
Manual de Utilização

PX3414

Rev. A 01/2007
Cód. Doc.: MU212004



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 consequências 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, MasterToolXE, Quark, ALNET e WebPlc são marcas registradas da Altus Sistemas de Informática S.A.

Windows NT, 2000 e XP são marcas registradas da Microsoft Corporation.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
Características do Módulo PX3414	2
Documentos Relacionados a este Manual.....	2
Inspeção Visual.....	2
Suporte Técnico.....	3
Mensagens de Advertência Utilizadas neste Manual	3
2. DESCRIÇÃO TÉCNICA.....	4
Descrição do Painel	4
Características Técnicas.....	5
Características Gerais.....	5
Características Elétricas.....	6
Características de Conexão.....	6
Características de Software.....	6
Compatibilidades	7
Protocolo ALNET II sobre TCP/IP	9
Protocolo MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP.....	11
Redundância de Comunicação.....	13
Sistema de Segurança de Acesso	15
ALNET II sobre TCP/IP.....	15
MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP	15
Desempenho de Comunicação	16
Dimensões Físicas.....	17
Dados para Compra	18
Itens Integrantes	18
Código do Produto	18
Produtos Relacionados	18
3. CONFIGURAÇÃO	19
Declaração no Barramento do CP	19
Regras para Declaração das Interfaces Ethernet no Barramento	21
Configuração dos Parâmetros da Interface.....	21
Parâmetros Básicos	22
Parâmetros Avançados	24
Parâmetros de Redundância.....	35
Valores Default e Limites dos Parâmetros	38
Timeout Inter Sub-rede das Instruções ECR e LTR	39
Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação.....	40
Relações MODBUS	42
MODBUS Cliente	44
MODBUS Servidor.....	48
4. DIAGNÓSTICOS	51
Diagnósticos do Painel.....	51
LEDs do Conector RJ45.....	51
LEDs do Painel	52

Diagnósticos em Operandos.....	52
Controle e Endereçamentos MAC e IP	53
Transmissão	54
Recepção.....	55
Recursos	56
Conectividade	57
Configuração e Redundância	58
Códigos de Erro de Configuração	59
Status das Relações MODBUS Cliente	62
Códigos de Exceção MODBUS Retornados em Modo Servidor	63
5. PROGRAMAÇÃO.....	64
Protocolo ALNET II em modo Cliente	64
Disparo de Relações MODBUS Cliente de Forma Acíclica	64
Uso da Interface PX3414 em CPs Redundantes.....	64
6. INSTALAÇÃO.....	65
Instalação Mecânica.....	65
UCP e Fonte.....	65
Bastidor	65
Barramento	66
Módulos.....	66
Instalação do Cabo de Rede.....	66
Ponto a ponto	68
Rede Simples	69
Rede Redundante	69
MasterToolXE Programming	70
7. EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO	71
Exemplo 1: Aplicação Genérica.....	71
Arquitetura.....	71
Configuração.....	73
Exemplo 2: Relação MODBUS Genérica	83
Configuração.....	84
Aplicação.....	85
8. MANUTENÇÃO	87
Problemas mais Comuns.....	87
Manutenção Preventiva	88
Ferramentas de Rede	88
Comando PING.....	88
Comando ARP	88
Analisador Ethereal.....	89
9. GLOSSÁRIO	95

1. Introdução

A Interface para rede Ethernet PX3414, integrante da série Ponto PX, permite a conexão de CPs Altus a redes de comunicação abertas que seguem o padrão TCP/IP. Possibilita a comunicação entre CPs Altus e destes com quaisquer outros equipamentos que se comuniquem através do protocolo de Ethernet TCP/IP com nível de aplicação ALNET II ou MODBUS.

Além disso, esta interface oferece suporte à redundância de comunicação, o que confere à UCP a característica de tolerância à falha de rede ou de interface.

O módulo possui interface elétrica 10/100Base-TX através de um conector RJ45 fêmea blindado padrão UTP (par trançado não blindado) de categoria 5, suportando também cabos blindados ScTP (screened twisted pair) com a vantagem de melhorar a sua imunidade a ruído externo.

O programador de CPs Altus MasterToolXE é utilizado para sua configuração.

A interface PX3414 pode substituir a interface PX3412, aumentando a disponibilidade de comunicação através da redundância, quando utilizada aos pares.



Figura 1-1. PX3414 - Visão geral do produto

Características do Módulo PX3414

- Permite comunicação multimestre entre CPs para fins de controle, simultaneamente com a comunicação com sistemas de supervisão e com o programador MasterToolXE.
- Comunicação com sistemas de supervisão, via polling ou por exceção, através de mensagens não solicitadas, utilizando o protocolo ALNET II sobre TCP/IP.
- Comunicação através do protocolo MODBUS TCP/IP ou MODBUS RTU sobre TCP/IP, simultânea nos modos cliente e servidor.
- Permite redundância de comunicação, atribuindo ao CP a característica de tolerância à falhas de rede, utilizando um único endereço IP, a fim de prover transparência aos clientes conectados após uma comutação de módulos devido à redundância.
- Nível físico Ethernet 10/100Base-TX, padrão UTP, com suporte à ScTP, e auto detecção da velocidade de rede (10 /100 Mbps)
- Protocolos de transporte e rede TCP/IP.
- Protocolos de nível de aplicação ALNET II sobre TCP/IP, MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP (os protocolos MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP não podem ser utilizados simultaneamente, devendo-se selecionar um deles; no entanto, pode-se utilizar o protocolo ALNET II sobre TCP/IP e uma das variações do MODBUS simultaneamente).
- Protocolo MODBUS TCP/IP cliente com suporte a multi-request, ou single-request quando configurado para MODBUS RTU sobre TCP/IP. A comunicação multi-request no modo cliente permite que várias requisições sejam solicitadas simultaneamente pelo cliente, sem esperar que o servidor responda cada requisição anterior. Esta característica é extremamente importante para o aumento do desempenho da comunicação, especialmente com servidores lentos.
- Compatível com diversos sistemas de supervisão, IHMs, gateways e controladores programáveis do mercado mundial.
- Configuração através do programador MasterToolXE.
- Diagnósticos disponibilizados em operandos.
- Estados indicados por meio de LEDs no painel e no conector RJ45.
- Permite o uso de até oito interfaces PX3414 no barramento da UCP PX2004, operando de forma independente, ou redundante aos pares.
- Tolerância a umidade e a condensação d'água, devido ao processo especial de coating.

Documentos Relacionados a este Manual

Para obter informações adicionais sobre o produto PX3414 podem ser consultados outros documentos (manuais e características técnicas) além deste. Estes documentos encontram-se disponíveis em sua última revisão em www.altus.com.br.

Cada produto possui um documento denominado Característica Técnica (CT), onde encontram-se as características do produto em questão. Adicionalmente o produto pode possuir Manuais de Utilização (os códigos dos manuais são citados na CT).

Por exemplo, o módulo PX3412 tem todas as informações de características de utilização e de compra, na sua CT. Por outro lado, o PX2004 possui, além da CT, um manual de utilização.

Aconselha-se os seguintes documentos como fonte de informação adicional:

- Características Técnicas do PX3414
- Manual de Utilização PX2004
- Manual de Programação MT8000 – MasterToolXE
- Manual de Utilização MT8000 – MasterToolXE

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.

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, caso existentes. Essas informações serão necessárias caso se necessite contatar o Suporte Técnico da Altus.

Suporte Técnico

Para entrar em contato com o Suporte Técnico da Altus em São Leopoldo, RS, ligue para +55-51-3589-9500. Para conhecer os centros de Suporte Técnico da Altus existentes em outras localidades, consulte nosso site (www.altus.com.br) ou envie um email para 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 MasterToolXE;
- o conteúdo do programa aplicativo (módulos), obtido através do programador MasterToolXE;
- 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 consequências relacionadas.

ATENÇÃO:

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

2. Descrição Técnica

Este capítulo apresenta as características técnicas do produto PX3414, abordando as partes integrantes do sistema, sua arquitetura, características gerais e elétricas.

Descrição do Painel

O painel frontal do módulo PX3414 possui um conjunto de quatro LEDs, utilizados na identificação do estado da interface, e um conector de rede RJ45 com dois LEDs de estado da rede.



Figura 2-1. PX3414 - Painel frontal

O significado completo dos LEDs de estados da interface e da rede, identificados respectivamente por ETH e NET, podem ser encontrados no capítulo de Manutenção.

Maiores informações sobre a conexão da interface na rede Ethernet, através do conector RJ45 identificado por NET, podem ser encontradas no capítulo Instalação.

Características Técnicas

O canal Ethernet TCP/IP da interface PX3414 possibilita a conexão de controladores programáveis em redes de comunicação para a troca de dados com outros controladores, sistemas de supervisão e com o software de programação MasterToolXE. Os protocolos suportados pela interface são os seguintes:

- ALNET II sobre TCP/IP, compatível com as demais interfaces Ethernet da Altus, com diversos sistemas de supervisão e com o programador MasterToolXE;
- MODBUS TCP/IP ou MODBUS RTU sobre TCP/IP, nos modos cliente e servidor, compatível com diversos sistemas de supervisão, IHMs, gateways e controladores programáveis do mercado mundial.

A UCP PX2004 suporta até oito interfaces PX3414 em seu barramento, podendo as mesmas operarem de forma independente ou redundante quando aos pares. Apenas uma das interfaces, ou um par redundante, pode ser configurada para utilizar o protocolo ALNET II sobre TCP/IP. Se utilizada com outro tipo de interface Ethernet no mesmo barramento (leia-se PX3412), fica impossibilitada a configuração do protocolo ALNET II nas interfaces PX3414.

Contrariamente, o protocolo MODBUS pode ser configurado em todas as interfaces ou pares de interfaces PX3414 presentes no barramento, podendo ser configurado, inclusive, na mesma interface com ALNET II sobre TCP.

ATENÇÃO:

Sempre que necessária uma maior disponibilidade de comunicação com o CP, através da rede, a interface PX3414 pode ser utilizada em configuração redundante.

Características Gerais

	PX3414
Interface de rede	Nível físico Ethernet 10/100Base-TX, padrão UTP, com suporte à ScTP, e conector RJ45 fêmea blindado
Memória	1 Mbyte de código (Flash) 1 Mbyte de dados (RAM)
Interface com CP	DMA para acesso à memória da UCP
Taxa de transferência	2 Mbytes/s para a memória da UCP
Indicação de estado	4 LEDs no painel 2 LEDs no conector RJ45
Indicação de diagnóstico	LEDs e operandos do CP
Parâmetros configuráveis	Através do MasterToolXE
Tempo de resposta	Depende do tempo de ciclo de varredura do CP
Autoteste	Executado na partida do módulo
Temperatura de operação	0 a 60 °C (excede a norma IEC 1131)
Temperatura de armazenagem	-25 a 75 °C (conforme a norma IEC 1131)
Umidade de operação	5 a 95% sem condensação (conforme a norma IEC 1131 nível RH2)
Peso	0,5 Kg
Dimensões Física	261,6 x 30,3 x 182,3 mm (A x L x P)

Tabela 2-1. PX3414 - Características gerais

Características Elétricas

	PX3414
Consumo de corrente do barramento	600 mA @ 5 Vdc
Potência dissipada	3 W
Proteção contra choque elétrico	Conforme norma IEC 536 (1976), classe I

Tabela 2-2. PX3414 - Características elétricas

Características de Conexão

	PX3414
Tipo de conector	RJ45 fêmea blindado
Baud rate	10/100 Mbps
Meio físico	UTP ou ScTP, categoria 5
Distância	100 m
Diagnóstico	LEDs verde e laranja

Tabela 2-3. PX3414 - Características de conexão

ATENÇÃO:

A interface Ethernet PX3414 possui nível físico 10/100Base-TX, padrão UTP, sendo necessária a utilização de hubs, switches ou transceivers para a implementação da rede. A vantagem deste tipo de arquitetura é a fácil identificação de links defeituosos. O eventual rompimento de um cabo UTP não prejudica o funcionamento da rede como um todo.

Características de Software

	PX3414
Nível de enlace	LLC (logical link control)
Nível de rede	IP (internet protocol)
Nível de transporte	TCP (transmission control protocol)
Níveis de aplicação	ALNET II sobre TCP/IP (proprietário da Altus) MODBUS TCP/IP MODBUS RTU sobre TCP/IP
Modos de conexão	Cliente Servidor
Porta servidora padrão	405 para ALNET II sobre TCP/IP 502 para MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP
Número máximo de conexões	128
Redundância	Tecnologia Altus
Configuração	Programador MasterToolXE
Controle	Operandos da UCP
Diagnóstico	Operandos da UCP

Tabela 2-4. PX3414 - Características de software

Notas:

- **Nível de aplicação ALNET II sobre TCP/IP:** O PX2004 suporta em seu barramento uma única interface Ethernet com o protocolo ALNET II sobre TCP/IP ativo, seja esta um PX3412 ou um PX3414.
- **Nível de aplicação MODBUS:** Não se pode ativar, simultaneamente, os protocolos MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP. É necessário optar por um deles no momento da configuração.

Compatibilidades

UCP e Programador

A Interface Ethernet PX3414 é compatível com as seguintes versões de UCP e Programador MasterToolXE:

Produto	Versão Compatível
UCP PX2004	1.00
Programador MasterToolXE	5.00

Tabela 2-5. Compatibilidades com UCP e programador

Interfaces Ethernet

A Interface Ethernet PX3414 é totalmente compatível com as demais interfaces Ethernet da Altus (AL-3405, AL-3412, PO9901, PO7091, PO7092 e PX3412) que utilizam o protocolo ALNET II sobre TCP/IP, podendo estabelecer conexões em modo servidor ou modo cliente com as mesmas para troca de dados, através de comandos de leitura e escrita (instruções LTR/LTH e ECR/ECH).

ATENÇÃO:

Para substituir uma interface Ethernet PX3412, de um sistema, por uma interface PX3414, é necessário modificar a aplicação do CP, pois a interface PX3414 exige parâmetros de configuração adicionais, especificados pelo usuário através do MasterToolXE.

Nestes casos de substituição, a função F-ETHDG.089 ou F-ETHER.094, quando utilizada, deve ser eliminada da aplicação.

Protocolo ALNET II sobre TCP/IP

A Tabela 2-6 descreve as compatibilidades da Interface Ethernet PX3414, no que se refere ao protocolo de comunicação ALNET II sobre TCP/IP, com os principais programadores e drivers de comunicação para sistemas de supervisão existentes no mercado.

Código do Produto	Denominação	Compatibilidade
MT8000	MasterToolXE Programming	Sim
AL-2781	Driver ALNET – Windows NT para FIX-DMACS	Sim
AL-2784	Driver Comunicação OPC Ethernet ALNET II	Não
AL-2785	Driver Comunicação OPC Ethernet ALNET II	Sim
AL-2786	Driver para Supervisório VXL: 1. até a versão 2.00 2. versões superiores a 2.00	Não Sim
ElipseSCADA	Driver Elipse SCADA	Sim
ALTCP1	Driver Scan para InTouch	Sim

Tabela 2-6. Compatibilidade com drivers de comunicação

Notas:

- **Driver Scan para InTouch:** A compatibilidade depende da configuração do driver. O tamanho do pacote de dados, configurável no driver através do parâmetro REGISTER READSIZE, deve ser de, no máximo, 220 bytes para ser compatível.

Protocolo MODBUS TCP/IP

O protocolo MODBUS TCP/IP, implementado na interface Ethernet PX3414, obedece a norma estabelecida pela organização responsável - Modbus-IDA - (www.modbus.org), sendo compatível com qualquer outro equipamento que siga a mesma norma.

Esta compatibilidade, no entanto, pode apresentar problemas no que se refere às funções do protocolo MODBUS TCP/IP implementadas tanto pelo PX3414 como pelo equipamento de terceiros.

ATENÇÃO:

Em algumas literaturas, este protocolo pode ser chamado simplesmente por MODBUS TCP, sem fazer referência ao nível de rede IP.

O PX3414, assim como a maior parte dos equipamentos MODBUS, implementa um subconjunto das funções MODBUS TCP/IP, sendo este suficiente para os objetivos típicos de comunicação.

Protocolo MODBUS RTU sobre TCP/IP

O protocolo MODBUS RTU sobre TCP/IP, implementado na interface Ethernet PX3414, é uma adaptação do protocolo MODBUS RTU, normalmente utilizado com canais seriais RS232 ou RS485, para redes Ethernet.

Este protocolo também obedece a norma estabelecida pela organização responsável - Modbus-IDA - (www.modbus.org), sendo compatível com qualquer outro equipamento que siga a mesma norma. No entanto, algumas regras, como o processo de sincronismo a partir do tempo entre caracteres, deixam de ser aplicáveis.

Da mesma forma que para o protocolo MODBUS TCP/IP, esta compatibilidade pode apresentar problemas no que se refere às funções do protocolo MODBUS RTU via TCP/IP implementadas tanto pelo PX3414 como pelo equipamento de terceiros. O PX3414, assim como a maior parte dos equipamentos de terceiros, implementa um subconjunto das funções MODBUS RTU via TCP/IP, que normalmente é suficiente para os objetivos mais comuns de comunicação.

Protocolo ALNET II sobre TCP/IP

A rede de comunicação multimestre permite que os controladores programáveis leiam ou escrevam variáveis (operandos) em outros controladores compatíveis com o protocolo ALNET II sobre TCP/IP. O software de programação MasterToolXE, ou outros sistemas de supervisão, podem acessar, simultaneamente, os mesmos controladores.

Com a utilização da interface PX3414, a UCP PX2004 pode acessar qualquer outro controlador ou equipamento que implemente o protocolo ALNET II sobre TCP/IP.

Os seguintes equipamentos Altus implementam o protocolo ALNET II sobre TCP/IP:

Código Comercial do Produto	Denominação
AL-3405	Interface para Rede Ethernet
AL-3412	Interface Ethernet 10/100 Mbits/s
AL-3414	Interface Ethernet Redundante MODBUS TCP
PX3412	Interface Ethernet 10/100 Mbits/s
PX3414	Interface Ethernet Redundante MODBUS TCP
PO9901	WebGate Plus
PO7091	Interface Ethernet Industrial
PO7092	Interface Ethernet Industrial 10/100Mbps

Tabela 2-7. Interfaces Altus com suporte a ALNET II sobre TCP/IP

A Figura 2-2 representa algumas das possibilidades de comunicação utilizando o protocolo ALNET II sobre TCP/IP.

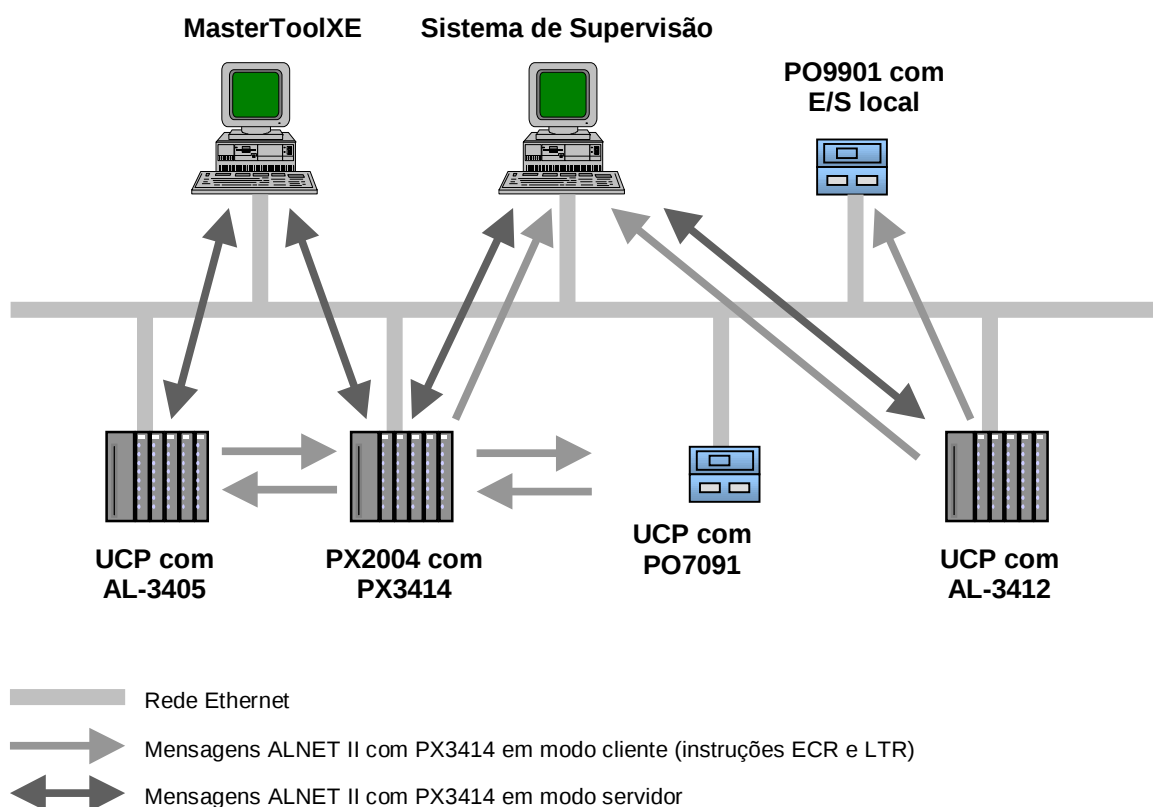


Figura 2-2. Rede de Comunicação ALNET II sobre TCP/IP

A UCP PX2004 permite o uso de apenas uma interface Ethernet com o protocolo ALNET II sobre TCP/IP habilitado, independente do tipo de interface utilizado: PX3412, PX3414 ou um par redundante de PX3414. Para uso do protocolo ALNET II com a interface PX3414, nenhuma interface PX3412 pode estar declarada no barramento, pois as mesmas possuem apenas este protocolo.

A Tabela 2-8 traz a lista completa dos comandos ALNET II suportados pela interface PX3414, incluindo os códigos decimal e hexadecimal dos mesmos:

Tipo	Código		Descrição
	DEC	HEX	
Acesso a Operandos	6	0x06	Força Operandos Simples
	7	0x07	Força Operandos Tabela
	16	0x10	Escreve Operandos
	70	0x46	Lê Operandos
Status	64	0x40	Lê Status Equipamento
	65	0x41	Lê Status Comunicação
	66	0x42	Lê Status Forçamento
	71	0x47	Lê Status Barramento
	96	0x60	Lê Status E/S
Módulos De Programa	10	0x0A	Remove Módulo de Programa
	11	0x0B	Reabilita Módulo em EPROM
	12	0x0C	Transfere Módulo em EPROM para RAM
	13	0x0D	Transfere Módulo em RAM para EPROM
	14	0x0E	Apaga Memória Flash EPROM
	15	0x0F	Compacta Memória RAM
	67	0x43	Lê Diretório Geral de Módulos
	68	0x44	Lê Status Módulo de Programa
	69	0x45	Carrega Módulo de Programa
	97	0x61	Lê Diretório Módulos de Programa
Mudança de Estado	98	0x62	Lê Módulo de Programa
	0	0x00	Passa para Modo Programação
	1	0x01	Passa para Modo Ciclado
	2	0x02	Passa para Modo Execução
Especiais	3	0x03	Executa um Ciclo de Varredura
	4	0x04	Desabilita Saídas Digitais
	5	0x05	Habilita Saídas Digitais
	8	0x08	Libera Todos os Forçamentos
	9	0x09	Libera Operandos
	17	0x11	Muda Nível de Proteção
	18	0x12	Muda Senha
	19	0x13	Acerta Horário Relógio de Sincronismo

Tabela 2-8. Comandos ALNET II sobre TCP/IP suportados pela interface

A interface Ethernet PX3414 pode estabelecer conexões em modo cliente e servidor através do protocolo ALNET II sobre TCP/IP. Ambas utilizam a porta TCP 405. O endereço desta porta é fixo e não pode ser modificado, o que pode dificultar a operação em modo cliente, através das instruções LTR e ECR, para comunicação com equipamentos servidores localizados em outra sub-rede, pois torna-se necessário o uso de roteadores com o serviço NAT.

Protocolo MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP

A rede de comunicação multimestre permite que os controladores programáveis PX2004 leiam ou escrevam variáveis MODBUS em outros controladores ou IHMs compatíveis com os protocolos MODBUS TCP/IP ou MODBUS RTU sobre TCP/IP. O PX3414 pode, simultaneamente, ser cliente e servidor numa mesma rede de comunicação. Neste contexto, comunicações através do protocolo ALNET II sobre TCP/IP continuam sendo possíveis.

ATENÇÃO:

Os protocolos MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP não podem ser utilizados simultaneamente na mesma interface PX3414. Deve ser selecionado um deles para cada interface, ou par de interfaces redundantes, presente no barramento do CP.

A Figura 2-3 representa algumas das possibilidades de comunicação utilizando-se o protocolo MODBUS TCP/IP simultaneamente com o protocolo ALNET II sobre TCP/IP.

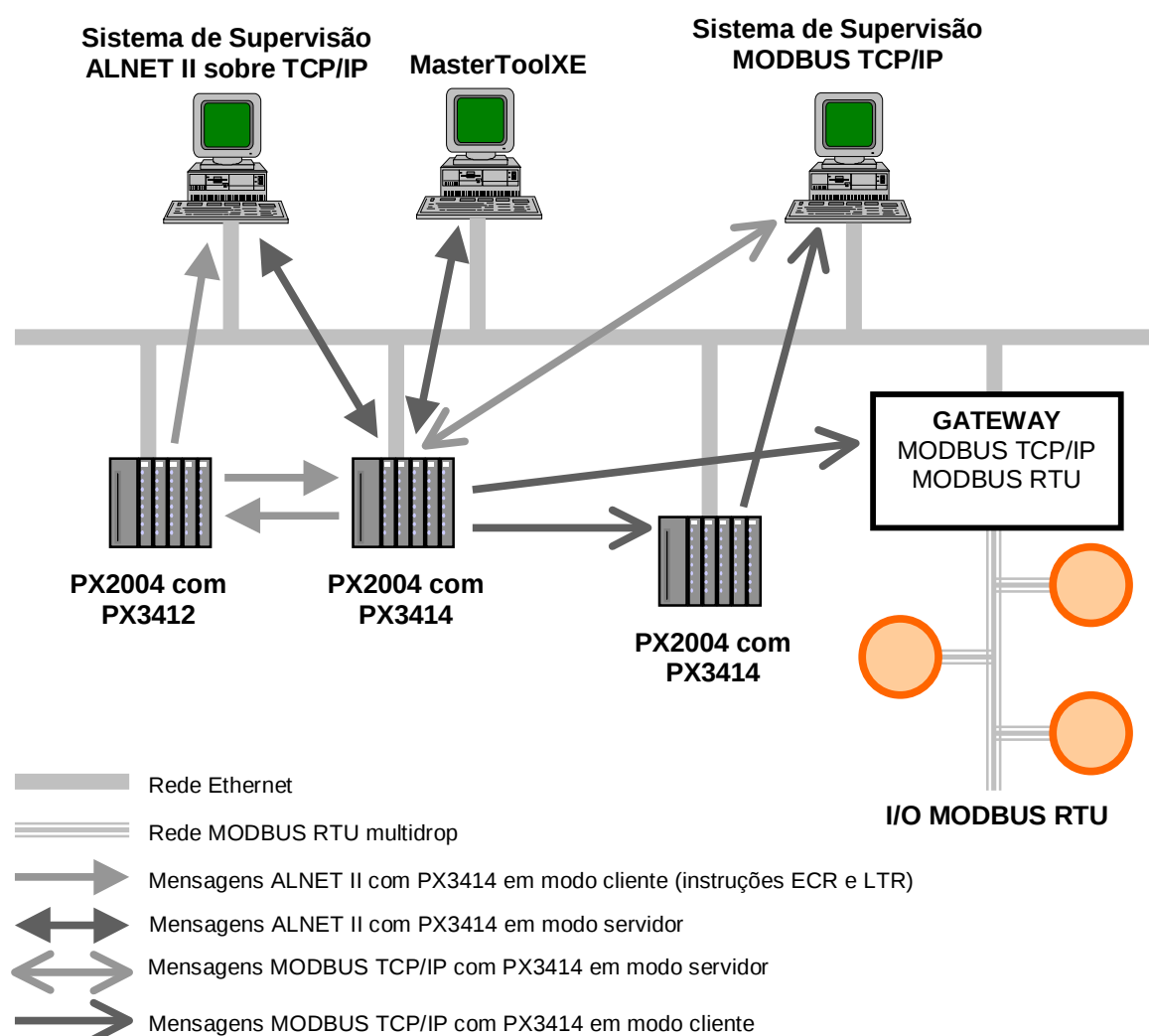


Figura 2-3. Rede de comunicação MODBUS TCP/IP

A associação de operandos MODBUS com operandos da UCP é realizada pelo usuário através da definição de relações via configurador MasterToolXE. Podem ser definidas até 20 relações para o modo servidor e até 63 relações para o modo cliente. Uma relação, em modo servidor, pode definir

uma grande área de dados MODBUS e torná-la disponível para vários clientes. As relações em modo cliente, por outro lado, devem respeitar o tamanho máximo de dados de uma função MODBUS: aproximadamente 125 registradores (input registers ou holding registers) ou 2000 bits (coils ou input status).

Todas as relações, em modo cliente ou servidor, podem ser desabilitadas através de operandos de controle (%M, memórias) pela aplicação, através de bits gerais, que afetam todas as relações de um modo de operação, ou de bits específicos para relações específicas.

Para as relações em modo servidor podem ser definidos conjuntos de endereços IPs com permissão de escrita, chamados de filtros de escrita. Isto é feito através da definição de um endereço de rede IP e de uma máscara de sub-rede, resultando num grupo de IPs clientes que podem escrever nos operandos da relação. Funções de leitura não são filtradas, ou seja, podem ser requisitadas por qualquer cliente, independente do endereço IP.

Quando o protocolo MODBUS TCP/IP é utilizado, no modo cliente, pode-se usufruir da características de múltiplas requisições, utilizando a mesma conexão TCP, para acelerar a comunicação com os servidores. Quando esta característica não for desejada ou não é suportada pelo servidor, ela pode ser desabilitada (ação em nível de relação). Esta característica não é suportada quando o protocolo MODBUS RTU sobre TCP/IP está selecionado.

A UCP PX2004 permite o uso de até 8 interfaces Ethernet, ou 4 pares redundantes, com os protocolos MODBUS TCP/IP ou MODBUS RTU sobre TPC/IP habilitados. A quantidade vai depender do bastidor utilizado, pois as interfaces PX3414 devem ser inseridas em posições reservadas para módulos inteligentes. Quando dois PX3414 formam um par redundante eles devem, obrigatoriamente, ser instalados em posições adjacentes do bastidor.

A Tabela 2-9 e a Tabela 2-10 trazem, respectivamente, a lista completa dos tipos de dados e funções MODBUS suportadas pela interface PX3414.

Tipo de Dado	Tamanho [bits]	Descrição
Coil	1	Saída digital que pode ser lida ou escrita.
Input Status	1	Entrada digital que pode ser apenas lida.
Holding Register	16	Saída analógica que pode ser lida ou escrita.
Input Register	16	Entrada analógica que pode ser apenas lida.
Inteiro	32	Dado composto por dois holding registers ou dois input registers sequenciais, não definido pela norma MODBUS.
Real	32	Dado composto por dois holding registers ou dois input registers sequenciais, não definido pela norma MODBUS.

Tabela 2-9. Tipos de dados MODBUS suportados pela interface

Tipo de Função	Código		Descrição
	DEC	HEX	
Acesso a Operandos	1	0x01	Leitura de coils
	2	0x02	Leitura de input status
	3	0x03	Leitura de holding registers
	4	0x04	Leitura de input registers
	5	0x05	Escrita de um coil
	6	0x06	Escrita de um holding register
	15	0x0F	Escrita de múltiplos coils
	16	0x10	Escrita de múltiplos holding registers
	23	0x17	Leitura/escrita de múltiplos holding registers

Tabela 2-10. Funções MODBUS suportados pela interface

Redundância de Comunicação

Redundância de comunicação é a possibilidade de um equipamento se comunicar numa rede através de dois ou mais canais distintos. Quanto maior o número de canais, maior a probabilidade deste equipamento estabelecer e manter conexões, ou seja, maior a disponibilidade deste equipamento para realizar comunicações com outros equipamentos. Falhas em apenas um dos canais não impedem o equipamento de se comunicar na rede.

A característica de redundância, disponível a partir do uso de duas interfaces Ethernet PX3414, atribui à UCP PX2004 uma maior disponibilidade de comunicação através da rede Ethernet. Esta característica independe do protocolo utilizado: ALNET II sobre TCP/IP, MODBUS TCP/IP ou MODBUS RTU sobre TCP/IP.

