PROFINET

Guia de Projeto

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

PROFINET No.: 8.062

Este documento foi criado pelo grupo de trabalho do "Guia de Instalação" (CB/PG3) da PROFIBUS User Organization.

Publicado por:

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.

Haid-und-Neu-Str. 7

76131 Karlsruhe

Germany

Phone: +49 721 / 96 58 590

Fax: +49 721 / 96 58 589

info@profibus.com

www.profinet.com

Todos os direitos reservados, incluindo reimpressão, reprodução (fotocopia, microfilme), armazenamento em sistemas de processamento de dados e tradução, tanto em parte como no todo.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Registro de revisões

Versão	Data	Alterações / histórico
1.04	18.11.2010	Versão Final
1.05	11.06.2013	Versão interna, não publicada
1.06 a 1.10	---	Versões internas, não publicadas
1.11	05.08.2014	PoE e cabos de 4 pares. Considerações sobre a melhora do desempenho. Mudança de Layout para DIN A4
1.12	16.11.2014	Modificações e comentários acrescentados à versão em Inglês pela A.V. Internal Version, não publicada
1.13	20.11.2014	Consolidação dos comentários de revisão por WG Chair
1.14	30.12.2014	Comentários de revisão após revisão integrada pelo Advisory Board

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Sumário

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 PREFÁCIO 13

1.2 EXCLUSÃO DE RESPONSABILIDADE 14

1.3 DOCUMENTOS PNO 15

1.4 NORMAS CITADAS 16

1.5 SÍMBOLOS E SEUS SIGNIFICADOS 18

1.5.1 Símbolos para estruturação de texto 18

1.5.2 Símbolos para componentes 19

1.5.3 Símbolos para cabos PROFINET 21

1.5.4 Símbolos para áreas 22

1.6 MODELO PARA DOCUMENTAÇÃO DE PROCESSO DE PROJETO 23

1.7 SOBRE A ESTRUTURA DESTE GUIA 24

1.8 OBJETIVOS DO GUIA 26

2 ANÁLISES E CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES 27

2.1 DETERMINAÇÃO DOS CONCEITOS DE AUTOMAÇÃO 29

2.2 SELEÇÃO DE DISPOSITIVO 33

2.2.1 As Classes de conformidade PROFINET 34

2.2.2 Requisitos especiais de tempo 36

2.2.3 Outros critérios para seleção de dispositivo 39

2.3 DEFINIÇÕES DE TIPOS DE DISPOSITIVO 46

2.4 DOCUMENTAÇÃO DOS RESULTADOS 48

3 TOPOLOGIA DE REDE 49

3.1 TOPOLOGIA PROFINET 51

3.2 MEIOS DE TRANSMISSÃO APLICÁVEIS 55

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.2.1 Cabos de cobre PROFINET ... 57
3.2.2 Cabeação de fibra óptica PROFINET ... 64
3.2.3 Seleção dos conectores necessários ... 71
3.3 DISPOSITIVOS PREFERIDOS PARA INFRAESTRUTURA PRIMÁRIA ... *74*
3.4 DEFINIÇÃO DA TOPOLOGIA DE REDE ... 75
3.5 VERIFICAÇÃO E REFINAMENTOS DA TOPOLOGIA ... 80
3.6 DOCUMENTAÇÃO DA TOPOLOGIA ... 81
4 ASPECTOS ESPECIAIS DE PROJETO ... 83
4.1 USO DO "FAST STARTUP" ... 85
4.2 UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE CABOS EXISTENTE ... 86
4.3 CONEXÃO A REDES DE NIVEL SUPERIOR (REDE CORPORATIVA) ... 87
4.4 DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE REVISÃO DE FIRMWARE ... 89
4.5 PLANEJAMENTO DE PONTOS DE ACESSO PARA DIAGNÓSTICO DE REDE ... 90
4.6 UTILIZAÇÃO DE CABOS DE 4 PARES ... 92
4.7 DOCUMENTAÇÃO DE TOPOLOGIA DE REDE MODIFICADA ... 93
5 CONSIDERAÇÕES DE DESEMPENHO ... 94
5.1 CICLO DE TRANSMISSÃO PROFINET ... 96
5.1.1 Prioritização dos pacotes PROFINET e tecnologias de comutação ... 96
5.1.2 Tempo de atualização ... 97
5.1.3 Carga na rede ... 100
5.1.4 Tempo de resposta das cadeias de processamento ... 102
5.2 PLANEJAMENTO DO CICLO DE IO ... 106
5.2.1 Planejamento dos tempos de atualização ... 106
5.2.2 Definição da monitoração das comunicações PROFINET ... 108
5.3 VERIFICANDO O DESEMPENHO DA TOPOLOGIA DE REDE PLANEJADA ... 111
5.3.1 Verificando a line depth ... 111

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.3.2 Verificando a carga cíclica da rede em tempo real 115
5.3.3 Verificando a carga da rede em tempo não real 119
5.4 DOCUMENTANDO SUAS CONFIGURAÇÕES 123
6 PLANEJAMENTO DE FUNÇÕES ADICIONAIS 124
6.1 MAIOR DISPONIBILIDADE 126
6.2 TECNOLOGIA DE TRANSMISSÃO WIRELESS 132
6.3 POWER OVER ETHERNET 135
7 DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE DISPOSITIVO 136
7.1 ATRIBUIÇÃO DE NOMES 138
7.2 PLANEJAMENTO DE ENDEREÇOS IP 140
7.3 EXEMPLO DE UMA PLANTA PROFINET 143
8 RESUMO 151
9 ANEXO 153
9.1 ENDEREÇOS 154
9.2 GLOSSÁRIO 154
9.3 DETALHES SOBRE CABOS DE COBRE PROFINET 155
9.4 DETALHE SOBRE FIBRAS ÓPTICAS PROFINET 167
9.5 SELEÇÃO DE CONECTORES 172
9.6 EXEMPLOS DE CABEAMENTO 186
9.7 SELEÇÃO DE SWITCHES 193
9.8 FONTE DE ALIMENTAÇÃO 199
9.9 FERRAMENTA DE CÁLCULO DE CARGA NA REDE 206
10 INDICE 212

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Lista de figuras

Figura 1-1: Estrutura de Projeto 24
Figura 2-1: Mapa de uma planta com componentes pré-localizados 30
Figura 2-2: Exemplo de um layout para uma planta com atribuição especial 31
Figura 2-3: Classificação e conteúdo das classes de conformidade individuais 35
Figura 2-4: Abrangência dos requisitos de tempo de comunicação 38
Figura 2-5: Uso do PROFIsafe via PROFINET 42
Figura 2-6: Diferença entre switch integrado e switch separado 43
Figura 2-7: Exemplo de layout de uma planta com pré-seleção de dispositivo .. 46
Figura 3-1: Topologia Estrela 52
Figura 3-2: Topologia em Árvore 53
Figura 3-3: Topologias em linha com switches internos 54
Figura 3-4: Aplicação da tecnologia de fibras ópticas para EMI 64
Figura 3-5: Exemplo de topologia 74
Figura 3-6: Exemplo de automação de uma fábrica 77
Figura 3-7: Exemplo de automação de uma máquina 78
Figura 3-8: Exemplo de automação de processo 79
Figura 3-9: Exemplo de uma planta com topologia preliminar 82
Figura 4-1: Implementação do "Fast Start-Up" com PROFINET 85
Figura 4-2: Exemplo de planta com conexão à rede corporativa 87
Figura 4-3: Lendo a transmissão de dados via TAP 90
Figura 5-1: Priorização da comunicação em tempo teal com PROFINET 96
Figura 5-2: Ciclo de transmissão PROFINET 97
Figura 5-3: Carga da rede, ciclo de transmissão de 4 ms, clock de transmissão do controlador de 1 ms 98
Figura 5-4: Carga da rede, ciclo de transmissão de 4 ms, clock de transmissão do controlador de 4 ms 98
Figura 5-5: Exemplo de desenvolvimento de carga da rede durante um ciclo de transmissão 100
Figura 5-6: Ciclos na cadeia de processamento 102
Figura 5-7: Exemplos de ciclos na cadeia de processamento, tempo de resposta mais curto 102

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Figura 5-8: Exemplos de ciclos na cadeia de processamento, tempo de resposta mais longo ... 103
Figura 5-9: Carga de rede PROFINET cíclica em função do tempo de atualização e do número de nós de rede (pacotes PROFINET típicos) ... 106
Figura 5-10: Problemas de comunicação com threshold de erro 3 ... 108
Figura 5-11: Comparação entre valores de threshold baixo (3, esquerda) e alto (10, direita) ... 109
Figura 5-12: Exemplo de Line depth ... 111
Figura 5-13: Exemplo de Line depth reduzida ... 113
Figura 5-14: Exemplo de distribuição de carga na rede em uma aplicação de um único controlador ... 115
Figura 5-15: Exemplo de distribuição de carga na rede em uma aplicação multi-controlador ... 116
Figura 5-16: Exemplo de topologia com nós Ethernet padrão ... 119
Figura 5-17: Integração de nós padrão Ethernet ... 121
Figura 5-18: Topologia otimizada com carga de rede reduzida ... 122
Figura 6-1: Troca de dispositivos em uma topologia em linha ... 126
Figura 6-2: Troca de dispositivos em uma estrutura em estrela ou em árvore ... 127
Figura 6-3: Atualizando uma topologia em linha para uma estrutura em anel ... 127
Figura 6-4: Rede de planta de alta disponibilidade ... 129
Figura 6-5: Uso da tecnologia de transmissão wireless ... 132
Figura 6-6: Limitações de topologia com Power over Ethernet ... 135
Figura 7-1: Dispositivo PROFINET IO (como foi entregue) ... 138
Figura 7-2: Dispositivo PROFINET IO (alocação de endereço) ... 140
Figura 7-3: Estrutura geral do exemplo da planta ... 143
Figura 9-1: Cabo PROFINET tipo A ... 161
Figura 9-2: Cabo PROFINET PE ... 162
Figura 9-3: Cabo enterrado PROFINET ... 163
Figura 9-4: Cabo para esteira ... 164
Figura 9-5: Cabos para festões ... 165
Figura 9-6: Cabo de fibra óptica PROFINET ... 170
Figura 9-7: Cabo PROFINET FO para esteira móvel ... 171
Figura 9-8: Conector RJ45 push-pull típico com classificação IP65 ... 175
Figura 9-9: Conector RJ45 push-pull típico com classificação IP20 ... 175
Figura 9-10: Conector M12 código D típico ... 176

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Figura 9-11: Conector típico M12 Tipo X 176
Figura 9-12: Conector típico SCRJ push-pull com classificação IP20 178
Figura 9-13: Conector típico SCRJ push-pull com classificação IP65 179
Figura 9-14: Conector típico M12 híbrido 179
Figura 9-15: Módulo de distribuição RJ45 para montagem em trilho em ambientes IP20 182
Figura 9-16: Soquete de conexão RJ45 para ambientes IP65 / IP67 182
Figura 9-17: Conector de anteparo RJ45 Push-Pull para uso em painéis 184
Figura 9-18: Conector de anteparo M12 para uso em painéis 185
Figura 9-19: Exemplos de cabeação de cobre 186
Figura 9-20: Exemplo de uma cabeação de fibra óptica 188
Figura 9-21: Representação da atenuação para links de fibra óptica monomodo 190
Figura 9-22: Representação da atenuação para um link de fibra optica POF 191
Figura 9-23: Fluxograma: Seleção do método de aterramento 202
Figura 9-24: Aterramento múltiplo dos aterramentos do sistema 204
Figura 9-25: Sistema de medição para monitoração do potencial zero de terra .. 204
Figura 9-26: Interface de usuário da ferramenta de cálculo de carga na rede 206
Figura 9-27: Cálculo da carga na rede usando valores médios 208

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Lista de Tabelas

Tabela 1-1: Símbolos para estruturação de texto 18
Tabela 1-2: Símbolos para componentes 19
Tabela 1-3: Símbolos para cabos PROFINET 21
Tabela 1-4: Símbolos para áreas 22
Tabela 2-1: Canais de dados PROFINET 36
Tabela 2-2: Diferenciação entre aplicação e comunicação 37
Tabela 2-3: Tecnologias de conexão para dispositivos PROFINET 41
Tabela 2-4: Benefícios das duas opções de conexão de switch 44
Tabela 3-1: Distancias de separação mínima requerida para cabos PROFINET61
Tabela 3-2: Atenuação específica dos tipos de fibra 65
Tabela 3-3: Distâncias de transmissão de acordo com o tipo de fibra óptica 66
Tabela 3-4: Atenuação máxima permissível do link PROFINET ponto a ponto .. 67
Tabela 3-5: Atenuação de emendas e pares de conectores 68
Tabela 3-6: Uso de diferentes tipos de fibras 69
Tabela 3-7: Comprimento do link de transmissão e pares de conectores (cobre) 72
Tabela 3-8: Comprimento do link de transmissão e pares de conectores (FO) .. 73
Tabela 5-1: Line depth máxima com switches "Store and Forward" 112
Tabela 5-2: Line depth máxima com switches "Cut Through" 112
Tabela 5-3: Carga de rede cíclica em tempo real gerada (tamanho de pacote PROFINET típico de 60 byte de dados PROFINET, 100 Mbit/s) 117
Tabela 5-4: Valores limite para carga de rede para comunicação cíclica em tempo real 118
Tabela 7-1: Intervalos de endereços privados IPv4 141
Tabela 7-2: Visão geral do número de nós de rede PROFINET 145
Tabela 7-3: Seleção de endereços na planta de automação 1 149
Tabela 9-1: Parâmetros de cabo de cobre PROFINET Tipo A 155
Tabela 9-2: Parâmetros de cabo de cobre PROFINET Tipo B 156
Tabela 9-3: Parâmetros de cabo de cobre PROFINET Tipo C 156
Tabela 9-4: Parâmetros de cabo de cobre PROFINET 8-fios Tipo A 157
Tabela 9-5: Parâmetros de cabo de cobre PROFINET 8-fios Tipo B 157

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tabela 9-6: Parâmetros de cabo de cobre PROFINET 8-fios Tipo C 158
Tabela 9-7: Propriedades mecânicas dos cabos de cobre PROFINET 159
Tabela 9-8: Propriedades mecânicas de fibras ópticas monomodo e multimodo 167
Tabela 9-9: Propriedades mecânicas de fibras ópticas POF 168
Tabela 9-10: Propriedades mecânicas de fibras opticas PCF optical fibers 168
Tabela 9-11: Tipos de cabos de fibra óptica 170
Tabela 9-12: Lista de materiais para cabeação de cobre 187
Tabela 9-13: Lista de materiais para a cabeação de fibra óptica 189
Tabela 9-14: Cálculo da atenuação ponto a ponto de um link para fibras ópticas monomodo 191
Tabela 9-15: Cálculo da atenuação de um link ponto a ponto para fibras de polímero 192

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1 Introdução

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.1 Prefácio

O objetivo deste Guia de Projeto PROFINET é auxiliar os engenheiros que estão a cargo de projetar os sistemas de automação PROFINET, para facilitar o projeto profissional de plantas e servir como um guia para o projeto passo a passo de uma planta.

As informações são apresentadas de uma forma que tenta ser tão breve e fácil de entender quanto possível. No entanto, assume-se que os usuários tenham conhecimento básico da tecnologia PROFINET, conhecimentos de engenharia elétrica e tecnologia de rede.

Este guia não pretende ser um compêndio PROFINET. Se você precisa de informações mais detalhadas sobre o PROFINET, use os documentos apropriados publicados pela PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. ou literatura técnica comparável. Esse guia não abrange a instalação e comissionamento do PROFINET. Para isso consulte o Guia de Instalação PROFINET (No.: 8.072) e o Guia de Comissionamento PROFINET (No.: 8.082) para maiores detalhes.

Este Guia de Projeto não substitui quaisquer documentos anteriores. Ele se destina a ser usado como um complemento orientado a aplicação para outros guias. Os documentos PNO anteriores, portanto continuam sendo válidos.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.2 Exclusão de responsabilidade

A PROFIBUS User Organization teve o máximo cuidado na preparação deste documento e compilou todas as informações usando todo o conhecimento disponível. Porém este documento é baseado no conhecimento atual e tem um caráter informativo sendo fornecido com exclusão de responsabilidade. Portanto este documento pode estar sujeito a alterações, melhoras ou correções no futuro sem nenhum aviso. A PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. rejeita expressamente todo tipo de responsabilidade contratual ou legal para este documento, incluindo a garantia por defeitos e a garantia de certas propriedades de uso. Sob nenhuma circunstância a PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. aceitará responsabilidade por quaisquer perdas ou danos causadas por ou resultantes de qualquer defeito, erro ou omissão neste documento.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.3 Documentos PNO

PROFINET Installation Guideline

No.: 8.072, Version 1.0, January 2009

PROFINET Commissioning Guideline

No.: 8.082, Version 1.35, November 2014

PROFINET Security Guideline

No.: 7.002, Version 2.0, November 2013

PROFINET System Description

No.: 4.132, Version June 2011

PROFIBUS and PROFINET Glossary

No.: 4.300, Version 0.92, January 2007

Conformance Class A Cabling Guideline

No.: 7.072, Version 1.0, July 2008

PROFINET Cabling and Interconnection Technology

No.: 2.252, Version 3.1, March 2014

Physical Layer Medium Dependent Sublayer on 650 nm Fiber Optics

Technical Specification for PROFINET

No.: 2.432, Version 1.0, January 2008

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.4 Normas citadas

IEC 11801 (2013)

Information technology - Generic cabling for customer premises

IEC 24702 (2006)

Information technology - Generic cabling - Industrial premises

IEC 60364-4-41(2005)

Electrical installations of buildings - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock

IEC 60364-5-54 (2011) / VDE 0100-540

Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors

IEC 60529 (2010)

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

EN 50174-3 (2013)

Installation technology – Cabling installation - Part 3: Installation planning and practices outside buildings

IEC 61140 (2014)

Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

IEC 61300-3-4 (2001)

Fiber optic interconnecting devices and passive components - Basic test and measurement procedures - Part 3-4: Examinations and measurements - Attenuation

IEC 61158-2 (2013)

Industrial communication networks – Fieldbus specification – Part 2: Physical layer specification and service definition

IEC 61918 (2010)

Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises.

IEC 61784-5-3 (2013)

Industrial communication networks - Profiles - Part 5-3: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 3

EN 50310 (2011)

Application of equipotential bonding in buildings with information technology equipment

EN 50174-2 (2011)

Information technology - Cabling installation - Part 2: Installation planning and practices inside buildings

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.5 Símbolos e seus significados

As figuras usadas neste guia o ajudarão a melhor entender o texto. Além disso, serão usados símbolos para estruturação de texto. Esses símbolos destacam passagens importantes do texto ou resumem certas seções.

1.5.1 Símbolos para estruturação de texto

Tabela 1-1: Símbolos para estruturação de texto

Símbolo	Nome	Significado
	Dica	Usado para marcar uma recomendação e/ou resumo do tópico corrente
	Importante	Usado para informações que, se não observadas, podem resultar em defeitos durante a operação
	Instrução	Usado para instruções diretas
	Perigo!	Usado para sinalizar um perigo de vida e risco à saúde. A observância de uma instrução marcada dessa forma é extremamente importante!

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.5.2 Símbolos para componentes

Tabela 1-2: Símbolos para componentes

Símbolo	Nome	Significado
	Console do operador	Estação de comando e controle
	Supervisor de IO	Uma estação de engenharia ou PC com funções de comissionamento e diagnóstico para PROFINET IO
	Controlador de IO	Um dispositivo (tipicamente uma unidade de controle) que inicia o tráfego de dados de IO
	Roteador	Componente de rede para interconectar tráfego de dados entre diferentes sub-redes
	Switch	Dispositivo para interconexão de vários dispositivos PROFINET
	Dispositivo de IO	Um dispositivo de campo designado localmente que é alocado para um controlador IO PROFINET
	Ponto de Acesso WLAN	Um dispositivo que permite mudar de uma rede com fios para uma rede de comunicação sem fios
	Dispositivo de IO com WLAN	Dispositivo de campo local com WLAN.
	Ponto de acesso Wireless	Dispositivo que proporciona uma transição de transmissão com fio para transmissão sem fio

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

	Conversor de Mídia	Conversor de um meio físico para outro
	TAP	Abreviatura de "Test Access Point" (Ponto de Acesso para Teste). É um dispositivo para ler o tráfego da rede sem causar nenhum impacto.
	Câmera de Vídeo	Dispositivo para monitoração baseada em imagem
	Estação de Controle	Um PC padrão com funções de controle
	Servidor	Computador servidor, por exemplo, para tarefas de backup

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.5.3 Símbolos para cabos PROFINET

Tabela 1-3: Símbolos para cabos PROFINET

Símbolo	Nome	Significado
	Ethernet Padrão	Conexão Ethernet Padrão que não envolve o protocolo PROFINET
	Cabo de cobre PROFINET	É um cabo de Ethernet Industrial PROFINET composto por fios de cobre Cor da capa: verde A linha tracejada indica uma conexão com maiores requisitos de determinismo.
	FO	Cabo de fibra óptica Cor da capa: verde Nota: para facilitar a diferenciação entre cabo de cobre e cabo de fibra óptica, os cabos de fibra óptica são destacados em laranja neste guia embora usualmente o cabo seja de cor verde. Aqui também, a linha tracejada indica uma conexão com maiores requisitos de determinismo.
	Link Condutivo	É um link eletricamente condutivo

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.5.4 Símbolos para áreas

Tabela 1-4: Símbolos para áreas

Símbolo	Nome	Significado
	EMI	Área onde se pode esperar ocorrência de interferência eletromagnética (EMI)

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.6 Modelo para documentação de processo de projeto

Em geral, o processo de projeto deverá ser documentado durante o processo inteiro. Para isso você pode usar ferramentas internas de documentação baseadas nas suas normas internas.

Além disso, muitas ferramentas de planejamento de engenharia oferecem funções adicionais para a documentação do projeto de automação da planta.

! A documentação de automação da planta suporta a instalação e comissionamento corretos. Durante o processo de projeto você deverá documentar todas as modificações para garantir a operação correta no futuro.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.7 Sobre a estrutura deste guia

A estrutura deste guia corresponde ao processo de projeto. Esse processo será seguido passo a passo, enquanto cada modificação em um processo posterior mostra uma possível implicação sobre os passos anteriores. A Figura 1-1 mostra a estrutura do processo de projeto.

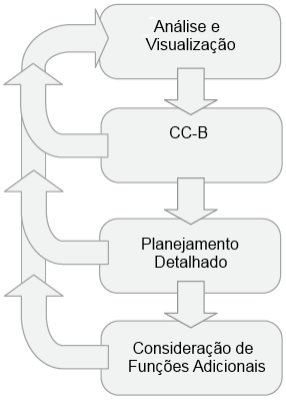


Figura 1-1: Estrutura de Projeto

Os capítulos deste documento de projeto seguem esse procedimento. O Capítulo 1 contém uma introdução e os capítulos seguintes abrangem desde assuntos gerais até detalhes do processo de projeto. Os capítulos tratam dos seguintes assuntos:

Capítulo 2: Esse capítulo começa com uma visão prévia e uma análise do processo a ser automatizado. São descritas as propriedades e o posicionamento dos componentes de automação.

Capítulo 3: Esse capítulo inclui a definição de topologia da automação da planta baseada no que foi visto no Capítulo 2.

Capítulo 4: O projeto básico existente é estendido para aqueles casos que tipicamente não fazem parte do PROFINET.

Capítulo 5: Para garantir o desempenho em uma rede PROFINET, com base nos capítulos anteriores, são considerados os aspectos de projeto PROFINET relevantes para o desempenho.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Capítulo 6: O PROFINET oferece uma variedade de possíveis aplicações para funções adicionais que requerem uma consideração especial. O capítulo fornece uma visão geral dessas funções.

Capítulo 7: Esse capítulo descreve um planejamento cuidadoso da atribuição de nome e endereço.

Capítulo 8: Esse capítulo tem um pequeno resumo dos resultados do projeto.

O anexo (Capítulo 9) deste documento também fornece informações adicionais sobre diferentes componentes e suas propriedades que são usadas em uma rede PROFINET. Isso inclui informações como parâmetros de cabo ou exemplos de aplicação para projeto de cabos e muito mais.

No Capítulo 10 há um índice remissivo para facilitar a pesquisa de informações relacionadas a tópicos no guia.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

1.8 Objetivos do guia

O objetivo principal deste guia é ajudá-lo a selecionar dispositivos e componentes de rede para um sistema PROFINET, fazer o projeto e layout do sistema de forma a obter um desempenho confiável e permitir fácil instalação, comissionamento e manutenção.

Após completar o processo de projeto, as seguintes informações estarão disponíveis ou poderão ser geradas:

- Projeto da Planta
- Topologia
- Seleção dos componentes
- Seleção do meio de transmissão
- Seleção dos conectores
- Relações de comunicação
- Estimativa dos volumes de dados a serem transmitidos

Se faltar parte dessas informações, o processo de projeto tem que ser reiniciado a partir da posição relevante.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2 Análises e considerações preliminares

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Análise e considerações preliminares

Antes de iniciar o planejamento ...

…você precisa ter uma visão geral do seu projeto. Por exemplo, isso pode incluir o layout físico, um plano da planta ou os esquemas da planta.

Essas informações fornecem uma primeira idéia da extensão da rede PROFINET a ser projetada.

O objetivo da próxima seção é analisar e descrever o processo a ser automatizado.

Serão definidas as propriedades e o posicionamento dos componentes individuais de automação. Além disso, serão fornecidas informações sobre os pontos a serem considerados ao selecionar os componentes.

Como regra, tenha em mente que o projeto PROFINET é um processo iterativo seguido passo a passo. Se necessário, o processo tem que ser repetido várias vezes.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2.1 Determinação dos conceitos de automação

Na etapa seguinte, o projetista tem que determinar os componentes para automação da planta. Primeiro, cada componente precisa ser posicionado corretamente com base nas informações de projeto da planta ou de acordo com a planta do edifício.

Por exemplo:

Instalação do Controlador em um painel de switch separado longe do processo ou junto com outros dispositivos PROFINET próximo ao processo, I/O remoto colocado junto ao processo ou em um painel remoto, painéis de mostradores para controle junto ao processo ou geograficamente remoto para monitoração, etc.

Os componentes necessários deverão ser então acrescentados ao plano de layout da planta de automação. Depois disso, os componentes deverão ser agrupados para permitir a atribuição geográfica e funcional dos componentes.

A atribuição geográfica usualmente é criada considerando-se a proximidade geográfica no plano de layout. A atribuição funcional é determinada via tarefas de controle comum que podem ser determinadas a partir da troca mútua de dados entre o controle e a periferia. Também faz sentido criar um agrupamento funcional de acordo com as classes de conformidade (veja o próximo capítulo).

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

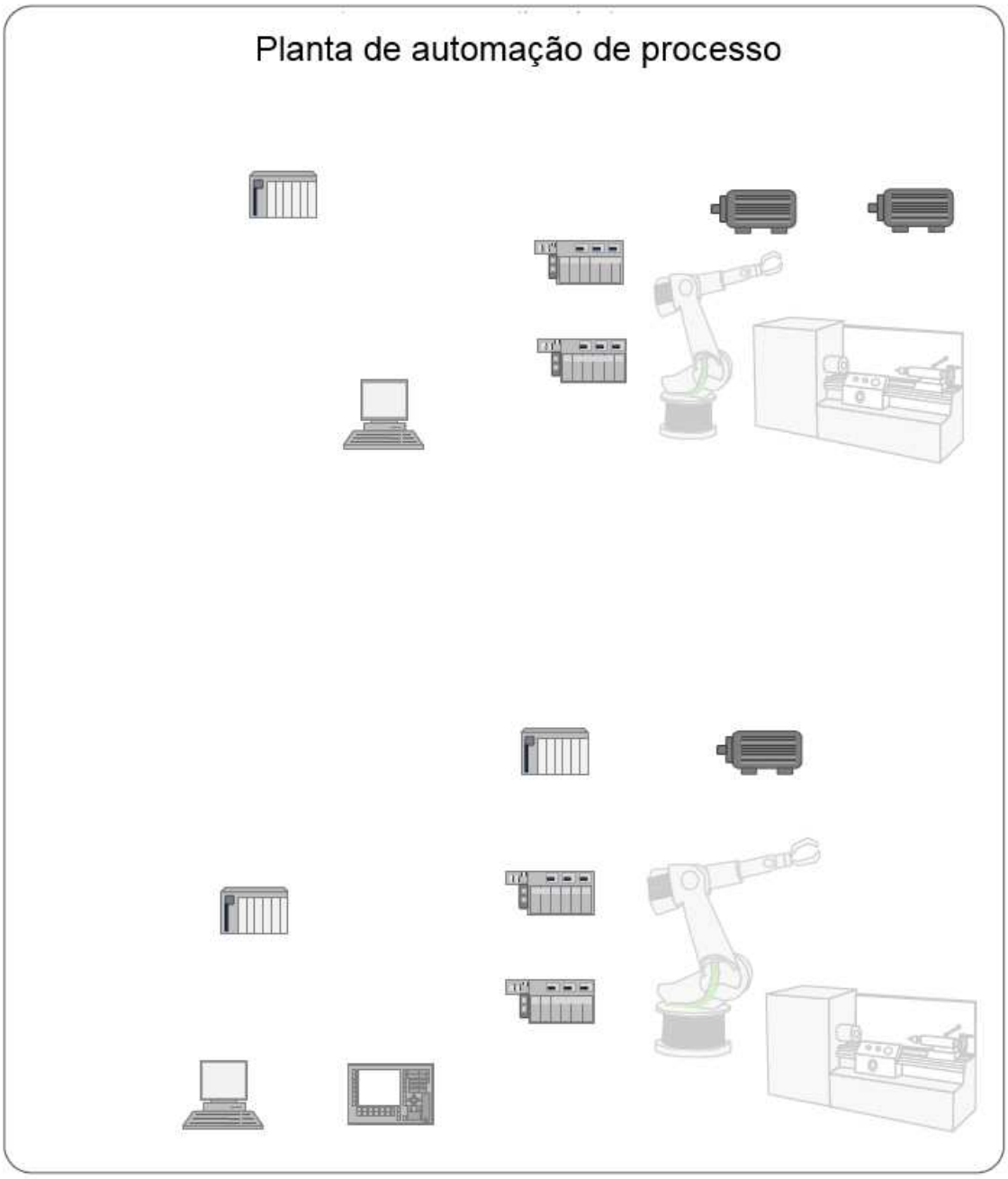


Figura 2-1: Mapa de uma planta com componentes pré-localizados

Na Figura 2-1, o posicionamento inicial dos componentes de automação foi completado com os dispositivos PROFINET posicionados de acordo com a tarefa na planta de automação.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

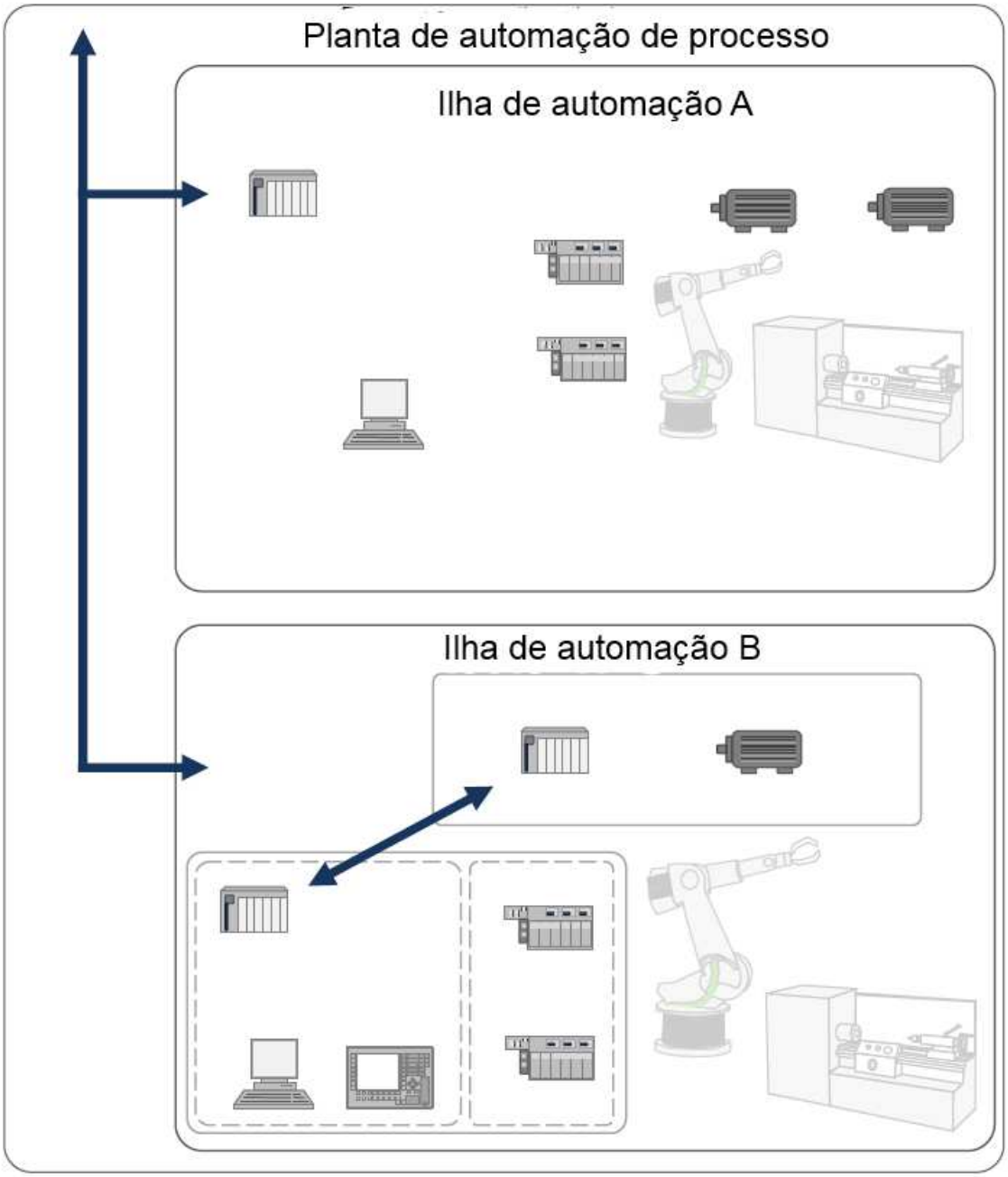


Figura 2-2: Exemplo de um layout para uma planta com atribuição especial

A Figura 2-2 mostra a atribuição geográfica e funcional dos componentes. Neste exemplo a planta de automação é subdividida em duas ilhas. O arranjo escolhido depende das condições locais que podem ocorrer, neste caso, diferentes áreas da fábrica.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Análise e considerações preliminares

A relação entre os controladores na ilha de automação B requer não apenas uma diferenciação geográfica, mas também uma diferenciação funcional - um fato que é indicado pelas bordas cinza adicionais na ilha de automação B. Outro exemplo pode ser uma tarefa comum dentro da parte da planta mas onde cada parte individual tem que satisfazer a diferentes requisitos.

