

**Manual de Utilização**  
**PO3042/PO3142**  
**PO3242/PO3342**  
**UCPs Série PONTO**

MU209104  
Rev. I 07/2011  
Cód. Doc: 6209-104.2



altus



Nenhuma parte deste documento pode ser copiada ou reproduzida sem o consentimento prévio e por escrito da Altus Sistemas de Informática S.A., que se reserva o direito de efetuar alterações sem prévio comunicado.

Conforme o Código de Defesa do Consumidor vigente no Brasil, informamos a seguir, aos clientes que utilizam nossos produtos, aspectos relacionados com a segurança de pessoas e instalações.

Os equipamentos de automação industrial fabricados pela Altus são robustos e confiáveis devido ao rígido controle de qualidade a que são submetidos. No entanto, equipamentos eletrônicos de controle industrial (controladores programáveis, comandos numéricos, etc.) podem causar danos às máquinas ou processos por eles controlados em caso de defeito em suas partes e peças ou de erros de programação ou instalação, podendo inclusive colocar em risco vidas humanas.

O usuário deve analisar as possíveis conseqüências destes defeitos e providenciar instalações adicionais externas de segurança que, em caso de necessidade, sirvam para preservar a segurança do sistema, principalmente nos casos da instalação inicial e de testes.

É imprescindível a leitura completa dos manuais e/ou características técnicas do produto antes da instalação ou utilização do mesmo.

A Altus garante os seus equipamentos conforme descrito nas Condições Gerais de Fornecimento, anexada às propostas comerciais.

A Altus garante que seus equipamentos funcionam de acordo com as descrições contidas explicitamente em seus manuais e/ou características técnicas, não garantindo a satisfação de algum tipo particular de aplicação dos equipamentos.

A Altus desconsiderará qualquer outra garantia, direta ou implícita, principalmente quando se tratar de fornecimento de terceiros.

Pedidos de informações adicionais sobre o fornecimento e/ou características dos equipamentos e serviços Altus devem ser feitos por escrito. A Altus não se responsabiliza por informações fornecidas sobre seus equipamentos sem registro formal.

### DIREITOS AUTORAIS

Série Ponto, MasterTool, Quark, ALNET e WebPlc são marcas registradas da Altus Sistemas de Informática S.A.

IBM é marca registrada da International Business Machines Corporation.

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>Documentos Relacionados a este Manual.....</b>	<b>2</b>
<b>Inspeção Visual .....</b>	<b>2</b>
<b>Suporte Técnico .....</b>	<b>3</b>
<b>Mensagens de Advertência Utilizadas neste Manual .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIÇÃO TÉCNICA.....</b>	<b>4</b>
<b>Painéis e Conexões.....</b>	<b>4</b>
<b>Características Técnicas das UCPs PO3x42 .....</b>	<b>6</b>
Barramento Local.....	8
Varredura de E/S Rápida.....	8
Diagnóstico de Módulos.....	8
Diagnóstico do Sistema do Controlador Programável (CP).....	8
Parametrização .....	8
<b>Características de Software .....</b>	<b>9</b>
Software Executivo .....	9
Operandos Ponto Flutuante .....	10
Operandos Inteiro.....	11
Novo diretório de módulos.....	11
Zeramento de operandos retentivos.....	11
MasterTool ProPonto - MT6000.....	11
MasterTool Programming - MT4000 e MT4100 .....	12
<b>Modos de Operação.....</b>	<b>12</b>
Modo Inicialização.....	13
Modo Execução.....	13
Modo Ciclado.....	13
Modo Programação .....	14
Modo Erro .....	14
<b>Canais Seriais.....</b>	<b>15</b>
Exemplo de Configuração dos Canais Seriais.....	16
Exemplo de uma Arquitetura Utilizando Rede MODBUS .....	16
Sinais de Modem.....	17
<b>UCPs da Série PO3x42 e o Sistema de E/S.....</b>	<b>19</b>
<b>Arquitetura Interna .....</b>	<b>20</b>
Processador .....	22
Controle do Barramento Ponto.....	22
Mapa de Memórias.....	22
Interfaces de Comunicação .....	23
Relógio de Tempo Real.....	24
<b>Sistemas de Proteção .....</b>	<b>24</b>
Cão-de-guarda .....	24
Proteção contra Falta de Energia.....	24
Bateria .....	24
<b>Desempenho das UCPs.....</b>	<b>25</b>
Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local.....	25
Tempo do Sistema Operacional .....	27
Aplicação do Usuário.....	28
<b>Processamento de Interrupções.....</b>	<b>34</b>

---

Interrupção de Tempo (E-*.018).....	35
Interrupção Serial .....	35
<b>Alimentação .....</b>	<b>35</b>
<b>Dimensões Físicas .....</b>	<b>36</b>
<b>Dados para Compra .....</b>	<b>37</b>
Produtos Relacionados .....	37
<b>3. CONFIGURAÇÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>Operandos de E/S e de Diagnósticos .....</b>	<b>39</b>
<b>Troca a Quente .....</b>	<b>40</b>
Troca a Quente Desabilitada .....	40
Troca a Quente Habilitada com Consistência na Partida .....	41
Troca a Quente Habilitada sem Consistência na Partida.....	41
Como realizar a Troca a Quente.....	41
<b>Canal Serial Principal - COM1 .....</b>	<b>42</b>
<b>Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM3.....</b>	<b>42</b>
<b>ALNET I Escravo .....</b>	<b>43</b>
<b>MODBUS RTU Escravo .....</b>	<b>43</b>
Relações do MODBUS Escravo .....	44
Fluxo de Operação do MODBUS Escravo .....	46
Tempo de Resposta do MODBUS Escravo .....	46
<b>MODBUS RTU Mestre .....</b>	<b>47</b>
Parâmetros Gerais do Protocolo MODBUS Mestre.....	48
Campos a serem Configurados na Construção de Relações.....	49
Configuração das Relações Genéricas .....	52
Fluxo de Operação do Mestre – PO3042 V2.0 / PO3142 / PO3242 / PO3342.....	55
<b>Conversão de Código AL-2003/PO3x45 para PO3x42.....</b>	<b>56</b>
<b>Conversão de Código Outras UCPs para PO3x42 .....</b>	<b>56</b>
<b>Instruções Inválidas para UCPs PO3x42 .....</b>	<b>56</b>
<b>4. INSTALAÇÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>Instalação Mecânica .....</b>	<b>57</b>
Montagem dos Trilhos .....	57
Montagem das Bases.....	57
<b>Alimentação .....</b>	<b>59</b>
<b>Rede RS-485 (COM2) .....</b>	<b>60</b>
<b>5. PROGRAMAÇÃO INICIAL .....</b>	<b>63</b>
<b>Antes de Iniciar.....</b>	<b>64</b>
<b>Conexão Serial.....</b>	<b>64</b>
Configuração do Canal Serial .....	65
<b>Como Iniciar? .....</b>	<b>66</b>
<b>6. MANUTENÇÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>Diagnósticos .....</b>	<b>70</b>
Diagnósticos via Painel .....	70
Diagnósticos via Operandos.....	72
<b>Erros na Operação .....</b>	<b>78</b>
Outras Situações de Erro .....	81
<b>Troca da Bateria.....</b>	<b>81</b>
<b>Manutenção Preventiva .....</b>	<b>82</b>

---

<b>7. APLICAÇÕES ESPECIAIS COM SERIAL RS-232.....</b>	<b>83</b>
<b>Pinagem dos Conectores .....</b>	<b>83</b>
<b>Handshake de Hardware RTS/CTS em Modens Rádio.....</b>	<b>83</b>
<b>Handshake de Hardware RTS/CTS em Conversores RS-485.....</b>	<b>85</b>
<b>Verificação de Conexão em Modens de Linha Discada .....</b>	<b>86</b>
<b>Discagem com DTR em Modens de Linha Discada.....</b>	<b>87</b>
<b>8. GLOSSÁRIO .....</b>	<b>88</b>
<b>Revisões deste Manual .....</b>	<b>91</b>

# 1. Introdução

As unidades centrais de processamento (UCPs) PO3042, PO3142, PO3242 e PO3342 (que compõe a série PO3x42) tem como principal foco de aplicação o controle de processos, manufatura e automação predial. Assim como todas as demais UCPs da Série Ponto, estas se caracterizam por uma altíssima integração de funções, programação on-line, alta capacidade de memória, vários canais seriais integrados e capacidade de troca a quente. Particularmente, o modelo PO3142 possui três interfaces seriais para as funções de programação, interface homem-máquina (IHM) local e integração a redes MODBUS.

O modelo PO3342 executa funções de mestre PROFIBUS, conecta-se a rede Ethernet para supervisão ou controle e possui um servidor de páginas HTML

Os equipamentos de campo são conectados diretamente aos bornes dos módulos da Série Ponto, criando sistemas compactos de controle e supervisão. As UCPs possuem capacidade de até 960 pontos de E/S digitais e 240 pontos analógicos, no barramento local.

Ao utilizar uma rede de campo as capacidades de pontos de E/S são ampliadas, as limitações depende do tipo de rede adotada e das limitações de cada uma das redes.



**Figura 1-1. UCP PO3042**

As UCPs da série PO3x42 apresentam as seguintes características principais:

- Acesso direto a 30 módulos de E/S através do barramento da Série Ponto
- Capacidade de controle de até 960 pontos de E/S digitais e 240 pontos analógicos no barramento local
- Capacidade de controle de até 4096 pontos de E/S em operandos digitais utilizando redes de campo\*\*
- Alta velocidade de processamento, adequada a sistemas de grande porte
- Conectividade a barramentos de campo PROFIBUS
- 2 canais seriais RS232, com protocolos configuráveis e programáveis, inclusive MODBUS mestre ou escravo \*

- 1 canal serial RS485 isolado, com protocolos configuráveis e programáveis, inclusive MODBUS mestre ou escravo
- Grande capacidade de memória Flash: até 512 Kbytes para programa aplicativo
- Comporta Interface de Rede PROFIBUS-DP Mestre \*\*
- Conectividade com rede Ethernet.
- Característica de WebServer
- Diagnóstico e estados de operação local via LEDs no painel
- Diagnóstico via operandos
- Operando Ponto Flutuante (%F)
- Operando Inteiro (%I) 32 bits com sinal \*\*\*
- Fonte de alimentação interna de + 24 Vdc, com capacidade de alimentação de 12 módulos de E/S distribuídos no máximo em dois segmentos.
- Etiqueta no painel para identificação do equipamento

\* Somente o PO3142 possui 02 (duas) seriais RS232, os outros modelos possuem 01 (uma) serial RS232

\*\* Somente para os modelos PO3242 e PO3342

\*\*\* A partir da revisão de produto "AS" ou versão 2.00 de software executivo (sistema operacional).

### Documentos Relacionados a este Manual

Para obter informações adicionais sobre a Série Ponto, consulte também os seguintes documentos (disponíveis em [www.altus.com.br](http://www.altus.com.br)):

- Característica Técnica (CT) do produto – CT109104
- Características e Configuração da Série Ponto – CT109000
- Manual de Utilização da Série Ponto – MU209000
- MasterTool Programming - Manual de Programação da Série Ponto – MP399101
- MasterTool Programming - Manual de Utilização – MU299025
- Manual de Utilização MT6000 MasterTool ProPonto – MU299040

### Inspeção Visual

Antes de proceder à instalação, é recomendável fazer uma inspeção visual cuidadosa dos equipamentos, verificando se não há danos causados pelo transporte. Verifique se todos os componentes de seu pedido estão em perfeito estado. Em caso de defeitos, informe a companhia transportadora e o representante ou distribuidor Altus mais próximo.

A embalagem do produto contém os seguintes itens:

- UCP PO3042 ou PO3142 ou PO3242 ou PO3342
- Guia de instalação

#### **CUIDADO:**

**Antes de retirar os módulos da embalagem, é importante descarregar eventuais potenciais estáticos acumulados no corpo. Para isso, toque (com as mãos nuas) em uma superfície metálica aterrada qualquer antes de manipular os módulos. Tal procedimento garante que os níveis de eletricidade estática suportados pelo módulo não serão ultrapassados.**

É importante registrar o número de série de cada equipamento recebido, bem como as revisões de software, se for o caso. Essas informações serão necessárias em um eventual contato com o Suporte Técnico da Altus.

## Suporte Técnico

Para entrar em contato com o Suporte Técnico da Altus em São Leopoldo, RS, ligue para (0xx51) 3589-9500. Para conhecer os centros de Suporte Técnico da Altus disponíveis em outras localidades, consulte nosso site ([www.altus.com.br](http://www.altus.com.br)) ou envie um email para [altus@altus.com.br](mailto:altus@altus.com.br).

Se o equipamento já estiver instalado, tenha em mãos as seguintes informações ao solicitar assistência:

- os modelos dos equipamentos utilizados e a configuração do sistema instalado
- o número de série da UCP
- a revisão do equipamento e a versão do software executivo, constantes na etiqueta afixada na lateral do produto
- informações sobre o modo de operação da UCP, obtidas através do programador MasterTool
- o conteúdo do programa aplicativo (módulos), obtido através do programador MasterTool
- a versão do programador utilizado

## Mensagens de Advertência Utilizadas neste Manual

Neste manual, as mensagens de advertência apresentarão os seguintes formatos e significados:

**PERIGO:**

Relatam causas potenciais, que se não observadas, *levam* a danos à integridade física e saúde, patrimônio, meio ambiente e perda da produção.

**CUIDADO:**

Relatam detalhes de configuração, aplicação e instalação que *devem* ser seguidos para evitar condições que possam levar a falha do sistema e suas conseqüências relacionadas.

**ATENÇÃO:**

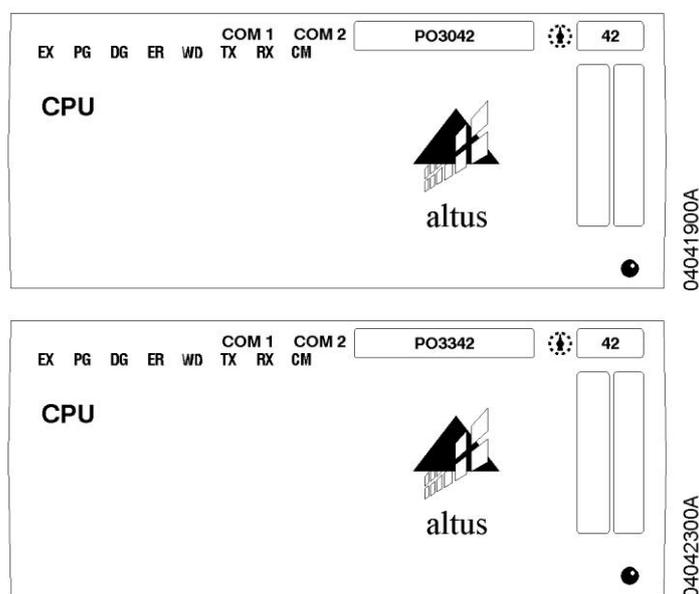
Indicam detalhes importantes de configuração, aplicação ou instalação para obtenção da máxima performance operacional do sistema.

## 2. Descrição Técnica

Este capítulo apresenta todas as características técnicas das UCPs PO3x42.

### Painéis e Conexões

Os painéis frontais das UCPs PO3042 e PO3342 são mostrados a seguir.



**Figura 2-1. Painéis das UCPs PO3042 e PO3342**

Como pode-se observar nos desenhos, a parte superior dos painéis apresenta oito LEDs, onde seis deles indicam as condições de operação da UCP, e três indicam as atividades de comunicação dos canais seriais COM1 e COM2.

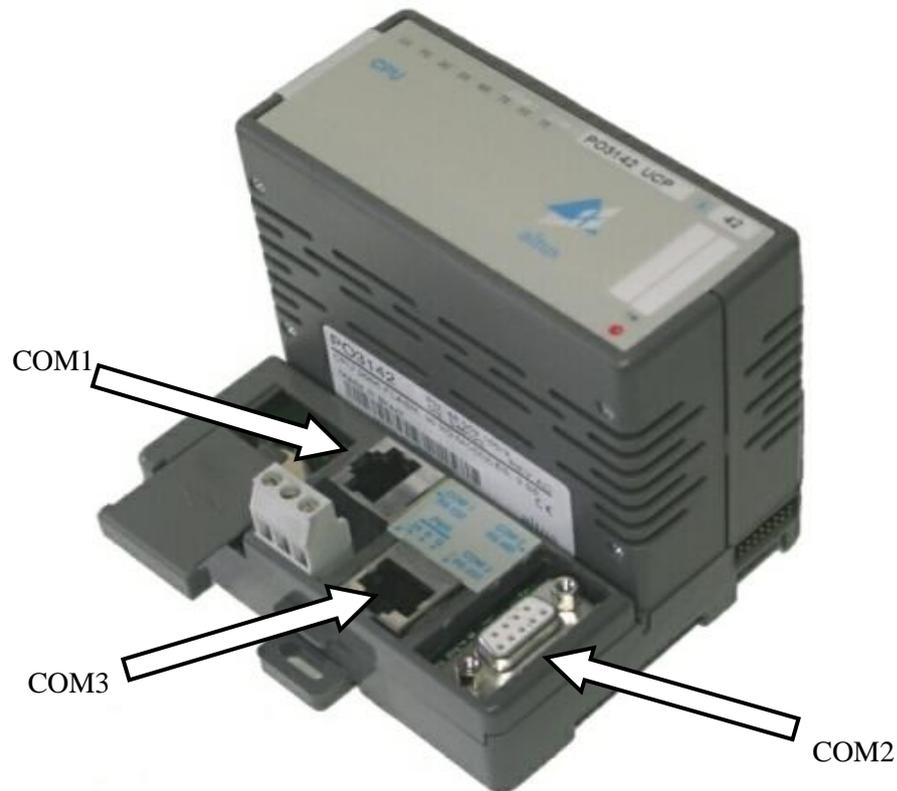
LED	Estado	Significado
EX	Execução	Indica que a UCP está executando o programa aplicativo corretamente. Normalmente, neste estado, o equipamento se encontra varrendo as entradas e atualizando as saídas de acordo com a lógica programada.
PG	Programação	Indica que a UCP está em modo de programação. Neste estado, o equipamento fica aguardando os comandos enviados pelo programador, sem executar o programa aplicativo.
DG	Diagnóstico	Em combinação com outros LEDs, indica várias condições diferentes. Para obter mais informações, consulte o item Diagnósticos via Painel na seção Manutenção.
ER	Erro	Este LED indica que o processador da UCP detectou alguma anormalidade no funcionamento do seu hardware ou software.
WD	Watchdog	Indica que o circuito de cão-de-guarda está acionado. Este circuito monitora continuamente a execução do microcontrolador principal da UCP, desabilitando-o em caso de falhas.
COM1 TX	Transmite	Indica que a UCP está transmitindo bytes no canal serial da rede ALNET I (conector COM1 da base).
COM1 RX	Recebe	Indica que a UCP está recebendo bytes no canal serial da rede ALNET I (conector COM1 da base).
COM2 CM	Comunica	Indica que a UCP está transmitindo ou recebendo bytes no canal serial RS-485 (conector COM2 da base).

**Tabela 2-1. Descrição dos LEDs do painel**

**ATENÇÃO:**

A serial COM3 (presente somente na PO3142) não possui LED de indicação de atividade.

A figura a seguir mostra a base das UCPs (PO6302) e suas conexões. Como se pode ver, a base possui dois conectores padrão RJ45 fêmea (COM1 e COM3), e um conector padrão DB9 fêmea (COM2).



**Figura 2-2. PO3142 na base PO6302**

A tabela a seguir apresenta a descrição desses conectores.

Conector	Disponível nos modelos	Descrição
<b>COM1</b>	PO3042 PO3142 PO3242 PO3342	Conector de comunicação ALNET I escravo no padrão RS-232C. Permite a conexão do programador MasterTool para carga, depuração do programa aplicativo e configuração do barramento. Também permite a ligação do equipamento em rede de comunicação ALNET I.
<b>COM2*</b>	PO3042 PO3142 PO3242 PO3342	Conector auxiliar de comunicação, padrão elétrico RS-485. Permite a comunicação ponto a ponto ou em rede nos protocolos ALNET I escravo, MODBUS RTU escravo ou MODBUS RTU mestre. Também pode ser utilizado em outros protocolos, através da execução de módulos F especiais no programa aplicativo. Para obter mais informações, consulte o item Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM3.
<b>COM3</b>	PO3142	Conector auxiliar de comunicação no padrão elétrico RS-232. Permite a comunicação ponto a ponto ou em rede no protocolo ALNET I. Também pode ser utilizado em outros protocolos, através da execução de módulos F especiais no programa aplicativo. É possível utilizar também os protocolos MODBUS RTU escravo ou MODBUS RTU mestre. Para obter mais informações, consulte o item Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM31

\* MODBUS está disponível para a CPU PO3042 somente a partir da revisão de produto "AS" ou versão de software executivo 2.00.

Tabela 2-2. Canais seriais Série PO3x42

## Características Técnicas das UCPs PO3x42

A tabela a seguir apresenta características comuns a todos os modelo da série PO3x42 de UCPs.

	PO3042, PO3142, PO3242, PO3342
Tipo de módulo	UCP
Troca a quente	Sim, para todos os módulos de E/S
Tempo de varredura do barramento local	0,5 ms com 480 pontos E/S digitais
Velocidade do barramento local	12 Mbaud
Memória para operandos de uso da aplicação	48 Kbytes
Limite de operandos retentivos	48 Kbytes
Programação on-line	Sim
Tempo médio de processamento para 1024 instruções contato	1,6 ms
Relógio de tempo real	Sim
Circuito de supervisão de cão-de-guarda	Sim
Bateria para retenção de operandos	Alojada na base, troca a quente
Configuração dos bornes Base PO6302	1 conector RJ45 para COM 1 1 conector DB9 para COM 2 1 conector RJ45 para COM 3
Indicação de estado	Leds EX, PG, ER, WD, TX, RX
Indicação de diagnóstico	Led DG multifuncional
Isolação Canal serial RS485 isolado	1500 Vac por 1 minuto
Número máximo de módulos sem fonte suplementar	12 módulos
Tensão de alimentação externa	19 a 30 Vdc incluindo ripple consumo máx. 620 mA @ 24 Vdc com doze módulos E/S
Potência dissipada	4,5 W
Temperatura máxima de operação	60 °C
Dimensões	99 x 49 x 81 mm
Bases compatíveis	PO6302

Tabela 2-3. Características comuns entre as UCPs da série PO3x42

A próxima tabela mostra as características que diferenciam entre as UCPs da série PO3x42:

	PO3042	PO3142	PO3242	PO3342
<b>Denominação</b>	UCP 128K Flash, 16 Módulos E/S, 2 Interfaces Seriais	UCP 256K Flash, 30 Módulos E/S, 3 Interfaces Seriais	UCP 256K Flash, 30 Módulos E/S, PROFIBUS, Ethernet	UCP 256K Flash, 30 Módulos E/S, PROFIBUS, WebServer
<b>Memória para programa aplicativo tipo Flash</b>	128K	256K	256K	256K
<b>Memória para programa aplicativo tipo RAM</b>	256K	256K	256K	256K
<b>Número de Módulos E/S</b>	16	30	30	30
<b>Número máximo de segmentos</b>	4	4	4	4
<b>Número máximo de pontos de E/S digitais no barramento local</b>	256 com módulos de 16 pontos 512 com módulos de 32 pontos	480 com módulos de 16 pontos 960 com módulos de 32 pontos	480 com módulos de 16 pontos 960 com módulos de 32 pontos	480 com módulos de 16 pontos 960 com módulos de 32 pontos
<b>Número máximo de pontos de E/S analógicos no barramento local</b>	128 com módulos de 8 pontos	240 com módulos de 8 pontos	240 com módulos de 8 pontos	240 com módulos de 8 pontos
<b>Número máximo de pontos de E/S analógicos com redes de campo</b>	O limite é definido pela capacidade da rede (MODBUS) e pela capacidade de memória de operandos da UCP.		O limite é definido pela capacidade da rede (MODBUS, PROFIBUS e/ou Ethernet) e pela capacidade de memória de operandos da UCP.	
<b>Número máximo de pontos de E/S digitais, utilizando redes de campo</b>	4096 (utilizando rede MODBUS)		4096 (utilizando rede MODBUS, PROFIBUS ou Ethernet)	
<b>Capacidade de interligação a redes de campo</b>	- via canal de comunicação serial		- via interfaces de rede de campo - via canal de comunicação serial	
<b>Suporta Interface de Redes de Campo</b>	Não	Não	Sim	Sim
<b>Suporta Interface de Rede Multimestre Ethernet TCP/IP (com módulo PO7091)</b>	Não	Não	Sim	Sim
<b>Suporta Interface de Rede Ethernet TCP/IP com WebServer (com módulo PO7091)</b>	Não	Não	Não	Sim
<b>Interfaces Seriais (ver tabelas a seguir)</b>	1x RS232 1x RS485 COM1 e COM2	2 x RS232 1 x RS485 COM 1 , COM2 e COM3	1x RS232 1x RS485 COM1 e COM2	1x RS232 1x RS485 COM1 e COM2
<b>Interface Serial RS-232 (COM1)</b>	RTS, CTS	-	RTS, CTS	RTS, CTS
<b>Interface Serial RS-485 (COM2)</b>	Isolado			
<b>Interface Serial RS-232 (COM3)</b>	Não disponível	RTS, CTS, DTR, DSR.	Não disponível	Não disponível
<b>Protocolo MODBUS Mestre e Escravo</b>	Sim (vide nota)	Sim	Sim	Sim
<b>Fonte de alimentação</b>	Embutida no módulo			

<b>Software de Programação MasterTool MT4100 ou MT4000</b>	Versão 3.40 ou posterior (vide nota)	Versão 3.62 ou posterior (vide nota)
<b>Software de Configuração ProPonto MT6000</b>	Versão 1.35 ou posterior	Versão 1.40 ou posterior

**Tabela 2-4. Características diferentes entre as UCPs da série PO3x42**

**MODBUS Mestre e Escravo:** o protocolo MODBUS Mestre e Escravo está disponível no modelo PO3042 a partir da revisão de produto “AS”, ou versão 2.00 de software executivo. Para configurá-lo nestas UCPs é necessário a versão 3.90 ou superior do MasterTool Programming.

**MasterTool Programming:** para utilização do operando inteiro 32 bits com sinal (%I, %TI, %KI), é necessário a utilização do MasterTool versão 3.90 ou superior.

**ATENÇÃO:**

- Recomenda-se a leitura da CT geral da Série Ponto (CT109000), que descreve a arquitetura da série.

Além dessas características, as UCPs da série PO3x42 incorporam todas as características oferecidas pela Série Ponto, como se pode ver a seguir.

### Barramento Local

Com o barramento GBL de alta velocidade, a UCP se comunica com os módulos de forma bidirecional. Além da comunicação de dados, é possível transferir parâmetros e proceder à recepção de diagnósticos.

### Varredura de E/S Rápida

Também devido ao barramento GBL de alta velocidade, a leitura de entradas e a atualização de saídas é extremamente rápida. Os módulos analógicos utilizam operandos memória (%M) automaticamente, sem a necessidade de programação prévia no programa aplicativo.

### Diagnóstico de Módulos

Os diagnósticos individuais podem ser visualizados através do LED DG. Além disso, os diagnósticos são enviados para operandos memória (%M), permitindo, assim, que eles sejam acessados pelo programa aplicativo e/ou por um software de supervisão.

### Diagnóstico do Sistema do Controlador Programável (CP)

As UCPs informam o estado de operação da UCP, situações de erros internos e estado geral do barramento, permitindo a identificação de problemas no sistema e a geração de alarmes. Esses diagnósticos são visualizados em operandos memória (%M).

### Parametrização

Com o software programador MasterTool, é possível parametrizar individualmente cada módulo, mudando sua configuração sem a necessidade de mudar chaves ou pontes de ajustes.

Todos os parâmetros são enviados dinamicamente aos módulos durante a inicialização e ciclicamente na execução. Caso os parâmetros mudem, o módulo terá a capacidade de identificar as novas informações e se reconfigurar, permitindo a mudança dos parâmetros a quente.

## Características de Software

### Software Executivo

O software executivo (sistema operacional) das UCPs da série PO3x42 apresenta as seguintes características:

	PO3042, PO3142, PO3242, PO3342
Linguagem de programação	Diagrama de relés e blocos lógicos, estruturado em módulos com funções e sub-rotinas
Programação on-line	Via COM1, COM2 e COM3* com ALNET I
Total de operandos tipo entrada (E) e tipo saída (S)	4096 (acessível via rede ALNET I, MODBUS, PROFIBUS**, Ethernet**)
Número de operandos tipo auxiliares	4096 (512 octetos)
Número de operandos tipo memória (M): valor armazenado em 16 bits, formato complemento de 2	Até 9984
Número de operandos tipo memória decimal (D): valor armazenado em 32 bits, formato BCD com sinal	Até 9984
Número de operandos do tipo ponto flutuante (F): valor de 32 bits, IEEE 754	Até 9984
Número de operandos do tipo inteiro (I): valor de 32 bits (vide nota)	Até 9984
Número de operandos tipo tabela memória (TM): mesmo formato de um operando M	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Número de operandos tipo tabela memória decimal (TD): mesmo formato de um operando D	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Número de operandos tipo tabela ponto flutuante (TF): mesmo formato de um operando F	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Número de operandos tipo tabela de inteiros (TI): mesmo formato de um operando inteiro (vide nota)	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Constante memória (KM): valor de 16 bits, formato complemento de 2	Armazenadas no programa aplicativo
Constante decimal (KD): valor de 32 bits, formato BCD com sinal	Armazenadas no programa aplicativo
Constante ponto flutuante (KF): mesmo formato de um operando F	Armazenadas no programa aplicativo
Constante inteira (KI): mesmo formato de um operando I (vide nota)	Armazenadas no programa aplicativo
Ocupação média de memória por instrução contato	7 bytes
Retentividade	Configurável para operandos S, A, M, D, F, I. Sempre ativa para TM, TD, TF e TI.
Instrução arquivo	Permite o armazenamento de grande volume de dados, em blocos de até 31 Kbytes
Tempos programáveis para execução de módulo aplicativo temporizado (E018)	2,5ms 3,125ms 5ms 10ms 25ms 50ms

\* Disponível somente no modelo PO3142.

\*\* Disponível somente nos modelos PO3242 e PO3342.