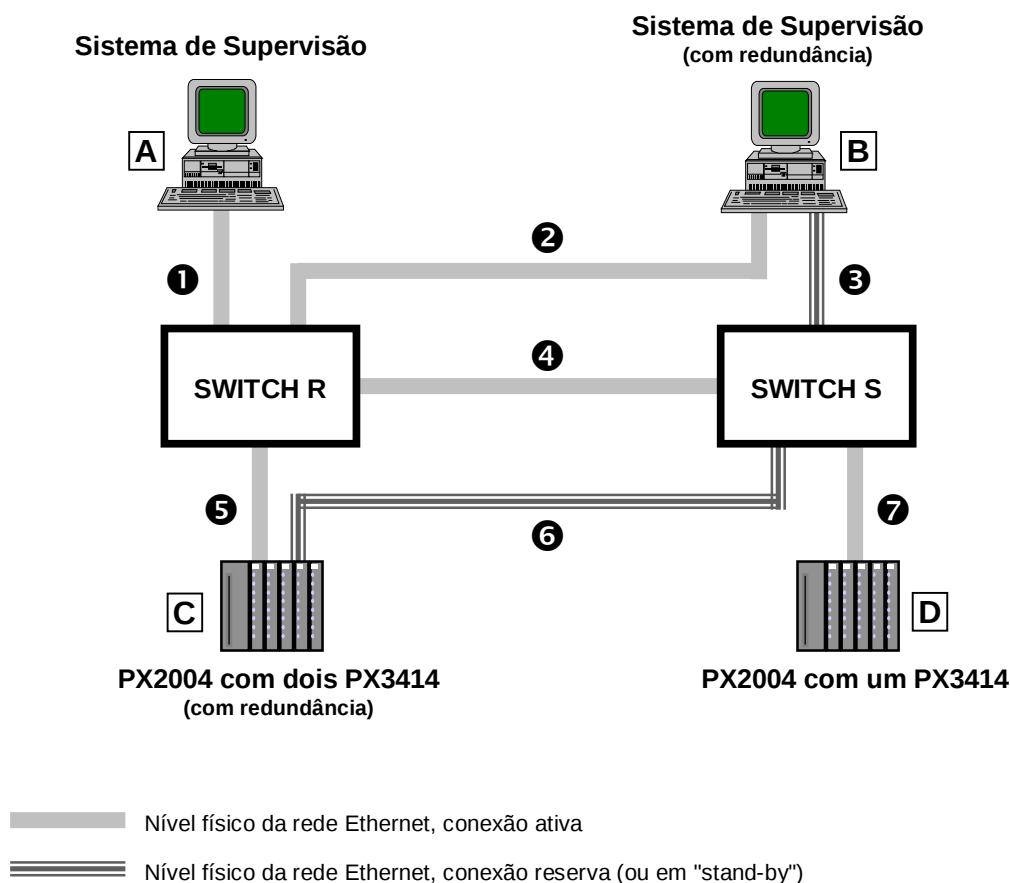


Figura 2-4. Rede de comunicação redundante

A interface PX3414 pode assumir os seguintes estados: desconfigurado, reserva, ativo e erro. O estado reserva é complementar ao ativo e válido apenas para pares de interfaces redundantes. As comunicações Ethernet realizadas pela UCP são feitas através da interface que está em estado ativo.

Na Figura 2-4, a UCP PX2004 com duas interfaces PX3414 dispõe de redundância de comunicação, o que atribui à mesma a característica de tolerância a falha de rede. Apenas uma das interfaces é mantida ativa e habilitada para realizar comunicações na rede, permanecendo a outra em estado reserva (ou standby). Falhas de rede que afetem a interface de rede ativa, farão com que a comunicação seja transferida para a interface reserva, ocorrendo por consequência a troca de estado entre as interfaces. Este processo é chamado de switchover. A interface reserva também é verificada periodicamente e pode se tornar indisponível caso algum defeito seja detectado na mesma. Sempre que uma das interfaces estiver indisponível, diagnósticos são disponibilizados para que o problema

seja corrigido brevemente, pois redundância sem diagnósticos não contribui para o efetivo aumento da disponibilidade.

Sistemas deste tipo se caracterizam por possuir um único endereço IP associado, o que confere simplicidade de configuração dos equipamentos clientes conectados ao CP. A manutenção do endereço MAC das interfaces Ethernet PX3414, no caso de um switchover, é configurável e depende de um processo automático de atualização acelerada das tabelas de endereço MAC das portas dos switches e das tabelas ARP dos clientes.

Não necessariamente todos os equipamentos interligados à rede e que se comunicam com uma UCP PX2004 com interface Ethernet PX3414 redundante precisam possuir redundância de comunicação para que se usufrua desta característica.

A comunicação entre os dispositivos da Figura 2-4 normalmente ocorre através das seguintes rotas:

Comunicação	Rota Utilizada
A com C	1 e 5
A com D	1, 4 e 7
B com C	2 e 5
B com D	2, 4 e 7
C com D	5, 4 e 7

Tabela 2-11. Rotas de comunicação entre os dispositivos

Os dispositivos B e C possuem caminhos alternativos no caso de problemas com a rede:

Comunicação	Rota Utilizada	Motivo da Mudança de Rota
A com C	1, 4 e 6	Problemas com a rota 5
B com C	2, 4 e 6	Problemas com a rota 5
B com C	3, 4 e 5	Problemas com a rota 2
B com C	3 e 6	Problemas com a rota 2, 4 ou 5 Problemas com o SWITCH R
B com D	3 e 7	Problemas com a rota 2 ou 4 Problemas com o SWITCH R
C com D	6 e 7	Problemas com a rota 4 ou 5 Problemas com o SWITCH R

Tabela 2-12. Rotas de comunicação alternativas entre os dispositivos

Os dispositivos A e D não possuem redundância de comunicação. Deve ser observado que:

- em casos de problema com a rota 1 ou com o SWITCH R, o dispositivo A ficará incomunicável;
- em casos de problema com a rota 7 ou com o SWITCH S, o dispositivo D ficará incomunicável.

Ambos os dispositivos B e C possuem redundância de comunicação. Deve ser observado que a comunicação entre estes equipamentos pode ocorrer através de 4 rotas distintas, o que confere uma alta disponibilidade de comunicação entre os mesmos.

Sistema de Segurança de Acesso

ALNET II sobre TCP/IP

O protocolo ALNET II servidor da interface PX3414 está em conformidade com o nível de proteção atribuído ao CP. Em função do nível de proteção, alguns comandos ALNET II permanecem bloqueados:

Nível de Proteção	Comandos ALNET II Bloqueados
0	Nenhum
1	- Mudança de estado do CP - Apagar módulos de programa - Carregar módulos de programa
2	Todos do nível 1 mais: - Ler módulos de programa
3	Todos do nível 2 mais: - Leitura do diretório de módulos - Leitura de operandos - Escrita de operandos - Forçamento de operandos - Liberação de operandos forçados

Tabela 2-13. Comandos ALNET II bloqueados em função do nível de proteção

O nível de proteção do CP só pode ser alterado com a utilização da senha, definida pelo usuário no módulo de configuração.

MODBUS TCP/IP e MODBUS RTU sobre TCP/IP

O protocolo MODBUS servidor da interface PX3414 limita-se aos comandos de leitura e escrita de operandos do tipo coil, input status, holding register e input register. Tais comandos estarão bloqueados quando o CP assumir o nível 3 de proteção, sendo aceitos normalmente para os níveis de proteção 0, 1 ou 2.

Este protocolo pode ser protegido também através dos filtros de IP definidos pelo usuário, para cada uma das relações, no momento da configuração. Maiores informações podem ser encontradas no capítulo Configuração.

O modo de operação do CP afeta o funcionamento do protocolo MODBUS da mesma maneira que o protocolo ALNET II:

- CP em modo execução ou ciclado = modo cliente e servidor habilitados;
- CP em modo programação = modo cliente desabilitado e servidor habilitado;
- CP em modo erro = modo cliente e servidor desabilitados.

Desempenho de Comunicação

O desempenho de comunicação está relacionado à taxa de dados que uma interface consegue transferir pela rede, seja para leitura ou para escrita, seja nos modos cliente ou servidor, em um determinado período de tempo, e depende, basicamente, dos seguintes fatores:

- Quantidade de dados por pacote: grande parte do tempo necessário para tratamento de um pacote independe da quantidade de dados do pacote (um pacote de leitura ou escrita ALNET II sobre TCP/IP pode conter até 220 bytes de dados, enquanto que um MODBUS até 250 bytes);
- Parâmetros de configuração das interfaces e dos sistemas de supervisão em função das características da rede de comunicação e do tempo de ciclo de varredura dos CPs;
- Taxa de utilização do meio físico de comunicação: o desempenho pode ficar comprometido se a rede for compartilhada para múltiplos fins (automação e corporativa na mesma rede).

As seguintes taxas de transferência de dados pela rede Ethernet podem ser obtidas com a utilização da interface PX3414:

Protocolo(s)	Taxa [Kbytes/s]	
	Modo Cliente	Modo Servidor
ALNET II	2	27
MODBUS	34	34
ALNET II + MODBUS	2 + 34 = 36	17 + 22 = 39

Figura 2-5. Taxas de comunicação

ATENÇÃO:

A taxa de comunicação de uma determinada conexão estabelecida com a interface PX3414 pode ser reduzida em função da comunicação com a mesma interface através de outras conexões.

Dimensões Físicas

Dimensões em milímetros.

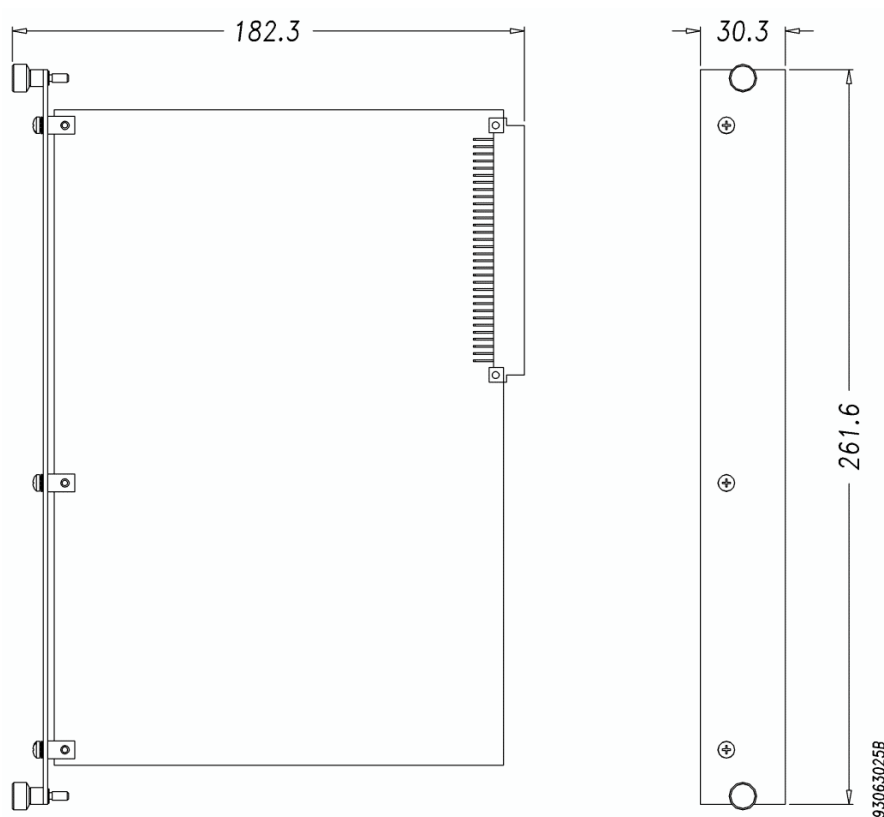


Figura 2-6. PX3414 - Dimensões físicas

Dados para Compra

Itens Integrantes

A embalagem do produto contém os seguintes itens:

- Módulo PX3414
- Guia de instalação
- Mini CD contendo as seguintes documentações:
 - o Características Técnicas
 - o Manual de Utilização

Código do Produto

O seguinte código deve ser usado para compra do produto:

Código Comercial	Denominação
PX3414	Interface Ethernet Redundante MODBUS TCP

Produtos Relacionados

Para utilização da interface PX3414, são necessários os seguintes produtos para configuração de um sistema mínimo:

- Bastidor
- Fonte
- UCP PX2004
- Software programador MasterToolXE

Para implementação de sistemas redundantes de comunicação, as interfaces Ethernet PX3414 devem ser utilizadas aos pares.

Sistemas mais completos também podem ser configurados com os seguintes produtos:

- Módulo de E/S digitais
- Módulos de E/S analógicas
- Interfaces de barramento
- Interfaces PROFIBUS
- Interfaces para protocolos seriais
- Coprocessador de redundância
- Coprocessadores multitarefas

3. Configuração

Este capítulo descreve a configuração da interface PX3414 a partir do programador MasterToolXE.

Parte-se do princípio que o usuário já efetuou a instalação física da interface PX3414 e do programador MasterToolXE conforme as instruções contidas no capítulo de Instalação.

ATENÇÃO:

A interface Ethernet PX3414 é suportada apenas pelo programador MasterToolXE com versão igual ou superior a 5.00. As figuras deste capítulo foram obtidas a partir do MasterToolXE versão 5.00 sendo este executado a partir do sistema operacional Windows 2000.

Declaração no Barramento do CP

Para que a UCP PX2004 possa acessar os módulos de comunicação e de E/S inseridos fisicamente no bastidor, os mesmos devem ser declarados no barramento do CP através do programador MasterToolXE.

A declaração dos módulos no barramento do CP é realizada a partir do módulo de configuração C000, opção BARRAMENTO, como mostra a Figura 3-1.

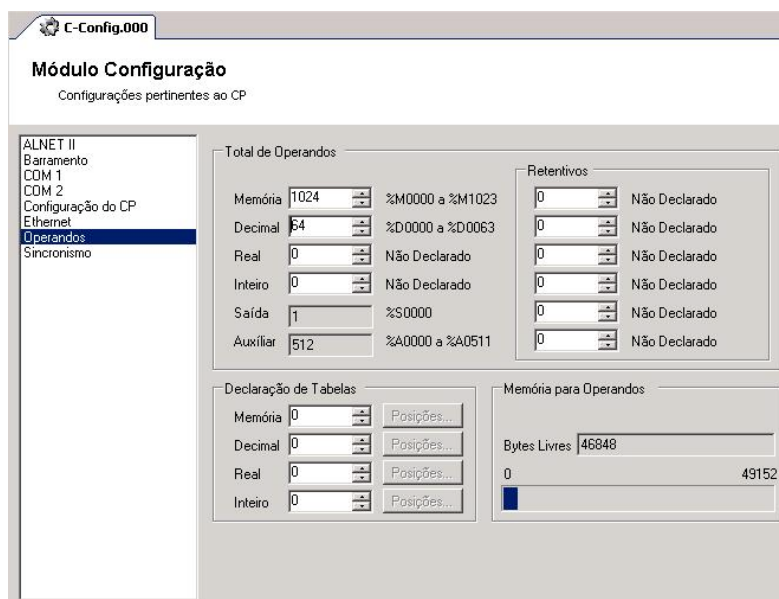


Figura 3-1. Módulo de configuração C000

Os módulos do tipo interface de comunicação, como o PX3414, devem ser inseridos obrigatoriamente no barramento 0 como mostra a Figura 3-2. Este barramento corresponde às posições à direita da UCP PX2004 do bastidor onde a mesma foi inserida.

Selecionado o barramento, deve-se proceder a declaração dos módulos no respectivo barramento, como mostra a Figura 3-3, onde foram declarados duas interfaces Ethernet PX3414 em posições consecutivas. A posição 00 do barramento corresponde a posição imediatamente à direita da UCP PX2004, normalmente reservada, assim como a posição 01, para interfaces de comunicação PROFIBUS (PX3406) ou módulos de redundância (PX2017).

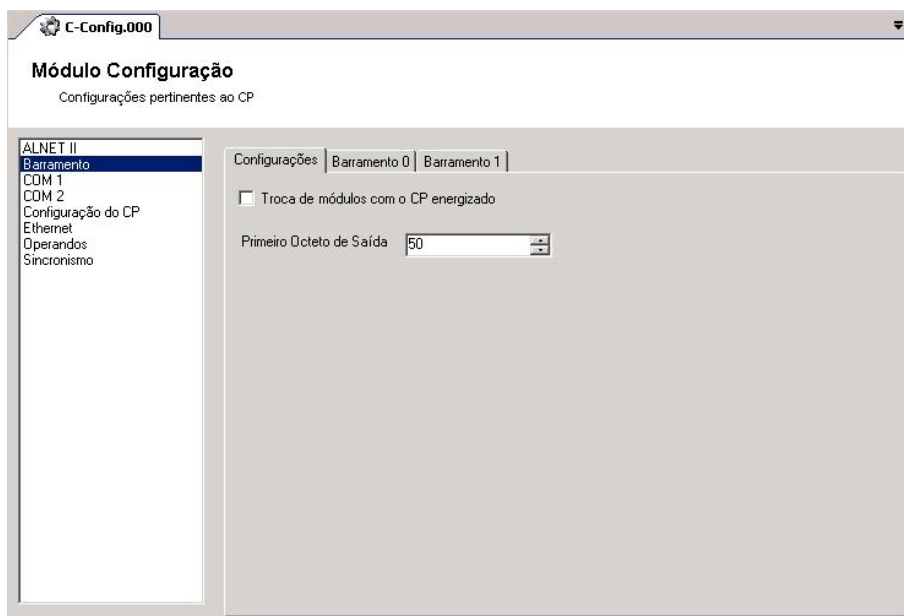


Figura 3-2. Seleção do barramento 0

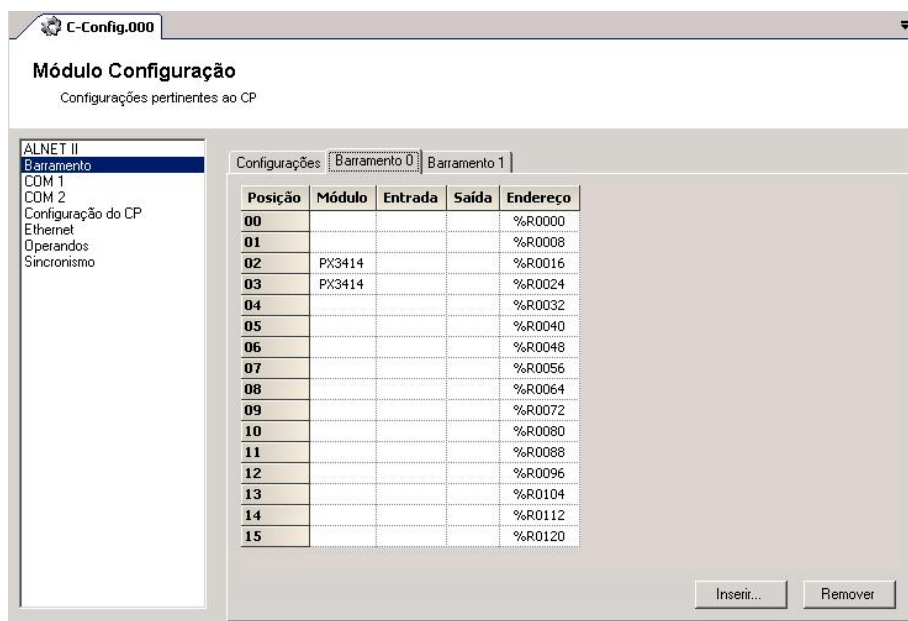


Figura 3-3. Declaração da interface PX3414 no barramento

O módulo pode ser inserido selecionando a partir de uma lista de módulos apresentada através do botão INSERIR.... O botão REMOVER pode ser utilizado para excluir um módulo do barramento.

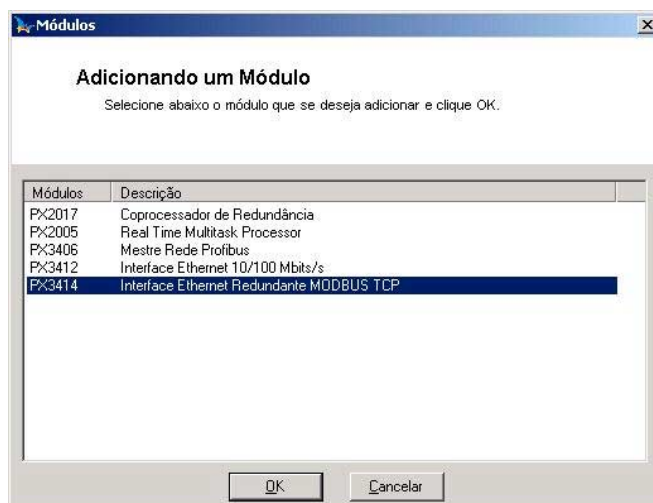


Figura 3-4. Lista de módulos

Regras para Declaração das Interfaces Ethernet no Barramento

Algumas regras devem ser obedecidas pelo usuário no momento da declaração das interfaces de comunicação Ethernet no barramento do CP:

- A declaração de módulos Ethernet (PX3412, PX3414) não podem ser feitas fora dos slots 0 a 7 do barramento 0.
- A UCP PX2004 suporta uma única interface de comunicação com protocolo ALNET II em seu barramento. A interface PX3412 possui prioridade sobre a PX3414, ou seja, se existir uma interface PX3412 e uma interface PX3414 declaradas no barramento, esta última apenas poderá ser utilizada em comunicações com o protocolo MODBUS.
- Se forem declaradas apenas interfaces de comunicação do tipo PX3414, apenas uma delas, ou um par delas em se tratando de interfaces redundantes, poderá ser utilizada em comunicações ALNET II, sendo que as demais podem utilizar apenas o protocolo de comunicação MODBUS. No caso da interface PX3414, é o usuário quem define qual interface, ou par de interfaces redundantes, terá o protocolo ALNET II habilitado.
- Duas interfaces PX3414, para usufruírem da característica de redundância de comunicação, devem, necessariamente, estar declaradas lado a lado, sem posições livres ou outros módulos entre as mesmas.

Realizada a declaração dos módulos Ethernet no barramento, pode-se passar a etapa seguinte, que é a de configuração dos parâmetros das interfaces.

Configuração dos Parâmetros da Interface

Para configuração dos parâmetros das interfaces de rede Ethernet, deve-se ter declarado, previamente, os módulos no barramento do CP, conforme a seção Declaração no Barramento do CP.

Os parâmetros das interfaces podem ser configurados a partir do módulo de configuração C000 da aplicação, através da opção ETHERNET, como mostra a Figura 3-5.

A tela apresentada equivale à janela de declaração das interfaces no barramento. Nela são apresentados todos os módulos que foram declarados no barramento 0, sob forma de botões, permanecendo ativas apenas as posições que correspondem às interfaces Ethernet.

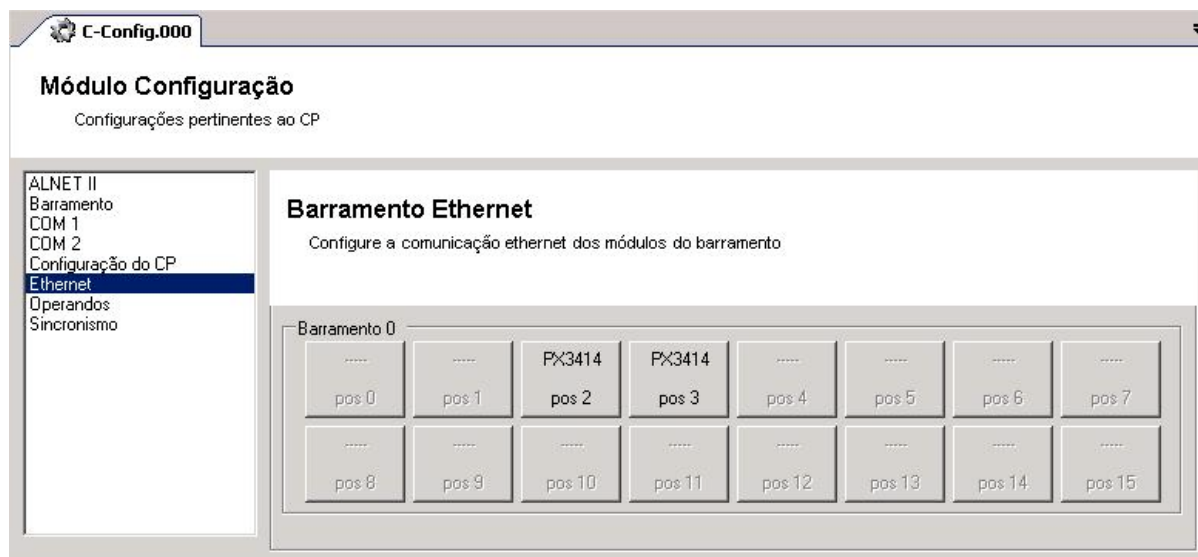


Figura 3-5. Barramento Ethernet

Parâmetros Básicos

Independente do tipo de módulo Ethernet (PX3412 ou PX3414) declarado no barramento, todos exigem uma configuração mínima para entrar em funcionamento. Esta configuração mínima se dá a partir da seleção de um dos módulos do barramento, como mostra a Figura 3-6.

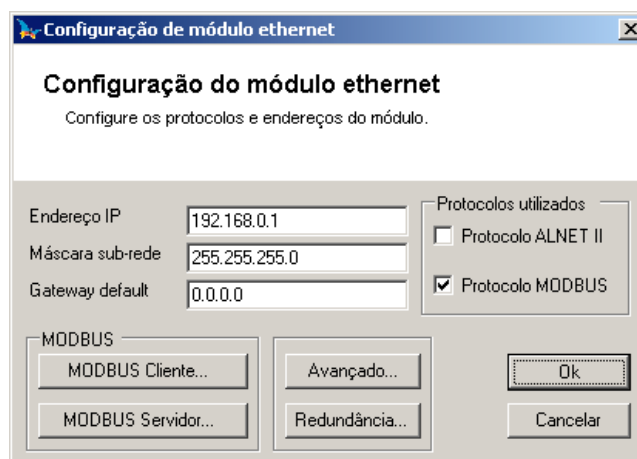


Figura 3-6. Configurações básicas

Os campos ENDEREÇO IP, MÁSCARA SUB-REDE e GATEWAY DEFAULT correspondem às propriedades de endereçamento IP do CP. Todos os três endereços tem o mesmo formato (IPV4) e são formados por quatro bytes que podem assumir valores de 0 até 255.

O campo ENDEREÇO IP define qual é o endereço que o CP terá na rede TCP/IP. Este endereço é dividido em duas partes: o endereço da sub-rede e o endereço do nó. Ambos os endereços, sub-rede e nó, dependem da máscara de sub-rede para serem determinados.

O campo MÁSCARA SUB-REDE permite a subdivisão da rede Ethernet em várias sub-redes menores. Ele determina a parcela do endereço IP que se refere ao endereço de sub-rede e a parcela correspondente ao endereço de nó do CP.

Endereços IPs com valores 0.0.0.0 e 255.255.255.255 e máscaras de sub-rede com valor 0.0.0.0 não são válidos.

O campo GATEWAY DEFAULT indica qual o gateway que será responsável pela retransmissão de mensagens enviadas a outras sub-redes. Se não existir um gateway default na rede, o endereço 0.0.0.0 deve ser informado para este campo.

NOTA:

Para maiores informações sobre endereçamento IP, deve ser consultada a bibliografia a seguir, ou sites na Internet que tratam sobre TCP/IP. Entre eles:

- Certificação Cisco – CCNA 2.0 Guia de Certificação; Yuri Diógenes; ISBN 85-7323-168-8
- TCP/IP – Guia de Consulta e Aprendizagem; Gorki Starlin; ISBN 85-8684-674-0
- TCP/IP – Guia de Consulta rápida; Palma/Prates; ISBN 85-8518-472-8
- TCP/IP – Projetando Redes; Wilson Marques; ISBN 85-7452-036-5

A seção PROTOCOLOS UTILIZADOS da tela permite selecionar através de checkboxes quais protocolos estarão habilitados para a interface em questão. Para a interface PX3414 estão disponíveis os protocolos ALNET II e/ou MODBUS, sendo que a disponibilidade da primeira depende da não existência de outra interface Ethernet (PX3412) declarada no barramento.

ATENÇÃO:

Em se tratando de uma interface PX3412, a mesma janela de parâmetros básicos é apresentada, porém apenas os campos de Endereço IP, Máscara Sub-rede e Gateway Default podem ser editados. O protocolo ALNET II estará sempre habilitado e o protocolo MODBUS sempre desabilitado. Estas interfaces não possuem suporte a redundância de comunicação e os parâmetros avançados das mesmas só podem ser configurados através da função F-ETHER.094.

O PROTOCOLO ALNET II é um protocolo de aplicação proprietário da Altus e disponível em seus principais equipamentos. No caso da interface PX3414, é executado sobre as camadas TCP/IP de redes Ethernet. Pode operar nos modos cliente e servidor, sendo que existem drivers disponíveis para os principais sistemas de supervisão e controle do mercado, além de driver OPC Server Ethernet, tais como:

- Driver ALNET - Windows NT para FIX-DMACS (AL-2781)
- Driver Comunicação OPC Ethernet ALNET II (AL-2785)
- Driver para Sistema de Supervisão VXL (AL-2786)
- Driver Elipse SCADA
- Driver Scan para InTouch

Além da comunicação com sistemas de supervisão, o Protocolo ALNET II sobre TCP/IP pode ser utilizado também para programação dos CPs através do Programador MasterToolXE, dispensando o uso do canal serial do CP.

O PROTOCOLO MODBUS é um protocolo de aplicação aberto, desenvolvido inicialmente pela empresa MODICON, e atualmente gerenciada pela Organização Modbus-IDA. Este protocolo possui três variâncias definidas por norma: MODBUS TCP, MODBUS RTU e MODBUS ASCII. A primeira é normalmente utilizada sobre redes TCP/IP e as duas últimas sobre meios físicos seriais RS232 e RS485, o que não impede de serem utilizadas, na forma encapsulada, também em redes Ethernet sobre TCP/IP ou UDP.

A interface PX3414 suporta tanto a variância MODBUS TCP quanto a MODBUS RTU encapsulada sobre TCP/IP. Esta escolha é feita pelo usuário, a partir do botão de configuração AVANÇADO..., discutido a seguir neste manual.

Habilitando o checkbox do PROTOCOLO MODBUS, a seção com os botões MODBUS CLIENTE... e MODBUS SERVIDOR... ficam habilitados, permitindo configurar o protocolo nos dois modos disponíveis, discutidos a seguir neste manual.

Os botões AVANÇADO... e REDUNDÂNCIA..., que permitem a configuração de parâmetros de nível mais avançado da interface e referentes à redundância de comunicação, estão disponíveis apenas para a interface PX3414, e serão discutidos a seguir.

Parâmetros Avançados

Diversas aplicações da interface PX3414 exigem um refinamento das configurações padrão, pois apenas as configurações básicas não são suficiente para uma boa performance da comunicação. Este refinamento é feito a partir do botão AVANÇADO....

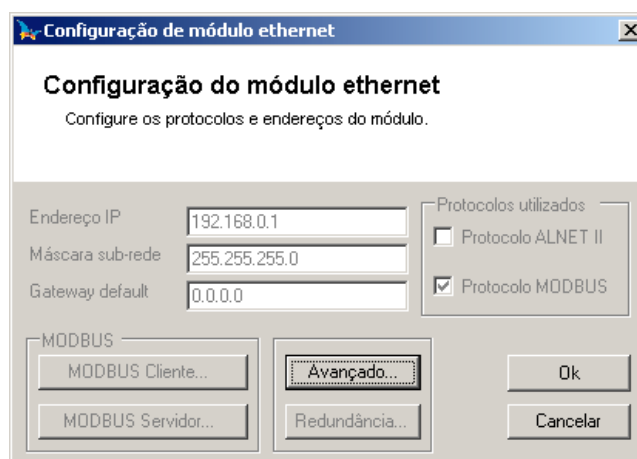


Figura 3-7. Do básico ao avançado

As configurações avançadas dividem-se em quatro grupos de interesse:

- Configurações ALNET II
- Configurações MODBUS
- Configurações TCP
- Diagnóstico do Módulo

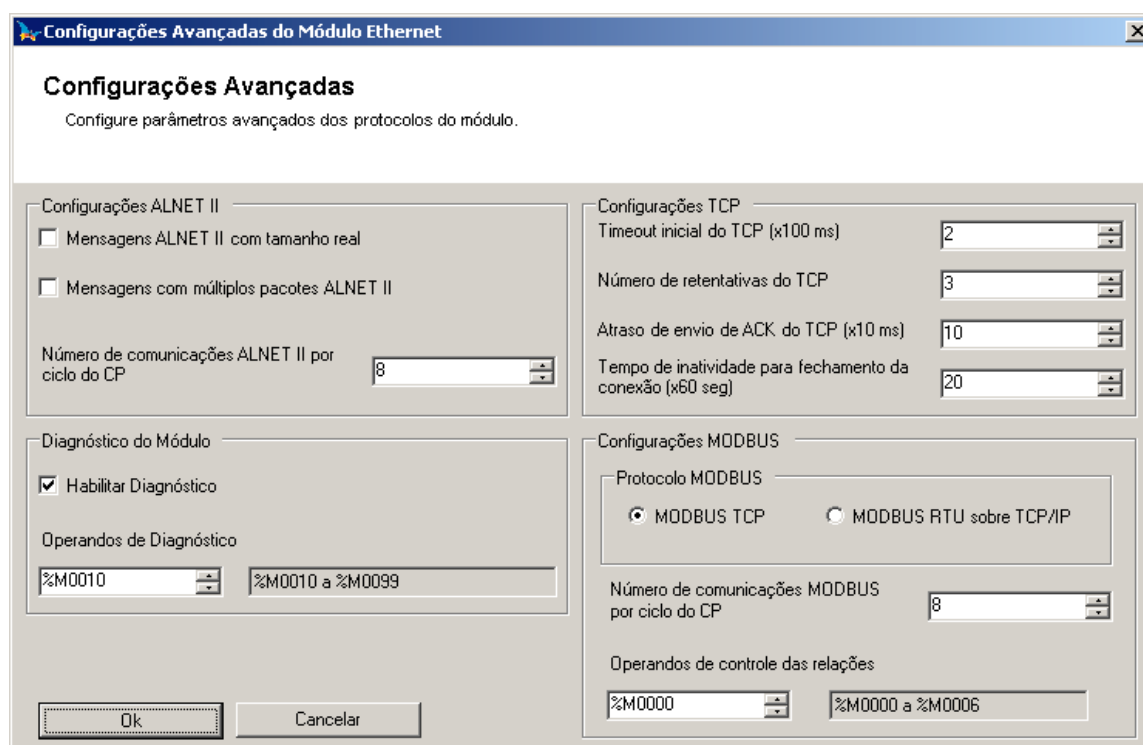


Figura 3-8. Configurações avançadas

Configurações ALNET II

Os seguintes parâmetros das configurações avançadas se referem especificamente ao protocolo de aplicação ALNET II:

- Mensagens ALNET II com tamanho real
- Mensagens com múltiplos pacotes ALNET II
- Número de comunicações ALNET II por ciclo do CP

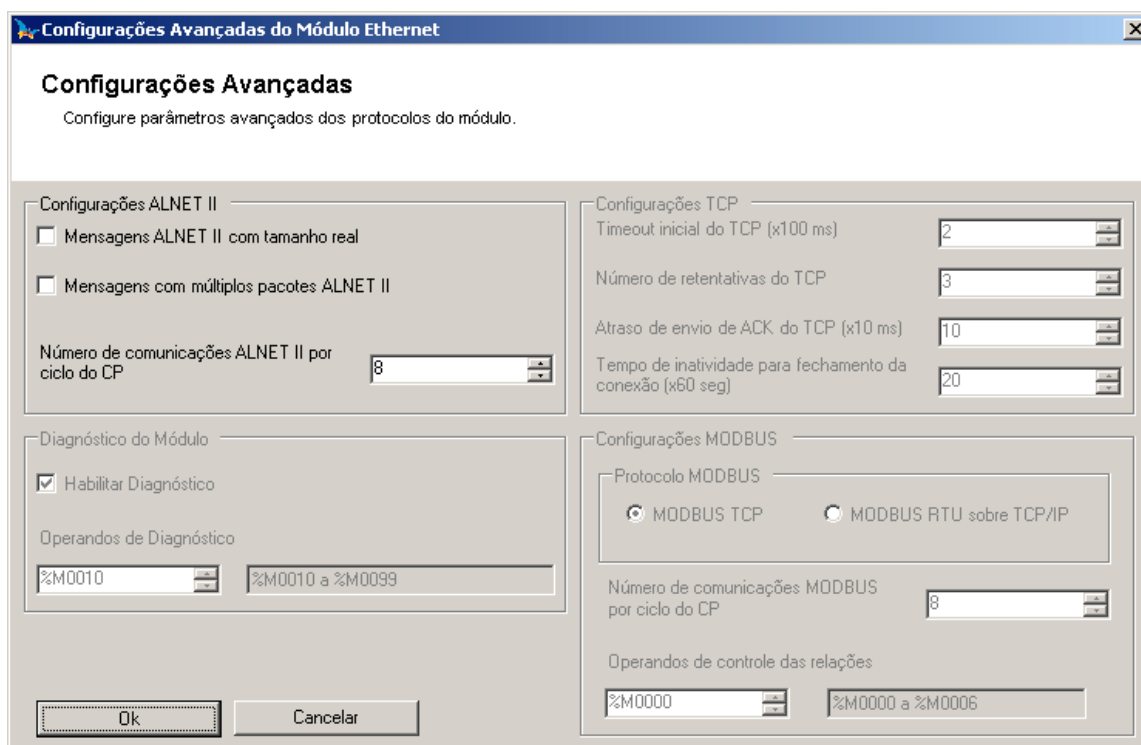


Figura 3-9. Configurações avançadas do protocolo ALNET II

Para ter acesso às configurações avançadas referentes ao protocolo ALNET II é necessário habilitar o respectivo protocolo a partir da janela de configurações básicas, como mostra a Figura 3-6.

