NW-ECT Communication Unit for Digit...
Revision	1.0
PDO Communications Cycle	PDO Communications Cycle 1 (4000 us)
Node Address	1
Enable/Disable Settings	Enabled
Serial Number	0x00000000
PDO Map Settings	0x6100:01 257th transmit PDO Mapping/... 0x6100:02 258th transmit PDO Mapping/... 0x300A:01 265th transmit PDO Mapping/... 0x3001:01 267th transmit PDO Mapping/... 0x3001:02 267th transmit PDO Mapping/... 0x3008:01 268th transmit PDO Mapping/... 0x4001:01 273rd transmit PDO Mapping/... 0x4081:01 275th transmit PDO Mapping/... 0x4101:01 277th transmit PDO Mapping/... 0x4181:01 279th transmit PDO Mapping/... 0x4201:01 281st transmit PDO Mapping/... 0x4281:01 283rd transmit PDO Mapping/... 0x4301:01 285th transmit PDO Mapping/... 0x4381:01 287th transmit PDO Mapping/... 0x2002:01 512th transmit PDO Mapping/... Edit PDO Map Settings
Enable Distributed Clock	Disabled (Free Run)
Shift Time Setting	Disabled
Reference Clock	Exist
Setting Parameters	Setting Edit Setting Parameters
Backup Parameter Settings	Setting Edit Backup Parameter Settings
Device name Set a name for the slave.	

6

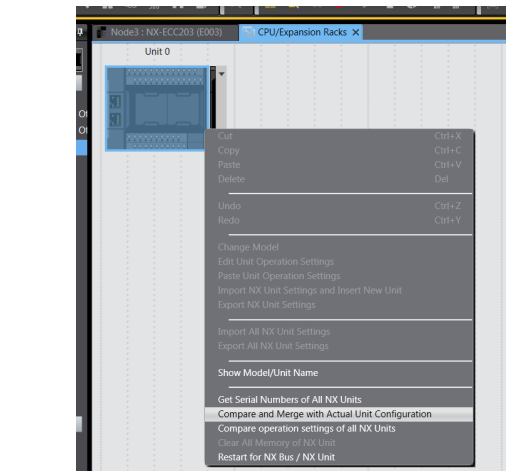
A alteração dos *Process Data Objects* (PDO) pode ser feita através da janela de configuração de cada slave no botão *Edit PDO Map Settings*.

Este botão abre a janela *Edit PDO Map Settings*.

Item name	Value
Device name	E004
Model name	3G3AX-RX-ECT
Product name	3G3AX-RX-ECT EtherCAT Communic...
Revision	1.0
PDO Communications Cycle	PDO Communications Cycle 1 (2000...
Node Address	4
Enable/Disable Settings	Enabled
Serial Number	0x00000000
PDO Map Settings	0x5000:00 258th receive PDO Mappi... 0x5010:00 258th receive PDO Mappi... 0x5100:00 258th transmit PDO Mapp... 0x5110:00 258th transmit PDO Mapp... 0x2002:01 512th transmit PDO Mapp... Edit PDO Map Settings
Enable Distributed Clock	---
Shift Time Setting	---
Reference Clock	Exist
Setting Parameters	Setting Edit Setting Parameters
Backup Parameter Settings	Setting Edit Backup Parameter Settings

8

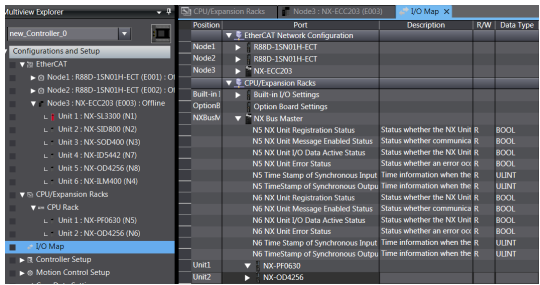
Dependendo na unidade NX conectada aos controladores NX1P ou NX102, pode ser necessário adicionar uma fonte de alimentação de E/S (NX-PF).



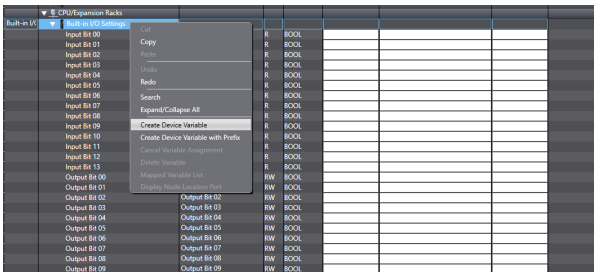
4.7. Mapeamento de E/S

O Mapeamento de E/S inicia-se com o duplo clique no item *I/O Map* da janela *Multiview Explorer*.

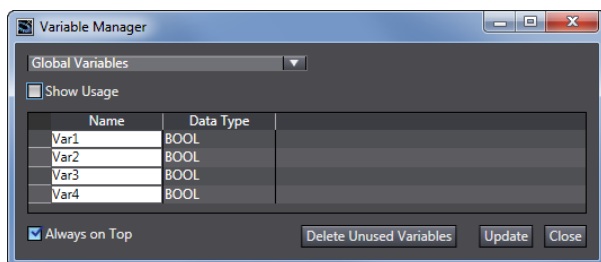
As séries NJ, NX e NY usam variáveis para todos os endereçamentos de dados.



Todos os dados internos (bits, WORDS, *Timers*, etc.) são referenciados pelo nome da variável. A atribuição de variáveis para cada sinal pode ser feita automaticamente através do clique com o botão direito em cima do CPU e da seleção da opção *Create Device Variable*.

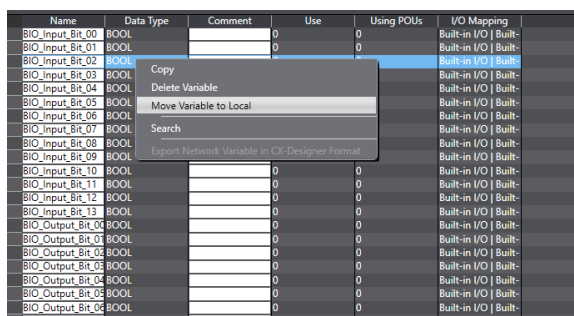


A janela *Variable Manager* permite ordenar, filtrar, editar e apagar variáveis.



Para passar uma variável para local ou global, é necessário clicar com o botão do lado direito do rato na variável e:

- *Move Variable to Local* quando é uma global
- *Move Variable to Global* quando é uma local

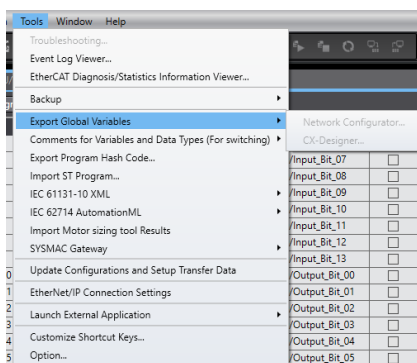


Outra opção é exportar a lista de variáveis para utilizar noutro software.

Para isso é necessário, no menu *Tools*, clicar em *Export Global Variables*.