**Tabela 2-5. Características do software das UCPs da série PO3x42**

No que diz respeito ao software, os seguintes pontos devem ser considerados:

- O número total de 4096 pontos de E/S inclui entradas e saídas digitais de barramentos locais e remotos. Em outras palavras, a soma do número de pontos nos operandos E e S deve ser menor ou igual a este limite.
- Todos os operandos numéricos (KM, KD, KF, M, D, F, I, TM, TD, TF e TI) permitem o uso de sinal aritmético na representação de valores. O número de operandos simples e tabelas (M, D, F, I, TM, TD, TF, TI) é configurável para cada programa, sendo limitado pela capacidade de memória dos operandos disponível (48 kbytes).
- A característica de retentividade pode ser atribuída aos operandos S, A, M, D, F e I através do programador. Os operandos retentivos têm seus valores preservados na queda de energia, enquanto que os não-retentivos perdem seus valores nessas situações. Todos os operandos tabela são retentivos.
- Os operandos %I, %TI e %KI estão disponíveis a partir da revisão de produto “AS” ou versão 2.00 de software executivo. Para utilizá-los, é necessário a utilização do programador MasterTool Programming versão 3.90 ou superior.

Além do software executivo, dois programas da linha MasterTool auxiliam a colocar as UCPs PO3042/PO3142/PO3242/PO3342 em funcionamento: o MasterTool ProPonto (MT6000) e o MasterTool Programming (MT4000 e MT4100). A seguir são listadas algumas características dos dois softwares.

### Operandos Ponto Flutuante

A família de UCPs PO3x42 incorpora a seu grupo de operandos os operandos reais (%F). Estes operandos são armazenados em 32 bits no formato de ponto flutuante com precisão simples, conforme a norma IEEE 754.

A quantidade de operandos real é configurável na declaração do módulo C, sendo o limite máximo dependente do modelo de CP em uso.

Estes operandos ocupam quatro bytes de memória (32 bits), armazenando o valor conforme a figura a seguir:



S – bit de sinal aritmético (0 – positivo, 1 – negativo)

O valor decimal de um operando real (%F) é obtido pela seguinte expressão:

$$Valor = (-1)^S \times 2^{(Expoente-127)} \times 1, Mantissa$$

A faixa de valores armazenáveis é de -3,4028234663852886E+38 a 3,4028234663852886E+38 .

Os números não normalizados, ou seja, valores cujo módulo é inferior a 1,1754943508222875E-38, são tratados como zero pelos CPs. Os CPs não tratam os números infinito e NaNs (*not a number*), sendo todos tratados como fundo de escala.

#### ATENÇÃO:

Para maiores detalhes sobre a utilização dos operandos %F consulte o MasterTool Programming – Manual de Programação (MP399101).

## Operandos Inteiro

A família de UCP's PO3x42 incorpora, a partir da versão de software 2.00, operandos inteiros (%I) de 32 bits com sinal. A abrangência deste operando vai do valor +2.147.483.647 até -2.147.483.648.

A quantidade de operandos inteiro é configurável na declaração do módulo C. Estes operandos ocupam quatro bytes de memória (32 bits).

O operando %I está disponível a partir de versão 2.00 de software executivo (sistema operacional), e é necessário o Mastertool versão 3.90 ou superior.

## Novo diretório de módulos

Na versão 2.10 do executivo da série PO3X42 foi implementado um novo diretório de módulos. Este novo diretório dá suporte a um maior número de módulos de configuração (C-XXX), módulos de execução (E-XXX), módulos de função (F-XXX) e módulos de procedimento (P-XXX).

	Quantidade de módulos suportados	
	Versões inferiores a 2.10	Versões 2.10 ou superior
Módulos de Configuração (C-XXX)	1	32
Módulos de Execução (E-XXX)	24	24
Módulos de Função (P-XXX)	115	200
Módulos de Procedimetros (F-XXX)	115	229

**Tabela 2-6. Quantidade de módulos de programa suportado**

### Notas:

Para a criação de módulos de função e de procedimento maiores do que 115 é necessário o a versão 3.86 de MasterTool ou superior.

## Zeramento de operandos retentivos

A partir da versão 2.10 de executivo de PO3X42, há a característica de zeramento dos operandos retentivos.

O zeramento dos operandos retentivos ocorre se a CPU identificar que os dados na memória RAM podem ter sido comprometidos e por segurança toda a área de operandos é reinicializada com ZEROS.

Tabelas também possuem características de retentividade, caso seja detectado que os dados na RAM podem estar comprometidos, as tabelas também são reinicializadas com ZERO.

É possível, através dos diagnósticos do sistema verificar se os operandos retentivos foram reinicializados. Ver Diagnósticos via Operandos para mais informações.

## MasterTool ProPonto - MT6000

O software MasterTool ProPonto é executado em ambiente Windows 32 bits e tem como função facilitar o projeto de um barramento Ponto. Suas principais funções são:

- projeto e visualização gráfica do barramento
- verificação da validade da configuração, conferindo itens como consumo, bases compatíveis e limites de projeto
- atribuição de tags aos pontos do sistema
- geração de etiquetas para a identificação dos módulos
- geração de lista de materiais
- impressão das etiquetas com as tags de identificação dos pontos

#### MasterTool Programming - MT4000 e MT4100

O software MasterTool Programming é executado em ambiente Windows versões 95/98/ME/NT/2000 e é responsável pela programação e configuração das UCPs da série PO3x42. Algumas das funções realizadas com o MasterTool Programming são:

- desenvolvimento do programa aplicativo para execução na UCP
- configuração dos canais seriais, protocolos e operandos
- comunicação através do protocolo ALNET I v2.0 para obtenção de diagnósticos, monitoração de operandos e envio de comandos de controle para a UCP
- comunicação via Ethernet TCP/IP despenhando as mesmas funções do cana serial

**ATENÇÃO:**

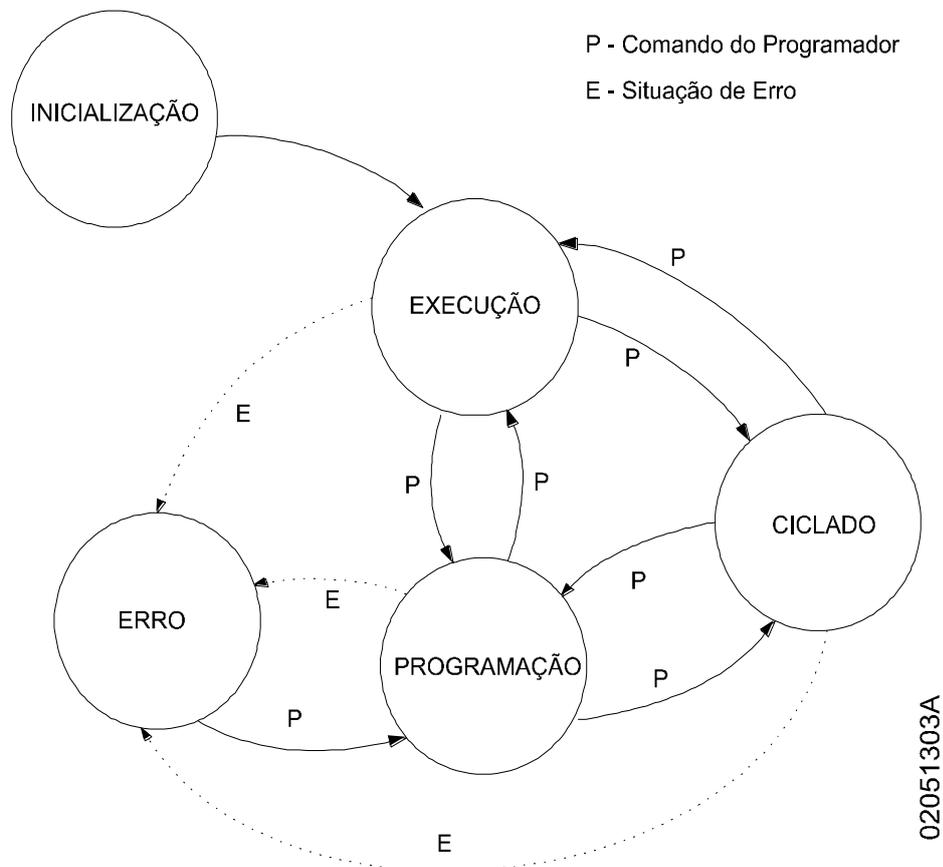
Para obter informações completas sobre o MasterTool ProPonto e sobre o MasterTool Programming, consulte os manuais específicos.

#### Modos de Operação

As UCPs podem operar em cinco modos diferentes:

- Inicialização
- Execução
- Ciclado
- Programação
- Erro

A figura a seguir apresenta um diagrama de como os modos de operação interagem, com base nos comandos definidos pelo programador e/ou na ocorrência de erros. Para saber como selecionar os modos, consulte o manual do software MasterTool.



**Figura 2-3. Modos de operação da UCP**

Cada um dos modos de operação das UCPs PO3x42 é descrito a seguir. Informações mais detalhadas sobre os modos de operação do controlador, o significado das sinalizações do painel e os procedimentos a serem realizados nas situações de erro mais comuns podem ser encontrados no capítulo 5, sobre Manutenção.

### Modo Inicialização

É identificado pelos LEDs EX, PG, DG e ER do painel acesos. Indica que o CP está inicializando as variáveis do programa executivo e verificando a validade do programa aplicativo. Este estado entra em operação logo que se energiza o CP e estende-se por alguns segundos, passando, em seguida, para o modo Execução.

### Modo Execução

Normalmente, quando o CP se encontra neste modo, fica varrendo continuamente as entradas e atualizando as saídas de acordo com a lógica programada. O modo Execução é identificado pelo LED EX do painel frontal ligado, e indica que o CP está executando corretamente o programa aplicativo.

### Modo Ciclado

Caracteriza-se pela execução de uma varredura do programa aplicativo seguida de uma paralisação do CP, que passa a esperar novo comando do programador para executar uma nova varredura. Quando a UCP do CP passa para o modo Ciclado, a execução e a contagem de tempo nos temporizadores são interrompidos. Os temporizadores contam uma unidade de tempo a cada dois ciclos executados. O módulo E018 e as comunicações MODBUS Mestre e Escravo não são executadas neste modo de operação.

O modo Ciclado é identificado pelos LEDs EX e PG ligados. Em conjunto com a monitoração e o forçamento dos operandos, ele facilita a depuração do programa aplicativo.

### Modo Programação

Neste modo de operação, o programa aplicativo não é executado, não havendo a atualização de entradas ou saídas. O CP aguarda os comandos do programador. O modo Programação é identificado pelo LED PG ligado.

Apesar de não ocorrer a atualização dos pontos de entrada e saída, a UCP continua se comunicando com o(s) módulo(s). Esta característica permite que módulos especiais troquem informações com a UCP mesmo que não esteja ocorrendo a execução de um programa aplicativo.

Neste modo as comunicações ALNET I e Ethernet (ALNET II/IP) funcionam normalmente.

### Modo Erro

É identificado pelo LED ER ligado. Indica que houve alguma anormalidade no CP durante o seu processamento.

A tabela a seguir mostra a identificação dos modos de operação com base nos LEDs do painel frontal da UCP.

EX	PG	DG	ER	WD	Modo de operação
Ligado	Ligado	Ligado	Ligado	Desligado	Inicialização
Ligado	Desligado	-	Desligado	Desligado	Execução
Ligado	Ligado	-	Desligado	Desligado	Ciclado
Desligado	Ligado	-	Desligado	Desligado	Programação
Desligado	Desligado	-	Ligado	Desligado	Erro
-	-	-	-	Ligado	Erro de cão-de-guarda

**Tabela 2-7. Identificação do modo de operação via LEDs**

**ATENÇÃO:**

O estado do LED DG pode variar em função dos diagnósticos da UCP.

## Canais Seriais

As UCPs da Série Ponto – e, por extensão, a série PO3x42 – se caracterizam pela alta capacidade de comunicação, possuindo até três canais seriais. A seguir veja quais os protocolos possíveis para cada canal de comunicação. Note que é possível usar **simultaneamente** o mesmo ou diferentes protocolos nos canais de comunicação.

Protocolo	Características	COM 1 RS-232	COM 2 RS-485 isolado	COM 3 * RS-232
Alnet I escravo	- Incluído em todas as UCPs - Completo, com todos os comandos, inclusive carga de programas	Sim	Sim	Sim
Funções mestre Comunicação ALNET I	- Incluído no produto AL-2702 - Somente escrita e leitura de tabelas tipo M	Não	Sim	Sim
Módulos F de Comunicação	- Incluído no produto AL-2703 - Permite implementar qualquer protocolo serial assíncrono (ver CT do AL-2703)	Não	Sim	Sim
MODBUS RTU mestre	- Incluído nas UCPs PO3142/PO3242/PO3342 - PO3042 a partir da revisão de produto "AS" ou versão 2.00 de software.	Não	Sim	Sim
MODBUS RTU escravo	- Incluído nas UCPs PO3142, PO3242 e PO3342 - PO3042 a partir da revisão de produto "AS" ou versão 2.00 de software.	Não	Sim	Sim

\* Somente para PO3142

**Tabela 2-8. Protocolos seriais**

Qualquer combinação de protocolo é possível, dentro das possibilidades oferecidas por cada canal. A título de exemplo, nas UCPs PO3042, PO3142, PO3242 e PO3342 podemos configurar os canais da seguinte maneira:

	COM1	COM 2	COM 3 *
<b>Exemplo 01</b>	Alnet I escravo	MODBUS Mestre	MODBUS Mestre
<b>Exemplo 02</b>	Alnet I escravo	MODBUS Mestre	MODBUS Escravo
<b>Exemplo 03</b>	Alnet I escravo	MODBUS Escravo	AL-2703
<b>Exemplo 04</b>	Alnet I escravo	MODBUS Escravo	Alnet I escravo
<b>Exemplo 05</b>	Alnet I escravo	Alnet I escravo	AL-2703
<b>Exemplo 06</b>	Alnet I escravo	AL-2703	Alnet I Mestre
<b>Exemplo 07</b>	Alnet I escravo	Alnet I escravo	Alnet I escravo

\* Somente para PO3142

**Tabela 2-9. Combinações possíveis nos canais seriais.**

### ATENÇÃO:

Os sinais de cada canal serial são descritos com mais detalhes nos itens Canal Serial Principal - COM1 e Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM3.

### Exemplo de Configuração dos Canais Seriais

Os três canais seriais podem ser utilizados, por exemplo, da seguinte forma:

- Canal serial RS-232 (COM1): interligação com um microcomputador equipado com o software de programação MasterTool ou uma IHM local.
- Canal serial RS-485 isolado (COM2): interligação com um ou mais equipamentos compatíveis com o protocolo MODBUS, tais como sensores inteligentes e inversores de frequência. O canal é isolado, sendo que um cabo adequado deve ser usado para a implementação da rede.
- Canal serial RS232 (COM3): interligação com uma IHM local.

### Exemplo de uma Arquitetura Utilizando Rede MODBUS

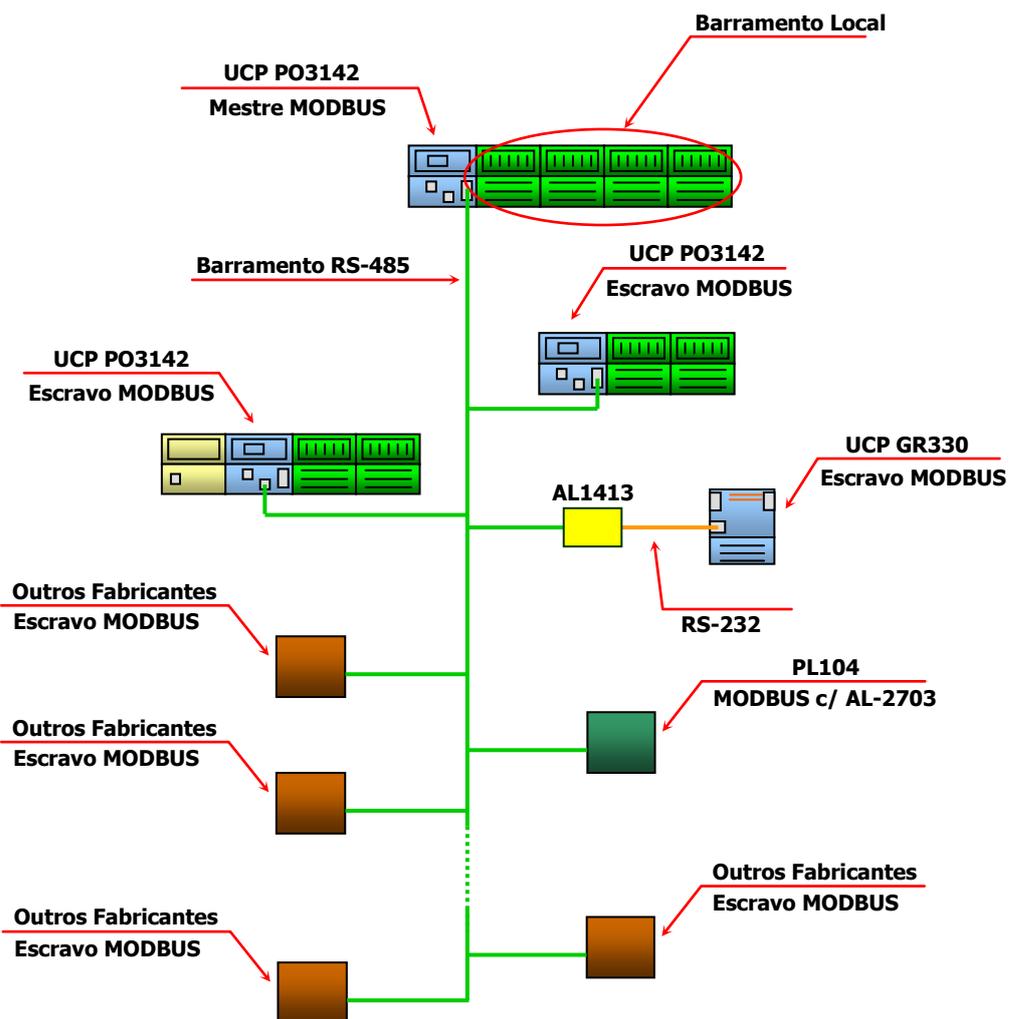


Figura 2-4. Controlador programável PO3142

## Sinais de Modem

A tabela abaixo indica os sinais de modem disponíveis nos canais seriais RS-232 para cada UCP.

	PO3042	PO3142	PO3242	PO3342
COM1 (RS-232)	RTS, CTS	-	RTS, CTS	RTS, CTS
COM3 (RS-232)	-	RTS, CTS, DTR, DSR	-	-

**Tabela 2-10. Sinais de Modem**

Esses sinais são utilizados para controlar a comunicação entre um equipamento de transmissão de dados (ETD), como um CP ou microcomputador, e um equipamento de comunicação de dados (ECD), como um modem ou modem rádio.

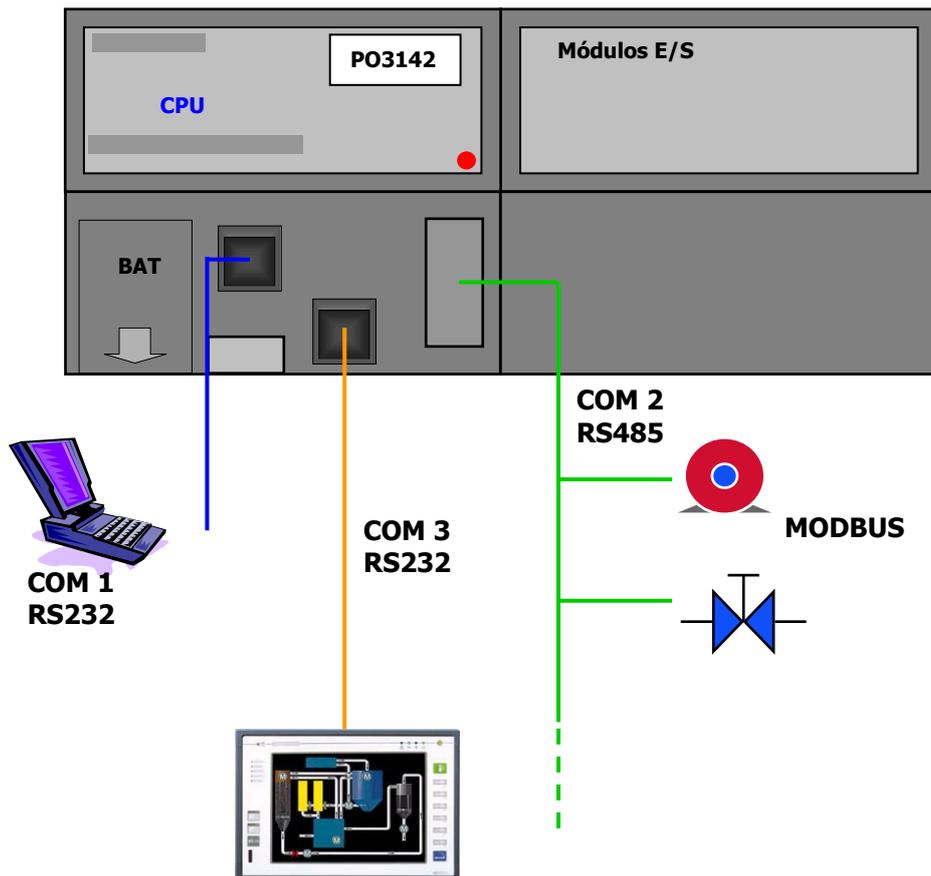
Cada um desses sinais possui uma função específica:

- **RTS: Request To Send.** É uma saída no ETD e uma entrada no ECD. O ETD liga a saída, solicitando autorização ao ECD para transmitir. Em um ECD do tipo modem rádio, o RTS normalmente ativa o PTT (push-to-talk) do rádio, iniciando a geração da portadora. Antes de ligar o RTS, o ETD deve aguardar que o CTS esteja inativo.
- **CTS: Clear To Send.** É uma entrada no ETD e uma saída no ECD. O ECD liga esta saída em resposta ao RTS do ETD, para sinalizar ao ETD que este já pode transmitir. Normalmente, o CTS é ligado pelo ECD algum tempo depois (delay fixo ou configurável) de o RTS ser ativado pelo ETD. Este delay deve ser suficiente para que a portadora, ativada pelo RTS, seja detectada no lado do ECD receptor.
- **DSR: Data Set Ready.** É uma saída do ECD utilizada para indicar que este está conectado e operacional.
- **DTR: Data Terminal Ready.** Similarmente ao DSR, é uma saída do ETD utilizada para indicar que este está conectado e operacional. Juntamente com o DSR, forma um handshaking em nível de hardware.

Para obter mais detalhes sobre modems rádio, consulte o documento NAE035.

**ATENÇÃO:**

Os sinais DTR e DSR são manipulados através de um módulo função disponibilizado no pacote de funções de comunicação AL-2703.



**Figura 2-5. Exemplo de configuração dos canais seriais**

Nos canais seriais, é possível utilizar modems ou modems rádio. Para equipamentos que necessitem somente os sinais RTS/CTS, é preciso habilitar o uso desses sinais no momento de configurar a porta serial. Já durante o uso dos sinais DTR e DSR, o acesso deve ser realizado pelo módulo F-DTRDSR, que é parte integrante do AL-2703.

Consulte o capítulo 7, Aplicações Especiais com Serial RS-232, para ver exemplos de comunicação utilizando modems.

**ATENÇÃO:**

Veja mais detalhes no capítulo 3, Configuração, nos itens dedicados à configuração dos canais seriais.

Além de modems, outros equipamentos (inversores, válvulas, balanças, medidores, etc.) podem ser utilizados nas portas seriais. Alguns exemplos são as IHMs FOTON 1, FOTON 3, FOTON 5 e FOTON 10, e qualquer software de supervisão compatível com protocolo ALNET I v. 2.0.

## UCPs da Série PO3x42 e o Sistema de E/S

As UCPs da Série PO3x42, quando acrescentadas a outros elementos, compõem uma arquitetura de controle. A seguir são descritos os elementos básicos que fazem parte de uma arquitetura:

- **UCPs PO3042 / PO3142 / PO3242 / PO3342.** A UCP é responsável pelas funções de controle, realizando o ciclo básico de leitura dos módulos de entrada, a execução do programa de controle do usuário (programa aplicativo) e a atualização dos módulos de saída, além de várias outras funções auxiliares.
- **Fonte de alimentação, embutida no módulo.** É responsável por prover as tensões reguladas e livres de transientes para a operação da UCP e dos demais módulos presentes no barramento. Possibilita a alimentação de até 12 módulos de E/S distribuídos, no máximo, em dois segmentos. Se este limite for excedido, será necessário empregar uma fonte suplementar PO8085 no início do segmento do barramento. O software MasterTool ProPonto - MT6000 auxilia na construção do barramento, indicando a eventual necessidade de fontes adicionais (ver manual específico).
- **Barramento.** O barramento é o elemento de interconexão da UCP com os módulos. O barramento Ponto é constituído pela justaposição de suas bases.
- **Segmento.** O barramento Ponto é constituído de até quatro segmentos, cada um podendo conter 10 módulos. O número máximo de módulos no barramento é 30 (ver Manual de Utilização da Série Ponto).

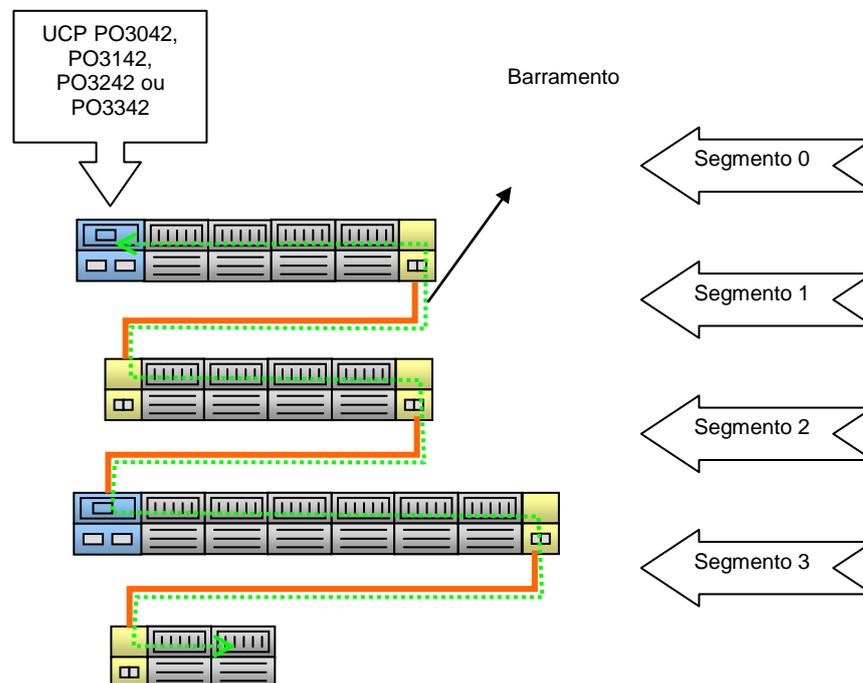
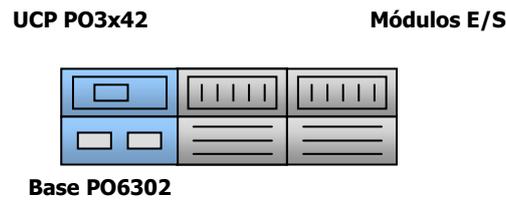


Figura 2-6. Controlador programável da série PO3x42

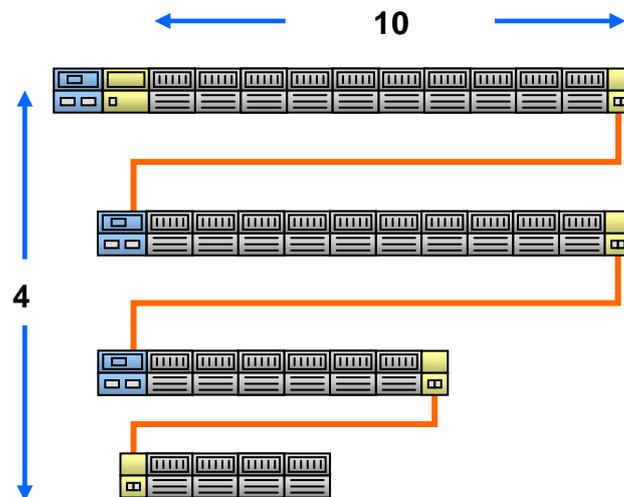
No sistema local de E/S, os módulos de E/S locais ficam alojados no barramento, como mostra a figura a seguir.



**Figura 2-7. Barramento com módulos de E/S**

Uma UCP tem sua capacidade de E/S local determinada pelos seguintes valores:

- número máximo total de módulos: 16 para PO3042 e 30 para PO3142/PO3242/PO3342
- número máximo de segmentos de barramento: 4
- número máximo de módulos num segmento: 10



**Figura 2-8. Arquitetura com E/S locais**

O número máximo de pontos em cada módulo depende do tipo de ponto utilizado. O limite para pontos exclusivamente digitais é de 960 (30 módulos de 32 pontos). O limite para pontos exclusivamente analógicos é de 240 (30 módulos de 8 pontos). Com base nisso, o número máximo de pontos endereçados vai depender da estrutura de cada sistema. Utilizando as redes MODBUS, PROFIBUS e/ou Ethernet, por exemplo, é permitida o endereçamento de até 4096 pontos digitais de E/S, mais os pontos analógicos (limitados as capacidades de memória da UCP e dos limites das redes).

Para maiores detalhes, sugerimos consultar o Manual de Utilização da Série Ponto.

## Arquitetura Interna

Esta seção apresenta os elementos da arquitetura interna das UCPs. As duas figuras a seguir mostram, respectivamente, as UCPs da série PO3x42 no formato de diagrama em blocos. Logo após as figuras, cada um dos elementos é descrito.