O checkbox de MENSAGENS ALNET II COM TAMANHO REAL especifica o tamanho das mensagens ALNET II sobre TCP/IP que são transmitidas pela interface. Quando este protocolo surgiu, usualmente as interfaces transmitiam qualquer mensagem com tamanho fixo de 256 bytes, independente do tamanho da área de dados.

A maioria dos drivers de comunicação, inclusive o driver do Programador MasterToolXE, adotou este tamanho como padrão e não aceitam mensagens de nível aplicação ALNET II com tamanho inferior a 256 bytes.

Se o checkbox de MENSAGENS ALNET II COM TAMANHO REAL for selecionado, todas as mensagens ALNET II transmitidas pela interface terão um tamanho inferior a 256 bytes, determinado pelo tipo e quantidade de dados da mensagem. Este parâmetro não afeta o protocolo MODBUS da interface.

ATENÇÃO:

Se o destinatário destas mensagens não suportar as mesmas com tamanho inferior a 256 bytes, a comunicação não se efetivará. A tendência é que as últimas versões de drivers de comunicação ALNET II desenvolvidas passem a suportar mensagens com tamanho real. Consultar o manual do driver em uso para maiores informações.

O checkbox MENSAGENS COM MÚLTIPLOS PACOTES ALNET II habilita a interface a interpretar múltiplas mensagens ALNET II encapsuladas em um único pacote Ethernet TCP/IP. Normalmente um pacote TCP/IP possui uma única mensagens de nível aplicação ALNET II, mas isto não é uma regra, visto que um pacote Ethernet TCP/IP pode ter um tamanho de até 1520 bytes.

Considerando que pacotes Ethernet TCP/IP possuem um cabeçalho de 54 bytes, restam mais 1466 bytes para as mensagens de aplicação ALNET II, ou seja, várias destas podem estar encapsuladas num único pacote Ethernet TCP/IP. Alguns sistemas operacionais (exemplo: Windows) podem tomar a iniciativa de juntar diversos pacotes de aplicação (exemplo: ALNET II sobre TCP/IP) num único pacote TCP/IP, desde que todos estes pacotes de aplicação estejam sendo transmitidos para o mesmo endereço IP e porta destino. Caso um sistema de supervisão tenha a capacidade de enviar múltiplas requisições para um mesmo endereço IP, sem aguardar pelas respectivas respostas, o sistema operacional (exemplo: Windows) poderá fazer esta fusão dos pacotes de aplicação num único pacote TCP/IP. Esta característica é cada vez mais comum nos sistemas de supervisão modernos, pois possibilita grandes ganhos de performance. Neste caso, é absolutamente necessário que o PX3414 interprete múltiplas mensagens de aplicação ALNET II num único pacote TCP/IP.

O campo NÚMERO DE COMUNICAÇÕES ALNET II POR CICLO DO CP define a quantidade máxima de mensagens ALNET II que devem ser tratadas por ciclo de varredura do CP. Usualmente, o CP trata uma única mensagem ALNET II (PX3412), sendo necessária a chamada de instruções LAI, pela aplicação, para que mensagens adicionais, se disponíveis, sejam tratadas.

A desvantagem das instruções LAI é que elas consomem tempo de ciclo mesmo não havendo nenhuma mensagem ALNET II pendente para ser tratada. O mesmo não ocorre, por exemplo, quando se definem oito comunicações por ciclo de varredura do CP mas não existe nenhuma mensagem ALNET II pendente para ser tratada. Neste caso, logo após a primeira tentativa de tratamento de mensagens, o CP descobre que não existe mensagens pendentes para serem tratadas e desconsidera as outras sete solicitações de tratamento.

Por quê então o campo NÚMERO DE COMUNICAÇÕES ALNET II POR CICLO DO CP não está fixo num valor alto? Porque existindo mensagens pendentes para serem tratadas, todas seriam tratadas no mesmo ciclo e poderiam elevar demasiadamente o tempo de ciclo de varredura do CP. Deve-se lembrar que toda a mensagem ALNET II requer aproximadamente 1 ms para ser tratada pelo CP.

O ajuste deste campo deve considerar o tempo de ciclo de varredura do CP (aplicação ladder) e a quantidade de clientes (conexões). Baixos tempos de ciclo dispensam um valor elevado para este campo. Para tempos de ciclo elevados, sugere-se um valor equivalente ao número de conexões estabelecidas no modo servidor.

Configurações MODBUS

As configurações avançadas também definem alguns dos parâmetros do protocolo de aplicação MODBUS:

- Protocolo MODBUS
- Número de comunicações MODBUS por ciclo do CP
- Operandos de controle das relações

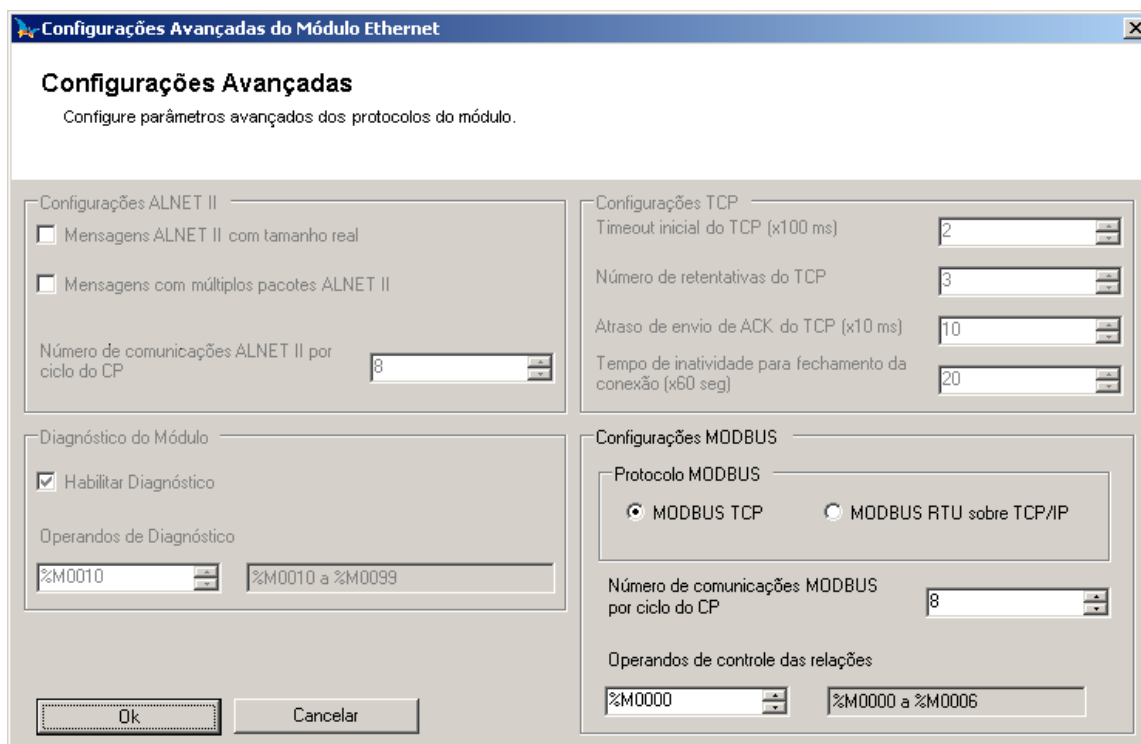


Figura 3-10. Configurações avançadas do protocolo MODBUS

Para ter acesso às configurações avançadas referentes ao protocolo MODBUS é necessário habilitar o respectivo protocolo a partir da janela de configurações básicas, como mostra a Figura 3-6.

O PROTOCOLO MODBUS definido pela norma para executar sobre redes Ethernet corresponde ao MODBUS TCP. O protocolo MODBUS RTU foi especificado para executar em meios físicos seriais como o RS232 e o RS485, mas também pode ser encapsulado sobre redes Ethernet. No caso da interface PX3414, a opção por um ou por outro depende, exclusivamente, da escolha do usuário para este campo.

Mesmo encapsulado sobre redes Ethernet, o protocolo MODBUS RTU possui a desvantagem de ser do tipo requisição/resposta, ou seja, não permite que uma segunda requisição seja feita sem que a primeira tenha sido respondida, considerando uma única conexão. O protocolo MODBUS TCP possui um campo específico na mensagem que identifica as mesmas, ou seja, as respostas possuem o mesmo identificador das respectivas requisições, permitindo então que múltiplas requisições sejam encaminhadas para um mesmo servidor utilizando uma única conexão. Desta forma, sempre que houver possibilidade de escolha, aconselha-se utilizar o protocolo MODBUS TCP ao invés de MODBUS RTU sobre TCP.

O campo NÚMERO DE COMUNICAÇÕES MODBUS POR CICLO DO CP define a quantidade máxima de mensagens MODBUS que devem ser tratadas por ciclo de varredura do CP. Estas mensagens podem ser tanto requisições - modo servidor - quanto respostas - modo cliente.

A ajuste deste campo deve considerar o tempo de ciclo de varredura do CP (aplicação ladder) e a quantidade de clientes e servidores (conexões). Baixos tempos de ciclo dispensam um valor elevado para este campo. Para tempos de ciclo elevados, sugere-se um valor equivalente ao número de conexões estabelecidas no modo servidor.

Os OPERANDOS DE CONTROLE DAS RELAÇÕES podem ser empregados para habilitar ou desabilitar a execução das relações de comunicação em tempo de execução (aplicação em linguagem de relés e blocos Altus) dos modos servidor e cliente. Neste campo deve ser definido o endereço do operando %M inicial de uma sequência de sete operandos %M.

A Tabela 3-1 define o formato destes operandos. Maiores informações sobre as relações de comunicação em modo cliente e servidor podem ser encontradas neste capítulo, respectivamente nas seções MODBUS Cliente e MODBUS Servidor.

Operando / Bit																Descrição	
1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
Operando %Mxxxx																Controle Geral.	
																0	Protocolo MODBUS modo servidor habilitado.
																1	Protocolo MODBUS modo servidor desabilitado.
																0	Protocolo MODBUS modo cliente habilitado.
																1	Protocolo MODBUS modo cliente desabilitado.
																0	Manutenção dos diagnósticos das relações MODBUS cliente.
																1	Zeramento dos diagnósticos das relações MODBUS cliente.
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				Não utilizados.
Operando %Mxxxx + 1																Habilitação das relações 0 a 15 do modo servidor.	
																0	Relação 0 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 0 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 1 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 1 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 2 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 2 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 3 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 3 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 4 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 4 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 5 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 5 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 6 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 6 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 7 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 7 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 8 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 8 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 9 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 9 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 10 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 10 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 11 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 11 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 12 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 12 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 13 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 13 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 14 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 14 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 15 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 15 do modo servidor desabilitada.
Operando %Mxxxx + 2																Habilitação das relações 16 a 19 do modo servidor.	
																0	Relação 16 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 16 do modo servidor desabilitada.
																0	Relação 17 do modo servidor habilitada.
																1	Relação 17 do modo servidor desabilitada.

																	0		Relação 18 do modo servidor habilitada.
																	1		Relação 18 do modo servidor desabilitada.
																	0		Relação 19 do modo servidor habilitada.
																	1		Relação 19 do modo servidor desabilitada.
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						Não utilizados.
Operando %Mxxxx + 3																		Habilitação das relações 0 a 15 do modo cliente.	
																	0		Relação 0 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 0 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 1 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 1 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 2 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 2 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 3 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 3 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 4 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 4 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 5 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 5 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 6 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 6 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 7 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 7 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 8 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 8 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 9 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 9 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 10 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 10 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 11 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 11 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 12 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 12 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 13 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 13 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 14 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 14 do modo cliente desabilitada.
0																			Relação 15 do modo cliente habilitada.
1																			Relação 15 do modo cliente desabilitada.
Operando %Mxxxx + 4																		Habilitação das relações 16 a 31 do modo cliente.	
																	0		Relação 16 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 16 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 17 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 17 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 18 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 18 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 19 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 19 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 20 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 20 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 21 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 21 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 22 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 22 do modo cliente desabilitada.
																	0		Relação 23 do modo cliente habilitada.
																	1		Relação 23 do modo cliente desabilitada.

						0												Relação 24 do modo cliente habilitada.	
						1												Relação 24 do modo cliente desabilitada.	
						0												Relação 25 do modo cliente habilitada.	
						1												Relação 25 do modo cliente desabilitada.	
						0												Relação 26 do modo cliente habilitada.	
						1												Relação 26 do modo cliente desabilitada.	
						0												Relação 27 do modo cliente habilitada.	
						1												Relação 27 do modo cliente desabilitada.	
						0												Relação 28 do modo cliente habilitada.	
						1												Relação 28 do modo cliente desabilitada.	
						0												Relação 29 do modo cliente habilitada.	
						1												Relação 29 do modo cliente desabilitada.	
						0												Relação 30 do modo cliente habilitada.	
						1												Relação 30 do modo cliente desabilitada.	
0																		Relação 31 do modo cliente habilitada.	
1																		Relação 31 do modo cliente desabilitada.	
Operando %Mxxxx + 5																		Habilitação das relações 32 a 47 do modo cliente.	
																	0	Relação 32 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 32 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 33 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 33 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 34 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 34 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 35 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 35 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 36 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 36 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 37 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 37 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 38 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 38 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 39 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 39 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 40 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 40 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 41 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 41 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 42 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 42 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 43 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 43 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 44 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 44 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 45 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 45 do modo cliente desabilitada.	
																	0	Relação 46 do modo cliente habilitada.	
																	1	Relação 46 do modo cliente desabilitada.	
0																		Relação 47 do modo cliente habilitada.	
1																		Relação 47 do modo cliente desabilitada.	
Operando %Mxxxx + 6																		Habilitação das relações 48 a 62 do modo cliente.	
																		0	Relação 48 do modo cliente habilitada.
																		1	Relação 48 do modo cliente desabilitada.
																		0	Relação 49 do modo cliente habilitada.
																		1	Relação 49 do modo cliente desabilitada.
																		0	Relação 50 do modo cliente habilitada.

[illegible]

Tabela 3-1. Operandos de controle das relações

Deve ser observado que os bits 0 e 1 do primeiro operando de controle possuem prioridade sobre os bits dos demais operandos de controle das relações.

Configurações TCP

Algumas das configurações avançadas afetam os dois protocolos suportados pela interface PX3414, pois dizem respeito à camada de rede TCP. São elas:

- Inatividade para fechamento da conexão
- Timeout inicial do TCP
- Número de tentativas do TCP
- Atraso de envio de ACK do TCP

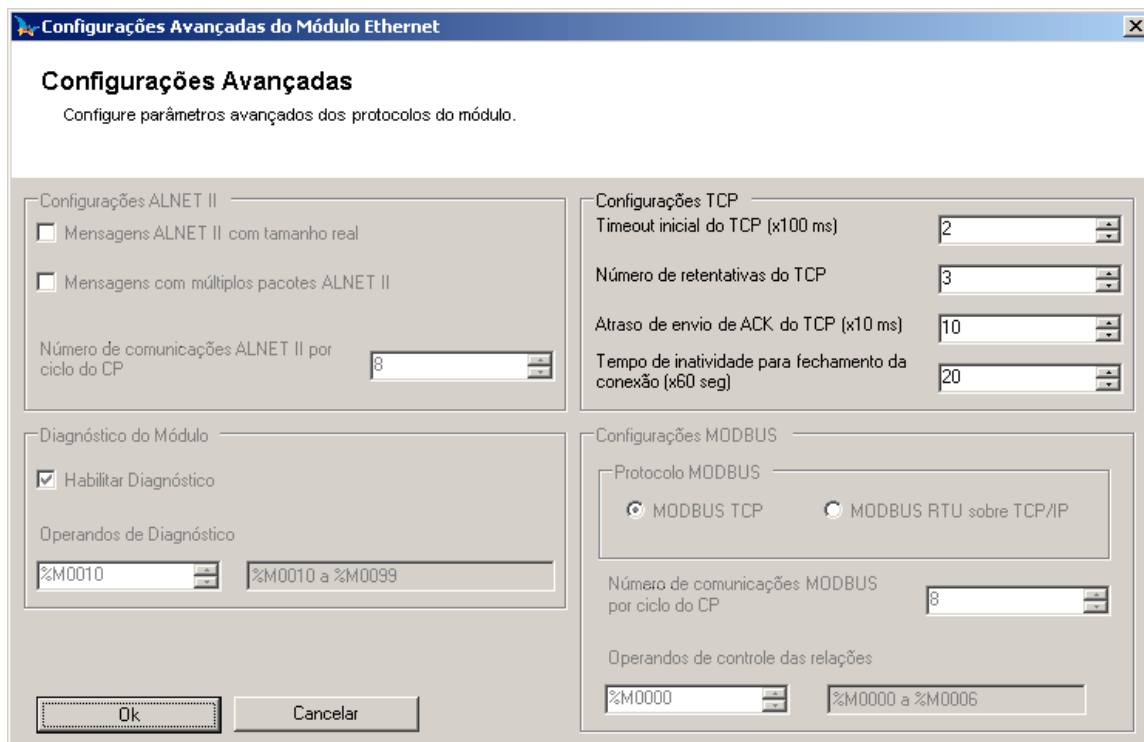


Figura 3-11. Configurações avançadas da rede TCP

A interface PX3414, antes de tratar e responder requisições e assim como qualquer outro equipamento Ethernet que utilize a camada de transporte TCP, exige a abertura de um porta de comunicação, ou seja, do estabelecimento de uma conexão.

A quantidade de conexões da interface, conforme mostrado na Tabela 2-4, é limitada, e, quando atingido o seu limite, a interface simplesmente não estabelece mais nenhuma conexão. Isto pode ser um problema para as conexões estabelecidas no modo servidor, pois o fechamento das conexões depende do outro equipamento, o cliente.

Para evitar que a quantidade máxima de conexões seja atingida, imaginando que conexões inativas permanecessem abertas pelos mais diversos problemas, foi criado o parâmetro de TEMPO DE INATIVIDADE PARA FECHAMENTO DA CONEXÃO. Como o próprio nome diz, indica por quanto tempo uma conexão (cliente ou servidora) pode permanecer aberta sem ser utilizada, ou seja, sem trocar mensagens de comunicação. Se o tempo especificado for atingido, a conexão simplesmente é fechada, liberando uma entrada na tabela de conexões.

A camada de transporte TCP, responsável pela entrega das mensagens da origem para o destino, possui certos parâmetros, como timeout e retentativas, muito comuns nos protocolos de comunicação em geral. Tais parâmetros visam a recuperação da comunicação após determinadas falhas:

- **TIMEOUT INICIAL DO TCP:** indica quanto tempo, depois da primeira transmissão de uma mensagem, a mesma deve ser retransmitida, assumindo que a mesma não foi recebida pelo destinatário. A cada retransmissão o timeout é dobrado. Ver seção Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação para maiores detalhes sobre o dimensionamento deste parâmetro.
- **NÚMERO DE RETENTATIVAS DO TCP:** informa quantas retentativas de transmissão são realizadas antes de desistir da entrega da mensagem, concretizando-se então a falha de transmissão. Este parâmetro não inclui a primeira transmissão da mensagem. Ver seção Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação para maiores detalhes sobre o dimensionamento deste parâmetro.

Exemplo de funcionamento dos parâmetros de timeout inicial e número de retentativas do TCP, considerando o não recebimento de resposta de confirmação, para os seguintes valores: 3 para timeout inicial (= 300 ms) e 2 para número de retentativas:

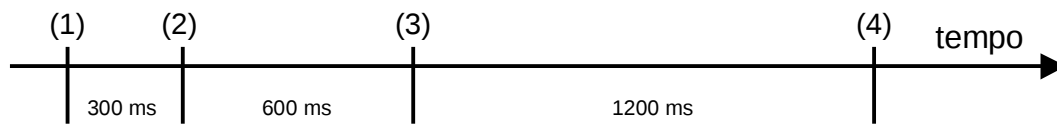


Figura 3-12. Timeout inicial e número de retentativas do TCP

Legenda:

- (1) instante da transmissão da mensagem
- (2) primeira retentativa de transmissão da mensagem, após o timeout inicial
- (3) segunda retentativa de transmissão da mensagem, após duas vezes o timeout inicial
- (4) desistência de transmissão da mensagem e indicação de falha, após quatro vezes o timeout inicial (tempo total até a desistência: $300 + 600 + 1200 = 2100$ ms)

O parâmetro de ATRASO DE ENVIO DE ACK DO TCP define o tempo máximo aguardado pela interface para a transmissão de ACK do TCP. Este ACK é responsável pela confirmação do recebimento de uma mensagem, no caso ALNET II ou MODBUS, pelo destinatário. O ajuste deste campo visa diminuir a quantidade de mensagens que circulam pela rede. A seguir, explica-se como este mecanismo funciona:

- Todas as mensagens do tipo requisição, enviadas de um cliente para um servidor, sejam elas ALNET II ou MODBUS, precisam ser confirmadas pelo servidor através da transmissão de uma mensagem de ACK para o cliente.
- Todas as mensagens do tipo resposta, enviadas de um servidor para um cliente, sejam elas ALNET II ou MODBUS, precisam ser confirmadas pelo cliente através da transmissão de uma mensagem de ACK para o servidor.
- O não recebimento da mensagem de ACK por uma das partes, dentro do tempo hábil definido pelo parâmetro de timeout do TCP, irá ocasionar a retentativa de transmissão da mensagem por parte do endereço origem (ver parâmetro de número de retentativas do TCP).
- A mensagem de ACK não precisa ser exclusiva, ou seja, o ACK que o servidor deve enviar para o cliente, no momento em que receber uma requisição, pode estar incluído na mesma mensagem que contém a resposta, e o ACK que o cliente deve enviar para o servidor, no momento em que receber uma requisição, pode estar incluído na mesma mensagem que contém a próxima requisição.

O comportamento descrito anteriormente é característico do protocolo TCP. Se corretamente configurado, pode reduzir a quantidade de mensagens que circulam pela rede e/ou otimizar o tempo de resposta, como ilustram as figuras a seguir:

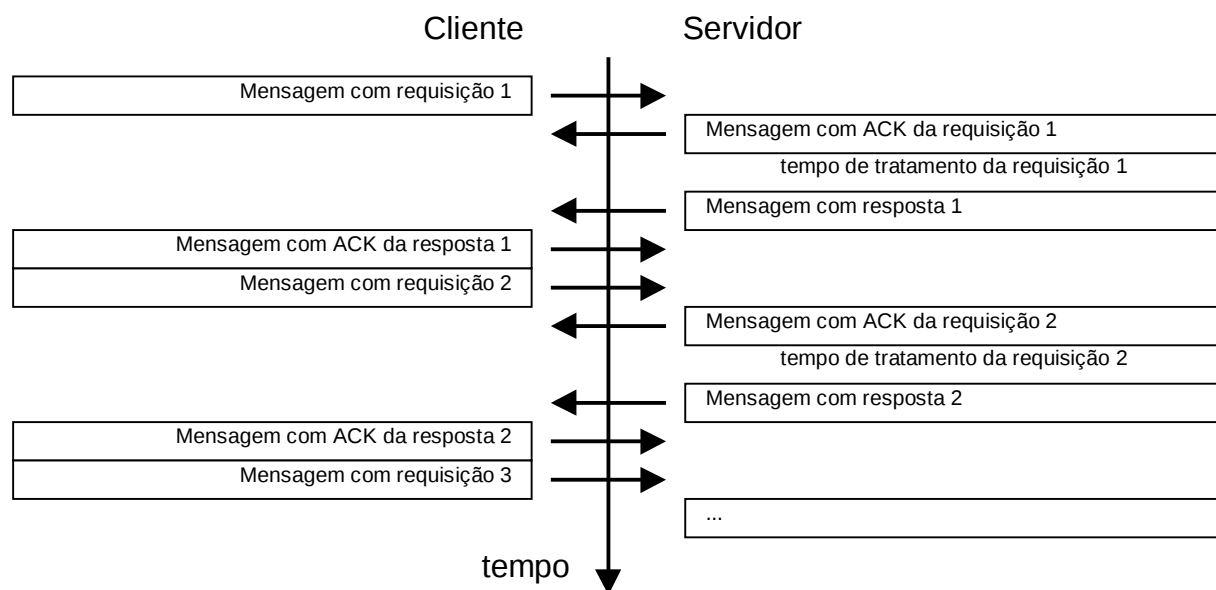


Figura 3-13. Exemplo de funcionamento para envio de ACK imediato (= 0)

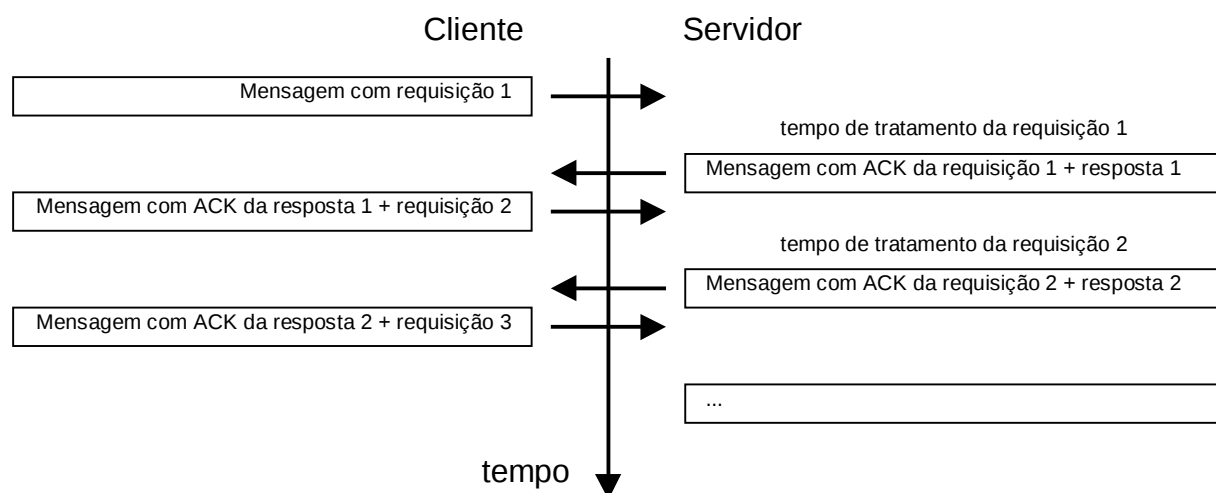


Figura 3-14. Exemplo de funcionamento para envio de ACK calibrado

Quando deseja-se utilizar um valor não nulo para o parâmetro ATRASO DE ENVIO DE ACK DO TCP, deve-se utilizar as recomendações da seção Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação para ajustar seu valor.

ATENÇÃO:

Todos os sistemas operacionais com suporte a interfaces de rede com protocolo TCP/IP, possuem parâmetros equivalentes aos discutidos neste capítulo para a interface Ethernet PX3414. No sistema operacional Windows®, estes parâmetros estão definidos nos registros do sistema, sob as mais distintas identificações, e devem ser modificadas apenas por administradores de rede pois afetam todos os programas e aplicativos instalados sob o sistema operacional.

Diagnóstico do módulo

Os diagnósticos básicos da interface PX3414 são apresentados através dos LEDs presentes no seu painel frontal. Mas estes não são suficientes para informar todas as situações e não podem ser integrados à aplicação. Para tais situações os diagnósticos em operandos são muito úteis.

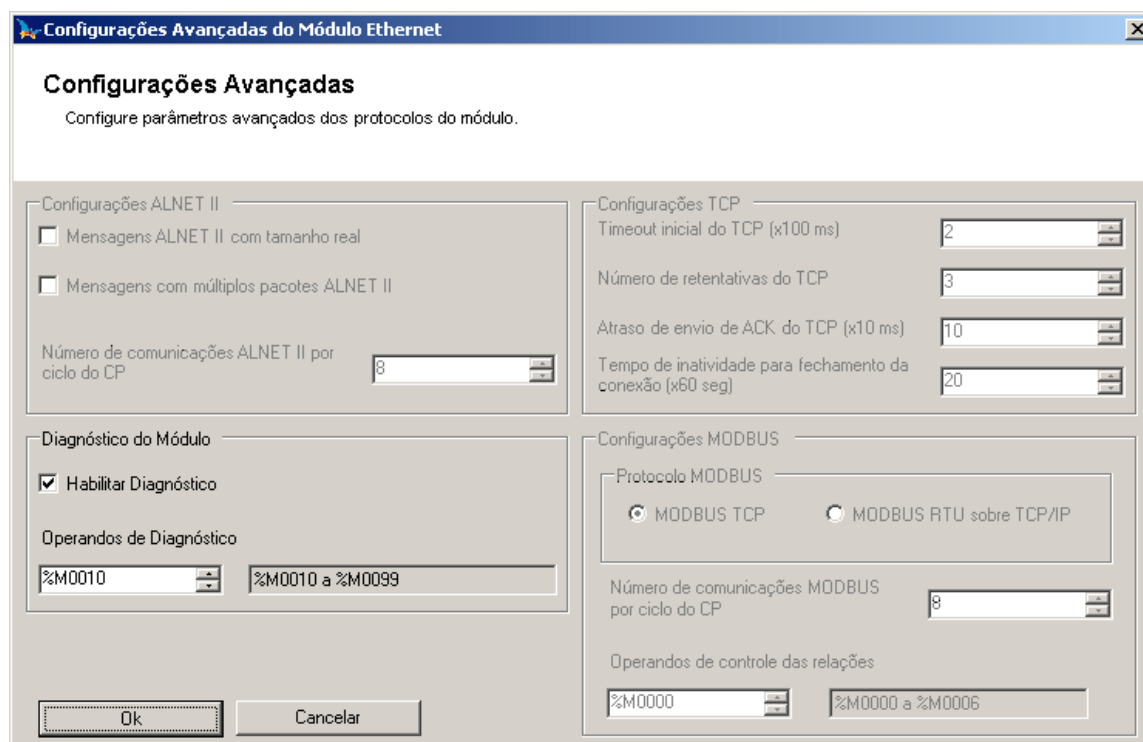


Figura 3-15. Configuração de diagnóstico do módulo

A geração dos diagnósticos em operandos %M pode ser habilitada através do checkbox HABILITAR DIAGNÓSTICO, sendo necessário, então, a identificação do primeiro operando memória, de uma sequência de 90, através do campo OPERANDOS DE DIAGNÓSTICO.

Estes operandos de diagnóstico são atualizados a cada ciclo de varredura do CP. Considerando um par de interfaces redundantes, é necessário o dobro de operandos sequenciais para armazenar o diagnóstico das duas interfaces, ou seja, 180 operandos memória.

Os operandos de diagnóstico devem ser do tipo memória %M ou tabela memória %TM. No caso de utilizar tabela memória, obrigatoriamente a primeira posição a receber diagnóstico será a posição 0, não sendo possível especificar outra posição inicial de tabela para armazenar os diagnósticos.

O conteúdo dos operandos de diagnóstico está descrito na seção Diagnósticos em Operandos.

Parâmetros de Redundância

Os parâmetros de redundância devem ser utilizados para configurar as características da comunicação redundante disponibilizada por esta interface, quando utilizada aos pares. Esta configuração é feita a partir do botão REDUNDÂNCIA.... Se o botão estiver desabilitado, significa que a interface em questão não suporta redundância de comunicação. Deve ser consultada a seção Regras para Declaração das Interfaces Ethernet no Barramento para maiores informações.