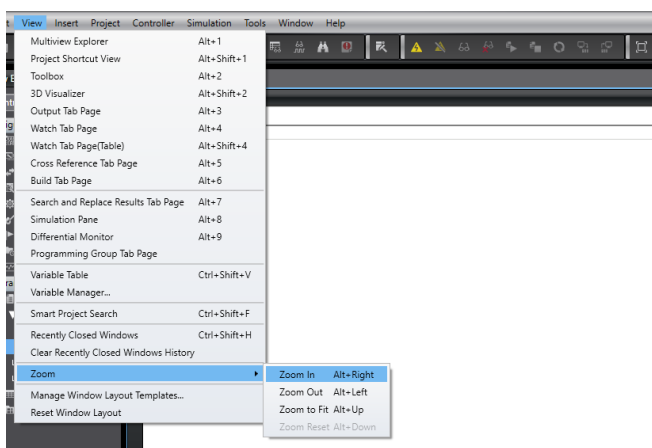
Para exportar para ficheiro CSV:

- Escolher opção *Network Configurator*.
- A opção *Network Publish* deve estar definida como *Input* ou *Output*
- Pode não corresponder ao formato dos endereços do PLC CJ



Para exportar para utilizar no CX-Designer, no formato Windows Clipboard (pronto a colar)

- A opção *Network Publish* deve estar definida como *Input*, *Output* ou *Publish Only*
- Não consegue exportar dados do tipo STRING ou enumerações



O top da *scrollbar* direita tem um pequeno botão de ajuste para dividir a área de edição Ladder.



- Pode ser arrastado para cima ou para baixo.
- Deve ser arrastado para o local iniciar para fechar

5.2. Símbolos Ladder

Por predefinição, existe uma *rung* no programa Ladder, apenas com uma linha horizontal.

À esquerda dessa linha está o número da *rung*.

- Começa em zero e é incrementado automaticamente.



Uma linha vermelha vertical à esquerda do barramento de alimentação indica um erro de logica na *rung*.

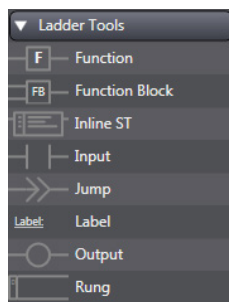
Opção para adicionar *rungs* antes ou depois do atual com clique no botão direito do rato ou com as teclas *R* (antes) ou *SHIFT + R* (depois).

Existem várias formas de editar o programa Ladder:

- *Drag and drop* da *Toolbox*:

Secção *Ladder Tools*.

Arrastar o símbolo pretendido para a secção.



Para todos os símbolos de bobine, clicar no botão direito do rato para seleccionar funções especiais:

- *Invert* para reverter a lógica
- *Diff Up* detetar o flanco ascendente do sinal conectado
- *Diff Down* para detetar o flanco descendente do sinal conectado
- *Set* para manter uma variável em estado verdadeiro (pode ser usado em conjunto com o *Diff Up* ou *Diff Down*)
- *Reset* para fazer reset a uma variável ativada com o *Set* (pode ser usado em conjunto com o *Diff Up* ou *Diff Down*)

2



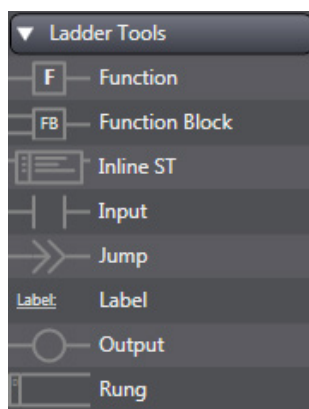
5.3. Funções e blocos de funções

Existem várias formas de inserir funções e blocos de funções:

- *Drag and drop* da *Toolbox*:

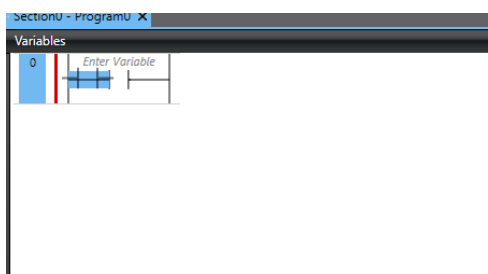
Secção *Ladder Tools*.

Arrastar o símbolo pretendido para a secção.



Posicionar à esquerda de um símbolo existente para inserir em série.

2



Posicionar logo abaixo de um símbolo existente para inserir em paralelo.

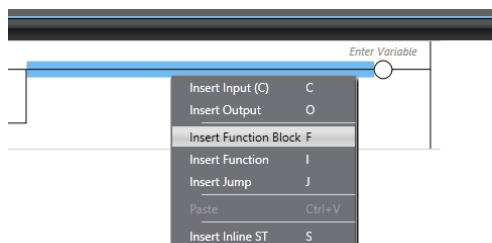
3



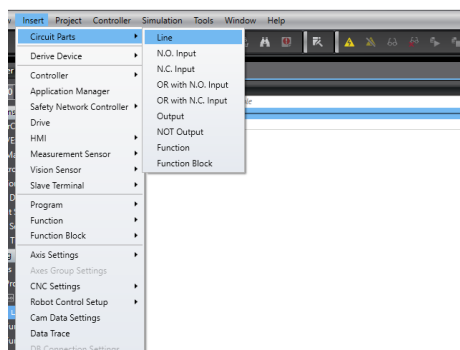
- Adicionar no local pretendido:

Em cima da *rung*, com clique no botão direito do rato.

- Insert Function
- Insert Function Block



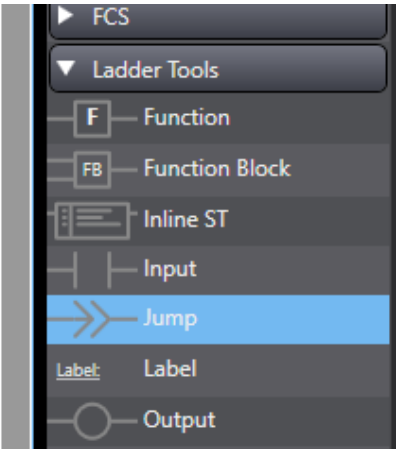
Através do menu *Insert*, opção *Circuit Parts*, *Function* ou *Function Block*



O *Jump* é usado para fazer uma transição imediata para o *Label*.

Clicar com o botão direito do rato e seleccionar a opção *Insert Jump*, ou arrastar directamente da *Toolbox*.

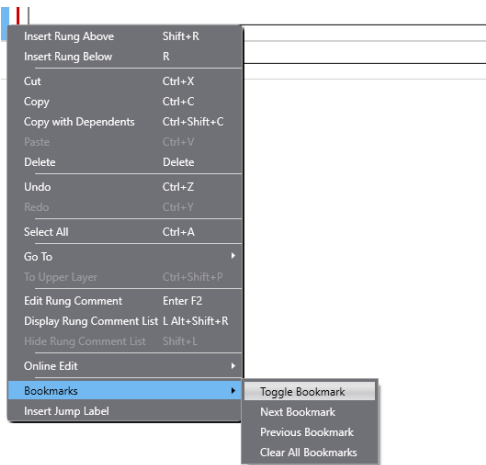
Usar o *Jump* para uma zona superior do programa é possível, mas pode causar erros no temporizador watchdog.



5.8. Bookmarks

Os marcadores em ladder servem para identificar pontos específicos no programa, facilitando a navegação, organização e depuração do código

Para adicionar, clicar com o botão direito do rato, opção *Bookmarks*, *Toggle Bookmark*.



7. PROGRAMAÇÃO EM LADDER

7.1. Temporizadores

No Sysmac Studio, os temporizadores são elementos essenciais na programação de controladores Omron, permitindo a criação de atrasos e temporizações precisas em diversos processos. Existem diferentes tipos de temporizadores, como **TON** (*Timer On-Delay*), que ativa a saída após um tempo predefinido, **TOF** (*Timer Off-Delay*), que mantém a saída ativa por um período após a desativação da entrada, e **TP** (*Pulse Timer*), que gera um pulso de duração fixa. Os temporizadores podem ser configurados com valores específicos de tempo e são armazenados em variáveis internas, permitindo a sua monitorização e ajuste em tempo real.

Podem ser adicionados via *Toolbox*, na secção *Timer*, através de *Function Blocks* e nas funções *TIMER*. Por predefinição, estes temporizadores utilizam o tipo de dados *TIME*, podendo ser configurados com constantes ou variáveis. O valor máximo suportado é 106571 dias, 23 horas, 47 minutos, 16 segundos e 854,775807 milissegundos, com uma precisão de 100 nanossegundos.

