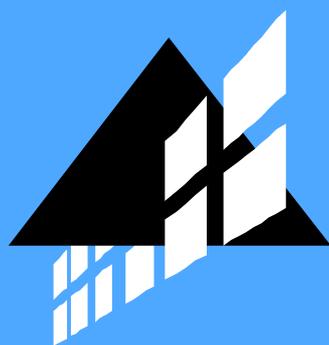

Manual de Utilização do Coprocessador de Redundância AL-2007

Rev. D 08/2005
Cód. Doc.: MU200007



altus

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

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

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

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

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

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

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

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

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

DIREITOS AUTORAIS

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

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

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
Configurações.....	1
Documentos Relacionados a este Manual.....	4
Inspeção Visual.....	4
Suporte Técnico.....	5
Mensagens de Advertência Utilizadas neste Manual	5
2. DESCRIÇÃO TÉCNICA.....	6
Interfaces.....	6
Características Elétricas	7
Características Mecânicas.....	8
Características Ambientais	8
Características Gerais.....	9
Características de Software	9
Dados para Compra.....	9
Itens Integrantes	9
Código do Produto	9
Produtos Relacionados	10
3. CONFIGURAÇÃO	11
Revisões Mínimas de Software Compatíveis	12
Configurações Válidas para um Elemento Central.....	12
Fontes 13	
UCP 13	
Módulos com Barramento Normal ou Estendido.....	13
Bastidores	14
Painel de Comando da Redundância.....	14
Conexões de Comunicação entre Elementos Centrais	17
Configurações de E/S Remoto PROFIBUS DP	18
4. PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO	19
Estados de um CP	19
Função de Redundância.....	20
Canal REDUND.....	20
Canal ALNET II	20
Diagnósticos da Redundância	21
Memória Redundante	21
Redundância Ciclo-a-Ciclo e Redundância Multiplexada.....	21
Tipos e Quantidades de Operandos Redundantes Ciclo-a-Ciclo.....	21
Restrições de Endereçamento para Operandos Redundantes Ciclo-a-Ciclo.....	22
Motivos para Declarar Operandos como Redundantes	22
Motivos para Declarar Operandos como Não Redundantes	23
Planejamento dos Operandos Declarados como Redundantes.....	23
Memória Redundante Multiplexada.....	23
Estados de um AL-2007	24
Tarefas do AL-2007 no Estado Desconfigurado.....	26

Tarefas do AL-2007 no Estado Inicial	26
Tarefas do AL-2007 no Estado Inoperante.....	27
Tarefas do AL-2007 no Estado Reserva.....	27
Tarefas do AL-2007 no Estado Ativo	27
Fluxograma de Tarefas Cíclicas nos Estados Ativo e Reserva.....	28
Tolerância a Falhas de um CP com Redundância.....	29
Tolerância a Falhas de CPs Redundantes com E/S PROFIBUS Não Redundante	30
Tolerância a Falhas de CPs Redundantes com E/S PROFIBUS Redundante.....	32
Switchover de Elementos Centrais Controlado pelo Sistema	32
Falhas que Podem Tirar um Elemento Central do Estado Ativo	33
Tratamento de Falha de Comunicação no Canal REDUND.....	33
Tratamento da Falha de Comunicação ALNET II num AL-2007.....	33
Tratamento da Perda Total de Comunicação entre Elementos Centrais.....	34
Tolerância a Falhas Duplas.....	34
Switchover de Elementos Centrais Controlado pela Aplicação do Usuário	34
5. OPERANDOS E MÓDULOS RESERVADOS PARA O SISTEMA	36
Módulos “P” Reservados	36
P-2007PB.000.....	36
P-3406S.002 ou P-3406D.002	36
P-ESCLOG.003	37
P-USER.099 e P-USNSAL.098.....	37
Módulos “F” Reservados	37
F-2007.019	37
F-TEMPO.014	37
F-3406.085	37
Operandos Reservados.....	38
Operandos “R”.....	38
Operandos “E” e “S”	38
Operandos “M”.....	38
Operandos “TM” Reservados	38
6. DESCRIÇÃO DETALHADA DOS OPERANDOS RESERVADOS PARA O SISTEMA	39
Operandos “E” e “S” Reservados nos CP1 e CP2.....	39
Botão de Passagem para Estado Reserva (BT_RES: E0000.1)	39
Botão de Passagem para Estado Inoperante ou Religamento do Outro CP (BT_INRL: E0000.1).....	39
Lâmpada Indicadora do Estado Ativo (LP_ATV: S0008.0).....	39
Lâmpada Indicadora do Estado Reserva (LP_RES: S0008.1).....	39
Lâmpada Indicadora do Estado Inoperante (LP_INOP: S0008.2).....	39
Relé NF para Desligamento do Outro CP (RL_DSLG: S0009.0).....	39
Operandos “M” Reservados nos CP1 e CP2	40
Estado da Configuração do AL-2007 (LCCFGR: M0000)	40
Revisão de Software do Módulo F-2007.019 (SWF2007: M0001)	43
Revisão de Software do AL-2007 (SWE2007: M0002).....	43
Zeramento de Estatísticas ALNET II do AL-2007 (RSTNET2: M0003)	43
Contador de Janelas do AL-2007 (CN2007R: M0007).....	43
Comando para o outro CP (CMDSAI: M0008).....	43
Estado da Redundância deste CP (LCEST: M0009).....	44
Confirmação de Janelas do AL-2007 (CF2007R: M0010).....	44
Comando Vindo do outro CP num AL-2007 com Função de Redundância (CMDENT: M0011).....	44
Estado da Redundância do outro CP (RMEST: M0012).....	45
Contador de Transferências da Área de Redundância (CICAR: M0013)	45
Qualificador do Estado do outro CP (QRMEST: M0014)	46
Estado da Comunicação de Redundância na ALNET II (LCNET2: M0015).....	46

Transmissões ALNET II sem Erro (TXOK2R: M0031)	47
Transmissões ALNET II com Erro de Colisão (TXCOL2R: M0032)	47
Transmissões ALNET II com Erro de Underrun (TXUND2R: M0033)	47
Transmissões ALNET II com Erro de ACK de Hardware (TXACK2R: M0034)	47
Transmissões ALNET II Canceladas por Esgotamento de Retentativas (TXERT2R: M0035)	47
Recepções ALNET II com Erro de Timeout de Pacote (RXTPC2R: M0036)	47
Transmissões ALNET II sem Buffer de TX (TXBTX2R: M0037)	47
Recepções ALNET II sem Erro (RXOK2R: M0038)	47
Recepções ALNET II com Erro de Colisão (RXCOL2R: M0039)	47
Recepções ALNET II com Erro de Overrun (RXOVR2R: M0040)	47
Recepções ALNET II com Erro de CRC (RXCRC2R: M0041)	48
Recepções ALNET II com Erro de Alinhamento (RXALN2R: M0042)	48
Recepções ALNET II com Erro de Tamanho (RXTAM2R: M0043)	48
Transmissões ALNET II com Erro de Timeout de Serviço (TXTSV2R: M0044)	48
Recepções ALNET II com Falta de Buffers de RX (RXBRX2R: M0045)	48
Diagnóstico do Canal REDUND (DGRDND: M0046)	48
Identificação deste CP (IDCP: M0047)	49
Identificação de Endereço do CP Ativo (IDEND: M0048)	49
Diagnósticos do E/S Remoto PROFIBUS (ERTIO: M0053.A)	49
Reset do Log de Eventos (RSTLOG: M0074)	49
Comandos Gerais vindos da Estação de Supervisão (M0098)	49
Outros Operandos M Reservados (M0000...M0099)	50
Alarmes do AL-2007 para a Estação de Supervisão (ALMN207: M0101)	50
Alarmes do AL-3406 da Rede PROFIBUS A para a Estação de Supervisão (ALMN36A: M0104)	50
Alarmes do AL-3406 da Rede PROFIBUS B para a Estação de Supervisão (ALMN36B: M0105)	50
Outros Operandos M Reservados (M0100...M0199)	51
Operandos M Reservados para Gerenciamento de E/S PROFIBUS (M0200...M0299)	51
Operandos M Reservados para Diagnósticos de E/S PROFIBUS (M0300...M0599)	51
Operandos “TM” Reservados nos CP1 e CP2	51
Tabela de Configuração de Timeouts (TABTMO: TM0001)	51
Tabela de Configuração de Redundância (TABRDR: TM0002)	52
Tabela de Log de Eventos (TABLOG: TM0003)	55
Tabela de Eventos em Remota PROFIBUS (TEVPROF: TM0006)	58
7. PROGRAMAÇÃO	59
Etapa 1 – Configurar o E/S Remoto PROFIBUS com o ProfiTool	60
Configuração da Arquitetura de E/S	60
Parâmetros do Mestre AL-3406	64
Parâmetros do Barramento PROFIBUS	64
Parâmetros das Cabeças Remotas PO5063V4 e PO5063V5	65
Parâmetros de Módulos de E/S	66
Arquivo Final de Configuração e sua Carga nos AL-3406	66
Etapa 2 – Criar o Projeto com o Wizard de Redundância	67
Etapa 3 – Selecionar o Projeto do CP1 no MasterTool	69
Etapa 4 – Ajustar o Módulo C000 no Projeto do CP1	70
Endereço ALNET II para o CP1	70
Endereço IP Ethernet para o CP1	70
Etapa 5 – Criar e Ajustar o Módulo C003 no Projeto do CP1	71
Setores PROFIBUS Mestre, Redundância e Diagnóstico do Mestre	72
Realocação de Operandos para E/S	73
Etapa 6 – Editar Parâmetros da Redundância no Projeto do CP1	77
Definição dos Blocos de Redundância	78
Definição do Tempo de Ciclo Máximo	80
Definição de Troca Automática de Endereços	80
Etapa 7 – Desenvolver o Ladder de Usuário do Projeto do CP1	81

Etapa 8 – Equalizar o Projeto do CP2 com o Projeto do CP1	82
Etapa 9 – Ajustar o Tempo de Ciclo Máximo Medido	83
Etapa 10 – Ajustar o Tempo de Cão de Guarda PROFIBUS	84
8. GERENCIAMENTO DO ENDEREÇO IP DAS INTERFACES ETHERNET	85
9. INSTALAÇÃO.....	86
10. OPERAÇÃO	87
Painel de Comando da Redundância.....	87
Operação via Estação de Supervisão	88
Cuidados Especiais na Energização.....	88
11. MANUTENÇÃO	89
LEDs de Diagnóstico	89
Operandos de Diagnóstico	89
Operandos com Informações de Diagnóstico	89
Operandos para Comandos de Manutenção.....	90
Diagnósticos Através do Canal ALNET I do AL-2007	91
Log de Eventos e Programas EVCAPT/EVLOG	91
EVCAPT	91
EVLOG	93
Instalação de EVCAPT e EVLOG	94
Manutenção Preventiva	95
12. GLOSSÁRIO	96

1. Introdução

O coprocessador de redundância AL-2007 possibilita configurações hot-standby de controladores programáveis baseados na UCP AL-2004, com E/S remoto. Embora pequenas variações de E/S remoto sejam possíveis, neste manual abordam-se apenas arquiteturas com E/S remoto PROFIBUS DP, através de interfaces mestres AL-3406. São analisadas configurações simples ou redundantes do E/S remoto PROFIBUS DP.

A redundância hot-standby consiste na existência de um controlador reserva preparado para assumir como ativo na hipótese de falha do controlador ativo, sem intervenção do usuário, e num tempo suficientemente baixo para que o processo controlado não sofra descontinuidades. Portanto, a redundância hot-standby é um método utilizado para aumentar a tolerância a falhas, e conseqüentemente aumentar a disponibilidade de sistemas de automação. Este método é muito aplicado em:

- plataformas de exploração de petróleo
- sistemas de geração e distribuição de energia
- intertravamentos de segurança (Sistemas Instrumentados de Segurança)
- processos contínuos, tais como plantas químicas, refinarias de petróleo, produção de celulose, etc

Configurações

Em termos de configurações ou arquiteturas, a redundância hot-standby consiste na duplicação dos elementos centrais do controlador programável (fontes, UCPs, coprocessadores, interfaces para redes de comunicação e redes de campo). Estes elementos centrais duplicados se comunicam com um sistema de E/S remoto comum. O mecanismo hot-standby define um dos elementos centrais como ativo e outro como reserva. O elemento central ativo é responsável pela atualização do sistema de E/S remoto. O elemento central reserva permanece sincronizado com o elemento ativo e supervisionando o mesmo, podendo mudar seu estado de reserva para ativo em caso de falha no elemento ativo, ou em caso de requisição manual para mudança de estado.

ATENÇÃO:

Numa arquitetura redundante com o AL-2007, é proibida a utilização de módulos de E/S nos barramentos locais dos CPs redundantes. Os únicos módulos de E/S presentes no barramento 0 (AL-3116 e AL-3201) são utilizados para o Painel de Comando de Redundância, descrito posteriormente no manual.

A distribuição de E/S no campo é uma estratégia que apresenta diversas vantagens, tais como redução do tamanho de painéis, redução da fiação de campo, simplificação de projetos elétricos e de encaminhamento de cabos, bem como proximidade entre pontos de E/S e instrumentos de campo.

Nas arquiteturas abordadas neste manual, o sistema de E/S remoto é construído sobre a rede PROFIBUS DP, utilizando:

- interfaces mestres AL-3406
- remotas da série Ponto: cabeças remotas PO5063, PO5063V4, PO5063V5, e módulos de E/S da Série Ponto
- remotas da série Quark: UCP QK2000, interfaces escravas PROFIBUS QK1404 e módulos de E/S da Série Quark
- remotas da série AL-3000: UCP AL-2003 ou AL-2004, interfaces escravas PROFIBUS AL-3416, módulos de E/S ou interfaces inteligentes da série AL-3000, e ainda barramentos suplementares com módulos de E/S da Série Quark
- cabeças remotas e módulos de E/S PROFIBUS DP de outros fabricantes

O sistema de E/S remoto PROFIBUS é uma alternativa moderna com grande cobertura de diagnósticos e com opção de redundância para maior tolerância a falhas. A redundância abrange o meio físico e as interfaces de rede PROFIBUS DP (mestres AL-3406, e escravos PO5063V4, PO5063V5, QK1404 e AL-3416). Além disso, os módulos AL-2432 permitem que cada uma das redes PROFIBUS redundantes seja configurada em topologia de anel ótico, o que aumenta ainda mais a tolerância a falhas.

Além disso, o módulo AL-2433 (PROFISwitch) permite conectar segmentos de rede PROFIBUS não redundantes a uma rede PROFIBUS redundante, possibilitando a conexão de equipamentos PROFIBUS escravos sem capacidade de redundância numa rede PROFIBUS redundante.

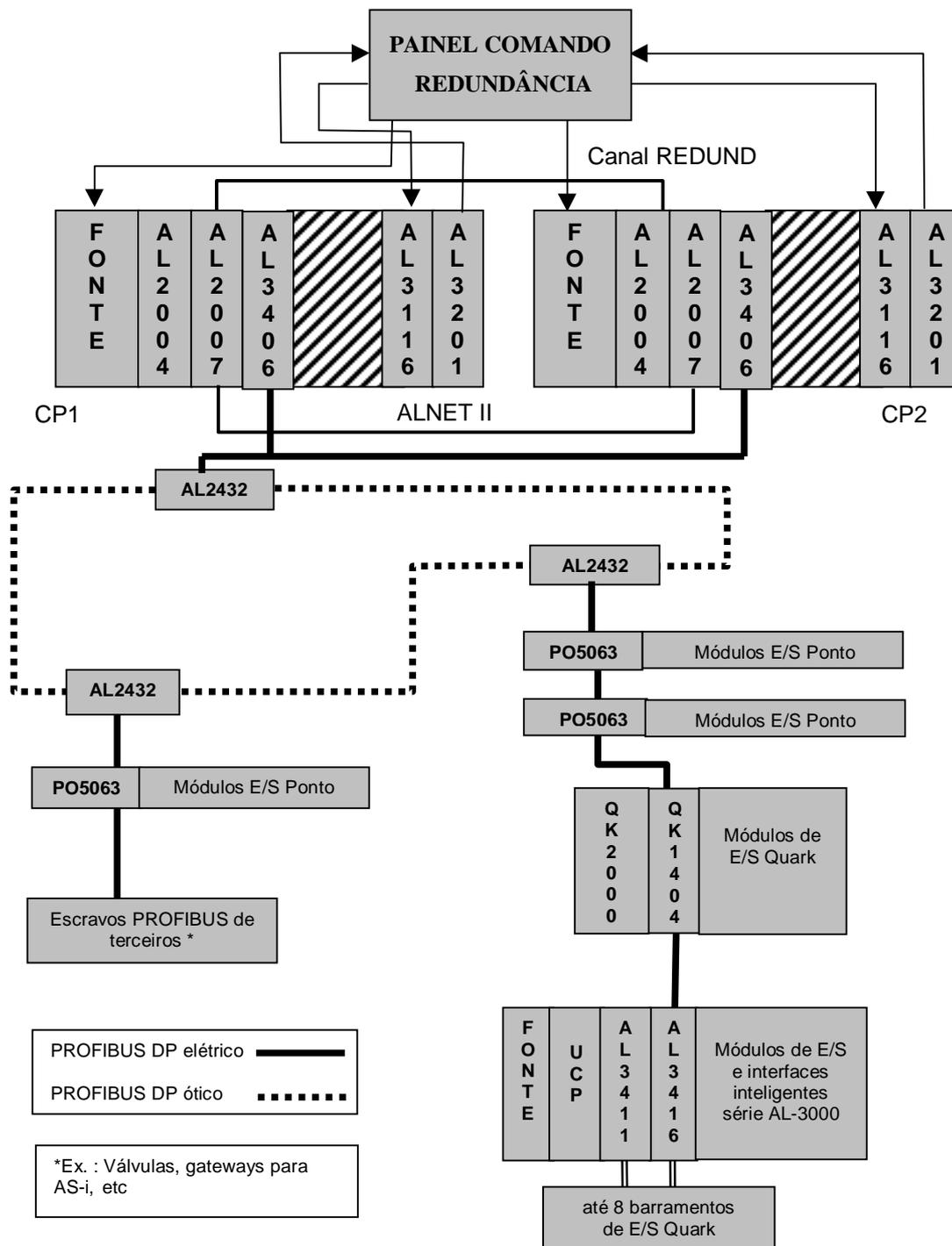


Figura 1-1. CP redundante com E/S PROFIBUS DP não redundante

A figura anterior mostra uma variação da configuração mostrada na

Figura 1-1, com tolerância a falhas ainda melhor, pois neste caso a rede de E/S PROFIBUS DP é redundante.

Observa-se que cada elemento central (CP1 e CP2) possui duas interfaces mestres PROFIBUS DP (AL-3406), que se conectam em duas redes PROFIBUS DP redundantes. Além disso, cada remota PROFIBUS da Série Ponto possui duas interfaces escravos PO5063V4 (ou PO5063V5), cada remota da Série Quark possui duas interfaces escravos QK1404, e cada remota da Série AL-3000 possui duas interfaces escravos AL-3416, que se conectam às duas redes PROFIBUS DP redundantes.

Também observa-se que cada uma das duas redes PROFIBUS foi configurada como anel ótico redundante, utilizando módulos AL-2432, aumentando mais ainda a tolerância a falhas do meio físico ótico.

Exemplifica-se nesta arquitetura a utilização do módulo AL-2433 (PROFISwitch), que permite conectar escravos simples a uma rede PROFIBUS duplicada.

Maiores detalhes sobre configurações possíveis com a interface AL-3406 podem ser obtidas no Manual de Utilização do AL-3406.

Documentos Relacionados a este Manual

Para obter informações adicionais sobre os demais equipamentos utilizados em conjunto com o coprocessador AL-2007, 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 (neste caso, os códigos do manuais são citados na CT).

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

- Manual de Utilização do AL-2004
- Manual de Utilização do MasterTool Programming
- Manual de Programação do MasterTool Programming
- Manual de Utilização do AL-3406
- Manual de Utilização do ProfiTool
- Manual de Utilização da Rede PROFIBUS
- Manual de Utilização da Série Ponto
- Manual de Utilização da Cabeça PROFIBUS PO5063 e das Cabeças Redundantes PROFIBUS PO5063V4 e PO5063V5
- Manual de Utilização do QK1404
- Manual de Utilização do AL-3416
- Características Técnicas dos Produtos referenciados no manual

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 +55-51-589-9500. 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 MasterTool.
- o conteúdo do programa aplicativo (módulos), obtido através do programador MasterTool.
- a versão do programador utilizado.

Mensagens de Advertência Utilizadas neste Manual

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

PERIGO:

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

CUIDADO:

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

ATENÇÃO:

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

2. Descrição Técnica

Este capítulo apresenta as características técnicas do coprocessador AL-2007, abordando as partes integrantes do sistema, sua configuração, características gerais e elétricas.

Interfaces

A figura seguinte mostra uma fotografia do módulo AL-2007, onde podem ser identificados suas principais interfaces.

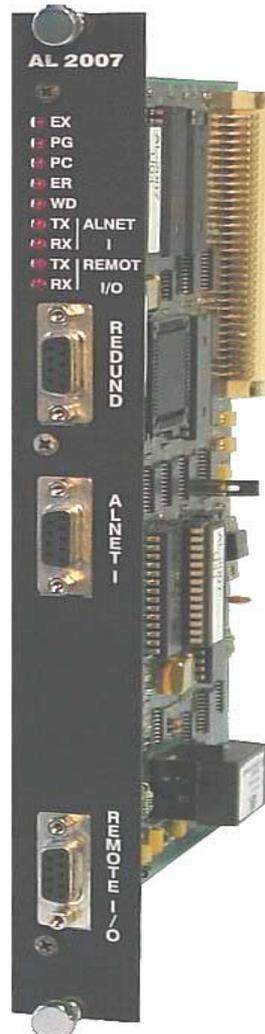


Figura 2-1. Coprocessador de redundância AL-2007

Interfaces do AL-2007	
Conectores Frontais	<ul style="list-style-type: none"> - REDUND: DB9 fêmea (comunicação com outro AL-2007 para estado da redundância) - ALNET I: DB9 fêmea (diagnósticos locais via programador MasterTool) - ALNET II: DB9 fêmea (comunicação com o outro AL-2007 para sincronismo, estado da redundância, diagnósticos, através do protocolo ALNET II)
LEDs para Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> - EX: estado de execução - PG: não utilizado - PC: comunicação via barramento com a UCP - ER: erro - WD: watchdog - TX ALNET I: transmissão de dados na rede ALNET I - RX ALNET I: transmissão de dados na rede ALNET I - TX ALNET II: transmissão de dados na rede ALNET II - RX ALNET II: transmissão de dados na rede ALNET II
Barramento	Conector EURO de 96 pinos, para bastidores definidos adiante. Deve ser conectado em um slot com suporte a barramento estendido.

Tabela 2-1. Interfaces do AL-2007

Características Elétricas

Características Elétricas do AL-2007	
Tensões de Alimentação do Barramento:	<ul style="list-style-type: none"> +5 Vcc $\pm 5\%$ +15 Vcc $\pm 5\%$ -15 Vcc $\pm 5\%$ +5 Vbb $\pm 10\%$
Consumo de Corrente no Barramento:	<ul style="list-style-type: none"> 300 mA @ +5 Vcc 250 mA @ +15 Vcc 30 mA @ -15 Vcc 70 mA @ +5 Vbb 30 μA @ bateria, quando o sistema está desenergizado

Tabela 2-2. Características elétricas do AL-2007

Características Mecânicas

Características Mecânicas do AL-2007	
Peso	sem embalagem 420 g com embalagem 570 g
Grau de Proteção	IP 30
Proteção contra choque elétrico	conforme norma IEC 536 (1976), classe I

Tabela 2-3. Características mecânicas do AL-2007

As dimensões do módulo em milímetros podem ser vistas na figura seguinte:

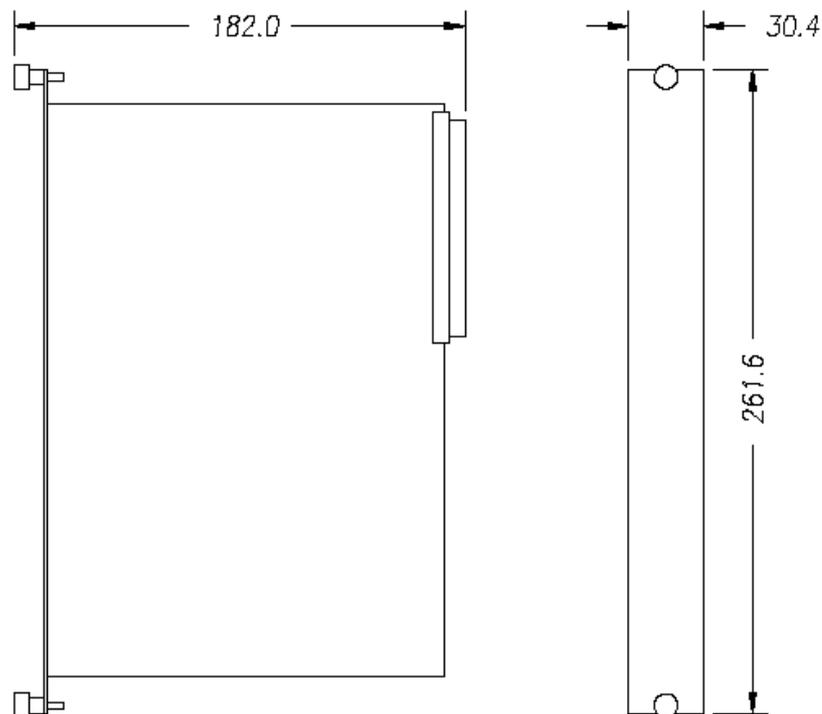


Figura 2-2. Dimensões do AL-2007

Características Ambientais

Características Ambientais do AL-2007	
Temperatura de operação	0 a 60 °C
Temperatura de armazenagem	-25 a 75 °C
Umidade relativa do ar	5 a 95% sem condensação, conforme norma IEC 1131 nível RH2

Tabela 2-4. Características ambientais do AL-2007

Características Gerais

Características Gerais do AL-2007	
Dissipação do Módulo	11 W
Imunidade ESD	conforme a norma IEC 1131, nível 3
Imunidade a campo eletromagnético radiado	10 V/m @ 140 MHz, conforme norma IEC 1131
Circuito de Supervisão	watchdog

Tabela 2-5. Características gerais do AL-2007

Características de Software

Características Gerais do AL-2007	
Memória de Redundância Principal (ciclo-a-ciclo)	até 2016 bytes
Memória de Redundância Operandos A (ciclo-a-ciclo)	até 192 bytes
Memória de Redundância Multiplexada	até 50 blocos, devendo-se alocar uma área de multiplexação dentro da memória de redundância principal para transmissão dos blocos
Tipos de Operandos Redundantes	A, M, I, D, F, TM, TI, TD, TF

Tabela 2-6. Características de software do AL-2007

Maiores detalhes sobre características de software serão definidas ao longo deste manual.

Dados para Compra

Itens Integrantes

A embalagem do produto contém os seguintes itens:

- módulo AL-2007
- CD contendo:
 - manual de utilização do AL-2007 (este manual)
 - programas EVCAPT e EVLOG para captura e interpretação do log de eventos

Código do Produto

O seguinte código deve ser usado para a compra do produto:

Código	Denominação
AL-2007	Coprocessador de Redundância

Tabela 2-7. Código de compra do AL-2007

Produtos Relacionados

Os seguintes produtos devem ser adquiridos separadamente quando necessários:

Código	Denominação
AL-1366	Cabo CMDB9-CMDB9
AL-3630	Bastidor para Fonte, UCP e 4 Mód. (3 Inteligentes)
AL-3631	Bastidor para Fonte, UCP e 4 Mód. Inteligentes
AL-3632	Bastidor para Fonte, UCP e 8 Mód. (5 Inteligentes)
AL-3634	Bastidor para Fonte, UCP e 16 Mód. (5 Inteligentes)
AL-3635	Bastidor para Fonte, UCP e 8 Mód. Inteligentes
AL-3640	Bastidor Fonte Redundante, UCP e 6 Mód. Inteligentes
AL-3511	Fonte Duplo-Euro 80 W Entrada 24-48 Vdc
AL-3512	Fonte Duplo-Euro 80 W Entrada AC/DC
AL-2004	UCP com 2.048 E/S Digitais – 1 Mbyte Flash
AL-3116	Módulo 16 ED 24 Vdc Isoladas
AL-3201	Módulo 16 SD 24 Vdc / 2 A
AL-3490	Módulo cego para preencher posições de larguras simples nos bastidores
AL-3491	Módulo cego para preencher posições de larguras dupla nos bastidores (fonte, no caso do bastidor AL-3640)
AL-2300	Cabo UCP/Derivador AL-2600
AL-2600	Derivação e Terminação para Rede
AL-2301	Cabo RS-485 para Rede ALNET II
AL-2785	Driver Comunicação OPC ETH ALNET II
AL-2765	Scripts de redundância no InTouch® para comunicação com a arquitetura Duetto (CPs redundantes)

Tabela 2-8. Produtos relacionados com o AL-2007

ATENÇÃO:

- AL-1366: É utilizado para interligar os conectores REDUND de 2 AL-2007 que executam função de redundância.

3. Configuração

Neste capítulo, descrevem-se as configurações (arquiteturas) em que pode ser utilizado um coprocessador AL-2007 num elemento central. Exemplos específicos de configurações já foram mostrados no capítulo *Introdução*. No presente capítulo, definem-se as configurações possíveis de um ponto de vista genérico, isto é, válido para qualquer tipo de configuração, bem como as regras de criação destas configurações.

Também definem-se nomenclaturas e símbolos para os componentes da configuração, que serão utilizados ao longo deste manual.

A figura seguinte mostra uma visão geral de uma configuração genérica:

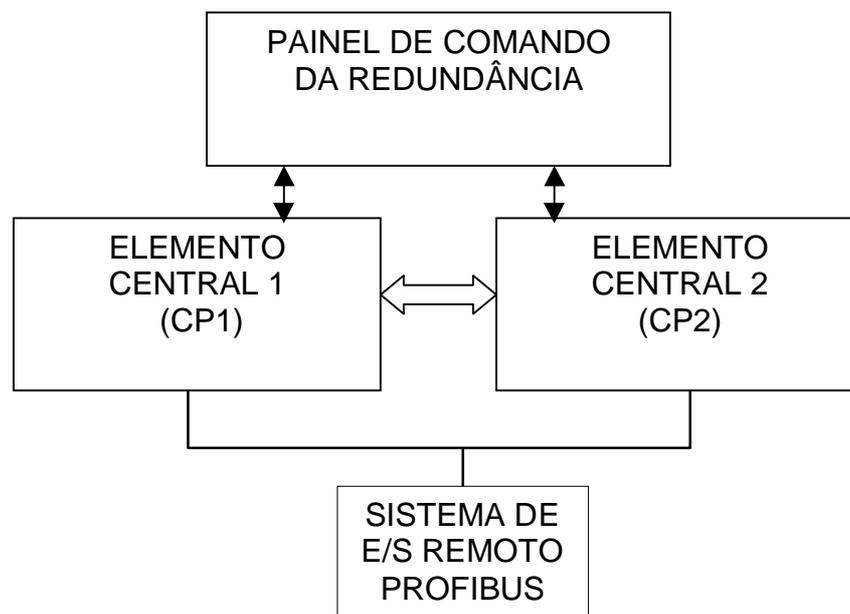


Figura 3-1. Configuração genérica de um sistema com AL-2007

Na figura, observa-se que existem 3 tipos de sub-sistemas principais:

- elementos centrais
- Painel de Comando da Redundância
- sistema de E/S remoto

Um elemento central é formado por bastidor, fonte, UCP, interfaces de rede e coprocessadores, isto é, a parte central do controlador programável. Os elementos centrais são denominados CP1 e CP2.