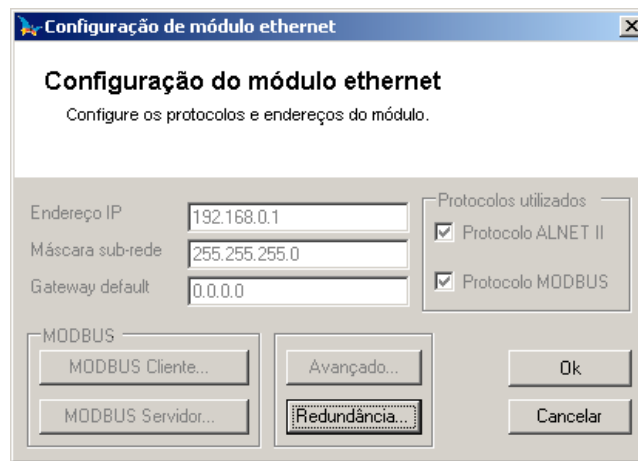


Figura 3-16. Do básico à redundância

As configurações de redundância definem os seguintes parâmetros:

- Redundância de comunicação
- Troca dinâmica de endereços MACs
- Período de teste da redundância
- Retentativas do teste da redundância
- Período para chaveamento

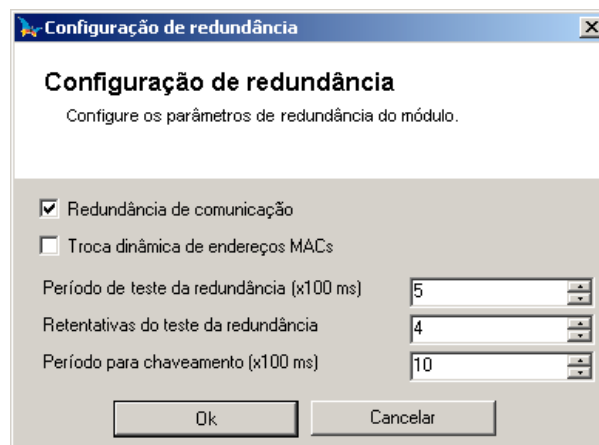


Figura 3-17. Configuração de redundância

A habilitação do checkbox de REDUNDÂNCIA DE COMUNICAÇÃO informa que esta interface e a interface posicionada à direita desta no bastidor (próxima posição do barramento) irão compor um par de interfaces redundantes. Os demais campos de configuração dependem da habilitação deste.

Quando este checkbox é habilitado, todos os valores de parâmetros de configuração atribuídos a esta interface são replicados ao seu par redundante. Não é possível a seleção da interface à direita através do botão de seleção da janela de barramento Ethernet (consulte a Figura 3-5).

As seguintes características de interfaces de rede devem ser consideradas:

- Cada interface de rede Ethernet possui um endereço de MAC que é único, ou seja, nunca devem existir duas interfaces Ethernet com um mesmo endereço MAC no mundo inteiro. Este endereço, também conhecido por endereço de hardware, é atribuído à interface pelo seu fabricante.

- O endereço IP é dinâmico, ou seja, é atribuído à interface de rede no momento em que esta é configurada e pode ser trocado a qualquer momento. Considerando um par de interfaces redundantes, as duas compartilham o mesmo endereço IP.
- Todas as conexões estabelecidas entre duas interfaces de rede, cliente e servidor, são realizadas utilizando ambos os endereços: MAC e IP. Cada interface possui uma tabela, chamada tabela ARP, que informa o endereço MAC relacionado a cada endereço IP com o qual este interface necessita se comunicar. Esta tabela é criada dinamicamente em função das necessidades de comunicação.
- Em nível de aplicação, todas as transações entre duas interfaces de rede ocorrem utilizando o endereço IP. São estes os endereços que o usuário está acostumado a configurar. Já em nível físico, as comunicações ocorrem utilizando o endereço MAC. Este nível, normalmente, é transparente para o usuário, não exigindo nenhuma configuração por parte do mesmo.

Para determinação do parâmetro de TROCA DINÂMICA DE ENDEREÇOS MAC devem ser consideradas as características descritas anteriormente, bem como as características dos equipamentos de rede intermediários (hubs, switches, etc.) utilizados para interligação das interfaces. Este parâmetro define uma característica de funcionamento de um par de interfaces redundantes no momento do switchover:

- **Desabilitado:** cada uma das interfaces utiliza o seu endereço MAC atribuído em fábrica. Ocorrendo um switchover é necessária a atualização da tabela ARP de todos os equipamentos que estavam se comunicando com o endereço IP deste par de interfaces redundantes. Isto normalmente ocorre de forma automática após a transmissão de mensagens de atualização de tabelas ARP (“gratuitous ARP”) por parte da interface que está se tornando ativa. No entanto, pode não ocorrer caso algum equipamento não reconheça as mensagens “gratuitous ARP”.
- **Habilitado:** ambas as interfaces utilizam o mesmo endereço MAC para se comunicar na rede. Este endereço corresponde ao endereço MAC de uma das interfaces do par redundante. Considerando que apenas uma das interfaces se mantém comunicando na rede de cada vez, isto não é um problema. Nesta situação, ocorrendo um switchover não é necessário atualizar a tabela ARP das outras interfaces envolvidas na comunicação, pois aparentemente não houve nenhuma alteração: apesar da mudança de interface, a relação entre endereços IP e MAC continua válida.

Condições para funcionamento do switchover:

- Para troca dinâmica de endereços MAC desabilitada: é necessário que todos os equipamentos envolvidos na comunicação saibam interpretar as mensagens de “gratuitous ARP”.
- Para troca dinâmica de endereços MAC habilitada: se torna necessário testar cada modelo de switch interligado diretamente ao PX3414 para verificar se o mesmo gerencia sem problemas a troca dinâmica de endereços MAC em suas portas.

Mesmo quando o parâmetro de troca de endereços MAC está habilitado, ocorre a transmissão das mensagens de atualização de tabelas ARP por parte da interface que está se tornando ativa. Isto permite que equipamentos de rede intermediários, como os switches, atualizem corretamente as suas tabelas internas de direcionamento de portas.

As duas interfaces que compõem um par redundante, estão em constante troca de mensagens entre si, com o objetivo de detectar qualquer problema que possa interferir na comunicação das mesmas com os outros equipamentos presentes na rede. A frequência destas mensagens é definida pelo parâmetro de PERÍODO DE TESTE DA REDUNDÂNCIA.

Já o parâmetro de RETENTATIVAS DO TESTE DA REDUNDÂNCIA define quantas mensagens de teste precisam falhar em sequência, como condição para iniciar um processo de switchover entre as interfaces que formam o par redundante. Este processo de switchover não depende exclusivamente das mensagens de teste, mas também da comunicação da interface ativa com os demais equipamentos presentes na rede.

O parâmetro de PERÍODO PARA CHAVEAMENTO permite especificar o período mínimo em que os switchovers podem ocorrer, ou seja, um segundo processo de switchover não ocorre antes de passar este período de tempo. Na verdade, a cada switchover é sorteado um novo período obedecendo a seguinte regra:

$$\text{período para chaveamento} \leq \text{período sorteado} \leq 2 \times \text{período para chaveamento}$$

Por exemplo: se o usuário configurar o valor 20 para o período de chaveamento, o que equivale a dois segundos, o período mínimo real de chaveamento a ser utilizado pela interface será um valor aleatório entre 20 e 40 décimos de segundo (entre dois e quatro segundos).

ATENÇÃO:

Este período de chaveamento é respeitado apenas para switchovers motivados pelas seguintes falhas simultâneas: timeout de recepção das mensagens de redundância e timeout de comunicação a nível de aplicação.

Para os demais tipos de falha (barramento, controlador ou falta de LINK de rede) o switchover é imediato.

Este parâmetro visa impedir o chaveamento sincronizado de pares de interfaces redundantes, uma vez que é comum a utilização dos mesmos parâmetros de rede para todas as interfaces, ou pares de interface redundantes, que compartilham uma mesma rede de comunicação.

Valores Default e Limites dos Parâmetros

Na Tabela 2-1 apresentada a seguir, estão relacionados todos os parâmetros de configuração da interface, agrupados por afinidade, informando os valores mínimos, default e máximos quando aplicável.

Parâmetros básicos	Mínimo	Default	Máximo	Observação
Endereço IP		192.168.0.1		
Máscara Sub-rede		255.255.255.0		
Gateway Default		0.0.0.0		
Protocolo ALNET II		desabilitado		
Protocolo MODBUS		habilitado		
Parâmetros avançados ALNET II	Mínimo	Default	Máximo	Observação
Mensagens ALNET II com tamanho real		desabilitado		
Mensagens com múltiplos pacotes ALNET II		desabilitado		
Número de comunicação ALNET II por ciclo do CP	1	8	99	
Parâmetros avançados MODBUS	Mínimo	Default	Máximo	Observação
Protocolo MODBUS		TCP		
Número de comunicações MODBUS por ciclo do CP	1	8	99	
Operandos de controle das relações		%M0000 a %M0006		
Parâmetros avançados TCP	Mínimo	Default	Máximo	Observação/Unidade
Tempo de inatividade para fechamento da conexão	1	20	255	x 60 s (precisão ± 10 s)
Timeout inicial do TCP	1	2	9	x 100 ms
Número de retentativas do TCP	1	3	9	
Atraso de envio de ACK do TCP	0	10	100	x 10 ms
Parâmetros avançados de diagnóstico	Mínimo	Default	Máximo	Observação
Habilitar diagnóstico		desabilitado		
Operandos de diagnóstico		%M0010 a %M0099		
Parâmetros de redundância	Mínimo	Default	Máximo	Observação/Unidade
Redundância de comunicação		desabilitado		
Troca dinâmica dos endereços MAC		desabilitado		
Período de teste da redundância	1	5	99	x 100 ms
Retentativas do teste da redundância	1	4	100	
Período para chaveamento	10	10	250	x 100 ms

Tabela 3-2. Valores limites e default dos parâmetros

Timeout Inter Sub-rede das Instruções ECR e LTR

Uma característica importante a ser observada para otimizar a comunicação da interface na rede Ethernet utilizando o protocolo ALNET II sobre TCP/IP, é o parâmetro de TIMEOUT INTER SUB-REDE, configurado a partir do MasterToolXE, opção ALNET II do módulo C000.

Figura 3-18. Configuração do timeout inter sub-rede

O tempo definido por este campo corresponde ao timeout das instruções ECR e LTR utilizadas na aplicação do CP, e vale tanto para as redes puramente ALNET II (canal serial ALNET II da UCP PX2004) quanto para as Ethernet (PX3412 e PX3414).

O TIMEOUT INTER SUB-REDE define o tempo máximo que instruções ECR e LTR vão esperar por uma mensagem de resposta do servidor endereçado por estas instruções. Para dimensionamento deste tempo de timeout, vários aspectos importantes devem ser considerados, como mostra seção Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação.

Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação

A performance de um sistema de comunicação, baseado numa rede Ethernet do tipo TCP, depende, fundamentalmente, das características dos equipamentos envolvidos. Alguns dos parâmetros de comunicação destes equipamentos podem ser ajustados para melhorar o desempenho da rede.

Seguem os principais parâmetros que devem ser observados:

- Timeout da camada de aplicação;
- Timeout da camada de transporte TCP;
- Número de tentativas da camada de transporte TCP;
- Atraso no envio do ACK da camada de transporte TCP.

Estes parâmetros são característicos de todas as interfaces de comunicação Ethernet, seja ela uma PX3414 de um CP, ou uma interface de rede de um microcomputador, bem como das aplicações que acessam as mesmas para comunicação (software executivo ou sistemas de supervisão).

A seguir é apresentado um modelo que tem por objetivo auxiliar na determinação dos melhores valores para estes parâmetros.

Variáveis do sistema a serem consideradas:

- **Tr** - pior tempo de rede para transmissão de qualquer frame do cliente para o servidor, ou do servidor para o cliente. Tratam-se de atrasos inseridos por hubs, switches, roteadores, comprimentos de cabos, e quaisquer outros equipamentos intermediários entre o cliente e o servidor. Para WANs este tempo pode ser bem significativo, enquanto que em LANs, normalmente, é desprezível perante os demais tempos.

- **Tts** - tempo de latência máxima do nível TCP do servidor para processar uma requisição recebida, deixando pronto o ACK TCP desta requisição para transmissão e passando a requisição para o nível de aplicação do servidor.
- **Tas** - tempo de latência máxima do nível de aplicação do servidor para processar uma requisição recebida, deixando pronta uma resposta para o nível TCP transmitir. Por exemplo:
 - CP com PX3414 é servidor, e pode responder a 8 requisições a cada ciclo de varredura. O tempo máximo de varredura do CP é 200 ms.
 - Existem 6 clientes conectados a este servidor, mas dois deles podem gerar, no máximo, até 4 requisições simultâneas para este CP. Desta forma, o servidor pode receber até 12 requisições simultâneas ($2 * 4 + 4 * 1$).
 - Portanto, neste exemplo, o CP pode demorar até 2 ciclos de varredura para responder às 12 requisições, já que só pode responder a 8 requisições por varredura. Portanto, **Tas** = 400 ms para este exemplo.
- **Das** - atraso proposital do servidor antes de transmitir o ACK TCP da requisição. Caso **Das** seja maior que **Tas**, o ACK TCP da requisição e a resposta de aplicação são transmitidos no mesmo frame para o cliente.
- **Ttc** - tempo de latência máxima do nível TCP do cliente para processar uma resposta recebida de um servidor, deixando pronto o ACK TCP desta resposta para transmissão, e passando a resposta para o nível de aplicação do cliente.
- **Dac** - atraso proposital do cliente antes de transmitir o ACK TCP da resposta, com o objetivo de tentar juntar no mesmo frame este ACK TCP com uma nova requisição para o mesmo servidor (se houver alguma agendada).

As variáveis **Das** e **Dac**, no caso do PX3414, correspondem ao parâmetro ATRASO DE ENVIO DE ACK DO TCP. Uma das opções é manter este parâmetro nulo, provocando o envio imediato dos ACKs TCP. A outra é inserir estes atrasos propositalmente. Neste caso, o dimensionamento ideal deste parâmetro no PX3414, em modo servidor, é algo um pouco maior do que **Tas** (por exemplo: $1.1 * \text{Tas}$), para que o nível de aplicação já tenha a resposta pronta para transmitir junto com o ACK TCP da requisição. No modo cliente do PX3414, isto corresponderia a um valor pouco maior do que o tempo necessário para o nível de aplicação preparar nova mensagem, ou seja, um valor similar a **Tas**. Portanto, pode-se utilizar a equação “ $1.1 * \text{Tas}$ ” para ambos os casos.

Outro parâmetro que pode ser facilmente dimensionado é o NÚMERO DE RETENTATIVAS DO TCP. Este parâmetro pode auxiliar na recuperação de erros transitórios. Em caso de erros permanentes, como quebra de uma linha de transmissão, sabe-se que a recuperação não é possível, e, portanto, de nada adiantarão as retentativas. Se este parâmetro tiver um valor muito elevado, a confirmação de erros permanentes torna-se muito demorada, degradando o desempenho do sistema. Se for nulo ou muito baixo, poderá ser insuficiente para a recuperação de erros transitórios. O valor default deste parâmetro é 2, e aconselha-se manter este valor exceto em redes de má qualidade, onde seja necessário aumentá-lo. Considerando que os demais parâmetros estão bem dimensionados, duas retentativas não serão suficientes para recuperar erros transitórios se ocorrerem três erros consecutivos em transmissões do nível TCP, o que é pouco provável.

Consideradas as variáveis definidas anteriormente, e os dimensionamentos já realizados para os parâmetros ATRASO DE ENVIO DE ACK DO TCP e NÚMERO DE RETENTATIVAS DO TCP, deve-se observar diversos casos antes de dimensionar os demais parâmetros:

- no modo servidor, o TIMEOUT INICIAL DO TCP deve ser maior do que “ $1.5 * (\text{Tr} + \text{Ttc} + \text{Dac} + \text{Tr})$ ”, considerando 50% de margem de segurança. Deve ser considerado o valor máximo desta equação, analisando-se todos os possíveis clientes deste servidor.
- no modo cliente, o TIMEOUT INICIAL DO TCP deve ser maior do que “ $1.5 * (\text{Tr} + \text{Tts} + \text{Das} + \text{Tr} + \text{Ttc})$ ”, considerando 50% de margem de segurança. Deve ser considerado o valor máximo desta equação, analisando-se todos os possíveis servidores deste cliente.
- no modo cliente, o timeout de aplicação:
 - deve ser maior do que “ $1.5 * \text{TIMEOUT INICIAL DO TCP} * (2^{(\text{NÚMERO DE RETENTATIVAS DO TCP} + 1)} - 1)$ ”, considerando 50% de margem de segurança;

- o também deve ser maior do que “ $1.5 * (T_r + T_{ts} + T_{as} + T_r + T_{tc})$ ”, considerando 50% de margem de segurança;
- o deve ser considerado o valor máximo obtido após análise de todos os servidores do qual este PX3414 é cliente.

O parâmetro de timeout de aplicação serve para os modos cliente de ambos os protocolos suportados pela interface Ethernet PX3414: MODBUS e ALNET II. Para o protocolo MODBUS, este parâmetro é definido individualmente para cada relação através do campo TIMEOUT SERVIÇO. Já para o protocolo ALNET II, este parâmetro é genérico e definido através do campo TIMEOUT INTER SUB-REDE (ver seção

Timeout Inter Sub-rede das Instruções ECR e LTR).

ATENÇÃO:

O mal dimensionamento dos parâmetros anteriores (timeout inicial do TCP, número de retentativas do TCP, timeout de aplicação, atraso de envio de ACK do TCP) pode provocar degradações na rede, tais como: replicações desnecessárias de mensagens, falhas em cascata, tempo excessivo para recuperação de falhas, entre outras.

Relações MODBUS

Relações MODBUS são associações entre operandos do CP (auxiliares, memórias, tabelas, etc.) e operandos MODBUS (coils, holding registers, etc.). Basicamente estas relações informam em qual região da área de dados do CP estão mapeados os diversos tipos de dados MODBUS suportados.

Quando operando como servidor, estas relações trazem ainda informações que permitem filtrar clientes sem permissão de acesso de escrita. Já no modo cliente, vários outros parâmetros são necessários para compor uma relação, pois a mesma passa a se comportar como se fosse um comando de leitura ou de escrita de dados. As seções MODBUS Cliente e MODBUS Servidor descritas a seguir trazem maiores detalhes a respeito.

A interface pode operar simultaneamente nos modos MODBUS cliente e MODBUS servidor. Já a quantidade de relações possíveis de serem especificadas no modo servidor é reduzida quando comparada às suportadas no modo cliente. Isto se deve à quantidade de dados que cada um dos tipos pode associar:

- Relações no modo MODBUS servidor podem ser macro relações, ou seja, podem definir uma grande quantidade de dados, onde qualquer subconjunto deste está disponível para ser lido e escrito por qualquer outro equipamento que opere em modo cliente.
- Relações no modo MODBUS cliente estão limitadas, cada uma, a aproximadamente 250 bytes de dados (125 registros de 16 bits ou a 2000 bits) e se referem única e exclusivamente à leitura ou escrita de dados em um único equipamento servidor da rede. Consultar a Tabela 3-5 com os limites de dados suportados por cada tipo de função MODBUS.

As relações para cada um dos modos de operação são acessíveis através dos botões MODBUS CLIENTE... e MODBUS SERVIDOR... da janela de configuração dos parâmetros básicos da interface, como mostra a Figura 3-19. Se estes botões estiverem desabilitados, será necessário habilitar o protocolo MODBUS na janela de configurações básicas, Figura 3-6.

Existe um conjunto de operandos memória do CP que permite habilitar ou desabilitar as relações MODBUS em tempo de execução. Estes operandos foram discutidos na seção de Configurações MODBUS e o mapa dos mesmos foi apresentado na Tabela 3-1.

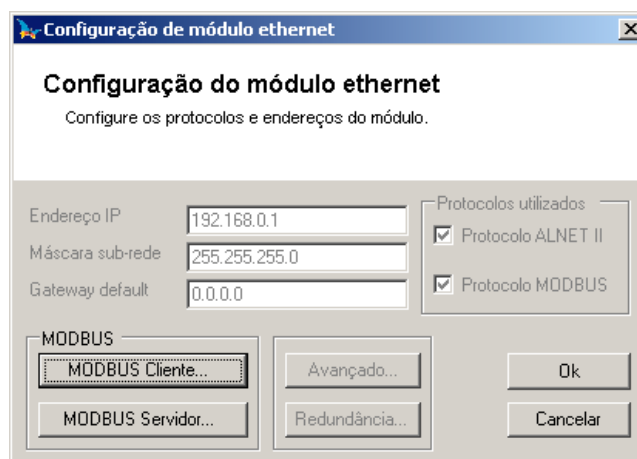


Figura 3-19. Acesso as relações MODBUS

A Tabela 3-3 a seguir, apresenta uma série de características de cada um dos tipos de dados MODBUS possíveis de serem associados nas relações. Observar nas notas da tabela que, além do endereço do operando, alguns tipos de operandos trazem a especificação do bit e outros a posição da tabela.

Tipo de dado	Sentido permitido	Tamanho do dado [bits]	Equivalência funcional	Operandos do CP associáveis
Coil	Escrita e leitura	1	Saída digital	%Axxx.b %Exxx.b ou %Sxxx.b %Mxxxx.b
Holding Register	Escrita e leitura	16	Saída analógica	%Fxxxx ou %TFxxx[ppp] %Ixxxx ou %TIxxx[ppp] %Mxxxx ou %TMxxx[ppp]
Input Register	Leitura	16	Entrada analógica	%Fxxxx ou %TFxxx[ppp] %Ixxxx ou %TIxxx[ppp] %Mxxxx ou %TMxxx[ppp]
Input Status	Leitura	1	Entrada digital	%Axxx.b %Exxx.b ou %Sxxx.b %Mxxxx.b

Tabela 3-3. Características dos tipos de dados MODBUS

Notas:

- **b**: bit do operando
- **ppp**: posição da tabela
- **xxx, xxxx**: endereço do operando

ATENÇÃO:

Quando dados do tipo holding register ou input register são associados a operandos de 32 bits (%F, %TF, %I ou %TI), o acesso a estes dados deve obedecer a duas regras: a leitura ou escrita dos mesmos deve ser feita aos pares e iniciar sempre pelo primeiro endereço que forma o operando. Isto se deve ao fato de cada operando ser formado por dois input registers ou holding registers.

MODBUS Cliente

As relações MODBUS no modo cliente nada mais são do que definições de comandos de comunicação (leitura ou escrita) para troca de dados entre este CP e outros equipamentos operando como servidores.

A Figura 3-20 ilustra a janela do programador MasterToolXE que permite inserir, editar e remover relações MODBUS no modo cliente. Estas ações podem ser realizadas através dos botões EDITAR RELAÇÃO... e REMOVER RELAÇÃO.... Ainda nesta mesma janela é apresentado um resumo das relações sob forma de planilha.

Para inserir uma nova relação ou alterar os parâmetros de uma relação existente, é necessário selecionar a linha da relação e então pressionar o botão EDITAR RELAÇÃO.... Para remover uma relação existente, é necessário selecionar a linha da relação e então pressionar o botão REMOVER RELAÇÃO....

	End. IP Servidor	End. estação desti	Função MODBUS	End. MODBUS	Qty	Operandos CP
0	192.168.1.58	2	Leitura de Coil	1	4	%M0100.8 a %M0100.b
1	192.168.1.58	2	Escrita de N Coil	10	16	%M0101.0 a %M0101.f
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8	192.168.1.59	1	Leitura de Input Register	100	10	%M0200 a %M0209
9	192.168.1.59	0	Escrita de N Holding Register	1	2	%M0210 a %M0211
10						
11						
12						
13						
14						

Figura 3-20. Relações MODBUS Cliente

A primeira coluna desta planilha, Figura 3-20, corresponde ao número da relação. Este número identifica qual o bit dos operandos de controle que atua sobre a habilitação e desabilitação desta relação, conforme a Tabela 3-1.

Outra janela do MasterToolXE, apresentada na Figura 3-21, permite realizar a configuração detalhada dos parâmetros quando o botão EDITAR RELAÇÃO... é pressionado. A descrição detalhada de cada um dos parâmetros da relação aparece na Tabela 3-4 a seguir.

Figura 3-21. Edição dos parâmetros da relação MODBUS Cliente

Parâmetro	Descrição
Função MODBUS	Este campo define a função MODBUS a ser utilizada, podendo ser de um dos seguintes tipos: • Leitura de Coil (01) • Leitura de Input Status (02) • Leitura de Holding Register (03) • Leitura de Input Register (04) • Escrita de um único Coil (05) • Escrita de um único Holding Register (06) • Escrita de múltiplos Coils (15) • Escrita de múltiplos Holding Registers (16) • Leitura/Escrita de múltiplos Holding Registers (23) • Relação Genérica A função de Leitura/Escrita de múltiplos Holding Registers ocupa o espaço de duas relações, por isto a seleção desta função não é permitida se não existirem duas relações consecutivas vagas. Na primeira relação devem ser definidos os parâmetros referentes à função de leitura, e na segunda devem ser definidos os parâmetros referentes à função de escrita. Os parâmetros comuns permanecem bloqueados para a segunda relação e os respectivos bits de habilitação/desabilitação não possuem função. Veja na seção Relação Genérica, as considerações especiais para este tipo de relação.
Endereço IP Servidor	Endereço IP do equipamento servidor MODBUS.
End. estação destino	Endereço da estação MODBUS destino (nó). Valores válidos de 0 a 255.
Endereço MODBUS	Endereço correspondente ao primeiro operando MODBUS. São válidos os valores de 1 até 65535.
Operando no CP	Endereço do operando no CP correspondente ao <u>Endereço MODBUS</u> . Indica a partir de que operando do CP estão mapeados os dados MODBUS. Os tipos de operandos válidos para cada um dos tipos de dados MODBUS estão definidos na Tabela 3-3. Devem existir operandos suficientes declarados no CP para cobrir toda a <u>Quantidade</u> de operando MODBUS especificados.
Operando status	Endereço do primeiro operando memória (%M), de dois sequenciais, onde serão armazenados diagnósticos referentes a comunicação gerada por esta relação. Consultar o capítulo de Diagnósticos para maiores informações sobre os operandos de Status das relações MODBUS Cliente.
Pooling	Este tempo indica com que frequência a comunicação definida por esta relação deve ser

	executada. Múltiplo de 100 milissegundos, este campo pode assumir valores de 0 a 32767, que correspondem a tempos de 0 (disparo imediato) a 3276,7 segundos. Observação: considerando uma relação inicialmente desabilitada, no momento em que a mesma for habilitada através dos operandos de controle a comunicação estará apta a ser realizada, não sendo aguardado este tempo para a sua ocorrência. Desta maneira, quando deseja-se executar comunicações esporádicas ao invés de cíclicas, deve-se: • programar um tempo de polling muito alto, por exemplo, o valor máximo (32767) • manter a relação desabilitada • habilitar a relação no momento em que se deseja executar a comunicação, desabilitando-a logo depois que os operandos de Status confirmarem seu término. Para determinação do tempo de pooling adequado, a quantidade de relações MODBUS cliente sendo executadas e o tempo de resposta dos respectivos equipamentos servidores devem ser considerados.
Quantidade	Quantidade de operandos MODBUS desta relação. Valores válidos dependem da função utilizada (consultar a Tabela 3-5). Cada função está relacionada a um tipo de dado MODBUS, sendo que as características dos mesmos estão definidas na Tabela 3-3. Deve, obrigatoriamente, ser um número par se a <u>Função MODBUS</u> se referir a um dado do tipo Input Register ou Holding Register, e se o <u>Operando no CP</u> for do tipo inteiro (%I ou %TI) ou ponto flutuante (%F ou %TF).
Timeout serviço	Este tempo corresponde ao Timeout de aplicação desta relação. Múltiplo de 100 milissegundos, este campo pode assumir valores de 1 a 255, que correspondem a tempos de 0,1 a 25,5 segundos respectivamente. Consultar a seção Timeout Inter Sub-rede das Instruções ECR e LTR para uma descrição detalhada para ajuste deste tempo.
Porta destino	Endereço da porta padrão MODBUS TCP do equipamento servidor. Tipicamente os equipamentos servidores MODBUS, como é o caso desta interface, estabelecem as conexões através da porta TCP de número 502. Havendo necessidade de estabelecer a conexão MODBUS com um servidor que utiliza outro endereço de porta, ou para acessar equipamentos MODBUS em uma outra rede (passagem por roteadores e necessidade de uso do serviço NAT), pode-se especificar através deste campo qual o endereço da porta servidora a ser utilizada para estabelecer a conexão MODBUS.
Swap word	Quando habilitado, utiliza o formato de dados LOW-HIGH para os operandos de 32 bits, ou seja, o primeiro word de dados da mensagem vai corresponder à parcela menos significativa do operando e o segundo word à parcela mais significativa. Este checkbox é válido apenas quando o <u>Operando no CP</u> for do tipo inteiro (%I ou %TI) ou ponto flutuante (%F ou %TF), ou seja, para operandos de 32 bits.
Múltiplas requisições	Quando habilitado, indica que o respectivo equipamento servidor suporta receber duas ou mais requisições MODBUS em paralelo, ou seja, que uma segunda ou posteriores requisições podem ser encaminhadas antes mesmo da primeira ter sido respondida. Para que as requisições para um determinado equipamento servidor possam ser encaminhadas de forma múltipla, é necessário que todas as relações associadas ao seu endereço IP tenham este campo habilitado. Este campo só faz sentido quando um determinado equipamento servidor possui mais de uma relação endereçada ao mesmo. Este parâmetro é válido apenas para o protocolo MODBUS TCP, visto que o protocolo MODBUS RTU sobre TCP/IP não suporta o tratamento de múltiplas requisições. Este último é voltado para o processo requisição/resposta. Consultar a seção Configurações MODBUS em Parâmetros Avançados para maiores detalhes.

Tabela 3-4. Parâmetros da relação MODBUS Cliente

Os campos não editáveis, FAIXA ENDEREÇO MODBUS e FAIXA OPERANDO NO CP, são calculados automaticamente em função do campo de quantidade. O campo FAIXA OPERANDOS STATUS também não é editável e é calculado automaticamente, ocupando sempre dois operandos memória.

A Tabela 3-5 informa a quantidade máxima de operandos por relação, para cada um dos tipos de dados MODBUS.

Função MODBUS	Quantidade Máxima
Leitura de Coil (01)	2000 coils
Leitura de Input Status (02)	2000 input status
Leitura de Holding Register (03)	125 holding registers
Leitura de Input Register (04)	125 input registers
Escrita de um único Coil (05)	1 coil
Escrita de um único Holding Register (06)	1 holding register
Escrita de múltiplos Coils (15)	1968 coils
Escrita de múltiplos Holding Registers (16)	125 holding registers
Leitura/Escrita de múltiplos Holding Registers (23)	121/121 holding registers
Relação Genérica	253 bytes

Tabela 3-5. Quantidade de dados por função MODBUS

Relação Genérica

A relação genérica pode ser utilizada pelo usuário quando o mesmo necessita utilizar uma função MODBUS não disponível na biblioteca da interface PX3414. Para esta função o usuário deve montar o corpo da requisição dentro da aplicação e também tratar a resposta.

Uma mensagem MODBUS é composta basicamente por quatro segmentos: endereço destino, função MODBUS, dados referentes à função e, no caso do protocolo MODBUS RTU sobre TCP/IP, checksum da mensagem. A origem destas informações, em se tratando de uma requisição do tipo relação genérica, é a seguinte:

- endereço destino: definido pelo usuário no momento da configuração da relação;
- função MODBUS: definidos pelo usuário na aplicação, em operandos do CP;
- dados referentes à função MODBUS: definidos pelo usuário na aplicação, em operandos do CP;
- checksum: calculado pela interface se necessário.

As informações referentes a função MODBUS e sua respectiva área de dados não são consistidos pela interface. São informações que simplesmente são inseridas sequencialmente na mensagem de requisição a partir de um endereço de operando do CP, para uma determinada quantidade de bytes, ambos definidos pelo usuário no momento da configuração.

O endereço de operando do CP define a partir de que operando do CP a interface deve buscar as informações para inserir na mensagem. Este operando é definido na relação pelo campo OPERANDO NO CP, podendo ser do tipo memória (%M) ou tabela memória (%TM).

A quantidade de bytes define quantos bytes de informação, a partir do endereço de operando definido, devem ser inseridos na mensagem. Esta quantidade é definida na relação pelo campo QUANTIDADE, estando limitada a 253 bytes.

O primeiro byte a ser inserido na mensagem, e que corresponde ao código da função MODBUS, vêm do byte mais significativo do operando definido pelo usuário, o segundo byte vêm do byte menos significativo do operando, o terceiro byte vêm do byte mais significativo do operando seguinte, e assim por diante.

ATENÇÃO:

O usuário deve garantir que a sequência de dados armazenados nos operandos do CP de origem correspondam a uma função MODBUS TCP ou RTU válida, observando sempre o formato das mensagens definidos pela norma MODBUS.

A mensagem de resposta à requisição será armazenada em operandos do CP, a partir do endereço de operando seguinte ao último utilizado na montagem da mensagem de requisição. Por exemplo: se o usuário definiu na relação o endereço %M0800 e a quantidade de 11 bytes, a resposta será

armazenada a partir do bytes mais significativo do operando %M0806. Deve ser observado que para este exemplo, com um número ímpar de bytes, o byte menos significativo do operando %M0805 não foi utilizado na mensagem de transmissão e nem para armazenar os dados recebidos.

ATENÇÃO:

O usuário deve garantir a existência de operandos suficientes para armazenar a resposta, referente a função da relação genérica, a partir do operando seguinte ao último operando do CP de origem.

O usuário deve a partir da aplicação, consistir o momento em que os dados armazenados nos operandos destino foram atualizado, consultando os operandos de status da relação, e a partir de então interpretar esta resposta dentro de suas necessidades.

Um exemplo real de configuração de uma relação genérica pode ser encontrado na seção Exemplo 2: Relação MODBUS Genérica.