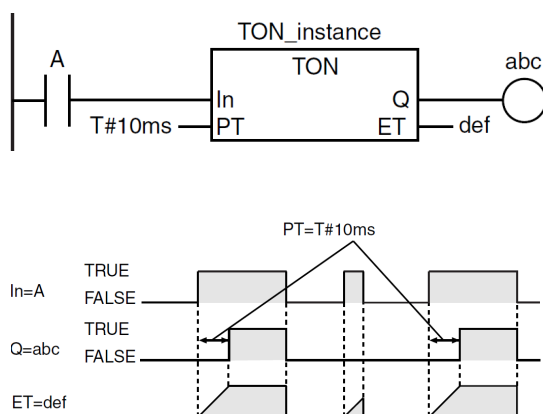
7.1.1. On Delay Timer

A instância do FB deve ser definida.

Quando o **IN** é energizado, o temporizador começa a aumentar desde zero até ao valor definido em **PT**.

Quando o valor atual atinge o valor definido em **PT**, é ativada a saída **Q**.

O tempo decorrido é disponibilizado em **ET**.



Quando o sinal aplicado em **IN** é removido:

- A saída é desligada.
- O tempo decorrido volta para o valor zero.

Descrição do exercício:

- Para garantir o correto funcionamento do sistema que sucede a este processo, foi estipulado um limite máximo de 5 segundos para a operação de inspeção.
- Durante este período, caso não se verifique nenhuma das condições previstas (remoção da peça ou autorização de avanço On), o sistema deverá prosseguir automaticamente após decorridos os 5 segundos, independentemente do estado da peça.

Tabela 7.1. TABELA DE ENDEREÇOS ADICIONAIS.

Endereço/Nome	Comentário
TIMER_1	Tempo máximo de inspeção

7.2. Contadores

Os contadores são elementos fundamentais na programação de controladores Omron, permitindo a contagem de eventos e a execução de ações com base em limites predefinidos. Existem diferentes tipos de contadores, como CTU (*Count Up*), que incrementa o valor sempre que recebe um pulso na entrada, CTD (*Count Down*), que decrementa o valor a cada pulso, e CTUD (*Count Up/Down*), que permite a contagem ascendente e descendente conforme os sinais de entrada. Os contadores podem ser configurados com valores específicos de contagem e armazenados em variáveis internas, possibilitando a sua monitorização e ajuste em tempo real para garantir um controlo preciso dos processos industriais.

Podem ser adicionados via *Toolbox*, na secção *Counter* e através de *Function Blocks*. São baseados no tipo de dados *INT*, com valor máximo de 32767. Os contadores com maior capacidade de contagem, para todos os tipos, são:

- *_DINT*
- *_LINT*
- *_UDINT*
- *_ULINT*

7.2.1. Count decrescente

Contagem regressiva do valor definido até zero.

A seta em **CD** significa o flanco ascendente do sinal.

A entrada **Load** carrega o valor do contador.

A entrada **PV** define o valor inicial da contagem:

- Valor constante ou variável.

A saída **Q** é ativada quando o contador chega ao valor zero.

7.2.3. Contador bidirecional

Faz contagem incremental ou decremental.

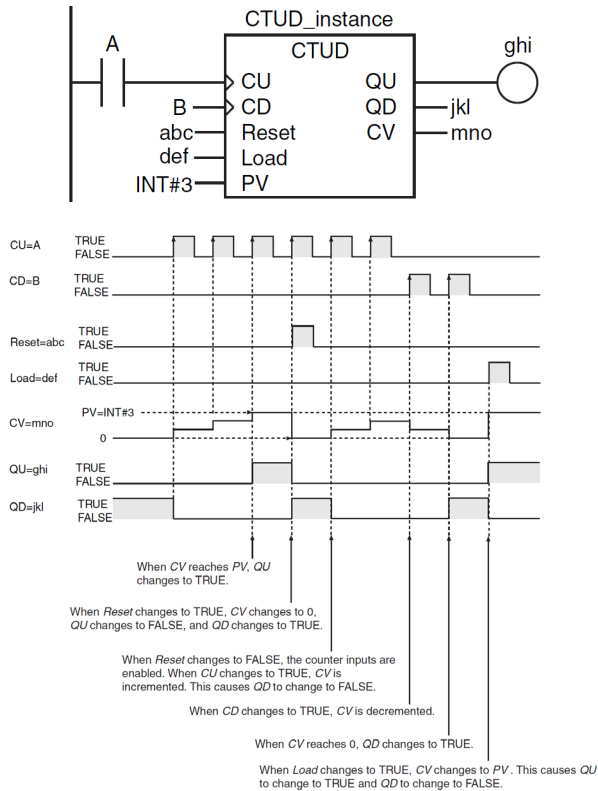
Combina as funções do *CTU* e do *CTD*.

Entradas com o comportamento indicado nos contadores anteriores.

A saída *QU* indica que o valor do contador é igual ao definido em *PV*.

A saída *QD* indica que o valor do contador é zero.

- Em caso de contagem até zero ou imediatamente após o reset.



7.2.4. Exercício 2

Objetivo: Compreender e aplicar a função CNT

Descrição do exercício:

- Foi retirada do processo a fase correspondente à inspeção da peça.

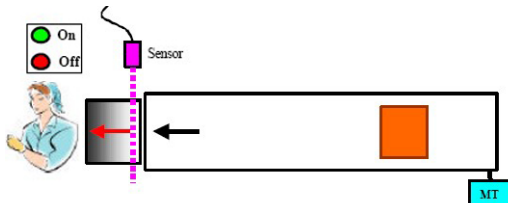


Figura 7.1. ILUSTRAÇÃO DO NOVO CENÁRIO.

Cada variável do sistema é do tipo de dados WORD, permitindo uma representação compacta de múltiplas informações através da análise individual dos seus bits.

Variable	Description	Code?
_ErrSta	Error exists in controller	N
_PLC_ErrSta	Error in PLC Function Module	Y
_CJB_ErrSta	Error in CJ Bus (NJ models only)	N
_MC_ErrSta	Error in Motion Control Function Module	Y
_EC_ErrSta	Error in EtherCAT Function Module	Y
_EIP_ErrSta	Error in Ethernet/IP Function Module	Y

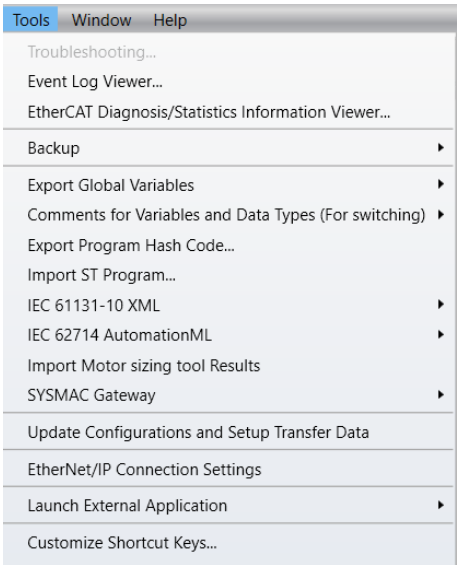
Figura 9.6. BITS DE ERROS.

9.2. Resolução de problemas DO SYSMAC STUDIO

A resolução de problemas do SYSMAC STUDIO, pode ser acedida, após conexão online, pelo menu **Tools, Troubleshooting**.

Ou através do ícone  na barra de tarefas.