As funções do Painel de Comando da Redundância são descritas a seguir, ainda neste capítulo.

O sistema de E/S remoto PROFIBUS é um conjunto de remotas, conectadas entre si e aos elementos centrais através de uma rede de campo PROFIBUS DP.

Revisões Mínimas de Software Compatíveis

- AL-2004: 1.22
- AL-3406: 1.14
- MasterTool MT4100: 3.82

Configurações Válidas para um Elemento Central

(a)

CP1 ou CP2 com um AL-2007 para redundância e um AL-3406 para E/S PROFIBUS não redundante

F	U	A	A	O		O	A	A
O	C	L	L	U		U	L	L
N	P	2	3	T		T	3	3
T		0	4	R		R	1	2
E		0	0	O		O	1	0
		7	6	S		S	6	1

(b)

CP1 ou CP2 com um AL-2007 para redundância e dois AL-3406 para E/S PROFIBUS redundante

F	U	A	A	A	O		O	A	A
O	C	L	L	L	U		U	L	L
N	P	2	3	3	T		T	3	3
T		0	4	4	R		R	1	2
E		0	0	0	O		O	1	0
		7	6	6	S		S	6	1

Figura 3-2. Configurações válidas para um elemento central de um sistema com AL-2007

A figura anterior mostra as duas possíveis configurações de um elemento central que contenha algum AL-2007 em arquiteturas com E/S PROFIBUS.

Um elemento central consiste de diversos módulos alojados em um bastidor.

A FONTE fornece energia aos demais módulos através do barramento do bastidor. Alguns bastidores suportam duas fontes redundantes.

A UCP executa o programa de aplicação do usuário, além de outras tarefas (gerenciamento de redes, interface com módulos coprocessadores, diagnósticos, etc).

O coprocessador AL-2007 executa a função de redundância hot-standby.

Na Figura 3-2 (a), o AL-3406 executa função de E/S remoto PROFIBUS.

Na Figura 3-2 (b), os dois AL-3406 executam função de E/S remoto PROFIBUS, onde a rede PROFIBUS é redundante.

Outros módulos (OUTROS, na figura anterior) podem ser utilizados no elemento central, como por exemplo:

- interface de rede Ethernet
- coprocessador de comunicação / aritmético
- módulos cegos (AL-3490 ou AL-3491) para preencher espaços vazios nos bastidores
- outros

Finalmente, os módulos AL-3116 e AL-3201 possuem, respectivamente, entradas e saídas de 24 Vdc que se interligam ao Painel de Comando de Redundância. Maiores detalhes são fornecidos na descrição do Painel de Comando da Redundância, ainda neste capítulo.

Fontes

Dois modelos de fontes podem ser utilizados nos elementos centrais. Maiores detalhes sobre as mesmas podem ser obtidos em suas CTs.

Fonte	Descrição	Tensão de Entrada AC	Tensão de Entrada DC
AL-3511	Fonte Duplo-Euro 80 W Entrada 24-48 Vdc	-	19,2 a 57,6 Vdc
AL-3512	Fonte Duplo-Euro 80 W Entrada AC/DC	93 a 253 Vac	100 a 300 Vdc

Tabela 3-1. Fontes compatíveis com sistemas com AL-2007

UCP

Um único modelo de UCP pode ser utilizado nos elementos centrais. Maiores detalhes sobre as características desta UCP podem ser obtidos em sua CT ou manual.

UCP	Descrição
AL-2004	UCP com 2048 pontos de E/S – 1 Mbyte Flash

Tabela 3-2. UCP compatível com sistemas com AL-2007

Módulos com Barramento Normal ou Estendido

Na Figura 3-2, observam-se diversos módulos colocados no bastidor, à direita da UCP. Estes 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.

A tabela seguinte classifica os principais módulos que podem ser colocados à direita da UCP num bastidor onde o AL-2007 é utilizado:

Módulo	Descrição	Barramento Normal	Barramento Estendido
AL-2005	Real Time Multitasking Processor		X
AL-2007	Coprocessador de Redundância e E/S Remoto		X
AL-2008	Módulo Coprocessador de Vazão AGA3/AGA8		X
AL-3405	Interface para Rede Ethernet		X
AL-3406	Interface de Rede PROFIBUS		X
AL-3116	Módulo 16 ED 24 Vdc Isoladas	X	
AL-3201	Módulo 16 SD 24 Vdc / 2 A	X	

Tabela 3-3. Módulos com barramento normal e estendido

ATENÇÃO:

Os conectores EURO fêmea no bastidor sempre tem 96 pinos, mesmo quando só podem alojar módulos com barramento normal (conectores machos de 64 pinos).

Bastidores

Existem seis modelos de bastidores que podem alojar o coprocessador AL-2007, além de outros módulos.

A estrutura de todos estes 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 slots de largura simples, para módulos com barramento estendido ou normal
- N slots de largura simples, para módulos com barramento normal

A tabela seguinte mostra as configurações para os modelos de bastidores disponíveis.

Bastidor	F	U	E	N
AL-3630	1	1	3	1
AL-3631	1	1	4	0
AL-3632	1	1	5	3
AL-3634	1	1	5	11
AL-3635	1	1	8	0
AL-3640	2	1	6	0

Tabela 3-4. Características de bastidores compatíveis com sistemas com AL-2007

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

Somente o bastidor AL-3640 comporta duas fontes redundantes. No entanto, somente a fonte AL-3512 pode ser utilizada em modo redundante neste bastidor.

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

Painel de Comando da Redundância

O Painel de Comando de Redundância é composto de quatro botões (normalmente abertos, sem retenção, retorno por mola), seis lâmpadas e dois relés do tipo NF (normalmente fechados).

Estes dispositivos são interligados aos módulos AL-3116 (2 botões em cada CP) e AL-3201 (3 lâmpadas e um relé NF em cada CP). Estes módulos de E/S encontram-se nos elementos centrais CP1 e CP2, conforme mostra a Figura 3-2.

As três lâmpadas interligadas ao módulo AL-3201 de um CP (CP1 ou CP2) indicam o estado de redundância deste CP, conforme mostra a tabela seguinte.

Estado	Lâmpada ATIVO	Lâmpada RESERVA	Lâmpada INOPERANTE
Desconfigurado	apagada	apagada	apagada
Inicial	acesa	acesa	acesa
Ativo	acesa	apagada	apagada
Ativo desligando o outro elemento central	acesa	apagada	piscando
Reserva	apagada	acesa	apagada
Inoperante	apagada	apagada	acesa

Tabela 3-5. Animação das lâmpadas do Painel de Comando da Redundância

Maiores detalhes sobre os estados de redundância (desconfigurado, inicial, ativo, reserva e inoperante) são fornecidos adiante neste manual.

O relé NF interligado ao módulo AL-3201 de um CP (exemplo: CP1) serve para manter energizado ou desenergizar o outro CP (exemplo: CP2). Conforme será descrito adiante neste manual, há situações especiais em que um CP necessita desenergizar o outro CP.

Os dois botões interligados ao módulo AL-3116 de um CP (CP1 ou CP2) possibilitam:

- troca de estado de redundância deste CP (botões RESERVA e INOPERANTE/RELIGAR)
- religamento do outro CP, caso o mesmo tenha sido desligado pelo relé NF citado anteriormente (botão INOPERANTE/RELIGAR)

As figuras seguintes mostram o esquema elétrico do Painel de Comando de Redundância, dividindo-o em duas partes (uma conectada ao CP1 e outra conectada ao CP2). Assume-se que o módulo AL-3116 foi configurado a partir do octeto E0000 e que o módulo AL-3201 foi configurado a partir do octeto S0008, conforme recomendações deste manual.

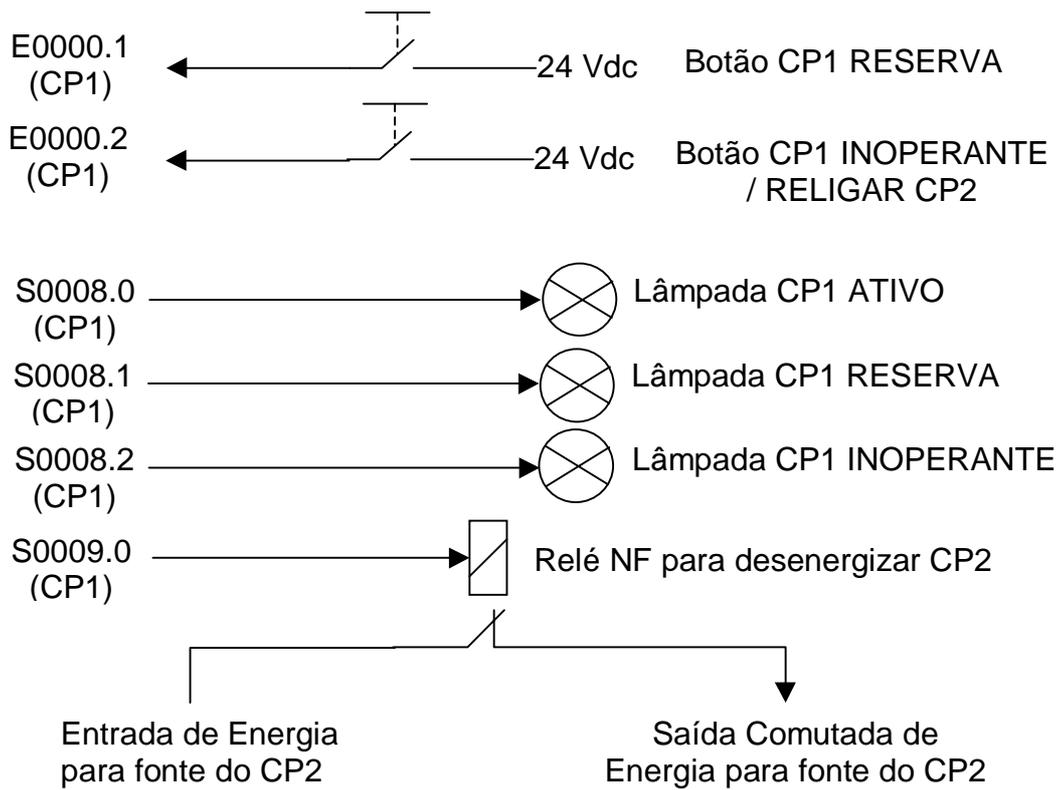


Figura 3-3. Esquema elétrico do Painel de Comando de Redundância para o CP1

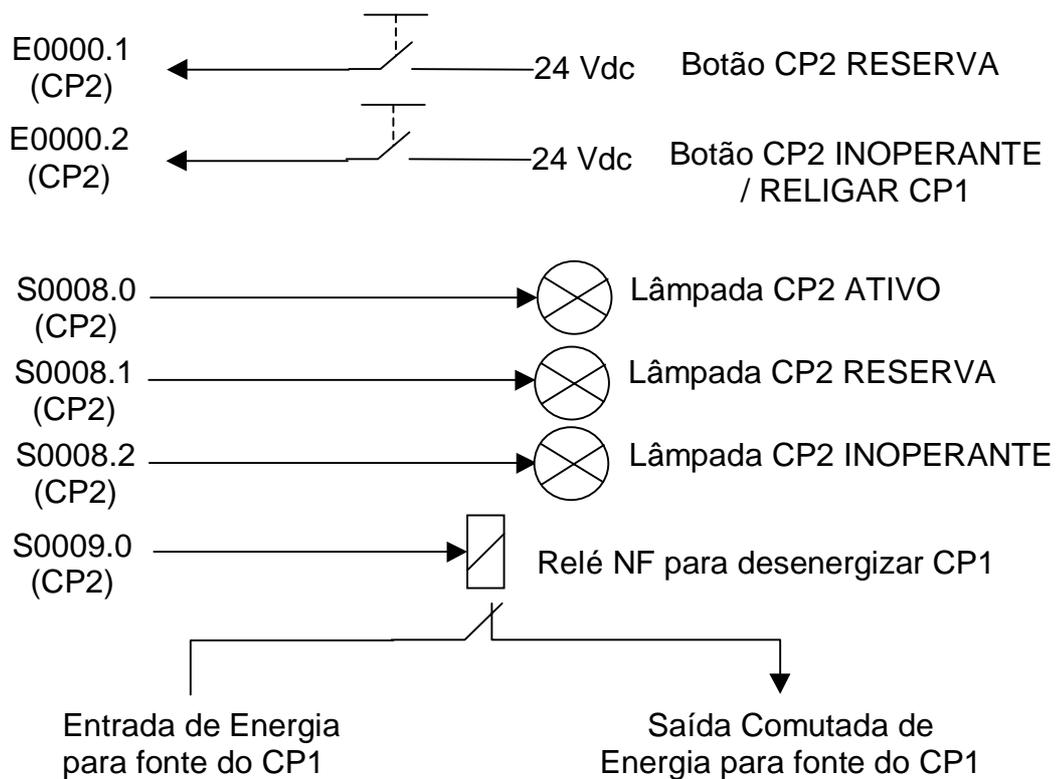


Figura 3-4. Esquema elétrico do Painel de Comando de Redundância para o CP2

A construção mecânica do Painel de Comando da Redundância pode ser definida pelo usuário. No entanto, o seguinte layout é sugerido.

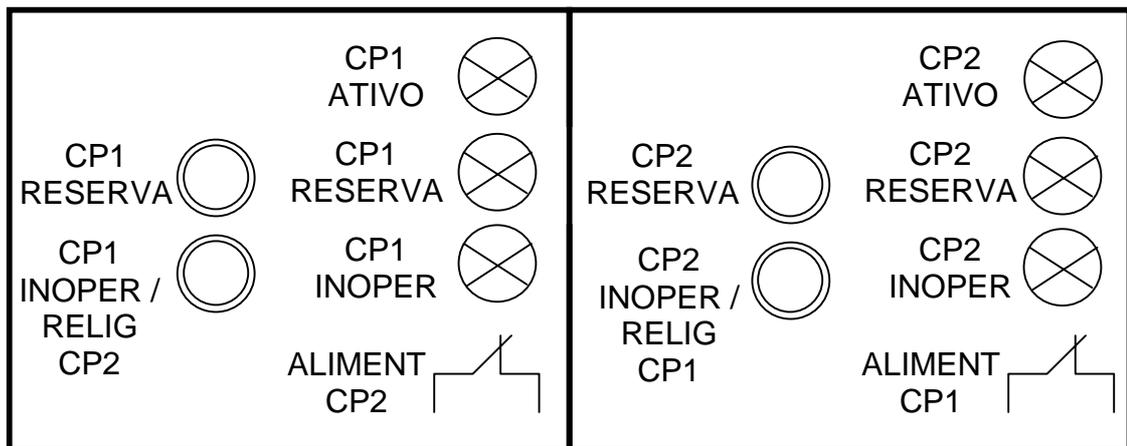


Figura 3-5. Sugestão de layout para o Painel de Comando da Redundância

O Painel de Comando de Redundância será citado novamente neste manual, ao se discutir a operação e manutenção do sistema.

Conexões de Comunicação entre Elementos Centrais

As seguintes conexões de comunicação devem ser estabelecidas entre os elementos centrais CP1 e CP2:

- o cabo AL-1366 deve ser conectado entre o AL-2007 do CP1 e o AL-2007 do CP2. Este cabo deve ser conectado no canal REDUND de cada AL-2007.
- uma rede ALNET II deve interligar o AL-2007 do CP1 e o AL-2007 do CP2, utilizando os conectores REMOTE I/O de cada AL-2007.

A figura seguinte ilustra a conexão entre elementos centrais.

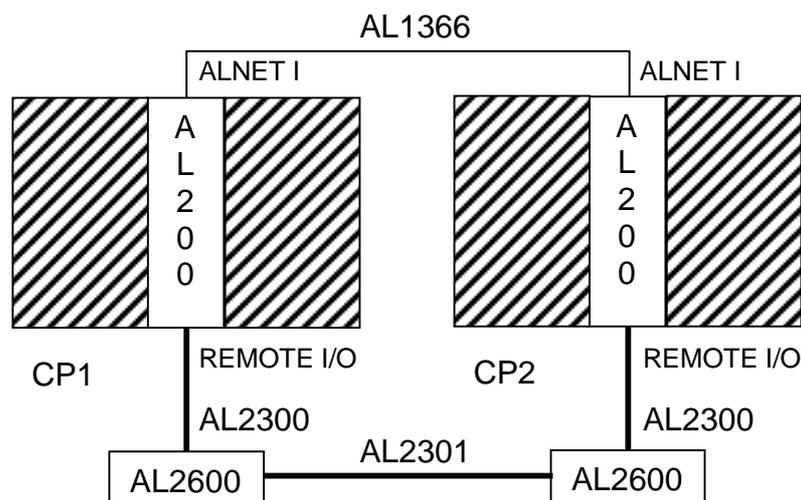


Figura 3-6. Conexões de comunicação entre elementos centrais

Configurações de E/S Remoto PROFIBUS DP

Duas configurações básicas de E/S remoto são possíveis:

- PROFIBUS simples (ver Figura 3-2 (a))
- PROFIBUS redundante (ver Figura 3-2 (b))

Maiores detalhes sobre as configurações de redes PROFIBUS DP podem ser obtidos no manual do AL-3406. As implicações de programação em conjunto com o AL-2007 são referenciadas no capítulo *Programação* deste manual.

4. Princípios de Funcionamento

Neste capítulo, descrevem-se as funções do AL-2007, seu comportamento e estados. Também são apresentados conceitos e restrições de programação e configuração que serão utilizados nos próximos capítulos.

Estados de um CP

Num sistema redundante, um CP (CP1 ou CP2) pode assumir os seguintes estados:

- desconfigurado
- inicial
- ativo
- reserva
- inoperante

O estado desconfigurado ocorre na energização ou na passagem de modo programação para modo execução. Este estado também pode ser atingido a partir dos outros estados, em função de alguma falha crítica. Neste estado, o AL-2007 instalado neste CP está inativo (todos os canais de comunicação – barramento, ALNET II e REDUND – desabilitados). O barramento fica atento unicamente a uma solicitação de configuração, que pode tirar o CP do estado desconfigurado.

O estado inicial é um estado transitório, atingido a partir do estado desconfigurado através de uma solicitação de configuração, feita automaticamente no power-on. Neste estado, executam-se verificações e consistências que podem determinar a passagem para qualquer um dos outros quatro estados.

No estado ativo, o CP executa a aplicação do usuário, e se comunica com o sistema de E/S remoto PROFIBUS DP. Além disso, este CP (CP1 ou CP2) se comunica com o seu par redundante (CP2 ou CP1) para efeito de diagnósticos e sincronização de memória. Neste estado, também executam-se consistências e verificações cíclicas para determinar se este CP pode continuar em estado ativo. Se alguma falha ocorrer, poderá passar para os estados inoperante ou desconfigurado. Também poderá passar para o estado reserva se houver solicitação para isto, e o outro CP estiver em estado reserva e em condições de assumir como ativo.

No estado reserva, o CP é sincronizado com o CP ativo, e está pronto para assumir como ativo caso haja uma demanda para isso (por exemplo, uma falha no CP ativo). Neste estado, também executam-se consistências e verificações cíclicas para determinar se este CP pode continuar em reserva. Se alguma falha ocorrer, poderá passar para os estados inoperante ou desconfigurado.

No estado inoperante, o CP não é mais sincronizado com o CP ativo, nem está pronto para assumir como ativo. Este estado tipicamente é atingido devido a alguma falha, ou a uma requisição manual do operador para executar alguma manutenção. Para sair deste estado, deve-se executar uma desconfiguração, que o leva para o estado desconfigurado. Em seguida, uma solicitação de configuração pode levá-lo para o estado inicial, e depois disso, para os estados ativo ou reserva, ou ainda de volta para inoperante.

Maiores detalhes sobre os estados de um CP serão abordados adiante, ao se descrever a máquina de estados e as causas das transições entre os estados.

Função de Redundância

A função de redundância implica em comunicações que ocorrem ciclicamente entre os AL-2007 de um CP redundante.

Estas comunicações ocorrem em dois canais:

- ALNET II: trata-se de um canal rápido (1 Mbps) e determinístico, por onde fluem informações de sincronismo de memória, estado e diagnósticos.
- REDUND: trata-se de um canal lento (9600 bps) e full-duplex, por onde flui apenas a informação de estado de um CP para o outro (estado: desconfigurado, ativo, reserva, inoperante, inicial).

Canal REDUND

A informação de estado do outro CP é vital para o tratamento da redundância. Sendo assim, ela flui através dos dois canais (ALNET II e REDUND). O estado lido via REDUND tem prioridade sobre o estado lido via ALNET II, caso as duas leituras tenham sucesso. Embora o canal REDUND seja mais lento do que o canal ALNET II, a atualização do estado através dele é mais rápida, pois a quantidade de informações que fluem via REDUND é muito menor.

Cada AL-2007 com função de redundância, em qualquer estado (exceto desconfigurado) transmite constantemente a informação de estado via REDUND, para que seja lida pelo seu par redundante no outro CP. Além disso, o AL-2007 também lê o estado transmitido pelo AL-2007 redundante.

Diagnósticos do canal REDUND são informados em cada CP, para indicar o sucesso da leitura do estado do outro CP através deste canal.

Canal ALNET II

As informações de redundância que trafegam no canal ALNET II podem ser as seguintes:

- memória redundante, sincronizada entre os 2 CPs
- estado do CP (desconfigurado, inicial, ativo, reserva e inoperante)
- comandos de um CP para o outro
- diagnósticos

O CP em estado ativo pode transferir, ciclicamente, até 2016 + 192 bytes de memória redundante para o CP em estado reserva, com o objetivo de sincronizá-lo consigo (192 operandos A de memória interna, e 2016 operandos de outros tipos). Maiores informações sobre a memória redundante aparecem adiante neste capítulo. O CP em estado ativo não transfere memória redundante para o outro CP se este não estiver no estado reserva.

O CP em estado ativo escreve seu estado, comandos e também diagnósticos no outro CP, independente do estado do outro CP.

O CP em estado ativo lê o estado e comandos do outro CP, independente do estado do outro CP.

Um detalhe em relação a comunicação de estados dos CPs (desconfigurado, inicial, ativo, reserva, inoperante), que cabe ressaltar, é que o estado desconfigurado jamais será transmitido ou recebido, já que um CP neste estado mantém seus canais de comunicação ALNET II e REDUND desabilitados.

Os comandos de um CP para o outro basicamente são solicitações para troca de estado (ir para reserva ou ir para inoperante). Também pode-se implementar comandos especiais do usuário (há 14 bits reservados para isso).

O CP ativo também transmite uma informação de diagnóstico para o outro CP, que permite que ele saiba se um ciclo de comunicações ALNET II terminou e se teve sucesso.

Diagnósticos da Redundância

Cada CP exibe diagnósticos sobre as funções de redundância, tais como:

- falha de comunicação via barramento, entre UCP e AL-2007
- estado da comunicação de redundância via ALNET II com o outro CP, indicando a causa de eventuais falhas
- estado da comunicação de redundância via REDUND com o outro CP, indicando a causa de eventuais falhas
- qualificação da informação de estado do outro CP (disponível ou não)
- estatísticas da rede ALNET II (contagem de transmissões e recepções com e sem erro, classificando os diversos tipos de falha), e comando para zerar estas estatísticas

Memória Redundante

Redundância Ciclo-a-Ciclo e Redundância Multiplexada

Memória redundante é aquela que é transferida ciclicamente do CP ativo para o CP reserva. Existem dois tipos de memória redundante:

- Memória redundante ciclo-a-ciclo, ou simplesmente memória redundante: é transferida do CP ativo para o CP reserva a cada ciclo de aplicação do usuário. É limitada em 2016 bytes de memória externa, mais 192 bytes de operandos A.
- Memória redundante multiplexada: é transferida do CP ativo para o CP reserva a cada B ciclos, onde B é o número de blocos multiplexados (B pode variar de 0 a 50). Maiores detalhes sobre este tipo de memória redundante serão abordados adiante neste capítulo.

Tipos e Quantidades de Operandos Redundantes Ciclo-a-Ciclo

O CP ativo, em cada ciclo da aplicação do usuário, pode transferir até 2016 octetos de operandos redundantes (ciclo-a-ciclo) da memória externa para o CP reserva.

Estes 2016 octetos podem ser distribuídos em até 8 faixas contínuas de operandos, dos seguintes tipos:

- M (memórias de 16 bits)
- I (inteiros de 32 bits)
- D (BCDs, de 32 bits)
- F (pontos flutuantes de 32 bits)
- TM (tabela de memórias)
- TI (tabela de inteiros)
- TD (tabela de BCDs)
- TF (tabela de pontos flutuantes)

Além destes 2016 octetos distribuídos nestas 8 faixas, também é possível transferir uma nona faixa com até 192 operandos do tipo A (auxiliares).

Restrições de Endereçamento para Operandos Redundantes Ciclo-a-Ciclo

Uma faixa de operandos dos tipos M, I, D, F, TM, TI, TD e TF só pode ser incluída nesta área de redundância se estiver entre os primeiros 16384 octetos da memória externa da UCP. Durante a programação, o MasterTool detecta a violação desta condição, considerando a alocação de memória no módulo C000.

Motivos para Declarar Operandos como Redundantes

Conforme abordado anteriormente, a memória redundante ciclo-a-ciclo é limitada em 2016 octetos (operandos M, I, D, F, TM, TI, TD, TF) mais 192 operandos A. Portanto, não é possível declarar todos os operandos da UCP como redundantes ciclo-a-ciclo. Isto tampouco é necessário, e em alguns casos pode ser indesejável (ver próxima seção). Em alguns casos, alternativamente, pode-se utilizar redundância multiplexada.

Quais são, enfim, os operandos que devem ser declarados como redundantes? Isto depende da função do operando na aplicação do usuário. A resposta genérica é:

“Todo operando cujo valor no final de um ciclo de aplicação N pode influir nos resultados do próximo ciclo de aplicação (N+1), deve ser redundante”.

Desta forma, se o CP reserva assumir como ativo no início do ciclo N+1, ele calculará corretamente os resultados para este ciclo.

Alguns tipos de operandos podem ser excluídos desta regra:

- Variáveis de rascunho, utilizadas internamente num ciclo de aplicação. Por exemplo, na sequência de cálculos seguinte, M1005 é uma variável de rascunho, que não precisa ser redundante:
$$M1005 = M2000 + M2001$$
$$M2002 = M1005 * 3$$

Alguns tipos de operandos devem, necessariamente, ser declarados como redundantes (redundância ciclo-a-ciclo ou então multiplexada):

- Variáveis de estado, que armazenam um resultado do ciclo N, e que pode influir no resultado do ciclo N+1. Um totalizador de eventos, por exemplo, é uma variável deste tipo.
- Saídas digitais e analógicas, pois são copiadas para o E/S remoto assim que o CP reserva assume como ativo.
- Parâmetros que influem no comportamento de um cálculo, por exemplo, ganhos de um laço PID. Neste caso, devido às variações serem pouco frequentes, pode-se utilizar uma área de redundância multiplexada.
- Entradas analógicas e digitais normalmente não precisariam ser redundantes pois são lidas antes do primeiro ciclo quando um CP passa de reserva para ativo. No entanto, se uma remota PROFIBUS estiver indisponível, o CP não conseguirá ler suas entradas ao assumir como ativo. Neste caso, deve-se obter os valores “congelados” das entradas lidas anteriormente pelo outro CP, bem como os diagnósticos associados, via redundância. Como a taxa de variação, neste caso, é muito baixa, admite-se redundância multiplexada.

Alguns exemplos típicos de operandos redundantes ciclo-a-ciclo são:

- temporizadores de alta precisão
- saídas digitais e analógicas
- alarmes e diagnósticos com variação freqüente

Alguns exemplos típicos de operandos redundantes que podem ser multiplexados são:

- entradas digitais e analógicas
- parâmetros de laços PID ou outros que variem pouco
- temporizados de baixa precisão
- alarmes e diagnósticos com variação pouco freqüente

Motivos para Declarar Operandos como Não Redundantes

Alguns operandos são particulares de um CP (CP1 ou CP2), e não do conjunto redundante representado pelo CP ativo.

O exemplo mais claro disso são os diagnósticos específicos do CP1 ou CP2. Por exemplo, a informação de estado da redundância é algo particular de cada CP. A falha em um módulo do elemento central é outro exemplo.

Planejamento dos Operandos Declarados como Redundantes

Alguns fatores discutidos anteriormente indicam que é muito importante fazer um prévio planejamento da distribuição de operandos em um CP. Entre estes fatores pode-se citar:

- operandos redundantes de determinado tipo (A, M, I, D, F, TM, TI, TD, TF) devem ser agrupados numa faixa contínua
- existem restrições de endereçamento para operandos dos tipos M, I, D, F, TM, TI, TD e TF, ou seja, nem todos podem ser declarados como redundantes ciclo-a-ciclo
- existem restrições de quantidade de operandos redundantes ciclo-a-ciclo

Memória Redundante Multiplexada

Conforme descrito anteriormente, existem operandos que devem ser redundantes, mas que variam com baixa freqüência. Como exemplos, pode-se citar parâmetros de laços PID, níveis de atuação de alarmes, entradas digitais/analógicas congeladas de remotas indisponíveis por falha, e outros tipos de variáveis “quase constantes”.

Considerando que é bastante improvável que ocorra uma comutação de redundância (switchover) logo depois da alteração de uma variável deste tipo, é bastante razoável atualizá-las não uma vez a cada ciclo de usuário (como acontece com a área de redundância ciclo-a-ciclo), mas sim, uma vez a cada N ciclos.

Utilizando este princípio, pode-se aumentar a área de redundância, restrita em 2016 octetos para redundância ciclo-a-ciclo.

Pode-se selecionar um sub-conjunto da faixa de operandos M redundantes da área de operandos redundantes ciclo-a-ciclo, e defini-lo como área multiplexada. Se este sub-conjunto for composto de X operandos, então X-1 operandos serão utilizados para transferência de dados redundantes multiplexados, e o operando restante será utilizado como um identificador de bloco multiplexado.

É possível declarar até 50 blocos de operandos multiplexados, o que faz os identificadores destes blocos variarem de 0 a 49. Desta forma, se houver B blocos multiplexados ($B < 51$), pode-se transformar uma área redundante de $X * 2$ octetos (X operandos M) numa área redundante multiplexada composta de $B * (X - 1) * 2$ octetos.

Outra importante vantagem da área multiplexada é que, através dela, pode-se definir qualquer tipo de operando (A, M, D, F, I, TM, TD, TF, TI) sem se preocupar com restrições de endereçamento (ou seja, um bloco multiplexado não precisa estar contido nos primeiros 16384 octetos da memória externa da UCP).