MODBUS Servidor

A Figura 3-22 ilustra a janela do MasterToolXE que permite inserir, editar e remover relações MODBUS no modo servidor. Estas ações podem ser realizadas através dos botões EDITAR RELAÇÃO... e REMOVER RELAÇÃO.... Ainda nesta mesma janela é apresentado um resumo das relações sob forma de planilha.

Para inserir uma nova relação ou alterar os parâmetros de uma relação existente, é necessário selecionar a linha da relação e então pressionar o botão EDITAR RELAÇÃO.... Para remover uma relação existente, é necessário selecionar a linha da relação e então pressionar o botão REMOVER RELAÇÃO....

Número	Tipo dado	End. MODBUS	Qtd	Operandos CP	Filtro IP	Mascara IP
0	Coil	1	16	%S0050.0 a %S0051.7	192.168.1.57	255.255.255.0
1	Input Status	1001	400	%E0000.0 a %E0049.7	192.168.1.57	255.255.255.0
2	Holding Register	2001	100	%M0000 a %M0099	192.168.1.57	255.255.255.0
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Figura 3-22. Relações MODBUS Servidor

A primeira coluna desta planilha, Figura 3-22, corresponde ao número da relação. Este número identifica qual o bit dos operandos de controle que atua sobre a habilitação e desabilitação desta relação, conforme a Tabela 3-1.

Uma outra janela do MasterToolXE, apresentada na Figura 3-23, permite realizar a configuração detalhada dos parâmetros quando os botões INSERIR RELAÇÃO... ou EDITAR RELAÇÃO... são pressionados. A descrição detalhada de cada um dos parâmetros da relação aparece na Tabela 3-6 a seguir.

Edição de relação MODBUS Servidor

Relação MODBUS Servidor
Configure a relação para acesso aos dados MODBUS Servidor

Tipo do dado

- ☐ Coil
- ☒ Holding Register
- ☐ Input Register
- ☐ Input Status

Endereço MODBUS: 2001

Operando no CP: %M0000

☐ Swap word

Filtro IP: 192.168.1.57

Faixa endereços MODBUS: 2001 a 2100

Faixa operandos no CP: %M0000 a %M0099

Quantidade: 100

Mascara IP: 255.255.255.0

OK Cancel

Figura 3-23. Edição dos parâmetros da relação MODBUS Servidor

Parâmetro	Descrição
Tipo de dado	Define o tipo de dado MODBUS desta relação, podendo ser de um dos seguintes tipos: • Coil • Holding Register • Input Register • Input Status
Endereço MODBUS	Endereço correspondente ao primeiro operando MODBUS. São válidos os valores de 1 até 65535.
Operando no CP	Endereço do operando no CP correspondente ao <u>Endereço MODBUS</u> . Indica a partir de que operando do CP estão mapeados os dados MODBUS. Os tipos de operandos válidos para cada um dos tipos de dados MODBUS estão definidos na Tabela 3-3. Devem existir operandos suficientes declarados no CP para cobrir toda a <u>Quantidade</u> de operando MODBUS especificados.
Swap word	Quando habilitado, utiliza o formato de dados LOW-HIGH para os operandos de 32 bits, ou seja, o primeiro word de dados da mensagem vai corresponder à parcela menos significativa do operando e o segundo word à parcela mais significativa. Este checkbox é válido apenas quando o <u>Operando no CP</u> for do tipo inteiro (%I ou %TI) ou ponto flutuante (%F ou %TF), ou seja, para operandos de 32 bits.
Quantidade	Quantidade de operandos MODBUS desta relação. Os operandos assumem endereços sequenciais a partir do primeiro, declarado no campo <u>Endereço MODBUS</u> . A quantidade é limitada pelo endereçamento, visto que o maior endereço suportado corresponde a 65535. Deve obrigatoriamente ser um número par se o <u>Tipo de Dado</u> for Input Register ou Holding Register e se o <u>Operando no CP</u> for do tipo inteiro (%I ou %TI) ou ponto flutuante (%F ou %TF).
Filtro IP	Este campo, associado ao campo de <u>Máscara IP</u> , permite selecionar um endereço IP, ou faixa de endereços IP, com permissão de escrita nos operandos MODBUS definidos por esta relação. Para os <u>Tipos de Dados</u> Input Register e Input Status este campo não tem função, uma vez que estes tipos de dados não podem ser escritos.
Máscara IP	Este campo, associado ao campo de <u>Filtro IP</u> , permite selecionar um endereço IP, ou faixa de endereços IP, com permissão de escrita nos operandos MODBUS definidos por esta relação. Se configurado para 255.255.255.255, apenas o endereço IP definido no campo <u>Filtro de IP</u> terá direito de escrita. Se configurado para 0.0.0.0, qualquer endereço IP terá direito de escrita, independente do campo <u>Filtro de IP</u> . Para os <u>Tipos de Dados</u> Input Register e Input Status este campo não tem função, uma vez que estes tipos de dados não podem ser escritos.

Tabela 3-6. Parâmetros da relação MODBUS Servidor

Os campos não editáveis, faixa de endereços MODBUS e a faixa de operandos no CP, são calculados automaticamente em função do campo de quantidade.

4. Diagnósticos

A interface Ethernet PX3414 gera, basicamente, dois tipos de diagnósticos diferentes: através de LEDs e em operandos do CP.

O primeiro deles é puramente visual, gerado através de dois conjuntos de LEDs do seu painel - ETH e NET. Para o segundo, os diagnósticos são armazenados diretamente em operandos do CP, e podem ser utilizados pela aplicação do usuário, por exemplo, apresentados num sistema de supervisão. Os últimos estão disponíveis apenas quando a UCP PX2004 e a interface PX3414 já estão se comunicando através do barramento.

A função destes diagnósticos é de apontar possíveis problemas de instalação ou configuração da interface, e de problemas ou deficiências da rede de comunicação. O capítulo de Manutenção deve ser consultado pelo usuário sempre que necessário.

Diagnósticos do Painel

A legenda a seguir deve ser utilizada para identificação dos estados dos LEDs:

Estado	Símbolo
Ligado	●
Piscando intermitente	X
Piscando 1 vez	1X
Desligado	○
Qualquer estado	-

Tabela 4-1. Legenda de identificação dos estados dos LEDs

Piscando intermitente - X: o LED começa a piscar e continua piscando enquanto a interface permanecer num estado que foi determinado por algum evento específico.

Piscando 1 vez - 1X: o LED pisca uma vez para cada evento ocorrido. Se a taxa de eventos for superior ao tempo da piscada, o estado pode ser confundido com o piscando intermitente.

LEDs do Conector RJ45

Os dois LEDs presentes no conector RJ45, identificado por NET, auxiliam o usuário na detecção de problemas na rede física instalada, indicam a velocidade do LINK de rede e se existe tráfego de comunicação com a interface. O significado dos LEDs é apresentado na Tabela 4-2.

Laranja	Verde	Significado
○	○	Ausência de LINK de rede.
●	○	LINK de rede de 10 Mbits/s.
●	●	LINK de rede de 100 Mbits/s.
X	—	Ocorrência de transmissão ou recepção na rede Ethernet, pelo ou para este endereço IP. Pisca sob demanda da UCP do PX3414, e não a cada transmissão ou recepção, ou seja, pode piscar com uma frequência menor que a frequência real de transmissão ou recepção.

Tabela 4-2. Significado dos LEDs NET

LEDs do Painel

A interface Ethernet PX3414 apresenta no seu painel frontal quatro LEDs em linha identificados por ETH, que indicam seu estado de operação e os diagnósticos mais comuns. Após a configuração da interface pela UCP PX2004, a mesma pode gerar diagnósticos mais apurados nos próprios operandos do CP (consultar o capítulo de Diagnósticos em Operandos).

Os quatro LEDs do painel, identificados por ETH, possuem o seguinte significado:

EX	PG	CM	ER	Significado da Indicação
●	●	●	●	Interface energizada: realizando testes de inicialização (consistência da memória RAM). Deve permanecer neste estado por menos de um segundo.
○	●	●	●	Interface em modo de carga, impossibilitado de ser configurado pela UCP e de se comunicar pela rede Ethernet. Desligar o sistema e retirar o jumper da PA3.
○	●	○	●	Interface em modo de teste, impossibilitado de ser configurado pela UCP e de se comunicar pela rede Ethernet. Desligar o sistema e retirar o jumper da PA4.
X	X	X	●	Falha na inicialização da interface. Indica problemas de hardware, com a memória RAM.
●	○	–	●	O software executivo é incompatível com o modelo de hardware/FPGA.
○	○	–	●	A interface não possui endereço MAC gravado em sua memória, necessário para a comunicação em redes Ethernet. Entrar em contato com o setor de suporte da Altus.
–	–	○	–	A interface não está sendo acessada pela UCP. Verificar a declaração do módulo no barramento da UCP feita através do MasterToolXE. Esta situação pode ocorrer durante a inicialização da UCP.
–	–	X	–	Interface sendo acessada pela UCP. Este LED pisca sob demanda da UCP do PX3414, e não a cada acesso da UCP, ou seja, pode piscar com uma frequência menor que a frequência real de acesso da UCP. Pode também piscar de forma mais rápida e dessincronizada em relação aos outros LEDs do painel.
X	○	–	○	Inicializando o controlador LAN e detectando o LINK de rede (10 ou 100 Mbits/s).
○	○	–	○	Interface inicializada com sucesso: aguardando a configuração da UCP.
X	○	–	X	Falha na inicialização do controlador LAN ou LINK de rede não detectado durante a configuração da interface. Verificar se o tipo de cabo de rede conectado a porta NET da interface é adequado, e se a outra extremidade está conectada. Esta situação pode ocorrer por um curto espaço de tempo (menos de um segundo) se o controlador LAN levar mais tempo que o normal para detectar o LINK de rede, em função das características da rede em que a interface está conectada. Nestes casos esta indicação deve ser desconsiderada.
○	○	–	X	Configuração inválida recebida da UCP: aguardando nova configuração. Para este erro pode ser gerado um diagnóstico mais detalhado, em operandos do CP, desde que o mesmo tenha sido configurado pelo usuário. Consultar a seção Diagnósticos em Operandos para maiores informações.
●	○	–	○	Interface configurada adequadamente e em modo execução, pronta para comunicar na rede Ethernet com outros equipamentos, em estado ativo.
●	○	–	1X	Erro detectado na transmissão de uma mensagem pela rede Ethernet. Consultar os diagnósticos de transmissão retornados em operandos, descritos na Tabela 4-5, para maiores informações sobre o erro ocorrido.
●	●	–	○	Interface configurada adequadamente e em modo execução, pronta para comunicar na rede Ethernet com outros equipamentos, mas em estado reserva.

Tabela 4-3. Significado dos LEDs ETH

Diagnósticos em Operandos

Durante e após a configuração da interface PX3414 pela UCP PX2004, a interface pode gerar diagnósticos diretamente nos operandos do CP, desde que habilitado pelo usuário nos parâmetros de configuração do módulo (consultar o capítulo de Configuração para maiores detalhes).

Os diagnósticos são atualizados pela interface a cada ciclo de varredura do CP, na faixa de operandos reservada e definida pelo usuário, podendo então serem utilizados na aplicação ou lidos por sistemas de supervisão.

Estes diagnósticos são muito similares aos disponibilizados pela função F-ETHER.094 ou F-ETHDG.089 para as outras interfaces Ethernet da Altus - PX3412. A vantagem é que agora a função não é mais necessária e a geração dos diagnósticos é mais rápida.

Apesar dos diagnósticos serem armazenados numa única faixa de operandos, esta foi subdividida em pequenos grupos de interesse, conforme apresentado nas tabelas a seguir.

Controle e Endereçamentos MAC e IP

Operando Mxxxx	Posição da TMxxx	Descrição
Mxxxx + 0	000	Operando de comandos do usuário para a interface Ethernet. O respectivo BIT de comando é zerado pela interface quando o comando for executado. BIT 0: reset físico da interface Ethernet (tem prioridade sobre o BIT 1 e 2); provoca também um switchover no caso de redundância de interfaces, se esta for a interface ativa, pois a interface resetada leva alguns segundos para voltar a atividade e ser novamente configurada; BIT 1: switchover manual, tendo efeito apenas se esta interface for de um par redundante e estiver no estado ativo; BIT 2: reinicialização dos contadores de diagnóstico da interface; BIT 3 ao 15: reservados.
Mxxxx + 1 ao Mxxxx + 3	001 à 003	Endereço MAC da interface, constituído por 6 bytes (2 bytes por operando/posição). Exemplo = 00.80.A0.05.12.34 Mxxxx + 1 = 0x0080 Mxxxx + 2 = 0xA005 Mxxxx + 3 = 0x1234
Mxxxx + 4 ao Mxxxx + 5	004 à 005	Endereço IP da interface, constituído por 4 bytes (2 bytes por operando/posição). Exemplo = 192.168.0.12 Mxxxx + 4 = 0xC0A8 Mxxxx + 5 = 0x000C
Mxxxx + 6 ao Mxxxx + 7	006 à 007	Máscara de Sub-rede da interface, constituído por 4 bytes (2 bytes por operando/posição). Exemplo = 255.255.255.0 Mxxxx + 6 = 0xFFFF Mxxxx + 7 = 0xFF00
Mxxxx + 8 ao Mxxxx + 9	008 à 009	Endereço de Gateway Default da interface, constituído por 4 bytes (2 bytes por operando/posição). Exemplo = 192.168.0.1 Mxxxx + 8 = 0xC0A8 Mxxxx + 9 = 0x0001
Mxxxx + 10 ao Mxxxx + 15	010 à 015	Operandos/posições reservados.

Tabela 4-4. Área de controle e parâmetros de endereçamento MAC e IP

Transmissão

Operando Mxxxx	Posição da TMxxx	Descrição
Mxxxx + 16	016	Quantidade de pacotes de controle Ethernet transmitidos sem erro. O valor circula entre 0 e 32767. Inclui as mensagens Ethernet sem dados ALNET II ou MODBUS, como as do tipo ARP (protocolo para resolução de endereços), ICMP (PING) e algumas da camada de transporte (TCP do tipo ACK).
Mxxxx + 17	017	Quantidade de pacotes ALNET II transmitidos sem erro. O valor circula entre 0 e 32767. Inclui as mensagens Ethernet com dados ALNET II (todas são do tipo TCP).
Mxxxx + 18	018	Quantidade de pacotes MODBUS transmitidos sem erro. O valor circula entre 0 e 32767. Inclui as mensagens Ethernet com dados MODBUS (todas são do tipo TCP).
Mxxxx + 19	019	Quantidade de erros por colisão. O valor circula entre 0 e 32767. Colisão do frame em transmissão com outro frame sendo transmitido por outro equipamento. Pode ocorrer em função de altos índices de tráfego na rede Ethernet. É automaticamente resolvido pelo controlador LAN da interface Ethernet.
Mxxxx + 20	020	Quantidade de erros por underrun. O valor circula entre 0 e 32767. A velocidade de transferência de um frame para a memória do controlador LAN foi inferior a sua taxa de transmissão. Nas ocorrências, uma nova tentativa de transmissão do frame é automaticamente iniciada pela interface Ethernet.
Mxxxx + 21	021	Quantidade de erros por perda de portadora. O valor circula entre 0 e 32767. Perda do sinal de portadora ("carrier sense") durante a transmissão de um frame (no pré-âmbulo). Nas ocorrências, uma nova tentativa de transmissão do frame é automaticamente iniciada pela interface Ethernet.
Mxxxx + 22	022	Diagnóstico reservado, de uso restrito da Altus. Quantidade de eventos gerados pelo controlador LAN para indicar situações de exceção durante o processo de transmissão de frames. O valor circula entre 0 e 32767.
Mxxxx + 23	023	Quantidade de erros por timeout de transmissão. O valor circula entre 0 e 32767. O tempo limite para a transmissão de um pacote foi atingido, sem confirmação de que o mesmo tenha sido concluído pelo controlador Ethernet. Nas ocorrências, uma nova tentativa de transmissão do frame é automaticamente iniciada pela interface Ethernet.
Mxxxx + 24	024	Quantidade de erros por falta de buffers de transmissão. O valor circula entre 0 e 32767. Houve a tentativa de alocar um buffer Ethernet para transmissão de um frame, mas não havia nenhum disponível. Pode ocorrer esporadicamente, sem consequências negativas, quando da ocorrência simultânea (burst) de várias mensagens BROADCAST. Nas ocorrências, a transmissão do frame é postergada até a liberação de um buffer.
Mxxxx + 25 ao Mxxxx + 31	025 à 031	Operandos/posições reservados.

Tabela 4-5. Área com diagnósticos de transmissão

Recepção

Operando Mxxxx	Posição da TMxxx	Descrição
Mxxxx + 32	032	Quantidade de pacotes de controle Ethernet recebidos sem erro. O valor circula entre 0 e 32767. Inclui as mensagens Ethernet sem dados ALNET II ou MODBUS, como as do tipo ARP (protocolo para resolução de endereços), ICMP (PING) e algumas da camada de transporte (TCP do tipo ACK).
Mxxxx + 33	033	Quantidade de pacotes ALNET II recebidos sem erro. O valor circula entre 0 e 32767. Inclui as mensagens Ethernet com dados ALNET II (todas são do tipo TCP).
Mxxxx + 34	034	Quantidade de pacotes MODBUS recebidos sem erro. O valor circula entre 0 e 32767. Inclui as mensagens Ethernet com dados MODBUS (todas são do tipo TCP).
Mxxxx + 35	035	Quantidade de pacotes MODBUS recebidos com erro. O valor circula entre 0 e 32767. Inclui as mensagens Ethernet com dados MODBUS (todas são do tipo TCP).
Mxxxx + 36	036	Quantidade de erros por overrun. O valor circula entre 0 e 32767. A velocidade de leitura do frame recebido pelo controlador LAN, é inferior à taxa de recepção. Deste modo, pode ocorrer overrun quando um novo frame é recebido antes que o último tenha sido completamente lido. Este erro pode ocorrer em função da quantidade elevada de mensagens recebidas (BROADCAST ou endereçadas à UCP) num curto espaço de tempo. As retentativas de comunicação efetuadas pela camada TCP se encarregam de enviar nova requisição, de modo que esta falha não é percebida pelas aplicações. O uso da interface Ethernet em redes corporativas contribui para a ocorrência de overrun.
Mxxxx + 37	037	Quantidade de erros por CRC inválido. O valor circula entre 0 e 32767. Frame recebido com erro na informação de CRC, informação esta que garante a integridade da mensagem.
Mxxxx + 38	038	Quantidade de erros por alinhamento. O valor circula entre 0 e 32767. Frame recebido com erro de alinhamento (campos inconsistentes do frame).
Mxxxx + 39	039	Quantidade de erros por tamanho de pacote inválido. O valor circula entre 0 e 32767. Recepção de um frame com tamanho inválido (fora da norma).
Mxxxx + 40	040	Quantidade de erros por timeout de serviço do protocolo ALNET II. O valor circula entre 0 e 32767. Um serviço solicitado pela UCP (LTR/ECR) não pode ser realizado em tempo hábil. Pode ocorrer se algum dos seguintes parâmetros foi mal configurado: • Timeout inicial do TCP • Número de retentativas do TCP • Timeout Inter Sub-rede (protocolo ALNET II)
Mxxxx + 41	041	Quantidade de erros por falta de buffers de recepção. O valor circula entre 0 e 32767. Houve a tentativa de alocar um buffer Ethernet para leitura de um frame já recebido pelo controlador LAN, mas não havia nenhum disponível. Pode ocorrer esporadicamente, sem consequências negativas, quando da ocorrência simultânea (burst) de várias mensagens BROADCAST. Nas ocorrências, a leitura do frame é postergada até a liberação de um buffer.
Mxxxx + 42 ao Mxxxx + 47	042 à 047	Operandos/posições reservados.

Tabela 4-6. Área com diagnósticos de recepção

Recursos

Operando Mxxxx	Posição da TMxxx	Descrição
Mxxxx + 48	048	Quantidade de buffers Ethernet disponíveis (transmissão e recepção). Valores entre 0 e 39.
Mxxxx + 49	049	Quantidade de buffers de transmissão ALNET II, de interface com a aplicação, disponíveis. Valores entre 0 e 24.
Mxxxx + 50	050	Quantidade de buffers de recepção ALNET II, de interface com a aplicação, disponíveis. Valores entre 0 e 24.
Mxxxx + 51	051	Quantidade de buffers de transmissão MODBUS, de interface com a aplicação, disponíveis. Valores entre 0 e 24.
Mxxxx + 52	052	Quantidade de buffers de recepção MODBUS, de interface com a aplicação, disponíveis. Valores entre 0 e 24.
Mxxxx + 53	053	Quantidade de liberações de buffers de transmissão ALNET II por existência de outro idêntico na fila de transmissão. O valor circula entre 0 e 32767. Pode ocorrer em virtude de problemas na especificação de parâmetros da interface Ethernet mencionados na seção Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação.
Mxxxx + 54	054	Quantidade de liberações de buffers de transmissão por inexistência de conexão ativa (cliente) estabelecida com o endereço destino. O valor circula entre 0 e 32767. Pode ocorrer se a conexão foi ou está sendo fechada/abortada pelo servidor.
Mxxxx + 55	055	Quantidade de liberações de buffers de transmissão por inexistência de conexão passiva (servidor) estabelecida com o endereço destino. O valor circula entre 0 e 32767. Pode ocorrer se a conexão foi ou está sendo fechada/abortada pelo cliente.
Mxxxx + 56	056	Quantidade de liberações de buffers de transmissão devido a erro na tentativa de abertura de conexão com o endereço destino (o limite de conexões foi atingido). O valor circula entre 0 e 32767.
Mxxxx + 57	057	Quantidade de liberações de buffers de transmissão devido a erro na abertura de conexão com o endereço destino (o servidor não responde). O valor circula entre 0 e 32767.
Mxxxx + 58	058	Quantidade de mensagens MODBUS processadas no modo cliente. O valor circula entre 0 e 32767.
Mxxxx + 59	059	Quantidade de mensagens MODBUS processadas no modo servidor. O valor circula entre 0 e 32767.
Mxxxx + 60 ao Mxxxx + 63	060 à 063	Operandos/posições reservados.

Tabela 4-7. Área com diagnósticos de recursos

Conectividade

Operando Mxxxx	Posição da TMxxx	Descrição
Mxxxx + 64	064	Quantidade de conexões ALNET II estabelecidas no modo cliente. Valores entre 0 e 128.
Mxxxx + 65	065	Quantidade de conexões ALNET II estabelecidas no modo servidor. Valores entre 0 e 128.
Mxxxx + 66	066	Quantidade de conexões MODBUS estabelecidas no modo cliente. Valores entre 0 e 128.
Mxxxx + 67	067	Quantidade de conexões MODBUS estabelecidas no modo servidor. Valores entre 0 e 128.
Mxxxx + 68	068	Quantidade de conexões ALNET II ou MODBUS estabelecidas no nível Ethernet, incluindo as conexões em modo cliente, modo servidor e as conexões LISTEN (de espera). Valores entre 1 e 128.
Mxxxx + 69	069	Quantidade de conexões Ethernet fechadas por inatividade. O valor circula entre 0 e 32767. Proteção interna: conexões abertas mas inativas (sem troca de mensagens) por um tempo superior ao configurado, são abortadas automaticamente pela interface Ethernet.
Mxxxx + 70	070	Quantidade de buffers Ethernet liberados por tempo limite de existência. O valor circula entre 0 e 32767. Proteção interna: buffers que permanecem na fila sem serem processados por mais de 60 segundos, são descartados automaticamente, independentemente dos valores configurados para os parâmetros de Timeout inicial do TCP e Número de retentativas do TCP.
Mxxxx + 71	071	BITs de diagnósticos de conectividade: BIT 0: indica a inexistência/existência (0/1) da conexão LISTEN ALNET II (a perda da conexão LISTEN impede a interface de abrir novas conexões); BIT 1: indica a inexistência/existência (0/1) da conexão LISTEN MODBUS (a perda da conexão LISTEN impede a interface de abrir novas conexões); BIT 2 ao 15: reservados. Quando 128 conexões são estabelecidas com a interface Ethernet em modo servidor, as conexões LISTEN aparecem como inexistentes pois o limite de conexões foi atingido. Para os protocolos desabilitados, a conexão LISTEN também aparece como inexistente.
Mxxxx + 72 ao Mxxxx + 79	072 à 079	Operandos/posições reservados.

Tabela 4-8. Área com diagnósticos de conectividade

Configuração e Redundância

Operando Mxxxx	Posição da TMxxx	Descrição
Mxxxx + 80	080	Versão da FPGA da interface Ethernet e modelo do produto: BIT 0 ao 2: valor de 0 à 7 que indica o modelo do produto: 0 = PX3412; 5 = PX3414. BIT 3: reservado; BIT 4 ao 7: valor de 0 à 15 que indica a versão da FPGA.; BIT 8 ao 15: reservados.
Mxxxx + 81	081	Versão de software executivo (BIOS) da interface Ethernet.
Mxxxx + 82	082	Bits de estado geral da interface Ethernet. Bits em 0 (zero) indicam funcionamento normal enquanto em 1 (um) significam anormalidades: BIT 0: impossibilidade de comunicação da UCP com a interface via barramento; BIT 1: falha de configuração (parâmetros de configuração ou relações com valores ilegais; consultar o próximo operando/posição de diagnóstico com o código do erro); BIT 2 ao 15: reservados.
Mxxxx + 83	083	Código do erro referente ao parâmetro de configuração ou relação ilegal, indicado pelo BIT 1 do operando/posição de diagnóstico anterior. Consultar a seção Códigos de Erro de Configuração com o formato e a descrição dos códigos de erro de configuração.
Mxxxx + 84	084	Estado de operação da interface Ethernet: BIT 0 ao 1: reservados; BIT 2: falha do barramento de comunicação com a UCP; BIT 3: falha do controlador LAN; BIT 4: sem LINK de rede; BIT 5: timeout de recepção das mensagens de redundância da interface redundante (quando operando em modo redundante); BIT 6: timeout de comunicação a nível de aplicação (indica que esta interface não está se comunicando com nenhum outro equipamento); BIT 7: reservado; BIT 8: interface configurada; BIT 9: estado reserva; BIT 10: estado ativo; BIT 11 ao 15: reservados.
Mxxxx + 85	085	Tempo sem receber ACKs de transmissão da camada TCP (x100 ms). O valor circula entre 0 e 32767.
Mxxxx + 86	086	Tempo sem receber as mensagens de teste do nível 2 da interface redundante. O valor circula entre 0 e 32767.
Mxxxx + 87	087	Tempo sorteado para realizar switchover da interface quando não houver comunicação. Valor entre o tempo configurado e duas vezes ele. Ver o parâmetro "período para chaveamento" na seção Parâmetros de Redundância.

Mxxxx + 88	088	Motivo do último switchover: 0 = não ocorreu nenhum switchover desde o power up ou última carga de módulo de configuração (a carga de um novo módulo de configuração zera este diagnóstico); 1 = solicitação externa de reset físico da interface ativa, que por sua vez provoca a mudança de estado da interface reserva para o estado ativo (consultar o primeiro operando de diagnóstico); 2 = solicitação externa de switchover (consultar o primeiro operando de diagnóstico); 3 = falha no controlador LAN da interface ativa; 4 = falha no link de rede da interface ativa; 5 = falha de comunicação entre UCP e interface ativa através do barramento; 6 = sem comunicação a nível de aplicação e sem recepção de mensagens de redundância por parte da interface ativa; 7 = sem comunicação a nível de aplicação e sem recepção de mensagens de redundância por parte da interface reserva; 8 ao 65535 = valores reservados.
Mxxxx + 89	089	Operando/posição reservada.

Tabela 4-9. Área com diagnósticos de configuração e redundância

Códigos de Erro de Configuração

O operando 083 da Tabela 4-9 traz um código de erro referente à configuração da interface por parâmetros inválidos ou por valores não aceitos pela interface. O formato deste código aparece na Tabela 4-10 e sua descrição na Tabela 4-11 e Tabela 4-12.

Bits do Operando																Descrição
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
								x	x	x	x	x	x	x	x	Código do erro. Consultar a descrição na Tabela 4-11.
x	x	x	x	x	x	x	x									Número da relação MODBUS com erro. O código do erro indica se é uma relação MODBUS cliente ou MODBUS servidor. Valor zerado se o erro não se refere a uma relação MODBUS.

Tabela 4-10. Formato dos códigos de erro de configuração

Normalmente o programador MasterToolXE não permite a definição de parâmetros inválidos pois é conhecedor de todos os limites da interface Ethernet, mas por questões de compatibilidade entre versões de produtos segue o formato e a descrição de tais erros.

Tipo de Erro	Código		Descrição
	DEC	HEX	
Gerais	1	0x01	Tipo de interface inválida.
	2	0x02	Posição inválida no barramento.
	3	0x03	Quantidade de bytes de configuração insuficientes.
	4	0x04	Quantidade inválida de bytes de parâmetros.
	5	0x05	Quantidade de subregistros insuficientes.
	6	0x06	Porta MODBUS igual a do ALNET II e com os dois protocolos habilitados.
Básicos	16	0x10	Quantidade de bytes do subregistro básico insuficiente.
	17	0x11	Endereço IP inválido (igual a 0.0.0.0).
	18	0x12	Endereço IP inválido (igual a 255.255.255.255).
	19	0x13	Máscara de sub-rede inválida (igual ao endereço IP).
	20	0x14	Endereço de Gateway default inválido (igual ao endereço IP).
	21	0x15	Endereço de Gateway default inválido (igual à máscara de sub-rede).
Avançados	32	0x20	Quantidade de bytes do subregistro genérico insuficiente.
	33	0x21	Número de comunicações ALNET II por ciclo do CP inválido.
	34	0x22	Valor de timeout do TCP inválido.
	35	0x23	Número de retentativas do TCP inválido.
	36	0x24	Tipo de operando de diagnóstico inválido.
	37	0x25	Endereço de operando de diagnóstico inválido.
	38	0x26	Quantidade de operandos de diagnóstico insuficiente.
	39	0x27	Tempo para inatividade da conexão não pode ser zero.
Redundância	40	0x28	Valor de atraso máximo de envio do ACK TCP inválido.
	48	0x30	Quantidade de bytes do subregistro redundância insuficiente.
	49	0x31	Período de transmissão da mensagem de teste inválido.
	50	0x32	Número de retentativa de transmissão da redundância.
	51	0x33	Valor do período para chaveamento inválido.
MODBUS	52	0x34	Redundância habilitada sem ter duas interfaces declaradas lado a lado.
	64	0x40	Quantidade de bytes do subregistro MODBUS insuficiente.
	65	0x41	Número de comunicações MODBUS por ciclo do CP inválido.
	66	0x42	Endereço da porta servidora MODBUS não pode ser zero.
	67	0x43	Endereço do operando de controle das relações inválido.
	68	0x44	Tipo de operando de controle das relações inválido.

Tabela 4-11. Descrição dos códigos de erro de configuração

Tipo de Erro	Código		Descrição
	DEC	HEX	
Relações MODBUS Servidor	128	0x80	Índice da relação maior que o máximo permitido.
	129	0x81	Tipo de dado inválido.
	130	0x82	Quantidade de operandos inválido.
	131	0x83	Tipo de operando no CP inválido.
	132	0x84	Número de sequência do pacote errado.
	133	0x85	Código do comando de configuração inválido.
	134	0x86	Quantidade de bytes no registro de configuração inválido.
	135	0x87	Endereço MODBUS inválido (deve ser diferente de zero).
	136	0x88	Quantidade de operandos maior que os definidos no módulo C.
	137	0x89	Tabela de operandos inválida.
	138	0x8A	Quantidade inválida para o tipo de operando no CP.
Relações MODBUS Cliente	144	0x90	Índice da relação maior que o máximo permitido.
	145	0x91	Função MODBUS inválida.
	146	0x92	Tipo de operando no CP inválido.
	147	0x93	Tipo de operando de status inválido.
	148	0x94	Tempo de pooling muito grande.
	149	0x95	Número de sequência do pacote errado.
	150	0x96	Código do comando de configuração inválido.
	151	0x97	Quantidade de bytes no registro de configuração inválido.
	152	0x98	Porta de conexão MODBUS inválida (deve ser diferente de zero).
	153	0x99	Endereço MODBUS inválido (deve ser diferente de zero).
	154	0x9A	Quantidade de operandos maior que os definidos no módulo C.
	155	0x9B	Tabela de operandos inválida.
	156	0x9C	Endereço do operando de status inválido.
	157	0x9D	Quantidade máxima de operando para requisição excedido.
	158	0x9E	Quantidade inválida para o tipo de operando no CP.

Tabela 4-12. Descrição dos códigos de erro das relações MODBUS

Status das Relações MODBUS Cliente

Para cada relação MODBUS Cliente existe um par de operandos memória associados, definidos pelo usuário (consultar seção MODBUS Cliente) para indicar os resultados e possíveis diagnósticos de erro referentes à comunicação com o equipamento servidor. O formato de dados destes operandos aparece descrito na Tabela 4-13.

Bit do Operando																Descrição	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
Operando %Mxxxx																Controle Geral	
																	Código de exceção MODBUS retornado pelo servidor endereçado pela relação: 01h = A função MODBUS utilizada não é suportada pelo servidor (illegal function) 02h = A área de dados MODBUS que se pretende acessar não existe no servidor (illegal data address) 03h = O dado que se pretende escrever na respectiva área de dados MODBUS está fora da faixa de valores aceitos pelo servidor (illegal data value) 04h = Ocorreu um erro irrecuperável no servidor durante a execução da respectiva requisição (slave device failure) 05h = O servidor aceitou a requisição porém a execução do mesmo irá demandar um longo período (acknowledge) 06h = O servidor está ocupado executando um comando de longa duração (slave device busy) 07h = O servidor não pode executar a requisição recebida (negative acknowledge) 08h = Foi detectado um erro de paridade na memória do servidor durante a leitura dos dados MODBUS (memory parity error) Os códigos acima são definidos pela norma MODBUS, sendo comuns para todos os equipamentos. Demais códigos de exceção, específicos do fabricante, devem ser consultados no manual do equipamento servidor.
							1										Erro no tamanho da resposta (total de bytes excede 255)
						1											Erro de CRC na resposta
					1												Erro de timeout de resposta
			1														Erro na resposta na última varredura
			0														Relação executada com erro na última varredura
			1														Relação executada com sucesso na última varredura
		0															Relação aguardando disparo
		1															Relação disparada (comunicação em andamento)
	0																Relação habilitada pelo usuário (cópia do operando de controle)
	1																Relação desabilitada pelo usuário (cópia do operando de controle)
0																	Relação válida
1																	Relação inválida
Operando %Mxxxx + 1																Estatísticas da relação.	
									x	x	x	x	x	x	x	x	Quantidade de vezes que esta relação foi executada com sucesso. O valor circula entre 0 e 255.
x	x	x	x	x	x	x	x	x									Quantidade de vezes que esta relação foi executada resultando em erro. O valor circula entre 0 e 255.