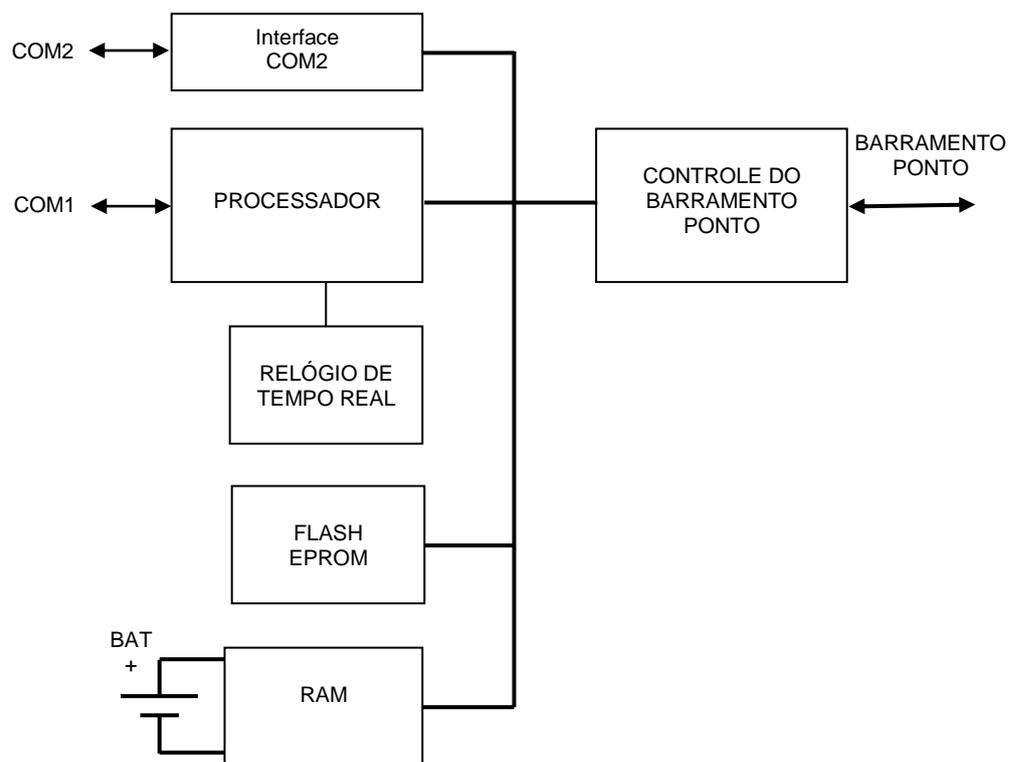


Figura 2-9. Diagrama de blocos das UCPs PO3042, PO3242 e PO3342

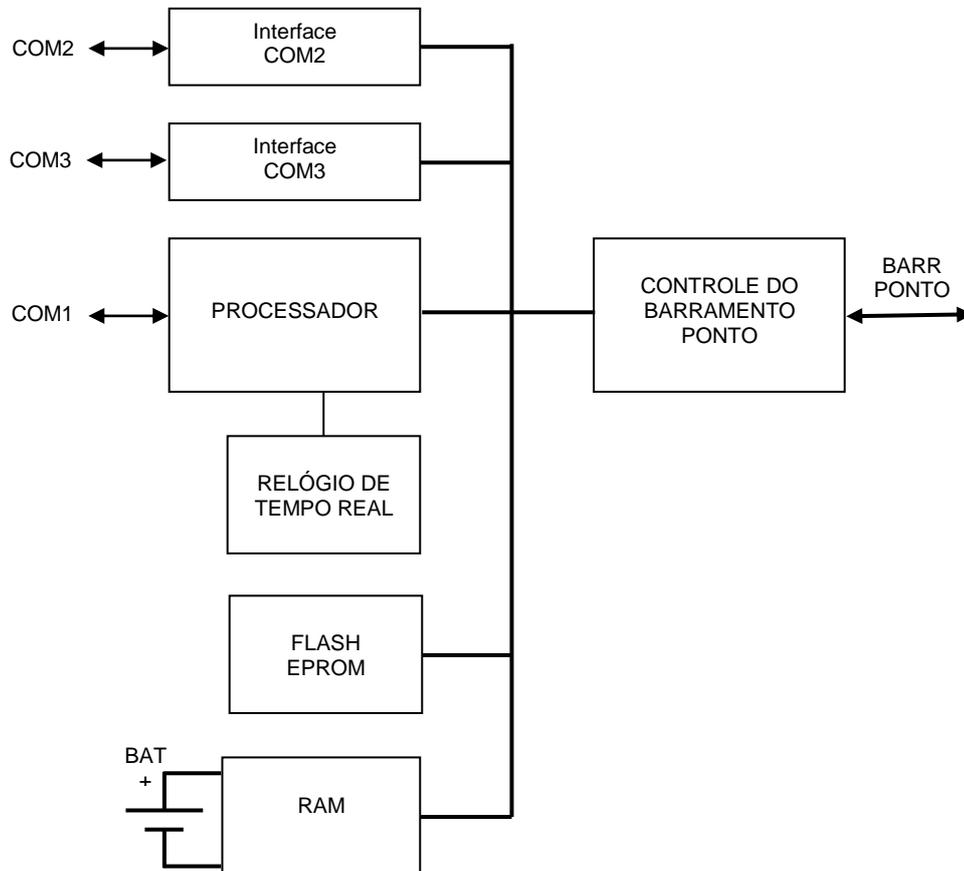


Figura 2-10. Diagrama de blocos da UCP PO3142

### Processador

O processador é o responsável pela execução do programa aplicativo, baseado nos valores dos operandos de entrada e gerando os valores dos operandos de saída. Também realiza a leitura e a escrita dos valores dos operandos dos módulos de entrada e saída no barramento, processa os comandos recebidos pelos canais de comunicação serial e executa diversas outras tarefas auxiliares ao processamento do programa aplicativo.

As tarefas do processador são realizadas por um programa permanentemente gravado em memória EPROM – denominado programa executivo –, que corresponde ao sistema operacional da UCP. Além de gerenciar a UCP, o programa executivo contém uma biblioteca de instruções utilizadas pelo programa aplicativo. Essas instruções são relacionadas no Manual de Programação do MasterTool.

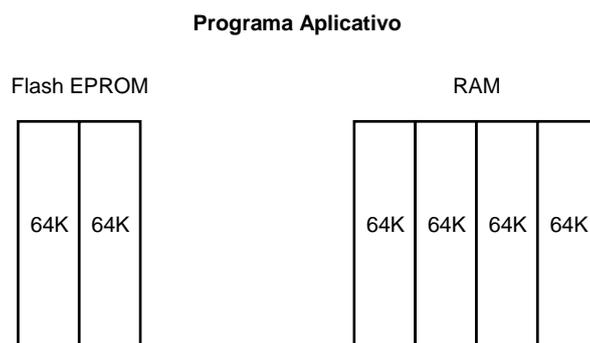
### Controle do Barramento Ponto

O bloco controle do barramento Ponto é o hardware responsável pela varredura do barramento e pelo gerenciamento da memória “espelho” do barramento – uma memória de dupla porta acessada pelo programa executivo da UCP e pelo hardware. Esta memória contém todas as informações do barramento, tais como dados, parâmetros, diagnósticos e controle dos módulos, servindo como conexão entre o programa executivo e o barramento. O controle do barramento também gerencia o acesso do microprocessador aos seus periféricos e memórias.

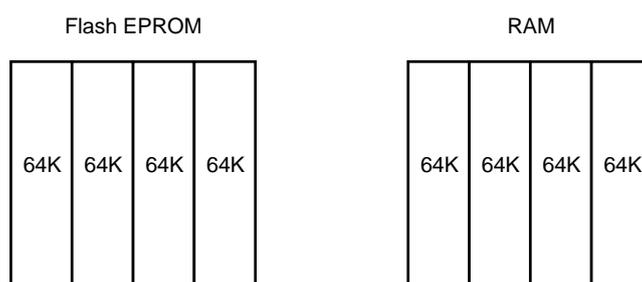
### Mapa de Memórias

As figuras a seguir apresentam a alocação de memória para o programa aplicativo nas UCPs da série PO3x42. A RAM utilizada para o programa aplicativo é retentiva, e seu conteúdo se mantém durante

eventuais faltas de energia (ver mais detalhes a seguir). O programa executivo e os operandos residem em outras áreas de memória RAM e Flash EPROM. Essas áreas não são mostradas aqui.



**Figura 2-11. Mapa de memória da UCP PO3042**



**Figura 2-12. Mapa de memória da UCP PO3142, PO3242, PO3342**

### Memória RAM

A memória RAM permite a escrita e a leitura de dados, armazenando o programa aplicativo e os valores dos operandos da UCP. Assim, quando o equipamento está desenergizado, os valores dos operandos retentivos, as tabelas e o programa aplicativo em RAM são mantidos através da bateria

#### ATENÇÃO:

As UCPs PO3x42 não possuem SUPERCAP. Caso a fonte de alimentação seja desligada sem a presença da bateria, os dados existentes na memória RAM serão perdidos. O mesmo acontece com a troca-a-quente da CPU, pois a bateria está localizada na base.

### Memória Flash EPROM

A memória Flash EPROM permite a escrita e a leitura de dados, armazenando os programas executivo e aplicativo e mantendo-os sem a necessidade de alimentação da bateria. Possui uma vida útil de 10.000 ciclos de gravação de dados.

### Interfaces de Comunicação

As UCPs PO3042, PO3242 e PO3342 possuem dois canais de comunicação, um padrão RS-232 (COM1), e um padrão RS-485 isolado (COM2). A UCP PO3142 possui, além desses, um canal RS-232 (COM3). Todos os canais seriais utilizam o protocolo ALNET I v. 2.0 para realizar a comunicação entre o CP e os equipamentos mestres (programadores, supervisórios, etc.).

Os canais COM2 e COM3 também suportam o protocolo MODBUS RTU mestre ou escravo (nas UCPs PO3042 (a partir da versão 2.00), PO3142, PO3242 e PO3342), e ainda podem ser programados para outros protocolos através de funções especiais (módulos F).

**ATENÇÃO:**

Para obter informações sobre controle de modem, consulte o capítulo 7, Aplicações Especiais com Serial RS-232.

#### Relógio de Tempo Real

As UCPs têm um relógio de tempo real integrado, o qual mantém a hora mesmo em casos de falta de energia (mantido através da bateria incorporada à base). O relógio pode ser acessado através do módulo função F-RELG. A resolução do relógio é de um segundo e o erro máximo é de 5 segundos em 10 dias de operação.

**ATENÇÃO:**

com a retirada da CPU da base ou a perda da alimentação sem a presença da bateria, o horário será perdido.

#### Sistemas de Proteção

As UCPs da série PO3x42 contam com alguns sistemas de proteção, descritos a seguir.

##### Cão-de-guarda

O sistema de cão-de-guarda (ou watchdog) monitora continuamente a execução das funções do CP. Uma vez detectado algum tipo de falha, o circuito de cão-de-guarda desativa o processador, desenergiza os pontos de saída e acende o LED WD no painel frontal do CP, garantindo um procedimento de falha seguro. Este processo, em caso de detecção de falha, leva de 1 a 2 segundos para atuar.

##### Proteção contra Falta de Energia

As UCPs possuem um circuito sensor que verifica continuamente o estado da tensão de alimentação. Em caso de falha na alimentação, um sinal é enviado à UCP, cuja operação é interrompida para a execução de uma rotina que finaliza o funcionamento da UCP de modo seguro. O circuito de falta de energia garante a alimentação das UCPs por tempo suficiente para que a rotina seja executada.

##### Bateria

A base das UCPs contém uma bateria de lítio para a alimentação da RAM (que mantém os módulos do programa aplicativo e os valores dos operandos retentivos) e para a manutenção do relógio de tempo real durante as falhas na alimentação do CP (que continua registrando hora e calendário).

O estado da bateria é verificado pelo programa executivo, que exibe uma mensagem de advertência na janela de verificação do estado do CP, nos softwares programadores, quando necessário, e também indica através de diagnóstico nos operandos %M (verificar capítulo 0). A bateria tem vida útil estimada de 1 ano e 3 meses a uma temperatura de 70 °C quando a UCP não estiver energizada. Quando a UCP estiver energizada, não há consumo da bateria, e a vida útil da bateria é estimada em 5 anos a partir da data da fabricação.

## Desempenho das UCPs

O desempenho das UCPs da série PO3x42 depende do:

- Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local
- Tempo do Sistema Operacional
- Ciclo de Aplicação do Usuário

A seguir será analisado cada um destes itens.

### Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local

A comunicação entre a UCP e os módulos é feita por um barramento de alta velocidade, implementado em hardware por um único chip, obtendo-se excelentes velocidades de aquisição e parametrização. Algumas características alcançadas por este sistema são:

- barramento serial de 12Mbaud
- endereçamento e identificação automática de módulos
- troca a quente de qualquer módulo de E/S

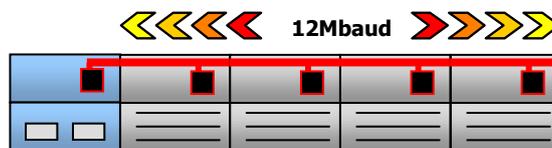


Figura 2-13 Varredura do barramento

O desempenho do barramento é medido pelo **Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local**, e ou seja, pelo tempo decorrido entre a detecção de variação no valor de uma entrada até este estar disponível na UCP ou pela alteração de um ponto de saída na UCP até que este ponto tenha sua variação realizada fisicamente.

#### *Cálculo do Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local*

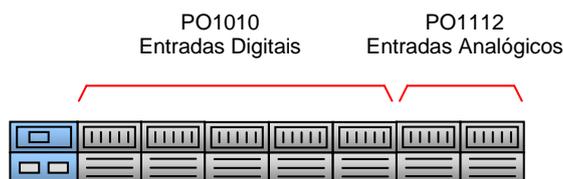
O **Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local** é o máximo que uma informação leva para transitar entre a CPU e módulo, considerando um módulo específico.

Para a calcular o tempo de resposta do módulo, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{Tempo de Resposta do Módulo no Barramento Local} = \text{Latência do Mód.} + (\text{N}^\circ \text{ de Mód. no Barramento} \times 16\text{us} \times \text{N}^\circ \text{ de Varreduras do Módulo})$$

Esta fórmula deve ser aplicada para cada modelo de módulo diferente presente no o barramento.

Os itens da fórmula serão descritos a seguir, utilizando como base de exemplo a seguinte arquitetura:



- 5 módulos de 32 entradas digitais – PO1010
- 2 módulos de 8 canais analógicos – PO1112

**Figura 2-14 Exemplo de Arquitetura**

**Latência do Módulo:** é o tempo que o módulo leva para disponibilizar ao barramento uma nova informação. Este depende do tipo de módulo de E/S e está pode ser encontrado em sua respectiva CT seguindo a Tabela 2-11.

Baseado no tipo de módulo, a tabela a seguir apresenta qual informação deve ser considerada como tempo de **Latência do Módulo**.

Tipo de Módulos	Latência do Módulo
Entrada Digital	Tempo de filtro (programado, se for o caso)
Saída Digital a Transistor	Não significativa
Saída Digital a Relé	Tempo de comutação do relé
Entrada Analógica	Tempo de atualização (programado, se for o caso)
Saída analógica	Não significativa

**Tabela 2-11 Tipo de Módulos**

No exemplo as latências são:

- PO1010: tempo de filtro programado (exemplo 0,5 ms)
- PO1112: tempo de atualização (exemplo 25 ms)

**Número de Módulos no Barramento:** é a quantidade de módulos declarados no barramento local.

**Número de Varreduras do Módulo:** é a quantidade de ciclos que o chip do barramento leva para acessar todos os dados de um módulo. Existem módulos que são acessados em apenas uma varredura e módulos que são lidos em mais de uma varredura.

Tipo do Módulo	Número de Pontos	Número de canais	Número de varreduras (n)
Saída Digital	16		1
Entrada Digital	16		1
Entrada Digital	32		2
Entrada Analógica		8	9
Saída Analógica		4	5

**Tabela 2-12. Tipos de Módulos Ponto**

Módulos digitais são lidos em uma ou, no máximo, em duas varreduras, sendo necessário uma varredura para cada 16 pontos. Já os módulos analógicos são lidos em uma varreduras por canal, mais uma varredura para fins de parametrização. Módulos especiais tem um tratamento diferente

Para o exemplo da Figura 2-14 se tem os seguintes dados:

<b>Latência do Módulo PO1010</b>	tempo de filtro programado = 0,5 ms
<b>Latência do Módulo PO1112</b>	tempo de atualização = 25 ms
<b>Número de Módulos no Barramento</b>	7
<b>Número de Varreduras do Módulo PO1010</b>	2 varreduras
<b>Número de Varreduras do Módulo PO1112</b>	9 varreduras

**Tabela 2-13. Tipos de Módulos Ponto**

Aplicando a fórmula para o PO1010, resultando em:

**Tempo de Resposta do Módulo no Barramento Local =**

Latência do Mód. + (Nº de Mód. no Barramento x 16us x Nº de Varreduras do Módulo)

**Tempo de Resposta do Módulo PO1010 no Barramento Local**

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 \text{ ms} + (7 \times 0,016\text{ms} \times 2) \\
 &= 0,5 \text{ ms} + 0,224 \text{ ms} \\
 &= 0,724 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Aplicando a fórmula para o PO1112, resultando em:

**Tempo de Resposta do Módulo PO1112 no Barramento Local**

$$\begin{aligned}
 &= 25 \text{ ms} + (7 \times 0,016\text{ms} \times 9) \\
 &= 25 \text{ ms} + 7,056 \text{ ms} \\
 &= 32,056 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

### Tempo do Sistema Operacional

O Sistema Operacional é responsável pelo funcionamento da UCP, dentre as principais funções executadas estão:

- retentividade
- administração dos módulos do aplicativo
- atualização das E/S do barramento local
- atualização das E/S do barramento PROFIBUS
- canais seriais nos protocolos (ALNET I e MODBUS)
- rede Ethernet

Para determinar o tempo que o Sistema Operacional gasta com suas atividades consideramos que:

- A retentividade, administração dos módulos do aplicativo e atualização das E/S do barramento local sempre são executados e leva 0,5 ms para executar
- A atualização das E/S do barramento PROFIBUS depende da presença de um módulo mestre PROFIBUS (ex: PO4053) para ser executado e seu tempo pode ser encontrado no próprio manual do módulo PROFIBUS

- O processamento de requisições da rede Ethernet depende da presença de um módulo Ethernet (ex: PO7091) este processamento ocorre somente quando existe uma requisição e leva de 0,5 a 1 ms, esta variação depende da quantidade de dados comunicada (ex: uma monitoração de 110 operandos %M leva 1 ms, a monitoração de 1 operando %M leva 0,5 ms)
- O processamentos dos canais seriais pode ser dividido e dois:
  - Processamento dos protocolos
    - MODBUS: mínimo 0,18 ms e máximo 3,0 ms
    - ALNET I: mínimo 0,18 ms e máximo 0,5 ms
  - Recepção e transmissão de dados, esta reflete no aumento do tempo do processamento do programa aplicativo durante a comunicação
    - COM1: aumenta o aplicativo em 4% a 9600 bps e 2% a 4800 bps
    - COM2: aumenta o aplicativo em 1% a 9600 bps, em 2% a 19200 bps e 4% a 38400 bps
    - COM3: aumenta o aplicativo em 1% a 9600 bps, em 2% a 19200 bps e 4% a 38400 bps

**ATENÇÃO:**

Os tempos apresentados neste item são referentes aos gastos pelo sistema operacional para o processamento interno das rotinas e não são considerandos os tempos de processamento dentro dos módulos e atrasos inseridos pelas redes.

**Aplicação do Usuário**

O tempo da aplicação pode ser calculado utilizando as tabela de tempos das principais instruções como referência, na qual informa qual o tempo médio de cada instrução dependendo tipo de operando.

Instrução	Operandos	Tempo (us)
CAB	%A	326,0
	%D	896,0
	%E	326,0
	%F	896,0
	%I	898,0
	%M	464,0
	%M*A	330,0
	%M*D	904,0
	%M*E	330,0
	%M*F	904,0
	%M*M	470,0
	%M*S	330,0
	%M*I	890,0
	%M*TD	904,0
	%M*TF	904,0
	%M*TM	904,0
	%M*TI	898,0
	%S	326,0
	%TD	904,0
	%TF	904,0
%TM	470,0	
%TI	896,0	
MOB	%A -> %A	296,0
	%D -> %D	900,0
	%D -> %TD	282,0
	%E -> %E	296,0
	%F -> %F	904,0
	%F -> %TF	906,0
	%M -> %M	492,0
	%M -> %TM	496,0
	%S -> %S	296,0
	%TD -> %D	274,0
	%TD -> %TD	274,0
	%TF -> %F	906,0
%TF -> %TF	910,0	

	%TM -> %M	496,0
	%TM -> %TM	505,0
	%I -> %I	932,0
	%TI -> %I	932,0
	%TI ->%TI	936,0

Blocos de 100 operandos c/ 100 operandos por varredura

Instrução	Operandos	Tempo (us)
MOP	%AXXX -> %DXXXbX	37,0
	%AXXX -> %MXXXbX	37,0
	%AXXX.X ->%AXXX.X	47,0
	%AXXX.X ->%DXXX.X	47,0
	%AXXX.X ->%FXXX.X	48,0
	%AXXX.X ->%MXXX.X	47,0
	%DXXX.X ->%AXXX.X	47,0
	%DXXX.X ->%DXXX.X	48,0
	%DXXX.X ->%FXXX.X	49,0
	%DXXX.X ->%MXXX.X	47,0
	%DXXXbX -> %AXXX	37,0
	%DXXXbX -> %DXXXbX	40,0
	%DXXXbX -> %MXXXbX	39,0
	%DXXXnX -> %AXXXnX	46,0
	%DXXXnX -> %DXXXnX	47,0
	%DXXXnX -> %FXXXnX	47,0
	%DXXXnX -> %MXXXnX	47,0
	%DXXXwX -> %DXXXwX	38,0
	%DXXXwX -> %FXXXwX	39,0
	%DXXXwX -> %MXXX	37,0
	%FXXX.X ->%AXXX.X	48,0
	%FXXX.X ->%DXXX.X	48,0
	%FXXX.X ->%FXXX.X	49,0
	%FXXX.X ->%MXXX.X	48,0
	%FXXXbX -> %AXXX	37,0
	%FXXXbX -> %DXXXbX	40,0
	%FXXXbX -> %MXXXbX	40,0
	%FXXXnX -> %AXXXnX	47,0
	%FXXXnX -> %DXXXnX	47,0
	%FXXXnX -> %FXXXnX	49,0
	%FXXXnX -> %MXXXnX	47,0
	%FXXXwX -> %DXXXwX	39,4
	%FXXXwX -> %FXXXwX	40,0
	%FXXXwX -> %MXXX	38,0
	%KD ->%DXXXwX	32,0
	%KD ->%FXXXwX	33,0
	%KM ->%AXXX.X	38,0
	%KM ->%AXXXnX	37,0
	%KM ->%DXXX.X	38,0
	%KM ->%DXXXbX	33,0
	%KM ->%DXXXnX	37,0
	%KM ->%DXXXwX	32,4
	%KM ->%FXXX.X	38,0
	%KM ->%FXXXnX	38,0
	%KM ->%FXXXwX	33,0
	%KM ->%MXXX.X	38,0
	%KM ->%MXXXbX	33,0
	%KM ->%MXXXnX	37,0
	%MXXX -> %DXXXwX	37,0
	%MXXX -> %FXXXwX	37,4
	%MXXX.X ->%AXXX.X	47,0
	%MXXX.X ->%DXXX.X	47,0
	%MXXX.X ->%FXXX.X	48,0
	%MXXX.X ->%MXXX.X	47,0
	%MXXXbX -> %AXXX	37,0
	%MXXXbX -> %DXXXbX	39,0
	%MXXXbX -> %MXXXbX	39,0
	%MXXXnX -> %AXXXnX	46,0
	%MXXXnX -> %DXXXnX	47,0
	%MXXXnX -> %FXXXnX	47,0

%MXXXnX -> %MXXXnX	46,0
%AXXX -> %IXXXbX	45,2
%IXXX.X ->%IXXX.X	56,4
%IXXX.X ->%MXXX.X	53,8
%IXXXbX -> %AXXX	45,0
%IXXXbX -> %IXXXbX	53,2
%IXXXbX -> %MXXXbX	51,4
%IXXXnX -> %AXXXnX	58,6
%IXXXnX -> %IXXXnX	60,6
%IXXXnX -> %MXXXnX	57,2
%IXXXwX -> %IXXXwX	46,8
%IXXXwX -> %MXXX	37,8
%KM ->%IXXXwX	36,4
%KM ->%IXXX.X	42,8
%KM ->%IXXXbX	40,8
%KM ->%IXXXnX	45,8
%KM ->%IXXXwX	36,8
%MXXX -> %IXXXwX	39,4
%MXXX.X ->%IXXX.X	53,6
%MXXXbX -> %IXXXbX	51,2
%MXXXnX -> %IXXXnX	56,8
%AXXX.X ->%IXXX.X	53,8

Instrução	Operandos	Tempo (us)
MOV	%A -> %A	34,8
	%A -> %D	38,8
	%A -> %M	36,0
	%A -> %M*A	38,4
	%A -> %M*D	344,0
	%A -> %M*M	41,2
	%D -> %A	38,8
	%D -> %D	41,6
	%D -> %M	40,4
	%D -> %M*A	42,0
	%D -> %M*D	45,6
	%D -> %M*M	44,8
	%F -> %F	41,6
	%F -> %M	68,0
	%F -> %M*F	274,0
	%F -> %M*M	72,4
	%M -> %A	37,0
	%M -> %D	40,4
	%M -> %F	45,6
	%M -> %M	38,0
	%M -> %M*A	40,4
	%M -> %M*D	44,4
	%M -> %M*F	81,0
	%M -> %M*M	42,8
	%M*A -> %A	39,2
	%M*A -> %D	42,4
	%M*A -> %M	40,4
	%M*A -> %M*A	42,4
	%M*A -> %M*D	46,8
	%M*A -> %M*M	44,8
	%M*D -> %A	43,2
	%M*D -> %D	45,6
	%M*D -> %M	44,8
	%M*D -> %M*A	46,8
	%M*D -> %M*D	49,6
	%M*D -> %M*M	49,4
	%M*F -> %F	46,0
	%M*F -> %M	60,0
	%M*F -> %M*F	50,8
	%M*F -> %M*M	55,2
%M*M -> %A	41,2	
%M*M -> %D	45,0	
%M*M -> %F	49,6	
%M*M -> %M	42,8	
%M*M -> %M*A	44,8	

%M*M -> %M*D	49,6
%M*M -> %M*F	54,4
%M*M -> %M*M	47,2
%A -> %I	47,6
%A -> %M*I	55,2
%D -> %I	48,8
%D -> %M*I	54,0
%M -> %I	52,8
%M -> %M*I	60,6
%I -> %A	
%I -> %D	
%I -> %M	51,6
%I -> %I	43,8
%I -> %M*A	
%I -> %M*D	
%I -> %M*M	58,0
%I -> %M*I	51,8
%M*A -> %M*I	
%M*D -> %M*I	
%M*M -> %M*I	67,2
%M*I -> %A	
%M*I -> %D	
%M*I -> %M	59,6
%M*I -> %M*A	
%M*I -> %M*D	
%M*I -> %M*M	65,8
%M*I -> %M*I	59,8
%I -> %F	56,6
%I -> %M*F	64,6
%F -> %I	55,8
%F -> %M*I	63,6
%M*A -> %M*I	
%M*D -> %M*I	
%M*F -> %M*I	71,6
%M*I -> %F	64,6
%M*I -> %M*F	72,4

Instrução	Operandos	Tempo (us)
MOT	%D -> %M*TD	46,0
	%D -> %TD	58,8
	%F -> %M*TF	47,6
	%F -> %TF	59,0
	%KD -> %M*TD	41,0
	%KD -> %TD	52,4
	%KF -> %M*TF	41,2
	%KF -> %TF	52,8
	%KM -> %M*TM	35,6
	%KM -> %TM	50,0
	%M -> %M*TM	41,0
	%M -> %TM	53,6
	%M*D -> %M*TD	51,0
	%M*D -> %TD	62,8
	%M*F -> %M*TF	52,8
	%M*F -> %TF	64,0
	%M*M -> %M*TM	44,4
	%M*M -> %TM	57,2
	%M*TD -> %D	61,6
	%M*TD -> %M*D	62,8
	%M*TF -> %F	63,2
	%M*TF -> %M*F	64,0
	%M*TM -> %M	55,2
	%M*TM -> %M*M	56,4
	%TD -> %D	57,6
	%TD -> %M*D	58,4
	%TF -> %F	57,6
	%TF -> %M*F	60,0
	%TM -> %M	51,6
	%TM -> %M*M	52,4
	%I -> %M*TI	61,6

	%I -> %TI	57,6
	%KI -> %M*TI	54,8
	%KI -> %TI	50,4
	%M*I -> %M*TI	70,0
	%M*I -> %TI	65,8
	%M*TI -> %I	62,8
	%M*TI -> %M*I	70,8
	%TI -> %I	58,4
	%TI -> %M*I	66,6

Tabela 2-14. Tempos das Instruções de Movimentação

Instrução	Operandos	Tempo (us)
CAR	%A	27,0
	%D	29,0
	%E	28,0
	%I	30,9
	%F	29,0
	%KD	24,0
	%KF	24,0
	%KM	23,0
	%KI	23,7
	%M	28,0
	%M*A	30,0
	%M*D	34,0
	%M*E	31,0
	%M*F	34,0
	%M*M	32,6
	%M*S	31,0
%M*I	39,2	
%S	28,0	

Instrução	Operandos	Tempo (us)
MAIOR	%E > %A	32,0
	%E > %D	31,4
	%E > %F	79,0
	%E > %M	33,0
	%E > %M*A	35,0
	%E > %M*D	40,6
	%E > %M*F	83,0
	%E > %M*M	38,0
	%M > %A	32,0
	%M > %D	37,0
	%M > %F	78,0
	%M > %M	33,0
	%M > %M*A	35,4
	%M > %M*D	40,6
	%M > %M*F	82,0
	%M > %M*M	38,0
	%F > %A	40,6
	%F > %F	38,2
	%F > %M	43,0
	%F > %M*A	44,6
	%F > %M*F	42,2
	%F > %M*M	47,0
	%D > %A	32,0
	%D > %D	37,0
	%D > %M	34,0
	%D > %M*A	35,4
	%D > %M*D	40,6
	%D > %M*M	37,8
	%D > %M*I	45,0
	%D > %I	36,8
	%E > %I	37,2
	%E > %M*I	45,2
%M > %I	38,6	

	%M > %M*I	46,6
	%I > %A	35,8
	%I > %D	35,4
	%I > %M	37,2
	%I > %I	37,2
	%I > %M*A	42,6
	%I > %M*D	43,6
	%I > %M*M	45,8
	%I > %M*I	45,2
MENOR	%E < %A	30,6
	%E < %D	35,8
	%E < %F	77,8
	%E < %M	32,2
	%E < %M*A	34,6
	%E < %M*D	40,6
	%E < %M*F	82,2
	%E < %M*M	36,6
	%M < %A	31,0
	%M < %D	36,0
	%M < %F	77,0
	%M < %M	32,6
	%M < %M*A	34,6
	%M < %M*D	40,2
	%M < %M*F	81,4
	%M < %M*M	36,6
	%F < %A	72,6
	%F < %F	38,2
	%F < %M	72,6
	%F < %M*A	76,2
	%F < %M*F	42,2
	%F < %M*M	78,2
	%D < %A	31,4
	%D < %D	36,2
	%D < %M	33,0
	%D < %M*A	35,0
	%D < %M*D	40,6
	%D < %M*M	37,4
	%D < %I	36,8
	%D < %M*I	45,0
	%E < %I	36,8
	%E < %M*I	45,2
	%M < %I	38,4
%M < %M*I	46,6	

Tabela 2-15. Tempos das Instruções de Comparação

Instrução	Operandos	Tempo (us)
DIV	%F/%F=%F	265,0
DIV	%F/%M=%F	304,0
DIV	%M/%M=%F	332,0
DIV	%M/%M=%M	60,0
DIV	%I/%I=%F	506,0
DIV	%I/%I=%M	264,0
DIV	%I/%I=%I	265,0
MUL	%Fx%F=%F	123,0
MUL	%Fx%F=%M	132,0
MUL	%Fx%M=%F	164,0
MUL	%Fx%M=%M	176,0
MUL	%Mx%M=%F	208,0
MUL	%Mx%M=%M	56,0
MUL	%Ix%I=%F	365,0
MUL	%Ix%I=%M	89,0
MUL	%Ix%I=%I	90,4
SOM	%D+%D=%D	47,0
SOM	%F+%F=%F	140,0
SOM	%F+%F=%M	152,0
SOM	%F+%M=%F	172,0
SOM	%F+%M=%M	184,0
SOM	%M+%M=%F	196,0

SOM	%M+%M=%M	48,0
SOM	%F+%F=%I	89,2
SOM	%F+%M=%I	94,0
SOM	%M+%I=%F	100,0
SOM	%F+%I=%F	91,6
SOM	%F+%I=%M	91,6
SOM	%F+%I=%I	98,4
SOM	%I+%I=%F	103,6
SOM	%I+%I=%I	68,6
SUB	%D-%D=%D	57,0
SUB	%F-%F=%F	150,0
SUB	%F-%F=%M	152,0
SUB	%F-%M=%F	180,0
SUB	%F-%M=%M	184,0
SUB	%M-%M=%F	204,0
SUB	%M-%M=%M	56,0
SUB	%F-%F=%I	96,4
SUB	%F-%M=%I	100,8
SUB	%M-%I=%F	108,4
SUB	%F-%I=%F	100,8
SUB	%F-%I=%M	98,8
SUB	%F-%I=%I	106,0
SUB	%I-%I=%F	113,6
SUB	%I-%I=%I	72,4

Tabela 2-16. Tempos das Instruções Aritméticas

Caso a instrução esteja desabilitada, cada uma gasta 15 us.