1



É apresentada a janela com os seguintes separadores:

2

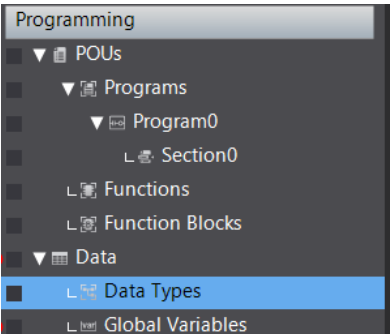
Controller Errors

- Erros ativos no CPU

Controller Event Log

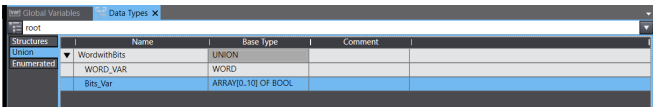
- Histórico de erros do CPU e das unidades especiais CJ

Pode ser criada através da Opção disponível no *Multiview Explorer*, em *Data, Data Types*.



1

É criado de forma semelhantes às variáveis globais.

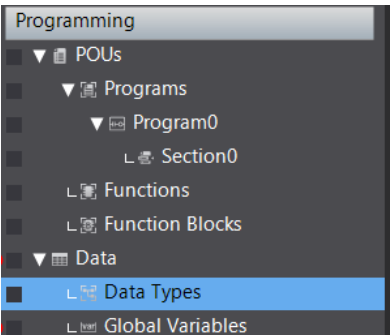


2

10.4. Enumeration

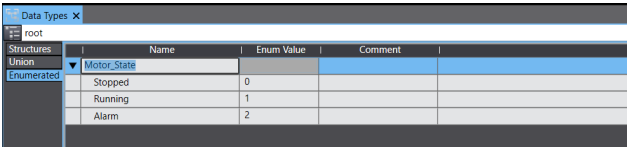
É um tipo de dado derivado que representa o valor de uma variável através de identificadores simbólicos, chamados enumeradores. Inicialmente, definem-se todos os possíveis valores da variável como nomes descritivos, o que torna o código mais legível e intuitivo. Embora no fundo cada enumerador corresponda a um número, o programador interage apenas com os nomes, facilitando a interpretação e a manutenção do programa.

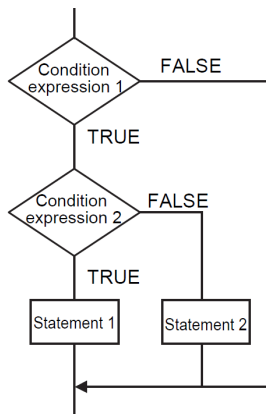
Pode ser criada através da Opção disponível no *Multiview Explorer*, em *Data, Data Types*.



1

É criado de forma semelhantes às variáveis globais.





O Sysmac Studio permite expandir ou minimizar instruções **IF** encapsuladas

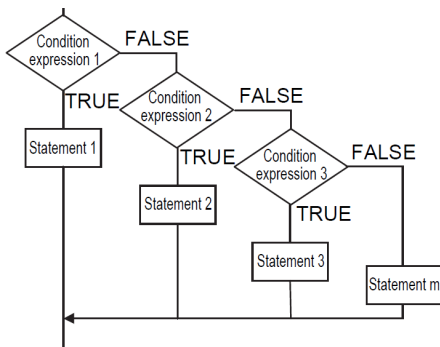
- Linha vertical junto dos símbolos +/-
- Clicar nos símbolos para expandir ou minimizar

```

IF Input1 THEN
  IF Input2 THEN
    Output1:=TRUE;
  ELSE
    Output1:=FALSE;
  END_IF;
END_IF;
  
```

A instrução **ELSIF** adiciona outra condição a ser avaliada se a primeira for falsa

Se nenhuma condição **ELSIF** for verdadeira, a instrução **ELSE** será executada



```

IF Bad_Count >= 10 THEN
  Output1:=TRUE;
ELSIF Bad_Count > 3 AND Bad_Count < 10 THEN
  Output2:=TRUE;
ELSIF Bad_Count > 0 AND Bad_Count <= 3 THEN
  Output3:=TRUE;
ELSE
  Output1:=FALSE;
  Output2:=FALSE;
  Output3:=FALSE;
END_IF;
  
```

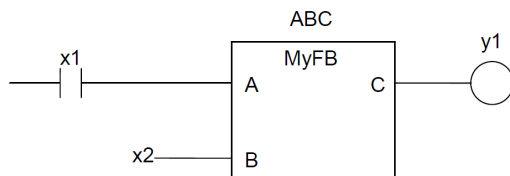
A instrução **CASE** avalia um número inteiro

- Uma ou várias opções podem ser executadas com base no valor inteiro
- Termina com **END_CASE**;

A chamada ao *Function Block* inclui os parâmetros entre parênteses, imediatamente a seguir ao nome da instância, permitindo a passagem de valores de entrada e o acesso aos valores de saída. Existem dois métodos básicos para realizar esta chamada, oferecendo flexibilidade na forma como os dados são estruturados e manipulados dentro do código.

Exemplo Ladder, apenas para referência e uso posterior:

- O nome da instância é **ABC**
- As entradas são **A** e **B**, ligadas a **x1** e **x2**
- A saída é **C**, ligada a **y1**

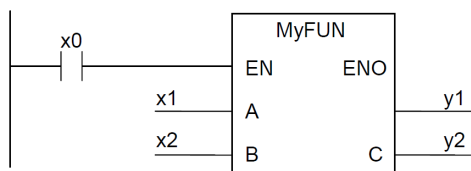


Primeiro Método:

Os nomes de entradas e saídas são especificados entre parênteses

- Entradas escritas como instrução de atribuição (:=)
- Cada declaração separada por vírgulas
- Saídas especificadas com =>

ABC(A:=x1, B:=x2, C=>y1);



```
IF x0=TRUE THEN y1:=MyFun(A:=x1, B:=x2, C=>y2);
END_IF;

IF x0=TRUE THEN y1:=MyFun(x1, x2, y2);
END_IF;
```

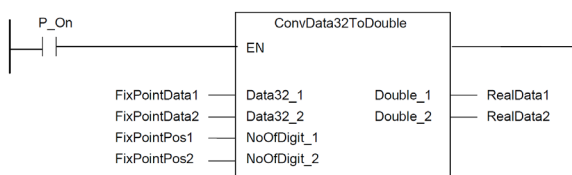
Os parâmetros podem ser especificados em qualquer ordem e podem ser ignorados se não forem usados

Segundo Método:

Apenas as variáveis são especificadas entre parênteses

- As variáveis são colocadas pela ordem da lista de variáveis locais

ABC(x1, x2, y1);



```
ConvData32ToDouble[Data32_1:=FixPointData1, Data32_2:=FixPointData2,
NoOfDigit_1:=FixPointPos1, NoOfDigit_2:=FixPointPos2, Double_1=>RealData1,
Double_2=>RealData2];
```

```
ConvData32ToDouble[FixPointData1, FixPointData2, FixPointPos1, FixPointPos2, RealData1,
RealData2];
```

Tem de ser especificado pela ordem correta

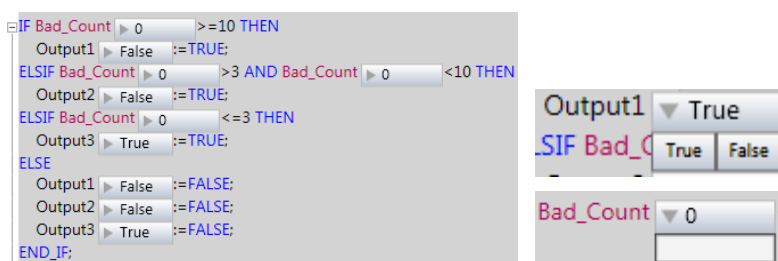
Os parâmetros não podem ser ignorados, mesmo que não sejam usados

11.6. Monitorização

O programa pode ser monitorizado no modo *Online*

- O valor atual de cada variável é apresentado ao seu lado
- Para alterar o valor atual, clicar no mesmo com o rato

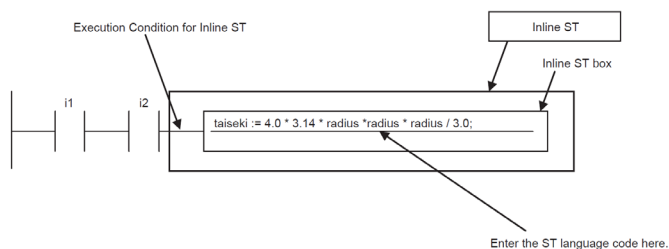
Todas as outras ferramentas de monitorização continuam a estar disponíveis.