Há também uma separação geográfica adicional dentro da segunda parte da planta na ilha de automação B pois os dispositivos de IO PROFINET devem ser posicionados separadamente do resto.

Além disso é necessário identificar quaisquer relações de comunicação que sejam necessárias entre os sistemas de controle. Essas relações são mostradas como setas no exemplo. Em um estágio posterior do projeto você tem que verificar se a relação de comunicações necessárias pode ser realizada para os dispositivos selecionados. Se este não for o caso, você tem que prever componentes de hardware adicionais.

A comunicação direta entre os sistemas de controle é necessária dentro da ilha B; também é necessário que esses controladores se comuniquem com o sistema de controle dentro da ilha A.

Nesse ponto, os componentes ainda não estão interconectados, mas somente posicionados na planta de automação e estão combinados em grupos com diferentes funcionalidades.

Marque as áreas com maiores requisitos, por exemplo, determinismo, para assegurar que eles possam ser considerados separadamente durante o projeto.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2.2 Seleção de dispositivo

Dependendo das posições requeridas dos componentes de automação dentro da planta, os dispositivos PROFINET podem agora ser selecionados. Esse capítulo descreve a pré seleção dos nós de rede PROFINET e suas propriedades.

Em geral, devem ser observados os seguintes critérios:

- Classes de Conformidade
- Exigências de tempo
- Consideração da função do dispositivo
- Viabilidade das relações de comunicação necessárias
- Tipo de conexão do dispositivo PROFINET (cabo de cobre ou Fibra Óptica com tecnologia de conexão apropriada)
- Classe de proteção do dispositivo
- Outras especificações

A pré seleção de dispositivos de acordo com os critérios a seguir garante que seus componentes estejam aptos para cumprir a tarefa de automação. Verifique também os dados do fabricante dos dispositivos selecionados quanto a possíveis restrições e requisitos.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2.2.1 As Classes de Conformidade PROFINET

A funcionalidade dos componentes PROFINET foi classificada em classes de aplicação ou nas chamadas *Classes de Conformidade (CC)*. O objetivo dessas categorias é definir funcionalidades razoáveis para estreitar os critérios de decisão para os operadores da planta ao usar componentes PROFINET.

Para informações detalhadas sobre as Classes de Conformidade, individuais, use o documento "Classes de Conformidade PROFINET" (No.: 7.041) fornecido pela PROFIBUS User Organization.

Após atribuir uma aplicação a uma CC, o usuário pode selecionar uma série de componentes que definitivamente satisfazem os requisitos mínimos definidos. Todas as CCs já têm certa funcionalidade básica. Isso pode incluir, por exemplo:

- Tráfego de dados cíclicos
- Tráfego de dados acíclicos
- Funções de identificação e manutenção
- Priorização do tráfego de dados
- Mecanismo básico para varredura da vizinhança e permuta de dispositivo

Foi acrescentada outra graduação a essas funções básicas. Assim cada classe de conformidade (CCA, CC-B, CC-C) define diferentes funcionalidades.

Em geral, essas classes abrangem conteúdo como

- o tipo de comunicação (TCP/IP e comunicação em tempo real),
- o **meio de transmissão** usado (fio de cobre, fibra óptica, wireless),
- comunicação sincronizada e
- o comportamento de **redundância**.

A Figura 2-3 mostra a estrutura das Classes de Conformidade bem como um resumo de sua funcionalidade.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

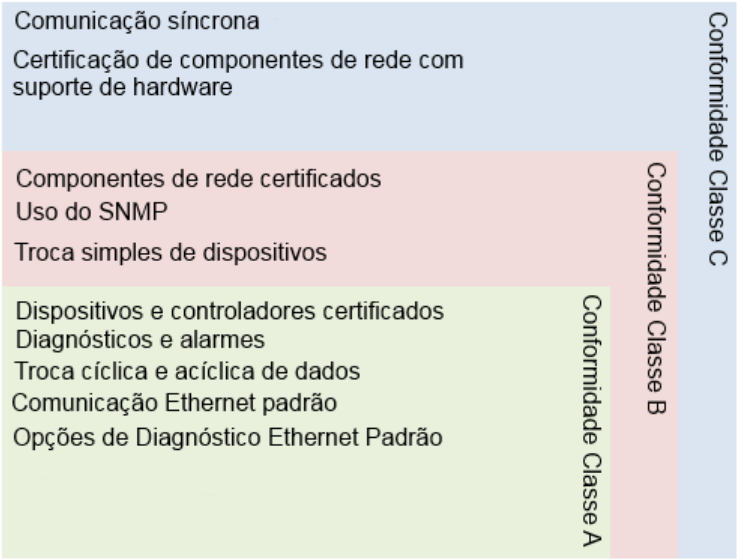


Figura 2-3: Classificação e conteúdo das Classes de Conformidade individuais

Como você pode ver pela figura, CC-B inclui a funcionalidade da CC-A. O mesmo vale para a funcionalidade da CC-C que por sua vez inclui a funcionalidade da CC-B e, portanto também da CC-A.

Você deve definir a classe de conformidade de cada dispositivo na fase de projeto, para garantir que a funcionalidade requerida esteja disponível em certo dispositivo PROFINET.

Marque as partes da planta que estão sujeitas a requisitos especiais. Verifique também se a classe de conformidade que você definiu realmente satisfaz esse perfil de requisitos, e ajuste a seleção dos dispositivos PROFINET corretamente.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2.2.2 Requisitos especiais de tempo

Informações gerais sobre comunicação

Embora um canal em tempo real seja usado para transmissão cíclica de dados de processo, o PROFINET oferece um canal adicional baseado na comunicação Ethernet padrão (canal padrão) para serviços acíclicos como parametrização e diagnóstico. A Tabela 2-1 mostra as diferenças básicas entre dois canais de comunicação.

Tabela 2-1: Canais de dados PROFINET

Canal padrão	Canal tempo-real
Leitura de dados de diagnóstico	Troca cíclica de dados
Troca acíclica de dados	Troca síncrona de dados
Parametrização de dispositivo	Alarmes

O PROFINET também possibilita tráfego de dados TCP/IP abertos irrestritos (tráfego de dados não em tempo real), com comunicação em tempo real obtendo prioridade mais alta comparada com a comunicação em tempo não real.

Além dos termos mencionados acima, foram estabelecidos os seguintes termos para tecnologias de transmissão PROFINET:

IRT: Comunicação isócrona em tempo real, para uma transmissão de dados cíclicos que é a base de uma aplicação síncrona.

RT: Tempo Real para uma transmissão cíclica de dados.

NRT: Não em tempo real para uma transmissão cíclica de dados (por exemplo, TCP / IP, UDP / IP).

Para informações mais detalhadas sobre e estrutura das comunicações e as propriedades dos canais de dados, consulte a literatura apropriada.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Análise e considerações preliminares

Definição dos requisitos de tempos

Dependendo do grupo alvo, os dispositivos PROFINET têm que atender a requisitos diferentes em termos de tempos. Em geral, fazemos distinção entre o tempo da aplicação na planta de automação e a comunicação no PROFINET.

Tabela 2-2: Diferenciação entre aplicação e comunicação

Comunicação	Aplicação
Tempo real (RT)	Aplicações não síncronas
Isócrona em tempo real (IRT)	Aplicação não síncrona ou sincrona

A comunicação e a aplicação precisam se adaptar uma à outra.

Uma aplicação síncrona só pode ser realizada através de uma comunicação isócrona.

Para facilitar a seleção dos dispositivos PROFINET, as várias Classes de Conformidade incluem os perfis apropriados de solicitação de comunicação, começando desde CC-A com uma simples transmissão Ethernet padrão, até CC-C para transmissão síncrona.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

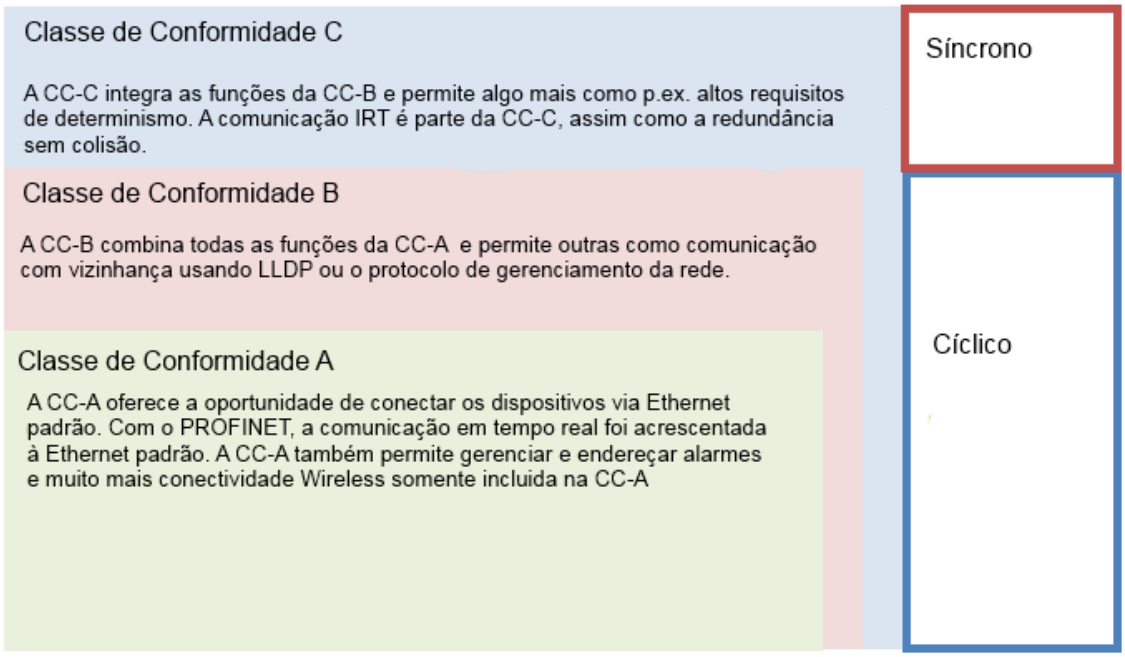


Figura 2-4: Abrangência dos requisitos de tempo de comunicação

Como toda classe de conformidade de alto nível inclui a funcionalidade da classe de conformidade de baixo nível, qualquer classe de conformidade de nível superior fornece funcionalidade de comunicação melhorada (por exemplo, LLDP, SNMP). Para se certificar de que os dispositivos PROFINET atendem a esses perfis de requisitos, o fabricante do dispositivo tem que fazer um teste de certificação.

Use sempre dispositivos PROFINET certificados com o perfil de requisitos apropriado. Você deve então se certificar de que esses dispositivos foram configurados para a tarefa de automação relevante. Você deve determinar qual perfil de requisitos os seus dispositivos PROFINET devem atender.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2.2.3 Outros critérios para seleção de dispositivo

Outros critérios importantes para a seleção de dispositivos serão explicados em maior detalhe nas próximas paginas. Esses critérios incluem pontos como:

- Especificações de usuário final,
- Requisitos ambientais,
- Conexão a dispositivo PROFINET,
- PROFIsafe e
- Dispositivos PROFINET com switch integrado.

Especificações de usuário final referentes à seleção de dispositivo

Em muitos casos, o perfil de requisitos de uma planta de automação já foi determinado. Nesses casos é uma prática comum para o projeto ou a seleção de dispositivos usar aquilo que chamamos de listas de aprovação que são fornecidas pelo usuário final. Essas listas incluem os componentes aprovados pelo usuário. O objetivo de uma lista de aprovação é:

- reduzir o tempo e trabalho do processo de seleção,
- usar componentes homogêneos na planta inteira e
- ter sempre disponível o mesmo perfil de requisitos.

As especificações de seleção de dispositivo fornecidas pelo usuário final devem ser sempre observadas. É importante também que as listas de aprovação correspondam às especificações das classes de conformidade.

Verifique se você tem disponível a versão mais recente das listas de aprovação.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Análise e considerações preliminares

Requisitos ambientais para o dispositivo PROFINET

Os aspectos ambientais também devem ser considerados para a seleção de dispositivos PROFINET ao planejar uma planta de automação. Com referência à localização dos dispositivos, diferenciamos basicamente entre a instalação em um painel e a instalação desprotegida no ambiente da planta.

Ambos os ambientes implicam em certos requisitos para os nós da rede PROFINET.

- Penetração de objetos estranhos e líquidos (Classe de proteção IP).
- Requisitos mecânicos, por exemplo, vibração e choque
- Influencias da temperatura
- Influencias eletromagnéticas

Para aperfeiçoar a sua seleção de dispositivo, marque aquelas áreas da planta que geram requisitos especiais para o dispositivo PROFINET a ser instalado.

Para a seleção de dispositivo, considere as influencias externas potenciais. Ajuste a sua seleção de dispositivo de acordo com as informações do fabricante.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tipo de conexão de dispositivo PROFINET

O PROFINET suporta muitos tipos de conexão à rede. Normalmente são usados cabos de cobre para a conexão de dispositivos PROFINET. Podem ser usados também fibra óptica e comunicação sem fio.

Existem disponíveis várias tecnologias de comunicação quando se usam meio de transmissão por fios. Essas tecnologias de comunicação podem ser classificadas de acordo com o meio de transmissão, como mostra a Tabela 2-3.

Tabela 2-3: Tecnologias de conexão para dispositivos PROFINET

Conexões por cabos de cobre	Conexões por fibra óptica
M12 RJ45 (IP20) Push-Pull-RJ45 (IP65)	M12 SCRJ (IP20) SCRJ Push-Pull (IP65)

A tecnologia de conexão é determinada pelo dispositivo PROFINET selecionado. Em uma etapa de projeto posterior, podem ser necessários conversores de mídia adicionais devido a certos requisitos de topologia ou ambientais.
Todos os conectores e cabos são componentes PROFINET que requerem uma declaração de fabricante referente à conformidade com as normas PROFINET.

Anote a tecnologia de conexão do dispositivo selecionado porque isso pode requerer adaptação em um estágio posterior.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

PROFIsafe via PROFINET

PROFIsafe é um padrão para comunicações onde a segurança é relevante. Ele assegura que as pessoas e maquinas não sofrerão quaisquer danos durante a operação da automação da planta. Os equipamentos PROFIsafe podem ser combinados com equipamentos não PROFIsafe na sua rede PROFINET. A Figura 2-5 mostra um exemplo do uso de dispositivos PROFIsafe em uma rede PROFINET.

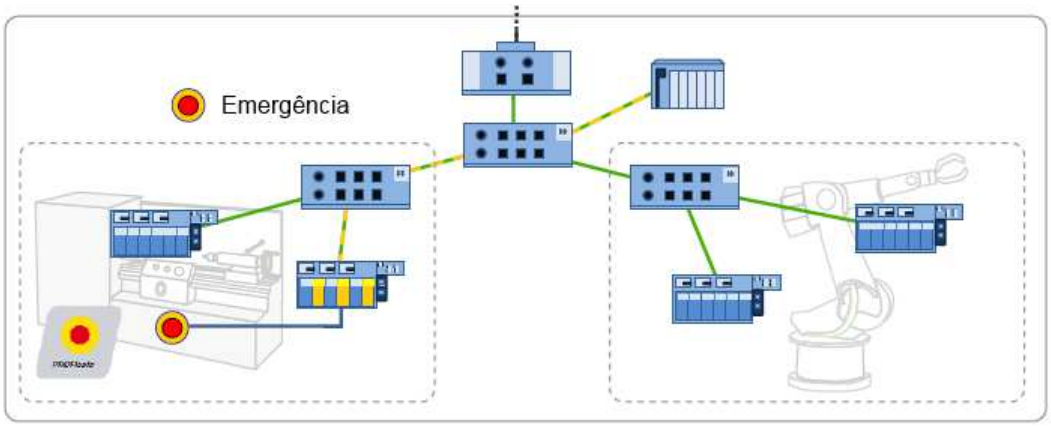


Figura 2-5: Uso do PROFIsafe via PROFINET

A comunicação PROFIsafe relevante para a segurança (em amarelo) é transmitida sobre a mesma rede da comunicação PROFINET padrão. Todos os nós da comunicação relevantes à segurança devem ser certificados de acordo com a norma IEC 61010 (selo CE do equipamento).

! Para a seleção de dispositivos você deve considerar aspectos relevantes à segurança para garantir que os danos a pessoas e maquinas possam ser evitados durante a operação. Os dispositivos PROFIsafe devem ser certificados segundo PROFINET e PROFIsafe.

☞ Você encontrará mais informações sobre PROFIsafe na norma IEC 61784-3-3 e também no endereço www.PROFIsafe.net.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Análise e considerações preliminares

Uso de switches ou switches integrados

Os dispositivos PROFINET são conectados à rede via switches. Os switches direcionam o tráfego de dados PROFINET através da rede. Muitos dispositivos oferecem a funcionalidade de um switch integrado. A Figura 2-6 mostra a diferença entre a conexão através de um switch integrado ou via switch separado.

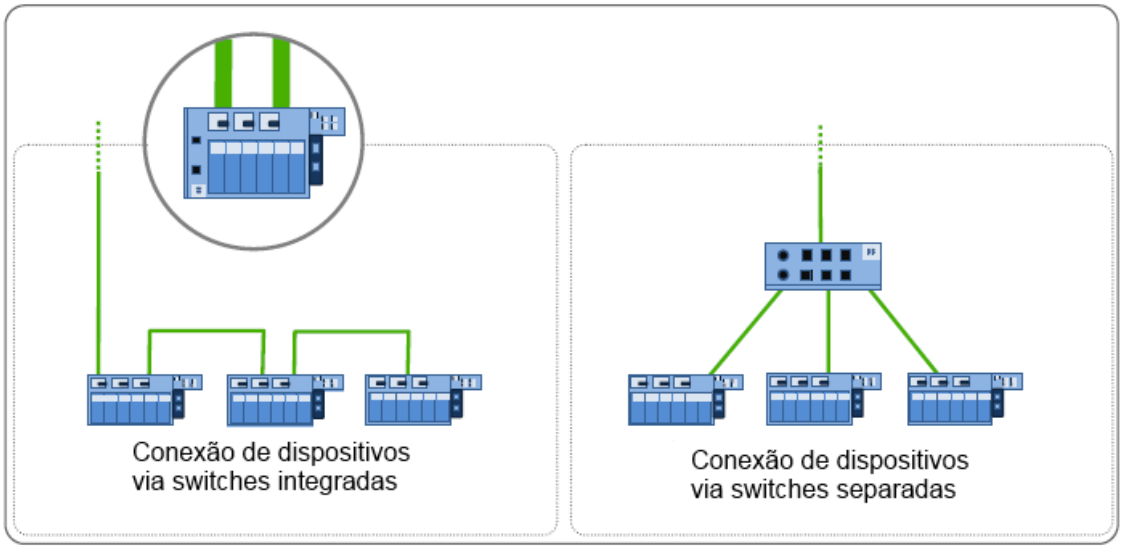


Figura 2-6: Diferença entre switch integrado e switch separado

Enquanto um sistema baseado em switches integrados não requer qualquer componente adicional para roteamento, um dispositivo sem switch integrado pode precisar de um switch adicional separado.

Note que quando se usam switches integrados em uma estrutura em linha, a falha ou substituição de um dispositivo pode fazer com que todos os dispositivos após a falha venham a falhar também. Geralmente uma estrutura em estrela ou árvore usando switches separados resulta em uma melhor disponibilidade caso haja falha ou substituição de um dispositivo.

Dispositivos PROFINET equipados com um switch integrado podem oferecer diferentes números de portas.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Análise e considerações preliminares

Use o plano para verificar se serão necessários switches adicionais.
Verifique se a sua planta consiste de partes de planta independentes. Partes de planta deverão ser ligadas em uma topologia estrela ou árvore.

A Tabela 2-4 lista os benefícios das opções de conexão de switches.

Tabela 2-4: Benefícios das duas opções de conexão de switch

Benefícios de switches separados	Benefícios de switches integrados
A substituição de nós de rede defeituosos é possível sem interrupção do restante da comunicação para topologias estrela e árvore.	Redução de custo já que não é necessário switch adicional. Substituição dos nós de rede defeituosos sem interrupção do restante da comunicação é possível para topologia em linha com redundância em anel.

São necessários switches separados se os seus dispositivos PROFINET não estiverem equipados com switches integrados ou se isso for necessário devido à distribuição dos nós da rede na planta.

Os requisitos para disponibilidade de sistema durante falha e substituição de dispositivo muitas vezes determinam quando você deve usar switches integrados ou separados.

O critério de seleção dos nós de rede PROFINET com relação às propriedades do dispositivo e requisitos ambientais também precisa ser determinado para switches separados.
Você deve definir um número adequado de switches separados adicionais para a futura definição da topologia de rede.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Os requisitos da Classe de Conformidade B, quando aplicados, significam que os switches têm propriedades de dispositivo IO. Isto é, eles têm um nome de dispositivo PROFINET e são capazes de fornecer dados de diagnóstico. Se switches separados precisam atender à classe de conformidade B, o Anexo deste documento fornece informações adicionais.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2.3 Definições de tipos de dispositivo

Dispositivos podem agora ser selecionados com base nas informações disponíveis referentes à planta e também às condições ambientais e requisitos da tarefa de automação.

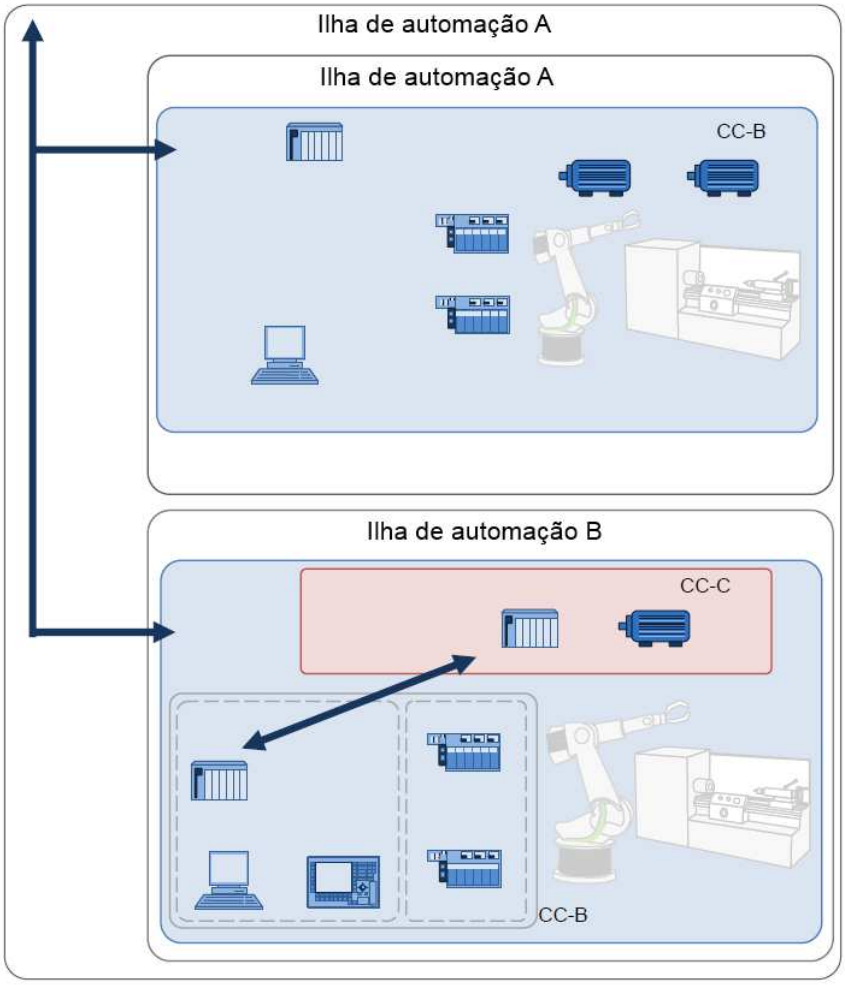


Figura 2-7: Exemplo de layout de uma planta com pré seleção de dispositivo

A Figura 2-7 mostra o exemplo de uma planta com dispositivos pré selecionados. Ela também mostra a atribuição a diferentes classes de conformidade e seus requisitos de temporização. Uma análise mais profunda mostra que alguns dispositivos estão equipados com switches integrados.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Análise e considerações preliminares

Neste exemplo, a ilha de automação A tem atribuídos os requisitos de CC-B. A Ilha B também está sujeita aos mesmos requisitos. No entanto, neste caso uma área da planta está sujeita a requisitos mais determinísticos. A área é então classificada como Classe de Conformidade C.

Os dispositivos pré selecionados podem ter que ser modificados em um estágio posterior para se ajustarem à tecnologia de conexão e requisitos do meio de transmissão.

Verifique melhor se foram satisfeitos todos os requisitos de posicionamento e dispositivo.

Durante o projeto leve em conta o aterramento e também uma ligação equipotencial para os nós da rede. No Anexo deste documento você encontrará informações sobre fonte de alimentação e aterramento de nós de rede nos sistemas PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2.4 Documentação dos resultados

Após completar a análise e a visualização da tarefa de automação, todas as informações referentes à seleção de dispositivo devem estar disponíveis. Isso inclui informação de dispositivo como:

- Conexão de dispositivo ou meio de transmissão (cobre, POF, HCS, fibra óptica (monomodo, single mode) ou wireless),
- Número de portas de switch integrados no dispositivo PROFINET e
- Os requisitos da classe de conformidade.

Na tarefa de automação, marque os dispositivos PROFINET e as aplicações relacionadas que estão sujeitos a altos requisitos de tempo real. Esses dispositivos devem ser considerados separadamente durante o processo de projeto.

Planejamento detalhado das características do dispositivo, opções e parâmetros não são necessários neste ponto. Isso será descrito mais adiante.

Todas as informações relevantes sobre os dispositivos PROFINET selecionados e componentes de rede deverão ser coletadas e documentadas neste estágio. Deverá ser gerada uma lista dos dispositivos selecionados e suas propriedades.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3 Topologia de rede

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

O capítulo anterior descreveu a análise da tarefa de automação e a seleção de componentes a serem usados na planta.

A próxima etapa é criar a topologia de rede. Primeiro serão descritos alguns exemplos gerais de topologia, seguidos por uma visualização rápida do possível meio de transmissão e suas propriedades mais importantes.

Posteriormente, são fornecidos exemplos específicos para topologias típicas de rede em plantas de automação.

Após terem sido definidos a topologia e o meio de transmissão necessário, devemos verificar se os dispositivos selecionados são adequados para conexão com o meio de transmissão selecionado.

Finalmente, será documentado o projeto da topologia.

As informações referentes ao meio de transmissão e conectores considerados aqui é somente uma visão rápida dos dados mais importantes.

Use fontes adequadas (por exemplo, o fabricante) para informações mais detalhadas.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.1 Topologia PROFINET

A flexibilidade no projeto e layout da rede é uma característica fundamental do PROFINET. Como são usadas todas as topologias Ethernet padrão, o PROFINET suporta um número quase ilimitado de opções de combinações.

A topologia de rede resulta principalmente de critérios como:

- A localização dos componentes,
- As distancias a serem cobertas,
- Os requisitos EMC,
- Requisitos de isolação elétrica,
- Requisitos de classe de conformidade,
- Requisitos de disponibilidade crescente e
- Consideração das cargas da rede.

A seleção da topologia correta é importante para o projeto futuro da planta de automação PROFINET. A topologia pode ter que ser ajustada em uma etapa posterior do projeto.

Switches adicionais podem ser necessários para criar a topologia.

As paginas a seguir desta seção apresentarão as topologias básicas PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Topologia Estrela

A topologia estrela é adequada para áreas com extensão geográfica limitada. Uma topologia estrela é criada automaticamente se vários nós de comunicação são conectados a um switch comum.

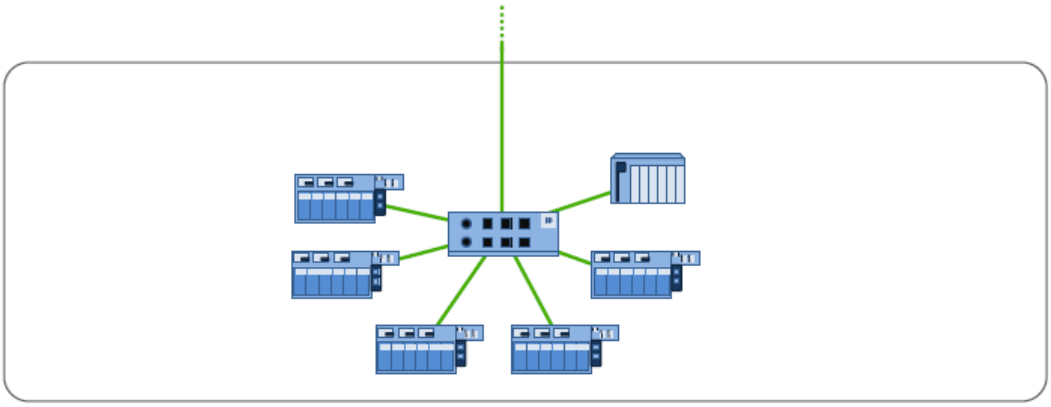


Figura 3-1: Topologia Estrela

Se um único nó PROFINET falha ou é removido, os outros nós PROFINET continuarão a operar. No entanto, se o switch central falhar, a comunicação para todos os nós conectados será interrompida.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Topologia em Árvore

Uma topologia em árvore é criada combinando-se várias redes em forma de estrela a uma rede. As partes da planta que formam uma unidade funcional são combinadas em pontos estrela. Estes são por sua vez interconectados via switches das vizinhanças.

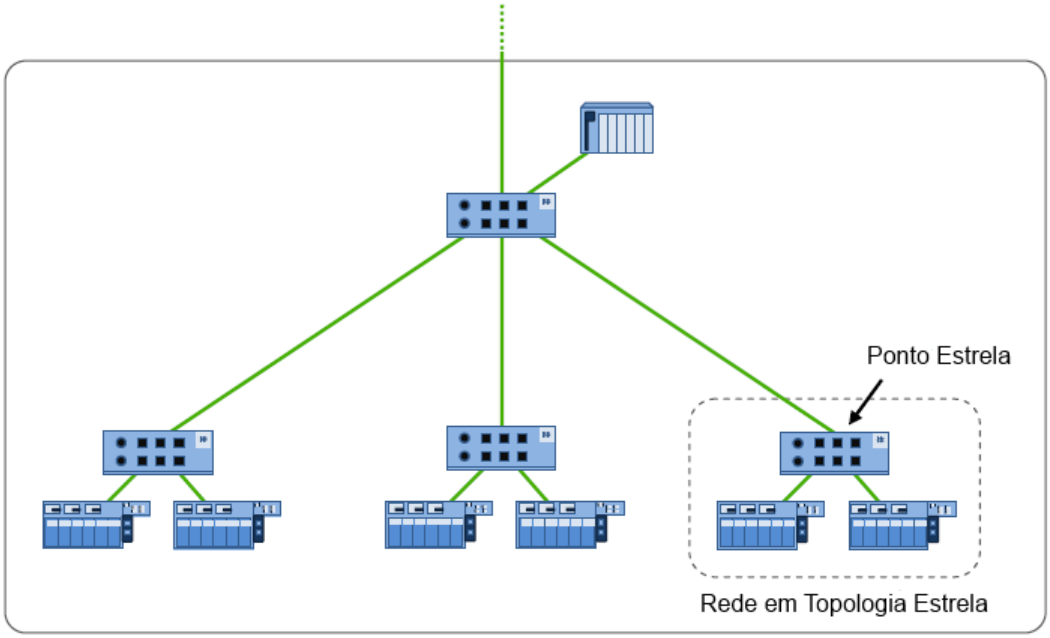


Figura 3-2: Topologia em Árvore

Um switch opera como um distribuidor de sinal no ponto estrela. Como o switch direciona mensagens baseado em um endereço, somente aquelas mensagens chegarão a um distribuidor de vizinhanças que são realmente necessárias neste distribuidor.

A topologia em árvore é um exemplo típico de uma planta de automação que está sendo agrupada em diferentes ilhas de manufatura.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Topologia em linha

A linha é uma topologia bem conhecida usada na automação. Ela é usada para aplicações em plantas de automação extensiva como correias transportadoras, mas também para pequenas aplicações em maquinas. Dispositivos PROFINET equipados com um switch integrado facilitam a realização de topologias em linha.