Para os contatos toma-se como referência o tempo de 1600 us para 1024 instruções de contato.

A aplicação do usuários (programa) interfere diretamente na atualização do dado na CPU, quanto maior a aplicação maior será o tempo entre duas atualizações de E/S, assim para que melhore os tempos de atualização caso seja necessário utilizar uma das seguintes opções:

- aplicação seja menor que o Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local
- utilizar a F-AES.087 em um Módulo de Interrupção de Tempo (E-\*.018)
- utilizar a F-AES.087 em pontos dentro do programa para atualizar os dados

**ATENÇÃO:**

O uso da F-AES.087 modifica os valores dos operandos de E/S antes que o processamento do programa aplicativo seja concluído, caso o usuário responsável pela programação não considerar esta característica na aplicação, isto pode gerar comportamentos indesejados nos resultados do programa.

**ATENÇÃO:**

Não é recomendado o uso do comando de forçamento de pontos de E/S quando a aplicação contiver a função F-AES.087, resultando em alterações dos valores dos pontos.

## Processamento de Interrupções

Interrupções são processos executados fora do ciclo normal de execução da UCP, a série PO3x42 possui as seguintes interrupção:

- Interrupção de Tempo (E-\*.018)

- Interrupção de Serial

Estes processos permitem a UCP um tempo de resposta mais rápido e maior precisão em operações internas.

#### **Interrupção de Tempo (E-\*.018)**

A interrupção de tempo E018 permite ao usuário que uma parte de sua aplicação seja executada com intervalos de tempo constantes (50ms, 25ms, 10ms, 5ms, 3.125ms e 2.5ms).

Para auxiliar em aplicações que necessitem tempo de resposta rápido, utiliza-se dentro da E018 a função F-AES.087, que permite que os pontos de E/S sejam atualizados independente do laço de execução principal (E001).

**PERIGO:**

**Caso a aplicação utilize o módulo de Interrupção de Tempo (E-\*.018), este módulo NÃO será executado durante a operação de Compactação de RAM.**

#### **Interrupção Serial**

Esta interrupção não é manipulada pelo usuário e sim pela UCP. Ela garante que ao ocorrer uma comunicação através de uma porta serial os bytes recebidos/transmitidos são processados de forma correta a ponto de não ocorrer falhas na comunicação.

Após receber uma comunicação esta fica armazenado até que o laço de execução (E001) seja terminado.

**ATENÇÃO:**

A UCP processa 01 (uma) comunicação por laço de execução para cada canal serial que esteja usando ALNET I ou MODBUS. Para protocolos operados por módulos F, o processamento depende de quando é executada a sua chamada.

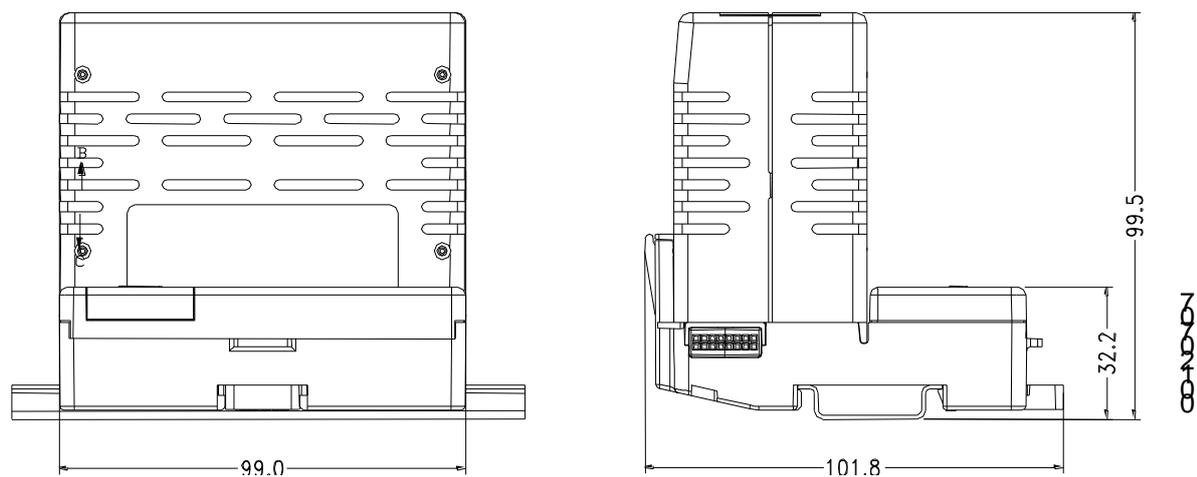
#### **Alimentação**

As UCPs possuem fonte de alimentação embutida, devendo receber alimentação de 24 Vdc (de 19 a 30 Vdc, incluindo ripple).

A fonte integrada à UCP pode alimentar até 12 módulos de E/S distribuídos livremente em até dois segmentos. No entanto, em segmentos que apresentam módulos de interface ou outros de maior consumo, o número máximo de módulos terá de ser menor. O uso do software MasterTool ProPonto é obrigatório justamente para avaliar o número máximo de módulos possível em cada sistema no momento de seu planejamento.

## Dimensões Físicas

As figuras a seguir mostram as dimensões físicas das UCPs da série PO3x42.



**Figura 2-15. Dimensões físicas do equipamento**

## Dados para Compra

Os seguintes códigos devem ser utilizados na compra do produto:

Código	Denominação
PO3042	UCP 128K Flash, 16 Módulos E/S, 2 Seriais, (MODBUS a partir da versão de SW 2.00)
PO3142	UCP 256K Flash, 30 Módulos E/S, 3 Seriais, MODBUS
PO3242	UCP 256K Flash, 30 Módulos E/S, 2 Seriais, MODBUS, PROFIBUS, Ethernet
PO3342	UCP 256K Flash, 30 Módulos E/S, 2 Seriais, MODBUS, PROFIBUS, WebServer

**Tabela 2-17. Códigos das UCPs da série PO3x42**

## Produtos Relacionados

Os seguintes produtos devem ser adquiridos separadamente quando necessário:

Código	Denominação
PO6302	Base UCP PO3x42
MT4100	MasterTool Programming MT4100
MT6000	MasterTool ProPonto c/ Manuais
AL-2700	Funções Matemáticas
AL-2702	Funções Mestre Comunic. ALNET I
AL-2703	Módulos F de Comunicação
AL-1715	Cabo RJ45-CFDB9
AL-1718	Cabo RJ45-CMDB9 RS232C
AL-1719	Cabo RJ45-CMDB9 RS232
AL-1720	Cabo RJ45-CMDB9 RS232 / RS485
AL-1731	Cabo RJ45-CMDB9 RS485
AL-1338	Cabo RS-485
AL-2301	Cabo para Rede RS-485 (até 1000 metros)
AL-2305	Cabo UCP/ Derivador
AL-2306	Cabo para Rede RS-485 (até 500 metros)
AL-2600	Derivador e Terminação
AL-2601	Conector DB9 para Rede RS-485
PO8510	10 Folhas de 14 etiquetas de 16 tags p/ impressora
PO8530	Bateria de Lítio ( reposição )
PO8524	Terminação de Barramento ( reposição )
PO8525	Derivador e Terminação p/ rede RS485

**Tabela 2-18. Produtos relacionados com as UCPs da série PO3x42.**

**PO6302:** Esta base é comum para as UCPs da série PO3x42..

**AL-1715:** Este cabo possui um conector serial RJ45 e outro DB9 RS232 fêmea padrão IBM/PC. Pode ser utilizado nas interface seriais COM 1 e COM 3 para:

- Interligação a IHMs com conectores compatíveis com o padrão IBM/PC para supervisão local do processo
- Interligação a um microcomputador padrão IBM/PC com software de supervisão.
- Interligação a um microcomputador padrão IBM/PC para programação da UCP, via software MasterTool

**AL-1718:** Este cabo possui um conector RJ45 e outro DB9 RS232 macho com pinagem padrão Altus. Pode ser utilizado nas interfaces seriais COM1 e COM3 para:

- Interligação a um AL-1413.

**AL-1719:** Este cabo possui um conector serial RJ45 e outro DB9 RS232 macho com pinagem padrão Altus. Pode ser utilizado nas interface seriais COM 1 e COM 3 para:

- Interligação a uma IHM do tipo Foton 5 ou Foton 10

**AL-1720:** Este cabo possui um conector serial RJ45 e outro DB9 RS232/ RS485 macho com pinagem padrão Altus. Pode ser utilizado nas interface seriais COM 1 e COM 3 para:

- Interligação a uma IHM do tipo Foton 1 ou Foton 3

**AL-1731:** Este cabo possui um conector DB9 RS485 macho pinagem padrão Altus e outro RJ45. Pode ser utilizado para interligar o canal serial COM2 no módulo PO8525.

**AL-1338:** Cabo utilizado para interligar 2 equipamentos através de uma interface serial RS-485. Possui conectores DB9 RS485 macho.

**AL-2301:** Cabo blindado de dois pares trançados, sem conectores, para ser utilizado em redes RS-485, tal como:

- Interligação numa rede RS485 entre dois ou mais AL-2600 ou PO8525, com comprimento máximo de 1000 metros.

**AL-2305:** Este cabo possui um conector DB9 e na outra ponta terminais individuais para bornes. É usado na interface serial COM2, padrão RS485.

**AL-2306:** Cabo blindado de dois pares trançados, sem conectores, para ser utilizado em redes RS-485, tal como:

- Interligação numa rede RS485 entre dois ou mais AL-2600 ou PO8525, com comprimento máximo de 500 metros. Acima de 500 metros, deve ser utilizado o cabo AL-2301.

**AL-2600:** Este módulo é um meio prático de fazer a interligação de uma rede padrão RS485 ( cabo AL-2301) ao cabo AL-2305. É um módulo totalmente passivo possuindo apenas conectores para a derivação e resistores para terminação da rede.

**AL-2601:** Este conector pode ser utilizado para interligar o canal serial COM2, padrão RS-485, numa rede, através dos cabos AL-2301 ou AL-2306, tendo ainda a possibilidade de utilizar um derivador se necessário (AL-2600).

**PO8525:** Este módulo pode ser utilizado para a interligação de um rede RS-485. Possui dois bornes para a derivação da rede, resistores para a terminação, e um conector RJ45, onde a interface serial COM2 da UCP pode ser conectada diretamente utilizando o cabo AL-1731.

## 3. Configuração

As UCPs da série PO3x42 são configuradas e programadas através do software MasterTool. A configuração realizada define o comportamento das UCPs. A programação representa a aplicação desenvolvida pelo usuário em linguagem de relés e blocos lógicos, também chamada de programa aplicativo.

Os seguintes itens serão abordados nas páginas seguintes:

- operandos de E/S e de diagnósticos
- operandos ponto flutuante
- operandos inteiros
- troca a quente
- canal serial principal (COM1)
- canais seriais auxiliares (COM2 e COM3)
- ALNET I escravo
- MODBUS RTU escravo
- MODBUS RTU mestre
- conversão de código

### ATENÇÃO:

Este capítulo fornece informações gerais sobre a configuração e programação das UCPs da série PO3x42. No entanto, para obter maiores informações sobre como configurar as UCPs, consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025), e para conhecer detalhes sobre a forma de programação e sintaxe da linguagem Ladder, consulte o MasterTool Programming – Manual de Programação (MP399101) – disponível no site [www.altus.com.br](http://www.altus.com.br)

## Operandos de E/S e de Diagnósticos

Nas UCPs da série PO3x42, o programador permite que o usuário informe o início da faixa de operandos dos módulos de E/S. Os operandos de E/S são de quatro tipos:

- entrada digital
- saída digital
- memória de entrada (utilizada para módulos não digitais, como PO1112, que tem oito entradas analógicas)
- memória de saída (utilizada para módulos não digitais, como PO2132, que tem quatro saídas analógicas)

O primeiro octeto de entrada digital é sempre o %E0000; os outros operandos são definidos pelo usuário conforme a opção mais adequada, de acordo com o seu programa aplicativo.

Para pontos digitais, a regra de alocação de operandos (%E e %S) é fixa, ou seja, os pontos são alocados conforme a sua posição no barramento: o **primeiro ponto de entrada digital** é %E0000.0, o segundo é %E0000.1, e assim sucessivamente, até que todos os pontos de entrada tenham sido alocados, porém sem ultrapassar o **primeiro octeto de saída digital**. Os pontos digitais de saída começam com o primeiro octeto de saída digital e seguem até o operando %S0511, mas esta opção pode ser modificada pelo usuário.

Os módulos analógicos são processados automaticamente pela UCP em operandos memória (%Mxxxx). A informação do **primeiro operando memória de entrada** e do **primeiro operando memória de saída** fornecem ao programador uma referência para proceder à alocação.

O usuário pode modificar os operandos de um módulo analógico. Esta característica permite aumentar ou modificar o número de pontos analógicos sem que a aplicação tenha que ser modificada.

**ATENÇÃO:**

Um operando %E não pode ter o mesmo número de octeto de um operando %S, ou seja, não podem coexistir os octetos %E0023 e %S0023, por exemplo. Além disso, como os dois tipos de operandos são octetos, a soma dos operandos %E e %S tem o limite estipulado de 512.

O **primeiro operando memória de diagnóstico** sugere ao programador onde iniciar a alocação dos operandos %M para onde serão escritos os diagnósticos da UCP e dos módulos. Os operandos de diagnósticos da UCP estão descritos no capítulo 5, Diagnósticos via Operandos. Já para os diagnósticos dos módulos do barramento, é necessário consultar a CT de cada módulo para entender esses diagnósticos.

## Troca a Quente

As UCPs da série PO3x42 apresentam a possibilidade de troca dos módulos de E/S do barramento sem a necessidade de desligamento do sistema e sem perda de informações. Esta característica é conhecida como **troca a quente**.

**CUIDADO:**

As UCPs da Série Ponto não possuem características de troca a quente. Esta característica é reserva aos módulos de E/S. O troca do estado da UCP e seu reset deve ser efetuado pelo software de programação MasterTool ou desenergizando a base. Não há garantia do estado a UCP em caso da inserção da mesma na base energizada.

Na troca a quente, o comportamento do sistema relacionado se modifica conforme a configuração definida pelo usuário, que apresenta as seguintes opções, conforme descrito mais adiante (para maiores detalhes, consulte o Manual de Utilização do MasterTool):

- desabilitada
- habilitada com consistência na partida
- habilitada sem consistência na partida

Assim, o usuário pode escolher o comportamento que o sistema deverá apresentar em situações anormais de barramento e quando o CP estiver em estado de execução. A tabela a seguir apresenta as possíveis situações anormais de barramento.

Situação	Possíveis causas
Módulo ausente	- O módulo foi retirado do barramento. - Algum módulo não está respondendo à UCP por estar com defeito. - Alguma base de módulo está com defeito.
Módulo excedente	- O módulo está presente no barramento, mas não está declarado da configuração.
Módulo diferente da declaração	- Algum módulo que está presente no barramento é diferente do que está declarado na configuração.

**Tabela 3-1. Situações anormais de barramento**

### Troca a Quente Desabilitada

Nesta configuração, o CP entra imediatamente em estado de erro quando ocorre uma situação anormal de barramento (conforme a tabela anterior).

#### Troca a Quente Habilitada com Consistência na Partida

“Partida” é a primeira vez em que a UCP entra em modo de execução após ser alimentada. Esta configuração verifica se ocorreu alguma situação anormal de barramento (conforme a tabela anterior) durante a partida; em caso positivo, a UCP entra em estado de erro. Após a partida, se algum módulo apresentar alguma das situações citadas na tabela anterior, o sistema continuará trabalhando normalmente e sinalizará o problema via diagnóstico.

**ATENÇÃO:**

- Nesta configuração, quando ocorrer falta de alimentação, mesmo que temporária, e algum módulo estiver em uma situação anormal de barramento, a UCP entrará em erro, pois esta é considerada uma situação de partida.
- Esta é a opção mais recomendada, pois garante a integridade do sistema na sua inicialização e permite a troca de módulos com o sistema funcionando.

#### Troca a Quente Habilitada sem Consistência na Partida

Permite que o sistema continue funcionando mesmo quando algum módulo estiver em uma situação anormal de barramento (conforme tabela anterior). As situações anormais são relatadas via diagnóstico, tanto durante como após a partida.

**ATENÇÃO:**

Esta opção é recomendada para a fase de implantação do sistema, pois permite que trocas de módulos e o desligamento da alimentação sejam feitos sem a presença de todos os módulos configurados.

#### Como realizar a Troca a Quente

**CUIDADO:**

**Antes de proceder à troca a quente, é importante descarregar eventuais potenciais estáticos acumulados no corpo. Para isso, toque (com as mãos nuas) em uma superfície metálica aterrada antes de manipular os módulos. Tal procedimento garante que os níveis de eletricidade estática suportados pelo módulo não serão ultrapassados.**

O procedimento para a troca de módulos a quente é descrito a seguir:

1. Afaste a trava que prende o módulo à base.
2. Retire o módulo, puxando-o firmemente.
3. Insira o novo módulo, empurrando-o perpendicularmente em direção à base num movimento único.
4. Certifique-se de que a trava que prende o módulo à base está totalmente conectada ao módulo; caso necessário, empurre-a em direção ao módulo.

No caso de módulos de saída, é conveniente que os pontos estejam desligados por ocasião da troca, a fim de reduzir a geração de arcos no conector do módulo. Isso pode ser feito pelo desligamento da fonte de campo ou pelo forçamento dos pontos via ferramentas de software. Se a carga for pequena, não há a necessidade de desligar os pontos.

**ATENÇÃO:**

Proceda sempre à substituição de um módulo por vez, para que a UCP atualize os estados dos módulos.

## Canal Serial Principal - COM1

Este canal implementa o protocolo ALNET I escravo. A tabela a seguir demonstra as possibilidades de configuração deste canal:

Configuração	Descrição	Possibilidades
Endereço da estação	Endereço do nó na rede ALNET I	<b>0:</b> comunicação ponto-a-ponto (utilizada pelo programador ou por algumas IHMs) <b>1 a 254:</b> comunicação em rede mestre-escravo
Velocidade	Velocidade da porta de comunicação serial	300 bps a 9600 bps
Tipo de modem	Configura o comportamento que os sinais CTS/RTS terão durante a comunicação	<b>Sem modem:</b> o sinal de RTS nunca é acionado e o CTS não é monitorado. <b>Half duplex:</b> antes de iniciar a transmissão, a UCP aciona o sinal de RTS e monitora o CTS; quando este chega, a transmissão é iniciada. Caso não obtenha CTS, não transmite. Estes sinais de modem estão disponíveis nas UCPs PO3042, PO3242 e PO3342. <b>Full duplex:</b> não implementado
Protocolo	Protocolo segundo o qual o canal se comunica (RS-232)	ALNET I escravo

Tabela 3-2. Protocolos de comunicação serial COM1

## Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM3

Os canais auxiliares possuem uma versatilidade maior do que o canal principal, permitindo uma seleção dentre vários protocolos diferentes. A tabela a seguir demonstra as possibilidades de configuração destes canais.

Configuração	Descrição	Possibilidades
Velocidade	Velocidade da porta de comunicação serial	300 bps a 38400 bps
Endereço	Endereço do CP na rede conectada ao canal	A faixa de valores permitidos para campo depende diretamente do protocolo selecionado: ALNET I escravo: endereço da UCP na rede ALNET I ao se comunicar através do canal serial configurado. MODBUS RTU escravo: 1 a 247 Configurado por módulo F: sem aplicação. Deve ser selecionado quando forem utilizados módulos F de comunicação no canal serial, como por exemplo AL-2703 MODBUS RTU mestre: sem aplicação
Sinais de modem	Comportamento dos sinais RTS/CTS durante a comunicação	<b>Sem RTS/CTS:</b> estes sinais não são manipulados durante a comunicação, e o RTS permanece desacionado. <b>Com RTS/CTS:</b> antes de iniciar a transmissão, o RTS é acionado e o CTS é monitorado; quando este chega, então a transmissão é executada. Ao término da transmissão, o RTS é desacionado. <b>Com RTS sem CTS:</b> o RTS é acionado antes da transmissão e desacionado após o seu término, não havendo o monitoramento do sinal de CTS. <b>Com RTS sempre ligado:</b> o sinal de RTS permanece sempre ligado.
Protocolo	Protocolo segundo o qual o canal se comunica	PO3142 / PO3242 / PO3342 - COM2 (RS-485) e COM3 (RS-232, apenas para PO3142): ALNET I escravo MODBUS RTU mestre MODBUS RTU escravo AL-2702 - Mestre ALNET I AL-2703 - Comunicação genérica OBS: o protocolo MODBUS está disponível no modelo PO3042 a partir da revisão "AS" do produto, ou versão 2.00 do software

		executivo. Para configurá-lo neste modelo, é necessário MasterTool 3.90 ou superior.
Configuração MODBUS	Permite configurar as relações de comunicação via MODBUS	No caso do protocolo MODBUS mestre, configura as relações de troca de dados entre o mestre e o escravo (ver o item MODBUS RTU Mestre, mais adiante). No caso de MODBUS escravo, configura as relações entre operandos Altus e as áreas de operandos MODBUS (ver o item MODBUS RTU Escravo, mais adiante).
Configuração da paridade da comunicação	Configura a paridade da porta serial	Sem paridade Paridade par Paridade ímpar Paridade sempre 0 Paridade sempre 1
Configuração do número de stop bits da comunicação	Configura os stopbits da porta serial	1 stopbit 2 stopbits

**Tabela 3-3. Configuração dos canais seriais COM2 e COM3**

O capítulo 7, Aplicações Especiais com Serial RS-232, traz detalhes sobre os modems com os quais os canais podem trabalhar, bem como uma série de dicas e restrições relacionadas ao assunto.

Especificamente com relação aos protocolos, há dois tipos: **internos** e **carregáveis**.

Protocolos **internos** são aqueles integrantes da UCP (serão vistos a seguir). Sua configuração é integrada ao programador.

Os protocolos **carregáveis** necessitam que o módulo F correspondente seja carregado no CP. Entre os protocolos disponíveis para as UCPs Ponto PO3x42estão o AL-2702 (mestre ALNET I), o AL-2703 (comunicação genérica). A configuração dos protocolos **carregáveis** ocorre na edição das lógicas, na instrução CHF. Para obter maiores informações, consulte o manual do programador e o manual do protocolo correspondente.

**ATENÇÃO:**

Para que os protocolos carregáveis funcionem corretamente, é necessário configurar, no programador MasterTool, a opção “Configurado no módulo F”, no botão correspondente às opções do canal serial desejado.

## ALNET I Escravo

Este é o protocolo presente em todos os canais seriais das UCPs da Série Ponto (padrão de fábrica). Sua principal função é interligar a UCP com o programador, com vistas à configuração e programação da UCP. Outras funções disponibilizadas são: forçamento de pontos de E/S, monitoração de operandos e interligação do controlador a uma rede de supervisão ALNET I, conexão do CP a IHMs e supervisórios e interligação com outros CPs que implementem o protocolo ALNET I mestre. Para obter maiores detalhes sobre este assunto, consulte o Manual de Utilização e o Manual de Programação do MasterTool.

É possível colocar o CP em rede ALNET I ou mista (ALNET I e ALNET II, utilizando gateways). Para isso, é necessário respeitar as regras de construção dos endereços de rede. Para obter mais informações sobre este assunto, consulte a norma específica sobre o protocolo ALNET I (NTP031).

## MODBUS RTU Escravo

Este protocolo está disponível nas UCPs PO3042 (a partir da versão 2.00), PO3142, PO3242 e PO3342, nos seus canais auxiliares, permitindo que dispositivos mestres MODBUS RTU sejam

conectados ao CP. Como a UCP PO3142 possui dois canais auxiliares, é possível conectá-la a duas redes MODBUS diferentes (uma em cada canal auxiliar). Para as outras só é possível conectar uma rede.

Para configurar este protocolo, é necessário executar os seguintes passos no software MasterTool:

- atribuir o protocolo MODBUS RTU escravo aos canais auxiliares COM2 ou COM3
- escolher a velocidade de comunicação
- escolher o comportamento dos sinais RTS/CTS
- configurar paridade e stopbit do canal
- definir o endereço do nó na rede
- se necessário, definir as relações (o software programador já apresenta relações padrão)

### Relações do MODBUS Escravo

As relações consistem na conversão de operandos do CP para operandos MODBUS, permitindo ao usuário identificar e/ou informar quais áreas do CP poderão ser manipuladas via rede MODBUS. Elas podem ser padrão (previamente configuradas) ou, então, definidas pelo usuário, conforme descrito a seguir. Para configurar as relações, entre em **Relações MODBUS** no software MasterTool (consulte o manual do software para obter instruções detalhadas).

É possível configurar no máximo 20 relações para MODBUS escravo, no caso da PO3142 que possui dois canais este limite é a soma das relações de cada canal, que não pode ultrapassar 20 relações.

#### Relações Padrão

O protocolo MODBUS RTU escravo possui duas relações padrão, que permitem que o mestre MODBUS tenha acesso a todos os operandos auxiliares do CP – como Coil (%A0000.0 a %A0511.7 = Coil 1 a 4096) – e aos primeiros 1000 operandos memória – como Holding Register (%M0000 a %M0999 = Holding Register 1 a 1000). Estas relações podem ser editadas ou removidas através do programador MasterTool, na janela de configuração das relações do protocolo MODBUS RTU Escravo. A tabela a seguir ilustra a colocação:

Operandos do CP ALTUS	Operandos MODBUS
%A0000.0 até %A0511.7	Coil 1 até 4096
%M0000 até %M0999	Holding Register 1 até 1000

**Tabela 3-4. Relações padrão do protocolo MODBUS RTU escravo**

### Relações Definidas pelo Usuário

A norma do protocolo MODBUS define quatro áreas de manipulação de dados, que permitem a leitura ou escrita em bits ou palavras (16 bits).

Os operandos MODBUS estão divididos nas áreas de Coil, Input, Input Register e Holding Register, que acessam bits (Coil ou Input) ou palavras de 16 bits (Input Register ou Holding Register). Dependendo das áreas, é possível relacioná-las com certos tipos de operandos do CP, como demonstra a tabela a seguir.

Área MODBUS	Operandos do CP ALTUS	Descrição
Coil	%E, %S, %A, %M	Bits ou pontos de saída
Input	%E, %S, %A, %M	Bits ou pontos de entrada
Input Register	%M, %TM, %D, %TD	Registradores de entrada
Holding Register	%M, %TM, %D, %TD	Registradores de saída

**Tabela 3-5. Operandos MODBUS que podem ser relacionados a operandos do CP**

Para construir uma relação no software MasterTool, deve-se definir: a área de dados a que a mesma se refere, o operando MODBUS inicial, a quantidade de operandos da relação e o operando inicial no CP. A tabela a seguir mostra como os operandos no CP são interpretados e transmitidos pela rede MODBUS.

Área de dados	Operandos MODBUS	Quantidade	Operandos ALTUS
Input	0001 a 0032	32	%E0010.0 a %E0013.7
Input	0033 a 0672	640	%M0500.0 a %M0539.F
Coil	0001 a 4096	4096	%A0000.0 a %A0511.7
Input Register	0001 a 0076	76	%D0000 a %D0037
Input Register	1001 a 1100	100	%M0100 a %M0199
Holding Register	4097 a 4350	254	%TM10
Holding Register	0255 a 0500	246	%D0038 a %D00160
Holding Register	0501 a 2500	2000	%M0600 a %M2599

**Tabela 3-6. Relações entre os operandos MODBUS e do CP**

Ao construir as relações, deve-se priorizar relações contínuas, como no caso de Coil, que relaciona os operandos MODBUS de 0001 a 4096 a todos os 512 operandos %A do CP, disponibilizando todos esses operandos via rede MODBUS. Desta forma, obtém-se uma melhor performance do protocolo MODBUS RTU escravo.

As funções que o protocolo MODBUS RTU escravo processa são descritas na tabela a seguir. A última coluna informa se a função do protocolo suporta endereçamento em Broadcast (00, no caso MODBUS). Assim, nas funções assinaladas com “Sim”, ao receber um comando com endereço 0 (zero), o CP executará o comando, mas não responderá ao mestre.