Estados de um AL-2007

Neste capítulo já foram discutidos os estados que um CP redundante pode assumir. Para relembrar, são os seguintes:

- desconfigurado
- inicial
- ativo
- reserva
- inoperante

O AL-2007 deste CP pode se encontrar nestes mesmos cinco estados. A figura seguinte mostra a máquina de estados de um AL-2007.

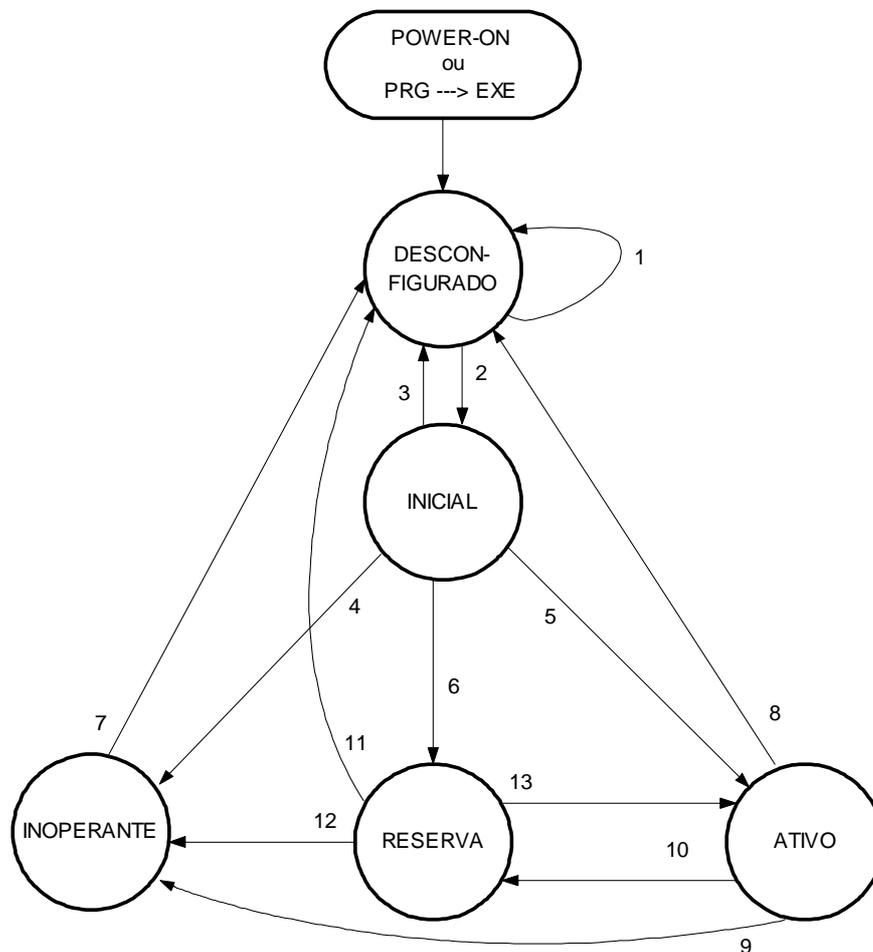


Figura 4-1. Máquina de estados de um AL-2007

Observa-se que as transições entre os estados são numeradas. A seguir, definem-se as causas que podem disparar cada transição.

- Causas da Transição 1 (permanência em desconfigurado):
 - configuração não está sendo solicitada
 - configuração com problemas lógicos (de programação)
 - problemas físicos no AL-2007 (não responde via barramento)

- Causas da Transição 2 (desconfigurado para inicial):
 - configuração foi solicitada e teve sucesso
- Causas da Transição 3 (inicial para desconfigurado):
 - problemas físicos no AL-2007 (parou de responder via barramento)
 - timeout na execução das tarefas cíclicas do AL-2007
 - erros na parametrização da comunicação entre UCP e AL-2007 (exemplo: mudanças nas configurações de operandos em C000)
 - timeout na determinação do estado do outro CP
- Causas da Transição 4 (inicial para inoperante):
 - percebeu-se que o outro CP está ativo, e portanto este CP deveria ir para reserva. No entanto, houve falha na sincronização da memória redundante deste AL-2007 com o AL-2007 do CP ativo.
 - percebeu-se que o outro CP está ativo, e portanto este CP deveria ir para reserva. No entanto, problemas de barramento ou de comunicação impedem acesso a todo o E/S remoto PROFIBUS.
- Causas da Transição 5 (inicial para ativo):
 - esta transição é realizada se o outro CP não é ativo, e se não foram realizadas as transições 3 ou 4.
- Causas da Transição 6 (inicial para reserva):
 - esta transição é realizada se não foram realizadas as transições 3, 4 ou 5.
- Causas da Transição 7 (inoperante para desconfigurado):
 - solicitação de reconfiguração do AL-2007 (acionando o botão RESERVA do Painel de Comando da Redundância).
 - problemas físicos no AL-2007 (parou de responder via barramento)
 - timeout na execução das tarefas cíclicas do AL-2007
 - erros na parametrização da comunicação entre UCP e AL-2007 (exemplo: mudanças nas configurações de operandos em C000)
- Causas da Transição 8 (ativo para desconfigurado):
 - problemas físicos no AL-2007 (parou de responder via barramento)
 - timeout na execução das tarefas cíclicas do AL-2007
 - erros na parametrização da comunicação entre UCP e AL-2007 (exemplo: mudanças nas configurações de operandos em C000)
- Causas da Transição 9 (ativo para inoperante):
 - problemas de barramento ou de comunicação impedem acesso ao E/S remoto PROFIBUS. No entanto, só chaveia para inoperante se, ao detectar este erro, for sabido que o outro CP está em reserva (apto a controlar o E/S remoto). Do contrário, é melhor que este CP fique em ativo.
 - tempo excessivo para término do ciclo de tarefas indica que houve falha grave na rede ALNET II, com prováveis timeouts de pacote. No entanto, só chaveia para inoperante se, imediatamente antes de detectar este erro, era sabido que o outro CP estava em reserva (apto a controlar o E/S remoto). Do contrário, é melhor que este CP fique em ativo.
 - falha de comunicação no canal ALNET II usado para comunicação de redundância, sendo que é sabido que este CP (ativo) é o responsável pela falha. Este erro raramente causará a transição para inoperante, visto que o erro anterior tende a ser detectado antes dele e provocar a transição para inoperante. No entanto, só chaveia para inoperante se, imediatamente antes de detectar este erro, era sabido que o outro CP estava em reserva (apto a controlar o E/S remoto). Do contrário, é melhor que este CP fique em ativo.

- Causas da Transição 10 (ativo para reserva):
 - o outro CP também está ativo por mais do que T décimos de segundo, onde $T = 4$ para o CP2, e $T = 8$ para o CP1. Desta forma, o CP1 tem prioridade para permanecer ativo.
 - pressionou-se o botão RESERVA do Painel de Comando de Redundância, e o outro CP está em reserva.
 - chegou um comando do outro CP solicitando a passagem para reserva, e o outro CP está em reserva.
 - para que o CP vá de ativo para reserva, além de qualquer uma das causas anteriores, exige-se que este CP esteja em estado ativo por um tempo maior do que 5 segundos.
- Causas da Transição 11 (reserva para desconfigurado):
 - problemas físicos no AL-2007 (parou de responder via barramento)
 - timeout na execução das tarefas cíclicas do AL-2007
 - erros na parametrização da comunicação entre UCP e AL-2007 (exemplo: mudanças nas configurações de operandos em C000)
- Causas da Transição 12 (reserva para inoperante):
 - falha de comunicação no canal ALNET II, sendo que o CP ativo não se acusa como responsável por esta falha.
 - problemas de barramento ou de comunicação impedem acesso a todo o E/S remoto PROFIBUS. No entanto, isto só é feito caso o outro CP esteja em estado ativo, pois do contrário pode haver problemas transitórios na comunicação com o E/S remoto PROFIBUS.
 - pressionou-se o botão INOPERANTE do Painel de Comando de Redundância.
 - chegou um comando do outro CP solicitando a passagem para inoperante.
- Causas da Transição 13 (reserva para ativo):
 - o outro CP não é mais ativo. Se além disso o estado do outro CP for desconhecido, este CP desliga o outro CP, por via de dúvidas, evitando que haja dois CPs controlando o processo simultaneamente (isto poderia ocorrer em caso de falha dupla nos canais ALNET II e REDUND).
 - para que o CP vá de reserva para ativo, além de qualquer uma das causas anteriores, exige-se que este CP esteja em estado reserva por um tempo maior do que 5 segundos.

Tarefas do AL-2007 no Estado Desconfigurado

No estado desconfigurado, o AL-2007 mantém desabilitados seus canais REDUND e ALNET II. No barramento de comunicação com a UCP, ele apenas atende a uma solicitação de configuração, que poderá levá-lo ao estado inicial, se a configuração tiver sucesso.

Tarefas do AL-2007 no Estado Inicial

Conforme explicado anteriormente, o estado inicial é transitório, isto é, tem uma duração máxima bem definida. Seu objetivo é realizar alguns testes que determinarão o próximo estado. Todos os outros 4 estados podem durar um tempo indeterminado.

Em primeiro lugar, o AL-2007 tenta determinar o estado do outro CP. Se os canais de comunicação responsáveis por esta função (REDUND e ALNET II) estiverem indisponíveis, o CP vai para o estado desconfigurado.

Tendo determinado o estado do outro CP (que pode ser inclusive desconhecido, por exemplo, se o outro CP estiver desligado), aguarda-se um tempo de espera variável:

- 1 segundo para o CP1
- 3 segundos para o CP2

Depois deste tempo de espera, o CP vai para o estado ativo se o outro CP não estiver no estado ativo. Observa-se que este tempo de espera diferenciado prioriza a entrada do CP1 como ativo, quando os dois CPs são energizados simultaneamente.

Por outro lado, se depois deste tempo de espera observar-se que o outro CP já está no estado ativo, então este CP não pode assumir como ativo. Neste caso, o AL-2007 espera que haja uma sincronização de memória redundante feita pelo AL-2007 do CP ativo. Se esta sincronização não acontecer dentro de um limite de tempo (timeout) estabelecido, este CP vai para o estado inoperante. Do contrário, o CP executa um teste de comunicação com a rede PROFIBUS DP. Se o teste falhar, o CP vai para o estado inoperante, do contrário, vai para o estado reserva.

ATENÇÃO:

Considere-se uma situação em que haja falha total na interface PROFIBUS mestre do CP1, e que o CP1 e CP2 sejam energizados simultaneamente. O CP1, apesar da falha, assumirá como ativo, pois o CP2 ainda não está em estado reserva e apto a assumir o controle. Neste caso o CP2, mesmo que sua rede PROFIBUS esteja íntegra, detecta falha na rede, pois o teste da rede PROFIBUS no CP reserva consiste em comunicar-se com o CP ativo (CP1, cuja interface PROFIBUS está em falha). Conseqüentemente, o CP2 irá para o estado inoperante. Para conseguir colocar o CP2 no estado ativo em uma situação como esta, deve-se desligar o CP1, ou energizá-lo cerca de 3 segundos depois do CP2.

Tarefas do AL-2007 no Estado Inoperante

No estado inoperante, o AL-2007 basicamente só se comunica (via REDUND e ALNET II) com seu par no outro CP para receber e informar seu estado e diagnósticos. Não existe sincronização de memória redundante com o CP ativo.

Tarefas do AL-2007 no Estado Reserva

No estado reserva, o AL-2007 se comunica (via REDUND e ALNET II) com seu par no outro CP, para receber e informar seu estado e diagnósticos, e também para receber a sincronização da memória redundante.

Tarefas do AL-2007 no Estado Ativo

No estado ativo, o AL-2007 executa as seguintes funções ciclicamente:

- lê informações de estado e diagnósticos do outro CP
- escreve suas informações de estado e diagnósticos no outro CP
- sincroniza a memória redundante do outro CP, se o mesmo estiver no estado reserva

Fluxograma de Tarefas Cíclicas nos Estados Ativo e Reserva

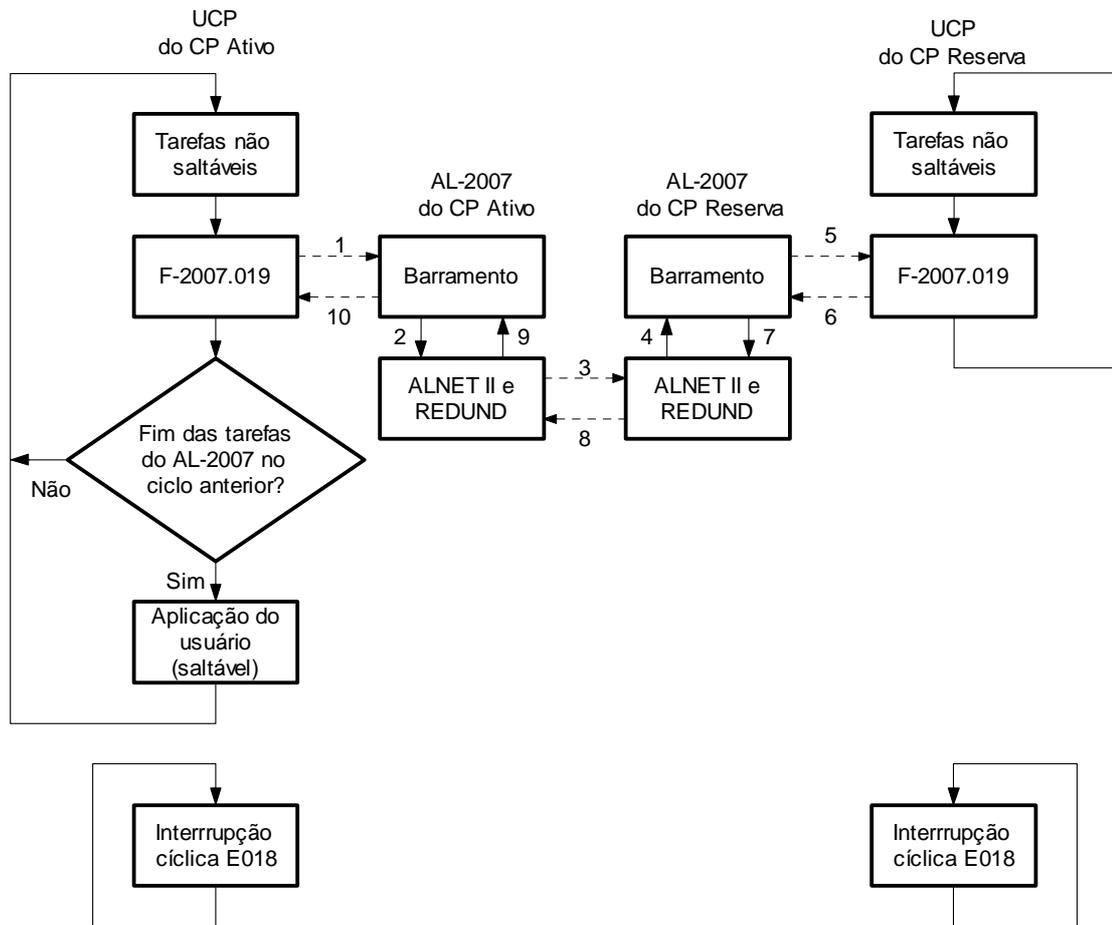


Figura 4-2. Fluxograma de tarefas dos CPs ativo e reserva

O fluxograma da figura anterior ilustra as tarefas executadas pelas UCPs (AL-2004) e coprocessadores AL-2007 nos CPs em estado ativo e reserva, bem como a seqüência e interação entre estas tarefas. A numeração de tarefas citadas no texto correspondem as setas numeradas apresentadas na figura anterior.

Em primeiro lugar, a UCP do CP ativo executa tarefas “não saltáveis”, que devem ser executadas em todas as varreduras. Entre estas, se enquadram diversas tarefas:

- tratamento da comunicação com E/S remoto PROFIBUS
- diagnósticos
- aplicações do usuário que, uma vez iniciadas, devem ser executadas até o término (exemplo: instruções de comunicação ECR/LRT)
- tratamento da redundância (parte inicial)

A seguir, a UCP do CP ativo chama o módulo F-2007.019, que possibilita a comunicação entre a UCP e o AL-2007. Inicialmente, o AL-2007 informa se terminou as tarefas relacionadas ao ciclo anterior (tarefas 2 a 10 das setas numeradas na figura anterior).

Caso as tarefas do ciclo anterior já tenham sido concluídas, a UCP do CP ativo:

- ainda através do módulo F-2007.019, executa a transferência de operandos redundantes e outras informações de estado e diagnóstico para o AL-2007 via barramento. Isto corresponde a tarefa 1 das setas numeradas na figura anterior.
- executa a aplicação do usuário (saltável).

Por outro lado, caso as tarefas do ciclo anterior ainda não tenham sido concluídas, ocorre um “salto para trás”, e a UCP do CP ativo reinicia a execução das tarefas não saltáveis.

Tipicamente este “salto para trás” não ocorre quando a aplicação do usuário (executada pela UCP do CP ativo) demora mais do que as tarefas de 2 a 10 das setas numeradas (executadas em conjunto pelo AL-2007 do CP ativo, AL-2007 do CP reserva e UCP do CP reserva). As tarefas 2 a 10 das setas numeradas são executadas em paralelo com a aplicação do usuário.

As tarefas 2 a 10 são descritas a seguir:

- tarefas 2, 3 e 4: transferências de operandos redundantes e informações de estado e diagnóstico do AL-2007 do CP ativo para o AL-2007 do CP reserva, via redes ALNET II e REDUND
- tarefa 5: transferências de operandos redundantes e informações de estado e diagnóstico do AL-2007 do CP reserva para a UCP do CP reserva, via chamada de F-2007.019 na UCP do CP reserva
- tarefa 6: transferências de informações de estado e diagnóstico da UCP do CP reserva para o AL-2007 do CP reserva, via chamada de F-2007.019 na UCP do CP reserva
- tarefas 7, 8 e 9: transferências de informações de estado e diagnóstico do AL-2007 do CP reserva para o AL-2007 do CP ativo, via redes ALNET II e REDUND
- tarefa 10: transferências de informações de estado e diagnóstico do AL-2007 do CP ativo para a UCP do CP ativo, via chamada de F-2007.019 na UCP do CP ativo

Observa-se que a UCP do CP reserva executa tarefas não saltáveis ciclicamente. Estas tarefas não saltáveis são as mesmas executadas pelo CP ativo. No entanto, em tempo de execução, estas tarefas podem ser diferenciadas testando o estado do CP (ativo, reserva ou outro).

Observa-se, também, que as UCPs dos CPs ativo e reserva executam a interrupção E018 ciclicamente (se estiver carregado um módulo E018). As tarefas em E018 são idênticas nos CPs ativo e reserva. No entanto, em tempo de execução, estas tarefas podem ser diferenciadas testando-se o estado do CP (ativo, reserva ou outro).

Tolerância a Falhas de um CP com Redundância

O objetivo principal do CP com redundância é o aumento da disponibilidade do sistema. A disponibilidade é a razão entre o tempo em que o sistema está funcionando corretamente e a vida útil total do sistema. Por exemplo, se um sistema teve uma vida útil de 10 anos, e durante este tempo esteve parado devido a falhas por um ano, então sua disponibilidade foi de apenas 90%. Disponibilidades desta ordem são geralmente inaceitáveis para sistemas críticos, sendo que valores da ordem de 99,99% ou ainda superiores muitas vezes são solicitados nestes sistemas.

Para atingir disponibilidades desta ordem, são necessárias diversas estratégias:

- Utilização de componentes mais confiáveis (com alto MTBF, ou tempo médio entre falhas), o que contribuirá para o aumento do MTBF do sistema como um todo.
- Utilização de redundância pelo menos para os componentes mais críticos ou componentes com menor MTBF, de tal maneira que a falha de um componente possa ser tolerada sem parar o sistema. Se a redundância for implementada através da duplicação de componentes, será necessário que os dois falhem para que o sistema como um todo fique indisponível.

- Alta cobertura de diagnósticos, em especial de componentes redundantes. A redundância de componentes é pouco útil para o aumento da disponibilidade quando não se pode descobrir que um componente redundante falhou. Neste caso, a primeira falha em um dos componentes ainda não derruba o sistema, mas por permanecer oculta, algum dia acontecerá a segunda falha e derrubará o sistema, já que a primeira falha ainda não foi reparada. As falhas podem ser classificadas entre diagnosticáveis e ocultas, sendo altamente desejável que todas as falhas de componentes redundantes sejam diagnosticáveis.
- Também é importante que componentes não redundantes tenham alta cobertura de diagnósticos, pois muitas vezes o sistema pode continuar funcionando mesmo com a falha de um componente não redundante. O componente pode não estar sendo solicitado. Por exemplo, um relé que está grudado em aberto, e que raramente é solicitado para ser fechado, não tem sua falha detectada até o momento em que o sistema solicitar seu fechamento.
- Baixo tempo de reparo de componentes não redundantes. A falha de um componente não redundante pode derrubar o sistema, e durante o reparo, o sistema estará indisponível.
- Possibilidade de reparar ou substituir um componente redundante sem parar o sistema. Se esta possibilidade existe, obtém-se um grande aumento de disponibilidade. Do contrário, deve-se programar uma parada do sistema para substituir o componente, e o tempo de reparo conta como tempo indisponível.
- Baixo tempo de reparo de componentes redundantes. A falha de um componente não redundante não derruba o sistema, mas durante seu reparo, eventualmente pode ocorrer um falha em seu par redundante. Por este motivo, é importante que a falha seja reparada brevemente, após diagnosticada. Quanto maior o tempo de reparo, maior a probabilidade de acontecer uma segunda falha no componente redundante durante o reparo da primeira falha, o que derrubaria o sistema. Portanto, quanto maior o tempo de reparo, menor a disponibilidade do sistema.
- Programar testes off-line periódicos em componentes para detectar falhas não diagnosticáveis automaticamente pelo sistema. O objetivo é detectar falhas ocultas, especialmente em componentes redundantes ou componentes simples que não estejam sendo solicitados (por exemplo, um relé de segurança). Testes off-line às vezes implicam em paradas no sistema, o que diminui a disponibilidade. Normalmente aproveita-se ocasiões especiais, tais como paradas gerais de manutenção da planta. Quanto maior o período entre testes off-line, maior o tempo em que uma falha pode permanecer oculta, e portanto maior a probabilidade de uma falha comprometer o sistema, ou seja, menor a disponibilidade do sistema.

Há duas configurações com E/S remoto PROFIBUS que utilizam o AL-2007 para a função de redundância, conforme pode-se observar anteriormente nas

Figura 1-1 e Figura 1-2. Nestas configurações, existe redundância total do elemento central. Uma falha diagnosticada no elemento central em estado ativo provoca um switchover para o elemento central em estado reserva.

A configuração da Figura 1-2, com E/S PROFIBUS redundante, em termos de tolerância a falhas, é bastante superior à configuração da

Figura 1-1, pois toda a rede de E/S PROFIBUS é redundante (mestre nos elementos centrais, o meio físico, e cabeças remotas).

Tolerância a Falhas de CPs Redundantes com E/S PROFIBUS Não Redundante

A configuração da

Figura 1-1 pode ser comprometida pelas seguintes falhas simples, que podem atingir componentes não redundantes:

1. Falha na rede PROFIBUS única (por exemplo, um curto-circuito). A consequência é a perda de todos os pontos de E/S remoto, que assumirão um condição segura.

2. Falha numa cabeça remota simples. A consequência é a perda dos pontos de E/S remoto conectados a esta remota, que assumirão um condição segura.

3. Falha no barramento serial da remota (barramento proprietário GBL), devido a algum módulo ou cabeça remota com algum defeito crítico (exemplo: grudar o barramento serial em determinado nível elétrico, ruptura física do barramento). Tratam-se de falhas de baixa probabilidade, portanto, considera-se que o componente barramento GBL tenha um altíssimo MTBF. A consequência é a perda dos pontos de E/S remoto conectados a esta remota, que assumirão uma condição segura.
4. Falha em um módulo de E/S de uma remota, cuja consequência é a perda dos pontos de E/S remoto conectados a este módulo, que assumirão um condição segura.
5. Falha em um ponto de E/S de um módulo de uma remota.

Falhas nos elementos centrais redundantes, bem como as falhas em componentes simples dos tipos 1 a 4 anteriores tem altíssima cobertura de diagnósticos, próxima de 100%. Falhas do tipo 5 dependem muito do módulo de E/S que falhou. Alguns módulos possuem diagnósticos bastante completos em nível de ponto de E/S.

Tolerância a Falhas de CPs Redundantes com E/S PROFIBUS Redundante

A configuração da Figura 1-2 pode ser comprometida pelas seguintes falhas simples, que podem atingir componentes não redundantes:

1. Falha no barramento serial da remota (barramento proprietário GBL), devido a algum módulo ou cabeça remota com algum defeito crítico (exemplo: grudar o barramento serial em determinado nível elétrico, ruptura física do barramento). Tratam-se de falhas de baixa probabilidade, portanto, considera-se que o componente barramento GBL tenha um altíssimo MTBF. A consequência é a perda dos pontos de E/S remoto conectados a esta remota, que assumirão um condição segura.
2. Falha em um módulo de E/S de uma remota, cuja consequência é a perda dos pontos de E/S remoto conectados a este módulo, que assumirão um condição segura.
3. Falha em um ponto de E/S de um módulo de uma remota.

Falhas nos elementos centrais redundantes, bem como as falhas em componentes simples dos tipos 1 e 2 anteriores tem altíssima cobertura de diagnósticos, próxima de 100%. Falhas do tipo 3 dependem muito do módulo de E/S que falhou. Alguns módulos possuem diagnósticos bastante completos em nível de ponto de E/S.

Switchover de Elementos Centrais Controlado pelo Sistema

O software básico de um CP redundante com AL-2007 causa switchover de elementos centrais (CP1 e CP2) em circunstâncias já determinadas anteriormente (ver diagrama de estados na Figura 4-1). Nesta seção, descrevem-se as falhas individuais num elemento central ativo que causam switchover, desde que, logicamente, o outro elemento central esteja em estado reserva, apto para assumir como ativo.

Falhas que Podem Tirar um Elemento Central do Estado Ativo

- falta de energia
- falha da fonte de alimentação (AL-3511 ou AL-3512)
- falha no barramento do bastidor
- falha da UCP (AL-2004):
 - watchdog
 - estado diferente de execução (erro, programação, ciclado, etc)
 - falha na interface com o barramento normal e/ou estendido
- falha do coprocessador AL-2007:
 - watchdog
 - falha na interface com o barramento normal e/ou estendido
 - falha na interface ALNET II

na arquitetura da

- Figura 1-1, falha do módulo AL-3406 utilizado como mestre de E/S remoto PROFIBUS. As falhas diagnosticáveis são melhor detalhadas no Manual de Utilização do AL-3406.
- na arquitetura da Figura 1-2, falha dos dois módulos AL-3406 utilizados como mestres de E/S remoto PROFIBUS. As falhas diagnosticáveis são melhor detalhadas no Manual de Utilização do AL-3406.
- perda de comunicação do(s) mestre(s) AL-3406 com todo o sistema de E/S remoto PROFIBUS.

Tratamento de Falha de Comunicação no Canal REDUND

A falha de comunicação via canal REDUND não causa switchover, pois:

- a informação de estado de redundância que nele trafega também trafega pelo canal ALNET II
- embora a falha seja diagnosticável, nem sempre é possível determinar onde está precisamente localizada (no AL-2007 do CP ativo, no AL-2007 do CP reserva, ou no cabo).

A falha em REDUND é diagnosticada para que seja reparada o mais rápido possível. Ter um canal de comunicação redundante para conhecer o estado do outro elemento central é muito importante, como se verá na seção *Tratamento da Perda Total de Comunicação entre Elementos Centrais*.

Tratamento da Falha de Comunicação ALNET II num AL-2007

No AL-2007, o gerenciamento da rede ALNET II segue as seguintes regras:

1. O AL-2007 do CP ativo é mestre da rede ALNET II, e o AL-2007 do CP reserva é seu escravo.
2. O AL-2007 do CP ativo, ao perceber falha de comunicação com o AL-2007 do CP reserva, assume que a falha está localizada em si mesmo quando o motivo da falha é timeout de pacote (falta de eco entre transmissor e receptor). Neste caso, o CP ativo passa para inoperante, e conseqüentemente o CP reserva assume como ativo. Se o motivo da falha for outro qualquer, o CP ativo continua em ativo, e o CP reserva passa para inoperante.

A regra 2 é particularmente importante. Quando a comunicação ALNET II é perdida entre os AL-2007 com função de redundância, as memórias dos CP1 e CP2 não são mais sincronizadas a partir deste momento. Conseqüentemente, um destes CPs deve ir para o estado inoperante. De

preferência, deve ser o CP onde o defeito se encontra, para que o mesmo seja consertado. Se for um defeito no cabo, então é indiferente qual dos CPs vai para inoperante. Se o CP onde o defeito se encontra se mantiver no estado ativo, então não será mais possível sincronizar o outro CP com este, e será necessária uma parada no sistema para consertar o defeito neste CP.

Portanto, é importante detectar não apenas a falha, mas também a localização da mesma. O diagnóstico de timeout de pacote no CP ativo indica com alto grau de precisão que a falha se encontra neste CP.

Tratamento da Perda Total de Comunicação entre Elementos Centrais

Há diversas falhas que podem impedir que o AL-2007 do CP reserva se comunique com o AL-2007 do CP ativo, tanto pelo canal REDUND como pelo canal ALNET II.

Algumas destas falhas são simples e foram citadas anteriormente (falha no AL-2007 do CP ativo, desenergização do CP ativo, falha na UCP do CP ativo, etc). Embora seja bem menos provável, algumas falhas duplas também podem provocar este efeito. Um exemplo é uma falha no canal REDUND (diagnosticável, mas não causa mudança de estado) seguida de uma falha no canal ALNET II antes do conserto da falha em REDUND.

Nestes casos, o CP reserva assume como ativo e, para ter certeza de que o outro CP não estará também em estado ativo, o desliga através de uma saída conectada a um relé NF do Painel de Comando da Redundância (ver seção *Painel de Comando da Redundância* no capítulo *Configuração*). Esta segurança é necessária para evitar a situação em que os dois CPs estariam controlando o mesmo E/S remoto.

Tolerância a Falhas Duplas

Algumas falhas duplas são toleradas pelo CP redundante, no entanto, muitas não são e podem provocar descontinuidade operacional.

Há uma falha dupla que, particularmente, deve ser evitada. Trata-se da energização de um dos elementos centrais depois que o outro já está energizado e ativo, e sem os cabos REDUND e ALNET II conectando os AL-2007 com função de redundância.

Como o CP recém ligado não sabe que o outro CP já está ligado e controlando o sistema de E/S, haverá conflito no controle do sistema de E/S.

Switchover de Elementos Centrais Controlado pela Aplicação do Usuário

Conforme abordado anteriormente, há situações em que o sistema provoca switchovers de elementos centrais automaticamente. Há situações especiais, no entanto, que podem ser personalizadas em uma aplicação específica, de acordo com a filosofia de operação do usuário, regras de segurança, e outras razões.