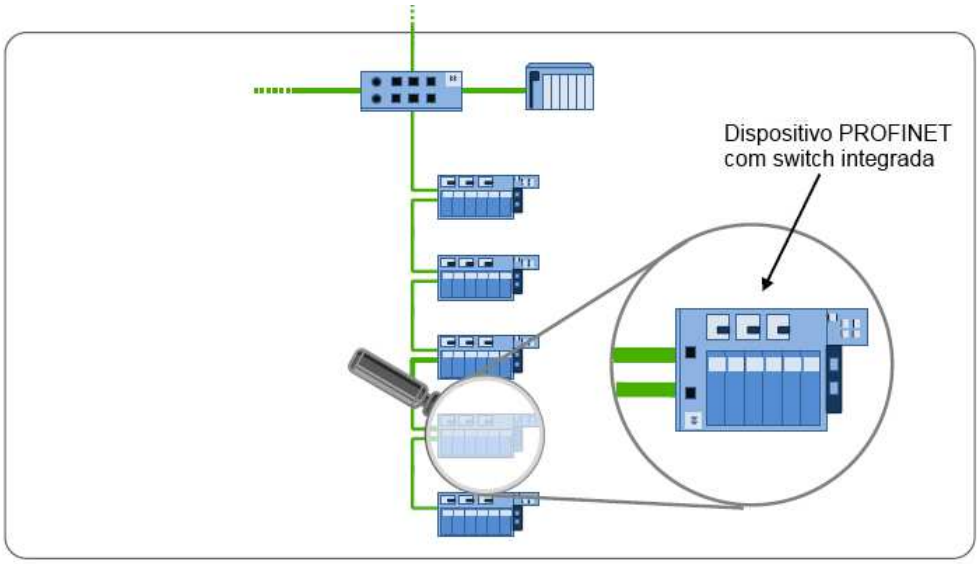


Figura 3-3: Topologias em linha com switches internos

A interconexão de dispositivos PROFINET é possível então sem usar switches adicionais.

! Ao usar topologias em linha, tenha em mente que no caso de uma interrupção na linha (por exemplo, interrupção de um dispositivo), os dispositivos localizados após o dispositivo que falhou não podem mais ser contatados. Isso pode ser evitado estendendo a linha a uma estrutura em anel usando um protocolo de redundância.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.2 Meios de transmissão aplicáveis

Há disponíveis cabos de cobre e fibras ópticas para conexão de nós de rede por cabos. O cabo utilizado deve atender aos requisitos do projeto da automação. Para essa finalidade, os fabricantes de cabos oferecem uma ampla gama de cabos PROFINET que são diferenciados por suas aplicações e propriedades especiais.

A seção a seguir descreve as considerações principais ao selecionar o cabo PROFINET de cobre e fibra óptica. Comparado com os cabos de cobre, o cabo de fibra óptica tem parâmetros típicos adicionais como a atenuação e o comprimento de onda utilizado que restringem primariamente o comprimento do link de transmissão.

No Anexo deste documento, além de uma visão geral das propriedades típicas de cabos você encontrará uma descrição do meio de transmissão e também dos alcances de aplicação e versões.

Ao selecionar o meio de transmissão tenha em mente as possíveis influencias na área de aplicação (por exemplo, química, elétrica ou mecânica).

No anexo são fornecidos alguns exemplos para ilustrar a seleção de componentes de cabeamento. São descritos também cabos pré montados e cabos para serem montados em campo.

A instalação correta da cabeação PROFINET deve ser considerada no projeto. Certifique-se de que não seja excedida a distância permitida entre cabos de força e cabos de dados. Para mais informações, consulte o Guia de Instalação PROFINET No.: 8.071.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Uma conexão PROFINET entre dois dispositivos é chamada de "link ponto a ponto" se forem considerados os dois conectores nas extremidades do cabo. Um canal é uma conexão que exclui os dois conectores na extremidade do cabo.

Assim o canal pode consistir de diferentes meios de transmissão como cabos de cobre ou de fibra óptica.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.2.1 Cabos de cobre PROFINET

Um cabo de cobre PROFINET típico é um cabo de cobre blindado de 4 vias, (star quad). Para taxas de transmissão altas (1000 Mbit/s) é especificado um cabo de 8 vias. Os diferentes tipos de cabos variam em

- estrutura dos fios (fio sólido ou em cordoalha para aplicações fixas e flexíveis)
- e / ou de acordo com o material da capa e construção.

As vias são codificadas por cores. Em um cabo de 4 vias, o par de fios 1 é amarelo e laranja, o par de fios 2 é branco e azul. As vias em cada par são arranjadas de forma a ficarem diametralmente opostas dentro do cabo. Os cabos PROFINET de 8 vias são formados por 4 pares de fios, com fios verde, azul, laranja e marrom e o fio branco correspondente.

Como ocorre nas aplicações padrão Ethernet, a distância máxima entre dois pontos finais de comunicação está limitada a 100 m quando se usa cabo de cobre. Esse link de transmissão foi definido como um link PROFINET pon to a ponto.

! Para plantas de automação você só pode usar cabos PROFINET. A declaração correspondente do fabricante está disponível para cabos PROFINET.

Cabeação não específica (por exemplo, baseada em cabos existentes no edifício) só pode ser usada em áreas de rede que correspondam à classe de conformidade A (por exemplo, para interconectar ilhas de automação).
No entanto, recomenda-se usar cabos PROFINET para essa aplicação (por exemplo, para abranger requisitos mais altos de classes de conformidade).

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

! A instalação comum de cabos de energia e cabos de cobre para comunicações está sujeita a normas para minimizar a influência eletromagnética dos cabos de energia sobre as linhas de comunicação. No entanto, as fibras ópticas não estão sujeitas a essas influencias eletromagnéticas (veja Capítulo 3.2.2).

As normas para a instalação comum de cabos de energia e cabos de cobre PROFINET deve ser observada no projeto de posicionamento dos cabos.
Siga as instruções fornecidas no Guia de Instalação PROFINET No.: 8.072.

Tipos de cabos

Os cabos de cobre PROFINET são classificados em diferentes tipos que são diferenciados principalmente pelas aplicações relevantes:

Tipo A cabos projetados para instalações fixas. Este tipo de cabo não está sujeito a qualquer movimento após ser instalado.

Tipo B cabos projetados para instalações flexíveis. Este tipo de cabo permite movimento ocasional ou vibrações.

Tipo C cabos projetados para aplicações especiais (por exemplo, para movimento contínuo do cabo após ser instalado). Isso inclui, por exemplo, aplicações como esteiras porta cabos.

! As propriedades especiais de alguns cabos de cobre, como a flexibilidade para uso em esteiras porta cabos ou construção usando materiais retardadores de chama, podem reduzir o comprimento máximo de um cabo de cobre para menos de 100 m. Observe os dados do fabricante para cabos e conectores.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Além das propriedades especiais dos cabos de cobre PROFINET, o Anexo deste documento fornece dados detalhados referentes aos tipos individuais de cabos.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tipos de cabos de cobre PROFINET

Há vários tipos de cabos disponíveis para PROFINET. Abaixo estão listados os tipos mais comuns de cabos e suas aplicações:

- Cabos **PE:** Cabos PE são adequados para instalação em áreas onde se espera haver constante umidade.
- **Cabos enterrados**
- **Cabos Retardadores de chama não corrosivos (cabos FRNC):** São adequados para instalação em áreas onde devem ser observadas regulamentações de proteção contra fogo, por exemplo, corredores com acesso público.
- **Cabos para esteiras porta cabos** para instalação em partes móveis de maquinas.
- **Cabo Festão**
- **Cabeação em navios (aprovados para construção naval):** Para instalação em navios e unidades offshore.

! Use somente cabos que foram especificados como cabos PROFINET pelo fabricante. Somente esses cabos poderão garantir operação segura da rede.

Observe as informações fornecidas pelo fabricante dos cabos.

Você encontrará mais informações sobre a instalação e aterramento de cabeação de cobre no Guia de Instalação PROFINET No.: 8.072.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Distancias de separação entre cabos

Ao instalar cabos PROFINET, observe as distancias de separação mínimas requeridas especificadas na Tabela 3-1. Os valores foram obtidos da norma EN 50174-2.

Tabela 3-1: Distancias de separação mínima requerida para cabos PROFINET

	Conduites usados para cabos de tecnologia de informação e cabos de energia		
Separação sem barreiras eletromagnéticas	**Conduites metálicos abertos a**	**Conduites metálicos perfurados b, c**	**Conduites metálicos sólidos d**
10 mm	8 mm	5 mm	0 mm

a Efeito de blindagem (0 MHz a 100 MHz) equivalente a uma cesta de aço soldada com tamanho da malha de 50 mm × 100 mm. O mesmo efeito de blindagem pode ser obtido usando-se bandejas de aço para cabos (feixes de cabos, sem tampa) com espessura de parede de menos de 1,0 mm e/ou uma superfície uniformemente perfurada de mais de 20%.

b Efeito de blindagem (0 MHz a 100 MHz) equivalente uma bandeja de aço para cabos (feixes de cabos, sem tampa) com espessura de parede mínima de 1,0 mm e uma superfície uniformemente perfurada de não mais de 20%. Esse efeito de blindagem também pode ser conseguido com cabos de energia blindados que não oferecem as características especificadas na nota de rodapé d.

c A superfície superior dos cabos instalados deve estar pelo menos 10 mm abaixo da superfície superior da barreira.

d Efeito de blindagem (0 MHz a 100 MHz) equivalente a um tubo de instalação em aço com parede de espessura 1,5 mm. A distância de separação especificada deve ser levada em conta ao acrescentar a distância de separação requerida pelos divisores / barreiras.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Para maiores detalhes sobre distancias mínimas de separação consulte as normas IEC 61784-5-3 ou EN 50174-2 respectivamente.

Aterramento e ligação equipotencial de cabeação de cobre

Ao instalar cabos de cobre PROFINET deve ser providenciado o correto aterramento dos cabos e também a ligação equipotencial. Isto não se aplica a cabos ópticos.

A blindagem do cabo deve ser aterrada corretamente em **ambas as extremidades** de cada cabo, isto é **em cada nó de rede conectado**. Usualmente, o anel externo do conector no dispositivo PROFINET é aterrado corretamente. Se não estiver visível nenhuma área grande de aterramento do cabo no dispositivo, você deve aterrar a blindagem do cabo junto ao dispositivo. Além disso, a ligação equipotencial deverá ser usada para evitar a circulação de altas correntes através da malha do cabo. O cabo de ligação equipotencial transporta as correntes de aterramento que se não houvesse esse cabo, seriam descarregadas através da malha do cabo de cobre PROFINET.

O aterramento da blindagem do cabo em cada extremidade normalmente é feito através dos conectores que possibilitam um caminho de baixa resistência da malha do cabo para o aterramento do dispositivo local. Porém, é também muito importante que todos os dispositivos sejam corretamente aterrados.

Você encontrará informações sobre a montagem e aterramento e também sobre a ligação equipotencial em uma rede PROFINET no Anexo deste documento e também no Guia de Instalação PROFINET No.: 8.072.

As instruções do fabricante do dispositivo geralmente mostram a maneira recomendada para conectar o dispositivo ao aterramento local. Quando essas instruções estiverem disponíveis, elas devem ser seguidas. Em caso contrário, você deve sempre assegurar um caminho de baixa impedância do aterramento do dispositivo para o aterramento local. Note que se a fiação de aterramento estiver enrolada em espiras, isso pode introduzir uma impedância significativa no cabo de aterramento. Cabos de aterramento não devem formar espiras.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

O aterramento apropriado juntamente com a ligação equipotencial reduz a susceptibilidade da rede PROFINET a interferências elétricas.

O aterramento da blindagem PROFINET e dos nós da rede pode ser projetado de forma que a ligação equipotencial e um sistema comum de aterramento sejam feitos pelo mesmo sistema de aterramento.

! Aterramento defeituoso é uma causa comum de problemas nos sistemas PROFINET. O aterramento incorreto e também o risco de perigos elétricos, pode causar erros no sistema de automação podendo causar danos a pessoas e maquinas.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.2.2 Cabeação de fibra óptica PROFINET

Em áreas onde pode haver interferência eletromagnética ou diferenças significativas no potencial de aterramento, recomenda-se a conexão através de fibras ópticas (FO). A conexão por fibra óptica pode eliminar completamente os problemas causados por interferência eletromagnética (EMI) e/ou correntes de equalização de terra que fluem pelas malhas dos cabos de cobre.

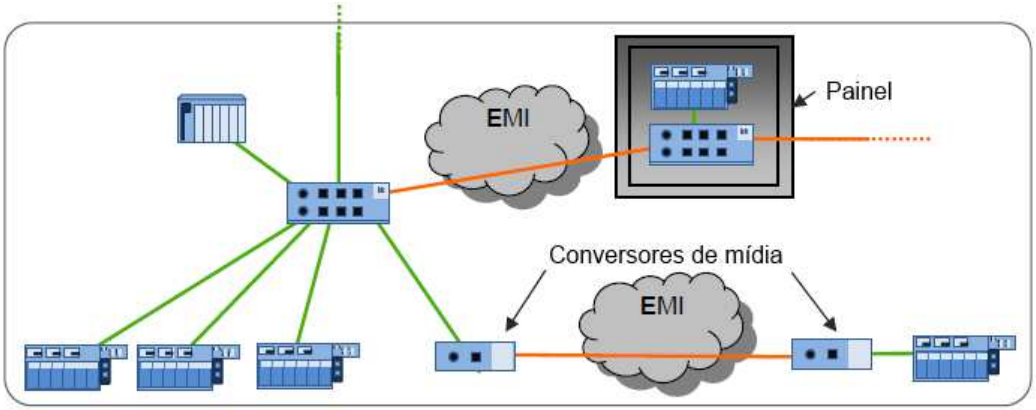


Figura 3-4: Aplicação da tecnologia de fibras ópticas para EMI

A Figura 3-4 mostra a aplicação da tecnologia de fibras ópticas para a conexão de nós de rede e/ou painéis de switch em áreas sujeitas a interferência eletromagnética. Os benefícios das fibras ópticas sobre os cabos de cobre são:

- Fibras ópticas usualmente cobrem distancias maiores comparadas com cabos de cobre.
- Cabos FO proporcionam total isolação elétrica entre áreas da fábrica.
- Cabos FO são totalmente imunes a interferência eletromagnética (EMI).

Veja a seguir uma descrição dos diferentes tipos de fibra óptica que podem ser usados para o projeto da rede PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tipos de Fibra Óptica

Podem ser usados quatro tipos de fibra óptica (FO) para PROFINET.

Os tipos de fibra devem ser selecionados de acordo com os requisitos do projeto de automação.

Há disponíveis os seguintes tipos de fibra óptica:

- Fibra óptica plástica (POF)
- Fibra óptica de vidro (multimodo)
- Fibra óptica de vidro (monomodo)
- Fibra de vidro com capa plástica (fibra de sílica revestida (HCF) ou fibra plástica revestida (PCF))

Os parâmetros principais das fibras ópticas são listados abaixo.

Atenuação especifica da fibra

A atenuação especifica da fibra depende do comprimento de onda de operação e é indicada em dB/km. Os valores máximos, para os diversos tipos de fibras, com base na norma IEC 61784-5-3, são indicados na Tabela 3-2.

Tabela 3-2: Atenuação específica dos tipos de fibra

Tipo de fibra	Atenuação máxima	Comprimento de onda
POF	≤ 230 dB/km	650 nm (excitação por LED)
Multimodo	≤ 1,5 dB/km	1300 nm
Single-mode	≤ 0,5 dB/km	1310 nm
HCF / PCF	≤ 10 dB/km	650 nm

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Distância máxima de transmissão com fibra óptica

O comprimento máximo do cabo de fibra óptica é limitado devido à atenuação do sinal óptico dentro da fibra. O comprimento de onda usado também tem efeito sobre a distância máxima.

Tabela 3-3: Distancias de transmissão de acordo com o tipo de fibra óptica

Tipo de fibra óptica	Diâmetro do núcleo	Diâmetro da capa	Distância de transmissão (valores típicos)
POF	980 µm	1000 µm	até 50 m
HCF / PCF	200 µm	230 µm	até 100 m
Multimodo	50 ou 62,5 µm	125 µm	até 2000 m
Monomodo	9 a 10 µm	125 µm	até 14000 m

A distância máxima de transmissão é um critério para o projeto do link de fibra óptica. Porém é muito importante a atenuação máxima do link PROFINET de fibra óptica ponto a ponto.

Atenuação máxima permissível do link PROFINET ponto a ponto

A Tabela 3-4 resume os valores de atenuação máximos admissíveis, com base nas normas IEC 61784-5-3 e IEC 61300-3-4 para links de transmissão óptica.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tabela 3-4: Atenuação máxima permissível do link PROFINET ponto a ponto

Tipo de fibra óptica	Atenuação máxima do link PROFINET ponto a ponto	Comprimento de onda
POF	12,5 dB	650 nm (excitação por LED)
Fibra óptica multimodo	62,5/125 µm: 11,3 dB 50/125 µm: 6,3 dB	1300 nm
Fibra óptica monomodo	10,3 dB	1310 nm
HCF / PCF	4,75 dB	650 nm

Ao usar links de fibra óptica, não deixe de observar a atenuação máxima permissível do link PROFINET ponto a ponto conforme a norma IEC 61300-3-4.

Esses valores limite já incluem as reservas de atenuação.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Junções adicionais em cabos de fibra óptica

As junções adicionais no link (emendas ou conexões de plugs) causam uma atenuação adicional do sinal transmitido pela fibra óptica. As fibras ópticas plásticas (POF) e a fibra de sílida revestida muitas vezes são montadas no campo usando ferramentas simples. Essa prática tem contribuído para uma maior atenuação na junção. Os valores típicos são mostrados na Tabela 3-5.

Tabela 3-5: Atenuação de emendas e pares de conectores

Tipo de fibra / Conexão	Fibra óptica	Fibra óptica plástica / Fibra de Sílica revestida / PCF
Para cada conexão de emenda térmica	0,3 dB	Não é possível
Por par de conectores	0,75 dB	1,5 dB

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Uso de diferentes tipos de fibras

O uso de diferentes tipos de fibra em uma instalação geralmente gera custos devido aos materiais e ferramentas adicionais necessários. Embora seja possível usar vários tipos de fibras na mesma planta, isso só deve ser feito em casos excepcionais.

Tabela 3-6: Uso de diferentes tipos de fibra

O uso de diferentes tipos de fibra pode ser justificado	O uso de diferentes tipos de fibra deve ser evitado
Se em uma planta, muitos links podem ser instalados usando fibra plástica e somente um link, devido ao seu comprimento, requer o uso de fibra de vidro. Nesse caso os custos totais seriam maiores se todos os links fossem feitos usando fibra de vidro.	Se a maioria dos links tiver que ser feito com fibra de vidro e somente alguns links podem ser feitos com fibra plástica. Isso poderia resultar em custos maiores devido ao tratamento adicional necessário para a fibra plástica (ferramentas, materiais).

Atenuação de um link de fibra óptica

A operação segura de um sistema de transmissão por fibra óptica requer que os sinais ópticos que chegam ao receptor tenham intensidade suficiente. A atenuação do link PROFINET ponto a ponto não deve exceder o valor de atenuação máxima permitida.

Os parâmetros a seguir poderiam ter influência:

- Atenuação especifica da fibra óptica
- Junções adicionais nos cabos ópticos

Para se ter comunicação confiável com fibras ópticas, devem ser verificadas as seguintes condições.

Potência transmitida - atenuação total ≥ sensibilidade do receptor

Para links de transmissão curtos pode ser necessário verificar a sensibilidade máxima permitida para o receptor. Se necessário, reduza a potência do transmissor.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Para o projeto de um link de fibra óptica, os valores limite especificados indicam o comprimento máximo do link de transmissão. Use também um cálculo simples de atenuação para verificar o link.

Você encontrará exemplos para a escolha de componentes de cabos para links de fibra óptica no Anexo deste documento. Além disso, você encontrará um exemplo para a determinação do equilíbrio da atenuação.
No entanto tenha em mente que isso é apenas uma verificação que de forma nenhuma substitui as medidas potenciais de aceitação.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.2.3 Seleção dos conectores necessários

Os cabos PROFINET são equipados com conectores em ambas as extremidades. A combinação de conectores no cabo e no soquete é considerada como um par conector.

! Os conectores em ambas as extremidades do cabo também devem ser incluídos. Cada um deles forma um par com o soquete do dispositivo terminal.

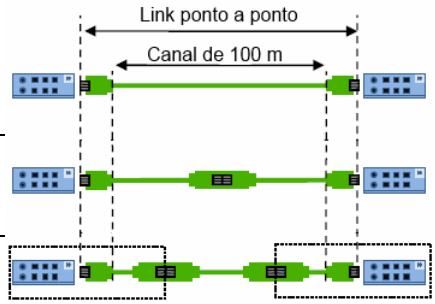
Conexões desconectáveis incluindo conectores de travessia de divisória e pontos de transmissão são também parte do sistema cabo/conector. O Anexo traz uma breve descrição desses itens.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Conectores para cabeação de cobre

Para o projeto da sua rede PROFINET você deve ter em mente que o número de links desconectáveis em uma linha ponto a ponto é limitado.

Tabela 3-7: Comprimento do link de transmissão e pares de conectores (cobre)

Exemplo de cabeação de dois componentes de rede	Número de pares de conectores	Distancias maximas
	2	100 m
	3	100 m
	4	100 m
Ambiente IP20 Conector Acoplador		

! Se os cabos especificados forem usados em combinação com os conectores especificados, pode ser usado um cabo com comprimento máximo de 100 m usando até quatro pares conectores. Tente usar o número mínimo possível de conexões pois cada conexão representa uma fonte potencial de distúrbios.

☞ Caso seja necessário mais de quatro pares de conectores para uma aplicação, você deve se certificar de que sejam observados os valores máximos de atenuação para o link. (valores de canal classe D)

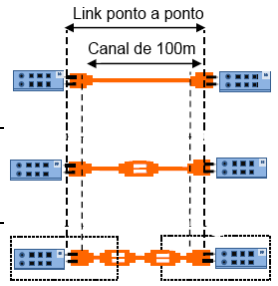
© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Conectores para links de fibra óptica

O número máximo de conexões desconectáveis para um canal baseado em fibra óptica é limitado, similar a um canal baseado em cabeação de cobre.

Tabela 3-8: Comprimento do link de transmissão e pares conectores (FO)

Exemplo de cabeação de dois componentes de rede	Número de pares conectores	Distância máxima		
		POF	HCF /PCF	Fibra óptica MM / SM
	2	50 m	100 m	2000 m / 14000 m
	3	42,5 m	100 m	2000 m / 14000 m
	4	37 m	100 m	2.000 m / 14.000 m
Ambiente IP20		Conector		Acoplador

! A atenuação mais alta das fibras ópticas, combinada com o uso simultâneo de vários conectores, tem um grande impacto no comprimento máximo da conexão por fibra óptica plástica. Isso deve ser considerado caso você use fibras ópticas plásticas (POF) em uma rede.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.3 Dispositivos preferidos para infraestrutura primária

Comparada com a comunicação cíclica em tempo real, a troca de dados em uma rede PROFINET ocorre principalmente entre os controladores e os dispositivos. Como resultado, devem ser usados switches certificados para PROFINET para o link de comunicação com a maior carga.

Geralmente, um link pode ser estabelecido usando uma estrutura em linha com um número arbitrário de dispositivos e switches integrados PROFINET. No entanto, dependendo da aplicação, recomenda-se definir um link de comunicação primária ao qual podem ser conectadas as sub-redes ou topologias de linha. Isso também simplificara posteriores ampliações da planta.

Os requisitos da Classe de Conformidade B significam que é obrigatório o uso de switches gerenciados. Esses switches também trazem muitos benefícios como características de diagnóstico avançadas para plantas de acordo com a Classe de Conformidade A; então se recomenda o uso de switches gerenciados em todos os casos.

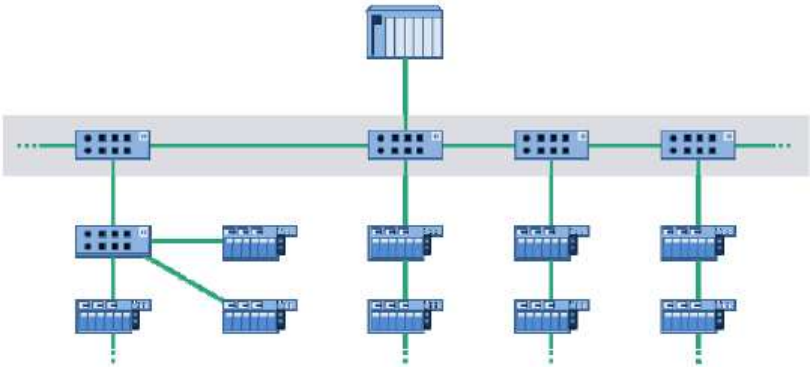


Figura 3-5: Exemplo de topologia

A Figura 3-5 mostra um exemplo de link de comunicação primária (caixa cinza). Esse link também pode ser implementado como uma configuração redundante, para aumentar a disponibilidade.

Se possível, projete o link de comunicação primária usando switches certificados PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.4 Definição da Topologia de rede

Com base nas informações disponíveis pode ser agora definida a topologia do projeto de planificação da automação.

Recomenda-se a abordagem sistemática a seguir:

Passo 1: Defina a posição de todos os nós de rede na planta de automação. Determine quais nós de rede devem ser instalados juntos em uma localização. Baseado nesse posicionamento defina a sua topologia. Depois, conecte os componentes individuais, verificando se os dispositivos PROFINET já estão equipados com switches.

Passo 2: Este passo considera os dispositivos PROFINET com requisitos especiais em termos de temporização determinística ou sincronização. A temporização determinística requer considerações especificas na definição da topologia.

Todos os dispositivos PROFINET que suportam IRT devem ser conectados a switches que suportam IRT. Dispositivos e switches que não suportam IRT podem ainda ser conectados à rede, mas a topologia deve ser estabelecida de forma que esses dispositivos não degradem as comunicações IRT.

! Lembre-se que qualquer substituição de dispositivos em operação ativa interromperá uma estrutura em linha existente. Para garantir a disponibilidade, considere o uso de switches adicionais ou a extensão da linha a uma estrutura em anel.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Passo 3: Em seguida deve ser selecionado o meio de transmissão. Determine quais links devem ser designados como conexão por fibra óptica ou por cabo de cobre.

Verifique se o nó da rede suporta esse meio de transmissão. Se necessário, instale conversores de mídia adicionais no link de transmissão (veja Capítulo 3.5).

Verifique se a cabeação é compatível com as condições ambientais.

Certifique-se também de não exceder o número máximo permitido de pares de conectores em um link.

O Anexo fornece uma descrição dos conectores disponíveis atualmente para PROFINET. As paginas seguintes fornecem alguns exemplos de planta e sua topologia. Esses exemplos podem apenas mostrar uma visão rápida das topologias PROFINET possíveis.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

Exemplo 1: Automação de uma fábrica

A topologia para uma planta de automação, designada para automação de uma fábrica, poderia ter a seguinte estrutura:

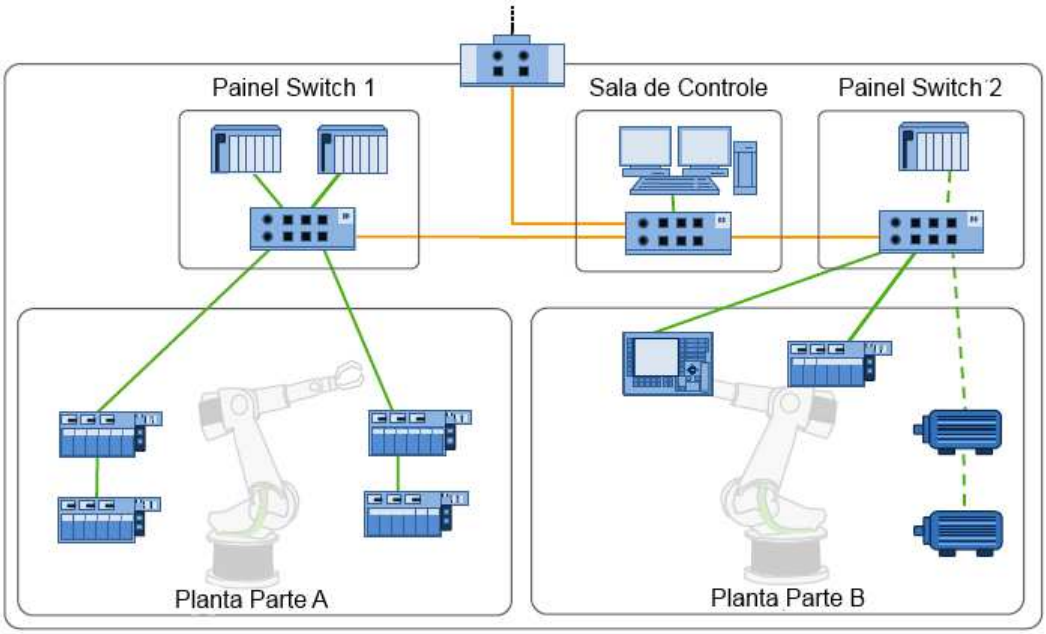


Figura 3-6: Exemplo de automação de uma fábrica

Neste exemplo, os controladores e switches são instalados em painéis de switches separados junto à linha de produção. Todos os controladores conseguem se comunicar uns com os outros sem limitação. Devido à grande distância entre as areas da planta, os links entre os switches são implementados por meio de fibra óptica.

Na área A da planta, os dispositivos de IO estão localizados próximos ao processo de manufatura e estão conectados através de uma estrutura em linha enquanto a área B da planta, além de uma conexão síncrona dos acionadores, prevê dispositivos PROFINET adicionais com comunicação cíclica como dispositivos IO e painéis IO.

Esse exemplo mostra claramente a combinação de diferentes topologias.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Exemplo 2: Automação de uma máquina

O exemplo a seguir mostra a automação de uma máquina. Aqui, a planta está subdividida em várias áreas que assumem diferentes funções. Os tempos de resposta da planta são tipicamente muito curtos.

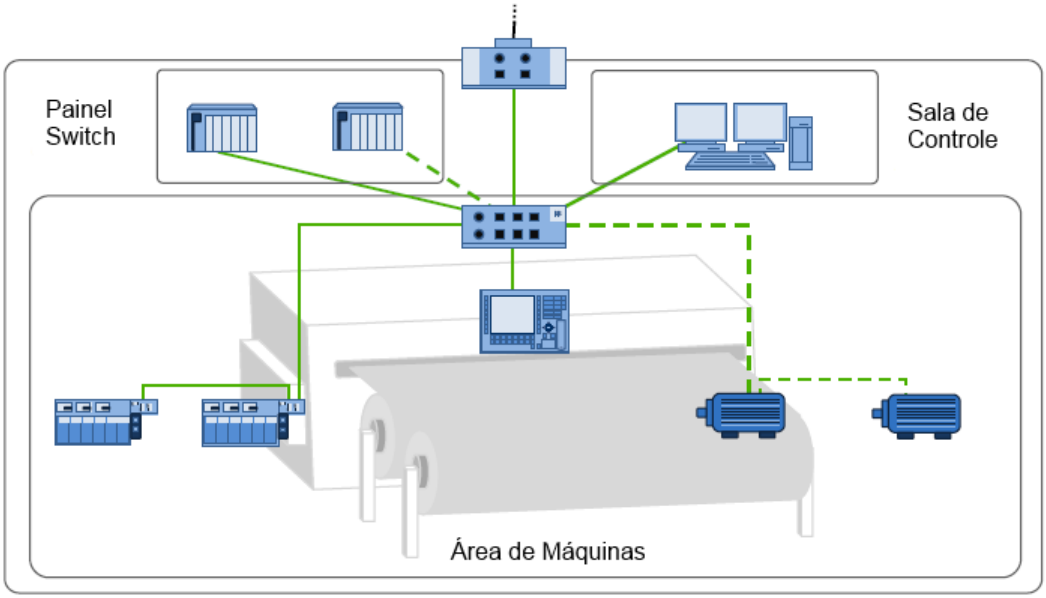


Figura 3-7: Exemplo de automação de uma máquina

Enquanto o painel do operador está instalado na sala de controle e os controladores de IO fora da área da máquina estão em um painel de switch, os dispositivos de IO e um painel de IO estão localizados na área da máquina.

Os dispositivos PROFINET que não requerem uma conexão síncrona são posicionados primeiro e conectados ao switch. O requisito especial em termos de determinismo (por exemplo, posicionamento de eixos controlados) também implica que os acionadores sejam sincronicamente conectados a um switch que suporta IRT. Dispositivos PROFINET não-IRT também podem ser conectados via switches IRT juntamente com o tráfego IRT.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Exemplo 3: Automação de processo

A automação de processo entre outras coisas abrange aplicações na indústria química. Neste caso, a estrutura de rede é usada tipicamente para conectar:

- reatores químicos,
- usinas de energia ou
- plantas químicas.

Os requisitos em termos de tempo de resposta são tipicamente menores em automação de processo do que na automação de manufatura ou de maquinas.

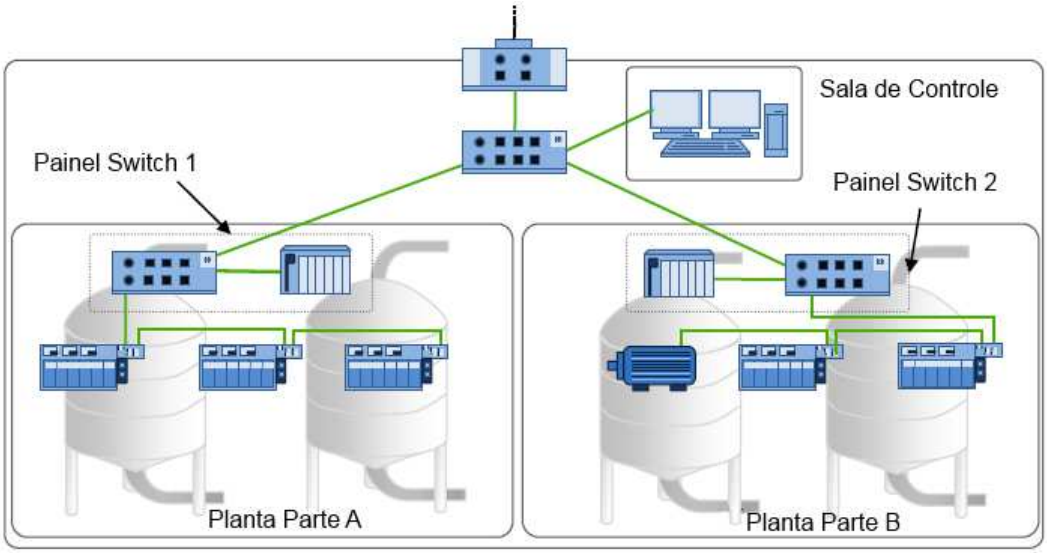


Figura 3-8: Exemplo de automação de processo

A sala de controle monitora ambos os processos que se dividem em parte A e parte B da planta. Ambas as partes da planta tem um painel de switch local equipado com um switch e um controlador IO.