11.7. Texto estruturado INLINE

A programação Ladder permite que uma pequena parte do código seja escrita em ST.

Extremamente útil para operações como fórmulas matemáticas.

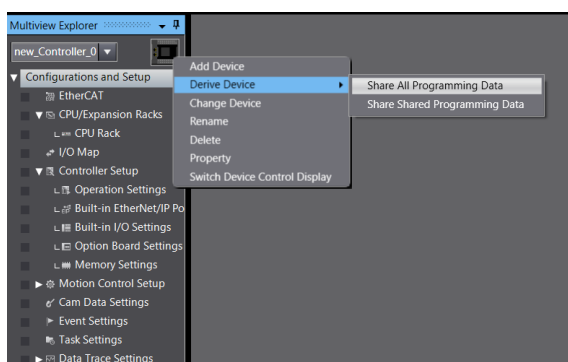


12. SYSMAC STUDIO – COMPARTILHAR PROGRAMAS COM OUTROS DISPOSITIVOS EM DERIVAÇÃO

No Sysmac Studio, a partilha de programas entre dispositivos é facilitada através da funcionalidade de “Dispositivo Derivado” (Derived Device). Esta funcionalidade permite criar controladores adicionais dentro do mesmo projeto que partilham POUs, tipos de dados e variáveis globais com o controlador original. Desta forma, é possível manter uma base de código comum entre vários dispositivos, simplificando a gestão de versões e promovendo a reutilização de código. Esta abordagem é particularmente útil em ambientes com múltiplos controladores que requerem lógica semelhante, permitindo uma manutenção mais eficiente e uma implementação mais rápida.

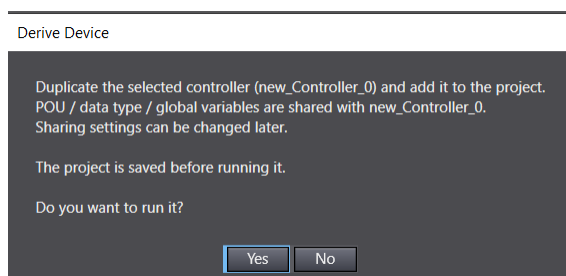
No **Multiview Explorer**, clique com o botão direito do rato no **Device Icon**, **Derived Device**, **Share All Programming Data**.

1



A janela Derive Device é mostrado. Clicar **Yes**.

2



Uma cópia do Controlador é adicionada ao projeto.

Para qualquer parâmetro partilhado é mostrado o ícone



Qualquer mudança no controlador original, passa para a cópia criada.

Depois devemos verificar a tabela de variáveis globais.

Global Variables									
Group Filter	(No group)	Name	Data Type	Initial Value	AI	Retain	Constant	Network Publish	Comment
		I01_Ch1_In	WORD		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		BOTONEIRA	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		INICIO	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		AUTO	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		PARAGEM	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		MANUAL	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In05	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In06	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In07	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In08	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In09	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In10	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In11	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In12	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In13	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In14	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		I01_Ch1_In15	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		VARIADOR	INT		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		VALVULA	INT		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		TEMPERATURA	INT		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		CAUDAL	INT		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		NIVEL	INT		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	
		PRESSAO	INT		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul	

Podem ser criadas variáveis de PLC's diretamente.

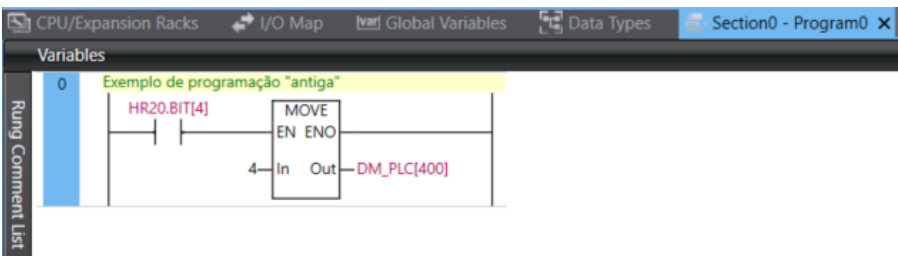
I03_Ch1_Out15	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul
DM_PLC	ARRAY[0..31999] OF WORD		%D0	☒	☐	Do not pul

Ou através da criação prévia de uma Union:

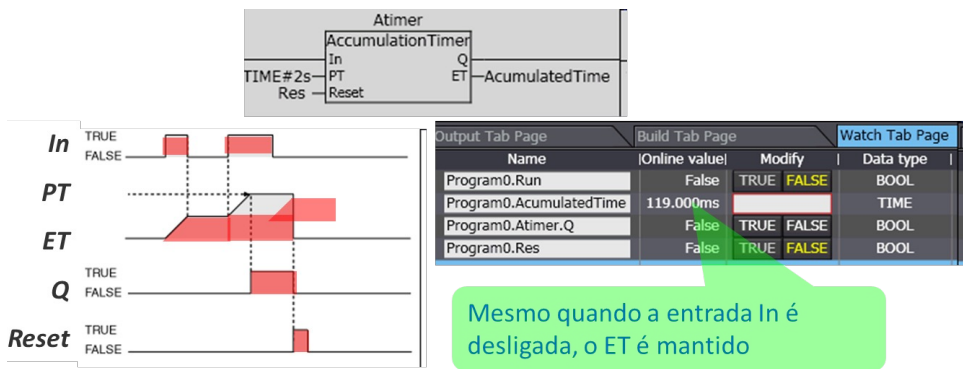
Data Types									
Structures	Name	Base Type	Comment						
Union	REGISTO	UNION							
Enumerated	CANAL	WORD							
	BIT	ARRAY[0..15] OF BOOL							

I03_Ch1_Out14	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul
I03_Ch1_Out15	BOOL		IOBus//rack#	☐	☐	Do not pul
DM_PLC	ARRAY[0..31999] OF WORD		%D0	☒	☐	Do not pul
HR20	REGISTO		%H20	☒	☐	Do not pul

Podem ser mantida a forma de programação tradicional.



- A saída *Q* é desligada e *ET* é reiniciado quando a entrada *Reset* é ativada



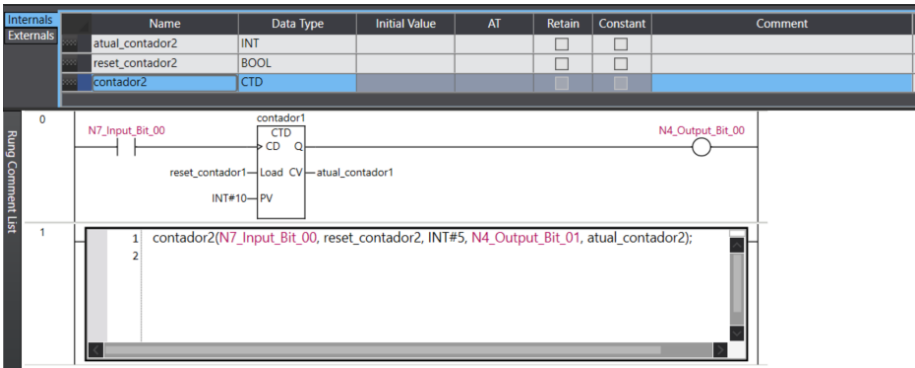
13.5.11. Tipo de dados TIME

- Tipo de dados com 8 bytes
 - Valores entre **T#-9223372036854.775808ms** e **T#+9223372036854.775807ms**
 - Expressão delimitada pelas letras **d** (dia), **h** (hora), **m** (minuto), **s** (segundo) e **ms** (milissegundo)
 - A unidade mínima é **0,000001 ms**
- Exemplos de uso:
- Expressar o tempo definido e o tempo decorrido nas instruções do temporizador
- Para efetuar um controlo durante um período definido de tempo
- Para estabelecer uma condição de erro quando um sinal não é recebido após um tempo determinado

13.6. Práticas com contadores

13.6.1. Contadores

- Contadores com as mesmas funcionalidades que os dos PLC's tradicionais;
- São Function Blocks.