Estas situações correspondem, tipicamente, a falhas em outros módulos do elemento central, tais como:

- interfaces de comunicação Ethernet
- coprocessadores aritméticos ou de comunicação

Exemplo 1:

- um estação de supervisão detecta falha de comunicação com a interface Ethernet do CP ativo
- esta estação envia um comando ao CP reserva via Ethernet, solicitando que o mesmo assuma como ativo
- o CP reserva solicita ao CP ativo que passe para reserva, através de uma interface especial de comandos

Exemplo 2:

- o CP ativo detecta falha num coprocessador aritmético
- o CP ativo simula o acionamento do botão RESERVA do Painel de Comando da Redundância, o que faz com que o outro CP assuma como ativo, se estiver em reserva
- depois que este CP foi para o estado reserva, ele simula o acionamento do botão INOPERANTE do Painel de Comando da Redundância

Exemplo 3:

- o CP reserva detecta falha num coprocessador aritmético
- este CP simula o acionamento do botão INOPERANTE do Painel de Comando da Redundância

5. Operandos e Módulos Reservados para o Sistema

Nos capítulos subseqüentes descrevem-se diversos operandos utilizados pelo sistema. Estes operandos são utilizados para diversas funções, tais como:

- configurações
- informações de estado
- comandos especiais
- diagnósticos
- log de eventos

Além disso, diversos módulos “P” e “F” são reservados para o gerenciamento da redundância e E/S remoto PROFIBUS.

Neste capítulo, descreve-se sucintamente quais são os operandos e módulos reservados para estes fins, e que portanto não devem ser utilizados pelo usuário em suas aplicações para propósitos diferentes destes. Maiores detalhes sobre estes operandos e módulos são fornecidos em capítulos subseqüentes.

PERIGO:

O usuário tem a liberdade de alterar endereços de operandos reservados e nomes/números de módulos “P” reservados, no entanto, isto é totalmente desaconselhado. Fazendo isto, haverá necessidade de adaptar diversos módulos de programa (módulos “E” e “P”) fornecidos juntamente com o produto AL-2007. Além do retrabalho desnecessário que isto implica, ainda existe a possibilidade da introdução de erros nestes módulos.

Módulos “P” Reservados

Tratam-se de módulos “P” escritos em linguagem ladder com funções especializadas, citados a seguir.

P-2007PB.000

Este módulo gerencia a interface com o AL-2007.

P-3406S.002 ou P-3406D.002

O módulo P-3406S.002 gerencia a interface com um AL-3406 que executa a função de E/S remoto PROFIBUS, em uma rede PROFIBUS DP não redundante, como mostra o elemento central na Figura 3-2 (a).

O módulo P-3406D.002 gerencia a interface com um par de AL-3406 que executa a função de E/S remoto PROFIBUS, em uma rede PROFIBUS DP redundante, como mostra o elemento central na Figura 3-2 (b).

Não é possível utilizar estes dois módulos simultaneamente no mesmo projeto, já que tem o mesmo número (002) e utilizam operandos reservados comuns.

P-ESCLOG.003

Este módulo é chamado dentro dos módulos referidos anteriormente (P-2007PB.000, P-3406S.002 e P-3406D.002) para escrita no log de eventos.

P-USER.099 e P-USNSAL.098

Na Figura 4-2 fica claro que as aplicações do usuário podem se encontrar em 3 módulos:

- tarefas não saltáveis
- aplicação do usuário (saltável)
- interrupção cíclica E018

Todas as demais tarefas representadas naquela figura são tarefas do sistema, e não aplicações do usuário.

O módulo P-USER.099 deve concentrar, dentro de si, a aplicação do usuário (saltável), sendo chamado dentro do módulo principal E001.

O módulo P-USNSAL.098 deve concentrar, dentro de si, as tarefas não saltáveis relacionadas à aplicação do usuário (exemplo: instruções ECR e LTR), sendo também chamado dentro do módulo principal E001. Eventualmente, o módulo P-USNSAL.098 poderá estar vazio.

A interrupção cíclica do usuário (E018) pode existir ou não.

Módulos “F” Reservados

Tratam-se de módulos “F” escritos em linguagem assembly com funções especializadas, citados a seguir.

F-2007.019

Este módulo executa a interface entre a UCP (AL-2004) e um AL-2007.

F-TEMPO.014

Este módulo executa a compensação de instruções temporizadoras (TEE, TED) que eventualmente podem ser saltadas.

F-3406.085

Este módulo executa a interface entre a UCP (AL-2004) e um AL-3406 simples, ou par redundante de AL-3406s.

Operandos Reservados

NOTA:

Nenhum dos operandos reservados para os elementos centrais redundantes (CP1 e CP2) deve ser declarado como redundante. Tratam-se de operandos exclusivos do CP1 e do CP2, que não devem ser sincronizados via redundância.

Operandos “R”

Os seguintes operandos “R” (slots para módulos) são reservados nos CP1 e CP2:

- R0000: slot para o AL-2007
- R0008: slot para o primeiro AL-3406
- R0016: slot para o segundo AL-3406, caso a rede PROFIBUS seja redundante

Operandos “E” e “S”

Os seguintes operandos “E” e “S” são reservados nos CP1 e CP2:

- E0000: entradas do módulo AL-3116 ligadas ao Painel de Comando de Redundância
- S0008 e S0009: saídas do módulo AL-3201 ligadas ao Painel de Comando de Redundância

Operandos “M”

Os seguintes operandos “M” são reservados nos CP1 e CP2:

- M0000 até M0099: operandos M de estado, diagnósticos e comandos especiais para o AL-2007. Este AL-2007 é gerenciado pelo módulo P-2007PB.000, conforme descrito anteriormente. Operandos M utilizados como auxiliares ou temporizadores dentro de P-2007PB.000, P-3406D.002 e P-3406S.002 também se encontram nesta faixa.
- M0100 até M0199: operandos M para diagnóstico de módulos do elemento central.
- M0200 até M0299: operandos M de estado, diagnósticos e comandos especiais utilizados para gerenciamento da interface com E/S remoto PROFIBUS, através de um AL-3406 simples ou de um par redundante de AL-3406s, utilizando o gerenciamento dos módulos P-3406S.002 (simples) ou P-3406D.002 (redundante), conforme descrito anteriormente.
- M0300 até M0599: recomenda-se a reserva desta faixa de operandos para diagnósticos do sistema de E/S remoto PROFIBUS. Neste manual, não são fornecidos detalhes sobre estes diagnósticos, devendo-se recorrer ao Manual de Utilização do AL-3406.

Operandos “TM” Reservados

Os seguintes operandos “TM” são reservados nos CP1 e CP2:

- TM0001: configuração de timeouts do AL-2007 gerenciado pelo módulo P-2007PB.000.
- TM0002: configuração de redundância do AL-2007 gerenciado pelo módulo P-2007PB.000.
- TM0003: tabela de log de eventos detectados e armazenados pelos módulos P-2007PB.000, P-3406S.002 e P-3406D.002.
- TM0006: tabela de eventos de diagnósticos do E/S remoto PROFIBUS DP. Neste manual, não são fornecidos detalhes sobre estes diagnósticos, devendo-se recorrer ao Manual de Utilização do AL-3406 para maiores detalhes.

6. Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema

Neste capítulo descrevem-se detalhadamente os operandos reservados para o sistema que são de interesse do usuário. Também são associados tags mnemônicos para estes operandos e, quando necessário, para subdivisões destes.

Operandos “E” e “S” Reservados nos CP1 e CP2

Os operandos “E” (E0000) e “S” (S0008 e S0009) já foram mencionados e descritos na seção *Painel de Comando da Redundância* do capítulo *Configuração*. Além disso, deve-se observar as Figura 3-3 e Figura 3-4.

A seguir detalham-se cada um destes operandos, bem como são apresentados os tags associados.

Botão de Passagem para Estado Reserva (BT_RES: E0000.1)

Este botão, ligado ao módulo AL-3116, solicita que este CP vá para o estado reserva:

- a partir do estado ativo, se o outro CP estiver em estado reserva
- a partir do estado inoperante, passando por uma reconfiguração

Botão de Passagem para Estado Inoperante ou Religamento do Outro CP (BT_INRL: E0000.1)

Este botão, ligado ao módulo AL-3116, possui duas funções:

- se o CP está no estado reserva, comanda a passagem para o estado inoperante
- se o CP está mantendo o outro CP desligado a partir do relé NF do Painel de Comando da Redundância, religará o outro CP

Lâmpada Indicadora do Estado Ativo (LP_ATV: S0008.0)

Esta lâmpada, ligada ao módulo AL-3201, informa que o CP está em estado ativo.

Lâmpada Indicadora do Estado Reserva (LP_RES: S0008.1)

Esta lâmpada, ligada ao módulo AL-3201, informa que o CP está em estado reserva.

Lâmpada Indicadora do Estado Inoperante (LP_INOP: S0008.2)

Esta lâmpada, ligada ao módulo AL-3201, possui duas funções:

- quando ligada, informa que o CP está em estado inoperante.
- quando piscando, informa que este CP (em estado ativo) está mantendo o outro CP desligado através da saída S0009.0.

Relé NF para Desligamento do Outro CP (RL_DSLG: S0009.0)

Este relé NF, ligado ao módulo AL-3201, comanda o desligamento do outro CP.

Operandos “M” Reservados nos CP1 e CP2

Antes de iniciar a descrição, deseja-se lembrar o que foi escrito no capítulo anterior:

- os operandos entre M0000 e M0099 são reservados para o AL-2007. Estes operandos geralmente são acessados pelo módulo P-2007PB.000, mas em certas circunstâncias outros módulos (P-3406S.002 e P-3406D.002) poderão ter acesso a alguns destes operandos.
- os operandos entre M0100 e M0199 são reservados para diagnósticos dos módulos dos elementos centrais. No manual, são descritos apenas aqueles relacionados com o AL-2007 e AL-3406, embora existam outros diagnósticos relacionados a outros módulos (UCP AL-2004, interface Ethernet, coprocessadores).
- os operandos entre M0200 e M0299 são reservados para gerenciamento do E/S remoto PROFIBUS. Estes operandos são acessados pelos módulos P-3406S.002 ou P-3406D.002.

Estado da Configuração do AL-2007 (LCCFGR: M0000)

Enquanto LCCFGR vale 0, significa que o AL-2007 está sendo configurado ou foi desconfigurado.

Nas demais situações, deve-se considerar as seguintes subdivisões deste operando:

- LCFGOKR – bit 15: a configuração terminou com sucesso (AL-2007 está configurado).
- LCFGFLR - bit 14: a configuração terminou sem sucesso (AL-2007 continua desconfigurado), e o código do erro se encontra nos bits entre 0 a 12.
- bits 0 a 12: código do primeiro erro de configuração detectado, definidos nas 2 tabelas seguintes.

Muitos dos erros listados nas 2 tabelas seguintes jamais ocorrem, pois o software de programação MasterTool os detecta em tempo de programação do usuário, antes mesmo que ocorra uma configuração do AL-2007. Somente alterações manuais pelo usuário, diretamente no módulo P-2007PB.000, poderiam causar tais erros. O usuário, em princípio, não deve alterar manualmente o módulo P-2007PB.000.

Outros erros, relacionados a problemas físicos, tem maior probabilidade de ocorrer.

A primeira tabela de códigos de erros de configuração descreve erros de configuração gerais.

Código	Descrição
1	Primeiro parâmetro da F-2007.019 (slot do AL-2007) não é R0000, R0008, R0016, R0024, R0032, R0040, R0048 ou R0056.
2	Primeiro parâmetro da F-2007.019 (slot do AL-2007) não corresponde a um AL-2007 no respectivo slot no módulo C000.
3	TM de configuração de timeouts (segundo parâmetro da F-2007.019) não está declarada no módulo C000, ou possui menos que 10 posições.
4	Alguma posição da TM de configuração de timeouts da UCP não pode ser endereçada pelo AL-2007 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
5	TM de redundância (terceiro parâmetro da F-2007.019) não está declarada no módulo C000, ou possui menos que 32 posições.
6	Alguma posição da TM de redundância da UCP não pode ser endereçada pelo AL-2007 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
7	RESERVADO
8	Algum operando da área M0000...M0049 da UCP não pode ser endereçado pelo AL-2007 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
9	RESERVADO
10	Posição 1 da TM de configuração de timeouts diferente de 2, ou a posição 2 desta TM diferente de 0.
11	Posição 1 da TM de configuração de timeouts diferente de 2.
12	Posição 2 da TM de configuração de timeouts diferente de 0.
13	TM de configuração de timeouts com menos de 10 posições, ou a posição 2 desta TM diferente de 0.
14	RESERVADO

6. Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema

15	Posição 4 da TM de configuração de timeouts (timeout de serviço para remotas ALNET II) fora do intervalo 1...255 ms
16	Posição 6 da TM de configuração de timeouts diferente de 0.
17	Posição 7 da TM de configuração de timeouts diferente de 0.
18	Posição 8 da TM de configuração de timeouts diferente de 0.
19	Posição 9 da TM de configuração de timeouts diferente de 0.
20	A posição 1 da TM de configuração de timeouts é diferente de 2, e o bit 0 da posição 1 da TM de Redundância está desligado.
21	O bit 1 da posição 1 da TM de Redundância está desligado e o bit 0 da posição 1 da TM de Redundância está ligado.
22	Posição 2 da TM de Redundância (nó ALNET II do AL-2007 CP1) fora do intervalo 1...31.
23	Posição 3 da TM de Redundância (nó ALNET II do AL-2007 CP2) fora do intervalo 1...31.
24	O endereço IP configurado para o interface Ethernet é inválido com troca dinâmica de IP habilitada (XXX.XXX.XXX.0 ou XXX.XXX.XXX.255).
25	No módulo C000, o nó ALNET II deste CP e o byte menos significativo do endereço IP tem paridades diferentes (um é par e outro é ímpar), e existe troca dinâmica de endereços IP.
26	O endereço de nó ALNET II deste CP possui valor 0, inválido quando o CP possui um AL-2007 com funções de redundância.
27	Posição 4 da TM de Redundância (sub-rede ALNET II do AL-2007 dos CP1 e CP2) diferente de 1.
28	Posição 5 da TM de Redundância (velocidade ALNET II dos CP1 e CP2) diferente de 1000.
29	Posição 6 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando A redundante) fora do intervalo 0...511.
30	Posição 7 da TM de Redundância (quantidade de operandos A redundantes) fora do intervalo 0...192.
31	O bloco de operandos A redundantes abrange operandos A fora do intervalo A0000...A0511.
32	Posição 8 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando M redundante) fora do intervalo 0...9983.
33	Posição 9 da TM de Redundância (quantidade de operandos M redundantes) fora do intervalo 0...1008.
34	O bloco de operandos M redundantes abrange operandos M não declarados no módulo C000.
35	O bloco de operandos M redundantes abrange operandos M não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
36	Posição 10 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando D redundante) fora do intervalo 0...9983.
37	Posição 11 da TM de Redundância (quantidade de operandos D redundantes) fora do intervalo 0...504.
38	O bloco de operandos D redundantes abrange operandos D não declarados no módulo C000.
39	O bloco de operandos D redundantes abrange operandos D não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
40	Posição 12 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando TM redundante) fora do intervalo 0...254.
41	Posição 13 da TM de Redundância (quantidade de posições de TM redundantes) fora do intervalo 0...1008.
42	O bloco de operandos TM redundantes abrange posições não declaradas no módulo C000.
43	O bloco de operandos TM redundantes abrange posições não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
44	Posição 14 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando TD redundante) fora do intervalo 0...254.
45	Posição 15 da TM de Redundância (quantidade de posições de TD redundantes) fora do intervalo 0...504.
46	O bloco de operandos TD redundantes abrange posições não declaradas no módulo C000.
47	O bloco de operandos TD redundantes abrange posições não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
48	Posição 16 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando F redundante) fora do intervalo 0...9983.
49	Posição 17 da TM de Redundância (quantidade de operandos F redundantes) fora do intervalo 0...504.
50	O bloco de operandos F redundantes abrange operandos F não declarados no módulo C000.
51	O bloco de operandos F redundantes abrange operandos F não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
52	Posição 18 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando TF redundante) fora do intervalo 0...254.
53	Posição 19 da TM de Redundância (quantidade de posições de TF redundantes) fora do intervalo 0...504.
54	O bloco de operandos TF redundantes abrange posições não declaradas no módulo C000.

6. Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema

55	O bloco de operandos TF redundantes abrange posições não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
56	Posição 16 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando I redundante) fora do intervalo 0...9983.
57	Posição 17 da TM de Redundância (quantidade de operandos I redundantes) fora do intervalo 0...504.
58	O bloco de operandos I redundantes abrange operandos I não declarados no módulo C000.
59	O bloco de operandos I redundantes abrange operandos I não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
60	Posição 18 da TM de Redundância (endereço do primeiro operando TI redundante) fora do intervalo 0...254.
61	Posição 19 da TM de Redundância (quantidade de posições de TI redundantes) fora do intervalo 0...504.
62	O bloco de operandos TI redundantes abrange posições não declaradas no módulo C000.
63	O bloco de operandos TI redundantes abrange posições não endereçáveis pelo AL-2007 no AL-2004 (fora da área dos primeiros 16 kbytes de operandos).
64 a 71	RESERVADOS
72	O total de bytes na área de redundância ultrapassa 2016. Este total de bytes é calculado pela seguinte equação, considerando posições específicas da TM de redundância: total de bytes = 2 * (posição_9 + posição_13) + 4 * (posição_11 + posição_15) + 4 * (posição_17 + posição_19) + 4 * (posição_21 + posição_23)
73	A posição 30 da TM de redundância especifica um número de blocos multiplexados menor que 0, ou maior que 50.
74	A TM de redundância possui um número insuficiente de posições, considerando o número de blocos redundantes multiplexados informados na posição 30.
75	As posições 28 e 29 da TM de redundância (área multiplexada de redundância) especificam operandos M não contidos dentro da área de redundância de operandos M, ou especificam valores ilegais de endereço e tamanho.
76	A posição 29 da TM de redundância (quantidade de operandos M redundantes que devem ser utilizados na área de multiplexação de redundância) não prevê espaço (1 operando) para armazenar o número do bloco que está sendo multiplexado.
77 a 89	RESERVADOS
90	O AL-2007 não fechou a janela de tempo de configuração que lhe foi concedida dentro de um tempo máximo definido pelo sistema.
91	No retorno da janela de tempo de configuração, o AL-2007 manteve o bit 15 de LCCFGR desligado, não confirmando que aceitou a configuração..
92	O AL-2007, no estado inicial, não completou o teste do seu E/S remoto dentro de um tempo máximo definido pelo sistema.
93	O AL-2007, no estado inicial, não informou o estado do outro CP (mesmo que desconhecido) dentro de um tempo máximo definido pelo sistema.
94	No retorno de uma janela de tempo normal (não de configuração), o AL-2007 não fechou a janela de tempo que lhe foi concedida dentro de um tempo máximo definido pelo sistema.
95	O AL-2007 já estava configurado e foi desconfigurado, pois F-2007.019 não acionou a saída FIM dentro de um tempo máximo definido pelo sistema.
96	O AL-2007 já estava configurado e foi desconfigurado, pois F-2007.019 acionou a saída ERRO.
97	O AL-2007 já estava configurado e foi desconfigurado, ou então não foi configurado, pois F-2007.019 detectou erro no barramento.

Tabela 6-1. Códigos de erros gerais de configuração

A segunda tabela de códigos de erros de configuração descreve erros relacionados com a configuração de blocos multiplexados de redundância. O código tem o formato “nnbb”, onde “nn” é o código do erro propriamente dito, e “bb” é o número do bloco multiplexado, que pode variar de 00 a 49. Por exemplo, o erro 1207 está associado com o bloco multiplexado 07, e pode ser encontrado com o código “12bb” na tabela seguinte.

Código	Descrição
10bb	O tipo de operando do bloco multiplexado “bb” é ilegal.
11bb	O endereço do bloco multiplexado “bb” é ilegal.
12bb	A posição inicial do bloco multiplexado “bb”, caso o tipo seja tabela (TM, TD ou TF), é ilegal.
13bb	O tamanho do bloco multiplexado “bb” é ilegal (menor que 1, ou maior que o tamanho máximo da área de multiplexação).
14bb	O bloco multiplexado “bb” não está inteiramente declarado em C000.

Tabela 6-2. Códigos de erros de configuração para blocos multiplexados de redundância

Revisão de Software do Módulo F-2007.019 (SWF2007: M0001)

Este operando informa a revisão de software do módulo F-2007.019, em base hexadecimal. Por exemplo, se o operando SWF2007 vale 110 em hexadecimal (176 em decimal), então trata-se da revisão 1.10 de software.

Revisão de Software do AL-2007 (SWE2007: M0002)

Este operando informa a revisão de software do executivo do AL-2007, em base hexadecimal. Por exemplo, se o operando SWE2007 vale 110 em hexadecimal (176 em decimal), então trata-se da revisão 1.10 de software.

Zeramento de Estatísticas ALNET II do AL-2007 (RSTNET2: M0003)

RSTNET2 permite executar o zeramento de estatísticas ALNET I:

- 4000: zera as estatísticas da rede ALNET II

Este operando é zerado automaticamente pela UCP após a execução do comando correspondente.

Contador de Janelas do AL-2007 (CN2007R: M0007)

Trata-se de um operando que faz pouco sentido para o usuário. É utilizado como controle complementar entre a UCP e o AL-2007 para detectar erros de comunicação entre estes módulos via barramento.

Ao detectar um erro de barramento:

- o erro 100 é sinalizado no operando LCNET2.
- o bit 15 de LCCFGR (LCFGOKR) é desligado, indicando que o sistema está desconfigurado.

Comando para o outro CP (CMDSAI: M0008)

Este operando permite que este CP envie comandos para o outro CP. Os 16 bits tem o seguinte significado:

- CSRES - bit 0: passar outro CP para reserva
- CSINOP - bit 1: passar outro CP para inoperante
- bits 2 a 15: livres para comandos do usuário

Isto pode ser necessário caso o usuário deseje switchover automático em algumas condições, por exemplo:

- A estação de supervisão detectou perda de comunicação Ethernet com o CP ativo. Então, ela liga o CSRES do CP reserva. O CP ativo lerá este operando via ALNET II (CMDENT), e passará para reserva.
- A estação de supervisão detectou perda de comunicação Ethernet com o CP reserva. Então, ele liga CSINOP do CP ativo. O CP ativo irá transmitir este comando para o CP reserva via ALNET II, e o CP reserva passará para inoperante.

Deve ser observado que a utilização de CMDSAI é opcional, por decisão do usuário. Tanto a ativação como a desativação dos bits de CMDSAI devem ser inseridas na aplicação do usuário.

Estado da Redundância deste CP (LCEST: M0009)

- subdivisões (no máximo um dos seguintes bits pode estar ligado):
 - LCESTA - bit 0 = ativo
 - LCESTR - bit 1 = reserva
 - LCESTI - bit 2 = inoperante
 - LCESTN - bit 3 = inicial
 - bits 4 a F = devem estar zerados

O operando LCEST indica o estado de redundância deste CP, depois do final de um processo de configuração sem erros (bit 15 de LCCFGR, ou LCFGOKR, ativado).

O valor de LCEST permanece zerado enquanto o bit LCFGOKR está desligado (AL-2007 desconfigurado).

Confirmação de Janelas do AL-2007 (CF2007R: M0010)

Deve ser consultada a descrição já apresentada para CN2007R. Da mesma maneira que CN2007R, tem pouca importância para o usuário.

Comando Vindo do outro CP num AL-2007 com Função de Redundância (CMDENT: M0011)

Este operando recebe o valor de CMDSAI vindo do outro CP. Este CP executa este comando quando percebe uma borda de subida nos seguintes bits:

- CERES - bit 0: passar para reserva
- CEINOP - bit 1: passar para inoperante
- bits 2 a 15: livres para comandos do usuário

Havendo falha de comunicação na ALNET II (LCNET2 diferente de 0), CMDENT é automaticamente zerado.

Estes comandos tem função similar àqueles recebidos via botões pelo Painel de Comando da Redundância, descritos anteriormente. No entanto, diferente dos botões do Painel de Comando de Redundância, apenas se detecta a borda de subida dos bits 0 e 1 de CMDENT, sendo desnecessário que durem 0.5 segundos.

Estado da Redundância do outro CP (RMEST: M0012)

- subdivisões (no máximo um dos seguintes bits pode estar ligado):
 - RMESTA - bit 0 = ativo
 - RMESTR - bit 1 = reserva
 - RMESTI - bit 2 = inoperante
 - RMESTN - bit 3 = inicial
 - bits 4 a F = devem estar zerados

Este operando é lido tanto via REDUND como via ALNET II. Caso haja sucesso nas duas leituras, será utilizado o valor lido via REDUND. Caso nenhuma das duas leituras tiver sucesso, o valor RMEST é zerado.

Contador de Transferências da Área de Redundância (CICAR: M0013)

Este operando se divide em 2 campos:

- bits 0 a 14: indica o número de ciclos de sincronização entre os CPs ativo e não ativo, independente de haver ou não sucesso na sincronização (incrementa entre 0 e 16383 voltando depois para 0)
- CICAR15 - bit 15: é invertido toda vez que há sucesso na sincronização

Quando o AL-2007 do CP ativo encerra uma transferência da área de operandos redundantes, executada a cada ciclo de varredura da aplicação do usuário, ele incrementa o campo 0...14 de CICAR na sua UCP via barramento. O incremento é feito entre 0 e 16383, voltando depois para 0. Além disso, caso todos os blocos ALNET II (operandos redundantes, leitura e escrita de diagnósticos) tenham sido transferidos com sucesso entre o CP ativo e o CP não ativo, o bit CICAR15 é invertido.

Além disso, o AL-2007 do CP ativo escreve o valor de CICAR no AL-2007 do CP não ativo via ALNET II. E o AL-2007 do CP não ativo, por sua vez, repassa CICAR para a UCP do CP não ativo via barramento.

Desta forma, os valores de CICAR normalmente estão sincronizados, tanto no CP ativo como no CP não ativo. Além de ser um indicativo de velocidade e sucesso da transferência da área de redundância, este operando também serve como uma espécie de estampa de tempo para o log de eventos (ver descrição posterior da TM de log de eventos).

Em cada ciclo de aplicação do usuário, diversos blocos de comunicação ALNET II são necessários para completar a transferência dos operandos redundantes. O bit 15 do operando CICAR (CICAR15) só é invertido no AL-2007 do CP ativo se todos estes blocos de comunicação anteriores foram transferidos com sucesso neste ciclo de aplicação do usuário. O bloco que contém CICAR é transferido em último lugar, somente depois de saber que houve sucesso na transferência dos blocos anteriores. O CP não ativo, analisando a inversão de CICAR15, também fica sabendo que houve sucesso na sincronização.

Qualificador do Estado do outro CP (QMEST: M0014)

Este operando contém os seguintes bits para qualificação de RMEST:

- RMSTIN - bit 0: RMEST já foi determinado pelo menos uma vez desde a configuração, seja por uma leitura com sucesso via REDUND e/ou ALNET II, seja pelo esgotamento de um tempo máximo nestes dois canais (tempo máximo ajustado pelo sistema, no estado inicial). É essencial que RMSTIN esteja ligado antes de sair do estado inicial, que é atingido logo depois da configuração do AL-2007. O tempo máximo pode esgotar, por exemplo, se o outro CP estiver desligado.
- RMSTFL - bit 1: RMEST foi determinado via esgotamento do tempo máximo, já que não pode ser lido nem via REDUND, nem via ALNET II. Neste caso, RMEST é forçado para 0. O tempo máximo é ajustado pelo sistema, sendo diferente (maior) no estado inicial, e bem menor nos demais estados (ativo, reserva ou inoperante).

Estado da Comunicação de Redundância na ALNET II (LCNET2: M0015)

O operando LCNET2 informa o estado da comunicação com o outro CP via rede ALNET II, para execução das funções de redundância (transferência dos operandos redundantes, e dos estados e diagnósticos).

Em cada ciclo de aplicação do usuário, diversos blocos de comunicação ALNET II são necessários para completar a transferência dos operandos redundantes, e dos estados e diagnósticos. O operando LCNET2 só informa sucesso (LCNET2 = 0) se todos os blocos de comunicação foram transferidos com sucesso neste ciclo de aplicação do usuário. Existe um sistema robusto de confirmação positiva do sucesso desta transferência, pois o contrário pode significar, por exemplo, que os CPs não estão corretamente sincronizados. Antes de informar erro em LCNET2, o AL-2007 ativo faz uma retentativa em todos os blocos de comunicação que não tiveram sucesso.

LCNET2 indica tanto problemas de comunicação local via barramento (entre UCP e AL-2007), como também erros de comunicação via rede ALNET II (entre o AL-2007 local e o AL-2007 remoto).

A codificação dos erros em LCNET2 é mostrada a seguir:

- ok: 0
- falha de comunicação via barramento entre UCP e AL-2007: 100
- falha de comunicação deste AL-2007 com o outro AL-2007 via ALNET II:
 - no AL-2007 ativo mostra-se o código da causa do erro (timeout de pacote, esgotamento de retentativas de transmissão de baixo nível, timeout de serviço, etc). Indica-se a causa da última falha observada, considerando que a comunicação ALNET II em cada ciclo de tarefas é composta de vários blocos:
 - 1: Operando não definido
 - 2: ECR ou LTR de si mesmo
 - 5: Timeout de pacote
 - 6: Erro na estrutura de time-out
 - 7: CP sem buffer de TX
 - 8: Timeout de serviço
 - 9: Esgotadas retentativas (erros de transmissão detectados em baixo nível, por hardware)
 - no AL-2007 não ativo:
 - 10: neste caso, o erro é detectado pelo congelamento do bit 15 de CICAR (CICAR15) por tempo superior a um máximo determinado pelo sistema.

Transmissões ALNET II sem Erro (TXOK2R: M0031)

Número de transmissões sem erro no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Transmissões ALNET II com Erro de Colisão (TXCOL2R: M0032)

Número de transmissões com erro de colisão no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Transmissões ALNET II com Erro de Underrun (TXUND2R: M0033)

Número de transmissões com erro de underrun no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Transmissões ALNET II com Erro de ACK de Hardware (TXACK2R: M0034)

Número de transmissões com erro de acknowledge de hardware no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Transmissões ALNET II Canceladas por Esgotamento de Retentativas (TXERT2R: M0035)

Número de transmissões com esgotamento de retentativas de baixo nível (por hardware) no canal ALNET II do AL-2007. Os erros que provocam retentativas de baixo nível são:

- colisão
- underrun
- ACK de hardware

O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II com Erro de Timeout de Pacote (RXTPC2R: M0036)

Número de recepções com erro de timeout de pacote no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Transmissões ALNET II sem Buffer de TX (TXBTX2R: M0037)

Número de transmissões sem buffer de TX disponível no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II sem Erro (RXOK2R: M0038)

Número de recepções sem erro no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II com Erro de Colisão (RXCOL2R: M0039)

Número de recepções com erro de colisão no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II com Erro de Overrun (RXOVR2R: M0040)

Número de recepções com erro de overrun no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II com Erro de CRC (RXCRC2R: M0041)

Número de recepções com erro de CRC no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II com Erro de Alinhamento (RXALN2R: M0042)

Número de recepções com erro de alinhamento no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II com Erro de Tamanho (RXTAM2R: M0043)

Número de recepções com erro de tamanho no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Transmissões ALNET II com Erro de Timeout de Serviço (TXTSV2R: M0044)

Número de transmissões com erro de timeout de serviço no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Recepções ALNET II com Falta de Buffers de RX (RXBRX2R: M0045)

Número de recepções com falta de buffers de RX no canal ALNET II do AL-2007. O valor circula entre 0 e 32767.