Devido às grandes distancias envolvidas na planta, os nós de rede são ligados via estrutura em linha. Isso reduz a quantidade de cabos necessários.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.5 Verificação e refinamentos da topologia

Após definir a topologia e o meio de transmissão usado para os links individuais você precisa verificar se os dispositivos PROFINET selecionados suportam a mídia correspondente escolhida.

Sempre que possível, selecione dispositivos que suportam o meio de transmissão requerido. Onde isso não é possível, podem ser necessários outros conversores de mídia ou switches com suporte para diferentes mídias.

Não se esqueça que a instalação de um switch ou conversor de mídia requer espaço adicional.

Documente a modificação na visão prévia e análise do projeto de automação e verifique se é necessário novamente ajustar a topologia de rede.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

3.6 Documentação da topologia

Para concluir a definição da topologia de rede, documente todas as informações sobre a seleção de:

- meio de transmissão e
- os conectores

Faz sentido usar uma vista geral predefinida da planta do projeto de automação. Se necessário isso pode ser ampliado por meio de nós de rede e links de transmissão PROFINET. Algumas ferramentas de engenharia e software de projeto fornecem funções adicionais que podem gerar documentação.

Os tópicos discutidos nos capítulos seguintes, isto é, considerações de desempenho de rede e integração de nós de rede adicionais, poderiam levar a um ajuste na topologia de rede.

A Figura 3-9 na próxima página mostra o primeiro esboço de uma topologia de rede para o exemplo de planta do Capítulo 2.3.

A planta agora está conectada em rede através de vários switches. Conforme pré estabelecido, todos os nós da rede foram conectados à rede no primeiro passo. Um switch adicional pode ter ampliado a rede. Na próxima etapa, foram levadas em conta áreas com altos requisitos de determinismo. Como resultado, dispositivos PROFINET apropriados foram integrados na rede.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Topologia de rede

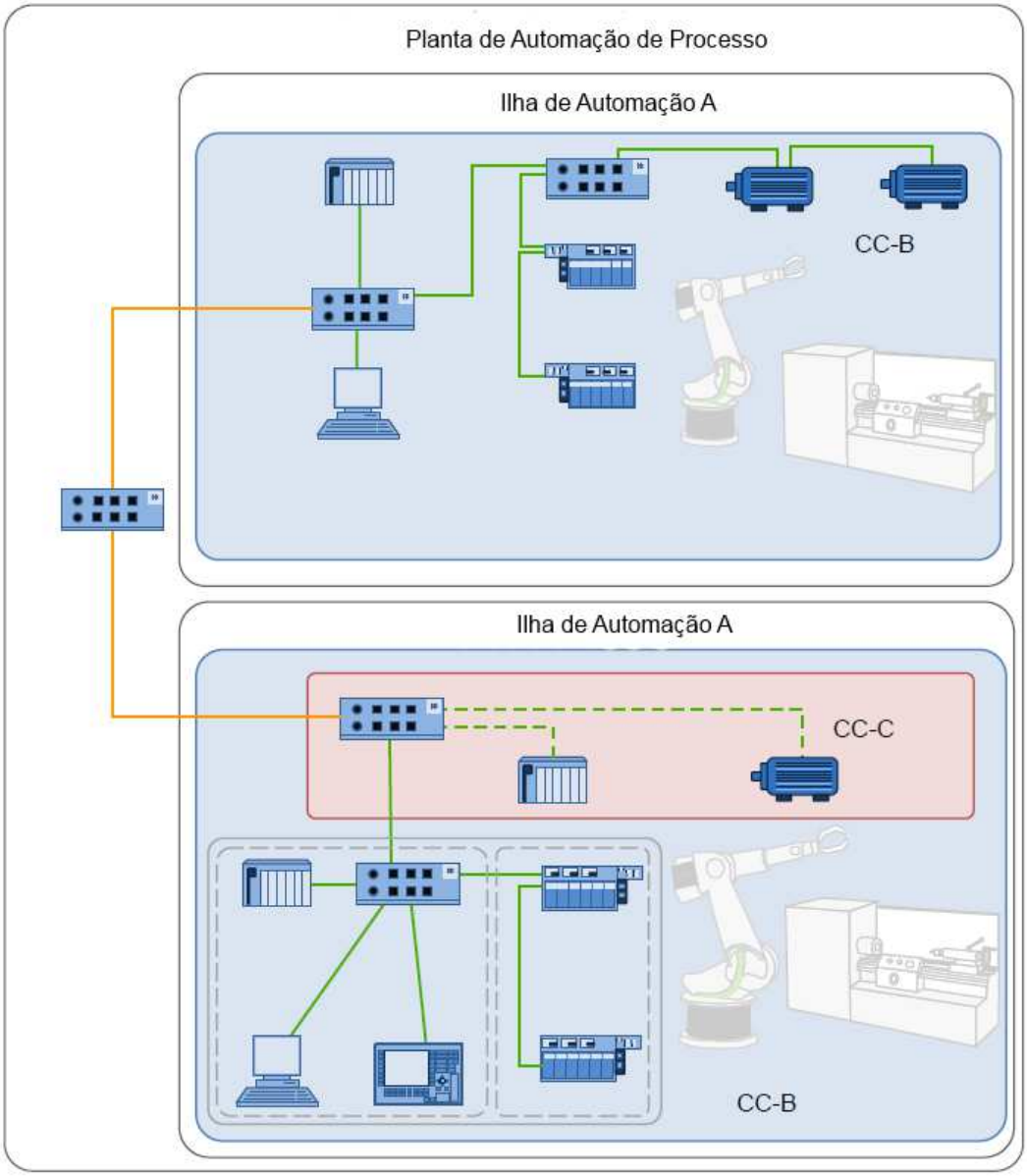


Figura 3-9: Exemplo de uma planta com topologia preliminar

As plantas de automação PROFINET podem ser estendidas com uma variedade de funções adicionais. Isso inclui a integração de dispositivos Ethernet padrão e a conexão a redes de nível superior. O próximo capítulo discute esses aspectos especiais de projeto.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4 Aspectos especiais de projeto

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Aspectos especiais de projeto

Esta seção fornece informações sobre

- fast start-up (FSU),
- conexão a redes de nível superior,
- utilização de infraestrutura de cabos existente
- determinação de níveis de revisão de firmware
- planejamento de pontos de acesso para diagnóstico de rede

Os aspectos especiais de projeto podem precisar de um ajuste nas decisões já tomadas para o projeto da topologia.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4.1 Uso do "Fast Startup"

Em algumas aplicações é necessário que os dispositivos PROFINET estejam operacionais dentro de um tempo muito curto. Por exemplo, após uma troca de ferramenta em um robô. Para minimizar o tempo de startup, o PROFINET oferece a função de protocolo "Fast Startup" (FSU). Essa função pode ser ativada ao configurar os dispositivos que suportam fast start-up.

Para poder usar tempos de start-up menores que 500 ms, é preciso poder desativar a auto negociação e a função auto crossover no switch relevante do nó da rede. Sem o auto crossover ativado, é preciso um cabo de crossover ou um switch com conexão cruzada interna. A Figura 4-1 mostra a implementação usando um cabo de crossover.

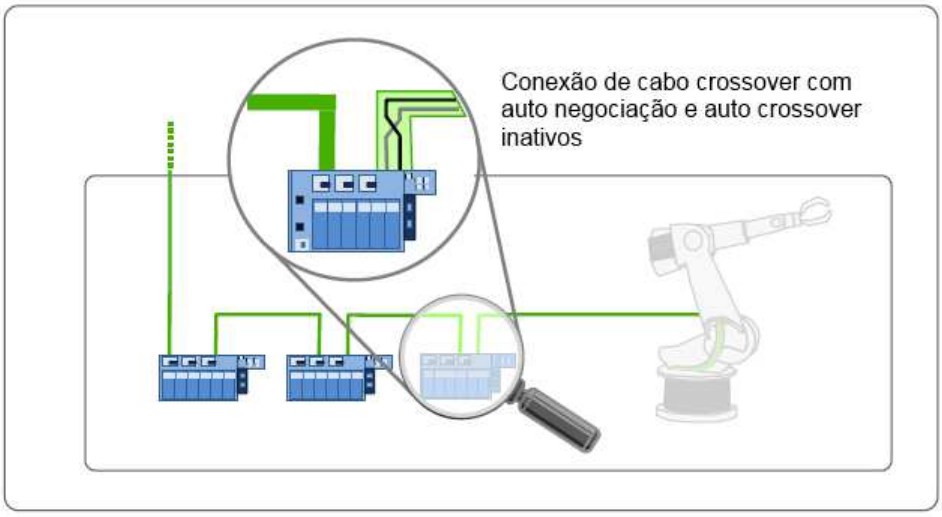


Figura 4-1: Implementação do "Fast Start-Up" com PROFINET

Consulte os documentos do fabricante para saber os detalhes sobre funcionalidade FSU e a conexão de nós de rede relevantes.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4.2 Utilização da infraestrutura de cabos existente

A infraestrutura de cabos existente pode servir para uso futuro no PROFINET. Isso, no entanto só é possível quando a infraestrutura de cabos é adequada para transmissão PROFINET.

Este é o caso quando a cabeação consiste de cabos de cobre trançados simetricamente e blindados com 4 pares para a transmissão padrão Ethernet.

Ao usar PROFINET, a cabeação independente de aplicação frequentemente usada para Ethernet padrão em ambientes industriais é classificada como uma classe de conformidade e aplicação e só pode ser usada como tal.

Se você planeja usar cabeação existente para a planta PROFINET a ser projetada, encontrará informações importantes em www.profinet.com no Conformance Class A Cabling Guideline (No.: 7.072).

Ao usar cabeação existente, o projeto deve ser baseado na infraestrutura existente. A infraestrutura de cabos existente pode ser estendida pelos links de transmissão necessários. Isso corresponde à definição preliminar de topologia tratada no capítulo anterior.

Ao usar switches padrão em uma infraestrutura existente, certifique-se de que sejam adequados para VLAN e que transmitam as informações de prioridade do pacote de dados PROFINET sem alterá-lo.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4.3 Conexão a redes de nível superior (rede corporativa)

Em muitos casos é necessário que a planta de automação seja conectada ao nível de controle de operação. Qualquer conexão do PROFINET a uma rede de nível superior, que usualmente está baseada no padrão Ethernet, deve sempre ser feita em coordenação com o departamento de TI.

Em muitos casos são usados roteadores para a conexão a outras redes. Por razões de segurança, esses roteadores devem ter funcionalidade firewall.

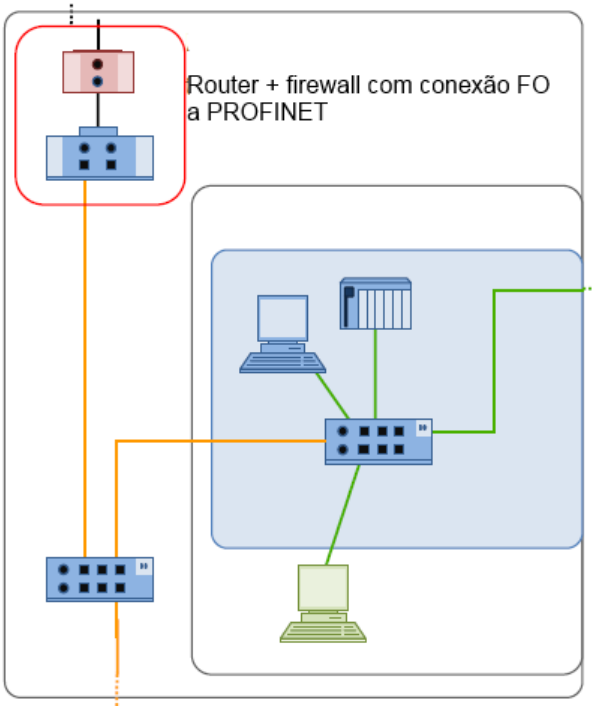


Figura 4-2: Exemplo de planta com conexão à rede corporativa

A conexão via firewall impede acesso externo não autorizado à sua planta.

Pacotes especiais de broadcast (chamados de "Broadcast" ou "Multicast") não serão direcionados pelos roteadores, limitando assim o tráfego de dados a uma única área da rede. Isso portanto minimiza o volume de dados a ser direcionado em uma rede.

O roteador age como uma barreira para separar uma rede em várias áreas e direciona os dados autorizados para as sub redes conectadas.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Aspectos especiais de projeto

Para a conexão de redes de nível superior à sua solução PROFINET, leia as notas no PROFINET Security Guideline (No.: 7.002)

Lembre-se que as comunicações PROFINET-RT- e IRT não são possíveis através de um roteador.

Considere que um roteador sem configuração não consegue negociar o tráfego entre os dispositivos conectados. Isto significa que não se pode esperar que haja qualquer tráfego de dados através do roteador até que o roteador seja configurado adequadamente.

A configuração dos roteadores deve ser feita somente depois de entendimentos com o departamento de TI da sua empresa.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4.4 Determinação dos níveis de revisão de firmware

Frequentemente são usadas diferentes revisões de firmware para dispositivos PROFINET, por exemplo, se funções foram ampliadas no software.

No entanto, é bom determinar um nível de revisão de firmware corporativo na fase de projeto da planta e certificar-se de que – antes do comissionamento – todos os dispositivos PROFINET tenham o mesmo nível de revisão de firmware. Isso assegura comportamento consistente de dispositivos e planejamento do projeto. Entre em contato com seu fornecedor e solicite o nível mais recente de revisão de firmware e escolha esse nível como padrão para cada dispositivo a ser usado. Devem ser evitados diferentes níveis de revisão de firmware para o mesmo tipo de dispositivo.

Determine um nível de revisão de firmware comum para cada tipo de dispositivo.

Pode ser bom determinar um nível de revisão de hardware comum.

Antes do comissionamento, atualize todos os dispositivos PROFINET que tenham uma versão de firmware mais antiga, para o nível de revisão de firmware definido.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4.5 Planejamento de pontos de acesso para diagnósticos de rede

Na fase de comissionamento e para a manutenção, você precisará de pontos de acesso à rede, por exemplo, para analisar o tráfego de rede ou para ler dados de dispositivo. Esses pontos de acesso são úteis também para solução de problemas ou diagnósticos demorados sobre as condições da rede.

Para poder conectar dispositivos de diagnóstico sem interromper o funcionamento normal da planta, deverá haver pontos de acesso na rede.

Para fins de diagnóstico, reserve portas de acesso facilmente acessíveis distribuídas na planta toda.

Em todos os casos, deve haver switches com portas de diagnóstico nos nós de comunicação, por exemplo, diretamente no controlador.

Portas livres podem ser usadas para uma primeira análise básica do tráfego da rede, se o switch correspondente suportar espelhamento de porta.

Um, TAP (Test Access Point) pode ser usado para analisar transmissões de dados para um diagnóstico exato do tráfego de dados. Um TAP é implementado diretamente no link de comunicação como mostra a Figura 4-3.

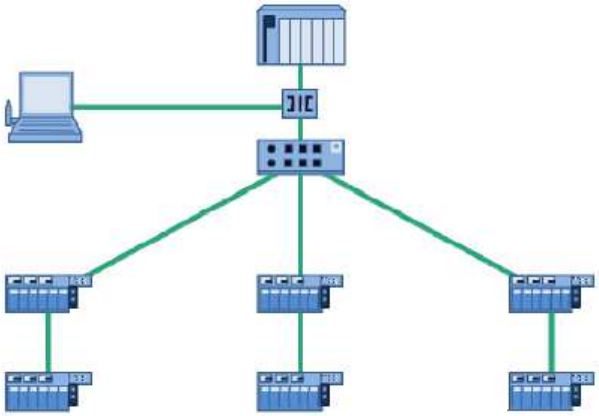


Figura 4-3: Lendo transmissões de dados via TAP'

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Aspectos especiais de projeto

Pode ser usado um PC para avaliar a transmissão de dados. No mercado há disponíveis também dispositivos de diagnóstico com TAP integrada.

Para instalar ou remover um TAP, é preciso abrir o link de comunicação. É bom colocar TAPs em pontos importantes no seu projeto da planta.

TAPs são componentes de rede adicionais que podem afetar a disponibilidade da rede. No entanto, esse efeito é desprezível quando se usam TAPs passivos não-reativos.

Pode ser aconselhável colocar TAPs em pontos importantes, por exemplo, diretamente no controlador.

Recomendamos usar TAPs passivos exclusivamente sem qualquer reação na comunicação PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4.6 Utilização de cabos de quatro pares

Uma infraestrurua de cabos consistente para PROFINET e TI padrão pode ser implementada usando cabos de quatro pares. Os conectores correspondentes são descritos no Capítulo 9.5. Isso permite integrar outros sistemas de rede à rede PROFINET com cabeação consistente.

! Note que quando se usa cabeção de quatro pares, os dispositivos PROFINET atualmente só podem operar à taxa de transmissão de 100 Mbit/s. Os conectores M12 podem requerer o uso de conectores de transição apropriados de um switch Gigabit para um dispositivo PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

4.7 Documentação de topologia de rede modificada

Você deve atualizar a sua documentação com os resultados coletados ao considerar aspectos especiais.

Algumas ferramentas de engenharia, ferramentas de documentação interna da empresa ou software de projeto fornecem funções adicionais que podem gerar documentação de projeto.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5 Considerações de desempenho

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Em seguida é necessário considerar o desempenho da rede. Esse capítulo vai guiá-lo através da análise do seu plano de projeto passo a passo e vai mostrar quais pontos devem ser considerados primariamente em termos de desempenho de rede. As próximas seções tratam dos seguintes assuntos:

- a descrição do ciclo I/O no PROFINET,
- a definição dos parâmetros de dispositivo relevantes ao desempenho da rede e
- A topologia de rede PROFINET com foco especial na carga cíclica e não cíclica que é gerada pelos dispositivos PROFINET e dispositivos padrão Ethernet.

A topologia da sua rede pode precisar ser ajustada para garantir comunicação confiável e no tempo correto.

A comunicação isócrona em tempo real (Isochronous real-time communication - IRT) e o efeito dos conceitos de proteção e segurança estão alem do escopo deste capítulo.

O Capítulo 5.1 a seguir fornece uma rápida visão geral das funções Ethernet gerais e das funções PROFINET relevantes ao desempenho. Se você já estiver familiarizado com esses tópicos, pode pular este capítulo e continuar no Capítulo 5.2.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.1 Ciclo de transmissão PROFINET

Este capítulo descreve as funções PROFINET relevantes para o desempenho. Ele fornece uma boa base para a análise do planejamento de projeto que você fez até aqui.

5.1.1 Priorização dos pacotes PROFINET e tecnologias de comutação

Dois tipos de comunicação podem ser usados em uma rede PROFINET: comunicação em tempo real (RT) e comunicação não em tempo real (NRT).

A comunicação em tempo real é priorizada. É usado o mecanismo de priorização da Ethernet padrão na Tag de VLAN, ilustrado no exemplo da Figura 5-1. Podemos ver que o pacote RT tem prioridade mais alta comparado com os pacotes NRT.

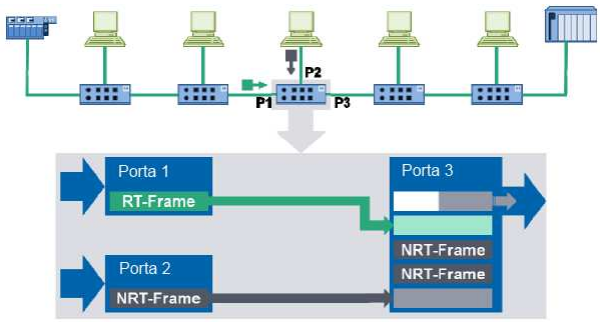


Figura 5-1: Priorização da comunicação em tempo real com PROFINET

Como resultado, a comunicação NRT só é executada em períodos de tempo em que não ocorre comunicação RT. Usualmente, são aplicadas as seguintes tecnologias de comutação:

- **Switches "Store and Forward"**: O pacote é recebido em sua porta, verificado quanto a erros e então enviado ou – no caso de um pacote inválido – descartado.
- **Switches "Cut Through"**: Somente partes do pacote que sejam essenciais para o processo de encaminhamento (isto é, as informações de endereço) são lidas e então os pacotes são enviados diretamente sem mais retardos.

A tecnologia de chaveamento usada é de grande importância para o seu projeto de topologia, especialmente com referência à line depth (isto é, número de switches entre o controlador e o dispositivo). Para mais detalhes sobre este tópico, leia o Capítulo 5.3.1.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.1.2 Tempo de atualização

Os dispositivos PROFINET podem ser atualizados a diferentes intervalos dependendo dos requisitos de processo e do hardware utilizado. O tempo de atualização pode variar para diferentes dispositivos PROFINET na mesma planta. A duração do ciclo de transmissão no qual todos os dispositivos PROFINET recebem ou transmitem seus dados pelo menos uma vez, é determinado pelo dispositivo PROFINET com o menor tempo de atualização, veja Figura 5-2.

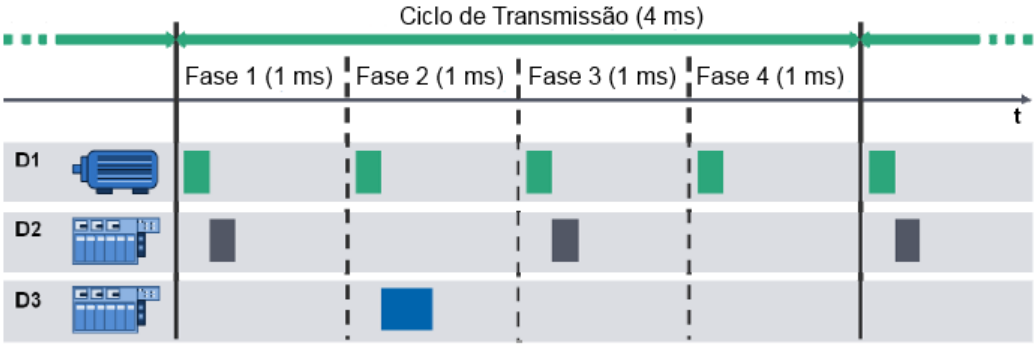


Figura 5-2: Ciclo de transmissão PROFINET

Para tempos de atualização rápidos o ciclo de transmissão é dividido em várias fases. O tempo da fase T_p é sempre um inteiro múltiplo do clock básico PROFINET de 31,25 µs, conforme é dado pela fórmula (5.1). Esse múltiplo inteiro é o *SendClockFactor*.

$$T_p = SendClockFactor \times 31{,}25\mu s \qquad (5.1)$$

Tempos de atualização, T_a, diferentes do clock de transmissão mínimo, são obtidos usando uma taxa de redução (*ReductionRatio*), dada pela fórmula (5.2).

$$Ta = ReductionRatio \times SendClockFactor \times 31{,}25\ \mu s \qquad (5.2)$$

No exemplo na Figura 5-2 o clock de transmissão mínimo resultante em um tempo de atualização de 1 ms é necessário para o dispositivo IO D1. Uma taxa de redução (*ReductionRatio*) igual a 2 seria atribuída ao dispositivo IO D2, e uma taxa de redução igual a 4 para o dispositivo IO D3, dando um ciclo de transmissão de 4 ms.

O clock de transmissão, que define o clock mínimo para a transmissão de pacotes, pode ser ajustado no controlador IO. Além disso, você pode definir o clock de transmissão que define o clock mínimo de transmissão dos pacotes. O clock de transmissão escolhido para o controlador geralmente corresponderá ao tempo de atualização mais rápido atribuído a um dispositivo.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

O exemplo a seguir ilustra a escolha do tempo para uma aplicação típica. Note que os valores neste exemplo foram escolhidos arbitrariamente para ilustrar o princípio.

Exemplo Dados do controlador a serem transmitidos para 4 dispositivos com um tempo de atualização de 4 ms.

Se o clodk de transmissão do controlador é selecionado como 1 ms, será transmitido um pacote de dados a cada milissegundo.

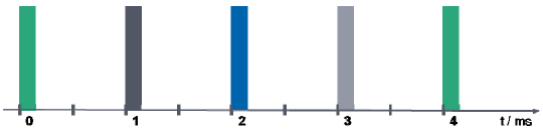


Figura 5-3: Carga da rede, ciclo de transmissão de 4 ms, clock de transmissão do controlador de 1 ms

No entanto, se o clock de transmissão do controlador for escolhido como 4 ms, os pacotes de dados também serão transmitidos a cada 4 milissegundos.

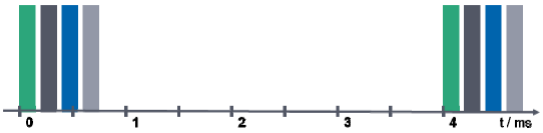


Figura 5-4: Carga da rede, ciclo de transmissão de 4 ms, clock de transmissão do controlador de 4 ms

No primeiro caso, a carga é distribuída uniformemente durante o ciclo de transmissão, enquanto que no segundo caso os pacotes transmitidos são agrupados dando uma carga desbalanceada no barramento.

Conforme mostra o exemplo, recomenda-se manter o clock de transmissão do controlador rápido mesmo com tempos de atualização mais lentos dos dispositivos. Isso é feito para conseguir uma melhor distribuição da carga gerada na rede. Como resultado, você deve modificar a taxa de redução (*ReductionRatio*) em vez de modificar o clock de transmissão do controlador quando alterar o tempo de atualização dos dispositivos.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Usualmente esses cálculos são feitos pela ferramenta de engenharia. Somente o tempo de atualização tem que ser predefinido pelo usuário.

Uma vez definido o tempo de atualização, o dispositivo PROFINET automaticamente transmitirá seus dados nos intervalos dados pelo tempo de atualização. Com a comunicação RT PROFINET é definido somente esse intervalo de tempo, no qual os pacotes de dados devem ser enviados e não o tempo exato.

O tempo de atualização predefinido tem um impacto grande sobre o volume de dados transmitidos e, portanto, sobre a carga na rede. Esse aspecto será detalhado no próximo capítulo.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.1.3 Carga na Rede

A relação entre a largura de banda usada e a largura de banda máxima disponível é chamada de carga da rede. A distribuição da carga sobre o período de tempo considerado pode ser considerada como aleatória.

O período considerado é importante para a definição da carga da rede, porque 100% de toda a largura de banda da rede está ocupada em períodos de tempo específicos durante o processo de transmissão, como mostra a Figura 5-5, usando o ciclo de transmissão como exemplo. Pacotes de tamanhos diferentes – 108 bytes (verde, cinza) e 300 bytes (azul) no exemplo – usam a largura de banda total quando estão sendo transmitidos.

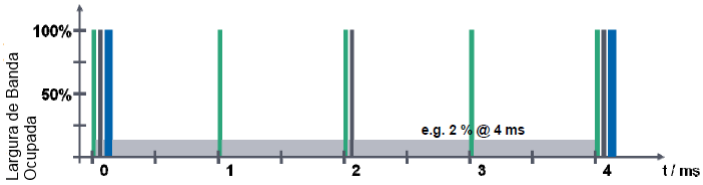


Figura 5-5: Exemplo de desenvolvimento de carga da rede durante um ciclo de transmissão

A distribuição da carga da rede durante o período de tempo em consideração não pode ser determinada diretamente, pois os valores são sempre médios. Quanto mais longo o período em consideração, maior é a ação do efeito de média, isto é, picos de carga da rede curtos são simplesmente "mascarados". No exemplo mostrado na Figura 5-5 a carga da rede é 2% relacionada a 4 ms.

Com PROFINET os dados usualmente são transmitidos em modo full-duplex, isto é, os dados são transmitidos e recebidos simultaneamente. No resultado você pode considerar individualmente cada direção de comunicação.

A relação entre largura de banda usada e largura de banda máxima disponível é chamada de carga da rede.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Dependendo do volume de dados a serem transmitidos e do tempo de atualização predefinido, varia a largura de banda para a comunicação RT. A largura de banda disponível para comunicação NRT muda de forma correspondente.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.1.4 Tempo de resposta das cadeias de processamento

Cada dispositivo PROFINET executa sequencialmente seu programa dentro de um ciclo de tempo específico. As entradas são lidas no início e as saídas são geradas no fim de cada ciclo. O tempo relativo desses ciclos, uns em relação aos outros (veja Figura 5-6) tem um impacto sobre o tempo de resposta em uma cadeia de processamento.

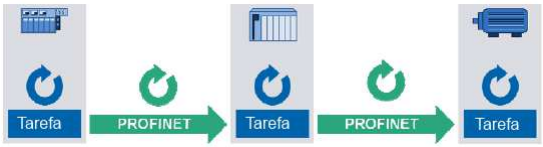


Figura 5-6: Ciclos na cadeia de processamento

A Figura 5-7 mostra um exemplo para processar um evento. Esse evento poderia ser, por exemplo, a entrada de um comando de parada para um motor.

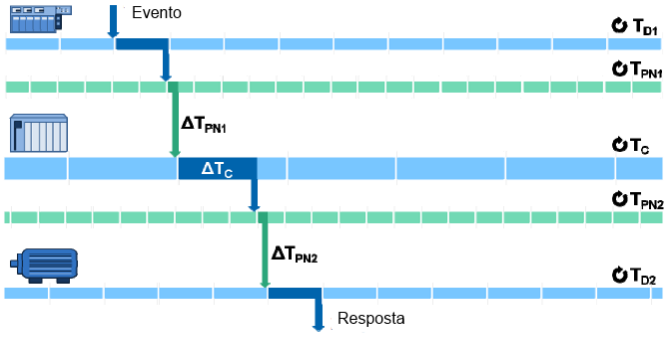


Figura 5-7: Exemplos de ciclos na cadeia de processamento, tempo de resposta mais curto

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

O tempo de execução é determinado por:

- Tempo de ciclo do controlador T_C.
- Tempo de processamento no controlador ΔT_C.
- Tempos de ciclo dos dispositivos T_{D1} e T_{D2}.
- Tempos de ciclo / tempos de atualização dos dispositivos T_{PN1} e T_{PN2}.
- Tempos de transmissão dos dados através da rede ΔT_{PN1} e ΔT_{PN2}.

Nesse exemplo, assume-se que as tarefas do PLC são executadas ciclicamente no controlador, por exemplo, com os sistemas IEC 61131-3. Assume-se que o tempo de processamento da tarefa do PLC ΔT_C é menor do que o tempo de ciclo T_C da tarefa. Se as tarefas são executadas no controlador ciclicamente ("modo PLC"), o tempo de ciclo do controlador T_C corresponde ao tempo de processamento no controlador ΔT_C.

No melhor caso, os dados são recebidos "just in time" imediatamente antes do início do próximo ciclo e podem ser processados diretamente. Não ocorre nenhum retardo adicional.

No pior caso a execução deve esperar por um ciclo inteiro em cada etapa de processamento até que seja possível novamente a avaliação e a resposta, veja Figura 5-8. Essa consideração é baseada na suposição de que com o processamento cíclico o evento tenha "acabado de se perder" e o processamento não será possível antes que comece o próximo ciclo.

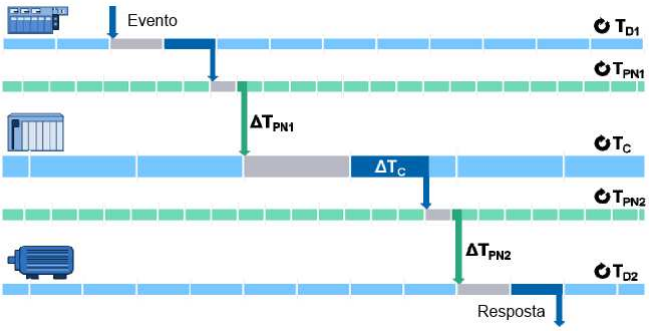


Figura 5-8: Exemplos de ciclos na cadeia de processamento, tempo de resposta mais longo

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Como os ciclos dos componentes em um sistema não são sincronizados uns com os outros, deve-se esperar variações do tempo de resposta.

No pior caso o tempo de resposta na cadeia de processamento pode ser duas vezes o tempo requerido no melhor caso, como mostra o exemplo a seguir:

Exemplo Supondo

$T_C = 15$ ms

$\Delta T_C = 10$ ms

$T_{D1} = T_{D2} = 3$ ms

$T_{PN1} = T_{PN2} = 2$ ms

$\Delta T_{PN1} = \Delta T_{PN2} = 100$ µs

dá um tempo de resposta de

min.

$T_{D1} + \Delta T_{PN1} + \Delta T_C + \Delta T_{PN2} + T_{D2} = 16{,}2\ ms$

max.

$2 \times T_{D1} + T_{PN1} + \Delta T_{PN1} + T_C + \Delta T_C + T_{PN2} + \Delta T_{PN2} + 2$

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

No exemplo descrito acima, o impacto do tempo de atualização PROFINET é mais ou menos baixo, como mostra o exemplo a seguir:

Exemplo Reduzindo o tempo de resposta T_{PN1} e T_{PN2} de 2 ms para 1 ms mantendo ainda as hipóteses especificadas no exemplo anterior resultará em um tempo de resposta mínimo de 16,2 ms e um tempo de resposta máximo de 39,2 ms.

Neste caso, a relação entre o tempo de atualização e o tempo de ciclo do controlador é 1:15.

No exemplo acima a redução do tempo de ciclo do controlador tem um impacto consideravelmente mais alto sobre o tempo de resposta:

Exemplo Reduzindo o tempo de ciclo do controlador T_C de 15 ms para 10 ms com um tempo de processamento do controlador de ΔT_C de 5 ms enquanto mantém as outras hipóteses do primeiro exemplo dá um tempo de resposta mínimo de 11,2 ms e um tempo de resposta máximo de 31,2 ms.

Neste caso, a relação entre o tempo de atualização e o tempo de ciclo do controlador é 1:5.

Uma mudança na relação entre o tempo de atualização e o tempo de ciclo do controlador resultará em uma mudança no tempo de resposta.

☞ Certifique-se de que o tempo de resposta do seu sistema de controle seja suficientemente rápido para a sua aplicação.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.2 Planejamento do ciclo de IO

A seção a seguir trata da definição da configuração de dispositivo. Nesse contexto, são discutidos os tempos de atualização PROFINET e as funções de monitoração.