Tabela 4-13. Operandos de status das relações MODBUS Cliente

Códigos de Exceção MODBUS Retornados em Modo Servidor

A Tabela 4-14 apresenta todos os códigos de exceção MODBUS, e seus respectivos significados, que podem ser retornadas pela interface PX3414 quando operando como servidor.

Código de Exceção		Descrição
DEC	HEX	
1	0x01	O tipo da respectiva requisição (função MODBUS) não é suportada.
2	0x02	Os respectivos dados MODBUS que se pretende ler ou escrever não estão cobertos por uma relação. A interface pode retornar este código de exceção no caso da leitura de uma faixa de endereços não estar coberta por uma única relação MODBUS, ou seja, para ler uma faixa de endereços contínua, é necessário que todos os endereços estejam declarados em uma única relação.
3	0x03	Algum valor contido na área de dados da requisição não é um valor permitido para este equipamento. Provavelmente está se tentando atribuir um valor (escrita) fora da faixa para um determinado endereço. A requisição e o endereço do dado MODBUS são válidos, mas o valor que se pretende escrever não.
128	0x80	O endereço IP cliente não possui direito de escrita nos respectivos operandos MODBUS. Consultar as informações de Filtro IP e Máscara IP atribuídas à relação (ver seção MODBUS Servidor).
129	0x81	A relação que define os respectivos operandos MODBUS que se pretende ler ou escrever, encontra-se desabilitada ou o CP está em modo erro. Consultar os operandos de controle que habilitam e desabilitam as relações (ver seção Configurações MODBUS dos Parâmetros Avançados).
130	0x82	Os respectivos operandos MODBUS encontram-se bloqueados para escrita pois a UCP PX2004 está com o nível de proteção três definido. Consultar o manual de utilização da UCP PX2004 para maiores informações sobre o nível de proteção e senha.
131	0x83	Quantidade ilegal de dados MODBUS a serem lidos ou escritos. Está se tentando ler ou escrever uma quantidade ímpar de input registers ou holding registers associados à operandos do tipo inteiro (%I ou %TI) ou ponto flutuante (%F ou %TF). Como cada operando está associado a dois input registers ou holding registers, a leitura ou escrita dos mesmos deve ser feita aos pares.
132	0x84	Endereço ilegal de dado MODBUS a ser lido ou escrito. Está se tentando ler ou escrever em apenas um dos dois input registers ou holding registers associados ao operando tipo inteiro (%I ou %TI) ou ponto flutuante (%F ou %TF). Como cada operando está associado a dois input registers ou holding registers, a leitura ou escrita dos mesmos deve ser feita aos pares e iniciar sempre pelo primeiro endereço que forma o operando.

Tabela 4-14. Códigos de erro MODBUS retornados em modo MODBUS Servidor

5. Programação

A princípio a interface Ethernet dispensa qualquer tipo de programação adicional na aplicação do usuário, além dos seus parâmetros de configuração carregados no CP através do módulo C. Estes parâmetros foram descritos anteriormente no capítulo de Configuração.

Isto não significa que o usuário não pode desenvolver nenhuma espécie de controle em nível de aplicação sobre a interface. Alguns dos parâmetros de configuração, normalmente segmentos de operandos do CP, permitem uma intervenção do usuário sobre o funcionamento da interface.

A seguir são apresentadas situações em que o controle do protocolo ALNET II e MODBUS foi estendido para a aplicação.

Protocolo ALNET II em modo Cliente

Para utilizar o protocolo ALNET II sobre TCP/IP no modo cliente, é necessário o uso das instruções ECR e LTR na aplicação do usuário. Estas instruções permitem a transmissão de mensagens não solicitadas para outros equipamentos, através do protocolo ALNET II e pela interface Ethernet.

A instrução ECR permite a escrita de dados em outros equipamentos da rede, enquanto que a instrução LTR permite a leitura de dados. O Manual de Programação do MasterToolXE deve ser consultado para informações detalhadas sobre a utilização destas instruções.

Disparo de Relações MODBUS Cliente de Forma Acíclica

Para disparar relações MODBUS Cliente de forma acíclica, sugere-se o seguinte método, que pode ser implementado de maneira simples no programa aplicativo do usuário:

- definir tempo de polling máximo para as relações (32767);
- manter a relação normalmente desabilitada;
- habilitar a relação no momento em que se deseja executá-la;
- esperar pela confirmação de término da execução da relação, e neste momento desabilitá-la novamente.

Uso da Interface PX3414 em CPs Redundantes

Uma das possibilidades de utilização da interface PX3414 num par de CPs redundantes (PX2004 + PX2017), além de servidor para os sistemas de supervisão, poderia ser o controle de um conjunto de remotas MODBUS. Neste caso, os PX3414 são utilizados no modo cliente.

Nesta situação, as relações MODBUS clientes devem ser habilitadas enquanto o CP estiver no estado ativo, mas permanecem normalmente desabilitadas para os demais estados que o CP possa assumir (desconfigurado, inicial, inoperante ou reserva). No CP em estado reserva, é aconselhável apenas que seja feita uma comunicação em modo cliente com o CP ativo, para verificação da integridade da comunicação MODBUS do(s) PX3414 no CP reserva.

6. Instalação

Este capítulo apresenta os procedimentos mínimos necessários para instalação mecânica do módulo PX3414, do cabo de rede Ethernet e do software de programação MasterToolXE Programming.

Instalação Mecânica

Um CP da série Ponto PX é formado pelos seguintes elementos básicos: bastidor, fonte e UCP. Outros elementos podem fazer parte do CP, como por exemplo: interfaces de rede PROFIBUS, coprocessadores matemáticos e de redundância, expansores de barramento e módulos de E/S digitais e analógicos.

As informações sobre a instalação mecânica apresentadas a seguir são bastante resumidas. Maiores detalhes podem ser encontrados no capítulo de instalação no manual de utilização da UCP PX2004 - MU212000.

UCP e Fonte

Para utilização do módulo PX3414, deve-se utilizar o modelo de UCP PX2004 e uma fonte PX3511 ou PX3512. Se forem utilizadas fontes redundantes, devem ser utilizadas duas fontes do modelo PX3512.

ATENÇÃO:

Novos modelos de UCP, fonte e bastidores compatíveis com o PX3414 podem ser lançados pela Altus a qualquer momento, podendo este documento estar com as informações de compatibilidade desatualizadas. Procure sempre consultar documentos nas suas últimas revisões.

Bastidor

Existem seis modelos de bastidores que podem alojar o módulo PX3414, além de outros módulos. Para a escolha do modelo mais adequado deve ser considerada a quantidade de módulos que serão empregados na arquitetura, bem como futuras expansões.

A estrutura de todos os bastidores sempre é a seguinte, considerando-se o primeiro slot à esquerda do bastidor, visto de frente:

- F slots de largura dupla, para fontes
- U slots de largura simples, para UCPs
- E/N slots de largura simples, para módulos com barramento estendido ou normal
- N slots de largura simples, para módulos com barramento normal

A Tabela 6-1 mostra as configurações para os modelos de bastidores disponíveis.

Bastidor	F	U	E/N	N
PX3631	1	1	4	0
PX3635	1	1	8	0
PX3640	2	1	6	0

Tabela 6-1. Características de bastidores compatíveis com o PX3414

Os slots sempre aparecem em ordem na Tabela 6-1, da esquerda para a direita e vistos de frente (primeiro F slots para fontes, depois U slots para UCPs, depois E/N slots para módulos com barramento estendido ou normal, e finalmente N slots para barramento normal).

Somente o bastidor PX3640 comporta duas fontes redundantes. No entanto, somente a fonte PX3512 pode ser utilizada em modo redundante neste bastidor.

Em todos os modelos de bastidor, há sempre um único slot para UCP.

Barramento

Os módulos podem ser classificados em dois tipos, dependendo da forma como se conectam ao barramento do bastidor:

- módulos com barramento normal: tipicamente são módulos de entrada e saída, que se conectam ao barramento através de um conector EURO macho de 64 pinos;
- módulos com barramento estendido (ou módulos inteligentes): tipicamente são módulos coprocessadores ou interfaces de comunicação, que se conectam ao barramento através de um conector EURO macho de 96 pinos.

Esta classificação é importante, pois nem todos os slots dos bastidores, à direita da UCP, podem ser ocupados por módulos com barramento estendido. Por outro lado, todos os slots disponíveis dos bastidores, à direita da UCP, podem ser ocupados por módulos com barramento normal.

De uma maneira geral, módulos de entrada e saída digital e analógicos utilizam barramento normal, enquanto os demais utilizam o barramento estendido (interfaces de rede, coprocessadores matemáticos e de redundância, expansor de barramento). Para maiores informações, consulte o(s) documento(s) de características técnicas do(s) módulo(s) a ser(em) utilizado(s).

Módulos

A interface de rede PX3414 deve ser inserida num slot do bastidor reservado para módulos com barramento estendido. Quando utilizada aos pares, para usufruir da característica de redundância de comunicação, as mesmas devem ser inseridas em slots consecutivos.

Os bastidores possuem um trilho inferior e outro superior, para cada slot, que servem como guias para inserção dos módulos. Deve ser observado que o bastidor possui um conjunto de conectores do lado interno, um para cada slot, os quais devem se encaixar perfeitamente nos conectores macho de cada módulo inserido.

Cada módulo possui dois manípulos, espécie de parafuso, para fixação mecânica do módulo ao bastidor, devendo os mesmos serem devidamente apertados. Estes manípulos visam garantir a perfeita conexão do módulo ao barramento, o seu aterramento (considerando que o bastidor já esteja aterrado) e evitar que possíveis trepidações ou forças externas desloquem os módulos de suas posições, afetando o funcionamento do sistema.

Instalação do Cabo de Rede

A porta Ethernet do módulo PX3414, identificada no painel por NET, possui pinagem padrão, sendo a mesma utilizada, por exemplo, em computadores pessoais. O módulo possui um conector RJ45 fêmea blindado, com interface elétrica 10/100Base-TX, devendo ser utilizado um cabo UTP ou ScTP, de categoria 5, para interligar o módulo ao dispositivo de acesso à rede Ethernet.

A Figura 6-1 e a Tabela 6-2 apresentam o conector RJ45 fêmea do módulo PX3414, com a identificação e a descrição da pinagem válida para os níveis físicos tipo 10Base-T e 100Base-TX.

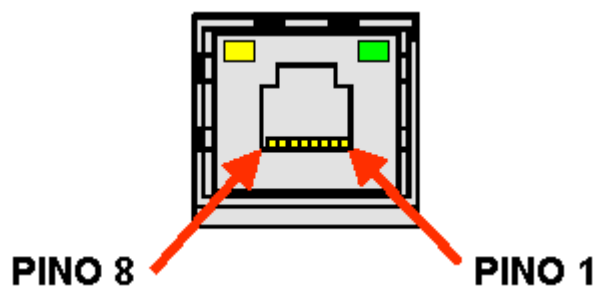


Figura 6-1. Conector RJ45 fêmea do módulo PX3414

Pino	Sinal	Descrição
1	TD +	transmissão de dados, positivo
2	TD -	transmissão de dados, negativo
3	RD +	recepção de dados, positivo
4	NU	não utilizado
5	NU	não utilizado
6	RD -	recepção de dados, negativo
7	NU	não utilizado
8	NU	não utilizado

Tabela 6-2. Pinagem do conector RJ45 fêmea do módulo PX3414

A interface pode ser conectada em uma rede de comunicação através de um hub ou switch, ou então diretamente ao equipamento com o qual irá se comunicar. Neste último caso deve-se utilizar um cabo de rede denominado cross-over, o mesmo utilizado para conectar dois computadores pessoais, ponto a ponto, através da porta Ethernet.

Entende-se por cabo de rede, um par de conectores RJ45 machos interligados entre si por um cabo UTP ou ScTP, de categoria 5, sob a configuração direta ou cross-over. O mesmo serve para interligar dois dispositivos com porta Ethernet.

Normalmente estes cabos possuem uma trava de conexão que garante uma perfeita conexão entre o conector fêmea da interface e o conector macho do cabo. No momento da instalação, o conector macho do cabo deve ser inserido na fêmea do módulo até que se ouça um som característico (espécie de "click"), garantindo a atuação da trava. Para desconectar os mesmos deve-se utilizar a alavanca presente no conector macho.

A seguir são apresentadas algumas arquiteturas válidas para o módulo PX3414, com o objetivo de exemplificar a forma como o módulo é interligado através do cabo de rede.

Legenda: cabo crossover 
 cabo paralelo 

Ponto a ponto

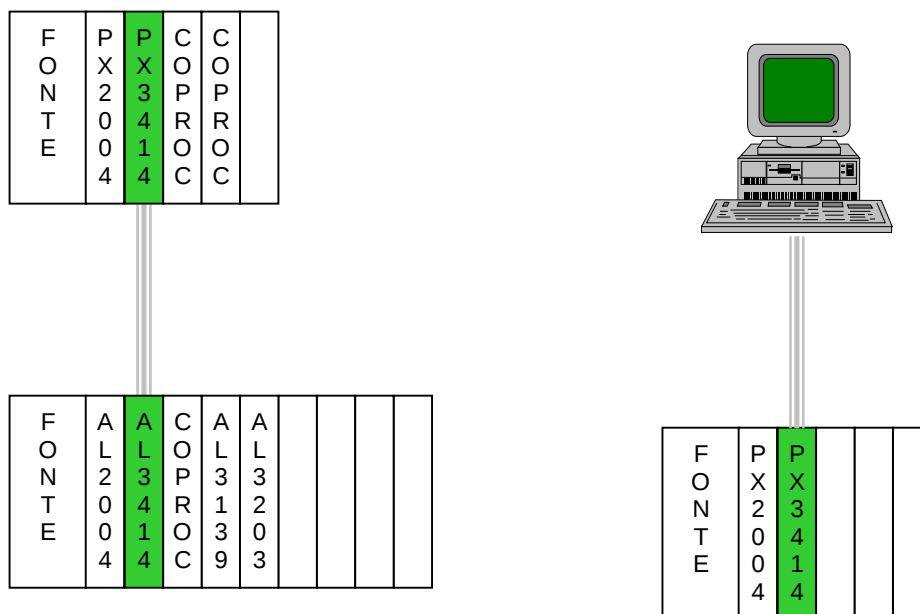


Figura 6-2. Dois exemplos de interligação ponto a ponto

Rede Simples

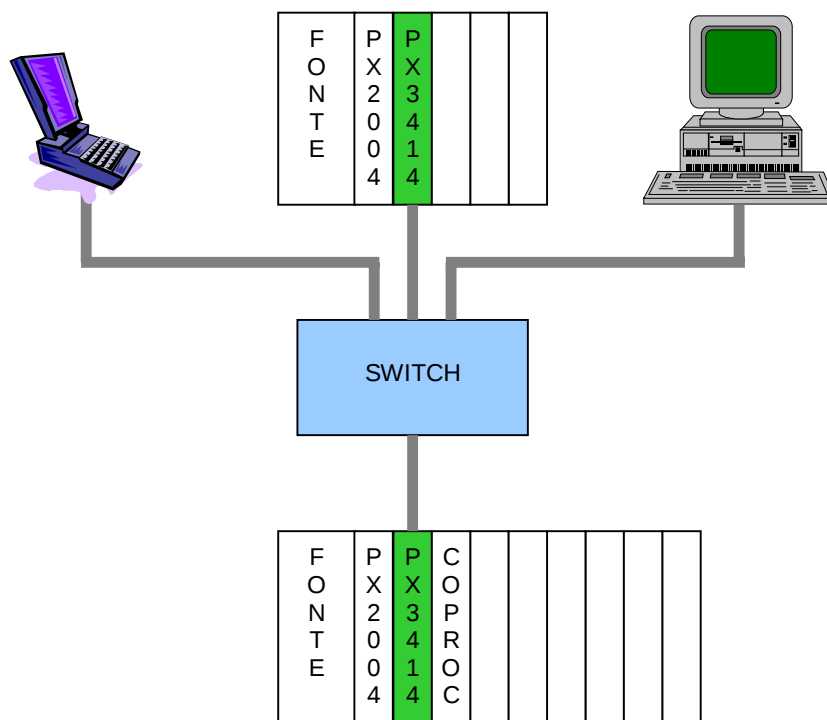


Figura 6-3. Interligação em rede simples

Rede Redundante

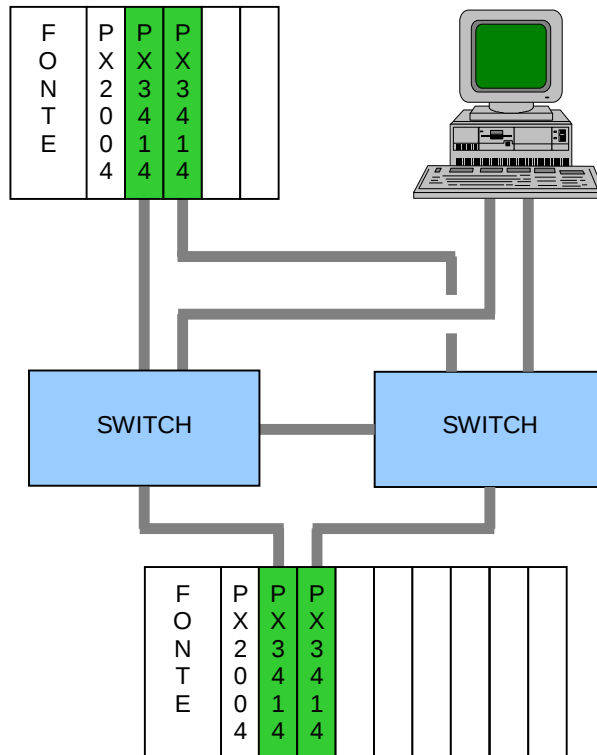


Figura 6-4. Interligação em rede dupla - redundante

MasterToolXE Programming

Para instalação do software MasterToolXE Programming, utilizado para configurar a interface PX3414, o usuário deve consultar o seu manual de utilização. No capítulo de instalação do respectivo manual podem ser encontradas as seguintes informações:

- Requisitos de hardware e software necessários;
- Procedimento para instalação e desinstalação;
- Instruções para execução do software.

ATENÇÃO:

O software MasterToolXE Programming não acompanha o produto PX3414, devendo ser adquirido separadamente.
--

7. Exemplos de Utilização

Este capítulo traz dois exemplos de utilização da interface de comunicação PX3414.

O primeiro exemplo traz uma aplicação genérica, que explora todas as características oferecidas pela interface PX3414, tais como redundância de comunicação, protocolo de comunicação MODBUS TCP e protocolo de comunicação ALNET II sobre TCP/IP.

Ainda no primeiro exemplo, serão demonstrados para o usuário todos os passos a serem seguidos para construir um sistema completo e bastante realista, de forma prática, dando condições ao usuário de planejar a melhor maneira de desenvolver a sua aplicação.

O segundo exemplo visa demonstrar a configuração e o formato de uma relação MODBUS cliente genérica.

Exemplo 1: Aplicação Genérica

Arquitetura

A Figura 7-1 esquematiza o exemplo do sistema a ser demonstrado. Ele é composto, basicamente, dos seguintes dispositivos:

- **CPM** - CP de controle, com interface mestre PROFIBUS redundante e interface Ethernet redundante. Opera como servidor MODBUS TCP e ALNET II sobre TCP/IP dos equipamentos CPA, μ CFG e μ CTR.
- **CPA** - CP de controle, com coprocessador aritmético e interface Ethernet redundante. Realiza controle de processo através da remota PROFIBUS RM3, se comunicando com o controlador CPM como cliente MODBUS TCP.
- **μ CTR** - microcomputador de controle e supervisão, com interface Ethernet redundante e sistema de supervisão com protocolo de aplicação MODBUS TCP ou ALNET II sobre TCP/IP. Realiza o controle das remotas RM1 e RM2 e a supervisão de todo o sistema através de comunicações em modo cliente MODBUS TCP com os controladores CPM e CPA.
- **μ CFG** - microcomputador portátil de configuração, com o Programador MasterToolXE, interface serial RS-232 e interface Ethernet simples. O Programador MasterToolXE é necessário para configurar os controladores CPM e CPA, podendo também, num segundo instante, ser utilizado para verificação e depuração do sistema.
- **RM1, RM2, RM3** - remotas PROFIBUS, com interface escravo PROFIBUS redundante. Estas remotas são gerenciadas diretamente pelo mestre PROFIBUS do controlador CPM, mas indiretamente pelo sistema de supervisão μ CTR (RM1 e RM2) e pelo CPA (RM3). Cada remota é formada por um par de cabeças PO5063V4 ou PO5063V5, um módulo de 16 entradas digitais PO1010, um módulo de 16 saídas digitais PO2022, um módulo de 8 entradas analógicas PO1213, um módulo de 8 saídas analógicas PO2132.
- **SWA, SWB** - switches para interligação dos equipamentos: são utilizados dois switches pois a rede Ethernet instalada é redundante. Observar que os dois switches foram interligados e que o microcomputador μ CFG não possui interface Ethernet redundante, estando interligado apenas com o switch SWA.

A Tabela 7-1 apresenta os endereços IPs escolhidos para os equipamentos.

Equipamento	Endereço IP
CPM	192.168.1.57
CPA	192.168.1.58
μCTR	192.168.1.59
μCFG	192.168.1.60

Tabela 7-1. Endereços IPs dos equipamentos

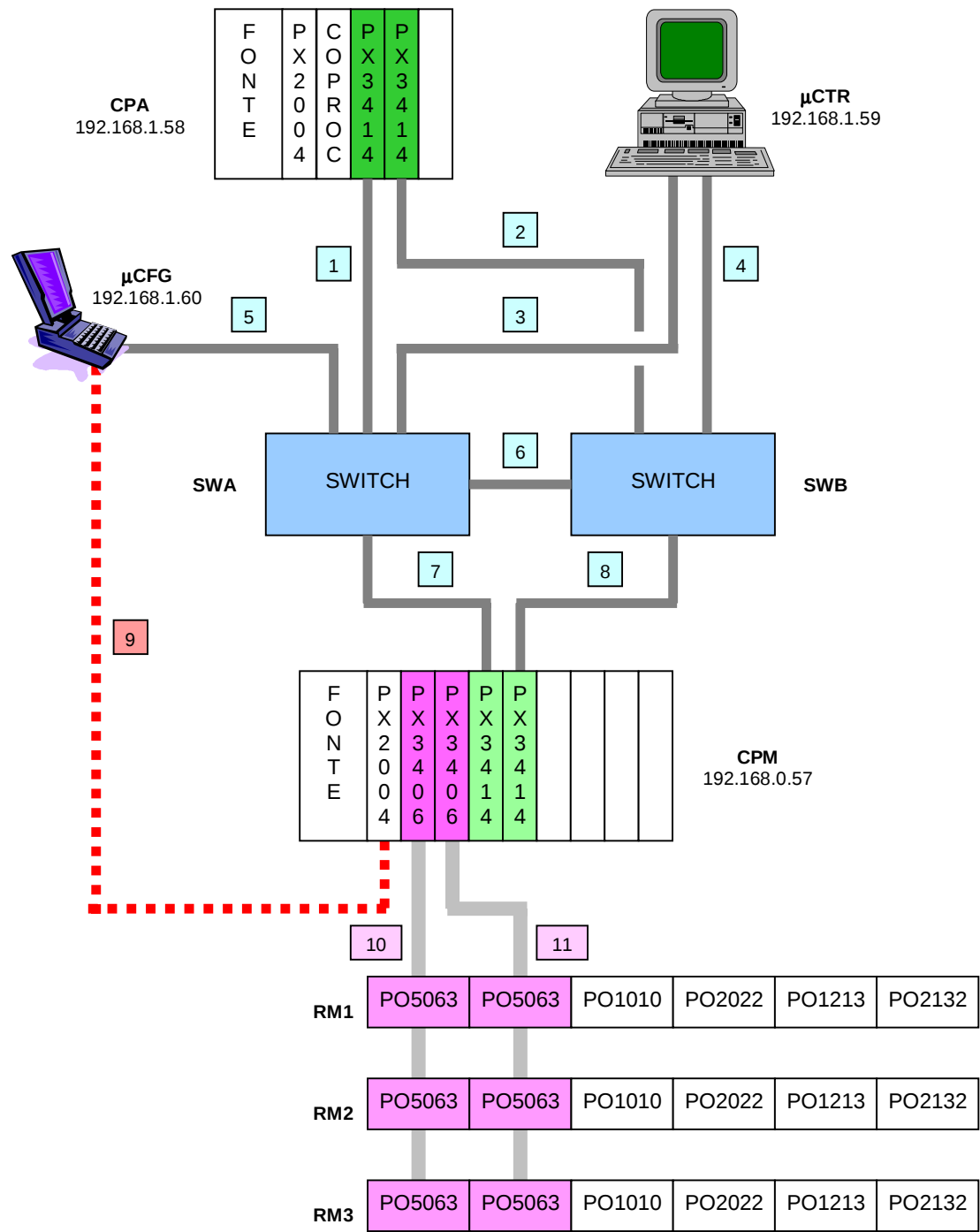


Figura 7-1. Arquitetura Exemplo

Notas:

- O controlador CPM utiliza um bastidor PX3635, possuindo quatro slots livres, e o CPA um bastidor PX3631, com um slot livre. Deve-se preencher os slot livres com os módulos cegos PX3490, protegendo os demais módulos inseridos no bastidor.

Conexões Físicas

A Figura 7-1 apresenta todas as conexões físicas estabelecidas entre os equipamentos do sistema. Estas conexões, enumeradas de um até onze, aparecem na Tabela 7-2.

Conexão	Tipo	Equipamentos Interligados	
1	Ethernet	CPA	SWA
2	Ethernet	CPA	SWB
3	Ethernet	μCTR	SWA
4	Ethernet	μCTR	SWB
5	Ethernet	μCFG	SWA
6	Ethernet	SWA	SWB
7	Ethernet	CPM	SWA
8	Ethernet	CPM	SWB
9	Serial RS232	μCFG	CPM
10	PROFIBUS	CPM	Remotas (RM1 ... RM3)
11	PROFIBUS	CPM	Remotas (RM1 ... RM3)

Tabela 7-2. Conexões Físicas do Exemplo

ATENÇÃO:

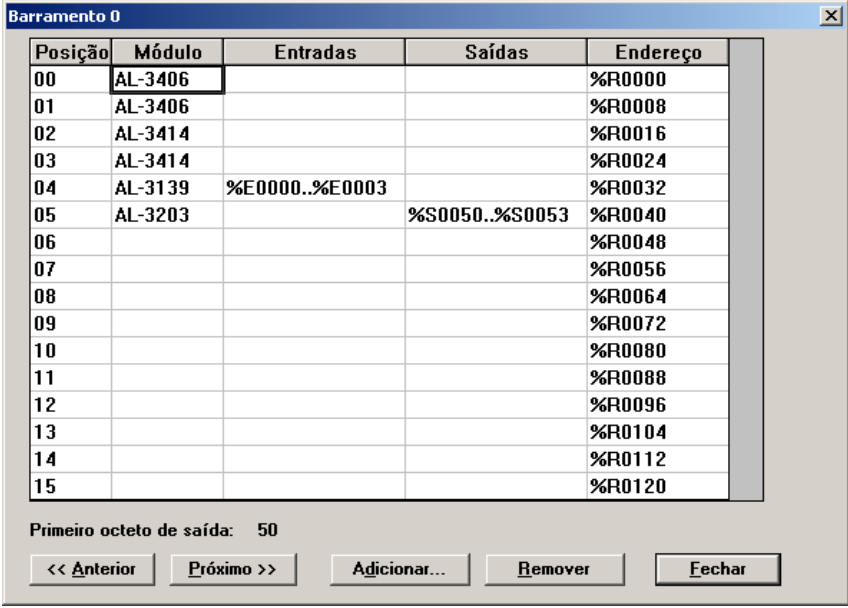
Apesar da Figura 7-1 e da Tabela 7-2 apresentarem a conexão física número nove como sendo apenas entre o microcomputador de configuração μCFG e o controlador CPM, há também a necessidade de estabelecer a conexão serial RS232 do μCFG com o controlador CPA e com as interfaces mestres PROFIBUS PX3406 do controlador CPM para respectivas configurações.

Configuração

Segue a configuração dos dois controladores: CPM e CPA.

Controlador CPM

O primeiro passo é criar um novo projeto no MasterToolXE, selecionar a UCP PX2004 e depois declarar os módulos no barramento do controlador CPM, conforme mostra a Figura 7-2. O parâmetro de primeiro octeto de saída foi definido em 50.



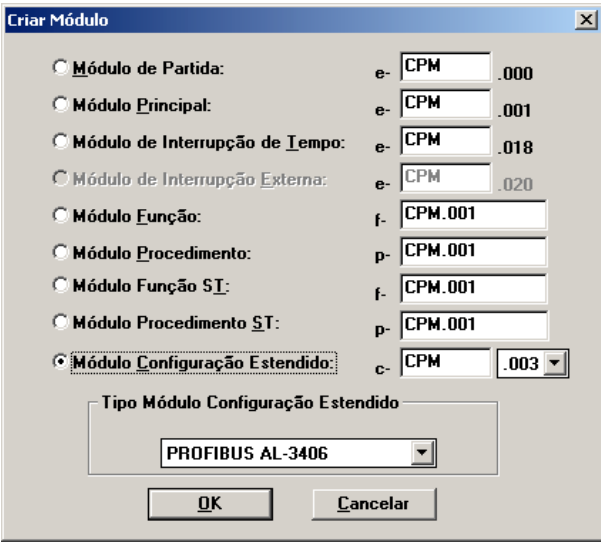
Posição	Módulo	Entradas	Saídas	Endereço
00	AL-3406			%R0000
01	AL-3406			%R0008
02	AL-3414			%R0016
03	AL-3414			%R0024
04	AL-3139	%E0000..%E0003		%R0032
05	AL-3203		%S0050..%S0053	%R0040
06				%R0048
07				%R0056
08				%R0064
09				%R0072
10				%R0080
11				%R0088
12				%R0096
13				%R0104
14				%R0112
15				%R0120

Primeiro octeto de saída: 50

<< Anterior Próximo >> Adicionar... Remover Fechar

Figura 7-2. Barramento 0 do CPM

O segundo passo é criar um módulo de configuração estendido referente a rede PROFIBUS, como mostra a Figura 7-3.



Criar Módulo

☐ Módulo de Partida: e- CPM .000
☐ Módulo Principal: e- CPM .001
☐ Módulo de Interrupção de Tempo: e- CPM .018
☐ Módulo de Interrupção Externa: e- CPM .020
☐ Módulo Função: f- CPM.001
☐ Módulo Procedimento: p- CPM.001
☐ Módulo Função ST: f- CPM.001
☐ Módulo Procedimento ST: p- CPM.001
☒ Módulo Configuração Estendido: c- CPM .003

Tipo Módulo Configuração Estendido

PROFIBUS AL-3406

OK Cancelar

Figura 7-3. Módulo de configuração estendido C003 do CPM

Além da configuração da UCP PX2004, a rede PROFIBUS bem como as interfaces mestre PX3406 precisam ser configuradas. Esta configuração é feita através do configurador ProfiTool. Este manual não tem a intenção de apresentar todos os passos de configuração de uma rede deste tipo. Se necessário, consultar a documentação dos produtos AL-3865 e PX3406 para maiores detalhes.

A Figura 7-4 mostra a rede PROFIBUS com o mestre CPM e os três escravos RM1, RM2 e RM3. O barramento da remota RM1 é apresentado na Figura 7-5, sendo idêntico ao barramento das remotas RM2 e RM3, no que se refere aos tipos e quantidade de módulos, mudando apenas o endereçamento de cada um dos módulos de E/S.