Função	Nome	Descrição	Área MODBUS	Limite	Broadcast
01	Leitura de Coil	Leitura de n pontos definidos como Coil	Coil	2000	Não
02	Leitura de Input	Leitura de n pontos definidos como Input	Input	2000	Não
03	Leitura de Holding Register	Leitura de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	125	Não
04	Leitura de Input Register	Leitura de n operandos definidos como Input Register	Input Register	125	Não
05	Escrita de 1 Coil	Escrita de 1 ponto definido como Coil	Coil	1	Sim
06	Escrita de 1 Holding Register	Escrita de 1 operando definido como Holding Register	Holding Register	1	Sim
15	Escrita de Coil	Escrita de n pontos definidos como Coil	Coil	1976	Sim
16	Escrita de Holding Register	Escrita de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	123	Sim
22	Aplicação de máscara em 1 Holding Register	Aplicação de máscaras em 1 Holding Register, permitindo a manipulação de parte do Holding Register (o resto permanece inalterado)	Holding Register	1	Não
23	Leitura e escrita combinada em Holding Register	O mestre envia ao escravo n Holding Register para escrita e recebe como resposta outros Holding Register (esta função pode ser utilizada para otimizar a leitura e escrita cíclicas)	Holding Register	121 (escrita) 125 (leitura)	Não

Tabela 3-7. Funções suportadas pelo protocolo MODBUS RTU escravo

### Fluxo de Operação do MODBUS Escravo

O protocolo MODBUS escravo é executado a cada ciclo do programa aplicativo e procede da seguinte forma:

- Verifica se existe algum frame recebido via serial. Em caso afirmativo, ele testa o frame em relação ao seu endereço de nó, testa o CRC e verifica se a função é suportada por seu interpretador.
- Se a função é válida, o protocolo executa o interpretador, que processa o frame e monta a resposta. O envio da resposta depende de se o frame recebido é um comando Broadcast ou não. Caso não seja, a resposta é transmitida, respeitando um intervalo mínimo de 20ms após o último frame recebido.
- Ao receber um frame inválido ou que não esteja de acordo com o seu endereço de nó, o protocolo descarta o frame e não transmite nada via rede.

### Tempo de Resposta do MODBUS Escravo

Para calcular o tempo de resposta de uma UCP comunicando via MODBUS escravo, é necessário considerar os seguintes aspectos:

- Tempo de ciclo da aplicação (TCA) da UCP com MODBUS escravo.
- Velocidade de transmissão (VT) em bps.
- Número de bytes da resposta do escravo (NByR), que depende da função (é necessário consultar a norma MODBUS).
- Número de bits de cada byte (NB): tipicamente, os dispositivos MODBUS possuem 11 bits de dados por byte; no entanto, pode ocorrer que certos equipamentos possuam 10 bits.
- Atraso do meio físico (AMF), que depende do meio físico utilizado. Por exemplo, um barramento elétrico tem um atraso típico de 5 ns por metro (assim, em 30 m, o atraso será de 150 ns). No caso de ondas de rádio, fibra ótica e linha telefônica, por exemplo, é necessário calcular, além do atraso do meio físico, o atraso gerado pelos dispositivos de comunicação com modems e conversores.

- Delay entre frames (DEF): tempo aguardado pela UCP para o disparo de um novo frame. Fixo em 20ms.

Para calcular o tempo de resposta máximo (TRM) do MODBUS escravo, após a recepção do último byte da pergunta do mestre, aplique a seguinte fórmula:

$$\text{TRM}(\text{ms}) = \text{TCA}(\text{ms}) + ((1/\text{VT}(\text{bps}) * \text{NB} * \text{NByR}) * 1000(\text{ms}) + \text{AMF} + \text{DEF})$$

**ATENÇÃO:**

Caso o escravo esteja configurado para utilizar sinais de modem, deve ser considerado ainda o tempo de resposta do sinal CTS após o acionamento do sinal RTS pela UCP.

## MODBUS RTU Mestre

Este protocolo está disponível para as UCPs PO3042 (a partir da versão 2.00), PO3142, PO3242 e PO3342. Ao selecionar esta opção no MasterTool, o CP passa a ser mestre da comunicação MODBUS, possibilitando o acesso a outros dispositivos com o mesmo protocolo quando operando no modo Execução.

Para configurar este protocolo, é necessário executar os seguintes passos:

- atribuir o protocolo MODBUS RTU mestre aos canais auxiliares COM2 ou COM3
- escolher a velocidade de comunicação
- escolher o comportamento dos sinais RTS/CTS
- configurar paridade e stopbit do canal
- definir as relações entre operandos ALTUS e operandos MODBUS

**ATENÇÃO:**

Um mestre MODBUS não possui endereço. Assim, na configuração do canal auxiliar (no MasterTool), o campo **Endereço** não tem aplicação.

No protocolo MODBUS mestre, o conceito de relação não está associado a uma área de dados, mas sim ao nó escravo e a uma função. Assim, é necessário configurar os seguintes parâmetros gerais:

- timeout escravo
- número de tentativas
- número de relações
- operandos de diagnóstico do protocolo MODBUS mestre
- operandos de controle das relações do protocolo MODBUS mestre
- habilitação de relação prioritária

Além disso, na construção das relações, é necessário configurar os seguintes campos:

- endereço do nó escravo
- função MODBUS
- operando MODBUS
- quantidade de operandos a comunicar
- operando de origem (leitura)
- operando de destino (escrita)
- operando de status da relação
- polling da relação

Cada um desses parâmetros e campos será descrito a seguir.

## Parâmetros Gerais do Protocolo MODBUS Mestre

### Timeout de Comunicação

Define o tempo (em unidades de 100 milissegundos) durante o qual o mestre irá esperar pela resposta do escravo. Este tempo é medido entre o final da requisição do mestre e o início da resposta do escravo. Após decorrido este tempo, o mestre incrementará o número de tentativas e retransmitirá a pergunta, e assim sucessivamente, até que as tentativas se esgotem. Por fim, se ainda não houver resposta, ele passará para a próxima relação.

Este parâmetro pode variar entre 1 e 100, resultando em tempos de 100 ms até 10 segundos. No entanto, ele deve ser configurado com o maior tempo que um escravo pode levar para responder, considerando o tempo de processamento do comando (pelo escravo) mais atrasos inseridos pelo meio físico.

Para maiores detalhes sobre como calcular o tempo de resposta de um escravo, consulte o item Tempo de Resposta do MODBUS Escravo, do capítulo 3, Configuração.

### Número de Retentativas

Informa ao mestre o número de vezes que a transmissão deve ser repetida após a ocorrência de um dos seguintes problemas de comunicação:

- timeout (tempo máximo esperado)
- endereço da resposta errado
- função da resposta errada
- erro de CRC na resposta
- número de bytes da resposta maior que 255
- paridade, framing e overrun

O número de tentativas pode variar entre 0 e 20. No caso de 0, o mestre não irá retransmitir a pergunta, passando para a próxima relação.

### Número de Relações

Permite ao usuário definir o número de relações que ele irá utilizar, estando limitado a 63 relações para cada canal auxiliar de comunicação.

### Operandos de Diagnóstico do Protocolo MODBUS Mestre

Estes dois operandos demonstram o estado geral do canal configurado com o protocolo MODBUS RTU mestre.

Operando	Descrição
%Mxxxx	<b>Bit 15:</b> caso ligado, indica que o protocolo não foi configurado corretamente
%Mxxxx + 1	<b>Contador de relações executadas:</b> é incrementado cada vez que uma relação é disparada

**Tabela 3-8. Operandos de diagnóstico**

### Operandos de Controle das Relações do Protocolo MODBUS Mestre

Estes operandos são do tipo %A, e cada bit representa uma relação, permitindo, assim, que o usuário ou a aplicação habilite ou desabilite uma relação. Como exemplo, caso sejam configuradas 12 relações, e caso o operando %A0500 seja configurado como o operando de controle, o mapa das relações ficará assim:

Bit de operando	Relação associada
%A500.0	Controle da 1ª relação
%A500.1	Controle da 2ª relação
%A500.2	Controle da 3ª relação
%A500.3	Controle da 4ª relação
%A500.4	Controle da 5ª relação
%A500.5	Controle da 6ª relação
%A500.6	Controle da 7ª relação
%A500.7	Controle da 8ª relação
%A501.0	Controle da 9ª relação
%A501.1	Controle da 10ª relação
%A501.2	Controle da 11ª relação
%A501.3	Controle da 12ª relação

**Tabela 3-9. Exemplo de operandos de controle de relações**

**ATENÇÃO:**

Para desabilitar uma relação, coloque o bit do operando %A correspondente em 1.

### *Habilitação de Relação Prioritária*

Relação prioritária é aquela que é disparada alternadamente com a próxima relação da fila de disparos, permitindo sua transmissão o mais rápido possível. O mestre MODBUS gerencia isso e dispara uma relação de cada vez, ou a prioritária, ou a próxima relação existente na fila. É possível definir a primeira relação como prioritária, mas isso é opcional (para isso, habilite a opção Relação 1 Prioritária no software MasterTool).

### **Campos a serem Configurados na Construção de Relações**

#### *Endereço do Nó Escravo*

Em cada relação, é necessário informar o endereço do nó escravo. Este endereço é utilizado pelo mestre e pelos escravos para identificar a quem pertence a pergunta realizada. Somente o nó com este endereço responderá à pergunta. É possível estabelecer várias relações para um mesmo escravo.

Caso o endereço configurado seja 0 (zero), a comunicação será considerada como Broadcast, ou seja, todos os escravos irão receber e processar a pergunta, mas nenhum irá responder.

**ATENÇÃO:**

Dois escravos diferentes, que utilizam a mesma rede, não podem possuir o mesmo endereço do nó.

#### *Função MODBUS*

Neste campo deve ser informado qual função será executada pela relação. A escolha da função depende de qual operação o mestre deverá executar no escravo e quais operações o escravo suporta.

As funções que o protocolo MODBUS RTU mestre envia aos escravos são apresentadas na tabela a seguir.

Função	Nome	Descrição	Área MODBUS	Limite	Broadcast
01	Leitura de Coil	Leitura de n pontos definidos como Coil	Coil	2000	Não
02	Leitura de Input	Leitura de n pontos definidos como Input	Input	2000	Não
03	Leitura de Holding Register	Leitura de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	125	Não
04	Leitura de Input Register	Leitura de n operandos definidos como Input Register	Input Register	125	Não
05	Escrita de 1 Coil	Escrita de 1 ponto definido como Coil	Coil	1	Sim
06	Escrita de 1 Holding Register	Escrita de 1 operando definido como Holding Register	Holding Register	1	Sim
15	Escrita de Coil	Escrita de n pontos definidos como Coil	Coil	1976	Sim
16	Escrita de Holding Register	Escrita de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	123	Sim
XX	Relação genérica	Permite que o usuário monte funções que não estão implementadas	-	-	Sim

**Tabela 3-10. Funções suportadas pelo protocolo MODBUS RTU mestre**

**ATENÇÃO:**

Relação genérica é uma função permite implementar comandos em situações nas quais o escravo necessite alguma função diferente das funções padrão geradas pelo mestre (01, 02, 03, 04, 05, 06, 15 e 16). Ela será descrita em detalhes mais adiante.

### Operando MODBUS

Um operando MODBUS é o endereço de uma informação dentro do escravo MODBUS. É utilizado para referenciar dados que se deseja ler (funções 01, 02, 03 ou 04) ou escrever (funções 05, 06, 15 ou 16).

As UCPs PO3x42 que possuem MODBUS Mestre trabalham com operandos MODBUS com endereços de 5 dígitos, de 1 a 65536. Além dos 5 dígitos de endereçamento, o operando possui ainda mais um dígito de referência, que identifica a área do mesmo. Isso compõe a identificação completa do operando, possuindo 6 dígitos. Esse sexto dígito é transparente para o usuário, pois é definido através do comando selecionado.

Exemplos de endereçamento nas áreas MODBUS:

Endereço do Operando	Descrição	Identificação completa
00001	Coil 1	000001
35000	Coil 35000	035000
00100	Input 100	100100
00005	Input 5	100005
01253	Input Register 1253	301253
10050	Input Register 10050	310050
00001	Holding Register 1	400001
00100	Holding Register 100	400100

**Tabela 3-11. Exemplo endereçamento área MODBUS**

Os operandos MODBUS são independentes entre si em função da área. Por exemplo, o Coil 15 é diferente do Input 15, que é diferente do Holding Register 15, que é diferente do Input Register 15 – para acessar áreas diferentes são utilizadas funções diferentes, como pôde ser visto na tabela de

funções suportadas pelo MODBUS RTU mestre. Os valores possíveis para representar esses operandos está na faixa compreendida entre 1 e 65536.

Cada escravo possui o seu mapa de operandos. Portanto, é necessário ler o manual de cada escravo específico para identificar os operandos pertinentes aos dados fornecidos pelo mesmo.

<b>ATENÇÃO:</b> Este campo não é utilizado na relação genérica.
--

#### *Quantidade de Operandos a Comunicar*

Este parâmetro configura a quantidade de operandos MODBUS do escravo que serão lidos. Além disso, ele fornece o número de operandos MODBUS que serão enviados ao escravo em uma função de escrita.

No caso de uma relação genérica, este campo informa quantos bytes serão enviados para o escravo, sem considerar os bytes de endereço, número da função e CRC (para maiores informações, veja o item Configuração das Relações Genéricas, mais adiante).

#### *Operando de Origem (Escrita do mestre no escravo)*

Este operando representa a origem dos dados a serem enviados ao escravo no caso de uma função de escrita ou relação genérica. Utiliza um operando do tipo %E, %S, %A, %M, %D, %TM ou %TD.

O operando de origem deve ser representado por uma subdivisão em bits no caso das funções 05 ou 15 (por exemplo: %A0045.0, %A0199.3, %E0000.5, %S0032.4, %M0100.A, %M2500.6). Já no caso das funções 06 ou 16, o operando deve ser representado sem subdivisão (por exemplo: %M0100, %D0007, %TM003, %TD000).

Nas relações genéricas, o operando do CP de origem deve ser representado exclusivamente por tabelas do tipo %TM (por exemplo: %TM035).

<b>ATENÇÃO:</b> Este campo não é utilizado em funções de leitura.
--

#### *Operando de Destino (Leitura no mestre do escravo)*

Este operando representa o destino dos dados recebidos do escravo em funções de leitura ou relações genéricas. É necessariamente um dos seguintes operandos: %E, %S, %A, %M, %D, %TM ou %TD.

O operando de destino deve ser representado por uma subdivisão em bits no caso das funções 01 ou 02 (por exemplo: %A0054.0, %A0991.4, %E0010.2, %S0023.4, %M1000.A, %M0025.6). Já no caso das funções 03 ou 04, o operando de destino deve ser representado sem subdivisão (por exemplo: %M0700, %D0077, TM015, TD023).

Nas relações genéricas, o operando destino deve ser representado exclusivamente por tabelas do tipo %TM (por exemplo: TM035).

<b>ATENÇÃO:</b> Este campo não é utilizado em funções de escrita.
--

#### *Operando de Status da Relação*

Este é um operando memória (%M) que fornece informação sobre o estado da relação, permitindo que o usuário e/ou a aplicação receba as informações e tome ações em casos de erro. A tabela a seguir mostra os bits deste operando:

Primeiro Operando de Status da Relação - %MXXXX															Descrição	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		0
1																Relação inválida
	1															Relação desabilitada pelo usuário
		1														Relação disparada
			1													Relação executada com sucesso na última varredura
				1												Ocorreu erro na recepção da resposta na última varredura
					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Não utilizados
Segundo Operando de Status da Relação - %MXXXX + 1															Descrição	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		0
1																Ocorreu erro de timeout
	1															Ocorreu erro de CRC na resposta
		1														Ocorreu erro no frame da resposta (total de bytes excede 255, erro de paridade, erro de caracter, etc.)
								X	x	x	x	x	x	x	x	Código do erro MODBUS
			x	x	x	x	x									Não utilizados

Tabela 3-12. Operandos de status da relação

### Polling da Relação

Neste parâmetro do protocolo MODBUS mestre é determinado o período de tempo mínimo que deve existir entre duas execuções de uma relação. Este tempo é descrito em unidades de 100 milissegundos e pode variar entre 0 e 200.

Caso o valor 0 (zero) seja programado, a relação será sempre inserida na lista de relações prontas para comunicação após a sua execução. Caso sejam configurados valores entre 1 e 200, a relação só entrará na fila de prontos para comunicar depois que o tempo programado neste campo tenha decorrido.

### Configuração das Relações Genéricas

A relação genérica pode ser utilizada quando o escravo necessita de uma função que não está implementada no protocolo MODBUS RTU mestre das UCPs PO3042 (revisão “AS” ou superior, ou versão 2.00 de software executivo ou superior), PO3142, PO3242 e PO3342 (01, 02, 03, 04, 05, 06, 15 e 16). O usuário deve construir a pergunta e tratar a resposta no programa aplicativo.

Os campos de uma relação genérica são os seguintes:

- nó do escravo: mesmas características de uma relação normal
- função MODBUS: selecionar a opção “genérica”
- número da função: informar o número da função
- operando MODBUS: não é utilizado
- quantidade de operandos: informar quantos bytes serão inseridos na pergunta
- operando de origem: informar um operando tipo %TM com, no mínimo, 130 posições
- operando de destino: informar um operando tipo %TM com, no mínimo, 130 posições
- operando de status: mesmas características de uma relação normal
- polling da relação: mesmas características de uma relação normal

A relação genérica monta uma pergunta com os seguintes componentes:

- endereço do nó escravo (informado pelo usuário)
- número da função (informado pelo usuário)
- operando de origem (informado pelo usuário; o número de bytes a serem inseridos na pergunta está descrito no campo quantidade, também preenchido pelo usuário)
- CRC (calculado pelo protocolo MODBUS mestre)

A resposta a esta pergunta é recebida pelo protocolo MODBUS mestre, que verifica o endereço e a função (ambos devem ser iguais aos da pergunta), bem como o CRC. Caso estas informações estejam corretas, a relação coloca os bytes da resposta no operando de destino, exceto os campos de endereço do nó, função e CRC.

### Exemplo de Relação Genérica

Para exemplificar uma relação genérica, vamos utilizar a função 23 da norma MODBUS. Apesar de esta função não estar implementada no protocolo MODBUS mestre, uma relação genérica pode ser utilizada para implementá-la.

A função 23 permite a leitura e a escrita combinada de Holding Register no escravo, e seu formato está descrito na tabela a seguir, juntamente com os valores utilizados no exemplo.

Formato da Pergunta	Valores do Exemplo
Endereço do nó escravo (1 byte)	15
Função MODBUS (1 byte)	23
Holding Register inicial de leitura (2 bytes)	1256 (04E8h)
Quantidade de operandos de leitura (2 bytes)	1
Holding Register inicial de escrita (2 bytes)	0500 (01F4h)
Quantidade de operandos de escrita (2 bytes)	3
Número de bytes ocupados pelos operandos de escrita (1 byte)	6
Operando 4-0500 (2 bytes)	125
Operando 4-0501 (2 bytes)	40
Operando 4-0502 (2 bytes)	05
CRC (2 bytes)	Calculado pelo Protocolo

**Tabela 3-13. Formato da função 23 e exemplo de pergunta**

Com base na tabela, a declaração da relação genérica fica assim:

- endereço do nó: escravo 15
- função MODBUS: 23 (leitura e escrita combinada)
- quantidade de operandos: 15 bytes (não considera endereço, comando e CRC – 4 bytes)
- operando de origem: %TM0010
- operando de destino: %TM0011
- operando de status: %M0015
- polling da relação: 10 (x 100ms = 1 segundo)

O protocolo MODBUS mestre irá enviar os bytes da tabela %TM0010. Para isso, é necessário preencher a tabela do operando de origem (%TM0010) no programa aplicativo, conforme as instruções disponíveis para manipular operandos do CP. Comandos via rede também podem ser utilizados para modificar o conteúdo da tabela/operando de origem (%TM0010). Por exemplo, um supervisor poderia manipular os operandos de origem da relação genérica através de outro canal serial.

A tabela a seguir mostra como a tabela %TM0010 deve ser preenchida no caso deste exemplo. Em cada posição da tabela, o primeiro e o segundo bytes são, respectivamente, as partes High e Low.

Posição da Tabela de Origem	Valor	Observação
00	04h	Endereço do primeiro operando de leitura; o endereço 1256 referencia o Holding Register 1257
	E8h	
01	00	Número de operandos de leitura
	01	
02	01h	Endereço do primeiro operando de escrita; o endereço 500 referencia o Holding Register 501
	F4h	
03	00	Número de operandos de escrita
	03	
04	06	Número de bytes ocupados pelos operandos
	00	Valor do Holding Register 501 High
05	125	Valor do Holding Register 501 Low
	00	Valor do Holding Register 502 High
06	40	Valor do Holding Register 502 Low
	00	Valor do Holding Register 503 High
07	05	Valor do Holding Register 503 Low
		Não utilizado neste comando

Tabela 3-14. Tabela de origem para o exemplo

A tabela a seguir mostra como a pergunta do exemplo é apresentada ao escravo.

Pergunta	Observação
15	Endereço do nó
23	Função MODBUS 23
04h	Endereço do primeiro operando de leitura; o endereço 1256 referencia o Holding Register 1257
E8h	
00	Número de operandos de leitura
01	
01h	Endereço do primeiro operando de escrita; o endereço 500 referencia o Holding Register 501
F4h	
00	Número de operandos de escrita
03	
00	Valor do Holding Register 501
125	
00	Valor do Holding Register 502
40	
00	Valor do Holding Register 503
05	
Calculado pelo Protocolo	CRC byte High
Calculado pelo Protocolo	CRC byte Low

Tabela 3-15. Pergunta do exemplo

Após o envio da pergunta, o escravo irá processar e enviar a resposta:

Pergunta	Observação
15	Endereço do nó
23	Função MODBUS 23
XX	Código ACK ok
00	Número de bytes do bloco de dados
02	
00	Valor do Holding Register 1257
56	
Calculado pelo Protocolo	CRC byte High
Calculado pelo Protocolo	CRC byte Low

**Tabela 3-16. Resposta do escravo para a pergunta do exemplo**

Após receber a resposta e verificar o endereço do nó, a função e o CRC, o escravo repassa os bytes para a tabela (operando) de destino, retirando os campos já verificados, como mostra a tabela a seguir.

Posição da Tabela de Destino	Valor	Observação
00	02	Número de bytes do bloco de dados
	00	
01	56	Valor do Holding Register 1257
	XX	

**Tabela 3-17. Resposta do Exemplo**

Após todo esse processo, o bit que indica “Relação executada com sucesso na última varredura” no operando de status da relação é ligado.

### Fluxo de Operação do Mestre – PO3042 V2.0 / PO3142 / PO3242 / PO3342

O protocolo MODBUS mestre processa as solicitações da seguinte forma:

- Para cada relação há um contador de tempo. Esta parte do controle verifica se uma relação já teve o seu tempo de polling decorrido, e as relações nessa condição ficam na fila de envio de relações (fila de relações é uma estrutura que apresenta quais são as relações e em qual ordem elas serão transmitidas).
- O processo de transmissão inicia verificando se existe alguma relação na fila de relações. Em caso afirmativo, o interpretador de relações monta um frame para transmissão e o envia pela rede. Caso a opção de relação prioritária esteja habilitada, uma relação da lista de relações e a relação prioritária serão enviadas alternadamente.
- Após a transmissão, o protocolo espera o frame de resposta. Caso não receba nada antes que o timeout expire, ele envia a pergunta novamente e decrementa o contador de tentativas, até que este seja esgotado. Quando um erro na comunicação (paridade, framing, CRC, etc.) ocorrer, o frame também será retransmitido, e o contador de tentativas será decrementado.
- Quando recebe um frame com endereço, função e CRC corretos, o protocolo chama o interpretador de relações para processar a resposta e atualiza os operandos de status da relação.
- Este ciclo é executado a cada varredura do programa aplicativo. Quando, durante a execução do programa aplicativo, duas ou mais relações ficarem prontas, a primeira que foi declarada será executada, e a outra irá para a fila de relações prontas, sendo atendida somente no próximo ciclo do programa aplicativo. Caso uma relação fique pronta e já existam relações na fila, então esta irá para o final da fila, pois relações que ficam prontas antes são executadas primeiro.

**NOTAS:**

- Qualquer relação pode ser habilitada ou desabilitada durante a execução do programa aplicativo, inclusive a relação prioritária.
- As relações configuradas como Broadcast são executadas somente até a sua transmissão e não esperam resposta nem consideram retentativas.
- O mestre MODBUS, assim como o escravo, aguarda um “delay” entre frames de 20ms antes de enviar um frame, ou seja, uma transmissão só é disparada 20ms após o final da recepção/envio do último frame na rede.

## Conversão de Código AL-2003/PO3x45 para PO3x42

A conversão de um programa aplicativo desenvolvido para as UCPs AL-2003, PO3045 e PO3145 para ser utilizado em UCPs PO3042, PO3142, PO3242 ou PO3342 é feita diretamente pela ferramenta de programação MasterTool. Para isso, basta que o projeto seja aberto e que a UCP desejada seja selecionada no módulo C000.

## Conversão de Código Outras UCPs para PO3x42

Embora utilizem o mesmo conjunto de instruções, os módulos que compõem o programa aplicativo (C000, E001, etc) das UCPs da família Piccolo, Quark, AL-2002 e AL-2000 não são compatíveis com os módulos das UCPs da série PO3x42. Portanto, não é possível carregar um programa aplicativo elaborado para uma UCPs da série PO3x42 em uma das UCPs citadas acima e vice-versa.

Contudo, ao se utilizar o programador MasterTool, é possível converter o programa aplicativo para ser utilizado em uma UCP da série PO3x42. Na janela de definição do módulo C, no programador, ao trocar o modelo para UCP PO3042 ou PO3142 ou PO3142 ou PO3342, os módulos componentes do projeto, programados em linguagem de diagrama de relés, são convertidos para o formato de código da UCP escolhida, operação que é executada em poucos segundos. Caso o programa utilize módulos F programados em linguagem Assembly, estes não serão convertidos, devendo ser substituídos pelos equivalentes que acompanham o disquete do programador.

Para maiores detalhes, consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização do MasterTool.

## Instruções Inválidas para UCPs PO3x42

Quando é realizada uma conversão de código de outra UCP para as UCPs PO3x42, podem ser convertidas instruções que não executadas neste modelo de UCP. Caso isto ocorra, a instrução inválida não é executada, e suas saídas são desligadas.

É apresentada a mensagem de advertência, Instrução Inválida no Programa, na janela de verificação do estado do CP. Nos operandos de diagnóstico é apresentado o código da instrução inválida, como pode ser visto no capítulo Manutenção.

## 4. Instalação

Este capítulo apresenta os procedimentos necessários para a instalação física das UCPs da série PO3x42, bem como os cuidados que se deve ter com outras instalações existentes no armário elétrico ocupado pelo CP.

### Instalação Mecânica

#### Montagem dos Trilhos

Os trilhos devem ser condutivos (metálicos), resistentes a corrosão e aterrados para proteção contra interferência eletromagnética (EMI). Eles devem ser de boa qualidade e estar de acordo com a norma DIN EN 50032, principalmente no que se refere a dimensões (recomendamos o emprego dos trilhos QK1500, da Altus). Além disso, é necessário fixar os trilhos adequadamente com parafusos, para evitar danos causados por vibrações mecânicas, como se poderá ver nas figuras mais adiante.

#### Montagem das Bases

Com o trilho devidamente instalado, procede-se à instalação das bases, observando os passos a seguir e respeitando a ordem definida no projeto:

1. Encoste a base na superfície do painel de montagem, como mostra a primeira figura a seguir.
2. Deslize a base em direção ao trilho.
3. Gire a base em direção ao trilho até que a trava deslizante se encaixe (ainda na primeira figura).
4. Ao instalar a segunda base, recolha o conector deslizante e execute novamente os passos 1, 2 e 3, até que a base esteja firmemente encaixada no trilho.
5. Depois, engate o gancho existente no lado esquerdo das bases ao gancho da base ao lado, como mostra a segunda figura.
6. Por fim, conecte o barramento, deslizando o conector totalmente para a esquerda, em direção à base vizinha.

**ATENÇÃO:**

As bases da Série Ponto **não** devem ser instaladas ou desinstaladas do sistema energizado, sob pena de dano permanente ao sistema de endereçamento automático. A característica de troca a quente é limitada aos módulos e não às bases.