5.2.1 Planejamento dos tempos de atualização

Controladores operam ciclicamente com um tempo de atualização específico. O tempo de atualização para todos os outros dispositivos PROFINET deve ser definido como uma função do tempo de ciclo do controlador. Para aplicações multicontrolador devem ser considerados os dispositivos atribuídos ao controlador correspondente.

Com tempos de atualização rápidos os dados serão atualizados em intervalos mais curtos. Como resultado, eles estarão disponíveis para processamento mais rapidamente. No entanto, o volume de dados transmitidos em um período de tempo e portanto, a carga da rede aumentam.

A Figura 5-9 ilustra como a carga da rede aumenta em função do tempo de atualização e o número de nós de rede, usando o tamanho típico de pacote PROFINET de 108 bytes (60 bytes de dados) como exemplo.

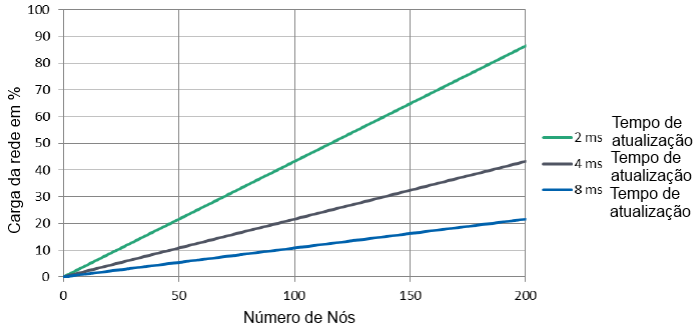


Figura 5-9: Carga de rede PROFINET cíclica em função do tempo de atualização e do número de nós de rede (Pacotes PROFINET típicos)

Quando a carga da rede é aumentada pela comunicação cíclica em tempo real, a largura de banda para outras comunicações diminui. O tópico sobre carga de rede é detalhado no Capítulo 5.3.2.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Quanto mais rápido o tempo de atualização, maior é a largura de banda ocupada pela comunicação cíclica em tempo real.
Quanto mais lento é o tempo de atualização, mais lento é o tempo de resposta.
Recomenda-se portanto escolher o tempo de atualização por dispositivo PROFINET tão rápido quanto necessário mas tão lento quanto possível.

Observe a line depth e especificações de tempo de atualização no Capítulo 5.3.1.

- Defina o tempo de atualização para todos os dispositivos.
- Lembre-se que você tem que adaptar os tempos de atualização corretamente quando usar tecnologias de transmissão wireless.
- Verifique o tempo de resposta do sistema inteiro resultante disto.
- Documente essas especificações.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.2.2 Definição da monitoração de comunicações PROFINET

Em uma rede podem ocorrer erros na transmissão de dados. Como resultado, a monitoração das comunicações deve ser tolerante a falta até certo ponto. No entanto, tem que ser possível detectar um erro o mais cedo possível para poder reagir de forma correspondente na eventualidade de uma falha de comunicação, por exemplo, configurando as saídas para um estado definido. O objetivo é verificar e, se necessário, adaptar a monitoração das comunicações.

A função de monitoração das comunicações em uma rede PROFINET verifica se são recebidos dados válidos. Se não são recebidos dados válidos dentro de um tempo determinado, ou em um número de ciclos de comunicação, assume-se que ocorreu um erro.

Na descrição a seguir, o número de ciclos de comunicação sem dados válidos após o qual se assume que ocorreu um erro de comunicação é chamado de threshold.

A escolha da configuração de monitoramento da comunicação depende do fabricante. Exemplos incluem:

- "Número de ciclos de atualização aceitos com dados IO faltando"
- "Número de ciclos de atualização sem dados de IO"
- "Número de telegramas falhos antes que a comunicação seja encerrada"

A Figura 5-10 ilustra o processo para se configurar o threshold padrão para 3.

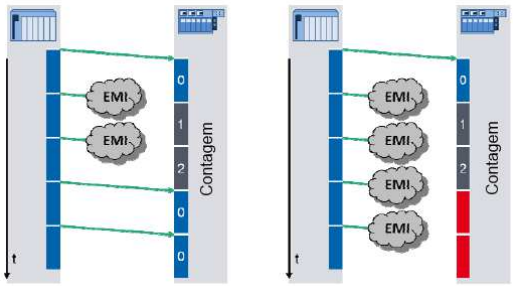


Figura 5-10: Problemas de comunicação com threshold de valor 3

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

No primeiro caso (parte esquerda da figura) a comunicação é perturbada por dois ciclos, por exemplo por interferência eletromagnética (EMI). Como o threshold não é atingido, o contador zera na restauração da comunicação, e a comunicação normal continua.

Se o problema persiste por um tempo maior (parte direita da figura) assume-se que há um erro de comunicação e a comunicação é encerrada.

O valor do threshold determina o tempo a partir do qual a falta de dados será considerada como um erro.

Quanto mais alto o threshold, mais tarde será reconhecido um erro de comunicação. A Figura 5-11 mostra a situação de um erro de comunicação persistente, usando o threshold padrão de 3 e um threshold de 10 como exemplo.

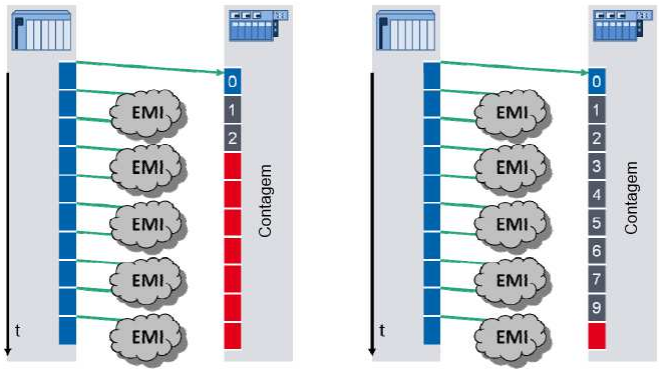


Figura 5-11: Comparação entre valores de threshold baixo (3, esquerda) e alto (10, direita)

O tempo até que um erro de comunicação seja reconhecido é dado pelo tempo de ciclo de comunicação e pelo threshold. Isto significa que com um threshold padrão de 3 e um tempo de atualização de 2 ms um erro seria detectado após 6 ms, enquanto um tempo de atualização de 4 ms resultaria em um tempo de detecção de erro de 12 ms, etc.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Um valor mais alto de threshold aumenta a tolerância de falta em caso de problemas, mas também retarda a detecção de um erro.

Recomenda-se manter o valor padrão de threshold em 3. Se você preferir escolher outro valor de threshold, tem que verificar se o tempo de resposta na eventualidade de um erro é suficientemente curto.

Defina os thresholds para a função de monitoração e documente seus valores.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.3 Verificando o desempenho da topologia de rede planejada

Tendo definido os tempos de atualização e as funções de monitoração, o projetista deve verificar o desempenho esperado da topologia planejada.

5.3.1 Verificando a line depth

Cada switch que é colocado entre um dispositivo e seu controlador introduz um retardo na transferência de dados. O número de switches entre um controlador e um dispositivo é chamado de line depth. O projetista tem que levar em conta o line depth em uma topologia proposta. Uma topologia em linha apresentará uma line depth significativa devido aos switches integrados nos dispositivos. Uma grande line depth introduzirá retardo que tem que ser levado em conta ao planejar a topologia. A Figura 5-12 mostra um exemplo com uma line depth de 9.

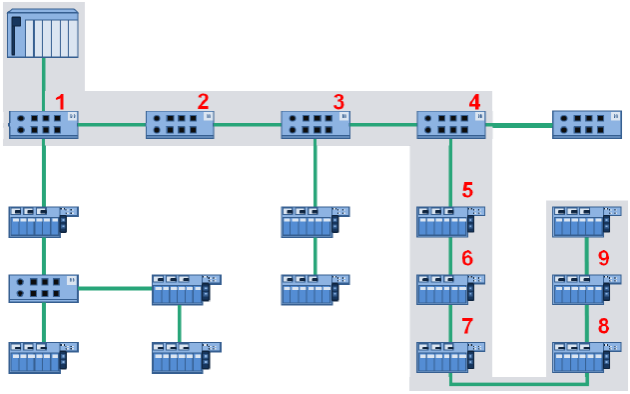


Figura 5-12: Exemplo de Line depth

Usualmente, relações de comunicações críticas ocorrem entre dispositivos e controladores. Se mais de um controlador é envolvido, os dispositivos atribuídos a cada controlador devem ser considerados.

Quanto maior a line depth, maior o retardo na transmissão dos dados. Como resultado, os dados poderão chegar obsoletos ao destino. Line depth excessiva deve ser evitada para aplicações criticas no tempo.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Uma line depth grande pode afetar a resposta do sistema.

Verifique o tipo de switches ("Store and Forward" ou "Cut Through") usados na sua rede. Switches Store and Forward causam mais atrasos do que switches Cut Through. Se você não sabe o tipo de switches usado, assuma que seja "Store and Forward" para estar mais seguro.

As line depths máximas listadas na Tabela 5-1 são validas para switches "Store and Forward".

Tabela 5-1: Line depth máxima com switches "Store and Forward"

Line depth máxima com o tempo de atualização			
1 ms	**2 ms**	**4 ms**	**8 ms**
7	14	28	58

No cenário do pior caso, o tempo de processamento para essas line depths em uma topologia em linha tem o mesmo valor do tempo de atualização.

As line depths máximas listadas na Tabela 5-2 são validas para switches "Cut Through".

Tabela 5-2: Line depth máxima com switches "Cut Through"

Line depth máxima com o tempo de atualização			
1 ms	**2 ms**	**4 ms**	**8 ms**
64	100	100	100

Recomenda-se planejar um máximo de 45 para line depth, para favorecer a disponibilidade maior e diagnóstico mais fácil.

Isso também permite ampliações futuras usando redundância de mídia (MRP).

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Pode ser usada uma configuração mista de switches "Store and Forward" e "Cut Through". Nesse caso, recomenda-se assumir os valores limite para switches "Store and Forward" ou calcular explicitamente o tempo de processamento.

Se não for possível observar os valores especificados na Tabela 5-1 e na. Tabela 5-2. Você deverá refazer o projeto de estrutura da sua rede. É possível, por exemplo, segmentar topologias de linha para obter várias linhas menores, como mostra a Figura 5-13.

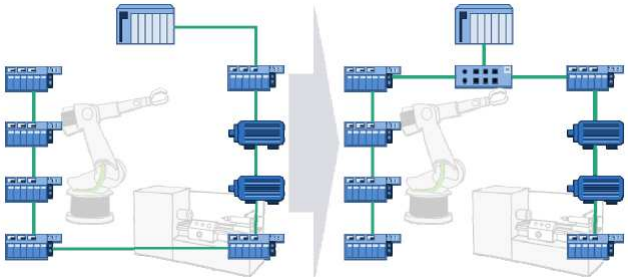


Figura 5-13: Exemplo de line depth reduzida

As opções de reestruturação dependem da estrutura da sua planta individual. Um possível custo adicional para switches suplementares ou mais cabos é compensado por uma disponibilidade maior da planta e um tempo de resposta menor.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Verifique a line depth da sua planta. Se necessário mude a topologia. Leve em conta as especificações na Tabela 5-1 e Tabela 5-2.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.3.2 Verificando a carga cíclica da rede em tempo real

Você deve ter definido os tempos de atualização dos dispositivos PROFINET em uma etapa anterior.

Conforme já foi mencionado no Capítulo 5.2.1, todo dispositivo PROFINET gera uma carga cíclica de rede específica em um dado tempo de atualização. Neste capítulo, é analisada e avaliada a carga cíclica da rede em tempo real (carga de rede RT).

A Figura 5-14 mostra como exemplo uma rede PROFINET com um controlador e vários dispositivos. Para fins de ilustração, assume-se no exemplo que cada dispositivo gera uma carga cíclica em tempo real de 1%. Esse valor é usado para ilustração apenas. Em uma planta real usualmente ele é menor. No exemplo é investigada somente a direção do dispositivo IO para o controlador, embora na realidade os dados sejam transmitidos em ambas as direções.

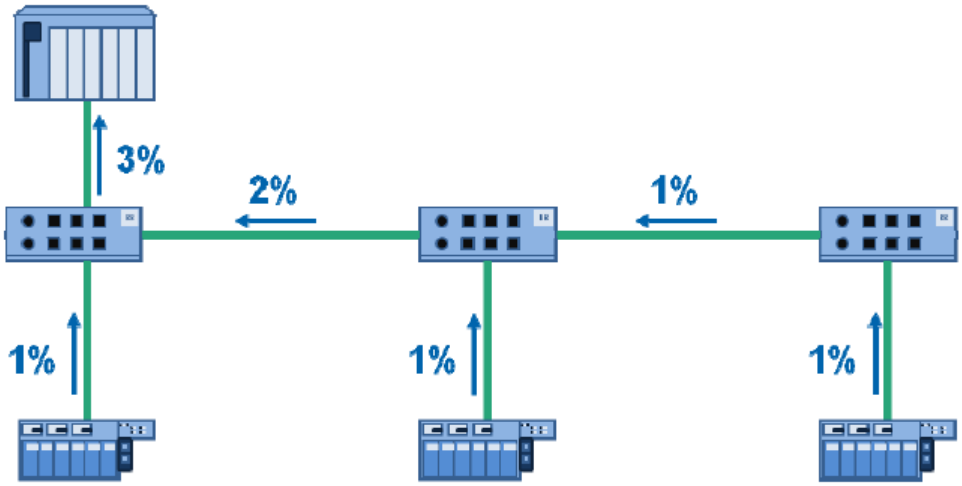


Figura 5-14: Exemplo de distribuição de carga na rede em uma aplicação de um único controlador

Conforme mostra o exemplo, as transmissões de dados na mesma direção se somam. A carga máxima de rede, isto é, o total de todas as cargas de rede geradas, ocorre no link entre o switch e o controlador.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Isso vale também para aplicações com múltiplos controladores. Como exemplo a configuração dada é ampliada por outro controlador e três dispositivos atribuídos, como mostra a Figura 5-15. Nas localizações destacadas em vermelho são somadas as cargas de rede de diferentes controladores.

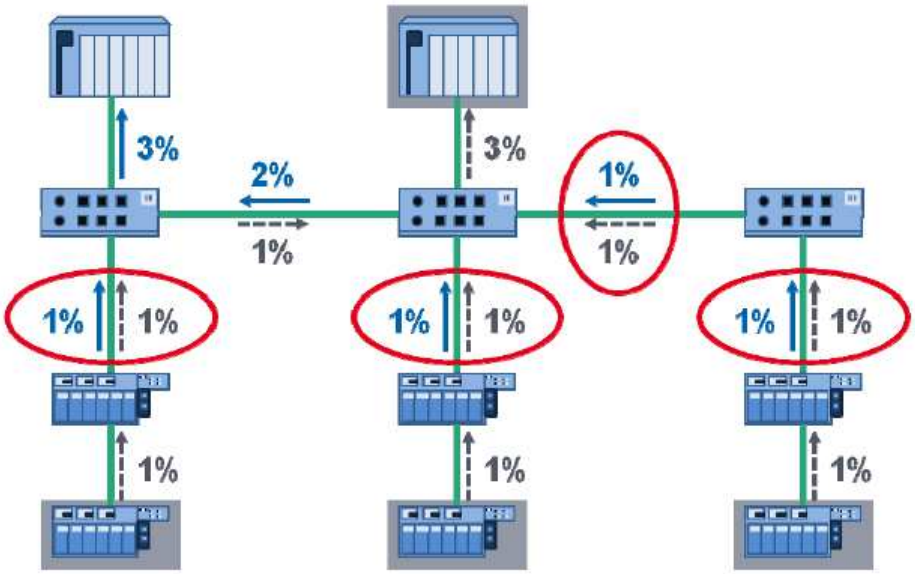


Figura 5-15: Exemplo de distribuição de carga na rede em uma aplicação multi controlador

Para o seu planejamento é importante identificar as localizações criticas na sua topologia, isto é, as localizações de máxima carga na rede. No exemplo dado, eles são os links para ambos os controladores.

As localizações críticas são aquelas de máxima carga na rede.

A comunicação ocorre simultaneamente nas direções de transmissão e recepção. Na prática é suficiente analisar somente a direção com a carga mais alta.

Para poder identificar as localizações criticas, você tem que conhecer a carga cíclica da rede em tempo real gerada por cada dispositivo PROFINET, que depende do tempo de atualização e do volume de dados.

A Tabela 5-3 é um exemplo de carga cíclica de rede em tempo real gerada por dispositivos PROFINET em diferentes tempos de atualização e assumindo uma largura de banda de rede de 100 Mbit/s. É considerado aqui um pacote PROFINET típico de 108 bytes (60 bytes de dados). Como o volume de dados depende da aplicação, essa tabela serve somente para dar uma primeira idéia. Recomenda-se calcular a carga de rede gerada para a sua aplicação individual.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tabela 5-3: Carga de rede cíclica em tempo real gerada (tamanho de pacote. PROFINET típico de 60 byte de dados PROFINET 100 Mbit/s)

Tempo de atualização	Carga cíclica de rede em tempo real gerada para cada dispositivo PROFINET
1 ms	0,86 %
2 ms	0,43 %
4 ms	0,22 %
8 ms	0,11 %

Os valores especificados incluem Preâmbulo, Delimitador de Início de Quadro e Intervalo entre quadros.

Determine a carga da rede de sua planta e identifique as localizações criticas.
A ferramenta de cálculo de carga da rede está disponível gratuitamente para download em:
www.profinet.com
em "Download > Installation Guide > PROFINET Installation Guide"
No Anexo há uma descrição rápida da interface de usuário e um pequeno manual de usuário.
Programas para cálculo de carga na rede são oferecidos também por vários fornecedores. Usualmente, a ferramenta de engenharia do seu sistema de controle também tem essa opção.
Para uma introdução, consulte a Tabela 5-3.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Para deixar reserva suficiente para aplicações futuras e especialmente para comunicação NRT, recomenda-se observar os valores limite especificados na Tabela 5-4 ao projetar a sua rede PROFINET.

Tabela 5-4: Valores limite para carga de rede para comunicação cíclica em tempo real

Carga da rede	Recomendação
<20%:	Nenhuma ação é necessária
20…50%:	Recomenda-se verificar a carga planejada para a rede
>50%:	Tome as medidas necessárias para reduzir a carga na rede

Há várias opções dentre as quais deverão ser consideradas primeiro estas a seguir:

- **Aumento do tempo de atualização** (veja Capítulo 5.2.1).

Outras opções:

- **Para aplicações de múltiplos controladores: Separar em diferentes caminhos de rede os dispositivos PROFINET atribuídos ao controlador correspondente**, reduzindo assim a carga dos links com tráfego paralelo de dados como mostra a Figura 5-15.
- **Conectar subnets via adaptadores de rede adicionais no controlador**
- **Usar controladores adicionais para distribuição da carga:** Os controladores deverão ser **conectados** á rede via caminhos separados para reduzir realmente a carga da rede em seções criticas.

Mude a topologia conforme necessário e documente as alterações.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.3.3 Verificação da carga de rede NRT

O PROFINET permite que nós padrão Ethernet como câmeras de vídeo, PCs ou estações HMI sejam integrados diretamente na rede da planta.

Deve ser considerado o efeito desses dispositivos no desempenho da comunicação em tempo real. O tráfego de dados PROFINET e o tráfego de dados padrão Ethernet podem interferir. Nós padrão Ethernet sob certas condições podem trocar grandes volumes de dados.

São possíveis os seguintes cenários:

Comunicação NRT Regular: Por exemplo, uma transmissão de vídeo de uma câmera para um PC de avaliação. Carga adicional de rede é gerada permanentemente.

Comunicação NRT Temporária: Transmissões de dados que ocorrem somente ocasionalmente, por exemplo, durante um backup de dados em um servidor de arquivo, ou durante chamada de processo gráfico em uma estação de operador.

A Figura 5-16 mostra um exemplo de topologia com um servidor de arquivo (comunicação NRT temporária) e uma câmera de vídeo e uma estação de operador representando nós padrão Ethernet que geram regularmente comunicação NRT (transmissão de vídeo).

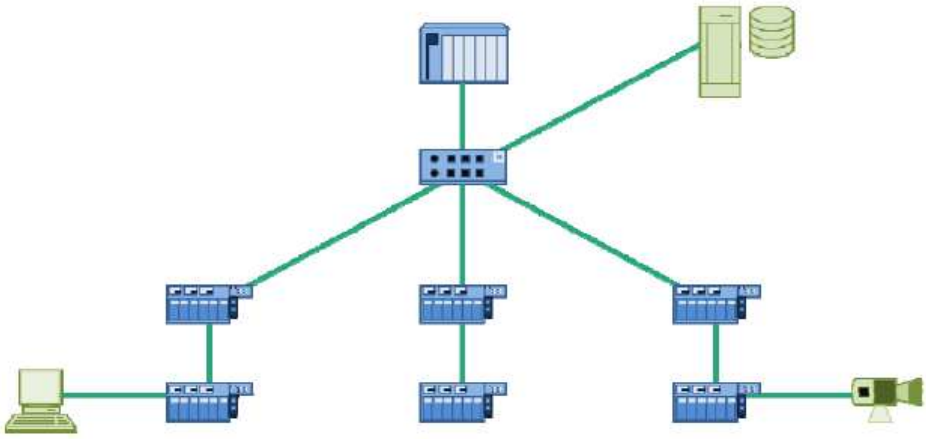


Figura 5-16: Exemplo de topologia com nós Ethernet padrão

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Frequentemente é muito difícil ou mesmo impossível determinar exatamente a carga de rede adicional gerada. Se puder ser determinada, essa informação é útil para avaliar a carga total da rede.

Se possível, determine a carga NRT **regular** na rede.

Essa carga é somada à carga de rede cíclica em tempo real descrita no Capítulo 5.3.2. Se necessário, identifique as localizações criticas da sua topologia novamente e verifique se os limites de carga de rede especificados no Capítulo 5.3.2 são compatíveis.

Para comunicações NRT temporárias frequentemente não é possível determinar quando as comunicações realmente ocorrem.

! Alguns nós padrão Ethernet também priorizam seus pacotes de dados. Isso pode causar conflitos de prioridade com pacotes PROFINET, que consequentemente não conseguem mais a prioridade mais alta em relação a outros pacotes priorizados.

Isso se aplica especialmente a data streams de imagem (câmera) e voz (VoIP).

Todos os nós de rede que geram data streams de imagem ou voz devem, portanto, ser verificados quanto a possível priorização de mensagem. Quando houver priorização ela deverá ser desabilitada se possível. No entanto, se essa priorização não puder ser desabilitada, ou se você não pode realmente determinar se esses dispositivos executam transmissão de dados priorizados ou não, recomenda-se separar essas transmissões de dados.

Se necessário, separe os nós de rede que priorizam suas mensagens.
Mude a topologia se necessário e documente essas alterações.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

Relações de comunicação não existem apenas entre controladores e dispositivos. Os dispositivos também podem se comunicar uns com os outros. Esse tipo de comunicação frequentemente ocorre entre nós padrão Ethernet.

A Figura 5-17 mostra um exemplo típico desse tipo de comunicação entre nós padrão Ethernet. Um grande volume de dados é transmitido de uma câmera para uma estação de operador.

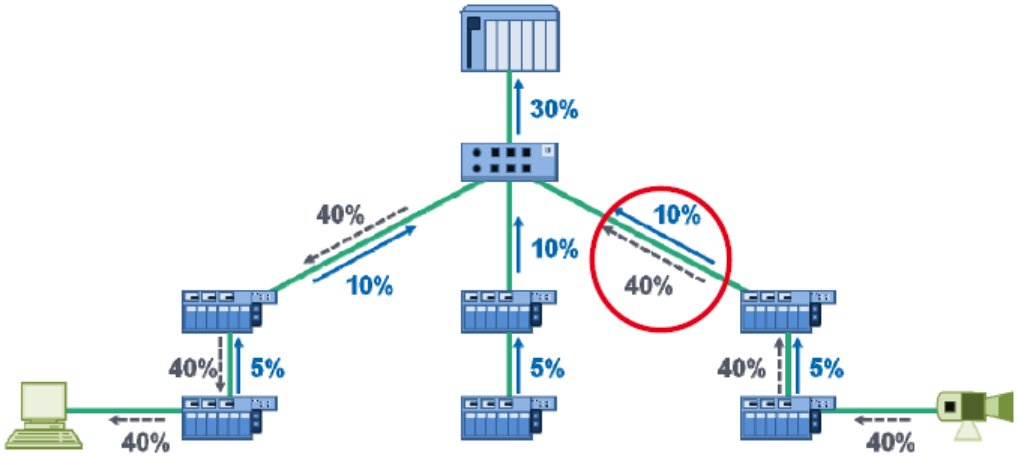


Figura 5-17: Integração de nós padrão Ethernet

Topologias desvantajosas como aquela mostrada no exemplo da Figura 5-17 implicam que a transmissão de dados percorre toda a rede da planta, gerando carga adicional nas partes que transportam comunicação cíclica em tempo real. No exemplo o volume de comunicação adicional causaria uma carga de rede de 50% em algumas localizações (Figura 5-17, círculo vermelho).

Para resolver esse problema deverá ser mudada a topologia. No exemplo, a câmera e o PC poderiam ser conectados diretamente ao switch. Como resultado disso, o grande fluxo de dados não representaria mais uma carga considerável para as outras seções da rede, veja Figura 5-18.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Considerações de desempenho

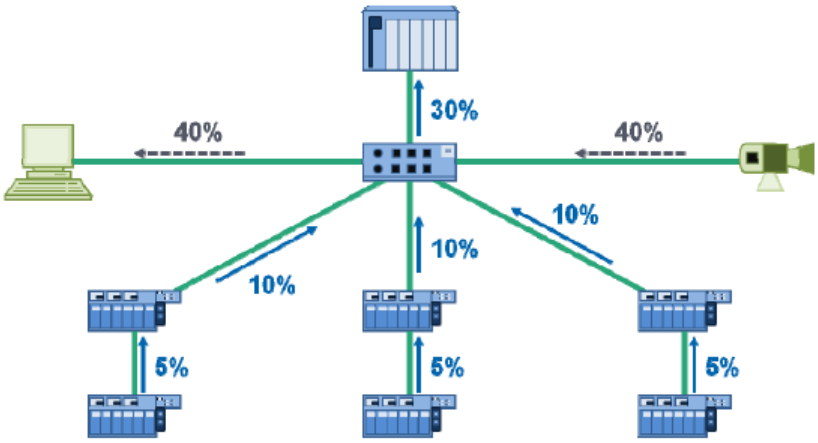


Figura 5-18: Topologia otimizada com carga de rede reduzida

Usualmente, os switches têm largura de banda interna suficiente, de forma que o "cruzamento" de transmissões de dados usualmente não afeta uma a outra.

Verifique se é necessário separar as data streams.

Mude a topologia, se necessário, e documente essas alterações.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

5.4 Documentando suas configurações

Uma vez incorporadas todas as configurações descritas nos passos listados acima, elas devem ser acrescentadas à documentação. As configurações a serem documentadas incluem:

- Mudanças da topologia da rede
- Configurações de tempo de atualização
- Configurações de função de monitoração

É importante assegurar que todas as configurações e alterações sejam incorporadas na sua documentação e que estejam atualizadas. Se necessário, acrescente os itens que estão faltando.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

6 Planejamento de funções adicionais

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Planejamento de funções adicionais

Além da funcionalidade descrita acima, o PROFINET oferece uma série de funções adicionais que precisam ser consideradas ao projetar a rede.

Isto inclui:

- otimização da disponibilidade da planta,
- uso de conexões wireless e
- o acesso de Engenharia para comissionamento e serviço.

A próxima seção fornece um breve resumo dessas funções.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

6.1 Maior disponibilidade

Em alguns casos, as plantas de automação requerem maior disponibilidade. Existem várias abordagens para os sistemas PROFINET. Aqui vamos introduzir as estruturas de rede para aumentar a disponibilidade da planta.

Além disso, serão discutidas as propriedades de uma estrutura redundante. Diferenciamos entre mudanças não abruptas e abruptas.

Ajuste da infraestrutura de rede

A Figura 6-1 mostra uma topologia em linha de parte de uma planta na qual um dispositivo tem que ser trocado.

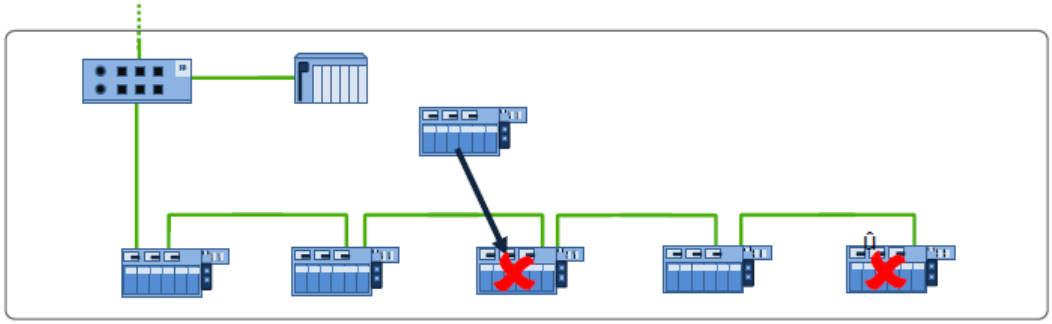


Figura 6-1: Troca de dispositivo em uma topologia em linha

A remoção de um dispositivo PROFINET de uma estrutura em linha interrompe as comunicações dos dispositivos que estão após ele.

! Uma troca de dispositivo ou a interrupção de um link interrompe as comunicações após aquele ponto.

A interrupção de um link tem o mesmo efeito. A solução primária para aumentar a disponibilidade e reduzir as interrupções da comunicação em uma topologia em linha é usar uma estrutura em estrela ou em árvore.

A Figura 6-2 mostra dois cenários de troca de dispositivo em uma estrutura em estrela ou em árvore.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Planejamento de funções adicionais

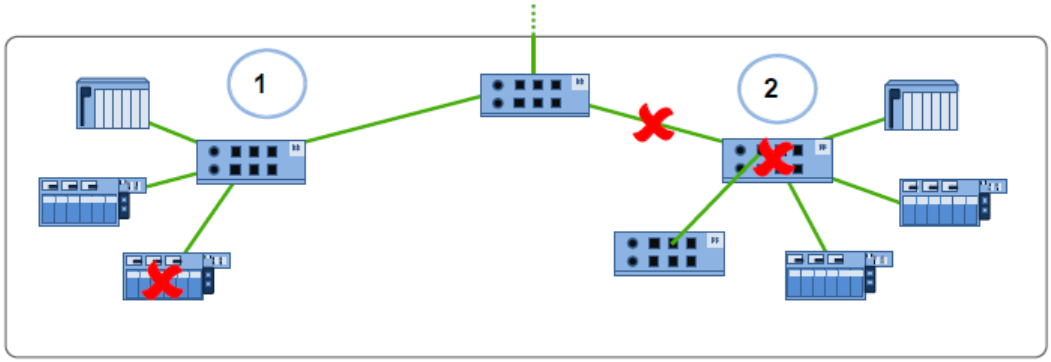


Figura 6-2: Troca de dispositivo em uma estrutura em estrela ou em árvore

No **cenário 1**, a troca de dispositivo não afeta as comunicações dos outros nós da rede porque os dispositivos PROFINET relacionados ao processo nessa topologia não se comunicam uns com os outros. Isto significa que todos os dispositivos PROFINET podem ser trocados sem qualquer impacto nas comunicações.

No **cenário 2** a interrupção ou a troca do switch central ou uma interrupção de um link inevitavelmente irá interromper as comunicações dos demais nós nesse ramo. Isso pode ser evitado usando uma estrutura em anel como mostra a Figura 6-3.

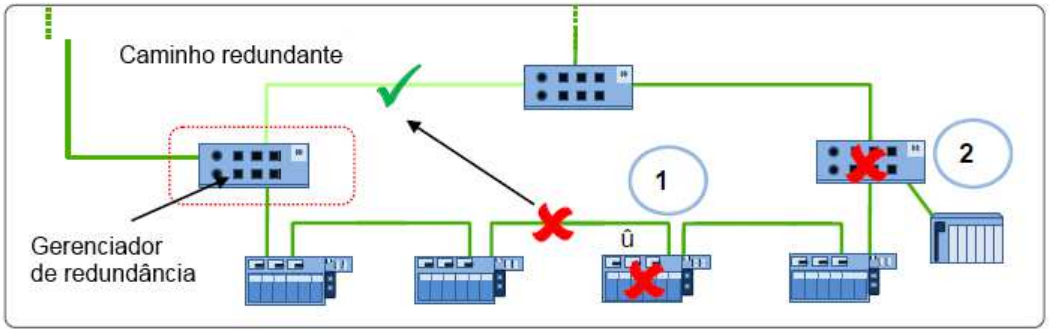


Figura 6-3: Atualizando uma topologia em linha para uma estrutura em anel

As estruturas em anel são construídas usando-se switches. Eles podem ser switches separados ou switches integrados nos nós PROFINET. Para poder usar estruturas em anel em plantas PROFINET, todos os nós PROFINET no anel precisam suportar o protocolo MRP (**M**edia **R**edundancy **P**rotocol). Os nós PROFINET são diferenciados de acordo com suas funções como Gerenciador MRP ou Cliente MRP. Um dos nós PROFINET dentro da estrutura em anel assume a função de Gerenciador MRP. O Gerenciador MRP monitora o link para todos os nós PROFINET conectados ao anel. Todos os outros nós PROFINET na estrutura em anel assumem uma função como Cliente MRP.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Planejamento de funções adicionais

O Gerenciador MRP não apenas monitora a estrutura em anel, mas também controla o tráfego dos dados. O gerenciador de redundância em caso de operação isenta de erros usa somente um caminho para enviar os dados. O Gerenciador MRP portanto forma uma linha com os outros nós PROFINET na estrutura em anel: Essa linha evita que os telegramas de dados fiquem circulando dentro da estrutura em anel sem limitação, causando assim uma carga indesejada na rede.

Se agora a estrutura em anel é interrompida (**caso 1** na Figura 6-3), os dados serão também enviados através do caminho redundante. O Gerenciador MRP tem dois pontos em anel e, portanto, forma duas linhas cada uma com um subconjunto de nós PROFINET dentro da estrutura em anel. O Cliente MRP age apenas como receptor de dados.