13.6.3. Contadores tipo CTU e CTD

CTU é um FB para contagem crescente CTD um FB para contagem decrescente, em que:

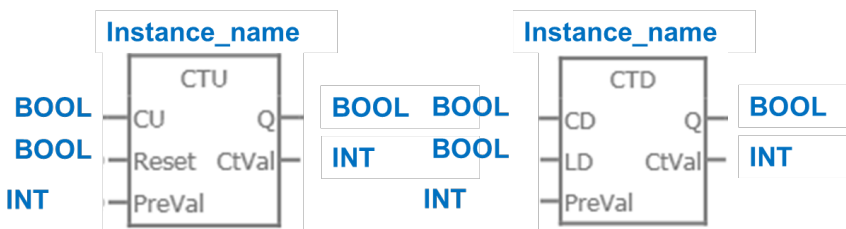
- Quando a entrada CU (do CTU) ou a entrada CD (do CTD) recebe um sinal de flanco ascendente, aumenta ou diminui o valor do contador CV, respetivamente
- A entrada Reset (CTU) coloca CV a 0 e desliga a saída Q
- A entrada Load (CTD) coloca o seu valor em CV e desliga a saída Q
- A saída Q é ativada quando o valor de CV alcança o valor de PV (CTU) ou quando o valor de CV chega a 0 (CTD)

Exemplo de FB CTU:



13.6.4. Contadores CTU, CTD: Counter Up, Counter Down

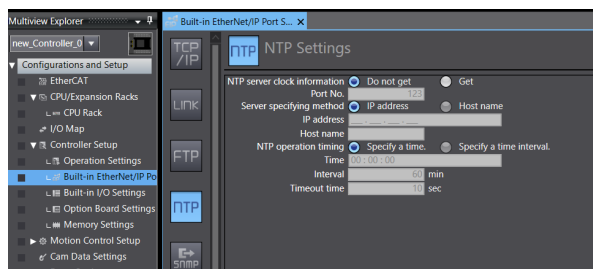
- CTU é uma instrução *Counter Up*
- CTD é uma instrução *Counter Down*
- Quando (CU) ou (CD) transitam de FALSO para VERDADEIRO, os incrementos (CTU) ou decrementos (CTD) do contador alteram o seu valor (CtVal)
- (Reset) irá repor (CrVal) a zero e (Q) a FALSE
- (LD) carregará (PreVal) para (CtVal) e colocará (Q) para FALSE
- (Q) é VERDADEIRO quando:
 - CTU: Valor do contador (CtVal) = Valor predefinido (PreVal)
 - CTD: Valor do contador (CtVal) = 0



Pode ser acertado o relógio

- O botão central sincroniza o relógio do controlador com o relógio do PC
- Clicar no botão **Apply** para atualizar o controlador

Opção disponível no **Multiview Explorer**, em **Controller Setup, Built-In Ethernet/IP Port Settings, NTP Settings**.

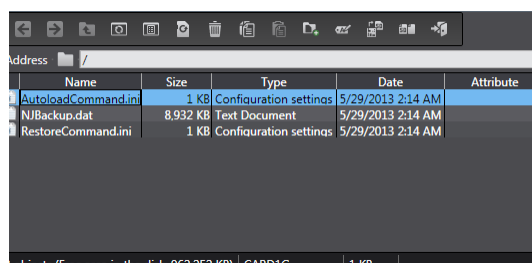


Para garantir a sincronização dos relógios entre vários controladores no sistema, é recomendável selecionar um dos CPU's como Master, procedendo inicialmente ao acerto manual do seu relógio. A partir desse ponto, deve ser utilizada a função *GetTime* para ler a hora atual desse controlador. O valor obtido pode então ser partilhado na rede através de uma variável comum, acessível pelos restantes dispositivos. Em seguida, cada um dos outros CPU's deve utilizar a função *SetTime* para atualizar os respetivos relógios com base na informação recebida, assegurando assim a coerência temporal em toda a rede de controladores.

9.8. Acesso ao cartão de memória

Pode ser acedido através do menu **Controller, SD Memory Card**.

Permite o acesso aos ficheiros do cartão de memória através da rede, sem necessidade de o remover do controlador.



Também é possível aceder via FTP, se a opção estiver habilitada

9.9. Variáveis do sistema do cartão de memória

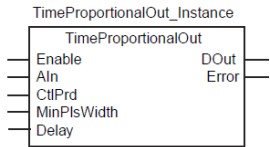
Existem diversas variáveis do sistema para mostrar o estado do cartão de memória

- *_Card1Ready*, é ativada quando um cartão de memória válido é instalado
- *_Card1Protect*, mostra o estado do switch de proteção do cartão

13.7.7. PID controlado por uma saída on/off

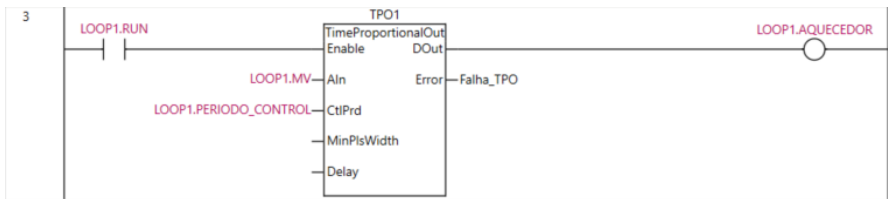
Este tipo de controlo pode ser feito com recurso ao FB *TimeProportionalOut*.

The *TimeProportionalOut* instruction converts a manipulated variable to a time-proportional output.

Instruction	Name	FB/ FUN	Graphic expression	ST expression
TimeProportion alOut	Time- proportional Output	FB		<code>TimeProportionalOut_instance(Enable, Aln, CtlPrd, MinPlsWidth, Delay, DOut, Error);</code>

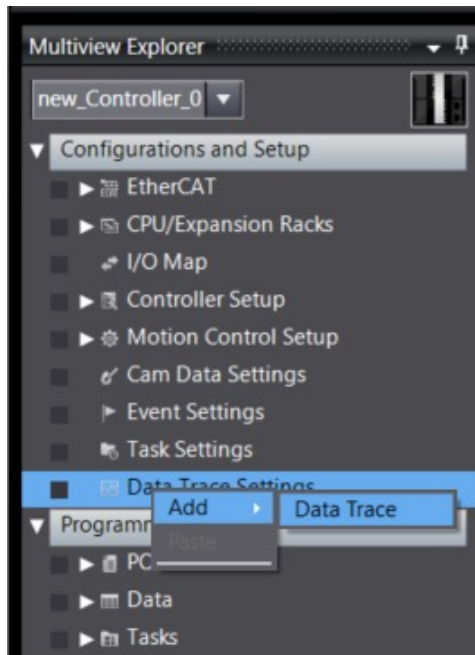
13.7.8. FB *TimeProportionalOut*

Como entrada do FB é utilizado o valor *LOOP1.MV*.