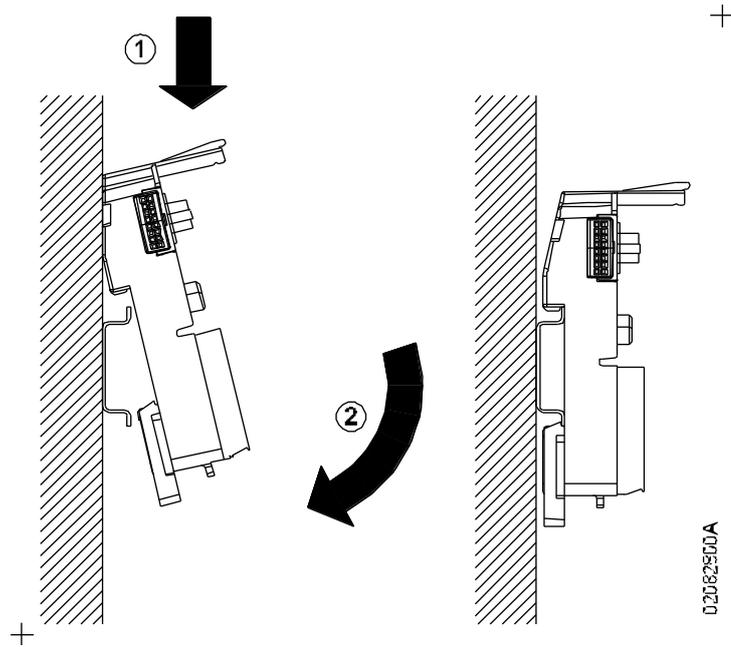


Figura 4-1. Instalação da base

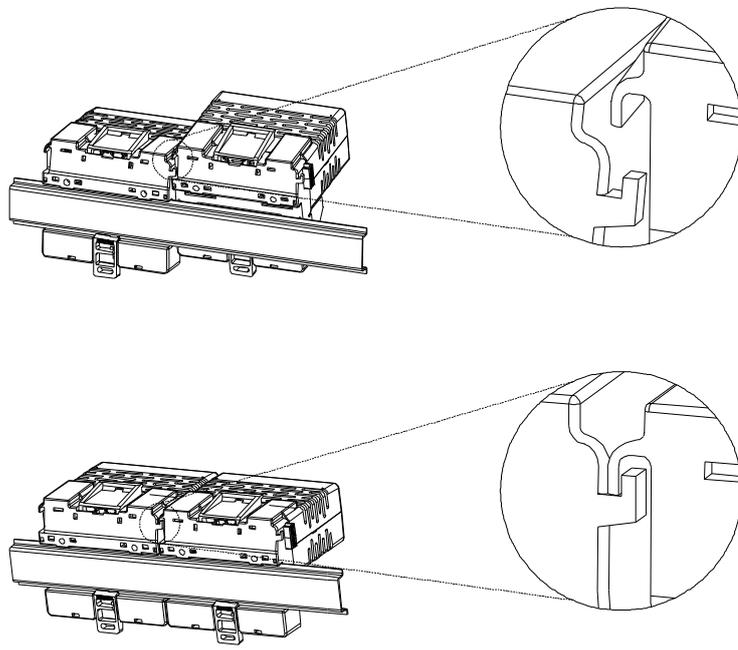


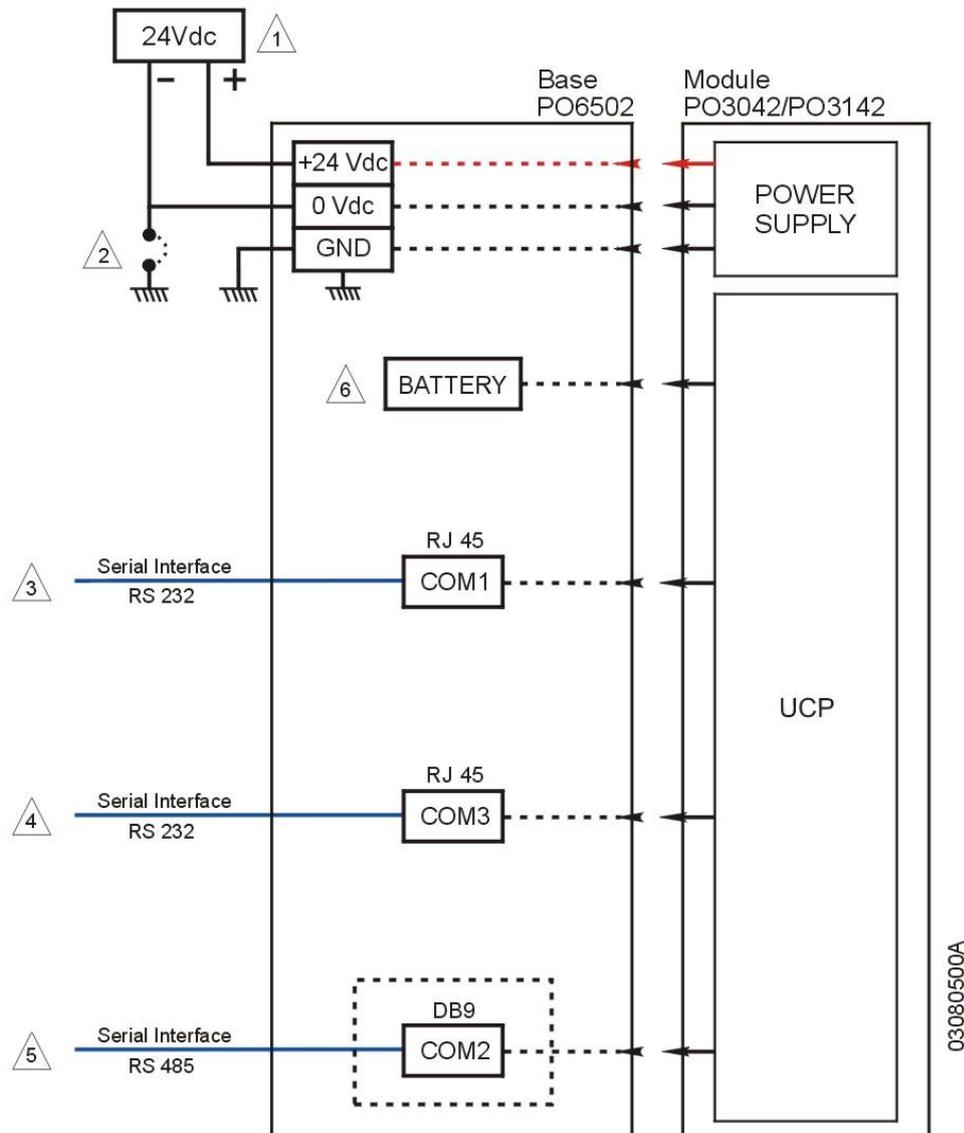
Figura 4-2. Instalação da base - Engate do gancho

## Alimentação

As UCPs da série PO3x42 possuem as mesmas características de alimentação, são conectadas no mesmo tipo de base e utilizam o mesmo tipo de ligação. As UCPs devem ser alimentadas com +24 Vdc (19 a 30 Vdc ripple incluso) através do conector de 3 bornes, localizados no painel frontal. A ligação do cabo de aterramento é obrigatória.

A Figura 4-3 mostra a conexão da fonte de alimentação de +24 Vdc no borne de alimentação da base PO6302.

- O canal serial COM3 só existe na UCP PO3142, apesar do conector RJ-45 correspondente estar disponível na base.
- A disposição dos conectores e bornes na figura abaixo é meramente ilustrativa.



**Figura 4-3 – Conexão elétrica**

1 - A fonte de alimentação de 24 Vdc é conectada nos bornes indicados com "+ 24 Vdc", "0 Vdc" e o aterramento "GND".

- 2 - O ponto comum da fonte de alimentação para alimentação dos módulos (0V) pode ser ligado no terra do painel elétrico. Esta ligação não é obrigatória, mas recomendada para minimizar ruído elétrico em um sistema de automação.
- 3 – Interface serial padrão RS-232 para conexão do programador, IHM ou supervisor.
- 4 – Interface serial padrão RS-485 para conexão de IHM, supervisor, rede MODBUS RTU ou outros protocolos.
- 5 – Interface serial padrão RS-232 para conexão de IHM, supervisor, rede MODBUS RTU ou outros protocolos.
- 6 – Bateria para retentividade de operandos, programa aplicativo e relógio. Pode ser trocada a quente.

**ATENÇÃO:**

Onde houver alta tensão, coloque etiqueta de aviso e instale proteções que dificultem o acesso ao equipamento.

## Rede RS-485 (COM2)

O canal serial auxiliar COM2 está disponível no padrão RS-485, possuindo, no conector DB9, os sinais TX+, TX-, REF- e REF+.

A instalação de uma rede RS-485, utilizando este canal serial, pode ser feita das seguintes maneiras:

- Utilizando o derivador PO8525: o PO8525 possui dois bornes identificados para conexão dos cabos da rede, com possibilidade de acionar a terminação. Para conectar a PO3x42 neste derivador, utilize o cabo AL-1731.
- Utilizando o derivador AL-2600: o AL-2600 possui três bornes identificados para conexão dos fios da rede, com possibilidade de acionar a terminação. Para conectar a PO3x42 neste derivador, utilize o cabo AL-2305.

**ATENÇÃO:**

Para maiores detalhes sobre esses produtos, consulte o respectivo documento de Características Técnicas.

O canal COM2 também possui a possibilidade de acionar a terminação da rede na própria base PO6302. A foto abaixo indica onde está localizada a chave da terminação, sendo no mesmo compartimento da bateria.

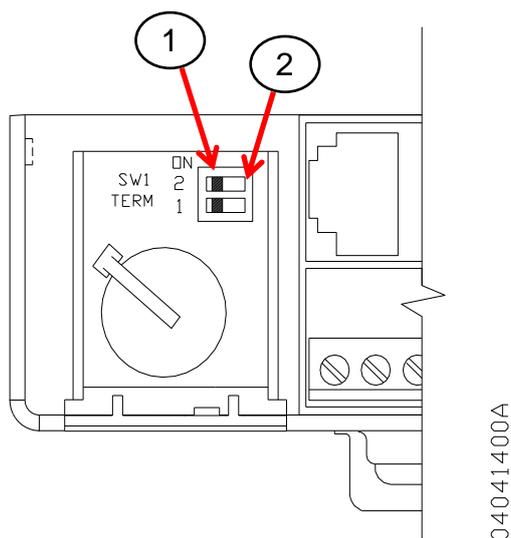


Figura 4-4 – Chave da terminação

A chave possui dois seletores, os quais **devem estar sempre juntos na mesma posição**, para o correto funcionamento da terminação. Para acionar a terminação, coloque os dois seletores na posição “ON”, indicada pela seta 1. Para desligar a terminação, coloque os dois seletores na posição oposta, indicada pela seta 2.

**ATENÇÃO:**

Na rede RS485 a terminação deve estar ativada apenas nos dispositivos montados nas extremidades da rede.

A figura abaixo mostra o esquema da terminação da base PO6302:

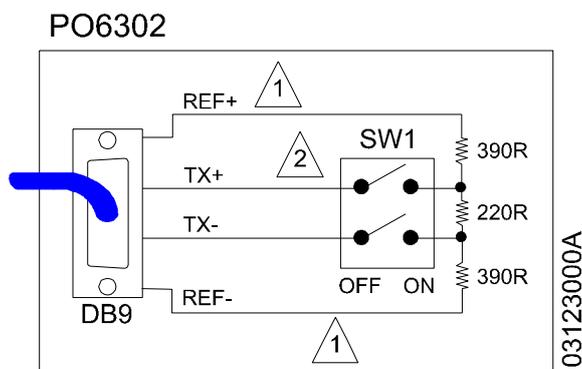


Figura 4-5 – Conexão interna da terminação

1 - Os sinais REF+ e REF- são ligados internamente à fonte isolada para a rede RS-485.

2 – A chave SW1 representa a chave existente na base da UCP. A terminação está acionada com as chaves na posição ON.

**ATENÇÃO:**

A topologia de rede deve ser de um barramento não podendo as derivações ser maior que o cabo AL-2305. Não é permitido configurações em estrela.

## 5. Programação Inicial

As UCPs da Série Ponto se caracterizam por uma altíssima integração de funções, programação on-line, alta capacidade de memória e vários canais seriais integrados. Conectam-se diretamente ao barramento GBL, criando sistemas muito compactos de controle e supervisão. Com o uso de interfaces de rede de campo as UCPs tornam-se poderosos controladores com capacidade de 4096 pontos de E/S.

O objetivo deste capítulo é indicar os passos básicos e documentos necessários a programação das UCPs da série PO3x42 de controladores programáveis. Seguindo este capítulo, o usuário conseguirá dar os primeiros passos antes de iniciar a programação de um CP.

Para o entendimento completo da programação das UCPs é indicado a leitura completa dos manuais relacionados no item **Documentos Relacionados a este Manual** no capítulo **Introdução**.



**Figura 5-1. Controlador programável da Série PO3x42**

Para executar os passos básicos é necessário no mínimo:

- Cabo AL-1715
- Software programador MasterTool Programming instalado – (ver MP399101, MU299025 e MU299040)
- UCP da série PO3x42
- PO6302 - base UCP PO3x42
- Terminação de barramento
- Módulo de E/S com sua respectiva base
- Fonte de alimentação
- Microcomputador com interface serial padrão RS232 conector DB9
- Trilho de montagem TS35

## Antes de Iniciar

Para este pequeno roteiro é necessário a seqüência de passos a seguir (com a alimentação desligada):

- Instalação da base PO6302 no trilho (ver MU209000)
- Instalação da base do módulo de E/S no trilho (ver CT do módulo e MU209000)
- Conexão da terminação (ver MU209000)
- Conexão da alimentação da UCP e do módulo de E/S nas bases (ver CT do módulo e o capítulo Introdução)
- Encaixe da UCP e do módulo na base (ver MU209000)
- Conexão do cabo AL-1715 na base PO6302 (ver abaixo, Conexão Serial) e no microcomputador

Após estes passos ligar o microcomputador e fonte de alimentação, abrir o MasterTool Programming e seguir como indicam os passa a seguir.

## Conexão Serial

As UCPs da série PO3x42 possui dois ou três canais seriais, através dos quais é realizada a programação do CP. Para comunicação entre o CP e o microcomputador é utilizado o cabo AL-1715 fornecido pela Altus.

Nesta etapa, com a alimentação desligada, o cabo AL-1715 deve ser conectado entre o canal serial RS-232 do microcomputador (extremidade DB9) e o canal serial COM1 do CP PO3x42 (extremidade RJ45).



**Figura 5-2 PO3142 na base PO6302**

## Configuração do Canal Serial

Com o MasterTool deve ser feita a configuração do canal serial que deverá ser utilizado para a comunicação com o controlador programável.

As UCPs da série PO3x42 possuem como configuração de fábrica a velocidade de 9600 bps e sem sinais de modem. No caso da primeira comunicação devem ser selecionadas essas configurações.

Também deve ser selecionado qual canal serial do microcomputador está conectado o cabo de comunicação (AL-1715) com o CP, isto é feito no MasterTool Programming no menu *Opções / Comunicação* com mostra a figura abaixo.

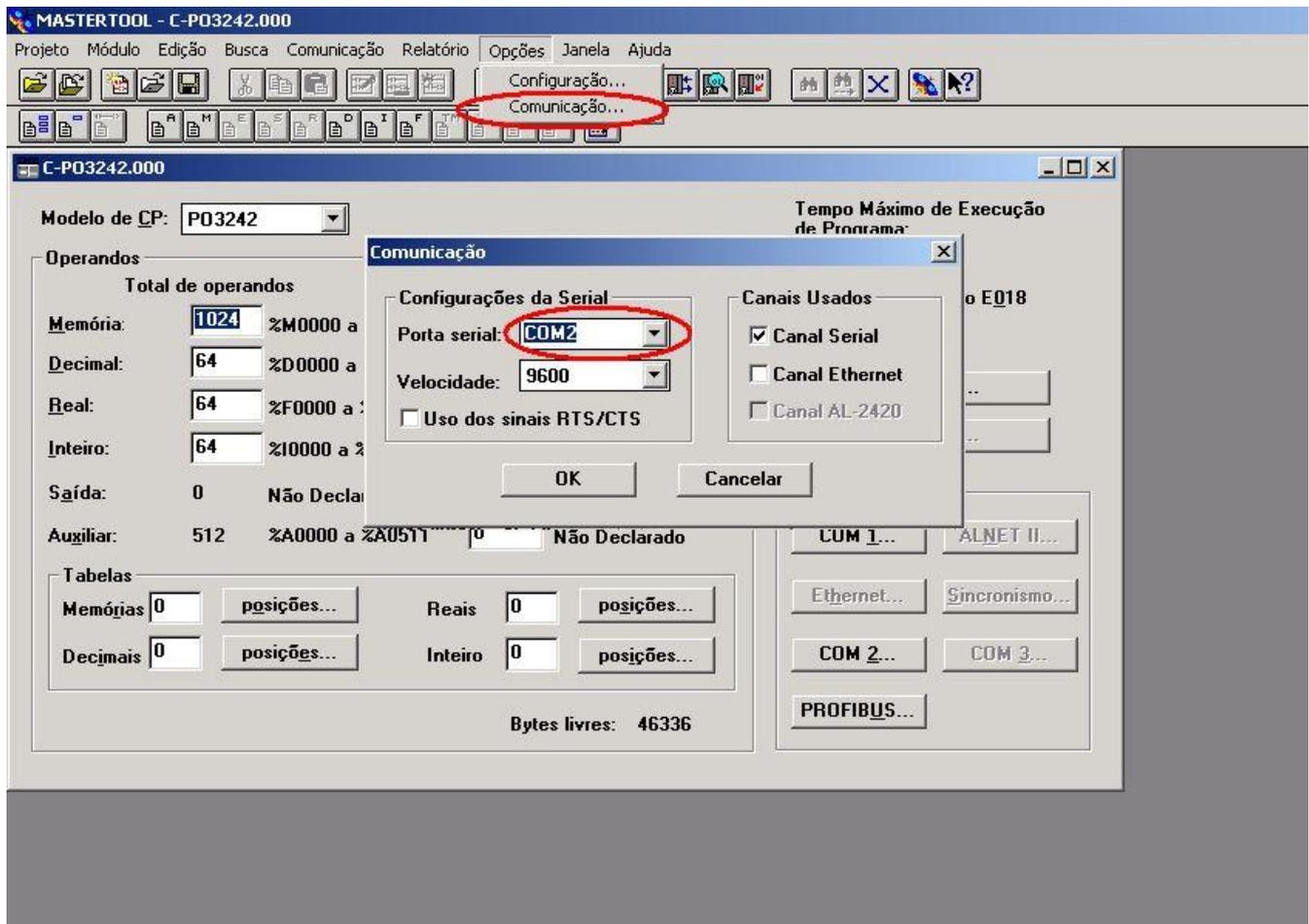


Figura 5-3 Seleção da porta serial do microcomputador

### ATENÇÃO:

Para obter informações completas sobre o MasterTool Programming, consulte os manuais específicos.

## Como Iniciar?

- Utilizando o MasterTool coloque o CP em programação

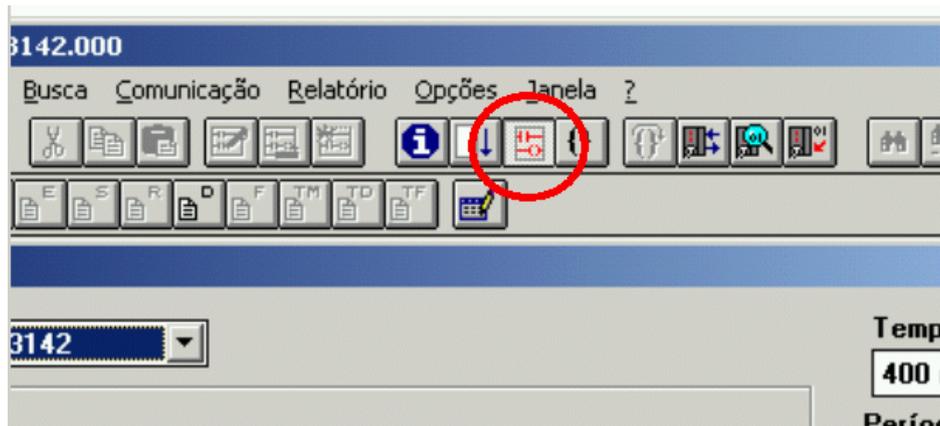


Figura 5-4 Colocar CP em programação

- Montar uma aplicação conforme indica o manual MasterTool Programming - Manual de Programação da Série Ponto – MP399101
- Não esquecer de montar o barramento

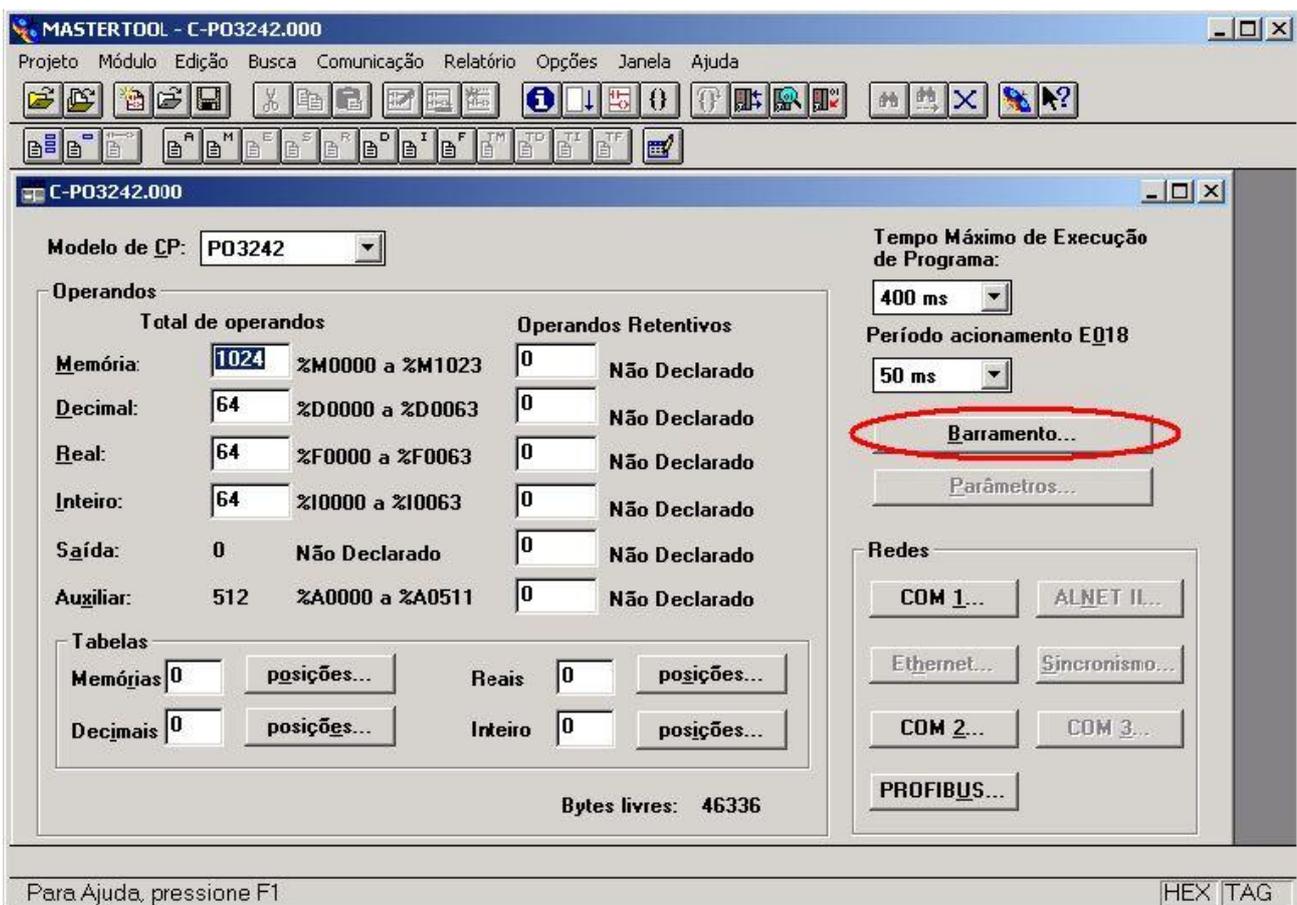


Figura 5-5 Configuração dos módulos de E/S

- Caso não esteja presente algum módulo utilize a opção de *Troca a Quente / Habilitada sem consistência na partida*, esta opção deve ser utilizada somente na fase de teste do sistema, pois ela desabilita a verificação dos módulos quando o sistema é energizado.

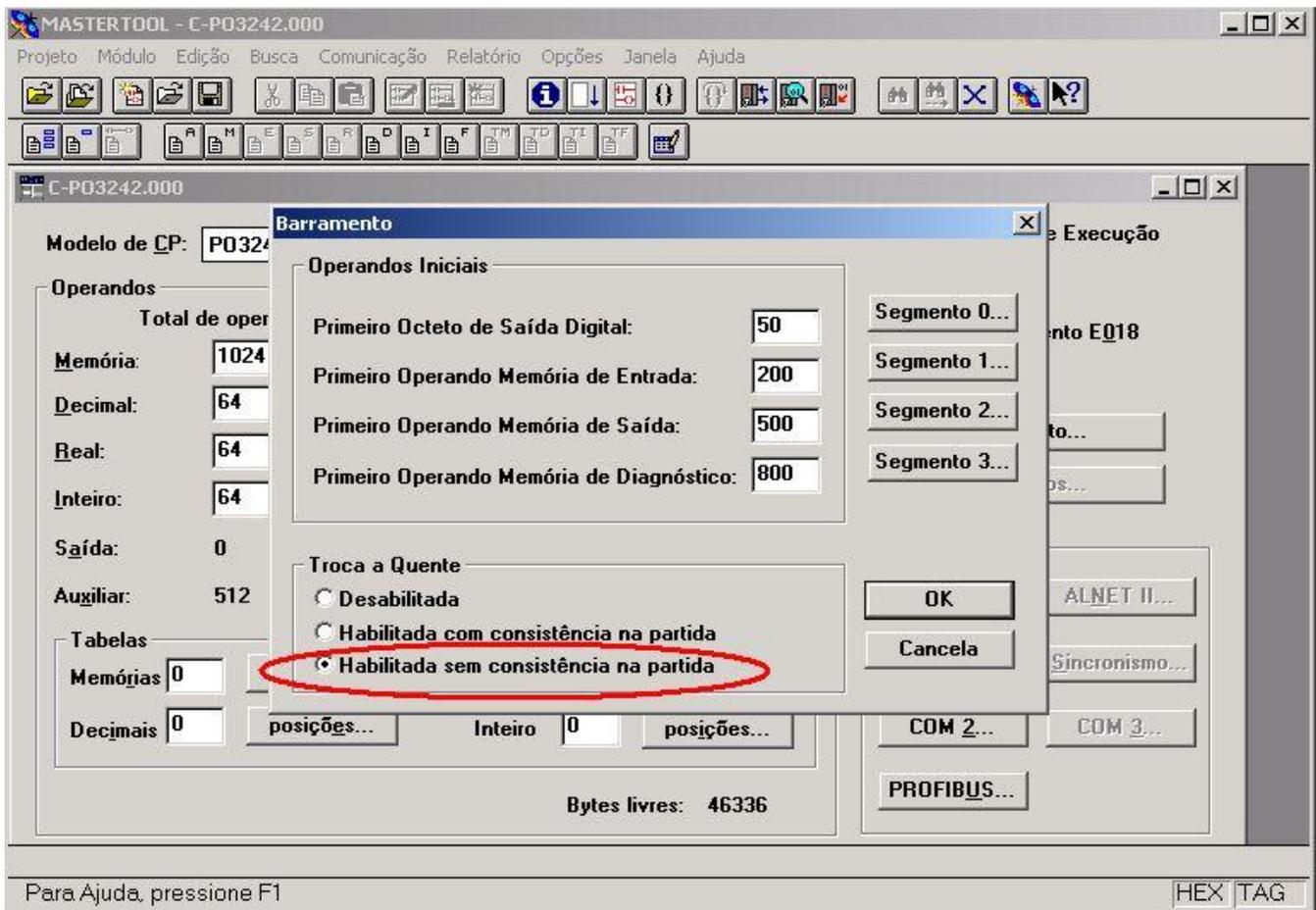


Figura 5-6 Desabilitação da consistência na partida

- Enviar os módulos da aplicação para o CP

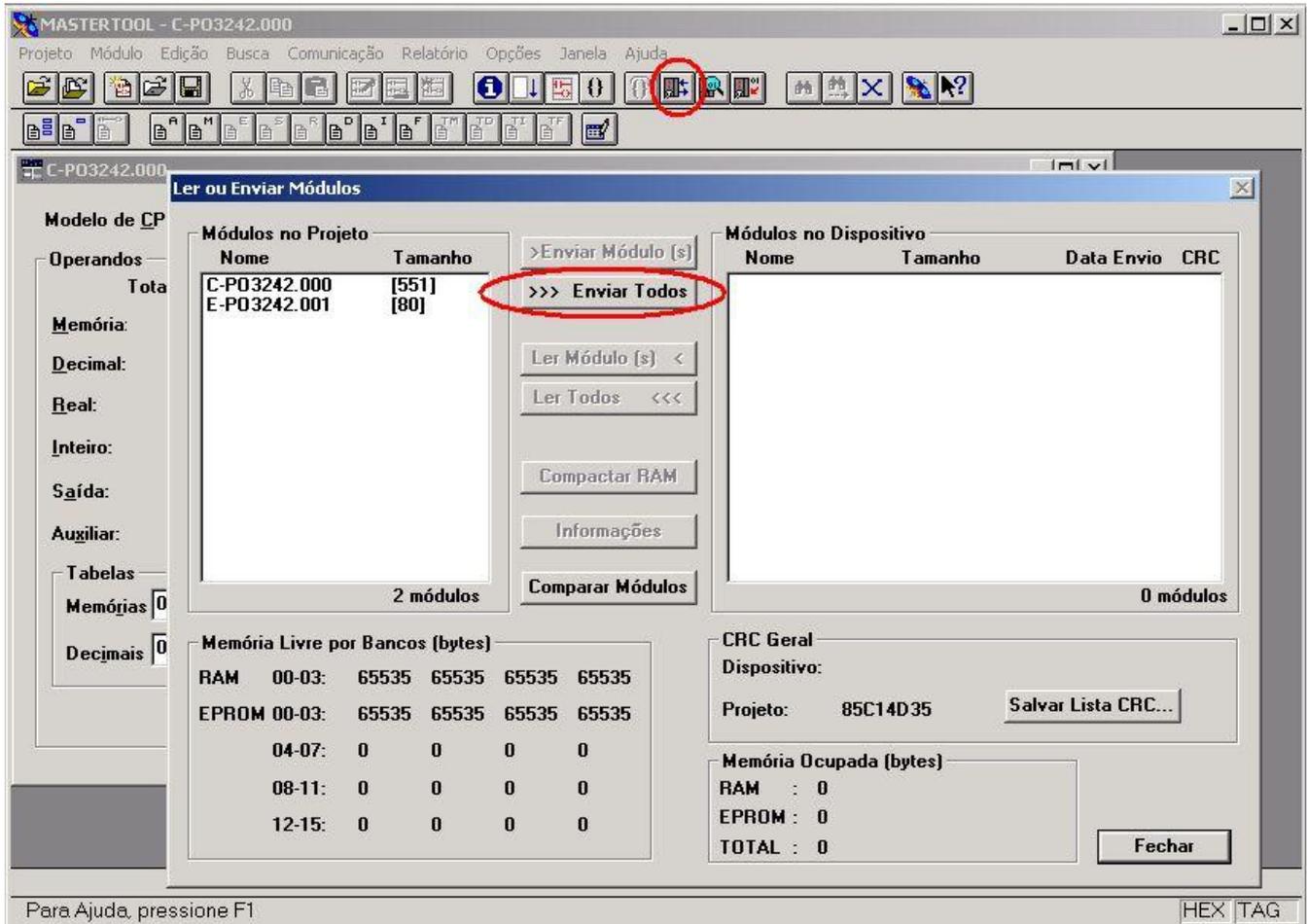


Figura 5-7 Enviar módulos para o CP

- Para uma aplicação rodar é necessário no mínimo os arquivos C-\*.000 e E-\*.001, sem estes o CP entra em erro caso seja colocada em execução.
- Após este passo colocar o CP em execução



Figura 5-8 Passar CP para execução

- Para identificar se está funcionando verifique os LEDs do painel, eles devem indicar que o CP está em execução (LED EX ligado).
- Caso não tenha os módulos presentes ou tenha alguma anormalidade, o LED DG indicará piscando.
- Caso o LED ER esteja ligado indica que houve alguma situação que não permite que o CP funcione, para identificar a causa do problema clicar no botão de Informações e leia o capítulo Manutenção
- Na figura abaixo pode ser visto o botão e a tela de Informações, que indica no exemplo o modo de operação Erro e o motivo, Barramento sem terminação.