Em redes PROFINET com classe de conformidade C, pode ser usada também a redundância de mídia com duplicação planejada de frames (**M**edia **R**edundancy **P**lanned **D**uplication - MRPD). Para usar MRPD, todos os nós PROFINET no anel precisam suportar tanto MRP quanto MRPD.

A MRPD, mesmo em operação isenta de erro, direciona **somente** certos Telegramas PROFINET tempo real do Gerenciador MRPD via caminho redundante. O Cliente MRPD em operação isenta de erro recebe então dois telegramas contendo informações idênticas. Neste caso serão usados os dados do telegrama que o Cliente MRPD recebeu primeiro. O segundo telegrama será descartado sem ser usado. Agora se o anel é interrompido, os nós PROFINET continuarão a receber dados sem interrupção através do caminho redundante. No **caso 2** mostrado na Figura 6-3, a interrupção do switch, apesar da estrutura em anel, causará uma interrupção do sistema de controle que está conectado a esse switch. Para aumentar ainda mais a disponibilidade da planta, pode ser projetada uma rede de planta altamente disponível. O caso da alta disponibilidade da rede será descrito nas próximas paginas.

Uma estrutura em anel minimiza paradas causadas por simples interrupções na rede, por exemplo, no caso de troca de um nó PROFINET dentro da estrutura em anel.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Planejamento de funções adicionais

Ao planejar uma estrutura em anel redundante, todos os nós PROFINET no anel precisam suportar o Media Redundancy Protocol (MRP). Um nó PROFINET tem que suportar a função do gerenciador de redundância e tem que ser definido como gerenciador de redundância.

Se um componente da rede não tiver essa funcionalidade, links conectados de forma redundante podem causar problemas de comunicação ou mesmo interrupções na rede. Os nós PROFINET podem ser configurados usando uma interface baseada na web ou um software de terceiro.

Para remover os riscos de falhas por causas comuns de ambos os caminhos de transmissão, o caminho de retorno para fechar o anel deverá ser instalado em uma bandeja separada. A documentação do cabeamento deve ser atualizada.

A Figura 6-4 mostra a estrutura de uma rede baseada em uma rede de planta de alta disponibilidade.

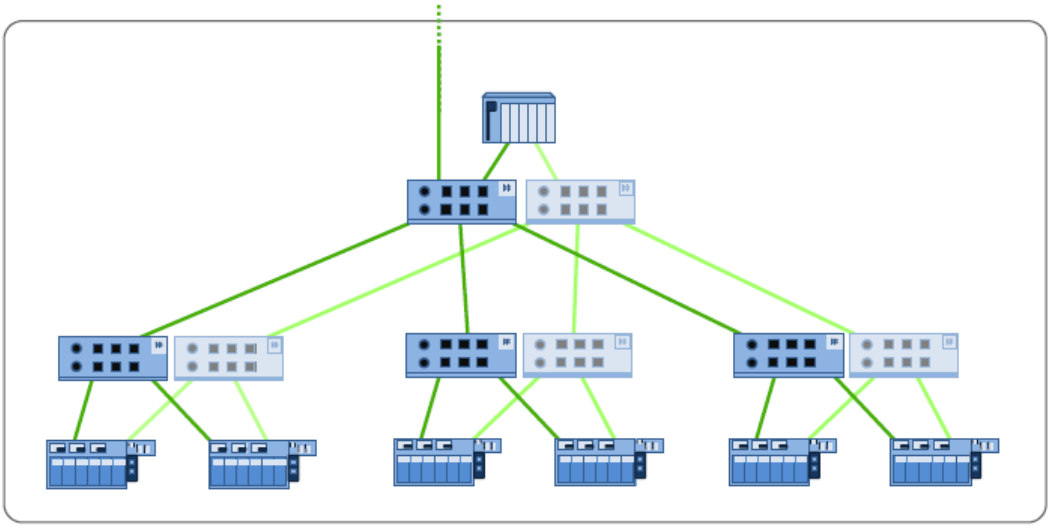


Figura 6-4: Rede de planta de alta disponibilidade

A construção redundante da rede está mostrada claramente. Cada nó de rede tem duas portas para conexão com a rede. Cada uma dessas portas está conectada através de um sistema de barramento separado. Cada um dos sistemas está com uma conexão ativa.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Uma rede de planta de alta disponibilidade requer planejamento considerável e envolve altos custos!

Esses sistemas são usados, portanto, em casos especiais, como por exemplo, em tecnologia de processos, que envolve requisitos extremamente altos em termos de disponibilidade de planta e aplicação.

Aqui, a troca de um dispositivo não afeta as comunicações dos outros nós da rede, não causando qualquer impacto.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tempos de comutação

Sistemas redundantes sempre precisam de algum tempo para detectar uma interrupção e consequentemente mudar para o caminho redundante. Podem ser usados dois tipos de comutação redundante:

- Mudança sem colisão – Faz a mudança redundante de maneira que não é perdido nenhum dado durante uma interrupção ou troca de um dispositivo
- Mudança com colisão – Em contraste, neste caso dados podem ser perdidos durante a comutação.

Em estruturas em anel, o PROFINET usa o protocolo de redundância de mídia (Media Redundancy Protocol - MRP) e o protocolo de redundância de mídia para duplicação planejada (Media Redundancy for Planned Duplication Protocol - MRPD). Além disso, as redes PROFINET suportam os protocolos de redundância padrão Ethernet.

Você deve coletar informações sobre o escopo de desempenho e as propriedades dos diferentes protocolos.

! Particularmente, certifique-se de que o tempo de comutação do protocolo de redundância empregado combine com a aplicação da planta. Preste atenção especial aos tempos de reconfiguração.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

6.2 Tecnologia de transmissão Wireless

O PROFINET permite usar sistemas de transmissão wireless. Em contraste com os links baseados em cabos, a tecnologia wireless usa o espaço livre como meio de transmissão. Em tecnologia de automação, esse meio comumente usado é usualmente designado como uma infraestrutura de rede com um ponto de acesso central. Redes espontâneas sem um ponto de acesso central raramente são usadas.

O uso da tecnologia wireless requer a consideração de certos fatores que não ocorrem em conexão com a tecnologia de transmissão por fios. Isso inclui termos como:

- Atenuação no campo livre de contato visual (atenuação do campo livre),
- Reflexão das ondas de radio por obstáculos,
- Interferência de outras fontes de sinal com freqüência idêntica
- Interferência de outras fontes de sinal ou
- Espalhamento, difração e absorção de sinais em superfícies e barreiras,

Tudo isso tem um impacto sobre a intensidade e qualidade do sinal do sistema wireless. A Figura 6-5 mostra as diferentes influencias sobre a tecnologia de transmissão wireless.

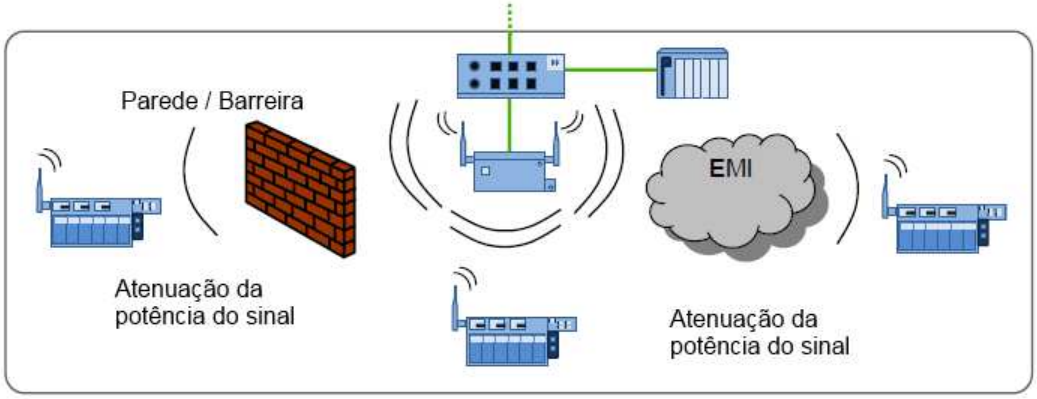


Figura 6-5: Uso da tecnologia de transmissão wireless

Para garantir a cobertura total da área desejada, deve ser feito um planejamento apropriado do campo de transmissão e uma pesquisa no local. O planejamento da transmissão é usado para determinar o impacto na propagação e no comportamento das ondas de radio. São considerados pontos como condições especiais, isto é, fatores tais como dimensões da sala, espessura das paredes, materiais das paredes e objetos metálicos, etc.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Planejamento de funções adicionais

Esses fatores podem ser determinados, por exemplo, por meio de medidas no local ou verificando as plantas do edifício. Da mesma forma é possível usar ferramentas de simulação para modelar o campo de transmissão possibilitando uma previsão e melhor planejamento da propagação do sinal através das plantas do edifício.

Terminada a instalação, você deve também medir a qualidade do sinal na planta. Para mais informações leia o Guia de Comissionamento PROFINET No.: 8.081.

☞ Note que um ponto de acesso wireless vai precisar de uma porta livre no switch.

O fato de que os sistemas wireless suportam diferentes taxas de dados tem um impacto sobre o número de nós de rede wireless PROFINET ou sua taxa de atualização. Escolha, portanto, um tempo de atualização adequado para os nós da rede wireless.

☞ Determine a taxa de dados bruta ou liquida suportada pelo seu ponto de acesso wireless e use a ferramenta de cálculo de carga da rede para projetar o sistema de transmissão wireless.

! A taxa de transmissão usualmente menor das redes wireless, quando comparada com uma estrutura por fios, reduz a taxa de atualização em uma rede wireless PROFINET.

Isso também reduz o número máximo de clientes por ponto de acesso.

☞ O uso da transmissão wireless só tem sentido se não puder ser usado um sistema com fios ou se houver dificuldades para o uso, ou se o uso da tecnologia de transmissão wireless proporciona a mobilidade e flexibilidade requeridas.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Planejamento de funções adicionais

Bons candidatos para a transmissão wireless incluem veículos guiados autônomos e sistemas de transportadores longos. A transmissão wireless pode ser usada também para redes de sensores de curta distância.

! As redes wireless precisam ser protegidas contra acesso não autorizado do exterior. Você precisa tomar precauções apropriadas para proteger a sua rede wireless.

Este capítulo pode dar apenas uma primeira introdução ao tópico. Ao usar a tecnologia de transmissão wireless, é necessária uma fase de projeto mais abrangente (por exemplo, com relação à cobertura geográfica, frequência, etc.). Esse trabalho está além do escopo deste guia de projeto.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

6.3 Power over Ethernet

Power over Ethernet (PoE, IEEE 802.3 Clause 33) permite que dispositivos de baixo consumo sejam alimentados diretamente através do cabo PROFINET. Não é necessário portanto uma fonte de alimentação separada. Isto pode diminuir custos de instalação. Dispositivos que podem ser alimentados pela Ethernet são:

- Pontos de acesso (wireless)
- Câmeras IP
- HMIs e estações de controle
- Leitores de código de barras

A funcionalidade PoE deve ser suportada tanto pelo dispositivo alimentador (por exemplo, um switch ou um injetor separado) e o dispositivo alimentado.

O uso de PoE é recomendado se a instalação de um cabo de alimentação em paralelo com o cabo PROFINET deve ser evitada.

Observe porem que a utilização do Power over Ethernet implica em limitações referentes à topologia de rede. Deve ser providenciado um link direto entre o dispositivo alimentador e o dispositivo alimentado (veja Figura 6-6)

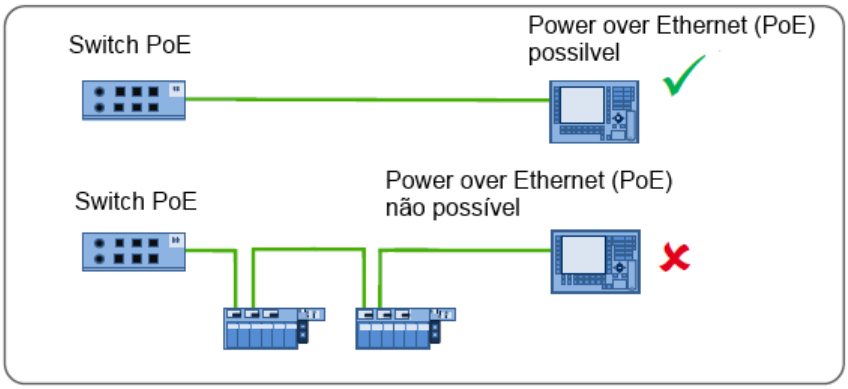


Figura 6-6: Limitações de topologia com Power over Ethernet

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

7 Definição de parâmetros de dispositivo

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Após completar o planejamento dos nós da rede e a infraestrutura da rede, é preciso atribuir parametros apropriados aos nós individuais da rede. Isso inclui:

- Nome do dispositivo e
- Endereço IP.

Este capítulo descreve uma abordagem sistemática para a atribuição de nomes e endereços IP. Todos os dispositivos PROFINET precisam ter um nome de dispositivo único e um endereço IP único. Para outros componentes da rede como os switches isso depende de sua classe de conformidade.

Todos os nós de rede PROFINET de classe de conformidade B devem ter um nome de dispositivo e um endereço IP. Switches de classe de conformidade B podem, portanto, ser considerados também como dispositivos PROFINET com nomes e endereços IP.

Ambos os parametros de endereço podem ser usualmente atribuídos durante o planejamento dos dispositivos PROFINET, desde que sejam suportados pelo nó da rede.

Documente os parametros de endereços necessários para os dispositivos a menos que isso já tenha sido feito durante a seleção de dispositivo.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

7.1 Atribuição de nomes

Para que um dispositivo PROFINET IO possa se comunicar com um controlador PROFINET IO, deve ser atribuído um nome de dispositivo a ambos os parceiros de comunicação.

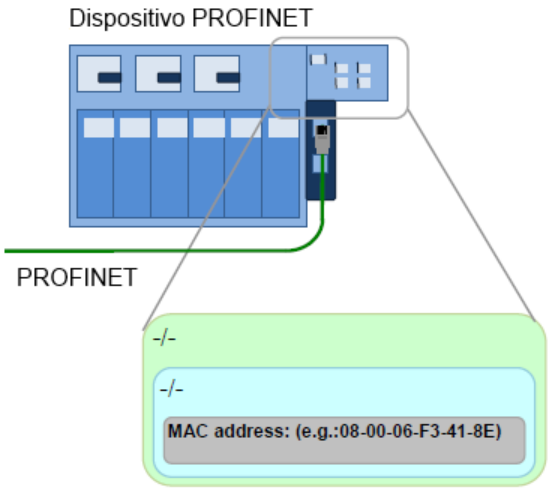


Figura 7-1: Dispositivo PROFINET IO (como foi entregue)

Para o PROFINET, foi selecionado esse procedimento porque nomes auto-explicativos são mais fáceis de lidar do que endereços IP. Em seus estados originais em que foram fornecidos os dispositivos PROFINET IO não têm um nome de dispositivo, mas somente um MAC address. Este MAC address está armazenado no dispositivo PROFINET; ele é globalmente único e usualmente não pode ser modificado. Muitos dispositivos PROFINET têm o MAC address impresso na carcaça ou na placa de identificação.

Dispositivos PROFINET IO podem ser acessados por um controlador PROFINET IO somente após seu nome ter sido atribuído. O nome do dispositivo deve ser armazenado pelo dispositivo IO. Se ele for suportado pelo dispositivo PROFINET IO, ele pode alternativamente ser escrito diretamente em um meio de armazenamento (por exemplo, um cartão SD). O meio de armazenamento pode então ser inserido no dispositivo PROFINET IO de forma que o nome do dispositivo é lido pelo dispositivo PROFINET IO.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

A atribuição de nomes auto-explicativos dará uma visão melhor da planta a ser comissionada e facilita o diagnóstico. Portanto use esses nomes para os parceiros de comunicação individual que permitirão tirar conclusões quanto à parte relevante da planta.

! Lembre-se que o PROFINET não suporta a série completa de caracteres para alocar nomes de dispositivos. São aceitos somente números, 0…9, letras minúsculas, "a…z", hífen "-" e ponto ".". Podem ser usados até 127 caracteres, mas cada componente do nome (isto é entre pontos ou hífens) pode conter até 63 caracteres ou dígitos. Não são aceitos espaços.

Ao escolher nomes de dispositivos, lembre-se das seguintes considerações:

O nome do dispositivo deve conter uma indicação do tipo a que ele pertence. Assim, na designação de um dispositivo IO remoto faz sentido incluir a designação "remote-io" no nome do dispositivo. Um drive deve incluir a palavra "drive" etc.

É bom estabelecer uma convenção de nome de dispositivo que forneça informações úteis para o engenheiro de manutenção quanto à localização e função da unidade.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

7.2 Planejamento dos endereços IP

Configuração automática de endereços

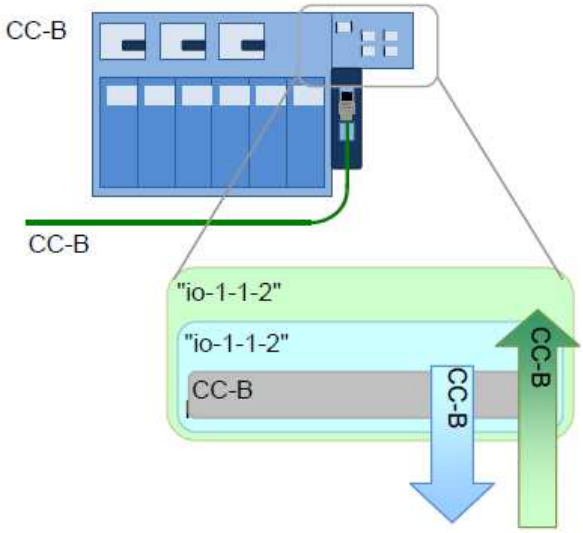


Figura 7-2: Dispositivo PROFINET IO (alocação de endereço)

O endereço IP é introduzido na configuração do projeto PROFINET. Usualmente isso é feito de forma automática. O endereço assim alocado será transferido para o dispositivo PROFINET IO ao inicializar o controlador PROFINET IO. Usualmente há uma atribuição fixa de endereços IP a nomes de dispositivos. Além disso, isso pode ser armazenado permanentemente. O endereçamento de um dispositivo PROFINET IO inclui então no total:

MAC address, que é predefinido no dispositivo PROFINET e usualmente não pode ser modificado.

Nome do dispositivo, que pode ser selecionado de forma flexível, mas que deve ser escolhido de acordo com a parte relevante da planta para facilitar a visualização.

Endereço IP, para o qual, assim como o nome, deve ser definido um bom plano para a atribuição de endereços. Assim você estará facilitando a referência aos tipos de dispositivos.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Informações sobre a configuração de endereços

A notação de endereços IPv4 usada nas redes PROFINET consiste de quatro números decimais, cada um deles no intervalo entre 0 e 255 separados por um ponto, como por exemplo, 192.168.2.10.

Além do nome do dispositivo e do MAC address que não pode ser alterado, o endereço IP é necessário para indentificar claramente um nó de rede. Além dos endereços IP usados em redes publicas como a Internet, foram alocados intervalos reservados de endereço para áreas privadas ou não publicas. A Tabela 7-1 mostra os vários intervalos de endereços privados. O número em negrito indica a rede, enquanto a área depois dele é atribuída de forma única e portanto indentifica claramente o nó da rede.

Tabela 7-1: Intervalos de endereços privados IPv4

No. de redes	Classe	Intervalo de endereço	Máscara da rede	Número de nós por rede
1	Classe A	**10**.0.0.0 a **10**.255.255.255	255.0.0.0	16,8 milhões
16	Classe B	**172.16**.0.0 a **172.31**.255.255	255.255.0.0	65534
256	Classe C	**192.168.0**.0 a **192.168.255**.255	255.255.255.0	254

Uma máscara de rede (subnet mask) às vezes chamada de máscara de sub rede (subnet mask) é atribuída em paralelo ao endereço IP. O endereço IP e a máscara de rede formam um conjunto. A notação da máscara de rede corresponde ao endereço IP.

Recomendamos o uso de endereços IP privados. O uso de endereços IP públicos está sob a responsabilidade do operador da planta.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Para a atribuição, deverão ser observados basicamente os seguintes pontos:

- Das considerações anteriores, dado o **número de nós** em uma rede, selecione um **intervalo de endereços de tamanho apropriado**.
- Defina **uma tabela de endereços.** Divida os nós da rede PROFINET em classes. Defina um intervalo de endereços separado para cada classe.
- **Não é permitida nenhuma duplicidade de endereços IP.** Qualquer uso de endereços IP idênticos inevitavelmente causará problemas de comunicação para os nós de rede afetados.

Em muitos casos, o endereçamento usando o intervalo de endereços classe C privado será suficiente. Para casos especiais em que é necessário um intervalo de endereços maior com mais de 254 endereços (Classe C), você pode mudar para uma rede privada classe B ou classe A.

! Lembre-se de que em grandes empresas, os endereços IP usualmente são atribuídos pelo departamento responsável pelas redes corporativas.

Documente a atribuição de endereços IP e nomes de dispositivos IO.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

7.3 Exemplo de uma planta PROFINET

Descrevermos agora como exemplo a atribuição de endereços IP para uma planta de automação PROFINET, usando o exemplo de planta já utilizado neste documento.

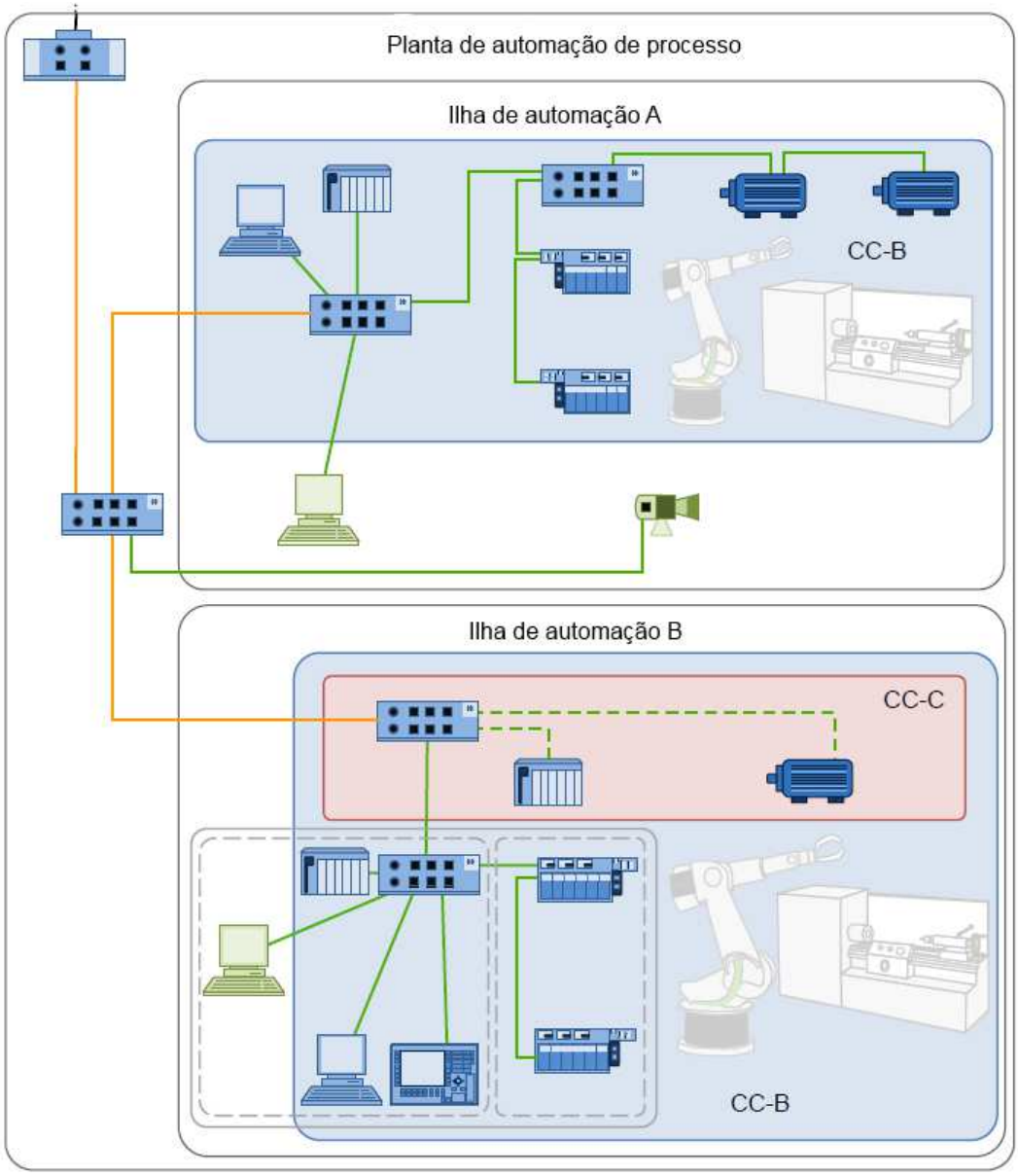


Figura 7-3: Estrutura geral do exemplo da planta

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Vista geral da planta

A topologia e o número de dispositivos PROFINET IO para a planta já foram definidos durante a fase de projeto. O resultado desse projeto foi assumido como sendo o seguinte:

Ilha de automação A

- Número de dispositivos PROFINET IO: 4
- Topologia em árvore conectada com topologia em linha
- 2 switches, 1 controlador
- Supervisor IO, estação de operação, câmera

Ilha de automação B

- Número de dispostivos PROFINET IO: 4
- Topologia em árvore conectada com topologia em linha
- 2 switches (função IRT em um switch), 2 controladores
- Supervisor IO, estação de operação

Conexão de nível superior / estação de controle

- Topologia estrela ou árvore
- Conexão por fibra óptica
- 1 switch e 1 roteador

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

O resumo dos requisitos resulta nos seguintes números de endereços IP para o exemplo de planta.

Tabela 7-2: Visão geral do número de nós de rede PROFINET

Planta de automação de processo							
Ilha de automação A							
Número de switches	2	Número de dispositivos	4	Controlador IO / Supervisor IO	1 / 1	Outro	2
Ilha de automação B							
Número de switches	2	Número de dispositivos	4	Controlador IO / Supervisor IO	2 / 1	Outro	1
Conexão de nível superior / estação de controle							
Número de switches	1 (+ 1 Router)	Número de dispositivos	0	Controlador IO / Supervisor IO	0 / 0	Outro	0

Seleção de endereços

No comissionamento de uma grande planta, você deve criar uma tabela de endereços onde serão colocadas as informações mais importantes sobre os nós PROFINET. Isso permitirá que em um estágio posterior você possa facilmente localizar nós PROFINET com problema ou nós PROFINET a serem substituidos.

Partes individuais da planta podem ser acessadas usando esses endereços. É uma boa idéia alocar endereços em blocos para cada área da planta. Um esquema alternativo é alocar intervalos de endereços para diferentes tipos de dispositivos, como switches, acionadores, IO remoto, etc. Alguns endereços podem ser reservados em cada bloco para futuras expansões.

Um esquema possível de alocação de endereços para nossa planta exemplo pode ser o seguinte:

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Seleção de Endereços IP

1. Diferentes intervalos de endereços são atribuídos a tipos individuais de dispositivos na planta: (veja exemplo)

Exemplo	Controlador/Roteador:	192.168.2.1 a 192.168.2.19
	Switches:	192.168.2.20 a 192.168.2.49
	Dispositivos PN IO:	192.168.2.50 a 192.168.2.199
		I/O: 192.168.2.50 a 192.168.2.99
		Acionadores: 192.168.2.100 a 192.168.2.149
		Painéis IO: 192.168.2.150 a 192.168.2.199
	Funções adicionais/ Reserva:	192.168.2.200 a 192.168.2.254

A máscara de rede corresponde aqui ao intervalo de endereços padrão classe C (máscara de sub rede "255.255.255.0").

Se o intervalo de endereços selecionado for muito pequeno, pode ser aplicada também uma estrutura similar a outros intervalos de endereço privados IPv4 (classe A / classe B).

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

2. Cada planta de automação recebe um intervalo de endereços

Exemplo	Conexão de nível superior:	192.168.1.xxx
	Planta de automação 1:	192.168.2.xxx
	Planta de automação 2:	192.168.3.xxx etc.

Normalmente se usa apenas rede classe C para plantas de automação. Para a comunicação entre as plantas de automação individuais com diferentes intervalos de endereços pode ser usado um roteador para a conexão (somente comunicação baseada em IP).

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Seleção de nomes de dispositivos:

De acordo com a estrutura mostrada no Capítulo 7.1, o nome de um dispositivo PROFINET por exemplo se parece com isso:

1. O nome do dispositivo inclui a designação do tipo.

   p/ex.: I/O device "io" Switch "swi"
   drive "drv" IO panel "hmi"

2. Além do tipo de dispositivo, deve ser incluído também no nome do dispositivo uma numeração consecutiva e/ou um identificador de posição para descrever a posição do dispositivo na planta.

   p/ex.: O segundo dispositivo IO da planta de automação 1 na ilha de automação 2 é denominado
   "io-1-2-2"

No exemplo selecionado, "swi-1-0-1" inclui o digito "0", indicando que esse switch está atribuído à planta de automação 1, mas ele não está atribuído a uma determinada ilha nessa planta. Esse switch interconecta as ilhas e as conecta ao roteador de nível superior.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Seleção de endereços

Usando essa notação, pode ser usada a seguinte atribuição de endereços para esse exemplo de planta:

Tabela 7-3: Seleção de endereços na planta de automação 1

Tipo	Nome de acordo com o plano	Nome do dispositivo	Endereço IP
Roteador	ROUT_V1	-/-	192.168.2.1
-/-	-/-	-/-	-/-
Controlador PN IO	CPU-123-AB	cpu-1-1-1	192.168.2.2
Controlador PN IO	CPU-345-CD	cpu-1-2-1	192.168.2.3
Controlador PN IO	CPU-678-EF	cpu-1-2-2	192.168.2.4
Switch	Switch-AB1	swi-1-0-1	192.168.2.20
Switch	Switch-CD2	swi-1-1-1	192.168.2.21
Switch	Switch-EF3	swi-1-1-2	192.168.2.22
Switch	Switch-GH3	swi-1-2-3	192.168.2.23
Switch	Switch-IJ4	swi-1-2-4	192.168.2.24
Dispositivo PN IO	I/O device V3	io-1-1-1	192.168.2.50
Dispositivo PN IO	I/O device V2	io-1-1-2	192.168.2.51
Dispositivo PN IO	I/O device V6	io-1-2-1	192.168.2.52
Dispositivo PN IO	I/O device-98	io-1-2-2	192.168.2.53
Dispositivo PN IO	DRIVE _IRT	drv-1-1-1	192.168.2.100
Dispositivo PN IO	DRIVE _V2	drv-1-1-2	192.168.2.101

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Dispositivo PN IO	DRIVE _V4	drv-1-2-1	192.168.2.102

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Definição de parâmetros de dispositivo

Tipo	Nome de acordo com o plano	Nome do dispositivo	Endereço IP
Dispositivo PN IO	IO_PANEL_1	hmi-1-2-1	192.168.2.150
Camera de Video	CAM_V1	-/-	192.168.2.200
Estação de controle	STAT_1	-/-	192.168.2.201
Estação de controle	STAT_2	-/-	192.168.2.202
Supervisor PN IO	IO_SUP_1	-/-	192.168.2.203
Supervisor PN IO	IO_SUP_2	-/-	192.168.2.204

Uma tabela fornece uma visão melhor da planta, reduzindo o trabalho necessário e poupando tempo.

Neste exemplo, os switches recebem um nome de dispositivo e um endereço IP. Isso é necessário para switches a partir da classe de conformidade B e tenham, portanto, sido selecionados neste exemplo.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

8 Resumo

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Resumo

Termionado o projeto PROFINET, todas as informações sobre a planta de automação PROFINET inteira deverão estar disponíveis. Isso inclui informações do tipo:

Relações de comunicação com os volumes de dados a serem transmitidos e a atribuição geográfica e funcional de todos os dispositivos PROFINET.

Seleção de componente, tais como dispositivos PROFINET, switches, meios de transmissão e conectores, correspondentes à Classe de Conformidade de acordo com a abordagem de componente PROFINET.

Isto também inclui os requisitos para a comunicação e aplicação.

Topologia de rede da planta de automação sob consideração dos volumes de dados a serem transmitidos e as relações de comunicação das partes da planta. Extensões tais como dispositivos padrão Ethernet e cargas potenciais de rede foram integradas na estrutura da topologia.

Uma consideração sobre o desempenho refletindo as cargas de rede comuns de dispositivos padrão Ethernet e dispositivos PROFINET como também seus tempos de atualização foi acrescentada na consideração da topologia.

Parametros de dispositivo, tais como endereços IP e nomes de dispositivos.

Neste conexto, você deverá verificar se todas as informações de projeto da sua planta de automação PROFINET estão disponíveis.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9 Anexo

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.1 Endereços

Centros de Competencia PROFINET

Os Centros de Competência PROFINET (PROFINET Competence Centers) podem ser contatados em caso de quaisquer problemas com PROFINET. Os Centros de Competência PROFINET têm especialistas que estão habilitados a ajudá-lo em caso de problemas. Os Centros de Competência PROFINET também promovem treinamentos.

Você pode obter informações de contato atuais dos Centros de Compêtencia PROFINET em

www.profinet.com

na área de Suporte.

9.2 Glossário

Você encontrará definições importantes sobre PROFINET no PI Glossary na página

www.profinet.com

pesquisando o termo "Glossary".

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.3 Detalhes sobre cabos de cobre PROFINET

Esta seção do Anexo fornece informações detalhadas sobre os cabos de cobre PROFINET.