Diagnóstico do Canal REDUND (DGRDND: M0046)

Este operando contém os seguintes bits:

- FRXRDN - bit 0: indica falha na recepção de dados do outro CP, independente da natureza da falha de recepção (ou lógico de FRX1RD, FRX2RD e RDUPID).
- FTXRDN - bit 1: indica que o coprocessador 8032 do AL-2007 não está conseguindo transmitir (ausência de interrupção de fim de transmissão).
- FRX1RD - bit 2: indica que o coprocessador 8032 do AL-2007 não recebeu um frame válido via REDUND dentro de um tempo máximo (timeout, framing, paridade, checksum inválido, sintaxe inválida, ...).
- FRX2RD - bit 3: indica que o coprocessador 80152 não recebeu resposta válida do coprocessador 8032, ou simplesmente não recebeu nenhuma resposta do mesmo.
- RDUPID – bit 4: indica que o frame recebido pelo canal REDUND parece provir deste CP, e não do outro. Há duas causas prováveis:
 - um curto entre linhas de TX e RX no canal REDUND
 - o endereço ALNET II dos 2 CPs tem a mesma paridade (ambos pares, ou ambos ímpares), isto é, ambos tem o mesmo valor no operando IDCP, descrito adiante. Eventualmente, o mesmo módulo C000 foi transmitido para os 2 CPs.

Identificação deste CP (IDCP: M0047)

Este operando informa se este CP foi identificado como CP1 ou CP2, após a análise do módulo C000 (campo nó da rede ALNET II). A determinação de IDCP é feita durante a configuração do AL-2007.

Valores possíveis:

- 0: ainda não inicializado ou sem função de redundância
- 1: CP1
- 2: CP2

Identificação de Endereço do CP Ativo (IDEND: M0048)

Este operando informa o endereço ALNET II e endereço de IP a assumir quando este CP assumir o estado ativo caso estejam habilitadas, respectivamente, as trocas dinâmicas de endereços ALNET II e IP. A determinação de IDEND é feita durante a configuração do AL-2007.

Valores possíveis:

- bit 0 ao 7: byte menos significativo do endereço IP do CP em estado ativo
- bit 8 ao 13: endereço ALNET II do CP em estado ativo
- bit 14: reservado (sempre 0)
- bit 15: utilizado internamente pelo AL-2007

Diagnósticos do E/S Remoto PROFIBUS (ERTIO: M0053.A)

Este bit é ligado pelos módulos que controlam o E/S remoto PROFIBUS (P-3406D.002 ou P-3406S.002) para indicar para P-2007PB.000 que existe falha geral neste sistema de E/S.

Reset do Log de Eventos (RSTLOG: M0074)

Este operando permite zerar o log de eventos, descrito posteriormente. Normalmente isto é feito através de um comando vindo de uma estação de supervisão.

O valor 1 deve ser forçado em RSTLOG para zerar o log de eventos.

Comandos Gerais vindos da Estação de Supervisão (M0098)

Este operando contém diversos bits acionados pela estação de supervisão para execução de comandos especiais:

- RST2007 (M0098.1): solicita que sejam resetadas as estatísticas da rede ALNET II do AL-2007 (provoca forçamento do valor 4000 no operando RSTNET2).
- LCCPRES (M0098.2): solicita passar o CP local para reserva
- LCCPINO (M0098.3): solicita passar o CP local para inoperante
- RMCPRES: solicita passar o CP remoto para reserva, acionando o operando CSRES
- RMCPINO: solicita passar o CP remoto para inoperante, acionando o operando CSINOP
- RMCPRLG: solicita religar o CP remoto, desacionando a saída RL_DSLG

Outros Operandos M Reservados (M0000...M0099)

Conforme pode-se perceber, nem todos os operandos na faixa de M0000 a M0099 foram descritos anteriormente.

Tratam-se de operandos M utilizados como auxiliares internos no módulo P-2007RD.000, e em certos casos, em P-3406S.002 e P-3406D.002. Eles não serão descritos neste manual devido à sua pouca importância para o usuário.

Alarmes do AL-2007 para a Estação de Supervisão (ALMN207: M0101)

Este operando contém diversos bits de alarme para a estação de supervisão:

- AST27LC (M0101.0): AL-2007 local nem ativo nem reserva
- AST27RM (M0101.1): AL-2007 remoto nem ativo nem reserva
- ANET227 (M0101.2): AL-2007 local com falha na ALNET II
- ANCFG27 (M0101.3): AL-2007 local não configurado
- ATXN227 (M0101.4): Excesso de erros de transmissão na rede ALNET II
- ARXN227 (M0101.5): Excesso de erros de recepção na rede ALNET II
- ARXRD27 (M0101.6): Falha recepção no canal REDUND
- ATXRD27 (M0101.7): Falha transmissão no canal REDUND
- ADPID27 (M0101.8): Duplicação de IDCP percebida via canal REDUND do AL-2007

Alarmes do AL-3406 da Rede PROFIBUS A para a Estação de Supervisão (ALMN36A: M0104)

Este operando contém diversos bits de alarme para a estação de supervisão:

- AS3406A (M0104.0): Erro grave do AL-3406A que pode causar switchover se falhar
- AG3406A (M0104.1): Algum erro global do AL-3406A do CP ativo
- AN3406A (M0104.2): Estado não esperado no AL-3406A do CP ativo

ATENÇÃO:

Quando não existe redundância de rede PROFIBUS, a rede PROFIBUS simples é chamada de rede A, e a rede B não existe.

Alarmes do AL-3406 da Rede PROFIBUS B para a Estação de Supervisão (ALMN36B: M0105)

Este operando contém diversos bits de alarme para a estação de supervisão:

- AS3406B (M0105.0): Erro grave do AL-3406B que pode causar switchover se falhar
- AG3406B (M0105.1): Algum erro global do AL-3406B do CP ativo
- AN3406B (M0105.2): Estado não esperado no AL-3406B do CP ativo

ATENÇÃO:

Quando não existe redundância de rede PROFIBUS, a rede PROFIBUS simples é chamada de rede A, e a rede B não existe.

Outros Operandos M Reservados (M0100...M0199)

Alguns destes operandos M são utilizados como auxiliares internos nos módulos P-2007RD.000, P-3406D.002 e P-3406S.002. Eles não são descritos neste manual devido à sua não utilização pelo usuário.

Outros podem ser utilizados para diagnósticos de outros módulos instalados no elemento central, como fonte, UCP e coprocessadores. Tais diagnósticos não são discutidos neste manual, e podem ser obtidos nos manuais dos respectivos módulos, ou mesmo de aplicações especiais para coprocessadores (exemplo: drivers de comunicação).

Operandos M Reservados para Gerenciamento de E/S PROFIBUS (M0200...M0299)

Tratam-se de operandos M utilizados nos módulos P-3406S.002 e P-3406D.002.

A maior parte deles não serão descritos neste manual devido à sua não utilização pelo usuário.

Outra parte deles, embora importantes para o usuário, são descritos no Manual de Utilização do AL-3406.

Operandos M Reservados para Diagnósticos de E/S PROFIBUS (M0300...M0599)

Tratam-se de operandos M utilizados em módulos dedicados aos diagnósticos de remotas PROFIBUS. São descritos no Manual de Utilização do AL-3406 e outros manuais da Série Ponto.

Operandos “TM” Reservados nos CP1 e CP2

Tabela de Configuração de Timeouts (TABTMO: TM0001)

Esta tabela é utilizada para configurar alguns timeouts relacionados com o AL-2007.

ATENÇÃO:

O usuário não precisa se preocupar em preencher esta tabela, pois esta tarefa é realizada automaticamente pelo software de programação MasterTool.

Este TM deve ser dimensionada com, no mínimo, 10 posições.

CUIDADO:

Os valores desta tabela são consistidos apenas na configuração do sistema. Durante a execução a função assume incondicionalmente que os parâmetros são válidos, ou seja, alterações on-line da tabela para valores inválidos podem provocar erros graves no sistema. O mesmo vale para a carga de módulos de configuração (C000) com o sistema on-line.

Na seqüência, são descritas cada uma das posições desta tabela.

- posição 0: deve valer 0 (zero)
- posição 1: deve valer 2 (dois)
- posição 2: deve valer 0 (zero)
- posição 3: esta posição contém um timeout utilizado internamente pelo AL-2007, calculado automaticamente pelo MasterTool durante a configuração.
- posição 4: timeout de serviço ALNET II. Deve-se configurar o valor fixo de 30 ms.
- posição 5: esta posição contém um timeout utilizado internamente pelo AL-2007, calculado automaticamente pelo software de programação MasterTool durante a configuração.
- posições 6 a 9: devem valer 0 (zero).

Tabela de Configuração de Redundância (TABRDR: TM0002)

Esta tabela é utilizada para configurar a redundância no AL-2007.

ATENÇÃO:

O usuário não precisa se preocupar em preencher esta tabela, pois esta tarefa é realizada automaticamente pelo software de programação MasterTool.

Este TM deve ser dimensionada com, no mínimo, 32 posições. Além disso, 4 posições adicionais são requeridas para cada bloco de multiplexação de redundância. Como podem existir, no máximo, 50 blocos de multiplexação de redundância, esta TM jamais precisará ter mais de 232 posições (32 + 50 * 4). Aconselha-se que a tabela seja sempre declarada com 232 posições.

CUIDADO:

Os valores desta tabela são consistidos apenas na configuração do sistema. Durante a execução a função assume incondicionalmente que os parâmetros são válidos, ou seja, alterações on-line da tabela para valores inválidos podem provocar erros graves no sistema. O mesmo vale para a carga de módulos de configuração (C000) com o sistema on-line.

Na seqüência, são descritas cada uma das posições desta tabela.

- posição 0: deve valer 0 (zero)
- posição 1: função de redundância e outros indicadores funcionais:
 - bit 0: deve sempre valer 1
 - bit 1: deve sempre valer 1
 - bit 2: deve sempre valer 0
 - bit 3: habilita troca automática de endereço ALNET II da UCP quando entra ou sai do estado ativo. A UCP do CP ativo recebe o endereço ALNET II programado no módulo C000 do CP1, enquanto que a UCP do CP não ativo recebe o endereço ALNET II programado no módulo C000 do CP2.
 - bit 4: habilita troca automática de endereço IP Ethernet da UCP quando entra ou sai do estado ativo. A UCP do CP ativo recebe o endereço IP Ethernet programado no módulo C000 do CP1, enquanto que a UCP do CP não ativo recebe o endereço IP Ethernet programado no módulo C000 do CP2.
 - bits 5 a 15: devem estar zerados.
- posição 2: endereço de nó ALNET II do AL-2007 do CP1, que deve valer 1.
- posição 3: endereço de nó ALNET II do AL-2007 do CP2, que deve valer 2.
- posição 4: endereço de sub-rede ALNET II dos AL-2007 dos CP1 e CP2, que deve valer 1.
- posição 5: velocidade de comunicação (baudrate) ALNET II dos AL-2007 dos CP1 e CP2 em kbps, que deve valer 1000.
- posição 6: endereço do primeiro operando A redundante, podendo variar de 0 a 511.
- posição 7: número de operandos A redundantes, podendo variar de 0 a 192.
- posição 8: endereço do primeiro operando M redundante, podendo variar de 0 a 9983.
- posição 9: número de operandos M redundantes, podendo variar de 0 a 1008.
- posição 10: endereço do primeiro operando D redundante, podendo variar de 0 a 9983.
- posição 11: número de operandos D redundantes, podendo variar de 0 a 504.

6. Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema

- posição 12: endereço do primeiro operando TM redundante, podendo variar de 0 a 254.
- posição 13: número de posições de TM redundantes, podendo variar de 0 a 1008.
- posição 14: endereço do primeiro operando TD redundante, podendo variar de 0 a 254.
- posição 15: número de posições de TD redundantes, podendo variar de 0 a 504.
- posição 16: endereço do primeiro operando F redundante, podendo variar de 0 a 9983.
- posição 17: número de operandos F redundantes, podendo variar de 0 a 504.
- posição 18: endereço do primeiro operando TF redundante, podendo variar de 0 a 254.
- posição 19: número de posições de TF redundantes, podendo variar de 0 a 504.
- posição 20: endereço do primeiro operando I redundante, podendo variar de 0 a 9983.
- posição 21: número de operandos I redundantes, podendo variar de 0 a 504.
- posição 22: endereço do primeiro operando TI redundante, podendo variar de 0 a 254.
- posição 23: número de posições de TI redundantes, podendo variar de 0 a 504.
- posições 24 a 27: reservadas para novos tipos de operandos que venham a ser criados, que devem ser preenchidas com zeros.
- posição 28 (Mi): informa o endereço do primeiro operando M da área de multiplexação de redundância. Esta área de multiplexação é útil quando é necessário extrapolar o limite de 2016 bytes para operandos redundantes, e também para utilizar operandos redundantes em endereços inacessíveis ao AL-2007 (o acesso aos operandos redundantes multiplexados será feito pela UCP, e não pelo AL-2007, de forma que esta restrição não existe). Na área de multiplexação, tipicamente pode-se colocar operandos redundantes que variam com menor frequência, tais como parâmetros de laços PID, níveis de atuação de alarmes, etc.
- posição 29 (Nm): informa a quantidade de operandos M redundantes que devem ser utilizados na área de multiplexação de redundância. O bloco de operandos M para a área de multiplexação é $M_i \dots M_i + N_m - 1$, e deve estar contido dentro do bloco de operandos M redundante (definido pelas posições 8 e 9 desta TM). O primeiro operando (M_i) serve como número do bloco multiplexado (podendo variar de 0 a 49, pois no máximo haverá 50 blocos multiplexados). Os demais $N_m - 1$ operandos ($M_i + 1 \dots M_i + N_m - 1$) serão utilizados para transportar os dados multiplexados, em cada ciclo de multiplexação.
- posição 30 (Nb): número de blocos de operandos multiplexados, podendo variar entre 0 e 50.
- posição 31: não utilizada.

NOTA:

O número de bytes da área de redundância deve ser, no máximo, 2016 (excluindo operandos A), isto é, a seguinte equação deve ser menor ou igual a 2016:

$$2 * TABRDR[09] + 4 * TABRDR[11] + 2 * TABRDR[13] + 4 * TABRDR[15] + 4 * TABRDR[17] + 4 * TABRDR[19] + 4 * TABRDR[21] + 4 * TABRDR[23]$$

Além disso, pode-se ter no máximo 192 operandos A redundantes, que devem estar na faixa de A0000 até A0511.

NOTA:

É necessário que os operandos redundantes dos tipos M, I, D, F, TM, TI, TD, TF sejam acessíveis ao AL-2007 (exceto para blocos multiplexados, onde esta restrição não existe). Este assunto foi descrito no capítulo *Princípios de Funcionamento*. Se o acesso não for possível, um erro de configuração é sinalizado.

NOTA:

No caso de tabelas na área de redundância (tipos TM, TD ou TF), especifica-se o endereço da primeira tabela e o número de posições. O bloco de redundância começa na posição 0 da tabela cujo endereço foi especificado, e poderá englobar diversas tabelas consecutivas, caso o número de posições seja maior do que o tamanho da primeira tabela cujo endereço foi especificado.

Tomando-se o seguinte exemplo:

a) definiu-se um bloco de redundância a partir de TM0010 com 50 posições de redundância (posição 12 de TABRDR = 10, posição 13 de TABRDR = 50).

b) no módulo C000 das UCPs dos CP1 e CP2 estão definidas:

- TM0010 com 20 posições
- TM0011 com 0 posições (vazia)
- TM0012 com 20 posições
- TM0013 com 30 posições

c) neste caso, o bloco de redundância inicia na posição 0 da TM0010 e termina na posição 9 de TM0013. São transmitidas, integralmente, as TM0010 e TM0012. Além disso, são transmitidas as 10 primeiras posições da TM0013, totalizando assim as 50 posições definidas na posição 13 da tabela de configuração de redundância (TM0002).

As 32 posições anteriores (0 a 31) da TABRDR devem ser sempre preenchidas.

A seguir, devem ser preenchidos “Nb” grupos de 4 posições, onde “Nb” é o número de blocos multiplexados (definido na posição 30 anterior). Considerando “b” como o índice de um bloco de multiplexação genérico ($b = 0, 1, \dots, Nb-1$), as seguintes posições da tabela são alocadas para configurar o bloco de multiplexação “b”:

- TABRDR[32 + b * 4]: tipo de operando do bloco multiplexado “b”, que pode valer:
 - 0 = M (cada operando M necessita de 2 bytes para armazenamento)
 - 2 = D (cada operando D necessita de 4 bytes para armazenamento)
 - 4 = F (cada operando F necessita de 4 bytes para armazenamento)
 - 1 = I (cada operando I necessita de 4 bytes para armazenamento)
 - 9 = A (cada operando A necessita de 1 byte para armazenamento)
 - 32 = TM (cada posição de TM necessita de 2 bytes para armazenamento)
 - 34 = TD (cada posição de TD necessita de 2 bytes para armazenamento)
 - 36 = TF (cada posição de TF necessita de 4 bytes para armazenamento)
 - 33 = TI (cada posição de TI necessita de 4 bytes para armazenamento)
- TABRDR[33 + b * 4]: endereço inicial do operando do bloco multiplexado “b”.
- TABRDR[34 + b * 4]: posição inicial de tabela do bloco multiplexado “b”, caso seja do tipo TM, TI, TD ou TF. Se não for tabela, este valor deve ser 0 (zero).

- TABRDR[35 + b * 4]: número de operandos ou posições de tabela do bloco multiplexado “b”. O tamanho resultante do bloco, em bytes, deve ser inferior ou igual a $(Nm - 1) * 2$, que é o tamanho em bytes do bloco de dados alocado para multiplexação. No caso de operandos A, o número de operandos deve ser par, do contrário um erro de configuração será sinalizado.

Cabem algumas observações gerais sobre a área multiplexada:

- Pode-se ter no máximo 50 blocos multiplexados ($b = 0 \dots 49$), e portanto a TM de redundância terá no máximo 232 posições. Em cada ciclo de tarefas (incremento do operando CICAR), o CP ativo transmite um bloco multiplexado para o CP reserva, e o CP reserva o demultiplexa.
- Depois de transmitir o último bloco multiplexado, o CP ativo reinicia a transmissão pelo primeiro bloco multiplexado ($b = 0$).
- No caso de tabelas (TM, TI, TD ou TF), um único bloco multiplexado pode compreender diversas tabelas consecutivas. Por exemplo:
 - supondo-se que o bloco multiplexado “b” inicie na posição 5 da TD0010, e que tenha 50 posições de tabela. Este bloco é configurado da seguinte maneira na TM0002:
 - TABRDR[32 + b * 4] = 34 (tipo TD)
 - TABRDR[33 + b * 4] = 10 (endereço da TD)
 - TABRDR[34 + b * 4] = 5 (posição inicial da TD)
 - TABRDR[35 + b * 4] = 50 (número de posições de TD do bloco multiplexado)
 - deve ser observado que, para transmitir um bloco com 50 posições de TD (200 bytes), é necessário que a área de multiplexação tenha no mínimo 101 operandos M (ver posição 21 da TM0002). Destes 101 operandos M o primeiro servirá para o índice do bloco, e os próximos 100 (200 bytes) podem transportar os blocos multiplexados de redundância.
 - supondo-se que no módulo C000 das UCPs do CP1 e CP2 estejam definidas:
 - TD0010 com 20 posições
 - TD0011 com 0 posições (vazia)
 - TD0012 com 20 posições
 - TD0013 com 30 posições
 - neste caso, o bloco multiplexado é composto das seguintes tabelas sucessivas:
 - posições 5 a 19 da TD0010 (últimas 15 posições da tabela)
 - posições 0 a 19 da TD0012 (toda tabela de 20 posições)
 - posições 0 a 14 da TD0013 (primeiras 15 posições da tabela)

Tabela de Log de Eventos (TABLOG: TM0003)

Esta TM possui 109 posições, e capacidade para armazenar 36 eventos. Esta tabela é útil, particularmente, para análise posterior de falhas, embora também possa ser utilizada para manutenção preventiva (por exemplo, para observar uma degradação do sistema).

A TM de log é uma fila circular que armazena os últimos 36 eventos. Além disso, é retentiva, isto é, mantém os eventos mesmo no caso de desenergização do CP.

Cada CP (CP1 e CP2) possui sua tabela de log.

6. Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema

Cada evento ocupa 3 posições consecutivas nesta TM:

- primeira: código do evento (exemplo: mudança do estado de redundância do outro CP).
- segunda: valor associado ao tipo de evento (exemplo: novo estado de redundância assumido pelo outro CP). Em alguns casos, este valor é desnecessário e fica zerado (exemplo: quando o código de evento for “acionamento do botão de RESERVA do Painel de Comando de Redundância”).
- terceira: estampa de tempo do evento, que para isso utiliza o operando CICAR (descrito anteriormente). Não se trata exatamente de uma informação de horário, mas sim de seqüência. Como CICAR normalmente está sincronizado nos dois CPs, e possível comparar as tabelas de log dos dois CPs e procurar por eventos que aconteceram em instantes próximos. Ao fazer isto, deve-se lembrar que apenas os bits 0 a 14 de CICAR dão a informação de seqüência, devendo-se filtrar o bit 15 (CICAR15), que tem outra utilidade.

Os softwares EVCAPT e EVLOG, que podem ser executados num computador com sistema operacional Windows NT, 2000 ou XP, são as ferramentas indicadas para o gerenciamento deste log.

O EVCAPT deve estar executando permanentemente, para que a tabela de eventos TABLOG seja gravada em arquivos do computador. O EVLOG deve ser executado para visualizar os logs armazenados nestes arquivos de maneira amigável.

Nas posições de 0 a 107 da TABLOG, armazenam-se os 36 eventos, numa estrutura do tipo fila circular.

A última posição (108) é um apontador que indica a posição da TM (0, 3, 6, ..., 102, 105, 0, 3, ...) onde será inserido o próximo evento.

Os códigos de eventos, e valores associados a cada um, são detalhados nas quatro tabelas seguintes:

- primeira tabela - códigos 1 a 100: eventos gerados no módulo P-2007PB.000
- segunda tabela - códigos 201 a 300: eventos gerados no módulo P-3406D.002 (dois AL-3406 para E/S PROFIBUS redundante)
- terceira tabela - códigos 301 a 300: eventos gerados no módulo P-3406S.003 (um AL-3406 para E/S PROFIBUS não redundante)
- quarta tabela – códigos 990 a 993: pseudo-eventos gerados pelo programa EVCAPT.EXE.

Código	Valor Associado	Descrição do Evento
1	0	Desconfigurado pois o AL-2007 extrapolou o tempo máximo sem completar um ciclo de atividades (sem acionar saída FIM da F-2007.019).
2	0	O botão RESERVA do Painel de Comando da Redundância foi acionado no estado inoperante, disparando uma nova configuração.
3	0	Final de configuração com erro.
4	0	Final de configuração com sucesso, foi para estado inicial.
5	0	Desconfigurado pois saída ERRO do módulo F-2007.019 foi acionada.
7	0	Desconfigurado pois determinação do estado do outro CP não terminou dentro do tempo máximo, no estado inicial.
8	0	Foi para estado inoperante a partir do estado inicial, pois foi detectada falha em todo sistema de E/S remoto.
9	0	Foi para estado ativo a partir do estado inicial.
10	0	Foi para estado reserva a partir do estado inicial.
11	0	RESERVADO
12	0	Foi para estado inoperante a partir do estado inicial, pois houve congelamento do bit 15 de CICAR por um tempo máximo estabelecido pelo sistema.
13	0	Foi para estado desconfigurado devido a problemas no barramento entre UCP e AL-2007.
14	0	Foi de ativo para reserva, devido ao botão RESERVA do Painel de Comando da Redundância ou comando externo CMDENT.
15	0	Foi de ativo para reserva, devido a conflito (os 2 CPs estavam ativos).

6. Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema

16	0	Foi de reserva para ativo.
17	0	Desligou o outro CP ao assumir como ativo.
18	0	Foi de reserva para inoperante, devido ao botão INOPERANTE do Painel de Comando da Redundância ou comando externo CMDENT.
19	0	Foi de ativo ou reserva para inoperante, devido a problemas em todo o sistema de E/S remoto.
20	0	Foi de ativo ou reserva para inoperante, devido a problemas na interface ALNET II.
21	LCCFG	Mudança no valor de LCCFG.
22	LCEST	Mudança no valor de LCEST.
23	RMEST	Mudança no valor de RMEST.
24	QRMEST	Mudança no valor de QRMEST.
25	LCNET2	Mudança no valor de LCNET2.
35	DGRDND	Mudança no valor de DGRDND.
36	ERTIO	Mudança no valor de ERTIO.
37	CMDSAI	Mudança no valor CMDSAI.
38	CMDENT	Mudança no valor CMDENT.
39	0	Botão de religamento da outra CPU foi acionado, e religamento executado.
42	0	Este CP, em modo ativo, foi para modo inoperante pois o tempo de ciclo excedeu um timeout que indica falha grave.
43	0	Power-on ou passagem de programação para execução.

Tabela 6-3. Eventos gerados pelo módulo P-2007PB.000

Código	Valor Associado	Descrição do Evento
201	0	O primeiro AL-3406 permaneceu ocupado por um tempo superior ao máximo admissível, e não indicou outro tipo de falha.
202	ER3406A	Mudança do valor da memória de erros (ER3406A) do primeiro AL-3406. O bit 0 (ocupado) é filtrado, isto é, excluído desta verificação.
203	0	O segundo AL-3406 permaneceu ocupado por um tempo superior ao máximo admissível, e não indicou outro tipo de falha.
204	ER3406B	Mudança do valor da memória de erros (ER3406B) do segundo AL-3406. O bit 0 (ocupado) é filtrado, isto é, excluído desta verificação.

Tabela 6-4. Eventos gerados pelo módulo P-3406D.002

Código	Valor Associado	Descrição do Evento
201	0	O primeiro AL-3406 permaneceu ocupado por um tempo superior ao máximo admissível, e não indicou outro tipo de falha.
202	ER3406A	Mudança do valor da memória de erros (ER3406A) do primeiro AL-3406. O bit 0 (ocupado) é filtrado, isto é, excluído desta verificação.

Tabela 6-5. Eventos gerados pelo módulo P-3406S.002

Código	Valor Associado	Descrição do Evento
990	0	Programa EVCAPT foi iniciado.
991	0	Retorno de Comunicação com o CP para leitura do log.
992	0	Perda de Comunicação com o CP para leitura do log.
993	0	Reset da TM de Log comandado.

Tabela 6-6. Pseudo-eventos gerados pelo programa EVCAPT.EXE

Tabela de Eventos em Remota PROFIBUS (TEVPROF: TM0006)

Esta TM possui 255 posições, sendo utilizada para armazenar diagnósticos lidos pelo(s) mestre(s) AL-3406 de remotas PROFIBUS. Informações sobre o formato desta tabela devem ser buscados no Manual de Utilização do AL-3406. Estes diagnósticos chegam na forma de eventos das remotas PROFIBUS.

7. Programação

A programação de um CP redundante com coprocessador AL-2007 é descrita neste capítulo, como um processo constituído de algumas etapas. Deve ser utilizado o programador MasterTool MT4100, a partir da revisão 3.80, que possui recursos especiais para programação da redundância. O software de configuração de E/S remoto PROFIBUS, ProfiTool, também deve ser utilizado em algumas etapas do processo.

Para facilitar a compreensão do processo de programação, as etapas seguintes serão descritas baseadas em um exemplo de arquitetura, mostrado na figura seguinte (alguns detalhes como os cabos interligando os dois CPs e o Painel de Comando da Redundância não estão representados na figura).

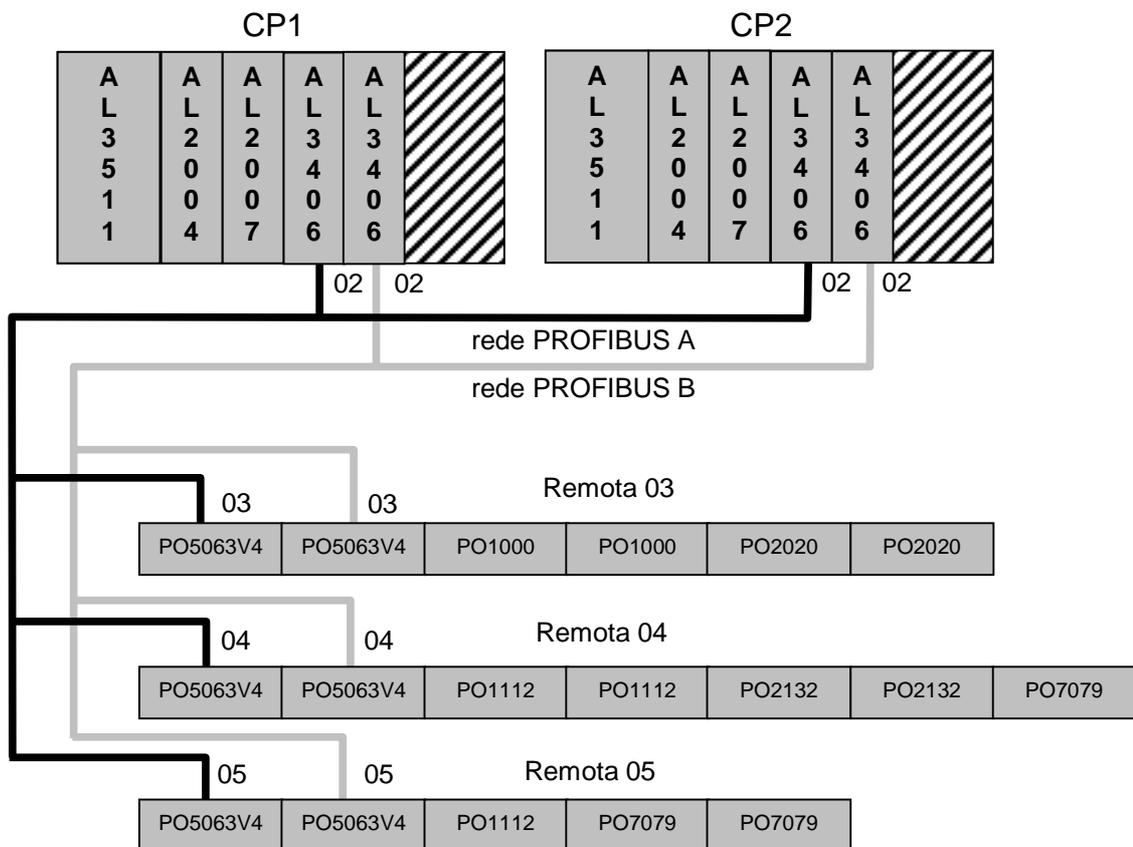


Figura 7-1. Exemplo de arquitetura para ilustrar o processo de programação

Ainda relativo a este exemplo, outras considerações devem ser assumidas:

- o projeto como um todo será nomeado como PROJ (PROJ1 para o CP1, e PROJ2 para o CP2)
- os dois projetos (PROJ1 e PROJ2) serão armazenado no diretório C:\PROJETOS\PROJ

Etapa 1 – Configurar o E/S Remoto PROFIBUS com o ProfiTool

Nesta etapa, utiliza-se o software ProfiTool para configurar o E/S remoto PROFIBUS, e para em seguida carregar esta configuração em todas as interfaces AL-3406 presentes nos elementos centrais do CP1 e CP2.