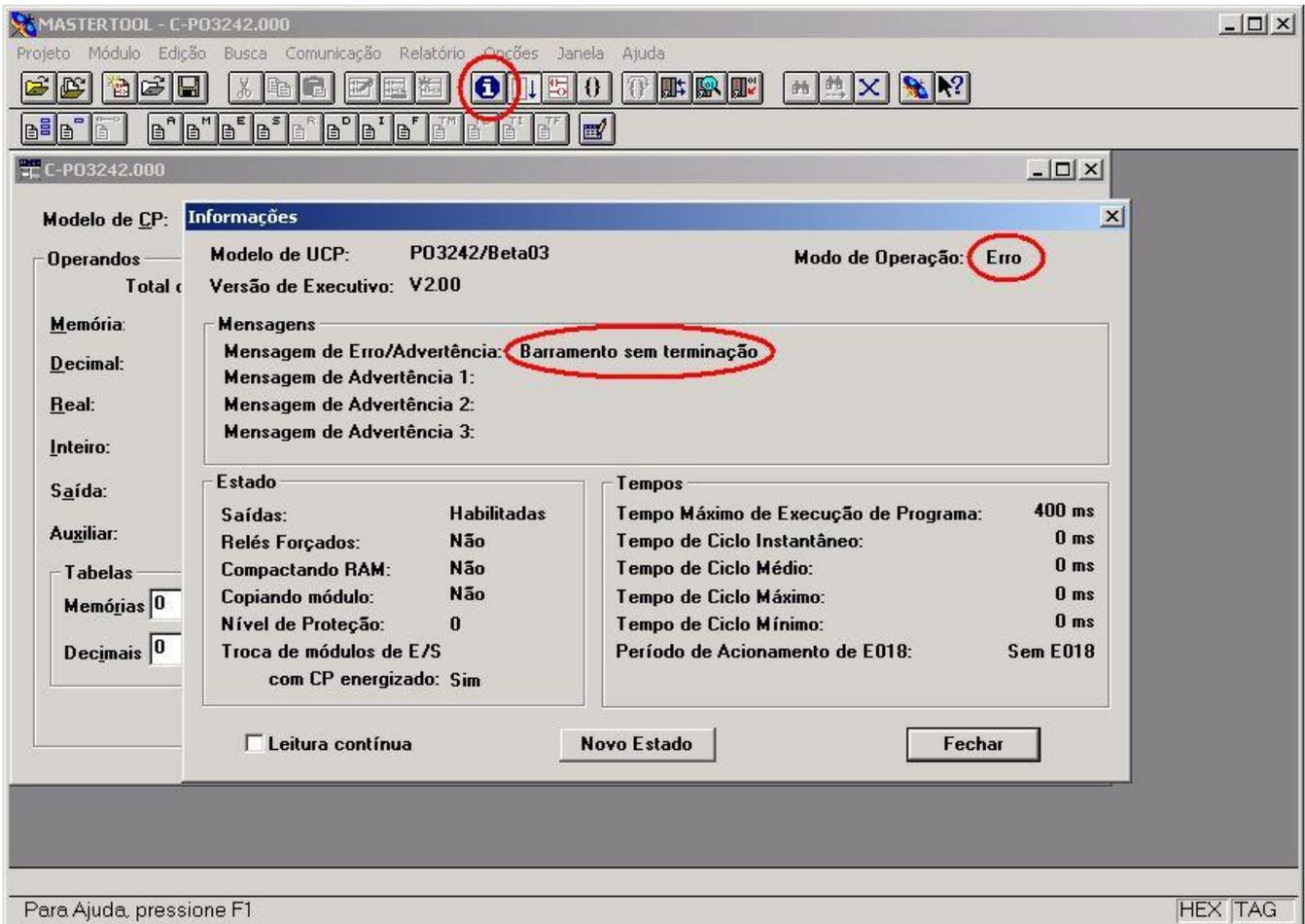


Figura 5-9 Informações do CP em erro de terminação

## 6. Manutenção

Ao longo da operação ou funcionamento do sistema, algumas anormalidades podem ser eventualmente encontradas pelo usuário. Os itens a seguir apresentam as anormalidades mais comuns e dão instruções sobre os procedimentos a serem tomados em cada caso.

### Diagnósticos

Diagnósticos são mensagens que o sistema envia ao usuário relatando anormalidades. Existem duas formas de identificar situações de diagnóstico:

- via painel (visual): através dos LEDs de indicação de estado
- via operandos: através da monitoração de operandos de diagnósticos do CP

### Diagnósticos via Painel

As UCPs da série PO3x42 possuem LEDs na parte superior de seu painel frontal para indicar diferentes modos de operação, atividade da comunicação serial e carga da bateria (EX, PG, ER, WD, TX e RX COM1 e TX COM2), bem como para auxiliar no diagnóstico de eventuais erros (DG).

A tabela a seguir mostra os estados possíveis dos LEDs e a correspondente representação que será utilizada nas próximas páginas:

Estado	Representação
Ligado	●
Piscando rapidamente	X
Piscando 1 vez	1X
Piscando 2 vezes	2X
Piscando 3 vezes	3X
Piscando 4 vezes	4X
Desligado	○
Qualquer estado	-

**Tabela 6-1. Representação dos estados dos LEDs**

Para relembrar, os modos de operação das UCPs são representados pela seguinte combinação:

Modo de operação	Estado dos LEDs				
	EX	PG	DG	ER	WD
Inicialização	●	●	●	●	○
Execução	●	○	-	○	○
Programação	○	●	-	○	○
Ciclado	●	●	-	○	○
Um ciclo executado	1x	1x	-	○	○
Erro	○	○	-	●	○
Erro de cão-de-guarda	-	-	-	-	●

**Tabela 6-2. Modos de operação via LEDs**

#### ATENÇÃO:

O modo erro de cão-de-guarda não constitui um modo de operação propriamente dito, mas é uma situação possível na análise de diagnósticos.

Particularmente, o LED DG tem a função de informar visualmente diagnósticos que estejam ocorrendo no momento. **Quando não houver nenhum diagnóstico a ser indicado, o LED DG permanece ligado.** A tabela a seguir demonstra todas as possibilidades deste LED:

EX	PG	DG	ER	Estado	Causas
●	○	X	○	Execução	- Carregando módulo via serial - Transferência de módulos entre RAM e Flash - Compactando RAM
●	○	1X	○		Erro de declaração de módulos no barramento ou erro de parâmetros
●	○	2X	○		Bateria Descarregada / Sem Bateria
●	○	3X	○		Saídas desabilitadas ou Ponto forçado
●	○	4X	○		Módulo com diagnóstico
○	●	X	○	Programação	Carregando módulo/transferência
○	●	1X	○		Erro de declaração de módulos no barramento ou erro de parâmetros
○	●	2X	○		Bateria Descarregada / Sem Bateria
○	●	4X	○		Módulo com diagnóstico
●	●	X	○	Ciclado	Carregando módulo/transferência
●	●	1X	○		Erro de declaração de módulos no barramento ou erro de parâmetros
●	●	2X	○		Bateria Descarregada / Sem Bateria
●	●	3X	○		Saídas desabilitadas ou Ponto forçado
●	●	4X	○		Módulo com diagnóstico
○	1X	○	●	Erro	Erro sem módulo C000 e/ou E001
1X	○	○	●		Tempo de ciclo excedido
○	○	1X	●		Terminação ausente
○	○	2X	●		- Erro de configuração - Módulo sem parâmetros ou módulo exige parâmetros - Erro de consistência no módulo C001
○	○	3X	●		Módulo diferente do declarado na partida com consistência ou troca a quente desabilitada
○	○	4X	●		Módulo ausente ou excedente na partida com consistência ou troca a quente desabilitada

**Tabela 6-3. Diagnósticos do LED DG**

**ATENÇÃO:**

Nos módulos do barramento, o LED DG indica ausência de anormalidade quando está aceso e a ocorrência de anormalidades quando está piscando intermitentemente. Para obter mais informações sobre os diagnósticos via LED nos módulos, consulte a CT ou o manual específico.

Além do LED DG, os LEDs (TX e RX para COM1 e TX para COM2) também manifestam o estado da atividade desses canais seriais. Os estados que podem ser mostrados por esses LEDs são apresentados na próxima tabela.

Atividade dos canais seriais (COM1, COM2 e COM3)	Estado dos LEDs	
	TX	RX
Sem atividade no canal	○	○
CP transmitindo mensagem	●	○
CP recebendo mensagem	○	●
CP transmitindo e recebendo mensagem continuamente	X	X

Tabela 6-4. LEDs de transmissão e recepção dos canais seriais

### Diagnósticos via Operandos

Além da visualização dos diagnósticos por meio de LEDs, o usuário pode obter informações sobre o sistema ou sobre os módulos através de operandos e de um sistema supervisor, IHM ou programa aplicativo. Existem dois tipos de diagnósticos, definidos a seguir:

- gerados pela UCP: são diagnósticos gerados pela UCP sobre o sistema e informações gerais sobre o barramento, como ausência ou não de módulos, de acordo com a configuração no MasterTool ProPonto;
- gerados pelos módulos do barramento: esses diagnósticos são apenas lidos pela UCP e disponibilizados para o usuário em operandos %M, onde cada módulo possui uma faixa específica de operandos. Esses diagnósticos fornecidos são específicos, sendo necessário consultar a CT do respectivo módulo para entender o seu significado.

Para obter maiores detalhes sobre a configuração dos operandos de diagnósticos, consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025).

Os diagnósticos fornecidos pelo sistema via operandos são apresentados a seguir. Mais adiante, cada um dos operandos e seus respectivos bytes serão apresentados.

#### Modelo da UCP

Com este diagnóstico, é possível identificar qual o modelo da UCP utilizada.

#### Versão Executivo

Informa a versão do software executivo. Esta informação é dividida em dois bytes, por exemplo: para o software executivo versão 1.37, o byte alto informará o valor 01H, e o byte baixo informará o valor 37H.

#### Configuração de Troca a Quente

Apresenta qual configuração de troca a quente foi definida (desabilitada, habilitada com consistência na partida ou habilitada sem consistência na partida).

#### Estado de Operação

Informa o estado em que a UCP se encontra (Inicialização, Execução, Ciclado, Programação ou Erro).

#### Diagnósticos Gerais

Permite identificar a ocorrência de situações diversas:

- **Barramento com módulo não declarado:** Há um ou mais módulos presentes no barramento que não foram declarados na configuração (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência).
- **Barramento com módulo ausente:** Há um ou mais módulos declarados na configuração que não estão sendo acessados. Isso ocorre quando o módulo é retirado em uma operação de troca a quente, quando não está alimentado ou está com defeito (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência).
- **Barramento com módulo trocado:** Há um ou mais módulos que estão diferentes da declaração (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência).
- **Barramento com módulo em erro de parâmetros:** Há um ou mais módulos que receberam parâmetros e não os estão utilizando ou que não receberam parâmetros e os estão exigindo (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência). Para identificar parâmetros errados, é necessário analisar os diagnósticos individuais de cada módulo.

- **Barramento com módulo em diagnóstico:** Há um ou mais módulos sinalizando diagnóstico. Para identificar qual módulo está gerando a ocorrência, é necessário analisar os diagnósticos individuais de cada módulo.
- **Saídas desabilitadas:** Todos os pontos de saídas estão desligados. Isso ocorre quando a UCP recebe um comando de desabilitação das saídas. Consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025) para obter mais informações.
- **Pontos de E/S forçados:** Há pontos de E/S forçados na UCP. Isso ocorre quando a UCP recebe um comando de forçamento. Consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025) para obter mais informações.
- **Movimentação de programa aplicativo:** Uma das seguintes operações está ocorrendo: carga de programa, leitura de programa, transferência de programa entre a RAM e a Flash, a Flash está sendo apagada, a RAM está sendo compactada, etc. Consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025) para obter mais informações.

#### Diagnósticos de Hardware Geral

- **Perda de horário no relógio de tempo real:** O relógio de tempo real do CP perdeu o horário. Possivelmente, a bateria está descarregada ou não está inserida na base.
- **Bateria descarregada/sem bateria:** A bateria não possui mais carga para manter a retentividade e o relógio de tempo real do CP. Outra alternativa é que a bateria não esteja inserida na base.

#### Contadores de Erro do Canal Serial COM2 e COM3

- **Erros da serial COM2:** A cada erro ocorrido na comunicação serial, este contador é incrementado. Os tipos de erros computados neste contador são overrun, paridade e framing, ou seja, erros específicos de comunicação. Se este contador estiver sendo incrementado muitas vezes por ciclo, isso poderá indicar problemas na qualidade da linha de comunicação na serial COM2.
- **Erros da serial COM3:** A cada erro ocorrido na comunicação serial, este contador é incrementado. Os tipos de erros computados neste contador são overrun, paridade e framing, ou seja, erros específicos de comunicação. Se este contador estiver sendo incrementado muitas vezes por ciclo, isso poderá indicar problemas na qualidade da linha de comunicação na serial COM3.

#### Tempo Ciclo do CP

Informa o tempo de ciclo do CP (tempo do programa aplicativo), que pode ser médio, máximo, mínimo ou instantâneo.

#### Estado dos Módulos

Como se poderá ver na tabela geral dos bytes, logo a seguir, os bytes de diagnósticos 18 .. 37 representam os status dos módulos, podendo assumir valores individuais por módulo:

Estados do módulo				Descrição
0	0	0	0	Módulo na posição XX OK ou posição vazia
0	0	0	1	Módulo na posição XX foi encontrado no barramento e não está declarado
0	0	1	0	Módulo na posição XX não responde ou está ausente
0	0	1	1	Identificação do módulo na posição XX é diferente do programado
0	1	0	0	Módulo na posição XX está trancado
0	1	0	1	Erro de envio de parâmetros para módulo não parametrizável ou não envio de parâmetros para módulo parametrizável
0	1	1	0	O módulo na posição XX estava inativo na verificação anterior

Tabela 6-5. Estados dos módulos

*Comunicações com Sucesso*

- **Comunicação com Sucesso COM1:** A cada comunicação serial concluída com sucesso no protocolo ALNET I é incrementado este contador. O bit 7 do byte mais significativo permanece sempre zerado, indicando protocolo ALNET I Escravo.
- **Comunicação com Sucesso COM2:** A cada comunicação serial concluída com sucesso nos protocolos MODBUS Escravo ou ALNET I Escravo é incrementado este contador. O bit 7 do byte mais significativo indica qual protocolo está sendo executado.
- **Comunicação com Sucesso COM3:** A cada comunicação serial concluída com sucesso nos protocolos MODBUS Escravo ou ALNET I Escravo é incrementado este contador. O bit 7 do byte mais significativo indica qual protocolo está sendo executado.

*Tipo de Instrução Inválida*

Algumas instruções para UCPs Altus não são utilizadas nas UCPs PO3x42. Se um programa aplicativo que contenha instruções inválidas for carregado numa PO3x42, será apresentada a mensagem de advertência: Instrução Inválida no Programa.

Para facilitar a localização da instrução inválida, é apresentado em um byte de diagnóstico o código da instrução, conforme a tabela a seguir.

Código	Instrução Inválida
19	CES
20	MES
21	AES
39	A/D
40	D/A
41	ECR
42	LTR
43	LAI
44	ECH
45	LTH
46	LAH

Tabela 6-6. Instruções Inválidas

Os bytes de diagnósticos são disponibilizados ao usuário através de operandos %M, como falado anteriormente. Porém, cada %M possuem dois bytes, fazendo com que dois bytes de diagnósticos sejam apresentados por operando %M. Para identificação da “posição” do byte dentro do operando %M, lembramos que o byte par de diagnóstico representa os bits 8 a 15 do operando %M, enquanto o byte ímpar representa os bits 0 a 7. Na tabela abaixo vemos um exemplo, supondo que o primeiro operando de diagnóstico é o operando %M0000:

Operando	Bits do operando %M															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
%M0000	Byte 00								Byte 01							
%M0001	Byte 02								Byte 03							
%M0002	Byte 04								Byte 05							
%M0003	Byte 06								Byte 07							

Tabela 6-7. Posição dos bytes de diagnósticos nos operandos %M

A tabela a seguir apresenta todos os bytes dos operandos de diagnósticos:

Byte 0 - Modelo da UCP								Descrição
7	6	5	4	3	2	1	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	PO3042
1	1	0	0	0	0	0	1	PO3142
1	1	0	0	0	0	1	0	PO3242
1	1	0	0	0	0	1	1	PO3342
Byte 1 - Reservado								Descrição
x	x	x	x	x	x	x	x	Reservado
Byte 2 - Versão do Executivo H								Descrição
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte alto da versão do executivo
Byte 3 - Versão do Executivo L								Descrição
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte baixo da versão do executivo
Byte 4 - Configuração de Troca a Quente								Descrição
						0	0	Troca a quente desabilitada
						0	1	Habilita troca a quente sem consistência na partida
						1	0	Valor inválido
						1	1	Habilita troca a quente com consistência na partida
X	x	x	x	x	x			Reservado
Byte 5 - Estado de Operação								Descrição
0	0	1	0					Modo Ciclado
0	1	0	0					Modo Programação
1	0	0	0					Modo Execução
				x	x	x	x	Reservado
Byte 6 - Diagnósticos Gerais								Descrição
							0	Não há módulos não declarados no barramento
							1	Barramento com módulo não declarado
							0	Não há módulos ausentes no barramento
							1	Barramento com módulo ausente
						0		Não há módulos trocados no barramento
						1		Barramento com módulo trocado
				0				Não há módulos com erro nos parâmetros no barramento
				1				Barramento com módulo em erro de parâmetros
			0					Não há módulo em diagnóstico no barramento
			1					Barramento com módulo em diagnóstico
		0						Saídas habilitadas
		1						Saídas desabilitadas
	0							Não há pontos de E/S forçados
	1							Pontos de E/S forçados
0								Não há movimentação de programa aplicativo
1								Movimentação de programa aplicativo
Byte 7 - Diagnóstico Hardware Geral								Descrição
							1	Perda de horário no relógio de tempo real
							0	Dados no relógio não foram perdidos
							1	Bateria descarregada/Sem bateria
							0	Bateria OK
					0			Os valores dos operandos retentivos são válidos.
					1			Os operandos retentivos foram reinicializados devido a perda de dados da memória RAM.
				0				Microcontrolador inicializou com fonte de alimentação sem problemas
				1				Houve reset do microcontrolador por detecção de tensão de alimentação abaixo da nominal
x	x	x	x					Reservado

<b>Byte 8 - Contador de Erros COM2</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Erros da serial COM2
<b>Byte 9 - Contador de Erros COM3</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Erros da serial COM3
<b>Byte 10 - Tempo de Execução Médio H</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução médio H
<b>Byte 11 - Tempo de Execução Médio L</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução médio L
<b>Byte 12 - Tempo de Execução Máximo H</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução máximo H
<b>Byte 13 - Tempo de Execução Máximo L</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução máximo L
<b>Byte 14 - Tempo de Execução Mínimo H</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução mínimo H
<b>Byte 15 - Tempo de Execução Mínimo L</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução mínimo L
<b>Byte 16 - Tempo de Execução Instantâneo H</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução instantâneo H
<b>Byte 17 - Tempo de Execução Instantâneo L</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução instantâneo L
<b>Byte 18 - Estado dos Módulos 0-1</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 00
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 01
<b>Byte 19 - Estado dos Módulos 2-3</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 02
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 03
<b>Byte 20 - Estado dos Módulos 4-5</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 04
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 05
<b>Byte 21 - Estado dos Módulos 6-7</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 06
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 07
<b>Byte 22 - Estado dos Módulos 8-9</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 08
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 09
<b>Byte 23 - Estado dos Módulos 10-11</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 10
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 11
<b>Byte 24 - Estado dos Módulos 12-13</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 12
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 13
<b>Byte 25 - Estado dos Módulos 14-15</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 14
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 15
<b>Byte 26 - Estado dos Módulos 16-17</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 16

				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 17
<b>Byte 27 - Estado dos Módulos 18-19</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 18
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 19
<b>Byte 28 - Estado dos Módulos 20-21</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 20
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 21
<b>Byte 29 - Estado dos Módulos 22-23</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 22
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 23
<b>Byte 30 - Estado dos Módulos 24-25</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 24
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 25
<b>Byte 31 - Estado dos Módulos 26-27</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 26
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 27
<b>Byte 32 - Estado dos Módulos 28-29</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 28
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 29
<b>Byte 33 - Estado dos Módulos 30-31</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 30
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 31
<b>Byte 34 - Estado dos Módulos 32-33</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 32
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 33
<b>Byte 35 - Estado dos Módulos 34-35</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 34
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 35
<b>Byte 36 - Estado dos Módulos 36-37</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 36
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 37
<b>Byte 37 - Estado dos Módulos 38-39</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 38
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 39
<b>Byte 38 - Comunicações com Sucesso COM1 H</b>								<b>Descrição</b>
0								Sempre zero (ALNET   Escravo)
	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM1 H
<b>Byte 39 - Comunicações com Sucesso da COM1 L</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM1 L
<b>Byte 40 - Número de Comunicações com Sucesso COM2 H</b>								<b>Descrição</b>
0								ALNET   Escravo
1								MODBUS Escravo
	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM2 H
<b>Byte 41 - Número de Comunicações com Sucesso COM2 L</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM2 L
<b>Byte 42 - Número de Comunicações com Sucesso COM3 H</b>								<b>Descrição</b>
0								ALNET   Escravo
1								MODBUS Escravo

	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM3 H
<b>Byte 43 – Número de Comunicações com Sucesso COM3 L</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM3 L
<b>Byte 44 – Tipo de Instrução Inválida</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Código da instrução inválida do programa aplicativo
<b>Byte 45 a Byte 49</b>								<b>Descrição</b>
x	x	x	x	x	x	x	x	Reservado

Tabela 6-8. Diagnósticos do sistema em operandos

**ATENÇÃO:**

Os bytes de diagnóstico de 38 a 43 só são apresentados em UCPs PO3042 e PO3142 a partir da versão 1.10, ou nas UCPs PO3242 e PO3342 a partir da versão 1.11.  
O byte 44 de diagnóstico só é apresentado nas UCPs PO3x42 a partir da versão 1.11.

**ATENÇÃO:**

Nos módulos do sistema, anormalidades de funcionamento também podem ser identificadas através de palavras de diagnóstico. Nesse caso, é necessário o uso de ferramentas como MasterTool, supervisórios, IHMs (Série FOTON, por exemplo) junto ao canal serial do módulo. Para obter mais informações sobre os diagnósticos via LED nos módulos, consulte a CT ou o manual específico.

## Erros na Operação

A tabela a seguir apresenta as anormalidades mais comuns observadas nas UCPs da série PO3x42, bem como explicações sobre a identificação de cada tipo de erro e procedimentos a serem executados para corrigi-lo.

EX	PG	DG	ER	WD	Estado	Significado	Causa	Ação
-	-	-	-	●	Watchdog	Circuito de cão-de-guarda da UCP ativo	- Erro no programa aplicativo - UCP está com defeito	- Desligar e religar a alimentação AC do sistema. - Se o erro persistir, conectar o programador e passar o CP para o modo Programação, disparando o comando nos três segundos iniciais após a energização. Se a UCP passar para o modo Programação, algum erro no programa aplicativo está ocorrendo e deve ser analisado. Caso não seja possível entrar no modo Programação, isso é sinal de que a UCP está com defeito.
○	1X	○	●	○	Erro	Erro de programa na UCP	- Não há módulos de programa indispensáveis (C-.000 e/ou E-.001) - O programa aplicativo está com erro ou o checksum de algum módulo de programa está incorreto	- Consultar a causa do erro com o programador na janela de informações de estado do CP. - Se o programa aplicativo está correto ou se a causa do erro foi checksum incorreto, passar o CP para o modo Programação, remover todos os módulos do programa e carregar novamente todo o programa aplicativo. Caso o erro persista, isso é sinal de que a UCP está com defeito.
1X	○	○	●	○	Erro	Erro de execução do programa ou de E/S	Durante a execução do programa aplicativo, o tempo de ciclo foi excedido	Consultar a causa do erro com o programador na janela de informações de estado do CP. Observar o LED de diagnóstico ou monitorar os operandos de diagnóstico do sistema. Se o erro for de tempo de ciclo, deve-se reduzir o programa até atingir o tempo de ciclo desejado ou aumentar o tempo máximo de ciclo no programador. Para obter maiores informações, consulte o manual de utilização do software programador utilizado.
○	○	1X	●	○	Erro	Terminação ausente	- A terminação não está presente na última base do barramento - A terminação está invertida - Barramento com defeito	Verifique se a terminação está presente e colocada na posição correta (com a etiqueta visível e na última base do barramento). Em caso afirmativo, verifique se as bases estão corretamente conectadas entre si. Se houver módulos de expansão PO7078 presentes, verifique se os cabos PO8500 e PO8501 estão conectados às expansões.
○	○	2X	●	○	Erro	Erro de configuração	- Um módulo exigia parâmetros e não recebeu ou recebeu parâmetros que não tivesse exigido - Houve um erro de consistência no módulo C001	- A UCP recebeu uma configuração inválida de parâmetros para módulos, onde um módulo que não possuía parâmetros os recebeu, ou onde um módulo que exigia parâmetros não os recebeu. - Houve um erro de consistência no módulo C001 (um módulo de configuração com informações inválidas). Isso pode ocorrer caso o módulo C001 tenha sido modificado por alguma aplicação diferente do programador ou por um programador com uma versão muito antiga.
○	○	3X	●	○	Erro	Declaração errada	Módulo diferente do configurado (caso a troca a quente esteja desabilitada ou habilitada com consistência durante a partida)	A UCP detectou um módulo diferente do configurado em casos onde a troca a quente está desabilitada ou se um erro de detecção ocorrer durante a sua partida com consistência. Verifique a configuração no programador.

○	○	4X	●	○	Erro	Barramento com erro	Módulo ausente ou excedente (caso a troca a quente esteja desabilitada ou habilitada com consistência durante a partida)	Caso todos os módulos estejam no barramento e mesmo assim o CP estiver entrando em erro, algum módulo ou base pode estar com defeito. Para solucionar isso, retire todos os módulos do barramento e insira-os um a um. Além disso, a cada módulo inserido na configuração, teste o funcionamento do CP, até voltar à configuração completa. No caso de identificar um módulo com problema, substitua o módulo e, se isso não solucionar o problema, substitua a base. Se ainda assim, o problema não for solucionado, substitua os módulos de E/S um a um e, finalmente, a UCP.
○	1X	○	○	○	Carga	UCP em modo de carga	A chave CH2 está na posição errada	Neste modo, a UCP não tem as funcionalidades de CP. Para retirar a UCP deste modo, a chave CH2 deve estar na posição 3. A chave CH2 está na parte inferior do módulo UCP PO3042 ou PO3142 ou PO3242 ou PO3342.
1X	1X	○	○	○	Teste	UCP em modo de teste	O software executivo não está presente na Flash	Neste modo, a UCP não tem as funcionalidades de CP. Para tirar a UCP deste modo, é necessário contatar o suporte e encaminhar o módulo para manutenção.

Tabela 6-9. Situações de erro na UCP

## Outras Situações de Erro

A tabela a seguir apresenta outras situações de erro que podem ser observadas nas UCPs.

Situação	Ação
O LED RX ALNET I não pisca quando se buscam informações do CP com o programador através de canal serial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar o modelo e as condições do cabo de interligação do microcomputador com a UCP.</li> <li>- Conferir se o canal de comunicação utilizado no microcomputador é o mesmo selecionado pelo programador.</li> <li>- Verificar o aterramento entre os equipamentos.</li> <li>- Caso o erro persista, provavelmente a porta serial do microcomputador ou do CP estão danificadas.</li> <li>- Substituir a UCP e utilizar outro microcomputador ou outra porta serial com o software programador.</li> </ul>
O LED RX pisca e o LED TX não pisca quando se buscam informações do CP com o software programador através deste canal serial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar as condições do cabo de interligação do microcomputador com a UCP.</li> <li>- Verificar a velocidade de comunicação e a habilitação dos sinais de modem. No caso da PO3142/PO3242/PO3342, verificar se o canal está configurado como ALNET I.</li> <li>- Para protocolos diferentes do ALNET I, verificar as configurações. Persistindo o erro, substituir a UCP</li> <li>- Verificar a correta configuração do endereço de comunicação.</li> </ul>
O LED DG em algum módulo de E/S está piscando	O LED DG dos módulos pode piscar em frequências diferentes para indicar algum diagnóstico. Deve-se ler a CT do módulo para identificar o motivo do diagnóstico e solucioná-lo.
O LED DG em algum módulo de E/S não acende	Verificar as conexões de alimentação na CT do módulo correspondente.
Pontos de entrada ou saída analógica com leituras erradas	Verificar se os cabos e as instalações respeitam as especificações descritas na CT do módulo.

**Tabela 6-10. Outras situações de erro**

### ATENÇÃO:

Se, após a execução desses procedimentos, o problema não for resolvido, recomenda-se anotar os procedimentos executados, substituir os equipamentos avariados e entrar em contato com o Departamento de Suporte da ALTUS para manutenção do sistema.

## Troca da Bateria

Uma bateria tem vida útil estimada de um ano ou mais, em função da temperatura ambiente. Como já foi visto anteriormente, a necessidade de troca da bateria é indicada por uma mensagem de advertência, que pode ser verificada utilizando o programador, ou através de diagnóstico no LED DG do painel ou também nos operandos %M..

A troca deve ser efetuada conforme descrito a seguir.

1. Antes de iniciar a troca, visto que o sistema é sensível a cargas eletrostáticas, toque em algum objeto metálico aterrado, para evitar acidentes.
2. Abra a tampa do compartimento da bateria, situada na base do módulo. Para isso, desloque a tampa na direção indicada pela seta Open.
3. Retire a bateria, comprimindo a parte superior da mesma com a ponta do dedo, como indicado em (1) na figura a seguir (a bateria deslizará para baixo).
4. Posicione a nova bateria com a polaridade positiva (+) voltada para o lado externo da base. A bateria deve ser colocada deslizando-a de baixo para cima, conforme indicado em (2).

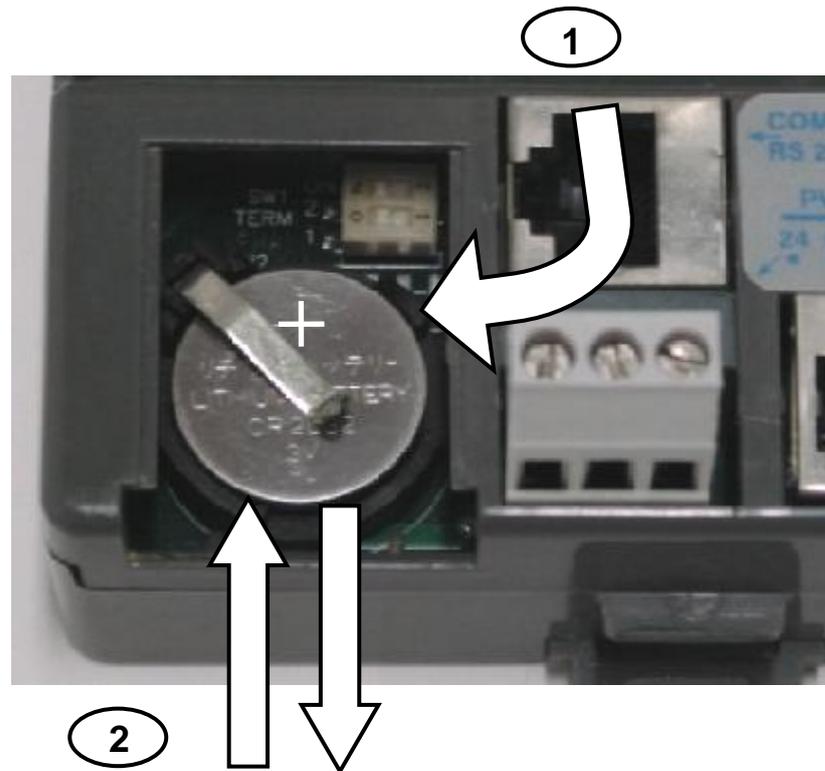


Figura 6-1. Troca da bateria

**ATENÇÃO:**

- Recomendamos a peça de reposição de código PO8530 para a troca de bateria.
- A UCP poderá estar energizada e em modo de execução durante a troca.