Propriedades dos cabos de cobre PROFINET

Parametros dos tipos de cabos

Tabela 9-1: Parametros de cabo de cobre PROFINET Tipo A

Parâmetro	Limites especificados
Impedância	100 Ω ± 15 Ω
Resistências em Loop	<115 Ω/km
Taxa de transmissão	100 Mbit/s
Comprimento máximo do cabo	100 m
Número de fios	4
Diametro do fio	0,64 mm
Área Transversal	0,32 mm^2 (AWG 22/1)
Cor da capa	verde
Cor da isolação	Branco, azul, amarelo, laranja

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tabela 9-2: Parametros de cabos de cobre PROFINET Tipo B

Parâmetro	Limites especificados
Impedância	100 Ω ± 15 Ω
Resistência em Loop	<115 Ω/km
Taxa de transmissão	100 Mbit/s
Comprimento máximo do cabo	100 m
Número de fios	4
Diâmetro do fio	0,75 mm
Área Transversal	0,36 mm^2 (AWG 22/7)
Cor da capa	Verde
Cor da isolação	Branco, azul, amarelo, laranja

Tabela 9-3: Parametros de cabo de cobre PROFINET Tipo C

Parâmetro	Limites especificados
Impedância	100 Ω ± 15 Ω
Resistência em Loop	<115 Ω/km
Taxa de transmissão	100 Mbit/s
Comprimento máximo do cabo	100 m
Número de fios	4
Diâmetro do fio	0,13 mm
Área Transversal	AWG 22/7 ou 22/9
Cor da capa	Verde
Cor da isolação	Branco, azul, amarelo, laranja

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tabela 9-4: Parametros de cabo de cobre PROFINET 8-fios Tipo A

Parâmetro	Limites especificados
Impedância	100 Ω ± 15 Ω
Resistência em Loop	<85 Ω/km (AWG 23/1)
Taxa de transmissão	1000 Mbit/s
Comprimento máximo do cabo	100 m
Número de fios	8
Diâmetro do fio	≥0,546 mm^2 (AWG 23/1)
Cor da capa	verde
Cor da isolação	Branco/laranja, branco/verde, branco/azul, branco/marrom

Tabela 9-5: Parametros de cabos de cobre PROFINET 8-fios Tipo B

Parâmetro	Limites especificados
Impedância	100 Ω ± 15 Ω
Resistência em Loop	<85 Ω/km (AWG 23/7)
Taxa de transmissão	1000 Mbit/s
Comprimento máximo do cabo	100 m
Número de fios	8
Área Transversal	≥0,254 mm^2 (AWG 23/7)
Cor da capa	Verde
Cor da isolação	Branco/laranja, branco/verde, branco/azul, branco/marrom

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tabela 9-6: Parametros de cabos de cobre PROFINET 8-fios Tipo C

Parâmetro	Limites especificados
Impedância	100 Ω ± 15 Ω
Resistência em Loop	<95 Ω/km (AWG 24)
Taxa de transmissão	1000 Mbit/s
Comprimento máximo do cabo	100 m
Número de fios	8
Diâmetro do fio	Depende da aplicação
Área Transversal	Depende da aplicação
Cor da capa	Depende da aplicação
Cor da isolação	Branco/laranja, branco/verde, branco/azul, branco/marrom

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Propriedades mecânicas

Além dos dados físicos (por exemplo, diâmetro do condutor e material), os fabricantes de cabos especificam outras propriedades mecânicas dos cabos que fornecem informações sobre as gamas de aplicação e opções de instalação dos cabos. Especificações típicas de fabricantes são:

- Raio de curvatura
- Frequência de dobras
- Resistência à tração

Enquanto o raio de curvatura e a frequência de dobras dependem principalmente do projeto do cabo (rígido / flexível), elementos adicionais tais como fibras de aramida são acrescentados ao cabo para obter maior resistência à tração.

Os valores limite listados na Tabela 9-7 foram tirados da norma IEC 61784-5-3.

Tabela 9-7: Propriedades mecânicas dos cabos de cobre PROFINET

Parâmetro	Limites especificados
Raio mínimo de curvatura, curvando uma só vez	20…65 mm
Raio de curvatura, curvando várias vezes	50…100 mm
Força de tração	<150 N
Carga de tração permanente	< 50 N
Força de cisalhamento máxima	- -
Intervalo de temperatura durante a instalação	-20…+60 °C

As especificações limite dependem do tipo de cabo. Para informações mais detalhadas, leia as especificações do fabricante.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Propriedades químicas

Os cabos de cobre PROFINET estão disponíveis com diversos materiais de revestimento para protegê-los contra as influências ambientais.

Os fabricantes de cabos especificam as propriedades ou a existência de certos materiais (por exemplo, halogênio/silicone) nas folhas de dados (datasheets) dos cabos. As especificações típicas dos fabricantes são:

- Resistência a UV
- Isento de silicone
- Resistência a óleos minerais e graxas
- Intervalos de temperatura permitidos

Deve-se dar atenção especial à inflamabilidade dos cabos. Os dados relevantes usualmente são fornecidos separadamente pelos fabricantes de cabos, com referência às seguintes propriedades:

- Isento de halogênio
- Retardador de chama
- Densidade de fumaça

A densidade de fumaça está estreitamente relacionada com a inexistência de halogênio e não é uma propriedade especificada por todos os fabricantes. Portanto, preste atenção especial às especificações adicionais como FRNC - Flame-Retardant-Non-Corrosive (Retardador de Chama Não Corrosivo). A abreviatura FRNC indica que o cabo é isento de halogênio e tem a propriedade de retardador de chama.

Somente cabos isentos de halogênio e com retardador de chama podem ser usados em áreas onde, em caso de incêndio, a vida humana é ameaçada por gás tóxico e fumaça.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Tipos de cabos de cobre

Cabo PROFINET

Essa seção descreve cabos PROFINET com 2 pares de fios. As especificações para cabos com 4 pares são similares.

O material de proteção mais usual para o cabo PROFINET é o PVC (PolyVinylChloride). O PVC geralmente é resistente a UV e quimicamente não reativo. Ele é resistente à água, soluções salinas, álcool e soluções pouco concentradas de soda cáustica, ácidos e óleo. No entanto, o PVC não é adequado para hidrocarbonetos ou solventes orgânicos e tem um intervalo de temperatura restrito (-30 °C a +70 °C).

Cabos PROFINET tipo A usualmente atendem à maioria dos requisitos de projetos de automação e, portanto, é o tipo de cabo usado com maior frequência. Sendo um cabo circular ele tem 4 fios que são radialmente simétricos. Os fios são trançados formando o que se chama de star quad.

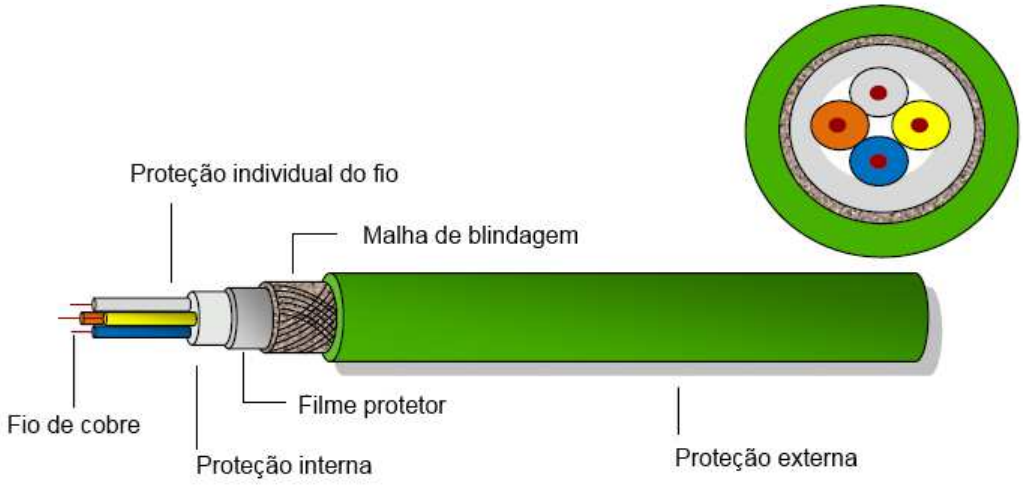


Figura 9-1: Cabo PROFINET tipo A

O cabo PROFINET tipo A foi designado para instalações estáticas, por exemplo, em eletrocalhas.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Cabo PROFINET PE

Uma capa de proteção em PE (Polietileno) tem características melhores do que o PVC. A resistência excelente à umidade torna os cabos PE adequados para serem enterrados diretamente e para ambientes umidos. Os cabos PE com capa de proteção preta são além do mais resistentes ao UV. A única diferença em relação aos cabos de cobre tipo A é a cor diferente do material de proteção.

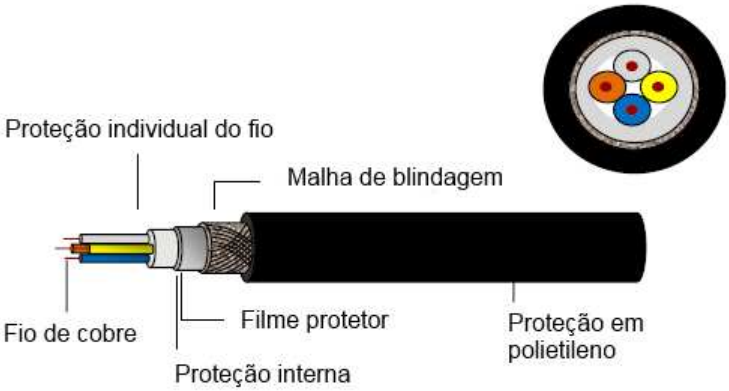


Figura 9-2: Cabo PROFINET PE

Os cabos PE são adequados para instalação em áreas onde se espera haver umidade constante. Devido à capa de proteção em PE, o cabo, sem qualquer aditivo antichama, é inflamavel.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Cabo enterrado PROFINET

Os cabos enterrados PROFINET têm uma capa externa preta e robusta de PE. Em muitos casos, isto é aplicado ao cabo PROFINET como uma capa de proteção adicional. Após remoção da capa externa, o cabo PROFINET desemcapado pode ser usado e montado da forma usual.

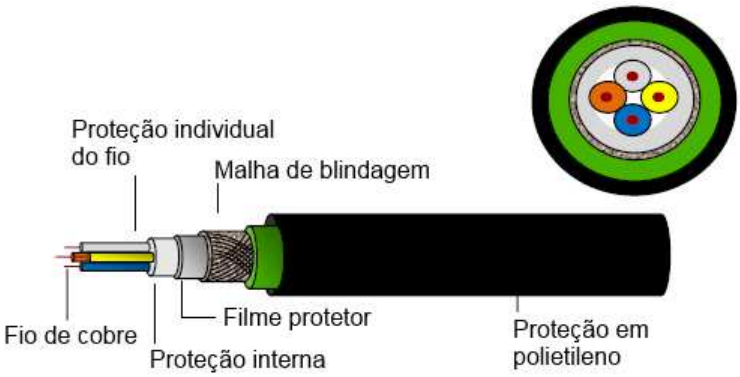


Figura 9-3: Cabo enterrado PROFINET

Adequado para instalação externa ou instalação no chão.

Há disponível também cabos com proteção adicional contra roedores. Essa proteção é assegurada por uma malha adicional, de metal ou fibra. Veja as informações do fabricante sobre isso.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Cabos para esteiras porta cabos

Os fios desse tipo de cabo consistem de uma trança de fios finos, permitindo que o cabo seja usado em partes flexíveis de maquinas. A estrutura Star Quad de quatro fios aumenta a resistência ao esmagamento e torsão. A capa de proteção desse tipo de cabo usualmente é isenta de halogênio e resistente a óleo mineral e graxa.

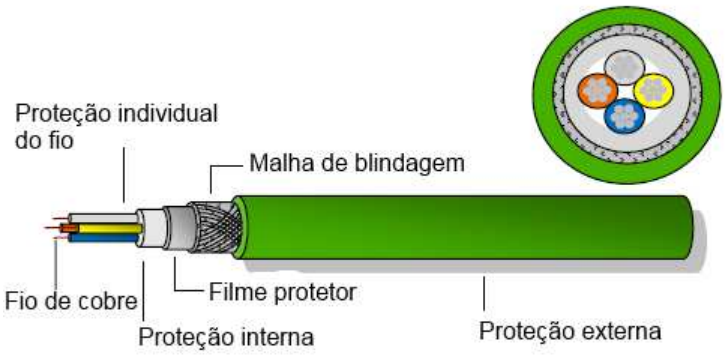


Figura 9-4: Cabo para esteira

Cabos especialmente projetados devem ser usados em casos nos quais o cabo estará sujeito a flexão ou dobra frequente, como no caso de maquinas com partes moveis, por exemplo. Há cabos especiais também para esteiras.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Cabo Festão

Os fios desse tipo de cabo (similar aos cabos para esteiras) consistem de tranças de fios finos, permitindo que o cabo seja usado para aplicações de festões. A estrutura Star Quad de quatro cabos aumenta a resistência ao amassamento e esmagamento. A capa de proteção desse tipo de cabo usualmente é isenta de halogênio e resistente a óleos minerais e graxa.

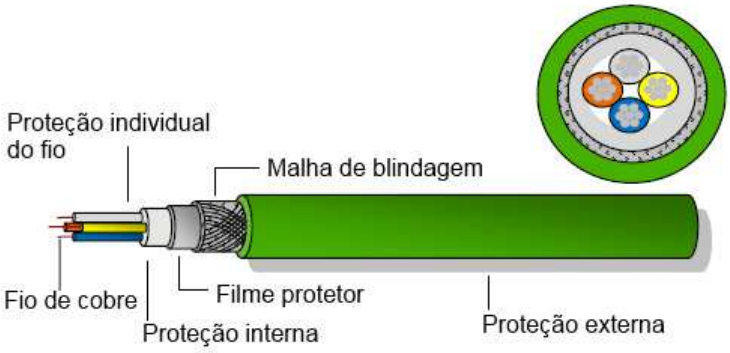


Figura 9-5: Cabos festões

Cabos festões especialmente projetados deverão ser usados em casos em que o cabo estará sujeito a movimento permanente, como no caso de partes moveis de maquinas, gruas e guindastes. Há cabos especiais também para movimento de torção.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Cabos retardadores de chama não corrosivos (cabo FRNC)

O cabo FRNC (Flame Retardant Non-Corrosive) é construído com uma capa protetora de material isento de halogênio para ser usado onde a inflamabilidade deve ser evitada. A cor da capa protetora do cabo FRNC normalmente é verde.

Use cabo com proteção isenta de halogênio para aplicações em áreas onde em caso de incêndio há requisitos mais exigentes para o comportamento do cabo em relação ao fogo. Locais possíveis de aplicação são edifícios residenciais ou hospitais.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.4 Detalhes sobre fibras ópticas PROFINET

Esta seção do Anexo fornece informações detalhadas sobre fibras ópticas PROFINET.

Proppriedades das fibras ópticas PROFINET

Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas dos cabos dão informações sobre possíveis tipos de aplicação e instalação. Para ter uma visão geral, as tabelas a seguir mostram valores detalhados para as propriedades mecânicas das fibras ópticas. As tabelas mostram as diferenças entre os tipos de fibra.

Os valores limite listados na Tabela 9-8 e Tabela 9-9 foram tirados da norma IEC 61784-5-3.

Tabela 9-8: Propriedades mecânicas de fibras ópticas monomodo e multimodo

Parâmetro	Limites especificados
Raio de curvatura mínimo, uma só curvatura	50…200 mm
Raio de curvatura mínimo, múltiplas curvaturas	30…200 mm
Força de tensionamento máxima	500…800 N
Carga de tensionamento máxima permanente	500…800 N
Força de cisalhamento máxima	300...500 N/cm
Intervalo de temperatura durante a instalação	-5…+50 °C

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Tabela 9-9: Propriedades mecânicas das fibras ópticas POF

Parâmetro	Limites especificados
Raio de curvatura mínimo, uma só curvatura	30…100 N
Raio de curvatura mínimo, múltiplas curvaturas	50…150 N
Força de tensionamento máxima	50…100 N
Carga de tensionamento máxima permanente	Não permitido
Força de cisalhamento máxima	35…100 N/cm
Intervalo de temperatura durante a instalação	0…+50 °C

Os valores limite listados na Tabela 9-10 foram tirados da norma IEC 61784-5-3.

Tabela 9-10: Propriedades mecânicas de fibras ópticas PCF

Parâmetro	Limites especificados
Raio de curvatura mínimo, uma só curvatura	75…200 mm
Raio de curvatura mínimo, múltiplas curvaturas	75…200 mm
Força de tensionamento máxima	100…800 N
Carga de tensionamento máxima permanente	< 100 N
Força de cisalhamento máxima	75…300 N/cm
Intervalo de temperatura durante a instalação	-5…+60 °C

As especificações de limites dependem do tipo de cabo. Para informações mais detalhadas, veja as especificações do fabricante.

As propriedades dos cabos nas tabelas acima atendem aos requisitos das aplicações industriais comuns. Aplicações especiais como cabos para esteiras, festões ou movimentos de torsão requerem projetos de cabos modificados com propriedades mais amplas.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Propriedades químicas

Cabos de fibra óptica, assim como os cabos de cobre descritos anteriormente, têm diferentes materiais de proteção, dando-lhes certas propriedades.

As especificações típicas dos fabricantes são:

- Resistência a UV
- Isento de silicone
- Resistência a óleos minerais e graxas
- Temperaturas permitidas

Para cabos de fibra óptica também, deve-se ter atenção especial ao comportamento em relação ao fogo. Os dados do fabricante incluem:

- Isento de halogênio
- Retardador de chama
- Densidade de fumaça

Somente cabos isentos de halogênio e com retardador de chama podem ser usados em áreas onde, em caso de incêndio, a vida humana é ameaçada por gás tóxico e fumaça.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Tipos de cabos de fibra óptica

Os tipos de cabo mais usados para PROFINET, com suas aplicações, estão listados na Tabela 9-11. Os tipos de cabos descritos podem usar todos os tipos de fibras mencionados na seção 3.2.2. Há disponível também proteção adicional incluindo proteção contra roedores ou cabos especiais para instalação no solo.

Tabela 9-11: Tipos de cabos de fibra óptica

Versão do cabo	Aplicações
Cabo de fibra óptica PROFINET	Para simples ligação ponto a ponto entre dois dispositivos PROFINET
PROFINET FO para esteira móvel	Para instalação em partes moveis de maquinas.

Cabo de fibra óptica PROFINET

A Figura 9-6 mostra a estrutura geral de um cabo de fibra óptica PROFINET. Ele consiste de duas fibras paralelas. As fibras são adequadas para montagem direta de conectores. A fibra laranja tem marcada nela setas direcionais para facilitar a identificação da fibra para as conexões de transmissão e recepção.

Figura 9-6: Cabo de fibra óptica PROFINET

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Cabo PROFINET FO para esteira móvel

O cabo FO para esteira móvel (**Figura 9-7**) tem também um envólucro adicional não tecido como elementos de alivio de tensão e um elemento de suporte adicional. A capa protetora desse tipo de cabo usualmente é isenta de halogênio e resistente a óleo mineral e graxa.

Você deve usar cabos especialmente projetados nos casos em que o cabo estará sujeito a movimentos frequentes, como por exemplo, partes moveis de maquinas. Os cabos PROFINET para esteiras móveis estão disponíveis com todos os tipos comuns de fibra.

! Cabos para uso em esteiras moveis normalmente não podem ser usados como festões.

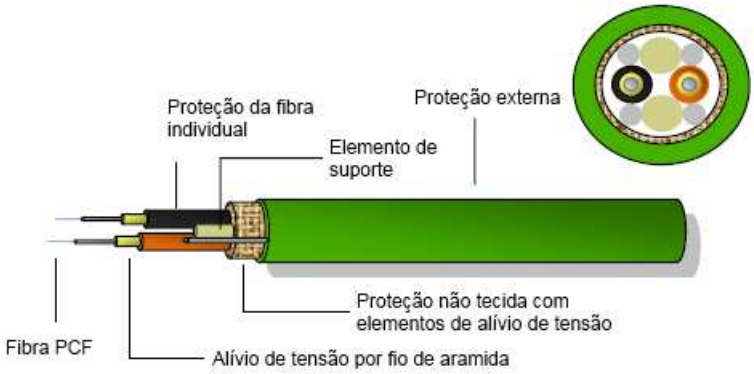


Figura 9-7: Cabo PROFINET FO para esteira móvel

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.5 Seleção de conectores

Esse capítulo descreverá esses requisitos com mais detalhes para que o seu planejamento anterior possa ser completado com tecnologia adequada de conexão conforme exigido na sua aplicação.

Este capítulo abrange os seguintes assuntos:

- Explanação das diferenças entre cabos pré montados e cabos para montagem em campo
- Introdução dos sistemas de conexão disponíveis
- Seleção dos conectores necessários

Diferenças entre cabos pré montados e cabos para montagem em campo

Cabos pré montados

Os cabos pré montados são fornecidos com conectores montados em ambas as extremidades do cabo. Esses cabos pré montados só podem ser usados se você conhece a distância exata entre os componentes individuais da rede (observe o percurso dos cabos).

Vantagens dos cabos pré montados:

- Redução do tempo de instalação porque não é necessário construir o cabo.
- Erros potenciais de montagem são evitados.
- O pessoal de instalação não precisa de nenhum treinamento para a instalação dos cabos PROFINET.
- Não são necessárias ferramentas especiais.
- Adequado particularmente para cabeação de painéis.

Desvantagem dos cabos pré montados:

- Os conectores já montados poderiam ser obstruídos ou danificados ao instalar os cabos.
- É preciso especificar o comprimento ao pedir os cabos.
- Se o cabo pré montado for muito longo, o excesso de cabo precisa ser acomodado de forma conveniente.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Cables para montagem em campo

Os cabos para montagem em campo são fornecidos pelo fabricante como material em certa quantidade sem quaisquer conectores e precisam ser montados no local pelo pessoal de instalação.

Vantagens dos cabos para montagem em campo:

- Os comprimentos dos cabos não precisam ser especificados ao encomendar os cabos.
- É mais fácil instalar os cabos sem os conectores instalados.

Desvantagem dos cabos para montagem em campo:

- A montagem em campo requer tempo adicional.
- São necessárias ferramentas especiais.
- O instalador precisa ser treinado para montar os cabos PROFINET.
- Há fonte potencial de erros (recomenda-se fazer medições de aceitação).

Entre em contato com o seu fabricante do cabo ou o fabricante do sistema de conexões necessárias para a sua instalação para saber quais ferramentas de montagem são necessárias.

Para informações mais detalhadas sobre a montagem de conectores e cabos, leia o Guia de Instalação PROFINET No.: 8.072.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Sistemas de conexão para cabos de cobre

Este capítulo descreve os sistemas de conexão para cabos de cobre com diferentes tipos de proteção, usando várias figuras.

Os conectores mostrados nas figuras abaixo (Figura 9-8 e Figura 9-9) são desenhos genéricos baseados em modelos tipicamente disponíveis no mercado. O desenho real depende de cada fabricante.

Conectores

Conectores RJ45

Os conectores RJ45 são adequados para uso em dispositivos terminais e componentes de rede. O principal critério para o uso potencial dos conectores é sua praticidade no local. Dentro de painéis, os conectores RJ45 são usados na versão IP20. Fora dos painéis, as condições ambientais adversas devem ser levadas em conta. Nesses casos, pode ser usado um conector RJ45 push-pull em versões IP65 ou IP67. Outra vantagem dos conectores RJ45 é que eles frequentemente são usados para conexão com ferramentas de engenharia ou laptops etc permitindo que eles sejam fácil e rapidamente conectados para fins de manutenção.

A Figura 9-8 e Figura 9-9 mostram duas versões dos conectores RJ45 com diferentes classes de proteção.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

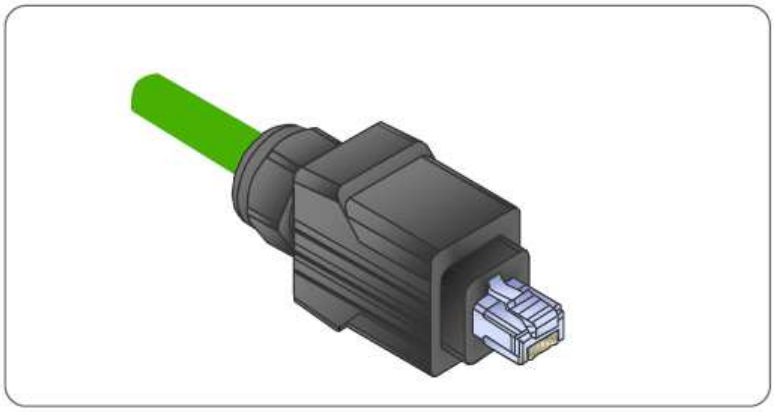


Figura 9-8: Conector RJ45 push-pull típico com classificação IP65

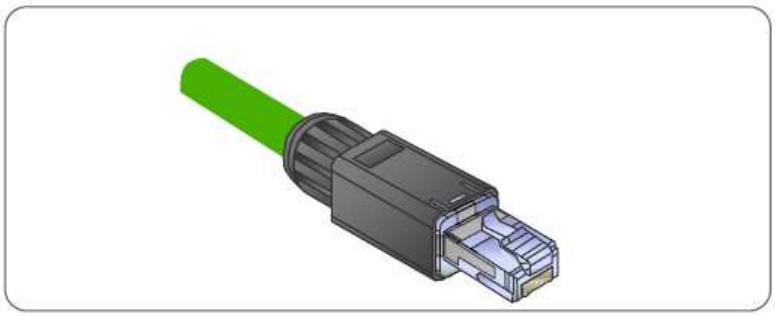


Figura 9-9: Conector RJ45 push-pull típico com classificação IP20

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Conector M12 Código-D

Para aplicação em ambientes industriais severos com classe de proteção IP67, a PNO especificou o conector M12 que possibilita conexão segura de sensores e atuadores. O conector M12 Código-D foi padronizado na norma IEC 61076-2-101.

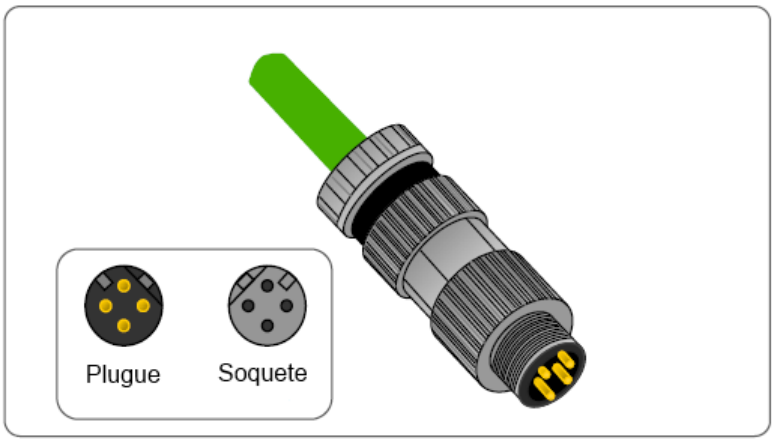


Figura 9-10: Conector M12 Código-D típico

Conector M12 TipoX

O conector M12 TipoX é adequado para aplicações em ambientes industriais severos com altas taxas de transmissão. O M12 TipoX foi padronizado na norma IEC 61076-2-109.

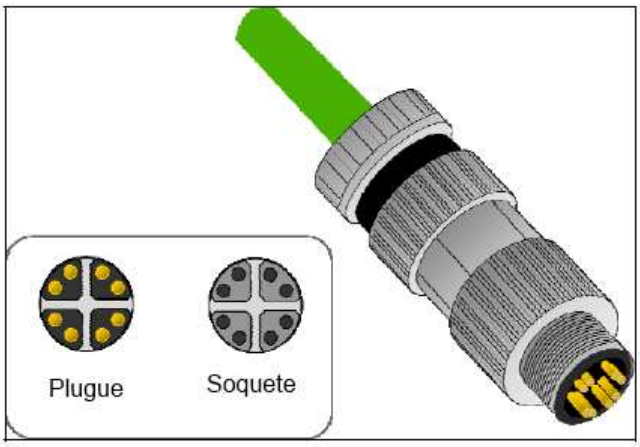


Figura 9-11: Conector típico M12 TipoX

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Sistemas de conexão para fibras ópticas

As interfaces ópticas dos dispositivos PROFINET precisam atender às especificações para fibras multimodo (IEC 9314-3) e para fibras monomodo (IEC 9314-4). São diferenciadas as conexões não permanentes e permanentes dos conectores PROFINET FO. Esses conectores devem ser montados apenas por pessoal treinado usando ferramentas especiais apropriadas.

Para informações mais detalhadas sobre a montagem dos conectores e cabos de fibras ópticas, leia o Guia de Instalação PROFINET No.: 8.072.

Entre em contato com o fabricante do cabo ou o fabricante do sistema de conexões necessárias na sua instalação para determinar quais as ferramentas de montagem que serão necessárias.

As conexões permanentes de cabos de fibras ópticas são sempre feitas pelo método chamado de emenda. O método de emenda é usado principalmente para ampliar os cabos de fibras ópticas ou reparar um cabo rompido.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Conectores

Os conectores mostrados nas figuras abaixo (Figura 9-12 e Figura 9-13) são desenhos genéricos baseados em modelos tipicamente disponíveis no mercado. O desenho real depende de cada fabricante.

Conectores SCRJ

O conector SCRJ é usado para transmissão de dados PROFINET por fibras ópticas. A versão básica desse conector foi desenvolvida para uso em painéis de switch (classe de proteção IP20). A versão SCRJ push-pull (Figura 9-13) é usada para ambientes severos ou com requisitos IP65 / IP67.

Figura 9-12: Conector típico SCRJ push-pull com classificação IP20

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

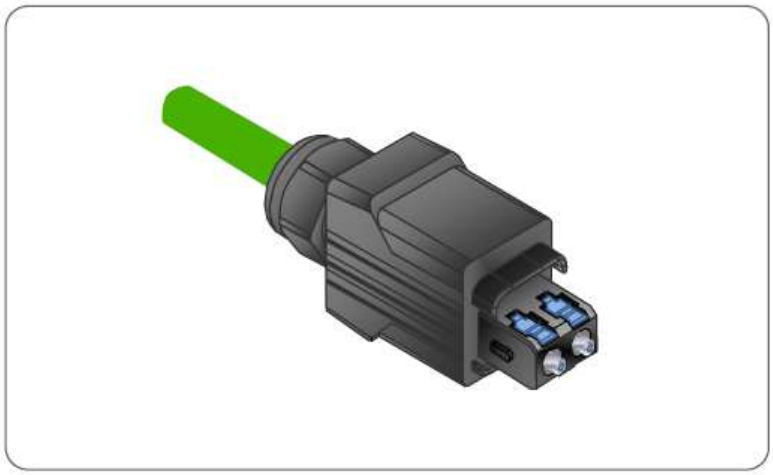


Figura 9-13: Conector típico SCRJ push-pull com classificação IP65

Conector M12 híbrido

O conector M12 híbrido (Figura 9-14) contém duas conexões ópticas para transmissão de dados mais duas conexões elétricas opcionais. Para aplicações PROFINET, as conexões elétricas normalmente não são usadas. O conector está disponível para uso em fibras POF e PCF multimodo e monomodo.

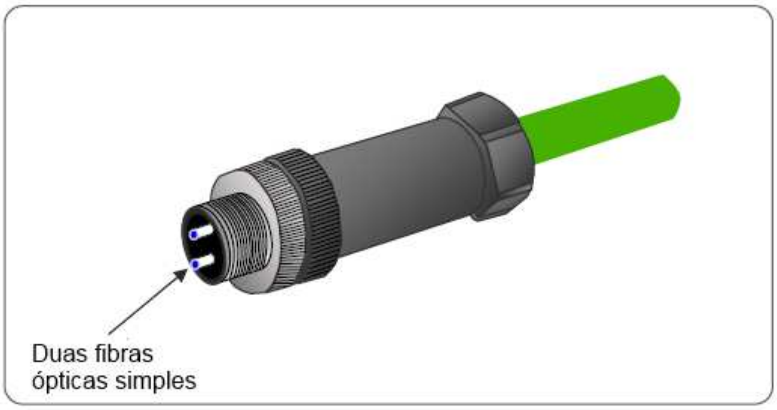


Figura 9-14: Conector típico M12 híbrido

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Conectores tipos BFOC e SC

O uso de conectores tipos BFOC / 2,5 (IEC 60874-10) e do sistema de plugs SC (IEC 60874-14) não é recomendado para novas plantas de automação.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Pontos de transição

Os pontos de transição são pontos potenciais de conexão para cabos PROFINET para distribuição futura. Há disponíveis conectores com classe de proteção IP65 / IP67 para uso em ambientes severos, e há módulos com classe de proteção IP20 disponíveis para uso em switch ou painéis de distribuição.

Os vários distribuidores e soquetes são diferenciados também por:

- número e tipo de portas (cobre ou fibra óptica),
- número máximo de ciclos de atuação no plug (inserções),
- a tecnologia de conexão (podem ser necessárias ferramentas especiais) e
- a classe de proteção.

Consulte o fabricante para obter informações mais detalhadas referentes às propriedades técnicas dos pontos de transição necessários.

As Figuras 9-15 e 9-16 mostram dois exemplos de distribuidores RJ45 com diferentes classes de proteção baseados nos modelos disponíveis no mercado.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

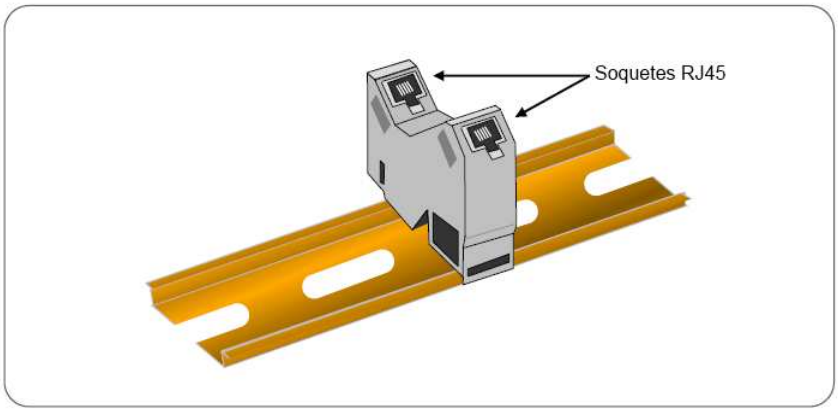


Figura 9-15: Módulo de distribuição RJ45 para montagem em trilho em ambientes IP20

Os módulos de distribuição estão disponíveis para ambientes IP20 para todos os conectores usados normalmente para fibra óptica e cobre com os soquetes apropriados.