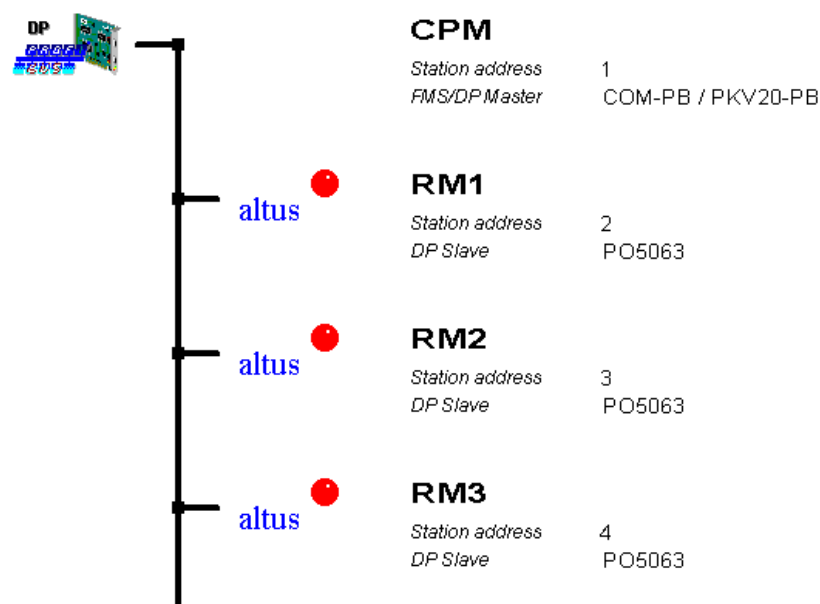


Figura 7-4. Rede PROFIBUS

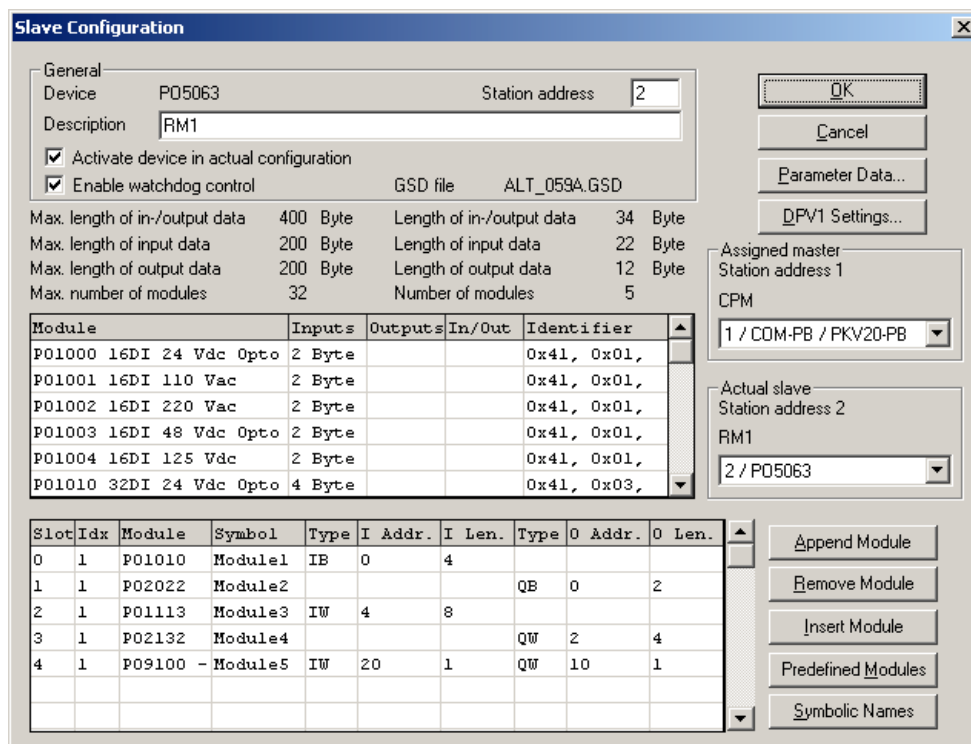


Figura 7-5. Barramento das remotas PROFIBUS

Os módulos declarados no barramento das remotas podem exigir uma parametrização adicional. É o caso dos módulos analógicos de entrada e de saída, que permitem configurar o tipo de grandeza e o range para cada um dos canais.

Assim que a rede estiver completa, com todos os parâmetros de rede e de módulos definidos, deve-se prosseguir com a carga do projeto nas interfaces mestre PROFIBUS PX3406. A carga é realizada com o próprio configurador ProfiTool, utilizando um cabo serial apropriado.

Depois da carga do projeto nas interfaces PROFIBUS, o ProfiTool deve ser fechado e o arquivo por ele gerado (.PB) carregado no projeto do MasterToolXE conforme Figura 7-6.

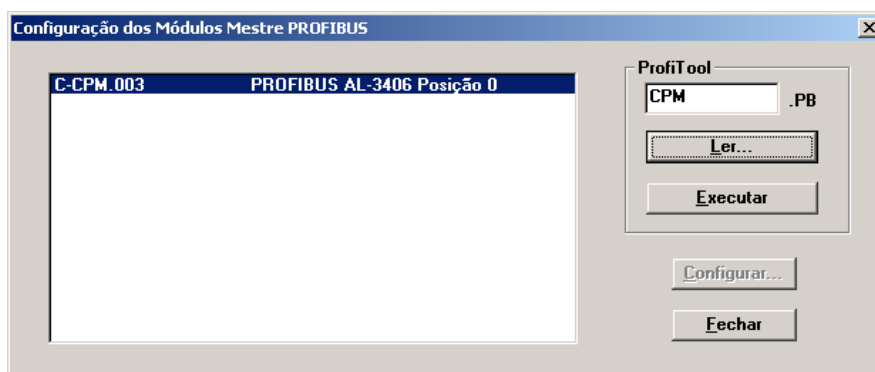


Figura 7-6. Leitura do módulo de configuração da rede PROFIBUS

Ao importar o arquivo, o MasterToolXE associa operandos do PX2004 com os módulos das remotas automaticamente. Visando reduzir a quantidade de relações MODBUS, necessárias para acesso aos módulos PROFIBUS pelos clientes CPA e μ CTR, sugere-se fazer um reagrupamento quanto ao tipo dos módulos de E/S, como mostra a Tabela 7-3.

Tipo de Módulo	Tipo de Operando	Endereço Inicial
Digital de entrada	%E	0
Digital de saída	%S	50
Analógico de entrada	%M	400
Analógico de saída	%M	450
Controle de Redundância PROFIBUS	%M	500

Tabela 7-3. Relação de operandos quanto ao tipo de módulo

O resultado dessa nova associação pode ser visto na Figura 7-7. Para ter acesso a esta configuração, o botão CONFIGURAR... que aparece na Figura 7-6 deve ser pressionado.

Configuração do módulo Mestre PROFIBUS

	Nó	Tipo	End. Entrada	End. Saída	Tamanho	Operando no CP	Grupo
1	2	IB	0		4	%E0004 a %E0007	Default
2	2	QB		0	2	%S0054 a %S0055	Default
3	2	IW	4		16	%M0400 a %M0407	Default
4	2	QW		2	8	%M0450 a %M0453	Default
5	2	RE	20		2	%M0500 a %M0500	Default
6	2	RS		10	2	%M0501 a %M0501	Default
7	3	IB	22		4	%E0008 a %E0011	Default
8	3	QB		12	2	%S0056 a %S0057	Default
9	3	IW	26		16	%M0408 a %M0415	Default
10	3	QW		14	8	%M0454 a %M0457	Default
11	3	RE	42		2	%M0502 a %M0502	Default
12	3	RS		22	2	%M0503 a %M0503	Default
13	4	IB	44		4	%E0012 a %E0015	Default
14	4	QB		24	2	%S0058 a %S0059	Default
15	4	IW	48		16	%M0416 a %M0423	Default
16	4	QW		26	8	%M0458 a %M0461	Default
17	4	RE	64		2	%M0504 a %M0504	Default
18	4	RS		34	2	%M0505 a %M0505	Default

PROFIBUS Mestre
 N° relações: 18
 Posição: 0

Redundância
☒ Redundância
 Posição redundante: 1

Diagnósticos do Mestre
 Mestre A: %M0100 a %M0129
 Mestre B: %M0130 a %M0159
 Redundante: %M0160 a %M0175
 Tempo de Atualização: 1582.40 us

Importar Relações
 Exportar Relações
 Alocar...
 OK
 Cancel

Figura 7-7. Relações do módulo mestre PROFIBUS

É necessário, na sequência, configurar o par de interfaces Ethernet redundantes PX3414 do controlador CPM. A partir do módulo de configuração C000, deve-se pressionar o botão ETHERNET... para ter acesso ao barramento de configuração das interfaces Ethernet apresentado na Figura 7-8.

Como se trata de um par de interfaces redundantes, apenas a primeira interface, que aparece na posição dois, precisa ser configurada. A segunda interface, na posição três, assume automaticamente os parâmetros da primeira.

Barramento Ethernet

Configure a comunicação ethernet dos módulos do barramento

Barramento 0

pos 0	pos 1	AL-3414 pos 2	AL-3414 pos 3	pos 4	pos 5	pos 6	pos 7
pos 8	pos 9	pos 10	pos 11	pos 12	pos 13	pos 14	pos 15

Ok Cancel

Figura 7-8. Barramento de interfaces Ethernet

A configuração da interface se divide, basicamente, em cinco etapas: definição dos parâmetros básicos, avançados, de redundância e as relações do protocolo MODBUS cliente e do servidor. A

Figura 7-9 mostra a janela com a definição dos parâmetros básicos, que se traduzem na habilitação dos respectivos protocolos e da definição das propriedade do IP.

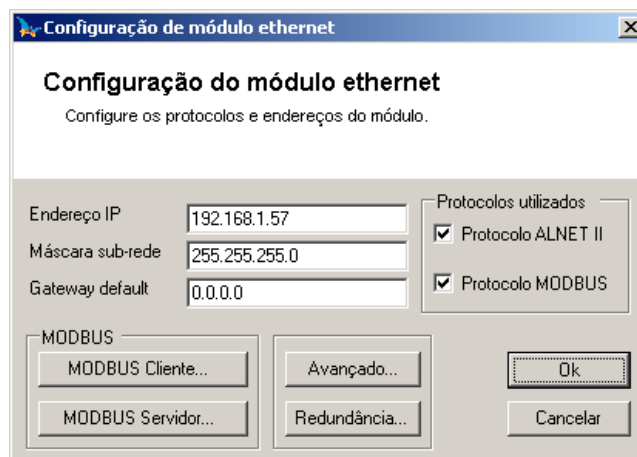


Figura 7-9. Parâmetros básicos

Notas:

- Para que o MasterToolXE possa se comunicar com o CP via interface Ethernet, o protocolo ALNET II deve estar habilitado.

Antes de passar para a configuração dos parâmetros avançados, são configurados os parâmetros relativos ao sistema de redundância. Basicamente esta configuração se limita em habilitar o checkbox que habilita a redundância de comunicação, como mostra a Figura 7-10.

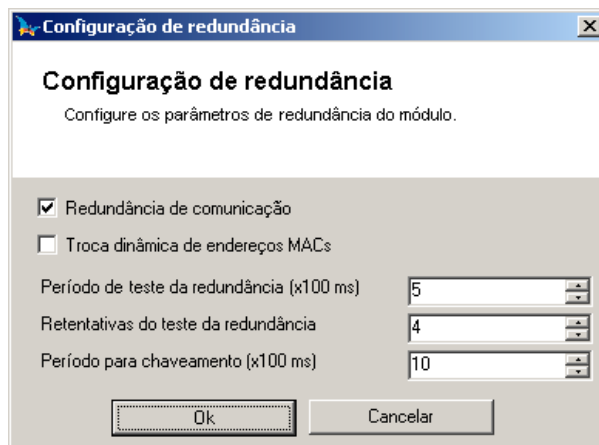


Figura 7-10. Parâmetros de redundância

Notas:

- Optou-se por não habilitar a troca dinâmica de endereços MAC das interfaces, e manteve-se os valores padrão dos parâmetros de período de teste, retentativas e período de chaveamento. Havendo necessidade, o usuário deve, para a sua aplicação, configurar adequadamente cada um dos parâmetros em função das características de sua rede e dos equipamentos interligados.

A Figura 7-11 apresenta os parâmetros avançados de configuração da interface.

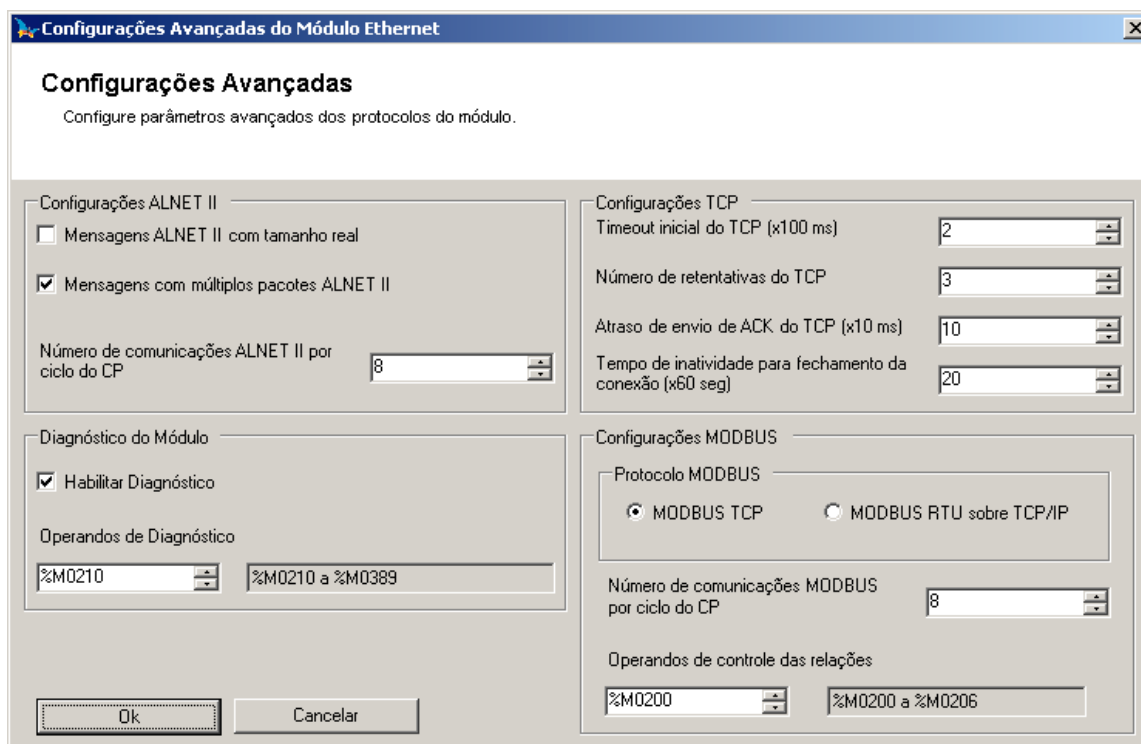


Figura 7-11. Parâmetros avançados

Notas:

- Em função da redundância de comunicação estar habilitada, a quantidade de operandos de diagnóstico dobra. Nos operandos %M0210 ao %M299 serão armazenados os diagnósticos da primeira interface PX3414 e nos %M0300 ao %M0389 os referentes a segunda interface.
- O checkbox que habilita as mensagens de múltiplos pacotes ALNET II foi habilitado em função da possibilidade de se ter um driver executando no microcomputador de controle μ CTR baseado no protocolo ALNET II sobre TCP/IP que usufrua desta característica para acelerar o processo de comunicação.
- Em função dos valores configurados para os parâmetros de timeout inicial e número de tentativas do TCP, o valor a ser adotado para o timeout do nível de aplicação deve ser de aproximadamente quatro segundos.
- Considerando que o tempo de ciclo do controlador CPM será baixo, em função desta aplicação, não é necessário ajustar os valores dos parâmetros de número de comunicações ALNET II e MODBUS por ciclo de varredura do CP. Nenhuma melhora de velocidade de comunicação ou de aumento de tempo de ciclo de varredura do CP é observada em função do aumento ou diminuição destes valores.
- Será utilizado o protocolo MODBUS TCP e operandos de controle das relações do operando %M0200 ao %M0206.

Diferentemente do CPA, este controlador não irá realizar comunicações MODBUS no modo cliente, apenas no modo servidor. Por isto, é necessário definir apenas as relações para o modo de operação MODBUS servidor, como mostra a Figura 7-12.

Configuração MODBUS Servidor

Relações MODBUS Servidor
Configure as relações MODBUS do servidor.

Número	Tipo dado	End. MODBUS	Qtd	Operandos CP	Filtro IP	Mascara IP
0	Input Status	1	128	%E0000.0 a %E0015.7	0.0.0.0	0.0.0.0
1	Coil	1	64	%S0050.0 a %S0057.7	0.0.0.0	0.0.0.0
2	Coil	65	16	%S0058.0 a %S0059.7	0.0.0.0	0.0.0.0
3	Input Register	1	24	%M0400 a %M0423	0.0.0.0	0.0.0.0
4	Holding Register	1	8	%M0450 a %M0457	0.0.0.0	0.0.0.0
5	Holding Register	9	4	%M0458 a %M0461	0.0.0.0	0.0.0.0
6	Holding Register	101	180	%M0210 a %M0389	0.0.0.0	0.0.0.0
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Editar relação... Remover relação... Ok Cancelar

Figura 7-12. Relações MODBUS Servidor

Notas:

- Todas as relações foram definidas a partir de informações extraídas da Figura 7-2, Figura 7-7 e Figura 7-11.
- Os Coils e os Holding Registers, referentes as saídas digitais e analógicas, foram divididos cada um em dois grupos, permitindo a definição de filtros e máscaras IP específicas para cada grupo. Com isto, IPs diferentes dos definidos não terão acesso de escrita nas respectivas áreas.
- Os diagnósticos das duas interfaces Ethernet PX3414 foram mapeados nos Holding Registers de endereços 100 ao 279 (operandos %M0210 a %M0389).

O timeout de aplicação para o protocolo ALNET II sobre TCP/IP é definido a partir da janela de configuração do protocolo ALNET II, como mostra a Figura 7-13. A janela pode ser acessada através do botão ALNET II... do módulo de configuração C000. O campo a ser preenchido, é o TIMEOUT INTER SUB-REDE. Ver seção Dimensionamento de Timeouts TCP e de Aplicação para maiores detalhes sobre o dimensionamento deste parâmetro.

ALNET II

Nome de Identificação: CPM

Endereço de Nó de Estação: 1

Endereço de Sub rede: 1

Velocidade de Comunicação: 1000 kbps

Redundância

☐ Habilitada

Período de Teste Conexão Ativa: 0 s

Atraso para Comutação: 0 s

Timeout Inter Sub-rede: 46 *100ms

Timeout Intra Sub-rede: 0 *100ms

Conexão Física

☒ Elétrica

☐ Ótica

Ajuda

Grupos de Multicast

OK Cancelar

Figura 7-13. Configuração do timeout de aplicação ALNET II

Para que este projeto exemplo se torne funcional, deve-se definir ainda o módulo de execução E001 com a chamada da função de controle das interfaces mestre PROFIBUS PX3406, como mostra a Figura 7-14.

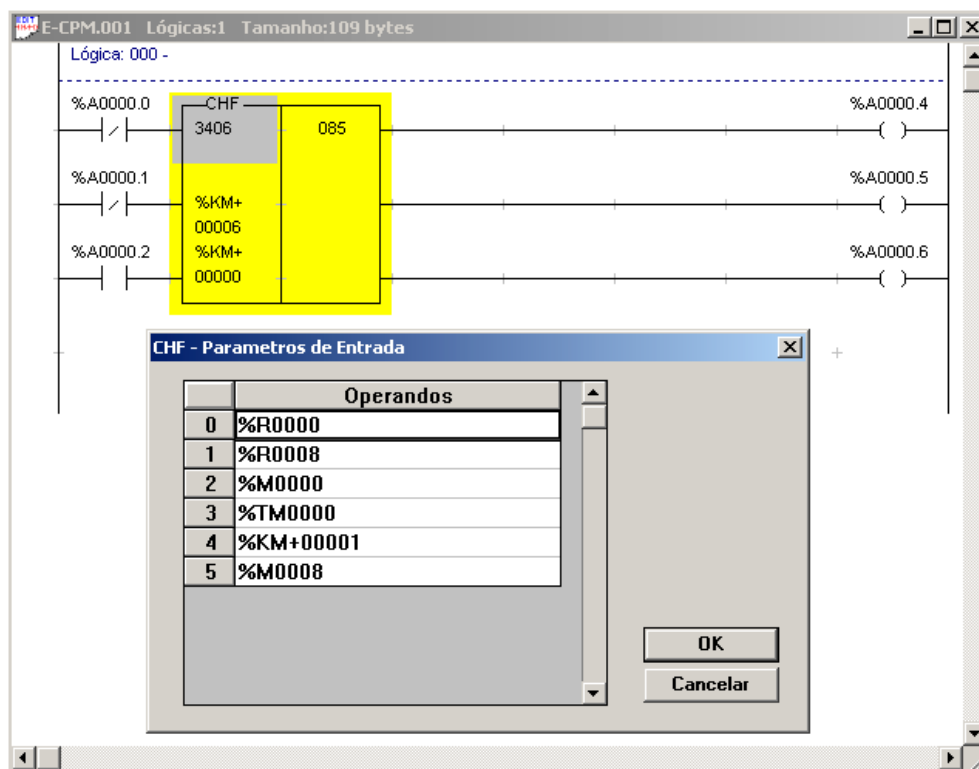


Figura 7-14. Chamada da função F-3406.085

Encerrado o projeto, deve-se proceder com a carga dos módulos de configuração e de execução no controlador. Num primeiro momento esta carga deve ser realizada através da porta serial ALNET I do PX2004, visto que a interface ainda não está configurada para realizar qualquer configuração através da rede Ethernet.

Após a carga do módulo de configuração C000, com a definição da interface Ethernet e das propriedades do IP do mesmo, a comunicação entre o microcomputador µCFG e o controlador CPM pode prosseguir através da rede Ethernet, utilizando o protocolo ALNET II sobre TCP/IP.

Controlador CPA

O desenvolvimento da aplicação para o controlador CPA é muito similar ao que foi para o controlador CPM, devendo-se também criar um projeto no MasterToolXE, selecionar a UCP PX2004 e declarar os módulos no barramento: coprocessador e duas interfaces Ethernet PX3414, que por sua vez também irão trabalhar de forma redundante.

Porém há duas exceções. A primeira é que este controlador não possui interface de rede de campo PROFIBUS. A segunda é que a interface PX3414 será utilizada também no modo cliente, justamente para escrever e ler os valores no e do controlador CPM referentes a remota três, utilizada por este CP para o controle de um determinado processo.

Este controlador também terá relações MODBUS em modo servidor, permitindo que outros clientes possam ter acesso as variáveis de controle do seu processo e também aos resultados e diagnósticos deste processo.

O exemplo, portanto, restringe-se apenas a apresentar as configurações das relações MODBUS cliente e servidor para este controlador, detalhando os pontos mais importantes, e não repetindo o que já foi visto para o controlador CPM e que vale para este controlador também.

As relações MODBUS modo cliente, apresentadas na Figura 7-15, devem ser equivalentes e complementares às relações que foram definidas para o controlador CPM em modo servidor, limitando-se a mapear os dados de entrada e saída da remota RM3.

	End. IP Serv	End. est	Função MODBUS	End. MODBUS	Qtd	Operandos CP	Operandos status
0	192.168.1.57	0	Leitura de Input	97	32	%E0000.0 a %E0003.7	%M0100 a %M0101
1	192.168.1.57	0	Escrita de N Coil	65	16	%S0050.0 a %S0051.7	%M0102 a %M0103
2	192.168.1.57	0	Leitura de Input Regist	17	8	%M0000 a %M0007	%M0104 a %M0105
3	192.168.1.57	0	Leitura de Holding Reg	9	4	%M0050 a %M0053	%M0106 a %M0107
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Figura 7-15. Relações MODBUS Cliente

Já as relações MODBUS modo servidor deste controlador, apresentados na Figura 7-16, mapeiam os diagnósticos das duas interfaces Ethernet PX3414 e as variáveis de controle de processo e de diagnóstico da mesma.

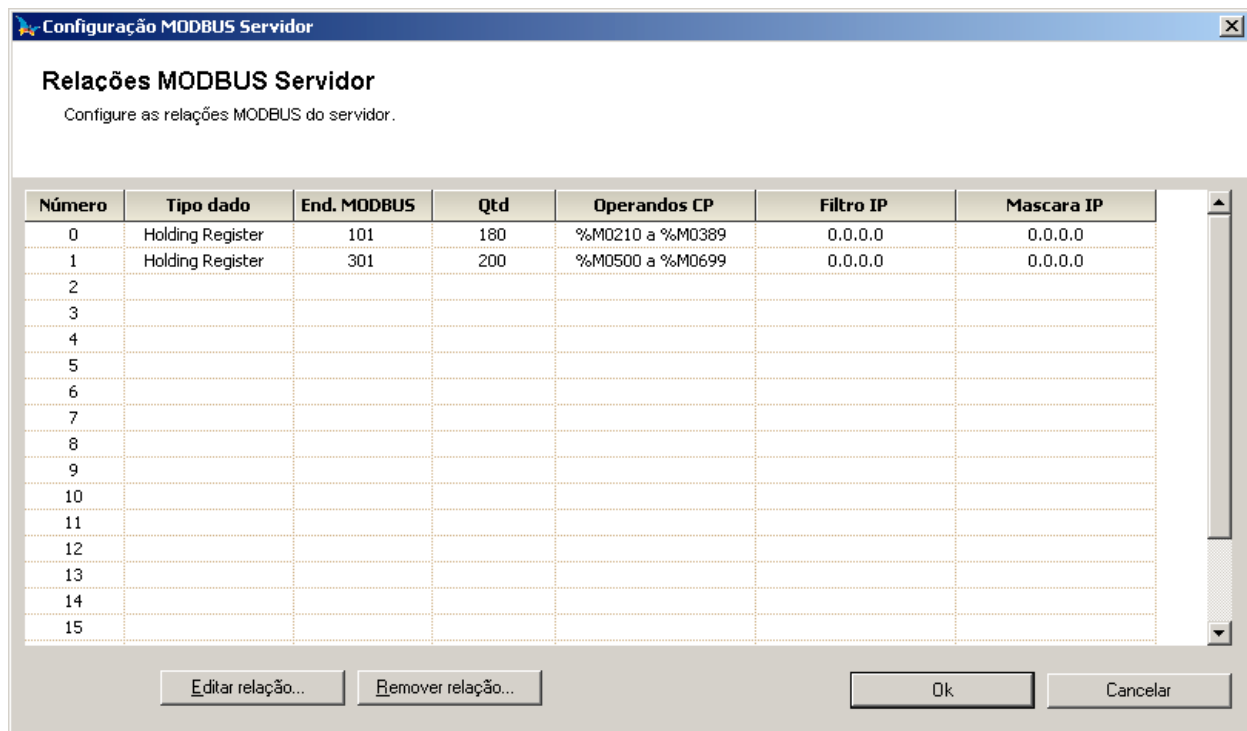


Figura 7-16. Relações MODBUS Servidor

Como pode ser observado nas relações MODBUS servidor, as variáveis de controle e diagnóstico do processo foram todas mapeadas em operandos tipo memória, do endereço 500 ao 699 (%M0500 ao %M0699). Além de serem acessíveis através do protocolo MODBUS TCP a partir do holding register de endereço 300, as mesmas podem ser acessadas via protocolo ALNET II sobre TCP/IP se o mesmo for habilitado para este par de interfaces PX3414.

Após o término da configuração e desenvolvimento da aplicação referente ao coprocessador e ao controle do processo, o projeto deve ser carregado na memória do controlador CPA. Primeiramente, via canais seriais e depois, se o protocolo ALNET II sobre TCP/IP foi habilitado para as interfaces PX3414, podendo prosseguir via rede Ethernet.

Exemplo 2: Relação MODBUS Genérica

Para exemplificar o uso da relação MODBUS genérica, é utilizada uma função MODBUS que não existe na biblioteca básica da interface Ethernet PX3414. Trata-se da função de código 22 (0x16 se considerado o sistema numérico hexadecimal), de escrita mascarada em um holding register.

Esta função modifica o conteúdo de um holding register específico, combinando o conteúdo atual do holding register com uma máscara AND e uma máscara OR. Esta função pode ser utilizada para ligar ou desligar bits de um holding register individualmente.

O algoritmo da função, a ser implementado pelo servidor, é o seguinte:

novο valor = (valor atual AND máscara and) OR (máscara or AND NOT(máscara and))

onde:

AND, OR, NOT = instruções lógicas

novο valor = valor do holding register após o tratamento da mensagem

valor atual = valor do holding register antes do tratamento da mensagem

máscara and = valor da máscara AND recebida na mensagem

máscara or = valor da máscara OR recebida na mensagem

ATENÇÃO:

Esta função, embora possa ser implementada através da relação genérica do MODBUS cliente, não é tratada por servidores PX3414, pois a mesma desconhece tal tipo de função MODBUS. Neste caso, a interface PX3414 vai retornar o código de erro um (0x01): função ilegal.

A Tabela 7-4 apresenta o formato básico da função de escrita mascarada em holding register.

Byte	Valor Exemplo	Descrição
1	0x16	Código da Função.
2	0x01	Endereço de referência - byte mais significativo.
3	0x04	Endereço de referência - byte menos significativo.
4	0xFF	Máscara AND - byte mais significativo.
5	0xF0	Máscara AND - byte menos significativo.
6	0x00	Máscara OR - byte mais significativo.
7	0x07	Máscara OR - byte menos significativo.

Tabela 7-4. Formato da função MODBUS de escrita mascarada em holding register

Em caso de sucesso no tratamento da função, o equipamento servidor MODBUS retorna uma mensagem de resposta idêntica a requisição. Em caso de erro, o equipamento servidor retorna uma mensagem de exceção característica MODBUS, definida pela norma.

Configuração

A partir da Tabela 7-4, é possível identificar-se quantos bytes devem ser transmitidos, permitindo a definição dos parâmetros da relação MODBUS genérica, como mostra a Figura 7-17.

A imagem mostra a janela de configuração 'Edição de relação MODBUS Cliente'. No topo, há o título 'Relação MODBUS Cliente' e o subtítulo 'Configure a relação para acesso aos dados MODBUS Cliente'. À esquerda, há uma lista de opções de função MODBUS, com 'Relação genérica' selecionada. À direita, há campos para configurar os parâmetros da relação:

- Endereço IP Servidor: 192.168.0.54
- End. estação destino: 17
- Endereço MODBUS: 1
- Faixa endereço MODBUS: 1 a 7
- Operando no CP: %M0902
- Faixa operando no CP: %M0902 a %M0908
- Operando status: %M0900
- Faixa operando status: %M0900 a %M0901
- Pooling (x100 ms): 10
- Quantidade: 7
- Timeout serviço (x100 ms): 30
- Porta destino: 502

Na parte inferior, há duas opções de configuração:

- ☐ Swap word
- ☒ Múltiplas requisições

Na base da janela, há botões para 'OK' e 'Cancel'.

Figura 7-17. Configuração da relação MODBUS genérica

Como já mencionado na seção

Relação Genérica, o usuário deve configurar os seguintes parâmetros requisitados pelo software de programação MasterToolXE:

- Função MODBUS: relação genérica
- Endereço IP servidor: endereço IP do servidor MODBUS destino da mensagem
- Endereço da estação destino: endereço da estação MODBUS destino (nó)
- Operando no CP: endereço do operando no CP onde a mensagem a ser transmitida vai estar armazenada e onde o resultado será armazenado (são necessários quatro operandos para a requisição e mais quatro para a resposta)
- Operando de status: endereço do operando no CP para armazenar estatísticas de funcionamento desta função MODBUS (dois operandos consecutivos)
- Quantidade: quantidade de bytes a serem transmitidos (sete bytes conforme o formato da função de escrita mascarada em holding register)
- Pooling: período de execução desta função
- Timeout de serviço: timeout do nível de aplicação

Aplicação

A aplicação fica encarregada de montar a função a ser transmitida, conforme valores exemplo da Tabela 7-4, pela habilitação da relação cliente (operandos de controle das relações), pela verificação das estatísticas de funcionamento da função e pelo tratamento da mensagem de resposta (sucesso ou erro).

Para montagem da função a ser transmitida, pode-se utilizar a instrução CAB, como mostra a Figura 7-18.



Figura 7-18. Montagem da função nos operandos do CP

Como a mensagem possui apenas sete bytes, o byte menos significativo do operando %M0905 será desconsiderado. A resposta será armazenada a partir do operando seguinte ao último utilizado na transmissão: %M906.

A Tabela 7-5 mostra o conteúdo dos operandos considerando uma resposta de sucesso por parte do servidor. Caso a função não seja suportada pelo equipamento servidor MODBUS, será recebida uma mensagem de exceção, como mostra a Tabela 7-6.

Operando	Valor	Descrição
%M0902	0x1601	Dados a serem transmitidos pela relação genérica, definidos através da instrução CAB na aplicação.
%M0903	0x04FF	
%M0904	0xF000	
%M0905	0x0700	O byte menos significativo do operando %M0905 não será transmitido quando a relação for executada.
%M0906	0x1601	Dados recebidos do equipamento servidor MODBUS, responsável pelo tratamento da mensagem, em caso de sucesso. Observar que é são uma cópia dos dados que foram transmitidos (isto é uma característica da função de escrita mascarada em holding register).
%M0907	0x04FF	
%M0908	0xF000	
%M0909	0x07##	O byte menos significativo do operando %M0909 não é sobrescrito com nenhum valor, permanecendo com o seu conteúdo inalterado, pois a resposta possui apenas sete bytes de dados.

Tabela 7-5. Conteúdo dos operandos considerando uma resposta de sucesso

Operando	Valor	Descrição
%M0902	0x1601	Dados a serem transmitidos pela relação genérica, definidos através da instrução CAB na aplicação.
%M0903	0x04FF	
%M0904	0xF000	
%M0905	0x0700	O byte menos significativo do operando %M0905 não será transmitido quando a relação for executada.
%M0906	0x9601	Dados recebidos do equipamento servidor MODBUS, responsável pelo tratamento da mensagem, em caso de erro: função não suportada.
%M0907	0x####	
%M0908	0x####	
%M0909	0x####	Uma mensagem de exceção possui apenas dois bytes. O primeiro indica erro na respectiva função (0x16 + 0x80 = 0x96) e o segundo o código de erro (0x01 = função não suportada pelo servidor MODBUS). Os demais operandos reservados para a resposta (%M0907 ao %M0909) permanecendo com os seus conteúdos inalterados.

Tabela 7-6. Conteúdo dos operandos considerando uma resposta de exceção

Para saber o momento em que a resposta foi armazenada nos respectivos operandos, disponível para tratamento pela aplicação, deve-se monitorar constantemente o operando de status da relação (%M0900 para este exemplo). O formato do operando de status está definido na seção Status das Relações MODBUS Cliente.

8. Manutenção

Este capítulo trata da manutenção do sistema envolvendo a interface PX3414. Nele estão contidas informações sobre os diagnósticos da interface, procedimentos para melhoria da performance de comunicação, problemas mais comuns que podem ser enfrentados pelo usuário durante a instalação e configuração, bem como os procedimentos a serem tomados para resolvê-los e ferramentas disponíveis.

ATENÇÃO:

É necessário declarar a existência da interface Ethernet no barramento da UCP fornecendo sua posição física. Caso não seja informado, ou haja erro na declaração, a conexão lógica da UCP com a interface Ethernet não é estabelecida. Nesta situação, a interface Ethernet mantém o LED CM desligado e permanece inativa para qualquer comunicação.