**PERIGO:**

A instalação da bateria com a polaridade invertida poderá causar a explosão da mesma e resultar em lesões ao usuário e danos ao produto.

## Manutenção Preventiva

- Deve-se verificar, a cada ano, se os cabos de interligação estão com as conexões firmes, sem depósitos de poeira, principalmente os dispositivos de proteção.
- Em ambientes sujeitos a contaminação extrema, deve-se efetuar limpezas periódicas e preventivas no equipamento, retirando resíduos, poeira, etc.

**CUIDADO:**

Antes de qualquer manutenção, é importante descarregar eventuais potenciais estáticos acumulados no corpo. Para isso, toque (com as mãos nuas) em uma superfície metálica aterrada antes de manipular os módulos. Tal procedimento garante que os níveis de eletricidade estática suportados pelo módulo não serão ultrapassados.

## 7. Aplicações Especiais com Serial RS-232

Este capítulo descreve como os conectores seriais RS-232 (COM1 e COM3) podem ser utilizados em aplicações especiais que exijam a utilização de sinais de controle (RTS, CTS, DTR e DSR), além dos sinais de dados normais (TXD e RXD).

### Pinagem dos Conectores

A figura a seguir mostra a pinagem dos conectores dos canais seriais COM1, existente nas UCPs da série PO3x42, e COM3, existente na UCP PO3142.

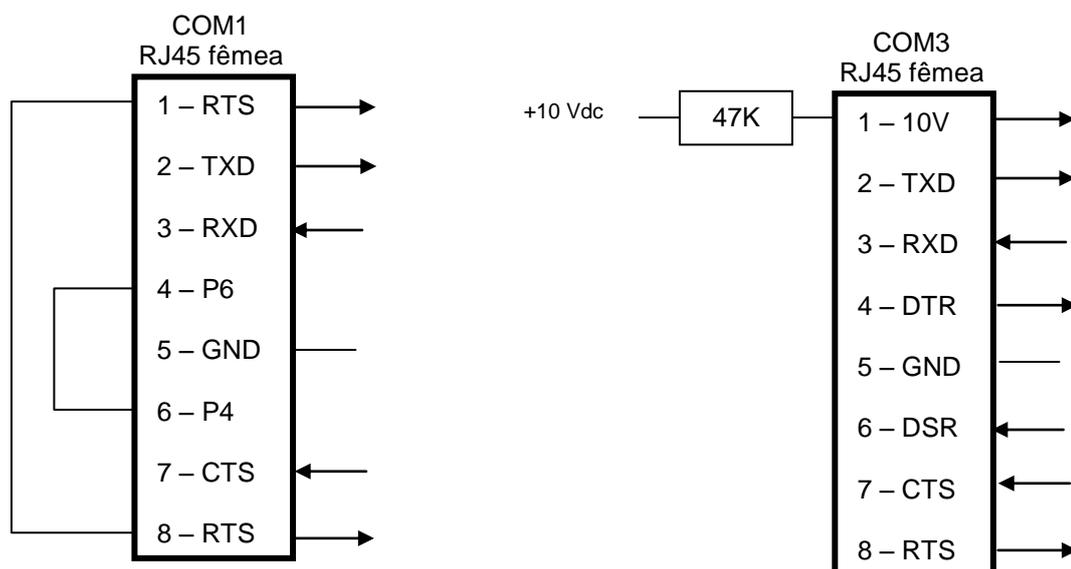


Figura 7-1. Pinagem dos conectores COM1 e COM3

Com base na figura, pode-se observar:

- O canal COM3 é mais completo, pois também disponibiliza os sinais DTR e DSR.
- No canal COM1, o sinal RTS está disponível nos pinos 1 e 8, embora o padrão seja utilizar o pino 8.
- No canal COM1, os pinos 4 e 6 estão conectados entre si. O usuário pode, eventualmente, fazer uso desta interconexão.
- No canal COM3, o pino 1 está ligado a +10 Vdc através de um resistor de 47 K ohms.

#### ATENÇÃO:

Os sinais RTS e CTS no canal COM1 só estão disponíveis nas UCPs PO3042, PO3242 e PO3342.

### Handshake de Hardware RTS/CTS em Modens Rádio

Um rádio geralmente tem sua portadora comutada (ligada) apenas quando está transmitindo, e desligada quando não está transmitindo. Isso ocorre pelos seguintes motivos:

- para economizar energia enquanto o rádio não estiver transmitindo
- para evitar o superaquecimento do transmissor (duty cycle <100%)
- para que outro rádio possa utilizar a mesma frequência enquanto este não estiver transmitindo

Em transceptores de rádio manuais (walkie-talkies), por exemplo, normalmente existe um botão de PTT (push to talk) que o operador deve apertar antes de falar e soltar depois de ter falado. No caso de transmissão de dados via modens rádio, a saída RTS do CP deve ser utilizada para acionar o PTT do rádio e ligar a portadora. Depois de ligar o PTT, em tese, o CP poderia começar a transmitir os dados através de sua saída TXD. No entanto, na prática, existe um atraso de estabilização da portadora. Como resultado, ao acionar o RTS (PTT do rádio), a portadora é ligada, mas somente depois de algum tempo a portadora se estabiliza e é reconhecida pelo(s) rádio(s) receptor(es). Este tempo varia de acordo com o modelo de cada modem rádio. Por fim, para que o CP saiba o momento em que pode iniciar a transmissão de dados (TXD), o modem rádio lhe devolve uma saída (CTS), que é ligada na entrada CTS do CP.

Portanto, o protocolo de transmissão de dados entre o CP e o modem rádio, chamado de handshake RTS/CTS, se estabelece da seguinte maneira:

1. Quando o CP deseja transmitir, ele liga sua saída RTS, que está ligada na entrada RTS do modem rádio. Deve-se observar que, no CP, RTS é uma saída, e no modem rádio, RTS é uma entrada.
2. Quando o modem rádio percebe que sua entrada RTS foi ligada, ele liga a portadora (PTT) e, depois de um tempo característico deste modelo de rádio, liga a saída de CTS.
3. Quando o CP percebe que sua entrada CTS foi ligada, ele inicia a transmissão de dados via saída TXD, ligada na entrada TXD do modem rádio. Deve-se observar que, no modem rádio, CTS é uma saída, e no CP, CTS é uma entrada, assim como o TXD, que é uma saída no CP e uma entrada no modem rádio.
4. Caso o CP não receba o retorno de CTS do modem rádio até 1 segundo depois de ter ligado sua saída de RTS solicitando a transmissão, o processo de transmissão é abortado, e um erro é sinalizado (timeout de CTS).
5. Caso o CP tenha recebido o retorno de CTS antes de 1 segundo, é iniciada a transmissão de dados via TXD. A saída de RTS é desligada assim que a transmissão de dados encerra.

O modem rádio, ao perceber o desligamento de sua entrada RTS, desliga sua portadora (PTT) e sua saída CTS.

A figura a seguir mostra o timing dos sinais RTS, CTS e TXD durante uma transmissão de dados. Além disso, o item DCD (detecção da portadora) ilustra o que acontece no sinal DCD de um rádio que está recebendo esta transmissão de dados. E o item RXD ilustra o que acontece no sinal RXD de um rádio que está recebendo esta transmissão de dados.

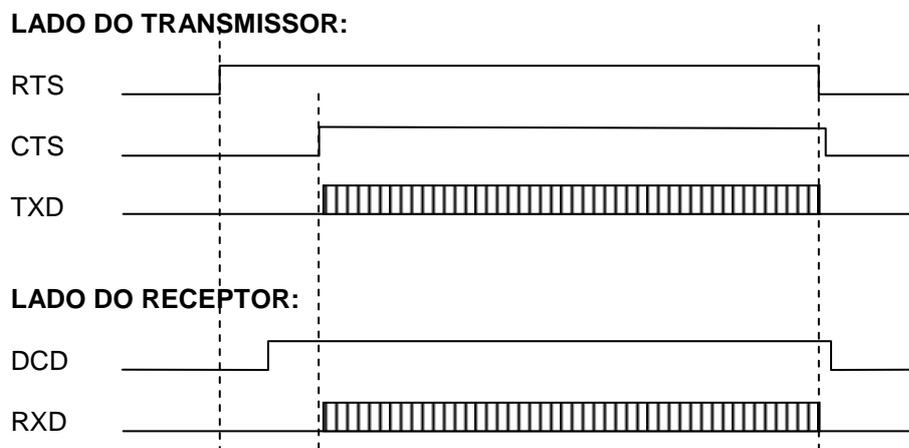
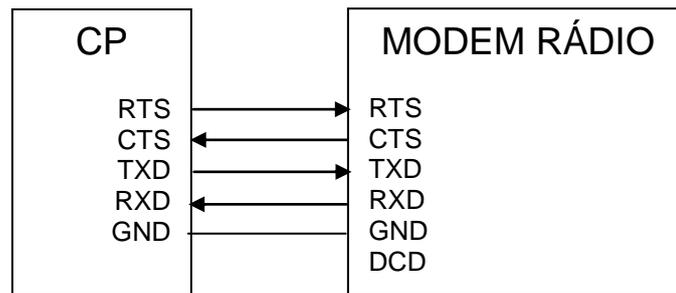


Figura 7-2. Timing dos sinais RTS, CTS e TXD

A figura seguinte ilustra como deve ser feita a conexão entre o CP e o modem rádio.



**Figura 7-3. Conexão do CP com um modem rádio**

**ATENÇÃO:**

Alguns modems rádio mais modernos e inteligentes dispensam a utilização do handshake RTS/CTS, uma vez que o cabo de interconexão com o CP torna o uso dos sinais RTS e CTS desnecessário. Esses modems rádio gerenciam automaticamente a ativação e desativação da portadora (PTT), analisando o sinal de dados (TXD). Este gerenciamento é feito através de microprocessador ou de outro circuito inteligente instalado no modem rádio.

## Handshake de Hardware RTS/CTS em Conversores RS-485

Conversores RS-485 são instalados em barramentos onde dois ou mais equipamentos com interface RS-485 podem coexistir compartilhando um mesmo meio físico para transmissão e recepção. Sendo assim, somente um dos conversores pode estar transmitindo dados em um determinado instante, a fim de evitar a colisão de dados.

De maneira similar ao caso dos modems rádio, o sinal de RTS deve ser utilizado para habilitar o transmissor do modem RS-485. Enquanto o modem RS-485 não está transmitindo, deve manter seu transmissor desabilitado ou em “alta impedância”.

A diferença principal entre modems rádio e conversores RS-485 geralmente é o tempo de estabilização da portadora: nos modems, o tempo é considerável, da ordem de alguns milésimos de segundo; já no caso de conversores RS-485, assim que o sinal RTS é ativado já se pode iniciar a transmissão de dados via TXD. Isso dispensa o teste de CTS, necessário no caso de modems rádio.

No entanto, para não criar outro tipo de handshake, utiliza-se exatamente o mesmo handshake de RTS/CTS descrito para modems rádio. A maior parte dos conversores RS-485 ativa sua saída CTS imediatamente após receber sua entrada RTS, ou até interconecta seus pinos de RTS e CTS. Se o modem não tiver o pino de CTS, pode-se providenciar uma interconexão no cabo.

Existem dois métodos recomendados de interconexão entre o CP e um modem RS-485. A figura a seguir mostra esses dois métodos.

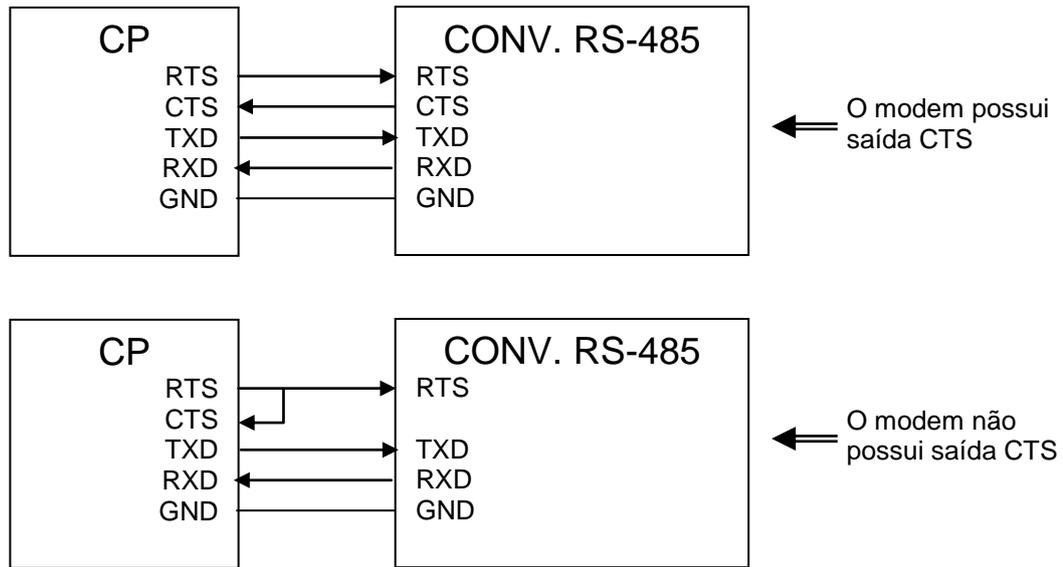


Figura 7-4. Conexão do CP com um conversor RS-485

A figura abaixo mostra o timing dos sinais RTS, CTS e TXD durante uma transmissão de dados.

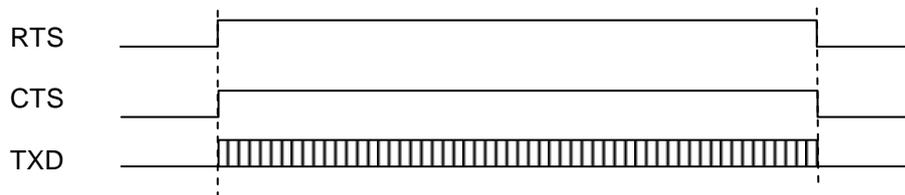


Figura 7-5. Timing dos sinais RTS, CTS e TXD

**ATENÇÃO:**

Alguns conversores RS-485 mais modernos e inteligentes dispensam a utilização do handshake RTS/CTS, uma vez que a interconexão com o CP torna o uso dos sinais RTS e CTS desnecessário. Esses conversores gerenciam automaticamente a ativação e desativação do driver de transmissão, analisando o sinal de dados (TXD). Este gerenciamento é feito através de microprocessador ou de outro circuito inteligente instalado no modem RS-485.

## Verificação de Conexão em Modems de Linha Discada

Num modem para linha telefônica discada, o sinal de saída DCD pode ser utilizado para indicar que a conexão com outro modem (modem remoto) foi estabelecida.

O processo de discagem (ou conexão) pode ser efetuado pelo CP através da linha TXD (comandos AT). Depois de executar o processo de discagem, é importante que o CP saiba se a conexão foi estabelecida ou não. Além disso, durante a transmissão de dados, o CP deve saber se a conexão continua ativa ou se foi desativada por algum motivo. Finalmente, após a transmissão de dados, o processo de desconexão pode ser novamente efetuado pelo CP através da linha TXD (comandos AT).

Embora o CP não possua uma entrada DCD, o canal serial COM3 apresenta uma entrada DSR, que pode ser lida pelo CP. Desta forma, se a saída DCD do modem for conectada à entrada DSR do CP, o

CP poderá verificar a existência de uma conexão ativa. A figura a seguir mostra uma interconexão típica entre CP e modem para conexão via comandos AT, transmissão de dados, desconexão via comandos AT e verificação de conexão através do sinal DCD.

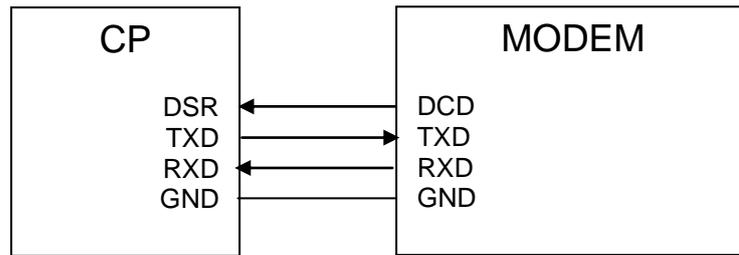


Figura 7-6. Interconexão típica entre o CP e um modem de linha discada

### Discagem com DTR em Modems de Linha Discada

Conforme visto anteriormente, num modem para linha telefônica discada, os processos de conexão e desconexão normalmente são feitos através de comandos AT na linha TXD. Entretanto, para gerar esses comandos AT, é preciso que funções especiais sejam implementadas no CP.

Em casos mais simples, onde o CP deve discar para um número fixo, existe um procedimento de conexão e desconexão mais simples, disponível em diversos modems do mercado. Este método consiste em ligar a entrada DTR do modem para solicitar a conexão e desligá-la para forçar a desconexão.

A figura a seguir mostra uma interconexão típica entre o CP e um modem para conexão e desconexão via DTR e verificação de conexão através do sinal DCD (conforme descrito anteriormente).

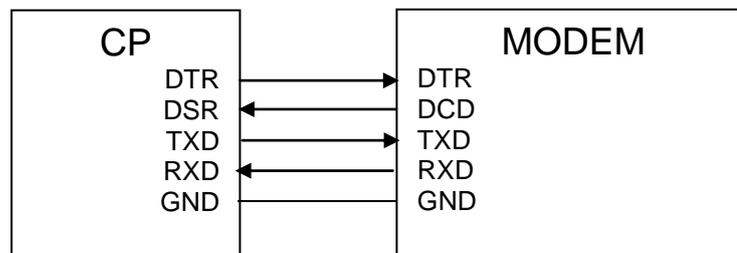


Figura 7-7. Interconexão típica entre o CP e um modem de linha discada via DTR

## 8. Glossário

<b>Barramento</b>	Conjunto de sinais elétricos agrupados logicamente com a função de transferir informação e controle entre diferentes elementos de um subsistema. Na Série Ponto, conjunto de módulos de E/S interligados a uma UCP ou cabeça de rede de campo.
<b>Barramento local</b>	Conjunto de módulos de E/S interligados a uma UCP.
<b>Barramento remoto</b>	Conjunto de módulos de E/S interligados a uma cabeça de rede de campo.
<b>Base</b>	Componente onde são inseridos os módulos de E/S, UCPs, fontes e demais módulos da Série Ponto.
<b>Baud rate</b>	Taxa com que os bits de informação são transmitidos através de uma interface serial ou rede de comunicação (medido em bits/segundo).
<b>Bit</b>	Unidade básica de informação, podendo estar no estado 0 ou 1.
<b>Broadcast</b>	Disseminação simultânea de informação a todos os nós interligados a uma rede de comunicação.
<b>BT</b>	Sigla para teste de bateria em inglês (battery test).
<b>Byte</b>	Unidade de informação composta por oito bits.
<b>Cabeça de rede de campo</b>	Módulo escravo de uma rede de campo. É responsável pela troca de dados entre seus módulos e um mestre de rede de campo.
<b>Cabo da rede de campo</b>	Cabo que conecta os nós de uma rede de campo, como a interface de rede de campo e a cabeça de rede de campo.
<b>Cabo de expansão</b>	Cabo que interliga os expansores de barramento.
<b>Canal serial</b>	Interface de um equipamento que transfere dados no modo serial.
<b>Ciclo de varredura</b>	Uma execução completa do programa aplicativo de um controlador programável.
<b>Circuito de cão-de-guarda</b>	Circuito eletrônico destinado a verificar a integridade do funcionamento de um equipamento.
<b>Código chave mecânica</b>	Dois dígitos definidos por meio de chaves mecânicas, programáveis na base com o objetivo de impedir a montagem de módulos não-compatíveis.
<b>Código comercial</b>	Código do produto, formado pelas letras PO, seguidas por quatro números.
<b>Controlador programável</b>	Também chamado de CP. Equipamento que realiza controle sob o comando de um programa aplicativo. É composto de uma UCP, uma fonte de alimentação e uma estrutura de E/S.
<b>CP</b>	Veja controlador programável.
<b>CRC</b>	São bits calculados e inseridos no frame de comunicação para garantir a sua integridade. O CRC é calculado pelo transmissor e conferido pelo receptor.
<b>Default</b>	Valor predefinido para uma variável, utilizado em caso de não haver definição.
<b>Delay</b>	Tempo de atraso. Inserido por uma varredura, dispositivo ou parte de um software.
<b>Diagnóstico</b>	Procedimento utilizado para detectar e isolar falhas. É também o conjunto de dados usados para tal determinação, que serve para a análise e correção de problemas.
<b>E/S</b>	Veja entrada/saída.
<b>EIA RS-485</b>	Padrão industrial (nível físico) para comunicação de dados.
<b>Endereço da cabeça de rede de campo</b>	É o endereço de um nó da rede de campo, ajustado na base do módulo da cabeça de rede de campo.
<b>Endereço de módulo</b>	Endereço pelo qual o CP realiza acessos a um determinado módulo de E/S.
<b>Entrada/saída</b>	Também chamado de E/S. Dispositivos de E/S de dados de um sistema. No caso de CPs, correspondem tipicamente a módulos digitais ou analógicos de entrada ou saída que monitoram ou acionam o dispositivo controlado.
<b>EPROM</b>	Significa Erasable Programmable Read Only Memory. É uma memória somente de leitura, apagável e programável. Não perde seu conteúdo quando desenergizada.
<b>ER</b>	Sigla usada para indicar erro nos leds.
<b>Escravo</b>	Equipamento ligado a uma rede de comunicação que só transmite dados se for solicitado por outro equipamento denominado mestre.
<b>Estação de supervisão</b>	Equipamento ligado a uma rede de CPs ou instrumentação com a finalidade de monitorar ou controlar variáveis de um processo.
<b>Expansor de barramento</b>	Módulo que interliga um segmento de barramento em outro
<b>Fiação de campo</b>	Cabos que conectam sensores, atuadores e outros dispositivos do processo/máquina nos módulos de E/S da Série Ponto.
<b>Flash EPROM</b>	Memória não-volátil, que pode ser apagada eletricamente.
<b>Freeze</b>	Em redes PROFIBUS, é o estado da rede quando os dados das entrada são congelados.
<b>Gateway</b>	Equipamento para a conexão de duas redes de comunicação com diferentes protocolos.
<b>GBL</b>	Barramento local dos módulos da Série Ponto.
<b>Hardware</b>	Equipamentos físicos usados em processamento de dados onde normalmente são executados programas (software).

<b>IHM</b>	Interface homem-máquina, dispositivo utilizado para a visualização e/ou entrada de comandos.
<b>Interface</b>	Dispositivo que adapta elétrica e/ou logicamente a transferência de sinais entre dois equipamentos.
<b>Interface de rede de campo</b>	Módulo mestre de redes de campo, localizado no barramento local e destinado a fazer a comunicação com cabeças de rede de campo.
<b>Interrupção</b>	Evento com atendimento prioritário que temporariamente suspende a execução de um programa e desvia para uma rotina de atendimento específica
<b>ISOL.</b>	Sigla usada para indicar isolado ou isolamento.
<b>kbytes</b>	Unidade representativa de quantidade de memória. Representa 1024 bytes.
<b>Ladder</b>	Ver linguagem de relés e blocos Altus.
<b>LED</b>	Sigla para light emitting diode. É um tipo de diodo semiconductor que emite luz quando estimulado por eletricidade. Utilizado como indicador luminoso.
<b>Linguagem Assembly</b>	Linguagem de programação do microprocessador, também conhecida como linguagem de máquina.
<b>Linguagem de programação</b>	Um conjunto de regras e convenções utilizado para a elaboração de um programa.
<b>Linguagem de relés e blocos Altus</b>	Conjunto de instruções e operandos que permitem a edição de um programa aplicativo para ser utilizado em um CP.
<b>Lógica</b>	Matriz gráfica onde são inseridas as instruções de linguagem de um diagrama de relés que compõe um programa aplicativo. Um conjunto de lógicas ordenadas seqüencialmente constitui um módulo de programa.
<b>MasterTool</b>	Identifica o programa Altus para microcomputador, executável em ambiente WINDOWS®, que permite o desenvolvimento de aplicativos para os CPs das séries Ponto, Piccolo, AL-2000, AL-3000 e Quark. Ao longo do manual, este programa é referido pela própria sigla ou como programador MasterTool.
<b>Menu</b>	Conjunto de opções disponíveis e exibidas por um programa no vídeo e que podem ser selecionadas pelo usuário a fim de ativar ou executar uma determinada tarefa.
<b>Mestre</b>	Equipamento ligado a uma rede de comunicação de onde se originam solicitações de comandos para outros equipamentos da rede.
<b>Módulo (referindo-se a hardware)</b>	Elemento básico de um sistema completo que possui funções bem definidas. Normalmente é ligado ao sistema por conectores, podendo ser facilmente substituído.
<b>Módulo (referindo-se a software)</b>	Parte de um programa aplicativo capaz de realizar uma função específica. Pode ser executado independentemente ou em conjunto com outros módulos, trocando informações através da passagem de parâmetros.
<b>Módulo C</b>	Veja módulo de configuração.
<b>Módulo de configuração</b>	Também chamado de módulo C. É um módulo único em um programa de CP que contém diversos parâmetros necessários ao funcionamento do controlador, tais como a quantidade de operandos e a disposição dos módulos de E/S no barramento.
<b>Módulo de E/S</b>	Módulo pertencente ao subsistema de entradas e saídas.
<b>Módulo E</b>	Veja módulo execução.
<b>Módulo execução</b>	Módulo que contém o programa aplicativo, podendo ser de três tipos: E000, E001 e E018. O módulo E000 é executado uma única vez, na energização do CP ou na passagem de programação para execução. O módulo E001 contém o trecho principal do programa que é executado ciclicamente, enquanto que o módulo E018 é acionado por interrupção de tempo.
<b>Módulo F</b>	Veja módulo função.
<b>Módulo função</b>	Módulo de um programa de CP que é chamado a partir do módulo principal (módulo E) ou a partir de outro módulo função ou procedimento, com passagem de parâmetros e retorno de valores. Atua como uma sub-rotina.
<b>Módulo P</b>	Veja módulo procedimento.
<b>Módulo procedimento</b>	Módulo de um programa de CP que é chamado a partir do módulo principal (módulo E) ou a partir de outro módulo procedimento ou função, sem a passagem de parâmetros.
<b>Nibble</b>	Unidade de informação composta por quatro bits.
<b>Nó ou nodo</b>	Qualquer estação de uma rede com capacidade de comunicação utilizando um protocolo estabelecido.
<b>Octeto</b>	Conjunto de oito bits numerados de 0 a 7.
<b>Operandos</b>	Elementos sobre os quais as instruções atuam. Podem representar constantes, variáveis ou um conjunto de variáveis.
<b>PC</b>	Sigla para programmable controller. É a abreviatura de controlador programável em inglês.
<b>Programa aplicativo</b>	É o programa carregado em um CP, que determina o funcionamento de uma máquina ou processo.
<b>Programa executivo</b>	Sistema operacional de um controlador programável. Controla as funções básicas do controlador e a execução de programas aplicativos.
<b>Protocolo</b>	Regras de procedimentos e formatos convencionais que, mediante sinais de controle, permitem o estabelecimento de uma transmissão de dados e a recuperação de erros entre equipamentos.
<b>RAM</b>	Sigla para random access memory. É a memória onde todos os endereços podem ser acessados diretamente de forma aleatória e com a mesma velocidade. É volátil, ou seja, seu conteúdo é perdido quando o equipamento é desenergizado, a menos que se possua uma bateria para a retenção dos valores.
<b>Rede de comunicação</b>	Conjunto de equipamentos (nós) interconectados por canais de comunicação.
<b>Rede de comunicação</b>	Rede de comunicação onde a transmissão e a recepção de informações entre os diversos nós é garantida

---

<b>determinística</b>	com um tempo máximo conhecido.
<b>Rede de comunicação mestre-escravo</b>	Rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas somente a partir de um único nó (mestre da rede) ligado ao barramento de dados. Os demais nós da rede (escravos) apenas respondem quando solicitados.
<b>Rede de comunicação multimestre</b>	Rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas por qualquer nó ligado ao barramento de dados.
<b>Ripple</b>	Ondulação presente em tensão de alimentação contínua.
<b>RX</b>	Sigla usada para indicar recepção serial.
<b>Segmento de barramento</b>	Parte de um barramento. Um barramento local ou remoto pode ser dividido em, no máximo, quatro segmentos de barramento.
<b>Software</b>	Programas de computador, procedimentos e regras relacionadas à operação de um sistema de processamento de dados.
<b>Soquete</b>	Dispositivo no qual se encaixam circuitos integrados ou outros componentes, facilitando a substituição dos mesmos e simplificando a manutenção.
<b>Sub-rede</b>	Segmento de uma rede de comunicação que interliga um grupo de equipamentos (nós) com o objetivo de isolar o tráfego local ou utilizar diferentes protocolos ou meio físicos.
<b>Subsistema de E/S</b>	Conjunto de módulos de E/S digitais ou analógicos e interfaces de um controlador programável.
<b>Supercap</b>	Capacitor que auxilia a bateria a manter a memória e relógio. O Supercap permite que a UCP possa ser retirada de sua base por pelo menos 2 horas sem que o conteúdo da memória ou o tempo/calendário sejam perdidos.
<b>Tag</b>	Nome associado a um operando ou a uma lógica que permite uma identificação resumida de seu conteúdo.
<b>Terminação de barramento</b>	Componente que deve ser conectado no último módulo de um barramento.
<b>Time-out</b>	Tempo preestabelecido máximo para que uma comunicação seja completada. Se for excedido procedimentos de retentativa ou diagnóstico serão ativados.
<b>Trilho</b>	Elemento metálico com perfil normalizado segundo a norma DIN50032, também chamado de trilho TS35.
<b>Troca a quente</b>	Procedimento de substituição de módulos de um sistema sem a necessidade de desenergização do mesmo. Normalmente utilizado em trocas de módulos de E/S.
<b>TX</b>	Sigla usada para indicar transmissão serial.
<b>UCP</b>	Sigla para unidade central de processamento. Controla o fluxo de informações, interpreta e executa as instruções do programa e monitora os dispositivos do sistema.
<b>WD</b>	Sigla para cão-de-guarda em inglês (watchdog). Veja circuito de cão-de-guarda.
<b>Word</b>	Unidade de informação composta por 16 bits.