Deve-se consultar os seguintes manuais para esclarecimento de quaisquer dúvidas a respeito destas tarefas:

- Manual de Utilização do ProfiTool
- Manual de Utilização do AL-3406
- Manual de Utilização da Rede PROFIBUS
- Manual de Utilização da Série Ponto
- Manual de Utilização da Cabeça PROFIBUS PO5063 e das Cabeças Redundantes PROFIBUS PO5063V4 e PO5063V5
- Manual de Utilização do QK1404
- Manual de Utilização do AL-3416
- Características Técnicas dos módulos de E/S utilizados

Algumas configurações via ProfiTool são estabelecidas neste manual, para que haja compatibilidade com a arquitetura redundante baseada no AL-2007, conforme mostram as sub-seções seguintes. Neste manual também mostra-se, de forma resumida, o processo global de configuração via ProfiTool.

Configuração da Arquitetura de E/S

A tela na figura seguinte mostra a arquitetura da configuração a ser carregada em cada um dos 4 AL-3406 apresentados na Figura 7-1.

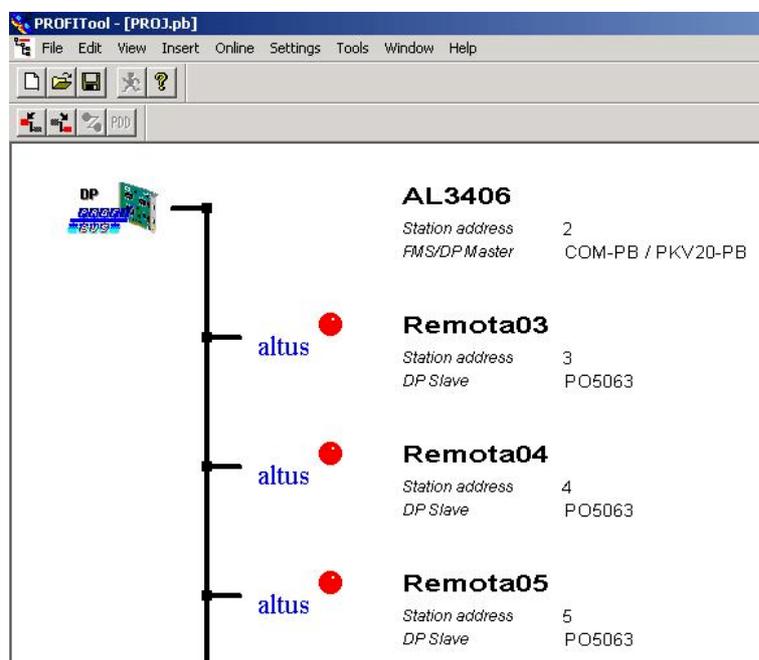


Figura 7-2. Tela de arquitetura do ProfiTool

Nesta figura, deve-se notar que o endereço configurado para o mestre AL-3406 é 2 (dois). É absolutamente necessário utilizar o endereço 2 caso seja utilizado o módulo PROFISwitch na rede.

Devido a este motivo, e também por questões de padronização, recomenda-se que sempre seja utilizado o endereço 2 para o mestre AL-3406.

Outra necessidade importante é não utilizar o endereço imediatamente anterior ao endereço do mestre (ou seja, o endereço 1). Este endereço é utilizado, dinamicamente e automaticamente, pelos AL-3406 do CP em estado não ativo (reserva, inoperante, inicial ou desconfigurado).

As remotas devem utilizar endereços 3 ou superior.

Nas figuras seguintes, são mostradas configurações das remotas em termos de módulos de E/S, para as remotas 3, 4 e 5.

Slave Configuration

General

Device: P05063 Station address: 3

Description: Remota03

Activate device in actual configuration

Enable watchdog control GSD file: ALT_059A.GSD

Max. length of in-/output data: 400 Byte Length of in-/output data: 12 Byte

Max. length of input data: 200 Byte Length of input data: 6 Byte

Max. length of output data: 200 Byte Length of output data: 6 Byte

Max. number of modules: 32 Number of modules: 5

Module	Inputs	Outputs	In/Out	Identifier
P01000 16DI 24 Vdc Opto	2 Byte			0x41, 0x01,
P01001 16DI 110 Vac	2 Byte			0x41, 0x01,
P01002 16DI 220 Vac	2 Byte			0x41, 0x01,
P01003 16DI 48 Vdc Opto	2 Byte			0x41, 0x01,
P01004 16DI 125 Vdc	2 Byte			0x41, 0x01,
P01010 32DI 24 Vdc Opto	4 Byte			0x41, 0x03,

Assigned master Station address 2: AL3406

2 / COM-PB / PKV20-PB

Actual slave Station address 3: Remota03

3 / P05063

Slot	Idx	Module	Symbol	Type	I Addr.	I Len.	Type	O Addr.	O Len.
0	1	P01000	Module0	IB	0	2			
1	1	P01000	Module1	IB	2	2			
2	1	P02020	Module2				QB	0	2
3	1	P02020	Module3				QB	2	2
4	1	P09100 -	Module4	IW	4	1	QW	4	1

Buttons: OK, Cancel, Parameter Data..., DPV1 Settings..., Append Module, Remove Module, Insert Module, Predefined Modules, Symbolic Names

Figura 7-3. Configuração da remota 3

Slave Configuration

General

Device: P05063 Station address: 4

Description: Remota04

Activate device in actual configuration

Enable watchdog control GSD file: ALT_059A.GSD

Max. length of in-/output data: 400 Byte Length of in-/output data: 100 Byte

Max. length of input data: 200 Byte Length of input data: 58 Byte

Max. length of output data: 200 Byte Length of output data: 42 Byte

Max. number of modules: 32 Number of modules: 6

Module	Inputs	Outputs	In/Out	Identifier
P01000 16DI 24 Vdc Opto	2 Byte			0x41, 0x01,
P01001 16DI 110 Vac	2 Byte			0x41, 0x01,
P01002 16DI 220 Vac	2 Byte			0x41, 0x01,
P01003 16DI 48 Vdc Opto	2 Byte			0x41, 0x01,
P01004 16DI 125 Vdc	2 Byte			0x41, 0x01,
P01010 32DI 24 Vdc Opto	4 Byte			0x41, 0x03,

Assigned master: Station address 2 AL3406

2 / COM-PB / PKV20-PB

Actual slave: Station address 4 Remota04

4 / P05063

Slot	Idx	Module	Symbol	Type	I Addr.	I Len.	Type	O Addr.	O Len.
0	1	P01112	Module0	IW	6	8			
1	1	P01112	Module1	IW	22	8			
2	1	P02132	Module2				QW	6	4
3	1	P02132	Module3				QW	14	4
4	1	P07079	Module4	IW	38	8	QW	22	8
4	2	P07079	Module4	IW	54	4	QW	38	4
5	1	P09100	-Module5	IW	62	1	QW	46	1

Buttons: OK, Cancel, Parameter Data..., DPV1 Settings..., Append Module, Remove Module, Insert Module, Predefined Modules, Symbolic Names

Figura 7-4. Configuração da remota 4

Slave Configuration

General

Device: P05063 Station address: 5

Description: Remota05

Activate device in actual configuration

Enable watchdog control GSD file: ALT_059A.GSD

Max. length of in-/output data: 400 Byte Length of in-/output data: 116 Byte

Max. length of input data: 200 Byte Length of input data: 66 Byte

Max. length of output data: 200 Byte Length of output data: 50 Byte

Max. number of modules: 32 Number of modules: 4

Module	Inputs	Outputs	In/Out	Identifier
P01000 16DI 24 Vdc Opto	2 Byte			0x41, 0x01,
P01001 16DI 110 Vac	2 Byte			0x41, 0x01,
P01002 16DI 220 Vac	2 Byte			0x41, 0x01,
P01003 16DI 48 Vdc Opto	2 Byte			0x41, 0x01,
P01004 16DI 125 Vdc	2 Byte			0x41, 0x01,
P01010 32DI 24 Vdc Opto	4 Byte			0x41, 0x03,

Assigned master: Station address 2 AL3406

2 / COM-PB / PKV20-PB

Actual slave: Station address 5 Remota05

5 / P05063

Slot	Idx	Module	Symbol	Type	I Addr.	I Len.	Type	O Addr.	O Len.
0	1	P01112	Module0	IW	64	8			
1	1	P07079	Module1	IW	80	8	QW	48	8
1	2	P07079	Module1	IW	96	4	QW	64	4
2	1	P07079	Module2	IW	104	8	QW	72	8
2	2	P07079	Module2	IW	120	4	QW	88	4
3	1	P09100	-Module3	IW	128	1	QW	96	1

Buttons: OK, Cancel, Parameter Data..., DPV1 Settings..., Append Module, Remove Module, Insert Module, Predefined Modules, Symbolic Names

Figura 7-5. Configuração da remota 5

Na janela inferior das figuras anteriores, observa-se os módulos inseridos, que coincidem com aqueles exibidos na Figura 7-1, à exceção do módulo PO9100 (módulo virtual de redundância).

Por exemplo, na Figura 7-5 (remota 5), observa-se que um módulo PO1112 é inserido no slot 0 da remota (imediatamente à direita das cabeças remotas PO5063V4). Depois, há dois módulos PO7079, nos slots 1 e 2. Finalmente, existe um módulo virtual PO9100.

O módulo virtual PO9100 é necessário para alocar operandos de gerenciamento de redundância em cabeças remotas PO5063V4 ou PO5063V5. Observa-se que ele aloca 1 IW (palavra de 16 bits de entrada) e 1 QW (palavra de 16 bits de saída). Um módulo virtual PO9100 deve ser inserido no final de cada remota com cabeça redundante PO5063V4 ou PO5063V5.

No caso dos módulos PO7079 (4 contadores rápidos de 32 bits), observa-se que cada um deles ocupa duas linhas na janela. Isto é necessário porque ele aloca:

- na primeira linha, 8 operandos IW e 8 operandos QW, ou seja, 8 palavras de 16 bits de entrada mais 8 palavras de 16 bits de saída. Na verdade, tratam-se de 4 palavras de 32 bits de entrada (leitura de contadores de 32 bits) e 4 palavras de 32 bits de saída (presets de contadores de 32 bits).
- na segunda linha, 4 operandos IW e 4 operandos QW, ou seja, 4 palavras de 16 bits de entrada mais 4 palavras de 16 bits de saída. Neste caso, realmente, tratam-se de palavras de 16 bits, destinadas para informações binárias de estado (entradas) e controle (saídas).

A separação do PO7079 em duas linhas (uma para operandos de 32 bits e outras para operandos de 16 bits) é necessária porque, na UCP AL-2004, estes operandos são associados a operandos de tipos diferentes:

- primeira linha:
 - 4 operandos I associados aos 8 operandos IW
 - 4 operandos I associados aos 8 operandos QW
- segunda linha:
 - 4 operandos M associados aos 4 operandos IW
 - 4 operandos M associados aos 4 operandos QW

No caso do módulo PO1112 (8 entradas analógicas de 16 bits), observa-se que cada módulo ocupa apenas uma linha na janela, alocando 8 operandos IW, ou seja, 8 palavras de 16 bits de entrada. Na UCP AL-2004, estes operandos são associados a 8 operandos M.

Observando a Figura 7-4 (remota 4), pode-se observar que módulos do tipo PO2132 (4 saídas analógicas de 16 bits) alocam 4 operandos QW, sendo associados a 4 operandos M na UCP AL-2004.

Observando a Figura 7-3 (remota 3), pode-se observar que módulos PO1000 (16 entradas digitais) alocam 2 operandos IB (8 bits de entrada), associados a 1 operando M na UCP AL-2004.

Também na Figura 7-3 (remota 3), pode-se observar que módulos PO2020 (16 saídas digitais) alocam 2 operandos QB (8 bits de saída), associados a 1 operando M na UCP AL-2004.

Parâmetros do Mestre AL-3406

A tela seguinte mostra os valores dos parâmetros que devem ser utilizados para os mestres AL-3406.

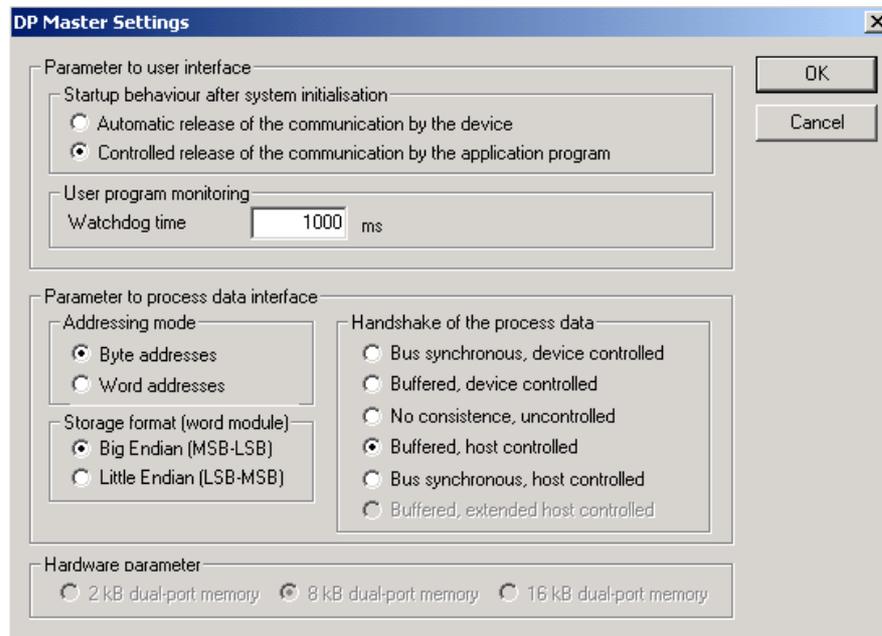


Figura 7-6. Parâmetros dos mestres AL-3406

Parâmetros do Barramento PROFIBUS

A tela seguinte mostra valores dos parâmetros para o barramento PROFIBUS, que podem requerer alterações, conforme observado a seguir.

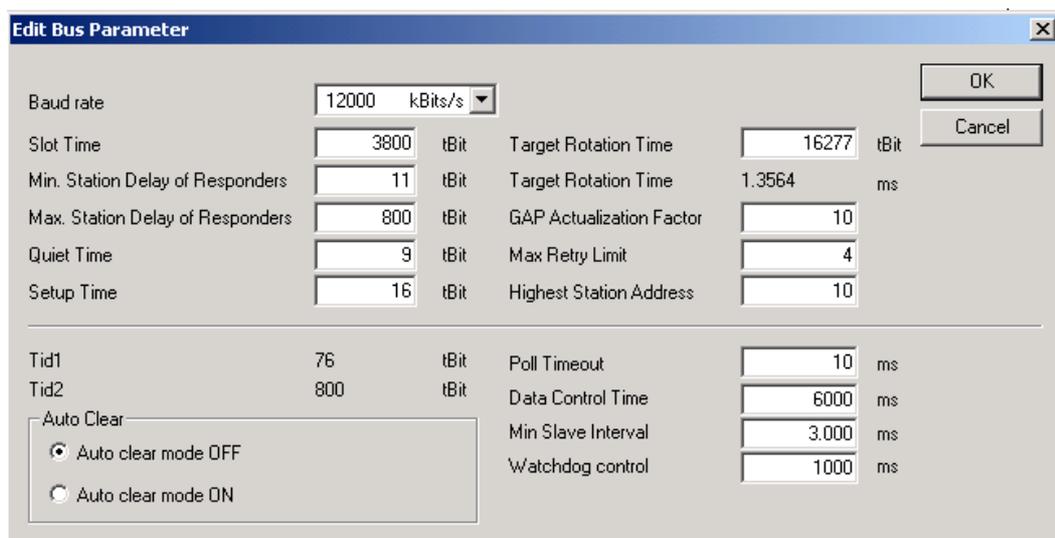


Figura 7-7. Parâmetros do barramento PROFIBUS

Alguns parâmetros da tela da figura anterior terão de ser ajustados em função de características especiais do barramento PROFIBUS, tais como:

- endereço da última estação na rede
- características do meio físico, tais como comprimento
- utilização de conversores para fibra ótica em topologia de anel ótico (ver manual do conversor ótico utilizado, para maiores detalhes)

Os manuais de utilização referidos anteriormente nesta seção devem ser consultados para dirimir dúvidas a respeito destes parâmetros.

ATENÇÃO:

O parâmetro “Watchdog control” deve apresentar, no mínimo, o valor de 1000 ms. Deve-se utilizar o valor de 1000 ms inicialmente. Na última etapa do processo de programação, este tempo poderá, se necessário, ser aumentado.

Parâmetros das Cabeças Remotas PO5063V4 e PO5063V5

As remotas PO5063V4 e PO5063V5 normalmente devem ser configuradas conforme mostra a tela da figura seguinte.

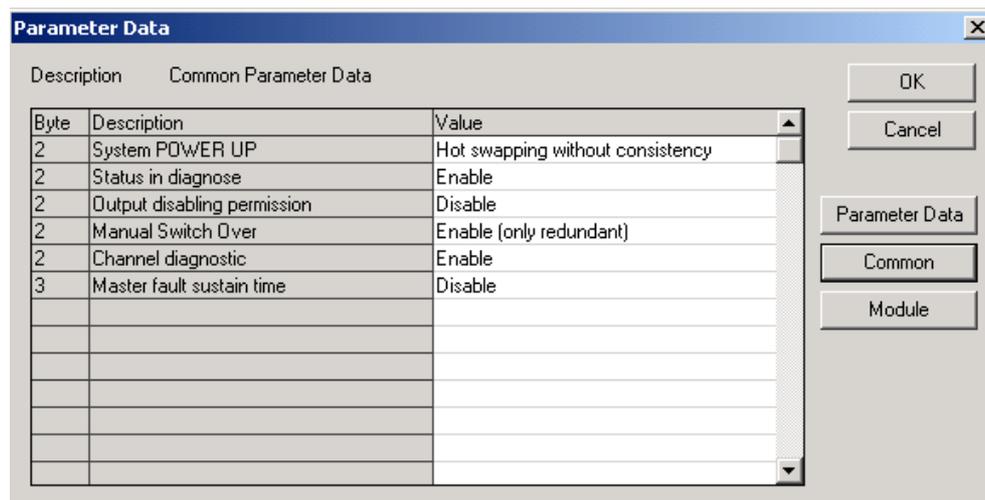


Figura 7-8. Parâmetros das cabeças remotas PO5063V4 e PO5063V5

Para maiores esclarecimentos sobre estes parâmetros, deve-se consultar o Manual de Utilização da Cabeça PROFIBUS PO5063 e das Cabeças Redundantes PROFIBUS PO5063V4 e PO5063V5.

Parâmetros de Módulos de E/S

Alguns módulos de E/S também devem ser parametrizados. Por exemplo, no PO1112 (8 entradas analógicas), é possível determinar, individualmente, a escala de funcionamento de cada uma destas 8 entradas (4-20 mA, 0-10V, termopar tipo K, etc). A tela seguinte mostra uma possível parametrização de um módulo PO1112.

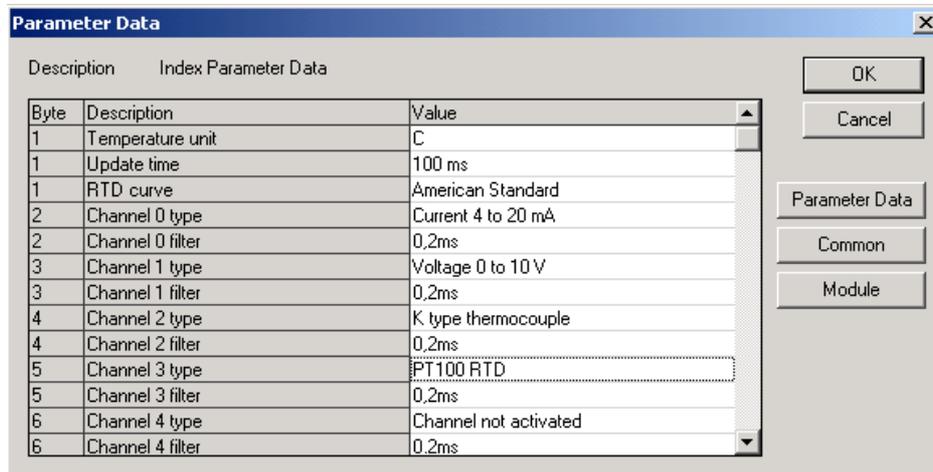


Figura 7-9. Parametrização de um módulo de E/S PO1112

Arquivo Final de Configuração e sua Carga nos AL-3406

Depois de terminar o processo definido nos passos anteriores, obtém-se um arquivo de configuração com extensão .PB. Aconselha-se dar ao arquivo o mesmo nome do projeto que será criado, na etapa seguinte, com o MasterTool (no exemplo que se está seguindo, seria PROJ.PB).

Depois disso, o mesmo arquivo .PB deve ser carregado, via canal serial e ProfiTool, em todos os 4 módulos AL-3406 observados na Figura 7-1.

Etapa 2 – Criar o Projeto com o Wizard de Redundância

Com o MasterTool, deve-se utilizar o menu Projeto / Novo para criar um novo projeto. Deve-se então informar que se deseja usar um Wizard ao ser questionado sobre isso. Em seguida, deve ser selecionado o Wizard desejado entre as duas opções disponíveis de redundância com AL-2007 (rede PROFIBUS simples e rede PROFIBUS redundante), conforme mostra a figura seguinte.

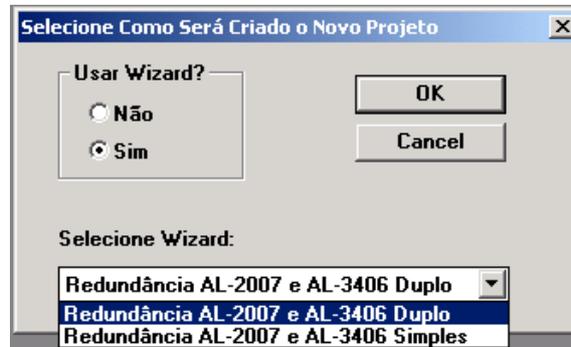


Figura 7-10. Seleção do Wizard de Redundância com AL-2007

ATENÇÃO:

Para que os Wizards funcionem corretamente, é necessário que o elemento central siga exatamente a seqüência de módulos mostrada nas Figura 3-2 (a) e (b), respectivamente, para redes PROFIBUS simples e dupla. Ou seja, no slot 0 (R0000) deve ser colocado o AL-2007, no slot 1 (R0008) deve ser colocado o primeiro AL-3406, e no slot 2 (R0016) deve ser colocado o segundo AL-3406 (se a rede PROFIBUS for dupla).

Ao clicar OK na tela da figura anterior, surge a tela mostrada na figura seguinte, onde o MasterTool solicita o nome do projeto e diretório para seu armazenamento. Ressalta-se que serão criados dois projetos no diretório selecionado, para os dois CPs (CP1 e CP2) redundantes. Os nomes destes projetos serão <nome>1 e <nome>2, respectivamente, para os CP1 e CP2, sendo que o usuário informa apenas o <nome>. No exemplo da figura seguinte, o usuário informou que o <nome> é PROJ, sendo que os projetos PROJ1 e PROJ2 são armazenados no diretório C:\PROJETOS\PROJ.



Figura 7-11. Seleção do nome e diretório do projeto

Considerando o exemplo vinculado às figuras anteriores, ao clicar OK, o MasterTool cria o diretório PROJ abaixo do diretório C:\PROJETOS, que já deve existir. No diretório C:\PROJETOS\PROJ, o Mastertool cria os arquivos dos projetos PROJ1 e PROJ2, descritos nas tabelas seguintes:

Código	Descrição
PROJ1.MTL	Arquivo de descrição do projeto do CP1
PROJ1.ES_ e PROJ1.ES5	Tags para operandos reservados dos tipos E e S do CP1
PROJ1.M_ e PROJ1.M5	Tags para operandos reservados do tipo M do CP1
PROJ1.TM_ e PROJ1.TM5	Tags para operandos reservados do tipo TM do CP1
C-PROJ1.000	Módulo C000 de configuração para o CP1

Tabela 7-1. Arquivos exclusivos para o projeto do CP1

Código	Descrição
PROJ2.MTL	Arquivo de descrição do projeto do CP2
PROJ2.ES_ e PROJ2.ES5	Tags para operandos reservados dos tipos E e S do CP2
PROJ2.M_ e PROJ2.M5	Tags para operandos reservados do tipo M do CP2
PROJ2.TM_ e PROJ2.TM5	Tags para operandos reservados do tipo TM do CP2
C-PROJ2.000	Módulo C000 de configuração para o CP2

Tabela 7-2. Arquivos exclusivos para o projeto do CP2

Código	Descrição
E-PROJ.001, E2PROJ.001 e E5PROJ.001	Módulo cíclico principal (E001). Inclui descrições de lógicas.
P-2007PB.000, P22007PB.000 e P52007PB.000	Módulo de gerenciamento da redundância, chamado no módulo E001. Inclui descrições de lógicas.
P-3406S.002, P23406S.002 e P53406S.002	Módulo de gerenciamento do E/S PROFIBUS, caso a rede PROFIBUS seja simples (não redundante). Chamado no módulo E001. Inclui descrições de lógicas.
P-3406D.002, P23406D.002 e P53406D.002	Módulo de gerenciamento do E/S PROFIBUS, caso a rede PROFIBUS seja redundante. Chamado no módulo E001. Inclui descrições de lógicas.
P-ESCLOG.003, P2ESCLOG.003 e P5ESCLOG.003	Módulo de gerenciamento do log de eventos. Chamado nos módulos P-2007PB.000, P-3406S.002 e P-3406D.002. Inclui descrições de lógicas.
P-USER.099, P2USER.099 e P5USER.099	Módulo da aplicação do usuário saltável, chamado no módulo E001.
P-USNSAL.098, P2USNSAL.098 e P5USNSAL.098	Módulo da aplicação do usuário não saltável, chamado no módulo E001.
F-2007.019	Módulo F assembly para interface com o AL-2007, chamado no módulo P-2007PB.000.
F-3406.085	Módulo F assembly para interface com o AL-3406, chamado no módulo P-3406S.002 e P-3406D.002.
F-TEMPO.014	Módulo F assembly para compensação de temporizadores saltados, chamado nos módulos E001 e P-2007PB.000.

Tabela 7-3. Arquivos comuns para os projetos dos CP1 e CP2

Etapa 3 – Selecionar o Projeto do CP1 no MasterTool

Na etapa anterior, observou-se que o Wizard gera dois projetos no mesmo diretório: um para o CP1 e outro para o CP2.

Nas etapas 4 a 7, serão feitas operações que não precisam ser realizadas nos dois projetos, já que eles são praticamente idênticos e as operações seriam repetitivas. Deve-se, então, executar as operações somente no projeto do CP1, mantendo o projeto do CP2 fechado.

Na etapa 8, adiante, será descrito um processo extremamente simples (apenas clicar num botão) que equalizará o projeto do CP2 com o projeto já feito para o CP1.

ATENÇÃO:

Quaisquer alterações que forem feitas diretamente no projeto do CP2 poderão ser destruídas ao fazer a equalização descrita na etapa 8, e além disso não poderão ser aproveitadas no projeto do CP1. Portanto, é extremamente importante que todas as operações (configurações, desenvolvimento de ladder, definição de tags para operandos) sejam feitas apenas no projeto do CP1, e depois equalizadas para o projeto do CP2 usando o método descrito na etapa 8.

Etapa 4 – Ajustar o Módulo C000 no Projeto do CP1

No módulo C000 diversas configurações devem ser executadas. Não é objetivo deste manual descrever todas elas, e para isso deve-se consultar os seguintes manuais:

- Manual de Utilização do AL-2004
- Manual de Utilização do MasterTool Programming

Em especial, deve-se lembrar de alocar os operandos nas quantidades necessárias, bem como declarar os módulos no barramento 0.

Neste manual, descrevem-se apenas as configurações especiais relacionadas ao AL-2007, abordadas nas sub-seções seguintes.

Endereço ALNET II para o CP1

O usuário poderá ajustar livremente qualquer um dos parâmetros ALNET II, mas o endereço de nó da estação para o CP1 deve ser, necessariamente:

- ímpar
- menor que 30

Portanto, os valores possíveis são 1, 3, 5, ..., 27, 29.

Endereço IP Ethernet para o CP1

Caso exista interface Ethernet, o byte menos significativo do endereço IP para o CP1 deve ser, necessariamente:

- ímpar
- menor que 255

Portanto, os valores possíveis para este byte são 1, 3, 5, ..., 251, 253.

Etapa 5 – Criar e Ajustar o Módulo C003 no Projeto do CP1

O módulo C003 reflete as configurações do E/S PROFIBUS. No processo de ajuste do módulo C003, o programador MasterTool necessita importar informações contidas no arquivo .PB gerado no final da etapa 1 (no exemplo, PROJ.PB). Para que esta importação funcione, antes de tudo, deve-se copiar o arquivo .PB para o diretório onde se encontram os projetos do MasterTool (no exemplo, C:\PROJETOS\PROJ).

Depois, através do menu Módulo / Novo, deve-se criar um módulo de configuração estendido (C003), com o nome C-<nome>.003, onde <nome> é o nome do projeto informado para o Wizard do MasterTool na etapa 2 (no exemplo, C-PROJ.003).

A seguir, deve-se ler o projeto PROFIBUS gerado via ProfiTool na etapa 1 (arquivo .PB). A leitura pode ser comandada clicando no botão PROFIBUS, no setor “Redes” da janela de edição do módulo C000. O endereço inicial para o operando M, solicitado no momento da leitura, pode ser qualquer um (exemplo: o valor default, M0400).

Considerando o arquivo PROJ.PB do exemplo sendo seguido (referente a arquitetura da Figura 7-1), depois da leitura surge uma tela como a mostrada na figura seguinte.