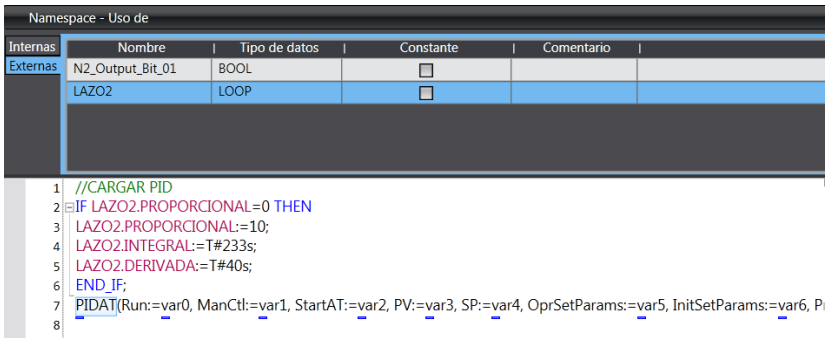
13.7.9. Rastreamento de dados

Acrescentar *Data Trace*.



13.7.12. Em ST, escrever o código de forma amigável ou user-friendly

Arrastando desde a Caixa de Ferramentas:



E depois assignar/atribuir as variáveis.

Pode-se também:

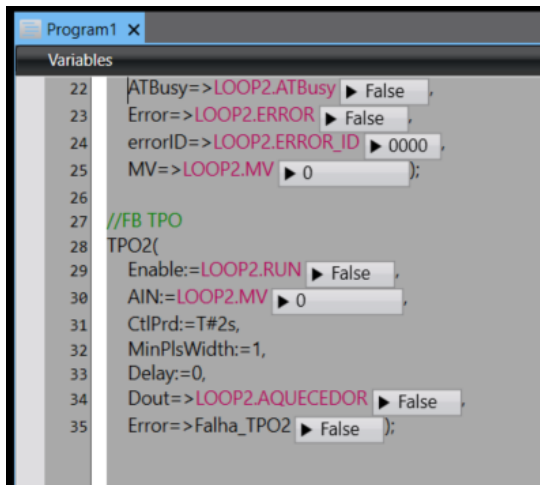
Introduzir a TEMPERATURA2 (e carrego em tab) e depois atribuo variáveis.

13.7.13. TimeProportionalOut em ST

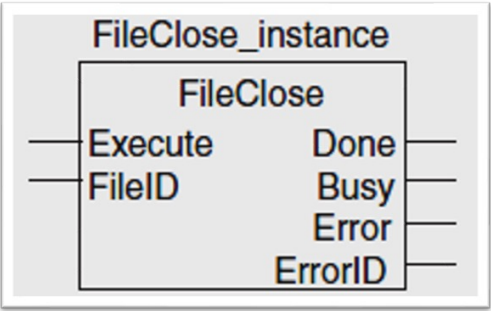
Desenvolver o código do TPO ST:

```
27 //FB TPO
28 TPO2(
29   Enable:=LOOP2.RUN,
30   AIN:=LOOP2.MV,
31   CtlPrd:=T#2s,
32   MinPlsWidth:=1,
33   Delay:=0,
34   Dout=>LOOP2.AQUECEDOR,
35   Error=>Falha_TPO2);
```

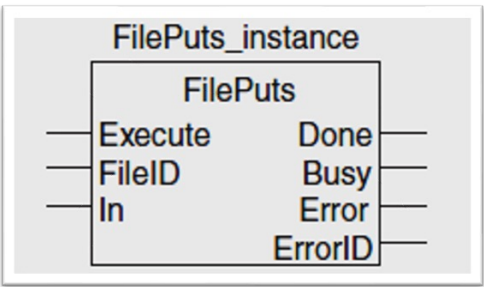
Monitorizar os dados:



O FB FileClose fecha o ficheiro especificado do cartão de memória SD.



O FB FilePuts escreve uma string de texto no ficheiro especificado do cartão de memória SD.



13.10.4. FB's de operações com ficheiros

Estes FB's são usados para operações nas pastas do cartão de memória, tais como copiar ou excluir um ficheiro.

Na série NJ/NX são disponibilizados FB's especiais para este tipo de manipulação, enquanto na série CJ é necessário utilizar comandos FINS.

Function Block	Name	Description	Equivalent CJ-series Instruction	Comparison with CJ Series
FileCopy	Copy File	Copies the specified file in the SD Memory Card.	CMND	+
DirCreate	Create Directory	Creates a directory with the specified name in the SD Memory Card.	CMND	+
FileRemove	Delete File	Deletes the specified file from the SD Memory Card.	CMND	-
DirRemove	Delete Directory	Deletes the specified directory from the SD Memory Card.	CMND	+
FileRename	Change File Name	Changes the name of the specified file or directory in the SD Memory Card.	CMND	+

13.10.6. FB's para a utilização do cartão de memória SD

Instruction	Name
FileWriteVar	Write Variable to File
FileReadVar	Read Variable from File
FileOpen	Open File
FileClose	Close File
FileSeek	Seek File
FileRead	Read File
FileWrite	Write File
FileGets	Get Text String
FilePuts	Put Text String
FileCopy	Copy File
FileRemove	Delete File
FileRename	Change File Name
DirCreate	Create Directory
DirRemove	Delete Directory

13.10.7. Registo de dados na variável

Desenvolver o seguinte código em ST:

```
Variables
1 impulso:=Get1sClk();
2 R_TRIG_instance(impulso, edge);
3
4 IF (edge= TRUE AND registo_dados_ST= TRUE) THEN
5     TABELA_VALORES[i].VALOR_TEMP:=temperatura;
6     TABELA_VALORES[i].DATA:=_CurrentTime;
7     i:=i+1;
8 IF i>=199 THEN
9     i:=0;
10    registo_dados_ST:=FALSE;
11 END_IF;
12 END_IF;
```

Registrar as variáveis internas e externas:

Variables		
Namespace - Using		
Internals	Name	Data Type
Externals	impulso	BOOL
	i	INT
	R_TRIG_instance	R_TRIG
	temperatura	INT
	edge	BOOL

13.10.9. Gerar um ficheiro de dados

Variáveis Internas:

Namespace - Uso de			
Internas	Nome	Tipo de dados	
Externas	LastTrigger	BOOL	
	Trigger	BOOL	
	FileOpen_instance	FileOpen	
	FilePuts_instance	FilePuts	
	FileClose_instance	FileClose	
	OperatingStart	BOOL	
	Stage	INT	
	INDEX0	INT	
	Fid	DWORD	16#0
	StrDat	STRING[256]	''
	Temp1	STRING[256]	
	Operando	BOOL	
	Temp2	STRING[256]	

Externas:

Namespace - Uso de			
Internas	Nome	Tipo de dados	Constante
Externas	TEMP_HORNO	ARRAY[0..199] OF REGISTRO_DATOS	☐
	_Card1Ready	BOOL	☒

Programar o início da sequência de registo de dados no cartão, índices e apontadores.

```

Variables
1  //Início de sequência, quando a variável de trigger é acionada
2  IF ((Trigger=TRUE) AND (LastTrigger=FALSE) AND (_Card1Ready=TRUE)) THEN
3      OperatingStart:=TRUE;
4      Operando:=TRUE;
5  END_IF;
6  LastTrigger:=Trigger;
7
8  //Inicializar instância
9  IF (OperatingStart=TRUE) THEN
10     FileOpen_instance(execute:=FALSE);
11     FilePuts_instance(execute:=FALSE);
12     FileClose_instance(Execute:=FALSE);
13     Stage:=INT#1;
14     Index0:=INT#0; //Inicializar índice de linha
15     OperatingStart:=FALSE;
16 END_IF;

```

13.10.10. Criar ficheiro e strings de texto

Programar a criação do ficheiro e a formação das strings de texto, com 3 dados por linha.