Se a interface Ethernet for declarada no barramento da UCP como sendo outro produto Altus, pode permanecer inoperante mesmo depois de corrigida a declaração, sendo necessário, então, uma desenergização do sistema para restabelecer o seu funcionamento.

Problemas mais Comuns

Se, ao energizar o CP, o PX3414 não entra em funcionamento, os seguintes itens devem ser verificados:

- A temperatura ambiente está dentro da faixa suportada pelos equipamentos?
- A fonte de alimentação do bastidor está sendo alimentado com a tensão correta?
- A fonte de alimentação é o módulo inserido no bastidor mais a esquerda (bastidor sendo visto de frente), seguido pelo módulo da UCP PX2004?
- Não existe nenhuma PA (ponte de ajuste) inserida nos conectores/jumpers do módulo PX3414 identificados pelas letras CMx (onde x corresponde ao número do conector/jumper)?
- Os equipamentos da rede, como hubs, switches ou roteadores, estão alimentados, interligados, configurados e funcionando corretamente?
- O cabo de rede Ethernet está devidamente conectado à porta NET do módulo PX3414 e ao equipamento de rede?
- A UCP PX2004, mestre do barramento, está ligada e em modo execução?
- O módulo foi devidamente declarado no barramento 0 da UCP PX2004?
- Os módulos de programa foram carregados na UCP PX2004?

Se o PX3414 indica o estado execução, mas não responde às comunicações solicitadas, sejam elas ALNET II ou MODBUS, os seguintes itens devem ser verificados:

- A configuração dos parâmetros de rede da configuração da UCP está correta?
- A configuração dos parâmetros Ethernet do módulo PX3414 está correta?
- O respectivo protocolo de comunicação está habilitado na configuração da UCP?
- Os operandos que habilitam as relações MODBUS estão devidamente habilitados?

A seção Ferramentas de Rede, a seguir, apresenta uma série de ferramentas que podem auxiliar o usuário na detecção de problemas de comunicação.

Se nenhum problema for identificado, consulte o Suporte a Clientes Altus.

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 excessiva, deve-se limpar periodicamente o equipamento, retirando resíduos, poeira, etc.

Ferramentas de Rede

Comando PING

Ferramenta do sistema operacional para verificação do estado da rede de um dispositivo. Caso a conexão de rede esteja OK, o equipamento deve responder às requisições recebidas via PING. Caso contrário, não haverá resposta. Neste caso, deve ser utilizado o canal serial para verificação dos parâmetros de rede.

Caso a configuração de rede do módulo Ethernet esteja correta, a seguinte resposta para o comando PING deve ser observada:

```
C:\WINDOWS>ping <endereço IP do módulo Ethernet>
```

```
Disparando contra <módulo Ethernet> [<IP do módulo Ethernet>] com 32 bytes de dados:
```

```
Resposta de <IP do módulo Ethernet>: bytes=32 tempo=5ms tempo de vida=255
```

```
Resposta de <IP do módulo Ethernet>: bytes=32 tempo=3ms tempo de vida=255
```

```
Resposta de <IP do módulo Ethernet>: bytes=32 tempo=3ms tempo de vida=255
```

```
Resposta de <IP do módulo Ethernet>: bytes=32 tempo=3ms tempo de vida=255
```

```
Estatísticas do Ping para <IP do módulo Ethernet>:
```

```
Pacotes: Enviados=4, Recebidos=4, Perdidos=0 (0% de perda),
```

```
Tempos aproximados de ida e volta em milissegundos:
```

```
Mínimo=3ms, Máximo=5ms, Média=3ms
```

O tempo pode variar em função da distância entre os equipamentos e deve ser considerado para definir o timeout das comunicações.

Comando ARP

Ferramenta do sistema operacional para exibição e modificação das tabelas de conversão do endereço IP para endereços físicos pelo protocolo de resolução de endereços (ARP). A tabela de conversão apresenta os endereços dos equipamentos com quem o sistema operacional tinha conexão estabelecida recentemente.

Uma resposta típica para o comando de visualização da tabela de conversão é a seguinte:

```
C:\WINDOWS>arp -a
```

```
Interface: < IP do sistema operacional> on Interface <número da interface de rede>
```

Endereço IP	Endereço físico	Tipo
<IP do módulo Ethernet 1>	<MAC do módulo Ethernet 1>	<tipo de conexão 1>
<IP do módulo Ethernet 2>	<MAC do módulo Ethernet 2>	<tipo de conexão 2>
...	...	...
<IP do módulo Ethernet N>	<MAC do módulo Ethernet N>	<tipo de conexão N>

No caso de substituição de um módulo Ethernet, ocorre a mudança do endereço físico (MAC) relacionado ao endereço IP do respectivo módulo Ethernet. Logo após a substituição, o sistema operacional pode permanecer com a tabela de conversão desatualizada, o que impede o estabelecimento de conexões para comunicação.

Uma solução para acelerar a atualização da tabela de conversão do endereço IP para endereços físicos é a eliminação da entrada do respectivo IP do módulo da tabela como mostra o comando a seguir:

```
C:\WINDOWS>arp -d <IP do módulo Ethernet>
```

Alguns módulos Ethernet, como o PX3414, são capazes de atualizar automaticamente as tabelas de conversão dos clientes através de um comando de ARP gratuito, no momento em que os mesmos são configurados, sendo dispensável o comando anterior.

Analizador Ethereal

O Ethereal é um analisador de tráfego de rede (sniffer). Trata-se de um software de livre distribuição, com muitas funcionalidades e características interessantes que facilitam a captura e a análise de frames Ethernet.

Características

- Disponível para Unix e Windows;
- Interface GUI - a interface com o usuário é gráfica;
- Formato libpcap - interface com o sistema para captura de pacotes a nível de usuário;
- Aplicação de filtros pré e pós captura de pacotes através de vários critérios;
- Pesquisa de pacotes utilizando filtros, que também podem ser utilizados para destacar e colorir seletivamente a informação do sumário do pacote;
- Três janelas de visualização dos pacotes capturados: lista com um sumário de cada pacote; árvore com todas as camadas do pacote; conteúdo do pacote em formato hexadecimal;
- Estatísticas de captura e visualização;
- Salva capturas em vários formatos, permitindo a visualização dos mesmos através de outros programas;
- Captura de dados para arquivos com possibilidade de captura circular, utilizando neste caso sempre os mesmos arquivos.

Instalação

São dois os programas que devem ser instalados: o software Ethereal e o Wincap. Ambos podem ser baixados do site <http://www.ethereal.com/>.

Captura de Pacotes

Acesse o menu CAPTURE > OPTIONS.... Uma janela equivalente Figura 8-1 deverá se abrir, permitindo que o usuário faça as configurações necessárias.

ATENÇÃO:

Em função da versão do Ethereal, poderão ser observadas algumas pequenas diferenças nas figuras apresentadas a seguir.

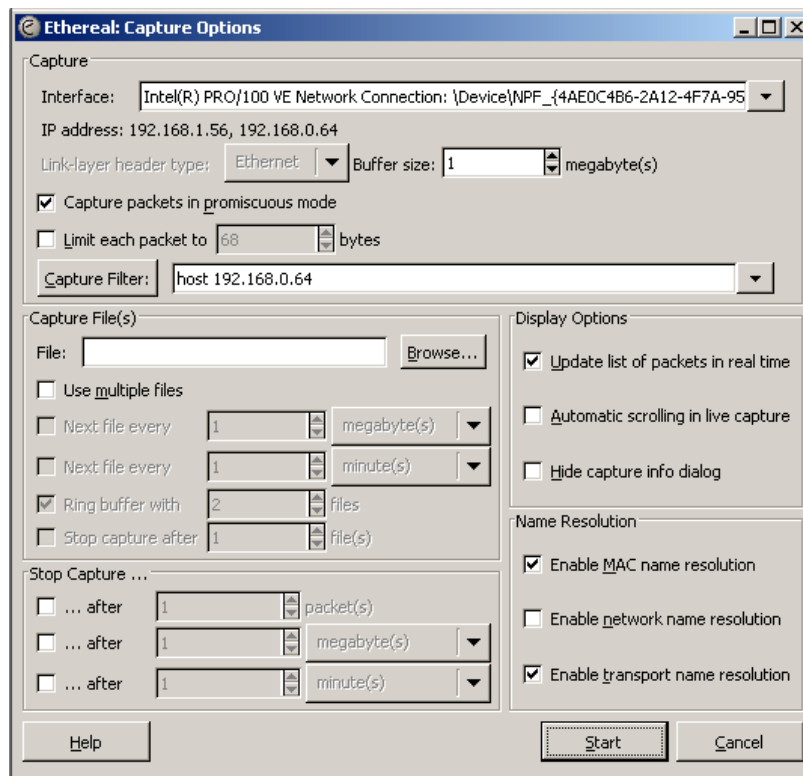


Figura 8-1. Janela com as opções de captura de pacotes

No campo INTERFACE deve ser selecionada a interface de rede correta. Podem aparecer várias interfaces, mesmo que o micro só disponha de um cartão de rede. Se o usuário não conhece a placa de rede que está utilizando, será necessário testar todas as opções.

O campo CAPTURE FILTER permite selecionar os IPs que serão monitorados (filtro de pré captura). Conforme exemplo apresentado, são monitorados apenas os frames do IP 192.168.0.64. Para a seleção de mais IPs, basta insira mais cláusulas HOST separadas por OR (exemplo: host 192.168.0.64 OR host 192.168.0.2).

A opção UPDATE LIST OF PACKETS IN REAL TIME quando habilitada, faz com que todos os pacotes capturados e filtrados pelo filtro pós captura sejam apresentados em tempo real, durante a captura, na janela de visualização dos pacotes.

Selecione START para começar a monitoração. Neste instante aparece a janela de informação da captura, apresentada na Figura 8-2. Se nenhum frame estiver sendo capturado, isto pode indicar que a interface selecionada é inválida, ou que nenhum frame do filtro está trafegando na rede.

Ao pressionar o botão STOP, de parada da captura dos pacotes, automaticamente a janela é fechada e todos os pacotes capturados filtrados são apresentados na janela principal do Ethereal..

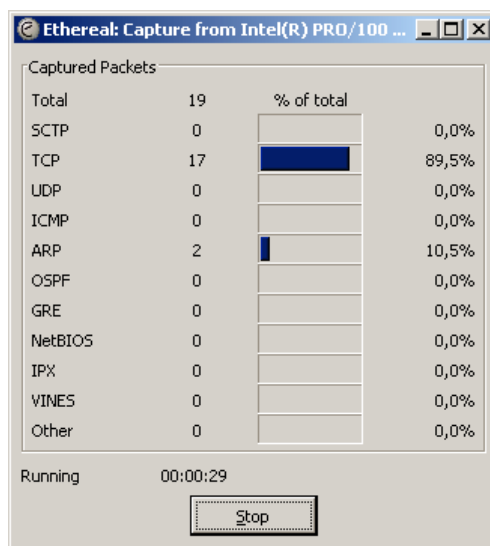


Figura 8-2. Janela de estatísticas durante a captura dos pacotes

Apresentação dos Pacotes

A Figura 8-3 apresenta a janela principal do Ethereal, com o resultado da captura. As informações mais importantes dos pacotes podem ser alinhados em colunas para facilitar a interpretação.

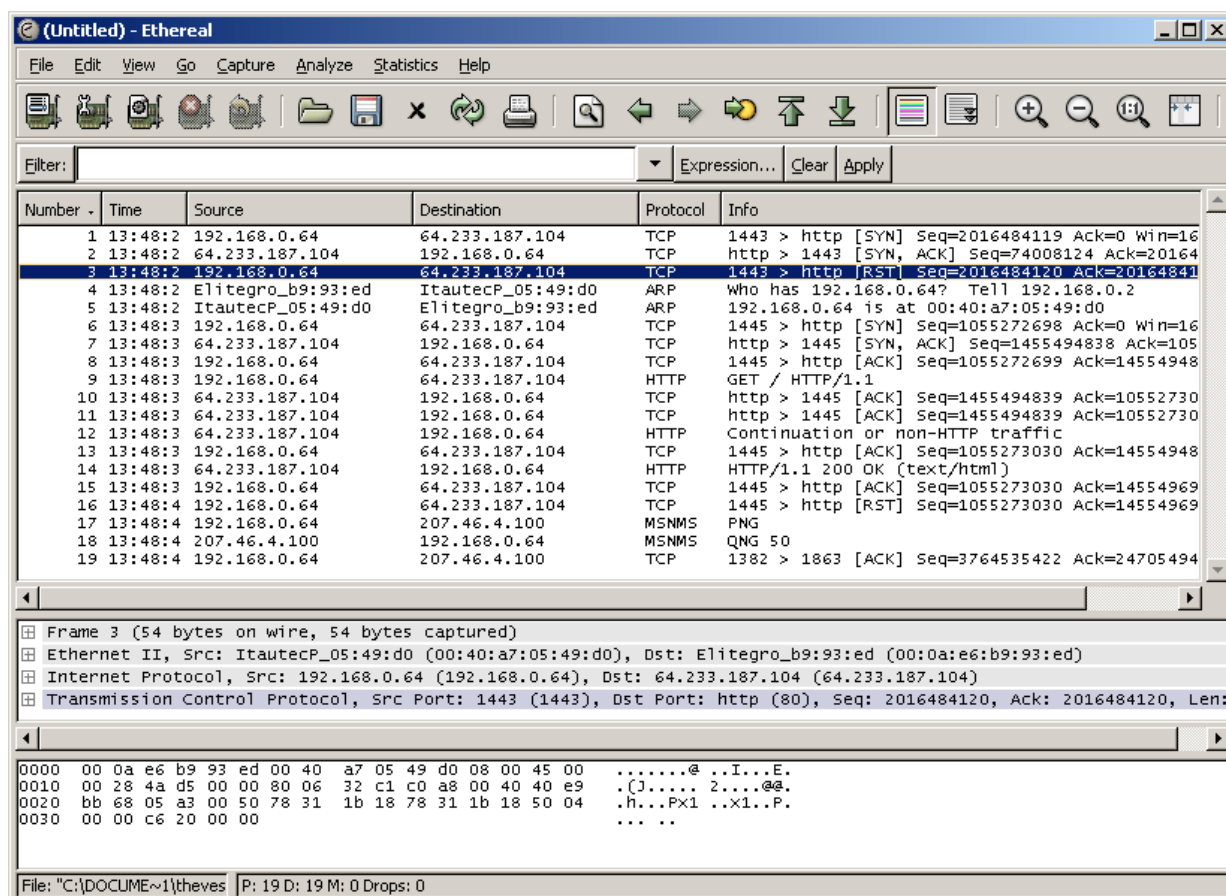


Figura 8-3. Janela de apresentação dos pacotes capturados

O campo FILTER permite definir um filtro pós captura. A Figura 8-4 apresenta os pacotes filtrados utilizando-se o seguinte filtro: `ip.src == 192.168.0.64`.

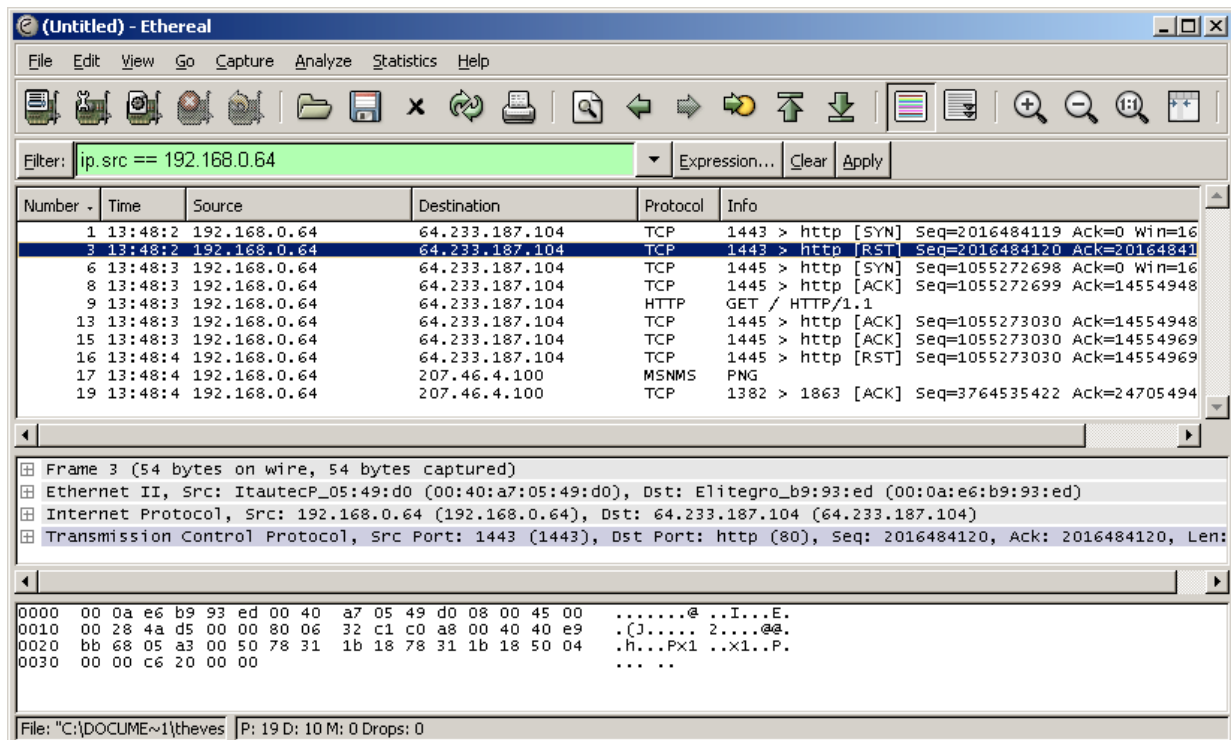


Figura 8-4. Janela de apresentação dos pacotes filtrados

Para facilitar a interpretação das mensagens pelo usuário, pode-se aplicar regras para colorir as mensagens em função de características das mesmas. Por exemplo: apresentar todas as mensagens de um determinado IP com a cor de fundo amarela.

Estas regras podem ser definidas a partir do menu **VIEW > COLORING RULES...**, especificando-se filtros de cores. Cada filtro da lista possui uma ordem de prioridade para ser aplicada e possui quatro parâmetros:

- Name: nome do filtro de cor
- String: filtro a ser aplicado às mensagens capturadas
- Foreground color: cor dos caracteres das mensagens filtradas
- Background color: cor de fundo das mensagens filtradas

As regras de formação do filtro de cor (string) são as mesmas que podem ser empregadas na definição do campo **FILTRO** (ver Figura 8-4).

A Figura 8-5 traz dois exemplos de definição de filtros de cor. O primeiro, nomeado de **Micro**, irá destacar todas as mensagens originadas do equipamento com endereço MAC **00.40.A7.05.49.D0** com a cor de fundo verde claro. O segundo, nomeado de **PX3414**, irá destacar todas as mensagens originadas do equipamento com endereço IP **192.168.0.89** com a cor de fundo azul claro.

A Figura 8-6 mostra um exemplo com pacotes filtrados, utilizando-se as regras de cores acima definidas.

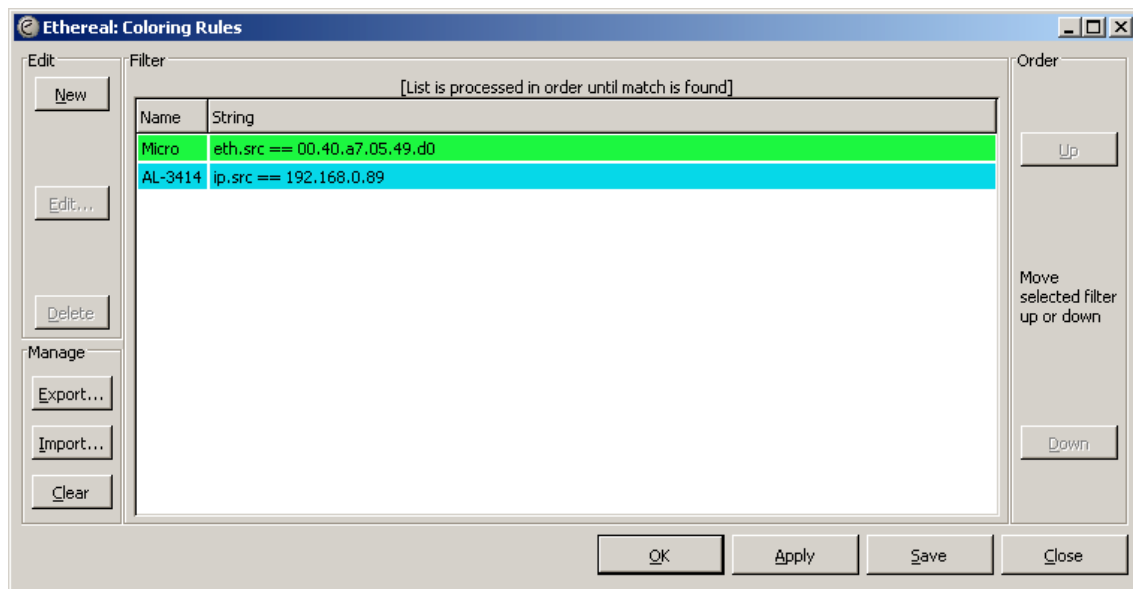


Figura 8-5. Configuração das regras de cor das mensagens

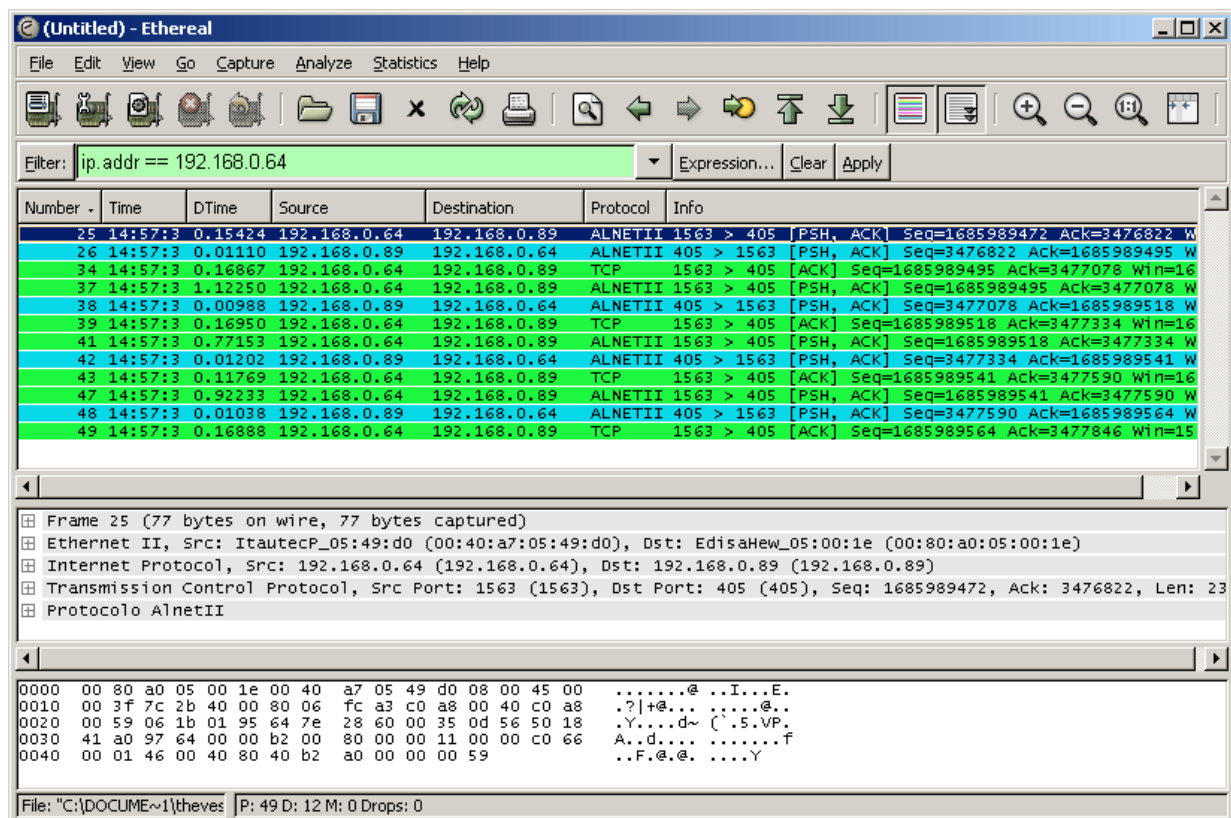


Figura 8-6. Janela de apresentação dos pacotes filtrados com regras de cores

Salvando os Pacotes

Após a captura, pode-se salvar todos os pacotes em um arquivo através do menu FILE > SAVE AS, conforme a Figura 8-7.

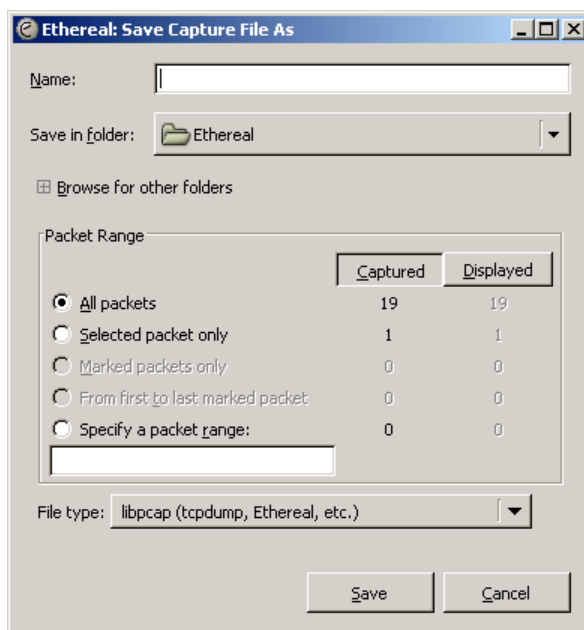


Figura 8-7. Janela de opções para salvar os pacotes capturados

Deve-se definir o nome do arquivo no campo NAME (utilizar a extensão .ETH para facilitar a identificação do tipo do arquivo), a pasta através do botão SAVE IN FOLDER e os tipos de pacotes através dos botões CAPTURED (todos os pacotes capturados) ou DISPLAYED (somente os pacotes visualizados a partir do filtro pós captura). Selecione o botão SAVE para gerar o arquivo.

9. Glossário

10Base-T	Tipo de nível físico para redes Ethernet, definida pela norma IEEE 802.3i em 1990. Suporta baud rates de 10 Mbps sobre dois pares de fios trançados de categoria 3.
100Base-TX	Tipo de nível físico para redes Ethernet, definida pela norma IEEE 802.3u em 1995. Suporta baud rates de 100 Mbps sobre dois pares de fios trançados de categoria 5.
Barramento	Conjunto de sinais elétricos agrupados logicamente com a função de transferir informação e controle entre diferentes elementos de um subsistema.
Baud rate	Taxa com que os bits de informação são transmitidos através de uma interface serial ou rede de comunicação (medido em bits/segundo).
Bit	Unidade básica de informação, podendo estar no estado 0 ou 1.
Broadcast	Disseminação simultânea de informação a todos os nós interligados a uma rede de comunicação.
Byte	Unidade de informação composta por oito bits.
Canal serial	Interface de um equipamento que transfere dados no modo serial.
Categoria 5	Uma das categorias do cabo UTP: par trançado não blindado com 100 ohms de impedância e características elétricas que suportam frequências de transmissão de até 100 MHz. Definido pela norma TIA/EIA 568-A, pode ser usado em redes 10Base-T e 100Base-TX, entre outras.
Ciclo de varredura	Uma execução completa do programa aplicativo de um controlador programável.
Coating	Processo de proteção da placa de circuito impresso, conhecido também por tropicalização.
Código comercial	Código do produto, formado pelas letras AL ou PO, seguidas por quatro números.
Controlador programável	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.
CP	Veja controlador programável.
Default	Valor predefinido para uma variável, utilizado em caso de não haver definição.
Diagnóstico	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.
E/S	Veja entrada/saída.
EIA RS-485	Padrão industrial (nível físico) para comunicação de dados.
Endereço de módulo	Endereço pelo qual o CP realiza acessos a um determinado módulo de E/S.
Entrada/saída	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.
EPROM	Significa Erasable Programmable Read Only Memory. É uma memória somente de leitura, apagável e programável. Não perde seu conteúdo quando desenergizada.
ER	Sigla usada para indicar erro nos LEDs.
Escravo	Equipamento ligado a uma rede de comunicação que só transmite dados se for solicitado por outro equipamento denominado mestre.
ESD	Sigla para descarga devida a eletricidade estática em inglês (electrostatic discharge).
Estação de supervisão	Equipamento ligado a uma rede de CPs ou instrumentação com a finalidade de monitorar ou controlar variáveis de um processo.
Flash EPROM	Memória não volátil, que pode ser apagada eletricamente.
Frame	Uma unidade de informação transmitida na rede.
Gateway	Equipamento para a conexão de duas redes de comunicação com diferentes protocolos.
Hardware	Equipamentos físicos usados em processamento de dados onde normalmente são executados programas (software).
IEC 536 (1976)	Norma para proteção contra choque elétrico.
IEC Pub. 144 (1963)	Norma para proteção contra acessos incidentais e vedação contra água, pó ou outros objetos estranhos ao equipamento.
Interface	Dispositivo que adapta elétrica e/ou logicamente a transferência de sinais entre dois equipamentos.
Interrupção	Evento com atendimento prioritário que temporariamente suspende a execução de um programa e desvia para uma rotina de atendimento específica.
kbytes	Unidade representativa de quantidade de memória. Representa 1024 bytes.
LAN	Sigla para local area network. É um tipo de rede local, com pequena abrangência geográfica.
LED	Sigla para light emitting diode. É um tipo de diodo semicondutor que emite luz quando estimulado por eletricidade. Utilizado como indicador luminoso.
Linguagem de relés e blocos Altus	Conjunto de instruções e operandos que permitem a edição de um programa aplicativo para ser utilizado em um CP.
Lógica	Matriz gráfica onde são inseridas as instruções de linguagem de um diagrama de relés que compõe um programa aplicativo. Um conjunto de lógicas ordenadas sequencialmente constitui um módulo de programa.

MasterToolXE	Identifica o programa Altus para microcomputador padrão IBM-PC® ou compatível, executável em ambiente WINDOWS®, que permite o desenvolvimento de aplicativos para os CPs das séries Ponto, Piccolo, AL-2000, AL-2000 e Quark. Ao longo do manual, este programa será referido pela própria sigla ou como programador MasterToolXE.
Menu	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.
Mestre	Equipamento ligado a uma rede de comunicação de onde se originam solicitações de comandos para outros equipamentos da rede.
Módulo (referindo-se a hardware)	Elemento básico de um sistema completo que possui funções bem definidas. Normalmente é ligado ao sistema por conectores, podendo ser facilmente substituído.
Módulo (referindo-se a software)	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.
Módulo C	Veja módulo de configuração.
Módulo de configuração	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.
Módulo de E/S	Módulo pertencente ao subsistema de entradas e saídas.
Módulo E	Veja módulo execução.
Módulo execução	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.
Módulo F	Veja módulo função.
Módulo função	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.
Módulo P	Veja módulo procedimento.
Módulo procedimento	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.
Nibble	Unidade de informação composta por quatro bits.
Nó	Qualquer estação de uma rede com capacidade de comunicação utilizando um protocolo estabelecido.
Octeto	Conjunto de oito bits numerados de 0 a 7.
Operandos	Elementos sobre os quais as instruções atuam. Podem representar constantes, variáveis ou um conjunto de variáveis.
PA	Ver pontes de ajuste.
PC	Sigla para programmable controller. É a abreviatura de controlador programável em inglês.
Peer to peer	Tipo de comunicação onde dois nós de uma rede trocam dados e/ou avisos sem depender de um mestre.
Ponte de ajuste	Chave de seleção de endereços ou configuração composta por pinos presentes na placa do circuito e um pequeno conector removível, utilizado para a seleção.
Programa aplicativo	É o programa carregado em um CP, que determina o funcionamento de uma máquina ou processo.
Programa executivo	Sistema operacional de um controlador programável. Controla as funções básicas do controlador e a execução de programas aplicativos.
Protocolo	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.
RAM	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.
Rede de comunicação	Conjunto de equipamentos (nós) interconectados por canais de comunicação.
Rede de comunicação multimestre	Rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas por qualquer nó ligado ao barramento de dados.
Sistema redundante	Sistema que contém elementos de reserva ou duplicados para executar determinada tarefa, que podem tolerar determinados tipos de falha sem que execução da tarefa seja comprometida.
ScTP	Sigla para screened twisted pair. Mesmo cabo que o UTP, porém todos os pares de fios estão envoltos por uma folha metálica, ou por uma tela metálica trançada, a fim de minimizar a radiação e a susceptibilidade ao ruído externo. Também é conhecido por sUTP (screened unshielded twisted pair) ou FTP (foil twisted pair).
Software	Programas de computador, procedimentos e regras relacionadas à operação de um sistema de processamento de dados.
Sub-rede	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.
Subsistema de E/S	Conjunto de módulos de E/S digitais ou analógicos e interfaces de um controlador programável.
Time-out	Tempo preestabelecido máximo para que uma comunicação seja completada. Se for excedido procedimentos de retentiva ou diagnóstico serão ativados.

- UCP** Sigla para unidade central de processamento. Controla o fluxo de informações, interpreta e executa as instruções do programa e monitora os dispositivos do sistema.
- UTP** Sigla para unshielded twisted pair. Tipo de cabo formado por pares não blindados de fios trançados. Para aplicações de rede, o termo UTP geralmente se refere ao cabo de 100 ohms, categoria 3, 4 ou 5, especificado pela norma TIA/EIA 568-A. Normalmente o cabo UTP possui 4 pares de fios trançados dentro da mesma bainha (encapsulamento externo).
- WAN** Sigla para wide area network. É um tipo de rede que abrange grandes áreas.
- Word** Unidade de informação composta por 16 bits.