	Nó	Tipo	End. Entrada	End. Saída	Tamanho	Operando no CP	Grupo
1	3	IB	0		2	%M0400 a %M0400	Default
2	3	IB	2		2	%M0401 a %M0401	Default
3	3	QB		0	2	%M0402 a %M0402	Default
4	3	QB		2	2	%M0403 a %M0403	Default
5	3	RE	4		2	%M0404 a %M0404	Default
6	3	RS		4	2	%M0405 a %M0405	Default
7	4	IW	6		16	%M0406 a %M0413	Default
8	4	IW	22		16	%M0414 a %M0421	Default
9	4	QW		6	8	%M0422 a %M0425	Default
10	4	QW		14	8	%M0426 a %M0429	Default
11	4	IW	38		16	%M0430 a %M0437	Default
12	4	QW		22	16	%M0438 a %M0445	Default
13	4	IW	54		8	%M0446 a %M0449	Default
14	4	QW		38	8	%M0450 a %M0453	Default
15	4	BE	62		2	%M0454 a %M0454	Default

PROFIBUS Mestre
 N° relações: 27
 Posição: 0

Redundância
 Redundância
 Posição redundante: 0

Diagnósticos do Mestre
 Mestre A: %M0100 a %M0129
 Mestre B: %M0130 a %M0159
 Redundante: %M0160 a %M0175
 Tempo de Atualização: 1872.80 us

Importar Relações
 Exportar Relações
 Alocar...
 OK
 Cancel

Figura 7-12. Tela inicial de configurações do módulo C003

Alguns ajustes são necessários para se obter o módulo C003 definitivo, conforme descrevem as sub-seções seguintes.

Setores PROFIBUS Mestre, Redundância e Diagnóstico do Mestre

Em primeiro lugar, deve-se ajustar as posições (slots) do(s) mestre(s) PROFIBUS, nos setores “PROFIBUS Mestre” e “Redundância” da tela mostrada na figura anterior. Observa-se que, inicialmente, estas posições valem 0. Os valores ajustados devem ser:

- Posição: 1
- Posição redundante: 2

ATENÇÃO:

Estas posições estão de acordo com os padrões de elemento central mostrados na Figura 3-2 (a) e (b).

A célula “Posição redundante” pode ser editada de maneiras diferentes, em função da redundância da rede PROFIBUS. Há duas maneiras de o programador MasterTool descobrir que a rede PROFIBUS é redundante:

- automaticamente, no momento da leitura do arquivo .PB gerado via ProfiTool. Caso algum módulo PO9100 (módulo virtual de redundância das cabeças remotas PO5063V4 ou PO5063V5) for detectado, o MasterTool sabe que a rede PROFIBUS só pode ser redundante. Neste caso, o MasterTool marca de maneira fixa (esmaecido) o check-box “Redundância”.
- se nenhum módulo PO9100 for detectado no arquivo .PB, o MasterTool não pode saber se a rede PROFIBUS é redundante. Ele assume, inicialmente, que não é redundante. No entanto, existem sistemas com rede PROFIBUS redundante, usando pares de interfaces escravas QK1404 ou AL-3416, onde não será detectado nenhum módulo PO9100. Neste caso, o usuário deve marcar o check-box “Redundância” se a rede PROFIBUS for redundante, ou deixá-lo desmarcado em caso contrário.

Em segundo lugar, deve-se ajustar os endereços de operandos M para diagnósticos do mestre, que devem ser:

- M0220 para “Mestre A”
- M0250 para “Mestre B” (caso a rede PROFIBUS seja redundante)
- M0280 para “Redundante” (caso a rede PROFIBUS seja redundante)

Depois destes ajustes, a tela terá a aparência mostrada na figura seguinte.

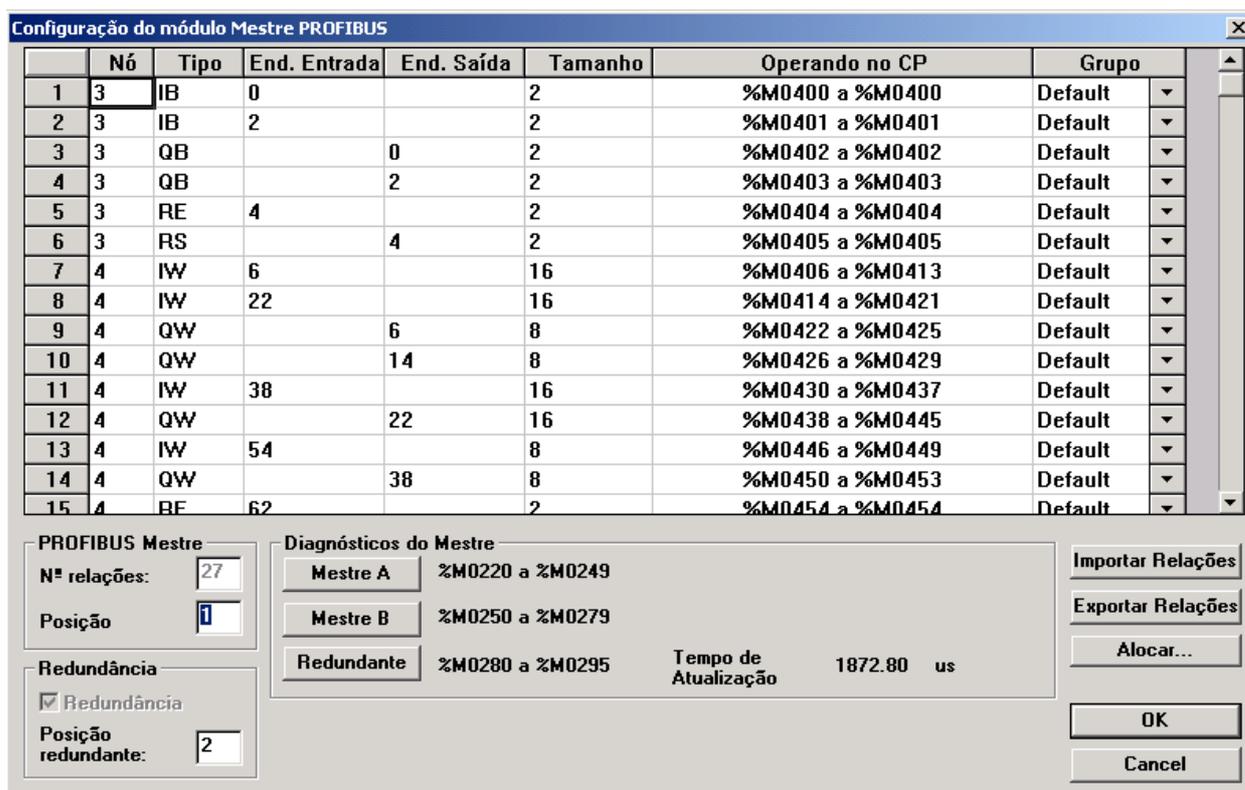


Figura 7-13. Tela de configurações do módulo C003 após primeiros ajustes

Realocação de Operandos para E/S

Na tela da figura anterior, na área principal, existe uma tabela onde cada linha corresponde a uma relação ou associação entre operandos internos do CP e entradas ou saídas das remotas PROFIBUS.

Na coluna “Tipo” desta tabela, pode-se identificar seis tipos:

- IB (input byte): tipicamente associado a entradas digitais (8 bits)
- QB (output byte): tipicamente associado a saídas digitais (8 bits)
- IW (input word): tipicamente associado a entradas analógicas ou contadores de 16 bits. Para entradas analógicas ou contadores de 32 bits, utiliza-se 2 IWs consecutivos.
- QW (output word): tipicamente associado a saídas analógicas ou presets de contadores de 16 bits. Para saídas analógicas ou presets de contadores de 32 bits, utiliza-se 2 QWs consecutivos.
- RE (registro de entrada): 16 bits de entrada, associados ao módulo virtual PO9100, que indica o estado de redundância de cabeças remotas PO5063V4 ou PO5063V5.
- RS (registro de saída): 16 bits de saída, associados ao módulo virtual PO9100, que controla redundância de cabeças remotas PO5063V4 ou PO5063V5.

Na figura anterior, observa-se que os módulos de E/S declarados no projeto ProfiTool foram associados a operandos M, a partir do primeiro operando M informado no momento da leitura (M0400, no exemplo). A seqüência da alocação é a mesma seqüência em que os módulos aparecem no projeto confeccionado via ProfiTool (arquivo .PB).

Esta seqüência, no entanto, não é adequada para projetos com redundância com AL-2007, devido a alguns motivos importantes já discutidos no capítulo *Princípios de Funcionamento*, na seção *Memória Redundante*, e lembrados a seguir:

- saídas digitais e analógicas devem ser redundantes ciclo-a-ciclo
- entradas digitais e analógicas podem ser redundantes multiplexadas

Além disso, os operandos associados aos tipos RE e RS não devem ser redundantes.

Isto sugere que os operandos associados a módulos de E/S devem ser agrupados conforme os tipos mencionados anteriormente (RE, RS, IB, IW, QB, QW). A seqüência recomendada é:

- colocar em primeiro lugar os operandos RE em área não redundante de operandos M
- colocar em segundo lugar os operandos RS em área não redundante de operandos M
- colocar em terceiro lugar os operandos IB em área redundante multiplexada de operandos M
- colocar em quarto lugar os operandos IW:
 - em área redundante multiplexada de operandos M, para entradas de 16 bits
 - em área redundante multiplexada de operandos I, para entradas de 32 bits
- colocar em quinto lugar os operandos QB em área redundante ciclo-a-ciclo de operandos M
- colocar em sexto lugar os operandos QW:
 - em área redundante ciclo-a-ciclo de operandos M, para saídas de 16 bits
 - em área redundante ciclo-a-ciclo de operandos I, para saídas de 32 bits

Estas alterações de seqüência podem ser feitas manualmente, editando a coluna “Operando no CP”, o que, no entanto, seria trabalhoso. Para diminuir este trabalho, criou-se o botão *Alocar*, que permite uma realocação automática dos operandos associados aos módulos de E/S, permitindo executar de maneira mais simples o que foi estabelecido anteriormente. Ao clicar no botão *Alocar* aparece inicialmente a tela vista na figura seguinte:

Figura 7-14. Tela inicial para alocação automática de operandos em C003

Observa-se que, para cada tipo (IB, IW, QB, QW, RE e RS) pode-se definir dois endereços iniciais para o grupo: um “Default” e outro “Alternativo”.

Isto é particularmente útil no caso de operandos IW e QW, onde podem existir entradas ou saídas de 16 bits associadas a operandos M, ou de 32 bits associadas a operandos I. Observa-se na Figura 7-13 que, na coluna “Grupo”, todas as relações de operandos estão selecionadas para “Default”, que é a condição inicial desta coluna. Mas é possível mudar, individualmente, cada relação para “Alternativo”.

No exemplo base que está sendo seguido (arquitetura da Figura 7-1), deseja-se alocar o grupo default para todas as linhas (relações) da tabela, com exceção daquelas associadas a operandos I, ou seja, as relações que aparecem nas linhas 11 e 12 da parte visível da tela na Figura 7-13. Neste caso, deve-se mudar a coluna “Grupo” nestas linhas, de “Default” para “Alternativo”.

Considere-se também, por exemplo, que deseja-se:

- colocar os operandos RE a partir de M0800
- colocar os operandos RS a partir de M0850
- colocar os operandos do tipo IB a partir de M0900
- colocar os operandos do tipo IW de 16 bits a partir de M0925
- colocar os operandos do tipo IW de 32 bits a partir de I0000
- colocar os operandos do tipo QB a partir de M1000
- colocar os operandos do tipo QW de 16 bits a partir de M1025
- colocar os operandos do tipo QW de 32 bits a partir de I0050

Neste caso, deve-se acionar o botão Alocar e ajustar os valores de acordo com a figura seguinte:

Label	Value
Grupo default para relações tipo IB	%M0900
Grupo alternativo para relações tipo IB	%M0900
Grupo default para relações tipo IW	%M0925
Grupo alternativo para relações tipo IW	%I0000
Grupo default para relações tipo QB	%M1000
Grupo alternativo para relações tipo QB	%M1000
Grupo default para relações tipo QW	%M1025
Grupo alternativo para relações tipo QW	%I0050
Grupo default para relações tipo RE	%M0800
Grupo alternativo para as relações RE	%M0800
Grupo default para as relações RS	%M0850
Grupo alternativo para as relações RS	%M0850

Figura 7-15. Tela para alocação automática de operandos em C003 após ajustes

Depois de clicar OK na tela anterior, a alocação muda automaticamente, resultando no que se observa na figura seguinte, que é a situação final desejada.

Configuração do módulo Mestre PROFIBUS

	Nó	Tipo	End. Entrada	End. Saída	Tamanho	Operando no CP	Grupo
1	3	IB	0		2	%M0900 a %M0900	Default
2	3	IB	2		2	%M0901 a %M0901	Default
3	3	QB		0	2	%M1000 a %M1000	Default
4	3	QB		2	2	%M1001 a %M1001	Default
5	3	RE	4		2	%M0800 a %M0800	Default
6	3	RS		4	2	%M0850 a %M0850	Default
7	4	IW	6		16	%M0925 a %M0932	Default
8	4	IW	22		16	%M0933 a %M0940	Default
9	4	QW		6	8	%M1025 a %M1028	Default
10	4	QW		14	8	%M1029 a %M1032	Default
11	4	IW	38		16	%I0000 a %I0003	Alternativo
12	4	QW		22	16	%I0050 a %I0053	Alternativo
13	4	IW	54		8	%M0941 a %M0944	Default
14	4	QW		38	8	%M1033 a %M1036	Default
15	4	BF	62		2	%M0801 a %M0801	Default

PROFIBUS Mestre
 N° relações: 27
 Posição: 1

Redundância
 Redundância
 Posição redundante: 2

Diagnósticos do Mestre
 Mestre A %M0220 a %M0249
 Mestre B %M0250 a %M0279
 Redundante %M0280 a %M0295 Tempo de Atualização 1872.80 us

Importar Relações
 Exportar Relações
 Alocar...
 OK
 Cancel

Figura 7-16. Tela de configurações do módulo C003 após todos ajustes

Etapa 6 – Editar Parâmetros da Redundância no Projeto do CP1

Uma das tarefas necessárias para o AL-2007 é definir os blocos de redundância ciclo-a-ciclo e os blocos de redundância multiplexados, e configurar algumas opções gerais de redundância. Para este fim, deve-se selecionar o menu Edição / Redundância do MasterTool, fazendo com que a tela da figura seguinte apareça.

Edição dos parâmetros de Redundância

Blocos de Redundância...

Equalizar Projetos CP1 e CP2

Tempo de Ciclo Máximo...

Troca Automática de Endereços...

Fechar

Figura 7-17. Edição de parâmetros de redundância

Definição dos Blocos de Redundância

A partir da tela da Figura 7-17, clicando no botão Blocos De Redundância, aparece a tela mostrada na figura seguinte.

Configuração dos Blocos de Redundância

	Descrição	Valor
1	Endereço do 1º operando A da área de redundância	0
2	Quantidade de operandos A da área de redundância	0
3	Endereço do 1º operando M da área de redundância	0
4	Quantidade de operandos M da área de redundância	0
5	Endereço do 1º operando D da área de redundância	0
6	Quantidade de operandos D da área de redundância	0
7	Endereço do 1º operando TM da área de redundância	0
8	Quantidade de operandos TM da área de redundância	0
9	Endereço do 1º operando TD da área de redundância	0
10	Quantidade de operandos TD da área de redundância	0
11	Endereço do 1º operando F da área de redundância	0
12	Quantidade de operandos F da área de redundância	0
13	Endereço do 1º operando TF da área de redundância	0
14	Quantidade de operandos TF da área de redundância	0
15	Endereço do 1º operando I da área de redundância	0

OK
Cancel
Configurar...

Figura 7-18. Tela de edição de blocos de redundância – parte inicial

Através da barra de scroll, a tela prossegue conforme mostra a figura seguinte:

Configuração dos Blocos de Redundância

	Descrição	Valor
16	Quantidade de operandos I da área de redundância	0
17	Endereço do 1º operando TI da área de redundância	0
18	Quantidade de operandos TI da área de redundância	0
19	Endereço do 1º operando M da área multiplexada	0
20	Quantidade de operandos M da área multiplexada	0
21	Quantidade de blocos de operandos multiplexados	0
22	Tipo de operando do Bloco 0	Memória (%M)
23	Endereço inicial do bloco 0	0
24	Posição inicial do bloco 0 se for tabela	0
25	Quantidade de operandos do bloco 0	0
26	Tipo de operando do Bloco 1	Memória (%M)
27	Endereço inicial do bloco 1	0
28	Posição inicial do bloco 1 se for tabela	0
29	Quantidade de operandos do bloco 1	0
30	Tipo de operando do Bloco 2	Memória (%M)

OK
Cancel
Configurar...

Figura 7-19. Tela de edição de blocos de redundância - continuação

Entre as linhas 1 e 18 da tela de edição de blocos de redundância, definem-se os blocos de redundância ciclo-a-ciclo, para cada um dos tipos de operandos permitidos (A, M, D, TM, TD, F, TF, I, TI).

Entre as linhas 19 e 21, definem-se informações gerais sobre os blocos de redundância multiplexados.

Finalmente, a partir da linha 22, definem-se os blocos de redundância multiplexados, havendo 4 linhas para a definição de cada bloco (22 a 25 para bloco 0, 26 a 29 para bloco 1, e assim por diante, até que finalmente 218 até 221 definem o bloco 49, conforme mostra a figura seguinte).

	Descrição	Valor
207	Endereço inicial do bloco 46	0
208	Posição inicial do bloco 46 se for tabela	0
209	Quantidade de operandos do bloco 46	0
210	Tipo de operando do Bloco 47	Memória (%M)
211	Endereço inicial do bloco 47	0
212	Posição inicial do bloco 47 se for tabela	0
213	Quantidade de operandos do bloco 47	0
214	Tipo de operando do Bloco 48	Memória (%M)
215	Endereço inicial do bloco 48	0
216	Posição inicial do bloco 48 se for tabela	0
217	Quantidade de operandos do bloco 48	0
218	Tipo de operando do Bloco 49	Memória (%M)
219	Endereço inicial do bloco 49	0
220	Posição inicial do bloco 49 se for tabela	0
221	Quantidade de operandos do bloco 49	0

Figura 7-20. Tela de edição de blocos de redundância – parte final

O usuário não precisa definir os blocos multiplexados que não existem. Por exemplo, se na linha 21 o usuário informou que existem 10 blocos multiplexados (0 a 9), só deve preencher até a linha 61 (final da definição do bloco 9).

O preenchimento da tela de edição de blocos de redundância é bastante simples e intuitivo. Além disso, o MasterTool encarrega-se das consistências necessárias, tais como:

- verificar se os blocos definidos estão declarados no módulo C000
- verificar se os blocos redundantes ciclo-a-ciclo encontram-se entre os primeiros 16384 bytes da memória externa
- verificar se as informações gerais sobre a área de redundância multiplexada são legais

Antes de fazer a alocação de memória redundante, deve-se ler cuidadosamente a seção *Memória Redundante* no capítulo *Princípios de Funcionamento*.

Definição do Tempo de Ciclo Máximo

A partir da tela da Figura 7-17, clicando no botão Tempo De Ciclo Máximo, aparece a tela mostrada na figura seguinte.

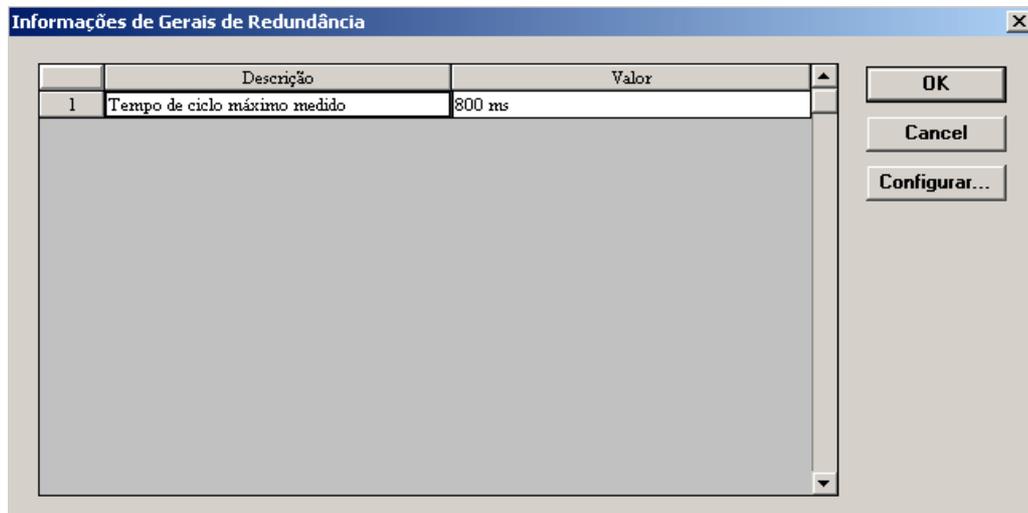


Figura 7-21. Tela de edição do tempo de ciclo máximo medido

Clicando sobre o campo de valor, observa-se que este parâmetro pode ser selecionado entre 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 ou 800 ms.

Como neste instante ainda não se conhece o tempo de ciclo máximo da aplicação, deve-se deixar o parâmetro com o valor 800 ms (valor máximo). Posteriormente, na etapa 9, este valor será ajustado.

Definição de Troca Automática de Endereços

A partir da tela da Figura 7-17, clicando no botão Troca Automática De Endereços, aparece a tela mostrada na figura seguinte.

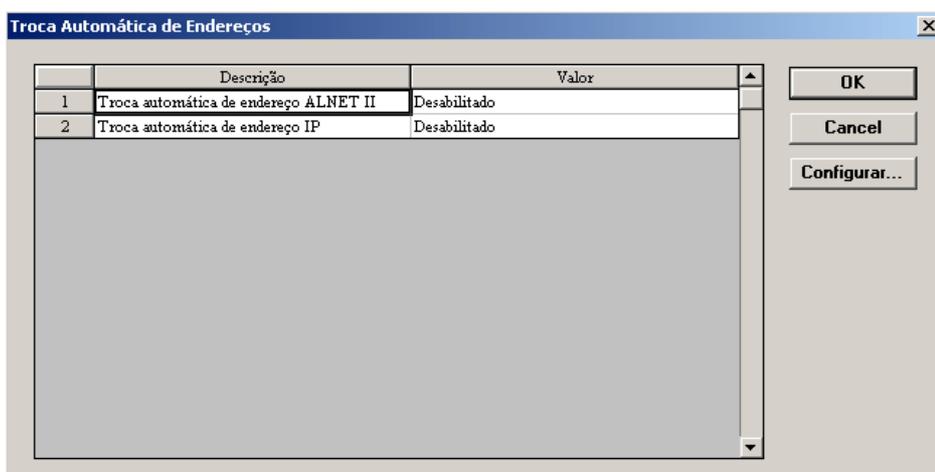


Figura 7-22. Tela de edição de opções gerais de redundância

Nesta tela, dois parâmetros podem ser editados, conforme descreve-se nas seguintes sub-seções.

Troca automática de endereço ALNET II

Caso esta opção esteja habilitada, os endereços de nó ALNET II dos CP1 e CP2 podem ser modificados automaticamente, quando houver um switchover. Neste caso, o endereço de nó ALNET II ímpar, atribuído no módulo C000 ao CP1, é atribuído àquele CP que estiver no estado ativo. Além disso, o CP que não estiver no estado ativo, recebe o endereço de nó ALNET II par, atribuído no módulo C000 ao CP2.

Esta opção deve ser habilitada quando a rede ALNET II do CP for utilizada e outros nós da rede ALNET II forem clientes (mestres) do CP redundante. Neste caso, estes clientes devem sempre utilizar o endereço ímpar para falar com o CP ativo, e o endereço par para falar com o CP não ativo.

ATENÇÃO:

Para o bom funcionamento desta característica, é absolutamente necessário seguir as recomendações de configuração do endereço ALNET II no módulo C000, descritas na Etapa 4.

Troca automática de endereço IP - Ethernet

Caso esta opção esteja habilitada, os endereços de IP dos CP1 e CP2 podem ser modificados automaticamente, quando houver um switchover. Neste caso, o byte menos significativo do endereço IP ímpar, atribuído no módulo C000 ao CP1, é atribuído àquele CP que estiver no estado ativo. Além disso, o CP que não estiver no estado ativo, recebe o byte menos significativo do endereço IP par, atribuído no módulo C000 ao CP2.

Esta opção *pode* ser habilitada quando a rede Ethernet do CP for utilizada e outros nós da rede Ethernet forem clientes (mestres) do CP redundante. Neste caso, estes clientes devem sempre utilizar o endereço IP com byte menos significativo ímpar para falar com o CP ativo, e o endereço IP com byte menos significativo par para falar com o CP não ativo.

Esta estratégia, no entanto, apresenta inconvenientes em redes Ethernet, que não são percebidos, por exemplo, na rede ALNET II. Na rede Ethernet TCP/IP, as mensagens de comunicação especificam não somente o endereço IP (lógico), mas também o endereço MAC (físico) do módulo Ethernet. Quando o endereço IP é modificado, é necessário que os demais clientes percebam que uma nova correspondência entre IP e MAC existe. Isto será percebido através de erros de comunicação sucessivos (mensagens com IP e MAC descasados), que depois de algum tempo irão causar um processo de ARP (address resolution protocol) nos clientes, que irá determinar a nova correspondência entre endereços IP e MAC. Somente depois deste ARP a comunicação voltará a funcionar. O problema maior é que alguns sistemas operacionais, entre os quais o Windows, tardam muito para executar um ARP quando ocorrem erros de comunicação.

ATENÇÃO:

Para o bom funcionamento desta característica, é absolutamente necessário seguir as recomendações de configuração do endereço IP no módulo C000, descritas na Etapa 4.

Etapa 7 – Desenvolver o Ladder de Usuário do Projeto do CP1

Nesta etapa, o usuário deve desenvolver o código ladder para 3 módulos de programa, e descrever tags para operandos referenciados nestes módulos:

- P-USER.099: representa a aplicação do usuário saltável (ver Figura 4-2), isto é, a parte principal da aplicação do usuário.
- P-USNSAL.098: representa a aplicação do usuário não saltável (ver Figura 4-2), caso seja necessário. Tal aplicação deve se restringir a poucas instruções, como por exemplo, instruções ECR e LTR que, uma vez iniciadas, não podem ser saltadas antes de seu término.
- E018, caso seja necessária uma interrupção de tempo.

Obviamente, cada um destes 3 módulos poderá chamar outros módulos P ou F e assim sucessivamente, através de instruções CHP ou CHF (programação estruturada por módulos).

ATENÇÃO:

Quando o usuário abre os módulos P-USER.099 e P-USNSAL.098 pela primeira vez, encontrará neles apenas uma lógica com uma instrução NEG, que pode ser eliminada depois que o usuário inserir outra lógica. Esta lógica existe pois é impossível criar um módulo totalmente vazio. Os módulos P-USER.099 e P-USNSAL.098 são chamados dentro do módulo E001 criado pelo Wizard na etapa 2.

O módulo E018, por sua vez, não é criado pelo Wizard na etapa 2, e deve ser criado pelo usuário se for necessário utilizá-lo.

ATENÇÃO:

O usuário não deve alterar os módulos E001, P-2007PB.000, P-3406S.002, P-3406D.002 e P-ESCLOG.003. Estes módulos já são criados pelo Wizard em sua forma final.

CUIDADO:

O tempo de execução máximo do módulo P-USNSAL.099 não pode ser superior a 50 ms. Conforme informado anteriormente, neste módulo deve-se colocar apenas instruções críticas que não podem ser saltadas.

CUIDADO:

Embora o MasterTool permita, o período do módulo E018 não deve ser programado abaixo de 10 ms. Além disso, o tempo máximo de um ciclo de E018 não deve exceder 25% de seu período.

CUIDADO:

Caso o módulo E018 seja utilizado num CP com AL-2007, dentro dele não podem ser chamados módulos F ou instruções que façam acesso a coprocessadores (exemplos: F-2005.016, instrução LAI).

Etapa 8 – Equalizar o Projeto do CP2 com o Projeto do CP1

Nas etapas 4 a 7 diversas operações foram realizadas apenas no projeto do CP1, conforme orientação fornecida na etapa 3.

A etapa 8 deve ser executada para que todas as operações realizadas no projeto do CP1, nas etapas 4 a 7, sejam refletidas no projeto do CP2, com as necessárias adaptações. Deve-se executar esta etapa antes da carga do projeto nos CP1 e CP2, seja a aplicação final, seja uma aplicação intermediária para testes.

Esta etapa é realizada selecionando o menu Edição / Redundância do MasterTool, seguida do acionamento do botão Equalizar Projeto do CP2, mostrado na figura seguinte.

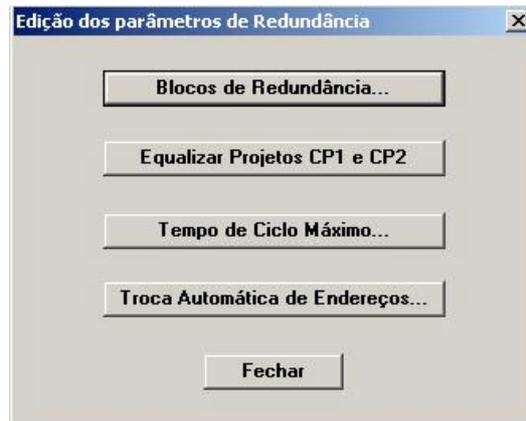


Figura 7-23. Equalização do projeto do CP2

Ao acionar este botão, o MasterTool executa as seguintes ações automaticamente:

- informa que os mesmos módulos compõem os dois projetos, com exceção do módulo C000 que é ligeiramente diferente para os dois projetos
- ajusta o módulo C000 do CP2 a partir do módulo C000 do CP1, executando apenas duas alterações:
 - o endereço de nó ALNET II da UCP AL-2004 do CP1 é incrementado para formar o endereço ALNET II da UCP AL-2004 do CP2. Se o endereço ALNET II do CP1 não for ímpar, nem menor do que 30, uma mensagem de erro é exibida e a equalização não ocorre.
 - caso exista alguma configuração Ethernet para o CP1 diferente da padrão (0.0.0.0), o byte menos significativo do endereço IP do CP1 é incrementado para formar o byte menos significativo do endereço IP do CP2, e os 3 bytes mais significativos são copiados sem alterações. Se o byte menos significativo do endereço IP do CP1 não for ímpar, nem menor do que 255, uma mensagem de erro é exibida e a equalização não ocorre.
- copia os arquivos de tags para operandos do CP1 para os arquivos de tags para operandos do CP2

Etapa 9 – Ajustar o Tempo de Ciclo Máximo Medido

Na Etapa 6 (ver Figura 7-21), o parâmetro “Tempo de ciclo máximo medido” foi deixado com seu valor default gerado pelo Wizard, isto é, 800 ms.

Depois que o usuário terminar sua aplicação (no final da Etapa 8), no entanto, este tempo pode ser reduzido. Se isto for feito, o tempo de switchover de redundância pode ser otimizado, ou seja, diminuído.

O seguinte procedimento deve ser utilizado para determinar um valor adequado para este tempo:

1. O usuário deve medir o tempo de ciclo máximo real de sua aplicação, através do menu Estado / Informações do MasterTool (exemplo: 130 ms).
2. Sobre este valor, deve adicionar 20% (exemplo: $130 * 1,2 = 156$ ms)
3. Este valor deve ser arredondado para o múltiplo de 100 ms imediatamente superior (exemplo: 200 ms).
4. Este valor (exemplo: 200 ms) deve ser programado no parâmetro “Tempo de ciclo máximo medido”.