13.10.12. Monitorizar os dados registados

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. The top part shows the Ladder Logic editor with a variable declaration and a series of logic steps (1-12) involving variables like `MyEdge`, `impulso`, `TEMP_FORNO_2`, `TABELA_VALORES`, `inicio`, `j`, and `gravar`. The bottom part shows the 'Watch Tab (table1)' which contains a table of monitored data.

Device name	Name	Index	Modify	Comment	Data type
maleta	TABELA_VALORES	[0].VALOR_TEMP			INT

VALOR_TEMP (INT)	DATA (DATE_AND_TIME)
[0] 51	2021-12-12-16:16:37.64
[1] 52	2021-12-12-16:16:39.65
[2] 53	2021-12-12-16:16:41.66
[3] 54	2021-12-12-16:16:43.67
[4] 55	2021-12-12-16:16:45.68
[5] 56	2021-12-12-16:16:47.69
[6] 57	2021-12-12-16:16:49.70
[7] 58	2021-12-12-16:16:51.71
[8] 59	2021-12-12-16:16:53.72
[9] 60	2021-12-12-16:16:55.73
[10] 61	2021-12-12-16:16:57.74

13.10.13. Verificar o ficheiro no cartão de memória SD

O ficheiro é gerado quando a variável *Trigger* é ativada.

The screenshot shows the Siemens SIMATIC Manager interface with the 'Controller' menu open. The 'SD Memory Card...' option is highlighted with a red rectangle. The 'Multiview Explorer' on the left shows the 'Configurations and Setup' tree with 'Programming' selected.

File Edit View Insert Project **Controller** Simulation Tools Window Help

- Communications Setup...
- Change Device
- Online Ctrl+W
- Offline Ctrl+Shift+W
- Synchronize... Ctrl+M
- Transfer...
- Mode
- Monitor
- Stop Monitoring
- Set/Reset
- Forced Refreshing
- MC Test Run
- MC Monitor Table...
- CNC Coordinate System Monitor Table
- SD Memory Card...**
- Controller Clock...
- Release Access Right...
- Update CPU Unit Name...

- O ficheiro fica com o nome *Temperaturas.CSV*

Figura 7.3.	<i>ILUSTRAÇÃO DO NOVO CENÁRIO</i>	<i>101</i>
Figura 7.4.	<i>TABELA DE COMPARAÇÕES.....</i>	<i>103</i>
Figura 7.5.	<i>ILUSTRAÇÃO DO NOVO CENÁRIO</i>	<i>104</i>
Figura 8.1.	<i>ÁREAS DE PROCURA DA FERRAMENTA PESQUISAR E SUBSTITUIR.....</i>	<i>111</i>
Figura 8.2.	<i>MECANISMO DO REGISTO POR TRIGGER.....</i>	<i>115</i>
Figura 8.3.	<i>MECANISMO DO REGISTO CONTINUO.....</i>	<i>116</i>
Figura 8.4.	<i>JANELA DE RESULTADOS DO RASTREAMENTO</i>	<i>119</i>
Figura 9.1.	<i>TIPOS DE ERROS</i>	<i>127</i>
Figura 9.2	<i>SECÇÕES FUNCIONAIS.....</i>	<i>127</i>
Figura 9.3.	<i>INDICADORES LED.....</i>	<i>128</i>
Figura 9.4.	<i>FUNÇÕES PARA LEITURA DE CÓDIGOS DE ERROS</i>	<i>129</i>
Figura 9.5.	<i>FB PARA RESET DE ERROS.....</i>	<i>129</i>
Figura 9.6.	<i>BITS DE ERROS.....</i>	<i>130</i>
Figura 9.7.	<i>GRUPOS DE DADOS E RESPETIVOS DADOS PARA BACKUP.....</i>	<i>133</i>
Figura 10.1.	<i>ESTRUTURA DA PROGRAMAÇÃO ST</i>	<i>147</i>
Figura 10.2.	<i>ESTRUTURA IF</i>	<i>148</i>
Figura 10.3.	<i>COMENTÁRIOS.....</i>	<i>148</i>
Figura 10.4.	<i>ORDEM DAS OPERAÇÕES MATEMÁTICAS EM ST.....</i>	<i>155</i>



Sysmac: a integração total da automação industrial segundo a OMRON

Com mais de 90 anos de história no mundo da automação, a OMRON tem sido pioneira em oferecer soluções inovadoras que combinam controle, segurança e eficiência. Desde o seu início, a empresa japonesa soube antecipar-se às necessidades da indústria e, hoje, com a plataforma Sysmac, concretiza um conceito integral de automação concebido para responder aos desafios da era digital.

Uma plataforma totalmente integrada

O Sysmac apresenta-se como um ecossistema unificado de *hardware* e *software* para o controlo de toda a planta. A sua filosofia resume-se em três princípios: One Connection, One Software, One Controller. Estes pilares refletem o compromisso da OMRON com a simplicidade, a normalização e a escalabilidade.

No coração da plataforma encontram-se os Machine Automation Controllers das séries NX/NJ, capazes de sincronizar em tempo real a lógica, o movimento, a segurança, a robótica, a visão e a informação. Esta integração elimina redundâncias, reduz a complexidade da programação e acelera a colocação em funcionamento.



One Connection: redes abertas para uma comunicação fluida

O conceito One Connection baseia-se na utilização de protocolos industriais abertos e reconhecidos a nível global. O Sysmac integra de série EtherCAT™ e EtherNet/IP™, dois standards que permitem unir o controlo em tempo real da máquina à gestão de dados ao nível da planta.

- O EtherCAT™ oferece a máxima velocidade e precisão, com ciclos de 125 µs e sincronização de 1 µs de jitter, integrando movimento, entradas/saídas, segurança, visão e sensores numa única rede.
- O EtherNet/IP™, por sua vez, facilita a comunicação entre controladores, HMIs e sistemas SCADA, além de oferecer conectividade direta com bases de dados como Microsoft SQL Server, Oracle ou MySQL.

Graças a esta arquitetura, a integração de dispositivos OMRON é imediata, mas também é simples ligar equipamentos de terceiros através de buses de comunicação normalizados, garantindo a interoperabilidade em ambientes heterogéneos.



Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
PORTO, 2025

AUTOMAÇÃO INTEGRADA SYSMAC

NÍVEL BÁSICO E AVANÇADO

FILIPE PEREIRA
LUÍS FREITAS
JOSÉ MACHADO

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 aborda a Automação Integrada com controladores OMRON SYSMAC (NJ e NX) e o software Sysmac Studio, apresentando conceitos da norma IEC 61131-3, configuração de redes industriais e práticas de programação em Ladder e Texto Estruturado. Combinando teoria e exercícios práticos, constitui um guia essencial para estudantes e profissionais que desejam aprofundar competências em PLCs OMRON, integração de sistemas e Indústria 4.0.

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).

Luís Freitas é licenciado em Engenharia Mecânica e mestre em Mecatrónica pela Universidade do Minho. Atualmente, exerce funções como investigador no Centro de Investigação e Desenvolvimento METRICs da mesma instituição, tendo também desempenhado funções no setor privado nas áreas de Automação e Projeto. É professor convidado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho, lecionando nas áreas de Automação e Mecatrónica. É ainda sócio fundador da empresa E4M, dedicada ao desenvolvimento de projetos na área da Automação e Mecatrónica.

José Machado doutorou-se em Engenharia Mecânica – Automação, em simultâneo pela Universidade do Minho 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.

Apoios

OMRON  **robótica**

Também disponível em formato e-book



ISBN: 978-989-9305-00-7



9 789899 305007

www.quanticaeditora.pt