ATENÇÃO:

Depois de fazer esta alteração, deve-se carregar o módulo P-2007PB.000 nos dois CPs, e reinicializá-los.

Etapa 10 – Ajustar o Tempo de Cão de Guarda PROFIBUS

O tempo de cão de guarda da rede PROFIBUS deve ser programado somando 1000 ms ao parâmetro “Tempo de ciclo máximo medido”, ajustado na Etapa 9 (exemplo: 200 ms + 1000 ms = 1200 ms).

Esta configuração deve ser alterada no projeto gerado via ProfiTool (ver tela da Figura 7-7), e a seguir carregada em todos os módulos AL-3406 dos elementos centrais CP1 e CP2.

ATENÇÃO:

Deve-se ter o cuidado para não confundir este tempo de cão-de-guarda com o “Watchdog time” apresentado na tela da Figura 7-6. Deve-se alterar apenas o campo “Watchdog control” na tela da Figura 7-7.

8. Gerenciamento do Endereço IP das Interfaces Ethernet

Cada CP do sistema redundante (CP1 e CP2) tem uma interface Ethernet. Quanto ao endereço IP destas interfaces, existem duas possibilidades de gerenciamento:

1. Os IPs serem fixos, isto é, o CP1 sempre terá o IP1 e o CP2 sempre terá o IP2.
2. Os IPs serem trocados de acordo com o estado do CP, conforme descreve-se na seção *Troca automática de endereço IP - Ethernet* do capítulo *Programação*. Desta maneira, o CP ativo sempre terá o mesmo “IP ativo”, e o outro CP sempre terá o mesmo “IP não ativo”.

O segundo método não é recomendado, devido a dificuldades que pode causar com clientes TCP/IP destes CPs, tais como estações de supervisão ou outros CPs. Se o endereço IP é mudado dinamicamente, como ocorre neste método, é necessário que a estação cliente execute um ARP (Address Resolution Protocol) para ajustar uma nova associação entre o endereço IP e o endereço MAC (físico). Em alguns casos, o sistema operacional da estação cliente pode demorar muito para executar este ARP, e a comunicação Ethernet ficará indisponível neste intervalo.

O método sugerido é fazer com que a estação cliente perceba que houve switchover, e gerencie ela mesma a troca de endereços IP. Neste método, é necessário considerar que, num sistema redundante, existem três áreas de comunicação de interesse:

- a área de diagnósticos e comandos de manutenção do CP1, que sempre terá endereço IP1.
- a área de diagnósticos e comandos de manutenção do CP2, que sempre terá endereço IP2.
- a área de variáveis de processo, que deve ser endereçada dinamicamente (IP1 se o CP1 for ativo, IP2 se o CP2 for ativo). A estação cliente descobre o CP ativo monitorando o operando LCEST dos dois CPs, em suas respectivas áreas de diagnósticos citadas anteriormente.

Executar esta tarefa pode exigir a implantação de scripts ou lógicas especiais nos supervisórios. Um exemplo é o produto AL-2765, que gerencia esta tarefa para o Sistema de Supervisão InTouch®. O AL-2765, além disso, executa outras funções, como redundância de servidores de base de dados de tempo real para o InTouch®.

Uma alternativa simples, independente do sistema de supervisão utilizado, é utilizar o software AL-2785 (Driver de Comunicação OPC Ethernet ALNET II), que gerencia automaticamente a troca de endereço IP da área de variáveis do processo.

9. Instalação

A arquitetura dos elementos centrais já foi referida na Figura 3-2 (a) e (b).

Para instalação dos demais módulos, que não o AL-2007, deve-se consultar seus próprios manuais de utilização.

Quanto ao AL-2007, o procedimento de instalação é descrito a seguir:

1. Com os dois CPs desenergizados, inserir os módulos AL-2007 na posição 0 dos bastidores. Certificar-se de que a conexão com o barramento do bastidor está firme, e fixar firmemente os manípulos.
2. Conectar o cabo AL-1366 entre os conectores REDUND dos dois AL-2007 redundantes, fixando bem os conectores entre os módulos e cabo através dos parafusos do cabo. Consultar a Figura 3-6 para maiores detalhes.
3. Conectar o cabo AL-2300 entre o conector REMOTE I/O de cada módulo e o terminador/derivador AL-2600 correspondente ao módulo. Fixar bem os conectores entre cada módulo e seu cabo AL-2300 através dos parafusos do cabo. Fixar firmemente, também, os terminais do cabo AL-2300 aos bornes do AL-2600 correspondente. Finalmente, interligar os dois AL-2600 entre si também através de um pequeno cabo AL-2301. Consultar a Figura 3-6 para maiores detalhes.
4. Instalar um Painel de Comando de Redundância, conforme instruções contidas na seção *Painel de Comando da Redundância* do capítulo *Configuração*. Para maiores detalhes, consultar as Figura 3-3, Figura 3-4 e Figura 3-5.

10. Operação

Painel de Comando da Redundância

Este painel (ver Figura 3-5) disponibiliza informações para o usuário sobre o estado da redundância (ver Tabela 3-5). Para maiores informações sobre os estados da redundância, consultar o capítulo *Princípios de Funcionamento*.

No Painel de Comando da Redundância existem dois botões para cada CP, que permitem executar as seguintes funções:

- botão CP1 RESERVA:
 - se o CP1 estiver em estado ativo, e o CP2 em estado reserva, faz com que o CP1 vá para o estado reserva e o CP2 vá para o estado ativo
 - se o CP1 estiver em estado inoperante ou em estado desconfigurado, comanda uma configuração do CP1. Depois disso, o CP1 normalmente vai para o estado reserva.
- botão CP2 RESERVA:
 - se o CP2 estiver em estado ativo, e o CP1 em estado reserva, faz com que o CP2 vá para o estado reserva e o CP1 vá para o estado ativo
 - se o CP2 estiver em estado inoperante ou em estado desconfigurado, comanda uma configuração do CP2. Depois disso, o CP2 normalmente vai para o estado reserva.
- botão CP1 INOPERANTE / RELIGAR CP2:
 - se o CP1 estiver em estado ativo e estiver mantendo o CP2 desligado, provoca o religamento do CP2. Esta situação pode ser identificada pelo piscamento da lâmpada INOPERANTE do CP1.
 - se o CP1 estiver em estado reserva, o CP1 vai para o estado inoperante.
- botão CP2 INOPERANTE / RELIGAR CP1:
 - se o CP2 estiver em estado ativo e estiver mantendo o CP1 desligado, provoca o religamento do CP1. Esta situação pode ser identificada pelo piscamento da lâmpada INOPERANTE do CP2.
 - se o CP2 estiver em estado reserva, o CP2 vai para o estado inoperante.

Operação via Estação de Supervisão

Conforme já foi descrito no capítulo *Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema*, existem alguns operandos reservados para funções de operação e visualização de estado, que tipicamente são executadas através de uma estação de supervisão. Entre estes operandos, pode-se citar:

- Visualização de Estado (leituras dos CP1 e CP2 para a estação de supervisão):
 - estado da configuração do AL-2007 (LCCFGR)
 - estado da redundância deste CP (LCEST)
 - estado da redundância do outro CP (RMEST)
 - qualificador do estado do outro CP (QRMEST)
- Operação (escritas da estação de supervisão para os CP1 e CP2):
 - passar este CP para reserva (LCCPRES)
 - passar este CP para inoperante (LCCPINO)
 - passar o outro CP para reserva (RMCPRES)
 - passar o outro CP para inoperante (RMCPINO)
 - religar o outro CP (RMCPRLG)

ATENÇÃO:

Do ponto de vista de operação, observa-se que há duas maneiras de passar um CP para reserva ou inoperante. A primeira é enviar um comando para o próprio CP (LCCPRES ou LCCPINO), e a segunda é enviar um comando para o outro CP (RMCPRES ou RMCPINO). Devido à possibilidade de perda da comunicação Ethernet com um dos CPs, recomenda-se que as duas alternativas sejam executadas, simultaneamente, pela estação de supervisão. Desta maneira, haverá maiores chances de sucesso.

Cuidados Especiais na Energização

CUIDADO:

Se um CP estiver operando no estado ativo e outro CP estiver desligado, não se deve ligar o segundo CP sem interligação entre ambos via conectores REDUND e REMOTE I/O. O CP desligado não detectará o CP ativo, e também entrará no estado ativo.

ATENÇÃO:

Considere-se uma situação em que haja falha total na interface PROFIBUS mestre do CP1, e que o CP1 e CP2 sejam energizados simultaneamente. O CP1, apesar da falha, assumirá como ativo, pois o CP2 ainda não está em estado reserva e apto a assumir o controle. Neste caso o CP2, mesmo que sua rede PROFIBUS esteja íntegra, detecta falha na rede, pois o teste da rede PROFIBUS no CP reserva consiste em comunicar-se com o CP ativo (CP1, cuja interface PROFIBUS está em falha). Conseqüentemente, o CP2 irá para o estado inoperante. Para conseguir colocar o CP2 no estado ativo em uma situação como esta, deve-se desligar o CP1, ou energizá-lo cerca de 3 segundos depois do CP2.

11. Manutenção

LEDs de Diagnóstico

O módulo AL-2007 possui os seguintes LEDs de diagnóstico:

- EX: estado de execução, que normalmente deve estar ligado. Caso não se encontre neste condição, devem ser observados os operandos de diagnóstico referidos na próxima seção.
- PG: não utilizado
- PC: comunicação via barramento com a UCP, que normalmente deve piscar. Como, no entanto, o piscamento pode ser bem rápido, pode se ter a falsa idéia de que está ligado. Neste caso, será observado um brilho reduzido em relação a LEDs permanentemente ligados, tais como EX. Caso não se encontre neste condição, devem ser observados os operandos de diagnóstico referidos na próxima seção.
- ER: erro. Normalmente desligado. Devem ser observados os operandos de diagnóstico referidos na próxima seção caso se encontre ligado.
- WD: watchdog. Ativação do erro de cão-de-guarda, devido a problema de hardware.
- TX ALNET I: transmissão de dados na rede ALNET I. Só pisca se estiver se comunicando com uma estação de diagnósticos (exemplo: MasterTool) via ALNET I.
- RX ALNET I: recepção de dados na rede ALNET I. Só pisca se estiver se comunicando com uma estação de diagnósticos (exemplo: MasterTool) via ALNET I.
- TX ALNET II: transmissão de dados na rede ALNET II. Normalmente deve estar piscando para indicar transmissão para o outro AL-2007.
- RX ALNET II: recepção de dados na rede ALNET II, ou eco da transmissão. Normalmente deve estar piscando para indicar recepção do outro AL-2007, mas também pisca para indicar o eco de suas próprias transmissões.

Operandos de Diagnóstico

No capítulo *Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema*, foram descritos diversos operandos reservados para funções de diagnóstico, que tipicamente são executadas através de uma estação de supervisão. Existem tanto operandos que fornecem informações de diagnóstico, como operandos que possibilitam executar comandos de manutenção.

A interface com estes operandos tipicamente é implementado via estação de supervisão.

Operandos com Informações de Diagnóstico

- LCCFGR: Estado da configuração do AL-2007
- SWF2007: Revisão de software do módulo F-2007.019
- SWE2007: Revisão de software do executivo do AL-2007
- LCEST: Estado da redundância deste CP
- RMEST: Estado da redundância do outro CP
- CICAR: Contador de transferências da área de redundância
- QRMEST: Qualificador do estado do outro CP

- LCNET2: Estado da comunicação de redundância na ALNET II
- TXOK2R: Transmissões ALNET II sem erro
- TXCOL2R: Transmissões ALNET II com erro de colisão
- TXUND2R: Transmissões ALNET II com erro de underrun
- TXACK2R: Transmissões ALNET II com erro de ACK de hardware
- TXERT2R: Transmissões ALNET II canceladas por esgotamento de retentativas
- RXTPC2R: Recepções ALNET II com erro de timeout de pacote
- TXBTX2R: Transmissões ALNET II sem buffer de TX
- RXOK2R: Recepções ALNET II sem erro
- RXCOL2R: Recepções ALNET II com erro de colisão
- RXOVR2R: Recepções ALNET II com Erro de Overrun
- RXCRC2R: Recepções ALNET II com erro de CRC
- RXALN2R: Recepções ALNET II com erro de alinhamento
- RXTAM2R: Recepções ALNET II com erro de tamanho
- TXTSV2R: Transmissões ALNET II com erro de timeout de serviço
- RXBRX2R: Recepções ALNET II com falta de buffers de RX
- DGRDND: Diagnóstico do canal REDUND
- IDCP: Identificação deste CP
- ERTIO: Diagnósticos do E/S remoto PROFIBUS
- ALMN207: Alarmes do AL-2007 para a estação de supervisão
- ALMN36A: Alarmes do AL-3406 da rede PROFIBUS A para a estação de supervisão
- ALMN36B: Alarmes do AL-3406 da rede PROFIBUS B para a estação de supervisão

Operandos para Comandos de Manutenção

- RSTLOG: zeramento do log de eventos, descrito adiante neste capítulo.
- RST2007: solicita que sejam resetadas as estatísticas da rede ALNET II do AL-2007 (provoca forçamento do valor 4000 no operando RSTNET2).
- LCCPRES: solicita passar o CP local para reserva
- LCCPINO: solicita passar o CP local para inoperante
- RMCPRES: solicita passar o CP remoto para reserva, acionando o operando CSRES
- RMC PINO: solicita passar o CP remoto para inoperante, acionando o operando CSINOP
- RMC PRLG: solicita religar o CP remoto, desacionando a saída RL_DSLG

Diagnósticos Através do Canal ALNET I do AL-2007

No canal ALNET I do AL-2007 pode-se conectar uma estação de diagnósticos, tal como o MasterTool por exemplo. Através dele pode-se obter informações tais como tempo de ciclo de varredura do AL-2007, estatísticas ALNET II, versão de software e outras (utilizar menu Estado / Informações do programador MasterTool). Normalmente este recurso é desnecessário, já que os operandos de diagnóstico, abordados na seção anterior, fornecem estas informações de diagnóstico e outras.

Log de Eventos e Programas EVCAPT/EVLOG

No capítulo *Descrição Detalhada dos Operandos Reservados para o Sistema* foi descrita a tabela de log de eventos (TABLOG: TM0003). A estrutura da tabela e código dos eventos foi definida naquele capítulo.

Esta tabela é um excelente recurso para rastreabilidade de eventos relacionados aos switchovers da redundância. Dezenas de eventos relacionados com falhas ou ações que podem determinar switchovers estão disponíveis.

No entanto, há duas melhorias que poderiam ser implementadas, relacionadas com esta tabela:

- ela é uma fila circular, com capacidade de armazenar apenas os 36 últimos eventos
- é trabalhoso interpretar os códigos numéricos nela disponíveis

Para implementar estas melhorias, foram desenvolvidos os softwares EVCAPT e EVLOG, compatíveis com Windows NT, 2000 e XP.

EVCAPT

O software EVCAPT deve ficar permanentemente em execução, e sua função é capturar os eventos da tabela de log (TABLOG), gravando-os em um arquivo de log num computador. A cada dia, é criado um arquivo de log para um CP (arquivo ASCII em formato CSV).

Este software pode ser executado, por exemplo, na mesma estação onde se encontra o software de supervisão, ou numa estação de manutenção separada. A conectividade do EVCAPT com os CP1 e CP2 é feita através da rede Ethernet.

Além disso, uma única cópia do EVCAPT pode se conectar a diversos pares de CPs redundante, de maneira simultânea.

A figura seguinte mostra a janela de interface do EVCAPT para um par de CPs redundantes.

Nome do CP	Endereço IP	Estado de Comunicação	Totais desde Início do Programa				Totais de Hoje			
			Evt Ins	PEvt Ins	Resets	Inter. Com.	Evt Ins	PEvt Ins	Resets	Inter. Com.
PROJ1	192.168.0.11	OK desde 18/01/2005 - 13:38:16 hs	5	1	0	0	5	1	0	0
PROJ2	192.168.0.12	OK desde 18/01/2005 - 13:38:16 hs	7	1	0	0	7	1	0	0

Figura 11-1. Interface do programa EVCAPT

Na região superior, de informações gerais, informa-se o diretório onde os arquivos estão sendo gravados, o número de CPs comunicando-se com o programa, e a data e hora em que o programa foi iniciado.

Na região inferior, existe uma linha para cada CP no log. Nela mostram-se diversas colunas:

- o nome do CP
- o endereço IP para comunicação com este CP via Ethernet
- o estado da comunicação com este CP (OK ou falha) via Ethernet, e a data/hora desde a qual este estado persiste
- o número de eventos inseridos no log, colhidos da tabela TABLOG (hoje e desde o início do programa)
- o número de pseudo-eventos inseridos no log (hoje e desde o início do programa), ou seja, eventos que o próprio EVCAPT criou ou detectou, como por exemplo, falhas e normalização de comunicação via Ethernet, início do programa, e comandos de reset da tabela de eventos.
- o número de resets da tabela de eventos (hoje e desde o início do programa). Ver operando RSTLOG.
- o número de interrupções de comunicação via Ethernet (hoje e desde o início do programa).

Além disso, existem botões para chamar o programa EVLOG e para terminar o programa em qualquer instante.

EVLOG

Ao acionar o botão EVLOG dentro do EVCAPT, surge a seguinte janela.

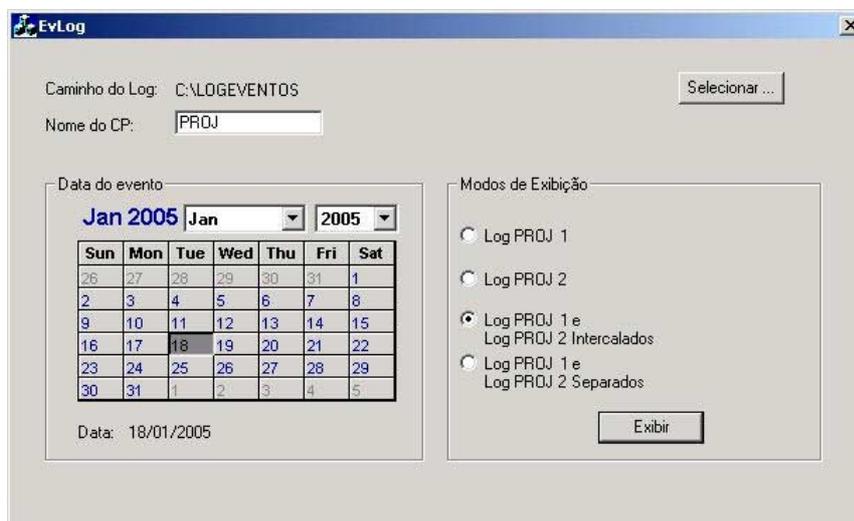


Figura 11-2. Tela de interface do EVLOG

Na primeira vez em que EVLOG é utilizado, deve-se utilizar o botão Selecionar para informar o diretório onde os arquivos CSV são armazenados pelo EVCAPT.

No campo “Nome do CP” seleciona-se o nome do projeto redundante, que define um par de CPs.

Através do calendário, é possível selecionar a data para a qual se deseja exibir os eventos.

Finalmente, é possível selecionar até 4 modos de exibição, antes de pressionar o botão Exibir.

Na figura seguinte, exibe-se a tela resultante ao pressionar-se o botão Exibir, no modo “Log PROJ1 e Log PROJ2 Intercalados”.

```

evlog.txt - Altus
View Help
A B ab ?
PROJ1) 13:38:16 hs CICAR=0/00000 Código=990 Valor=0000H Início de EVCAPT
PROJ2) 13:38:16 hs CICAR=0/00000 Código=990 Valor=0000H Início de EVCAPT
PROJ2) 13:39:02 hs CICAR=1/16437 Código=202 Valor=3000H Memória de erros AL-3406 A mudou para: Comunicação em modo n
PROJ2) 13:39:02 hs CICAR=1/16437 Código=204 Valor=3000H Memória de erros AL-3406 B mudou para: Comunicação em modo n
PROJ1) 13:39:03 hs CICAR=0/16438 Código=014 Valor=0000H Passou do estado ATIVO para RESERVA devido a botão ou comand
PROJ2) 13:39:03 hs CICAR=0/16438 Código=022 Valor=0002H Operando LCEST do AL-2007 de Redundância mudou para: RESERVA
PROJ2) 13:39:03 hs CICAR=0/16438 Código=016 Valor=0000H Passou do estado RESERVA para ATIVO
PROJ2) 13:39:03 hs CICAR=0/16438 Código=022 Valor=0001H Operando LCEST do AL-2007 de Redundância mudou para: ATIVO
PROJ2) 13:39:03 hs CICAR=0/16438 Código=023 Valor=0002H Operando RMEST do AL-2007 de Redundância mudou para: RESERVA
PROJ1) 13:39:05 hs CICAR=0/16439 Código=023 Valor=0001H Operando RMEST do AL-2007 de Redundância mudou para: ATIVO
PROJ1) 13:39:05 hs CICAR=0/16463 Código=202 Valor=1000H Memória de erros AL-3406 A mudou para: Comunicação OK em mod
PROJ1) 13:39:05 hs CICAR=0/16463 Código=204 Valor=1000H Memória de erros AL-3406 B mudou para: Comunicação OK em mod
PROJ2) 13:39:06 hs CICAR=1/16466 Código=202 Valor=0000H Memória de erros AL-3406 A mudou para: Comunicação OK em mod
PROJ2) 13:39:06 hs CICAR=1/16466 Código=204 Valor=0000H Memória de erros AL-3406 B mudou para: Comunicação OK em mod

```

Figura 11-3. Tela de exibição de eventos

Instalação de EVCAPT e EVLOG

1. No CD que acompanha o produto AL-2007, encontra-se o diretório EVCAPT_LOG. Devem ser copiados todos os arquivos deste diretório para o local onde se deseja que os programas fiquem instalados no microcomputador.
2. Executar o batch “Instalar.bat”.
3. Criar um diretório onde se deseja armazenar os arquivos de log (tipo CSV) gerados pelo programa EVCAPT.EXE. No exemplo apresentado nas figuras anteriores, utilizou-se o diretório C:\LOGEVENTOS.
4. Editar o arquivo ORION.INI, definindo:
 - número de CPs que deve ser monitorado pelo logger, que deve ser um número par, visto que tratam-se de pares redundantes. Isto é feito no campo "QtDCPs" sob a chave [Orion].
 - diretório onde se deseja armazenar os arquivos CSV, criado no item 3 anterior. Isto é feito no campo “Path” sob a chave [DiretorioCSV].
5. Utilizar o modelo disponível, com 2 CPs (chaves [CP001] e [CP002]) e criar tantos CPs quantos foram definidos no campo "QtDCPs" sob a chave [Orion]. As chaves devem ser [CP001], [CP002], [CP003], etc.

6. Em cada chave [CPxxx] deve-se ajustar:
 - campo “Nome” (este campo deve terminar com 1 ou 2, para cada um dos dois CPs que formam um par redundante)
 - campo “IP”

ATENÇÃO:

Em alguns casos, o programa EVCAPT poderá estar instalado no mesmo computador onde está instalado o programador MasterTool. O EVCAPT, assim como o programador MasterTool, se utiliza do programa ORION para comunicação com os CPs via Ethernet. Portanto, as duas instâncias do programa ORION devem estar na mesma revisão de software, nos diretórios onde foram instalados ambos os programas.

O EVCAPT, quando iniciado, configura o programa ORION para nunca ser fechado. O programa ORION só terminará ao se desligar do computador, ou se for cancelado através do Gerenciador de Tarefas do Windows. Desta forma, o EVCAPT continua se comunicando com os CPs após alguma finalização do MasterTool, que sempre tenta fechar o ORION.

Para que o ORION seja configurado no modo “não fechar”, após a energização do computador, deve-se primeiro executar o EVCAPT e depois o MasterTool.

Manutenção Preventiva

As rotinas de manutenção preventiva do AL-2007 são descritas a seguir:

1. Verificar a perfeita conexão do módulo no bastidor, e se os manípulos estão fixados.
2. Verificar se o cabo AL-1366 está bem conectado e fixado com parafusos no conector REDUND.
3. Verificar se o cabo AL-2300 está bem conectado e fixado com parafusos no conector REMOTE I/O. Verificar também estes cabos estão bem fixados na outra extremidade, ou seja, nos terminadores/derivadores AL-2600. Verificar também se a conexão entre os AL-2600 bem estabelecida.
4. Verificar as revisões de software disponíveis para o produto AL-2007 e outros módulos no elemento central, bem como dos softwares de programação MasterTool e ProfiTool. O departamento de Suporte da Altus deve ser consultado se houver necessidade de atualização do produto.

12. Glossário

Algoritmo	Seqüência finita de instruções bem definidas, objetivando à resolução de problemas.
Barramento	Conjunto de sinais elétricos agrupados logicamente com a função de transferir informação e controle entre diferentes elementos de um subsistema.
Barramento	Conjunto de módulos de E/S interligados a uma UCP ou cabeça de rede de campo.
Barramento local	Conjunto de módulos de E/S interligados a uma UCP.
Barramento remoto	Conjunto de módulos de E/S interligados a uma cabeça de rede de campo.
Bastidor	Alojamento mecânico com diversos slots para inserção de módulos eletrônicos.
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.
Byte	Unidade de informação composta por oito bits.
Cabeça de rede de campo	Módulo escravo de uma rede de campo. É responsável pela troca de dados entre seus módulos e um mestre de rede de campo.
Canal serial	Interface de um equipamento que transfere dados no modo serial.
Ciclo de varredura	Uma execução completa do programa aplicativo de um controlador programável.
Circuito de cão de guarda	Circuito eletrônico destinado a verificar a integridade do funcionamento de um equipamento.
Código comercial	Código do produto, formado pelas letras 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.
Download	Carga de programa ou configuração no CP.
E/S	Veja entrada/saída.
EIA RS-485	Padrão industrial (nível físico) para comunicação de dados.
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.
Expansor de barramento	Módulo que interliga um segmento de barramento em outro
Fiação de campo	Cabos que conectam sensores, atuadores e outros dispositivos do processo/máquina nos módulos de E/S da Série Ponto.
Flash EPROM	Memória não-volátil, que pode ser apagada eletricamente.
Hardware	Equipamentos físicos usados em processamento de dados onde normalmente são executados programas (software).
Hot-standby	Configuração dupla de equipamentos redundantes, onde um equipamento encontra-se em estado ativo, e outro em estado reserva, sendo que o equipamento em estado reserva está energizado e pronto para assumir como ativo em caso de falha no equipamento em estado ativo.
IEC 1131	Norma genérica para operação e utilização de CPs.
IEC Pub. 144 (1963)	Norma para proteção contra acessos incidentais e vedação contra água, pó ou outros objetos estranhos ao equipamento.
IEC-536-1976	Norma para proteção contra choque elétrico.
IEC-801-4	Norma para testes de imunidade a interferências por trem de pulsos.
IEEE C37.90.1 (SWC)	SWC significa Surge Withstand Capability. Esta norma trata da proteção do equipamento contra ruídos tipo onda oscilatória.

Interface	Dispositivo que adapta elétrica e/ou logicamente a transferência de sinais entre dois equipamentos.
Interface de rede de campo	Módulo mestre de redes de campo, localizado no barramento local e destinado a fazer a comunicação com cabeças de rede de campo.
Interrupção	Evento com atendimento prioritário que temporariamente suspende a execução de um programa e desvia para uma rotina de atendimento específica
ISOL.	Sigla usada para indicar isolado ou isolamento.
kbytes	Unidade representativa de quantidade de memória. Representa 1024 bytes.
LED	Sigla para light emitting diode. É um tipo de diodo semiconductor que emite luz quando estimulado por eletricidade. Utilizado como indicador luminoso.
Linguagem Assembly	Linguagem de programação do microprocessador, também conhecida como linguagem de máquina.
Linguagem de programação	Um conjunto de regras e convenções utilizado para a elaboração de um programa.
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 seqüencialmente constitui um módulo de programa.
MasterTool	Identifica o programa Altus para microcomputador, executável em ambiente WINDOWS®, que permite o desenvolvimento de aplicativos para os CPs das séries Ponto, Piccolo, AL-2000, AL-3000 e Quark. Ao longo do manual, este programa é referido pela própria sigla ou como programador MasterTool.
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.
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.
Posta em marcha	Procedimento de depuração final do sistema de controle, quando os programas de todas as estações remotas e UCPs são executados em conjunto, após terem sido desenvolvidos e verificados individualmente.
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 determinística	Rede de comunicação onde a transmissão e a recepção de informações entre os diversos nós é garantida com um tempo máximo conhecido.
Rede de comunicação mestre-escravo	Rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas somente a partir de um único nó (mestre da rede) ligado ao barramento de dados. Os demais nós da rede (escravos) apenas respondem quando solicitados.
Rede de comunicação multimestre	Rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas por qualquer nó ligado ao barramento de dados.
Ripple	Ondulação presente em tensão de alimentação contínua.
RX	Sigla usada para indicar recepção serial.
Segmento de barramento	Parte de um barramento. Um barramento local ou remoto pode ser dividido em, no máximo, quatro segmentos de barramento.
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.
Slot	Posição para inserção de um módulo em um bastidor.
Software	Programas de computador, procedimentos e regras relacionadas à operação de um sistema de processamento de dados.
Soquete	Dispositivo no qual se encaixam circuitos integrados ou outros componentes, facilitando a substituição dos mesmos e simplificando a manutenção.
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.
Supervisão	O mesmo que Estação de Supervisão.
Tag	Nome associado a um operando ou a uma lógica que permite uma identificação resumida de seu conteúdo.
Switchover	Procedimento de troca de controle em um sistema redundante, onde um novo sub-sistema assumirá o estado ativo.
Terminação de barramento	Componente que deve ser conectado no último módulo de um barramento.
Time-out	Tempo preestabelecido máximo para que uma comunicação seja completada. Se for excedido procedimentos de retentiva ou diagnóstico serão ativados.
Toggle	Elemento que possui dois estados estáveis, trocados alternadamente a cada ativação.
Trilho	Elemento metálico com perfil normalizado segundo a norma DIN50032, também chamado de trilho TS35.
Troca a quente	Procedimento de substituição de módulos de um sistema sem a necessidade de desenergização do mesmo. Normalmente utilizado em trocas de módulos de E/S.
TX	Sigla usada para indicar transmissão serial.
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.
UCP ativa	Em um sistema redundante, a UCP ativa realiza o controle do sistema, lendo os valores dos pontos de entrada, executando o programa aplicativo e acionando os valores das saídas.
UCP inoperante	É a UCP que não está no estado ativo (controlando o sistema) nem no estado reserva (supervisionando a UCP ativa). Não pode assumir o controle do sistema.
UCP redundante	Corresponde à outra UCP do sistema, como, por exemplo, a UCP2 em relação à UCP1 e vice-versa.
UCP reserva	Em um sistema redundante, é a UCP que supervisiona a UCP ativa, não realizando o controle do sistema, mas estando pronta para assumir o controle em caso de falha na UCP ativa.
Upload	Leitura do programa ou configuração do CP.
Varistor	Dispositivo de proteção contra surto de tensão.
WD	Sigla para cão de guarda em inglês (watchdog). Veja circuito de cão de guarda.
Word	Unidade de informação composta por 16 bits.