Os módulos de distribuição para montagem em trilho deverão ser usados para a transição do cabeamento fixo para o cabeamento interno do painel com cabos adaptadores.

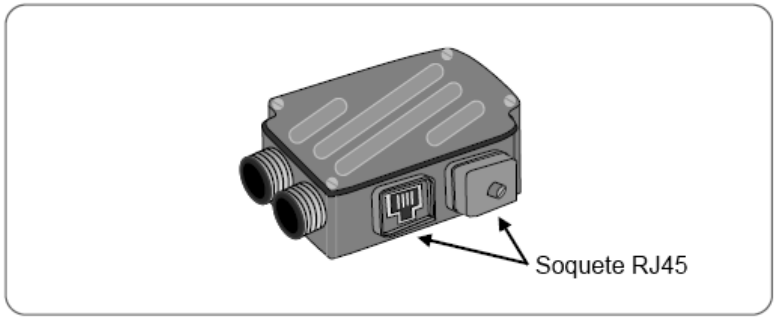


Figura 9-16: Soquete de conexão RJ45 para ambientes IP65 / IP67

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Há disponíveis soquetes de conexão para todos os conectores de fibra óptica e cobre normalmente usados com portas e soquetes apropriados fornecidos por diversos fabricantes.

Deverão ser usados coquetes de conexão para a transição de cabeamento fixo para flexível no campo. As conexões em esteiras móveis podem assim ser substituídas facilmente.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Conectores de anteparo

Os conectores de anteparo podem ser usados para a passagem segura de cabos de cobre ou fibra óptica PROFINET para dentro do painel. Esses conectores fazem a transição do ambiente externo IP65 / IP67 para um ambiente interno IP20.

Consulte os dados do fabricante para obter informações mais detalhadas sobre as propriedades técnicas dos conectores de anteparo.

A Figura 9-17 mostra um conector de anteparo RJ45 Push-Pull e a Figura 9-18 mostra um conector M12 para parede.

Esses conectores de anteparo são desenhos genéricos baseados em modelos disponíveis atualmente no mercado.

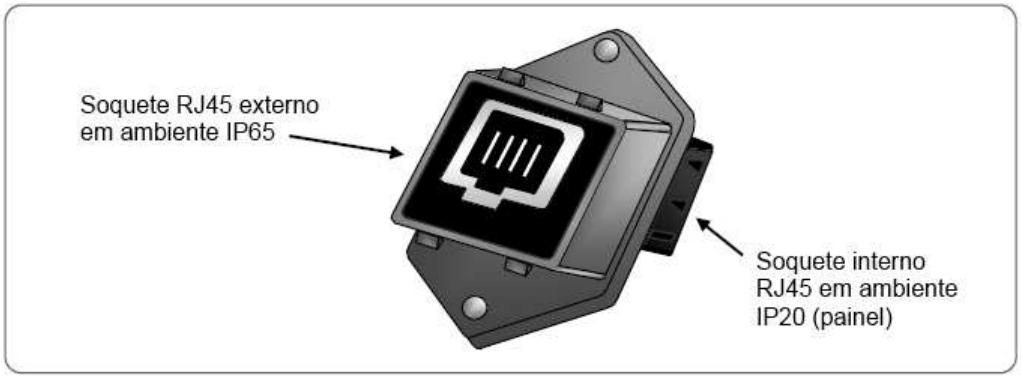


Figura 9-17: Conector de anteparo RJ45 Push-Pull para uso em painéis

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

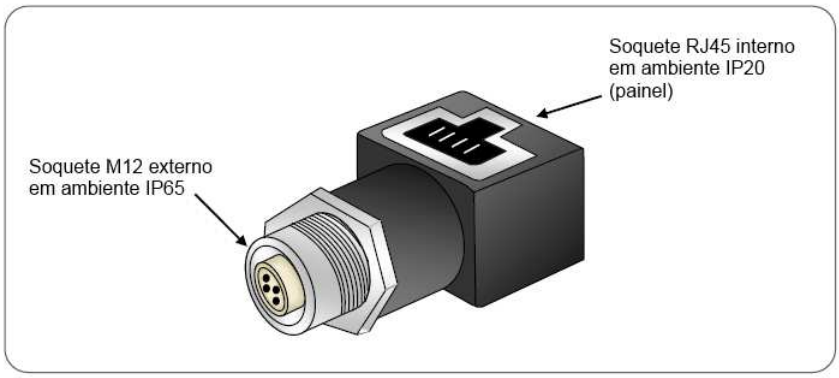


Figura 9-18: Conector de anteparo M12 para uso em painéis

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.6 Exemplos de cabeamento

Abaixo estão ilustrados dois exemplos para a seleção de componente para cabos FO e cobre. Fornecemos também um exemplo de cálculo da atenuação.

Exemplo para cabos de cobre

A cabeação de cobre em topologia estrela mostrada na Figura 9-19 ilustra como podem ser selecionados os componentes requeridos.

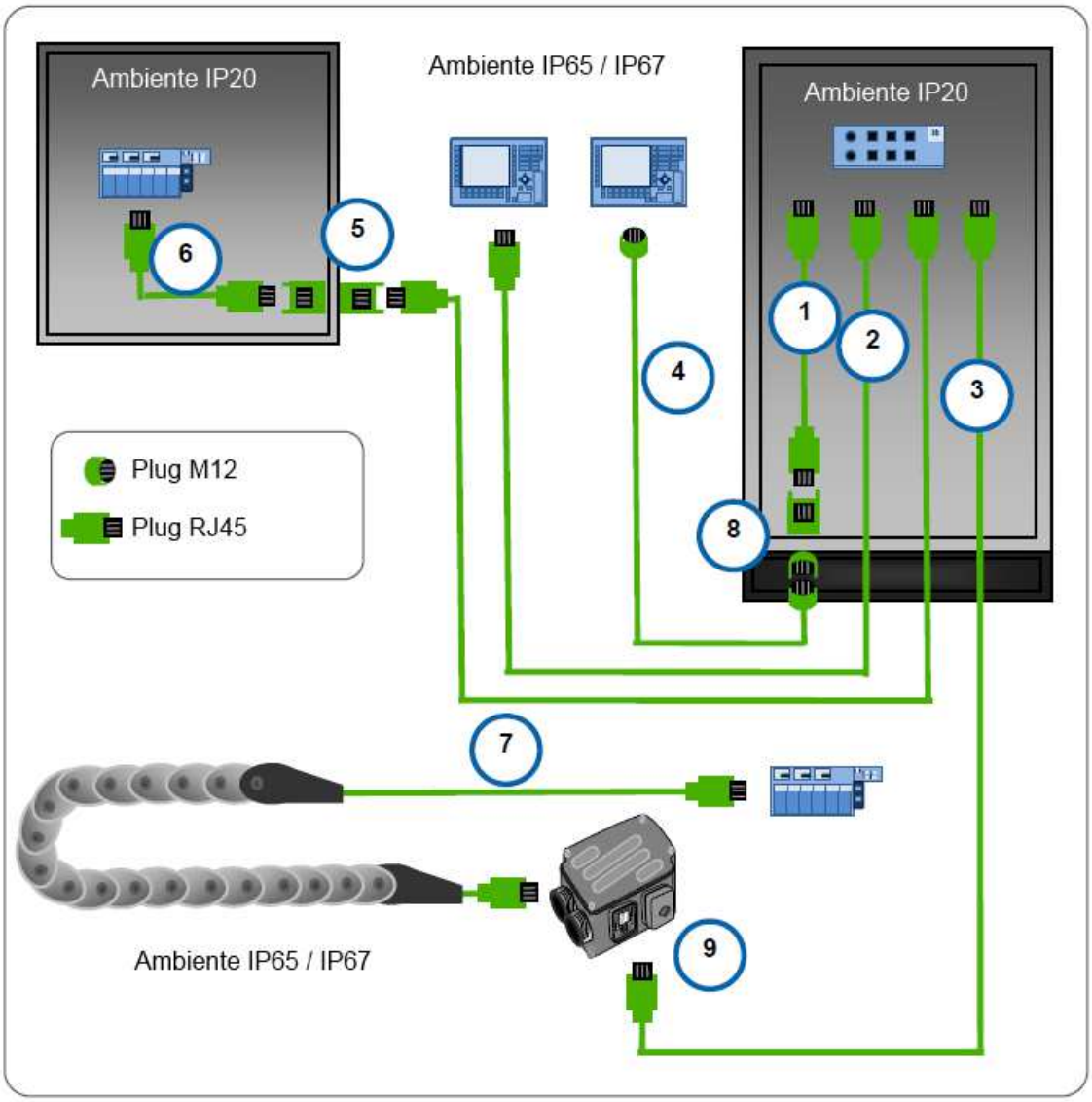


Figura 9-19: Exemplos de cabeação de cobre

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

A Tabela 9-12 mostra a lista de materiais para a cabeação de cobre descrita na página anterior.

Tabela 9-12: Lista de materiais para cabeação de cobre

Número	Nome
1	Cabo PROFINET pré montado com conectores RJ45 em ambiente IP20.
2	Cabo PROFINET pré montado com conectores RJ45 em ambiente IP65 / IP67.
3	Cabo PROFINET para montagem no campo, para instalação estática com conectores RJ45 em ambientes IP65 / IP67 e conectores RJ45 em um ambiente IP20.
4	Cabo PROFINET pré montado com conectores M12 para uso em ambiente IP65 / IP67.
5	Conector de anteparo de RJ45 IP65 / IP67 para RJ45 IP20
6	Cabo PROFINET pré montado, para instalação fixa com conectores RJ45 em um ambiente IP20.
7	Cabo PROFINET para montagem no campo, adequado para esteira móvel, com conectores RJ45 em um ambiente IP65 / IP67.
8	Conector de anteparo de M12 IP65 / IP67 para RJ45 IP20
9	Soquete de conexão RJ45 para um ambiente IP65 / IP67.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Exemplo de cabeação de fibra óptica

A cabeação de fibra óptica em topologia estrela mostrada na Figura 9-20 deve servir para ilustrar como devem ser selecionados os componentes necessários.

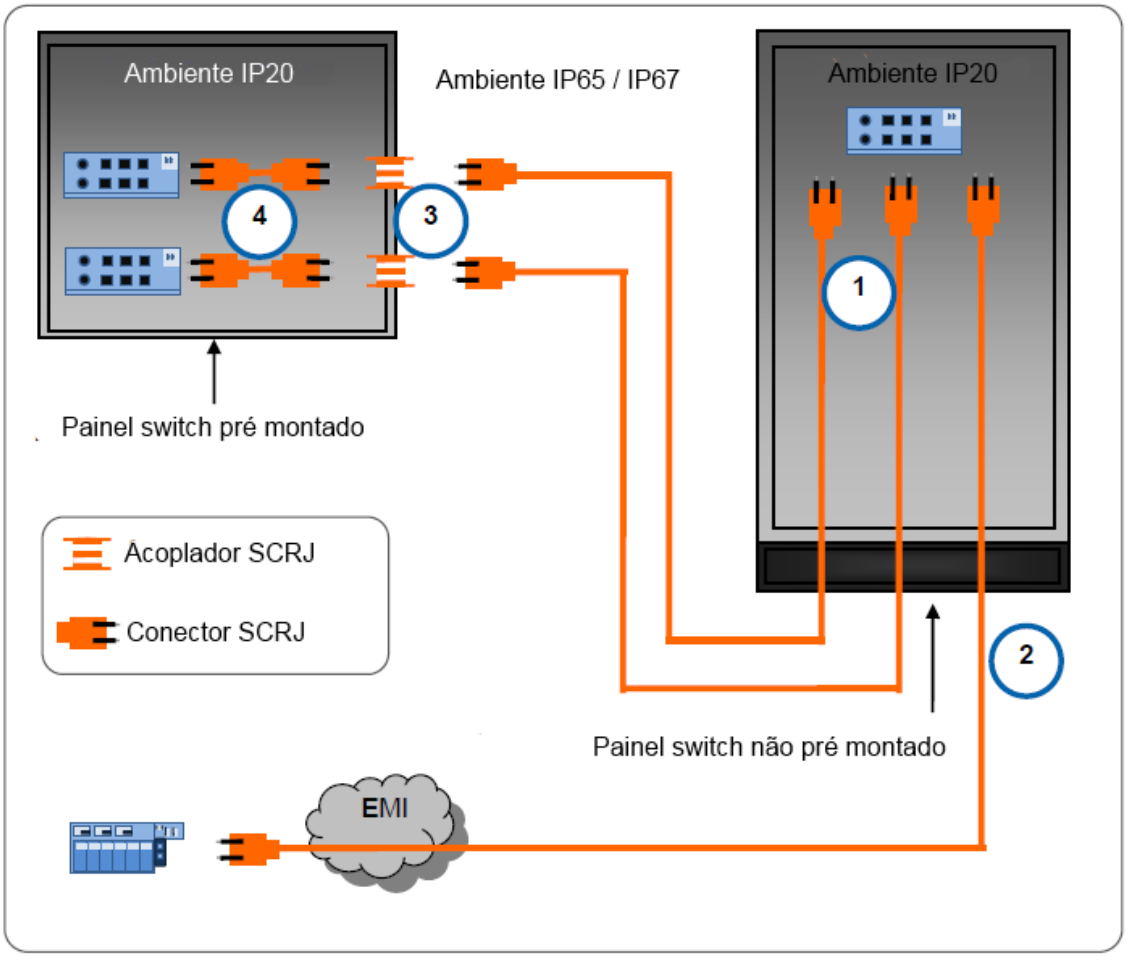


Figura 9-20: Exemplo de uma cabeação de fibra óptica

! Acoplamentos passivos como os conectores de anteparos ou soquetes de conexão aumentarão a atenuação do sinal e portanto reduzem o comprimento possível do cabo.
Por exemplo, cada acoplamento passivo usado em cabos de fibra óptica reduzirá o comprimento máximo do cabo em 6,5 m. Assim, se houver dois acoplamentos passivos, o comprimento máximo do cabo ficará reduzido de 50 m para 50 m - 2 x 6,5 m = 37 m.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

A Tabela 9-13 mostra a lista de materiais para a cabeação de fibra óptica descrita na página anterior.

Tabela 9-13: Lista de materiais para a cabeação de fibra óptica

Número	Nome
1	Cabo de fibra óptica pré montado, com conectores SCRJ em ambientes IP65 / IP67 e IP20 em cada extremidade.
2	Cabo de fibra óptica pré montado, com conectores SCRJ em ambientes IP65 / IP67 e IP20 em cada extremidade.
3	Conector de anteparo SCRJ de ambiente IP65 / IP67 para ambiente IP20.
4	Cabo adaptador pré montado com conectores SCRJ em ambiente IP20.

Os acoplamentos e conectores podem ser obtidos de diferentes fabricantes, em múltiplas versões para diferentes ambientes e aplicações. Consulte as informações do fabricante para selecionar a tecnologia de conexão adequada para a sua aplicação.

Documente a sua seleção com a tecnologia de conexão.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Exemplos de cálculos

Examinaremos agora dois exemplos ilustrando o cálculo da atenuação e da potência.

A Figura 9-21 mostra um exemplo simples baseado em um cabo de fibra óptica monomodo.

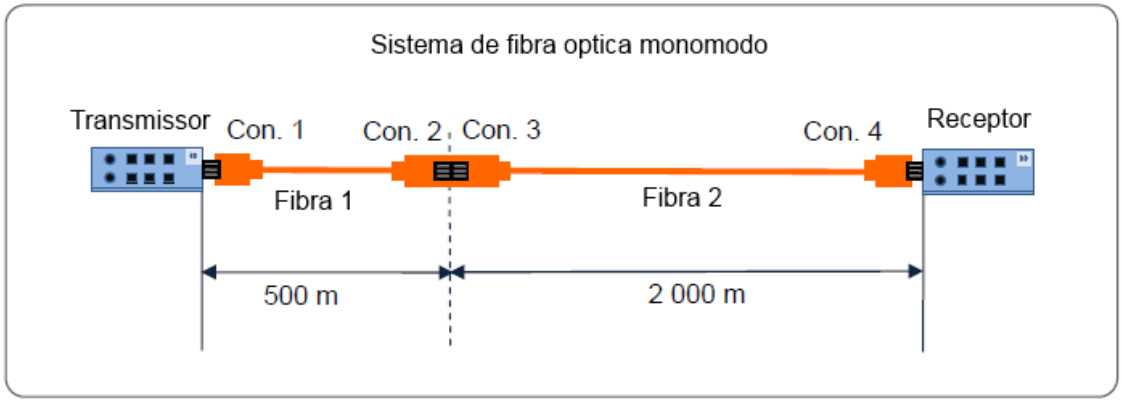


Figura 9-21: Representação da atenuação para links de fibra óptica monomodo

Note que é importante considerar o número total de conexões usadas e não o número de conectores.

A Tabela 9-14 mostra os componentes passivos individuais, a atenuação causada por eles e a atenuação total para o exemplo na Figura 9-21. A atenuação da fibra é baseada em 0,5 dB/km e as conexões introduzem 0,75 dB cada uma. De acordo com a Tabela 3-4, a atenuação máxima permissível de um link PROFINET ponto a ponto é 10,3 dB.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Controle da atenuação:

Tabela 9-14: Cálculo da atenuação ponto a ponto de um link para fibras ópticas monomodo

Fibra 1 500 m	Conexões (Con. 1+2/3+4)	Fibra 2 2 000 m	Atenuação total
0,25 dB	3 ·0,75 dB	1 dB	= 3,5 dB
A atenuação máxima permissível é 10,3 dB			

A Figura 9-22 mostra o cálculo da atenuação baseado em um link de fibra de polímero (POF).

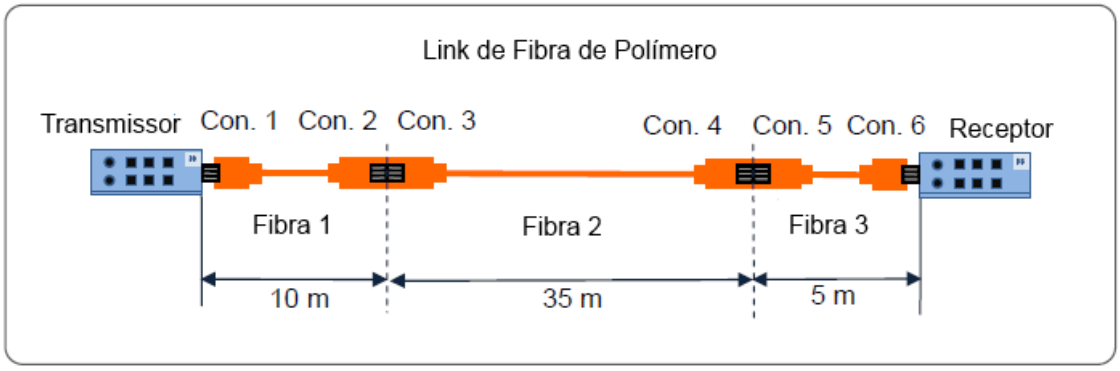


Figura 9-22: Representação da atenuação para um link de fibra óptica POF

A Tabela 9-15 mostra os componentes passivos individuais, a atenuação causada por eles e a atenuação total para o exemplo da Figura 9-22. De acordo com a Tabela 3-4, a atenuação máxima permissível de um link PROFINET ponto a ponto é 11,5 dB.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Cálculo da atenuação:

Tabela 9-15: Cálculo da atenuação de um link ponto a ponto para fibras de polímero

Fibra 1 10 m	Conexões (Conn 1+2/3+4/5+6)	Fibra 2 35 m	Fibra 3 5 m	Atenuação total
2,3 dB	4 ·1,5 dB	8,05 dB	1,15 dB	= 17,5 dB
A atenuação máxima permissível é 11,5 dB				

Como se pode ver, a atenuação do link ponto a ponto PROFINET nesse exemplo excede o valor máximo permissível. Para obter o valor de ≤ 11,5 dB, o link de transmissão ou o número de acoplamentos passivos deve ser reduzido.

O cálculo e, se aplicável, a representação gráfica do balanço da atenuação mostra se o link de fibra óptica satisfaz ou não os requisitos de transmissão.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.7 Seleção de switches

Switches adequados para PROFINET são projetados para transmissão Fast Ethernet (100Mbit/s, IEEE 802.3u) e full duplex. Na operação full duplex um switch simultaneamente transmite e recebe dados na porta. Não há colisões.

Há switches disponíveis em versões IP20 para instalação em trilho e em versões IP65/67 para instalações no campo. A próxima seção descreve algumas funções de switches que são considerados na seleção. Os switches são classificados primeiramente em dois tipos:

- Switches não gerenciados
- Switches gerenciados (com funcionalidade adicional PROFINET)

A vantagem do PROFINET é a priorização do tráfego de dados PROFINET. Porém essa característica só é assegurada se forem usados switches com suport "Quality of Service" (QoS) (IEEE 802.1q / p).

Switches não gerenciados

Os switches não gerenciados direcionam todo o tráfego de dados baseado na tabela de alocação endereço / porta. Os usuários não podem intervir manualmente. Esta é uma versão de switch de baixo custo.

Switches não gerenciados switches não oferecem uma interface web e não têm funções de diagnóstico.

Esse tipo de switch é usado em redes com classe de conformidade A.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Switches gerenciados

Os switches gerenciados oferecem várias vantagens em relação aos switches não gerenciados. Essas vantagens incluem escolha de opção pelo usuário com base em uma interface web e recursos de diagnóstico. A funcionalidade do software de gerenciamento varia entre os vários tipos de switch, incluindo características que vão desde controle de redundância até análise estatística do tráfego de dados da rede.

Switches gerenciados switches suportam funções de diagnóstico. A funcionalidade oferecida pelo switch é controlada e lida através de uma interface baseada na web ou através de uma ferramenta de engenharia adequada.

Para se assegurar de que um switch pode ser identificado como um dispositivo PROFINET, o switch tem que suportar os serviços PROFINET IO. A identificação de um switch como um dispositivo PROFINET é prevista nas redes de classe de conformidade B.

Os switches gerenciados deverão ser usados em redes com classe de conformidade B e C

Switches também podem ser selecionados como "Cut-through" ou "Store and Forward".

Switches Cut-through

Switches Cut-through causam retardo menor do que os switches Store and Forward. Isto é porque o frame é enviado diretamente uma vez determinado o endereço de destino. O switch vai armazenar no buffer somente a quantidade de bytes do pacote de dados que são necessários para a análise da tabela de alocação endereço / porta. Então todos os bytes de dados do pacote de dados que chegam são enviados diretamente para a porta relevante sem nenhum armazenamento. O retardo no envio não depende do tamanho do frame.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Switches Store and Forward

Switches Store and Forward lêem e armazenam no buffer o pacote completo de dados na porta de entrada. O switch verifica todo o frame quanto a erros e, se não tiver erros, envia-o para a porta relevante. Isso pode causar retardos de tempo maiores do que quando se usam switches com a tecnologia Cut-through. O retardo depende do tamanho do telegrama do pacote de dados a ser transmitido.

Auto-detecção / Auto-negociação

Auto-detecção descreve a habilidade de um dispositivo para identificar automaticamente a taxa de transmissão de um sinal.

A auto-negociação premite ainda que os dispositivos envolvidos negociem em conjunto e definam a taxa de transmissão antes de iniciar a primeira transmissão de dados.

Se for usado Fast Start-up em uma porta, a auto negociação deve ser desabilitada para melhor otimizar o tempo de inicialização.

Auto Cross-Over

Auto Cross-Over permite um cruzamento automático de linhas de transmissão e recepção nas interfaces da porta. Se essa função for desativada, às vezes é necessário um cabo de cross-over ou um switch com guia de conexões para cruzamento das conexões.

Se for usado Fast Start-up em uma porta, o auto cross-over deverá ser desabilitado para melhor otimizar o tempo de inicialização.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Suporte a redundância

O suporte a redundância permite a mudança sem colisão ou com colisão de um link com defeito para um link redundante.

A implementação da redundância com PROFINET IO só é conseguida por meio de switches gerenciados que suportam Protocolo de Redundância de Midia (Media Redundancy Protocol - MRP) e que é configurado através de uma ferramenta de engenharia ou um serviço baseado na web.

Espelhamento de porta

O espelhamento de porta é uma função útil para diagnóstico em uma rede. Ele possibilita uma cópia de todos os dados de entrada e saída de uma porta (a porta espelhada) de um switch para outra porta (a porta espelho) para analisar os frames de dados. Muitos switches com espelhamento de porta permitem a seleção e configuração da porta espelhada e da porta espelho a partir de uma página web no switch.

Note que o espelhamento de porta geralmente está disponível apenas nos switches gerenciados. Note também que muitos switches gerenciados não suportam espelhamento de porta. Assegure sempre que o switch selecionado suporta espelhamento de porta se necessário.

Você encontrará mais informações sobre as opções de diagnóstico no Guia de Comissionamento PROFINET No.: 8.081.

Power over Ethernet

Power over Ethernet (PoE) permite que dispositivos que tenham esse recurso possam ser alimentados a partir do cabo de rede Ethernet. Para isso é necessário um switch com injetor PoE.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Os switches com funcionalidade PoE estão disponíveis em várias variantes com diferentes especificações de potência máxima. Selecione o tipo apropriado de acordo com o número de componentes a serem fornecidos.

Ethernet Gigabit

Quando se deseja a implementação de redes PROFINET com taxa de transmissão de 1 000 Mbit, isto também tem que ser suportado pelos switches. Selecione os modelos correspondentes com o número necessário de portas que suportem transmissão Gbit.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Suporte da classe de conformidade relevante

Conforme já mencionamos, um switch também tem que atender aos requisitos respectivos das classes de conformidade.

! O fabricante deve indicar a classe de conformidade para a qual o switch é adequado. Use somente switches que tenham sido certificados pelo PI.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.8 Fonte de alimentação

Este capítulo descreve os problemas relacionados com o planejamento da fonte de alimentação.

Este capítulo está organizado da seguinte maneira:

- Os vários tipos de redes
- Aterramento
- Proteção contra choque elétrico

Diferentes tipos de rede

A implementação dos conceitos de fonte de alimentação faz parte do planejamento geral dos sistemas elétricos e não será explicado em detalhe neste guia. Para o planejamento, é importante a diferença básica dos conceitos com relação ao uso de condutor de proteção de terra e neutro.

TN-C

O sistema TN-C não tem condutores de proteção de terra e neutro separados (sistema de 4 fios), mas tem condutores combinados.

TN-S

Esse conceito é baseado em condutores separados de proteção de terra e neutro (sistema com 5 fios). Esse tipo de rede é usado para implementação de plantas de automação PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Ligação Equipotencial

Diferenças de potencial de terra entre a cabeação e os pontos de aterramento podem causar fluxo de corrente na malha do cabo e interferência no sistema. Isto se refere particularmente a sistemas com cabos blindados. É importante então prever um aterramento correto e blindagem de acordo com as regras de instalação já nos estágios de planejamento.

Os seguintes pontos deverão ser considerados no seu planejamento:

- Verifique, se necessário em cooperação com o proprietário do prédio e das plantas de automação, como foi instalado o sistema de aterramento existente, e determine a resistência da conexão de terra.
- A resistência de aterramento deverá, obrigatoriamente estar abaixo de 1 Ω, porém, recomenda-se que ela esteje abaixo de 0,6 Ω. A resistência de aterramento pode ser medida em quaisquer dois pontos onde os componentes de rede ou blidagens dos cabos são aterrados.
- Todos os componentes de rede deverão ser aterrados através de uma conexão comum. Essa conexão deverá ter uma alta capacidade de condução de corrente.

Para garantir uma confiabilidade de longo prazo do sistema de aterramento, você deve fazer medições adequadas para proteger os pontos de contato contra a corrosão.

Métodos de aterramento

Existem dois métodos para garantir um correto aterramento.

Aterramento em malha

O aterramento em malha deve ser usado se for necessária apenas uma conexão entre o ponto de aterramento e o componente de rede ou a malha.

Aterramento em estrela

Use aterramento em estrela caso haja somente um ponto de conexão com o sistema de aterramento do edifício.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Se o sistema de aterramento existente satisfaz os requisitos de acordo com as regras de instalação correntes, ele pode ser usado como um sistema de aterramento em combinação com o aterramento da rede PROFINET. Não é necessária uma subdivisão em um subsistema de aterramento.

Se este não for o caso, o aterramento deve ser separado em vários subsistemas de aterramento.

Cada subsistema de aterramento pode ser feito usando-se métodos de ligação comprovados para aterramento e ligação equipotencial de acordo com perfis de instalação aplicáveis. Documente o sistema de aterramento selecionado para a rede PROFINET completa para evitar erros durante a instalação.

Para detalhes sobre a implementação técnica do aterramento correto do equipamento, leia os guias de instalação aplicáveis e o Guia de Instalação PROFINET (No.: 8.072).

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

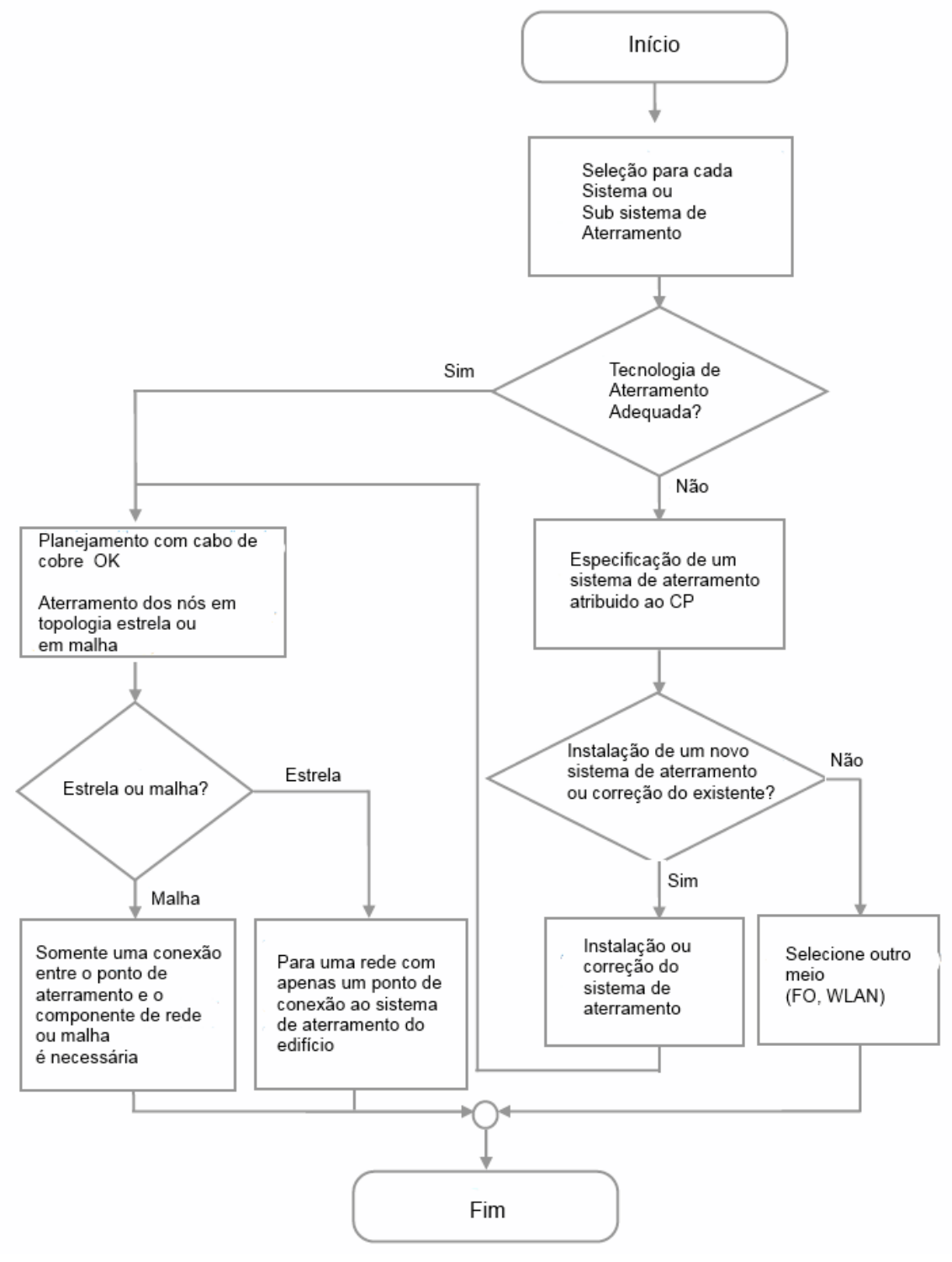


Figura 9-23: Fluxograma: Seleção do método de aterramento

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Evitando múltiplos aterramentos

Em plantas de automação, o aterramento do sistema (potencial de referência da planta) é aterrado para evitar o disparo indesejado de operações de chaveamento devido a fugas de terra depois que a isolação foi violada. Para plantas de automação extensiva incluindo equipamentos de diferentes fornecedores, faz sentido estabelecer um conceito de aterramento abrangente para o aterramento do sistema. Faltas e interrupções do sistema podem ser causadas pela interação com outros sistemas elétricos aterrados, por exemplo, sistemas de alta tensão.

Para o aterramento do sistema, somente uma conexão ao aterramento precisa ser feita. No ciclo de vida de um sistema, ocorre frequentemente que mais conexões acabam se somando além das conexões de terra planejadas e pretedidas. Caso não haja um conceito claro, incertezas sobre como lidar com o aterramento e a blindagem, como conectar ao aterramento, proteção contra sobre tensão etc. frequentemente resultam em uma ou outra conexão ao aterramento sendo acrescentada "para ficar mais seguro ". Esse múltiplo aterramento dos aterramentos do sistema faz circular correntes para o sistema de massa podendo causar interrupções no equipamento.

Para detectar possíveis aterramentos múltiplos, meça a isolação durante a instalação. Observe o Guia de Comissionamento PROFINET No.: 8.082.

Durante o planejamento você deve determinar claramente que o terra do sistema seja conectado ao aterramento apenas uma vez.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

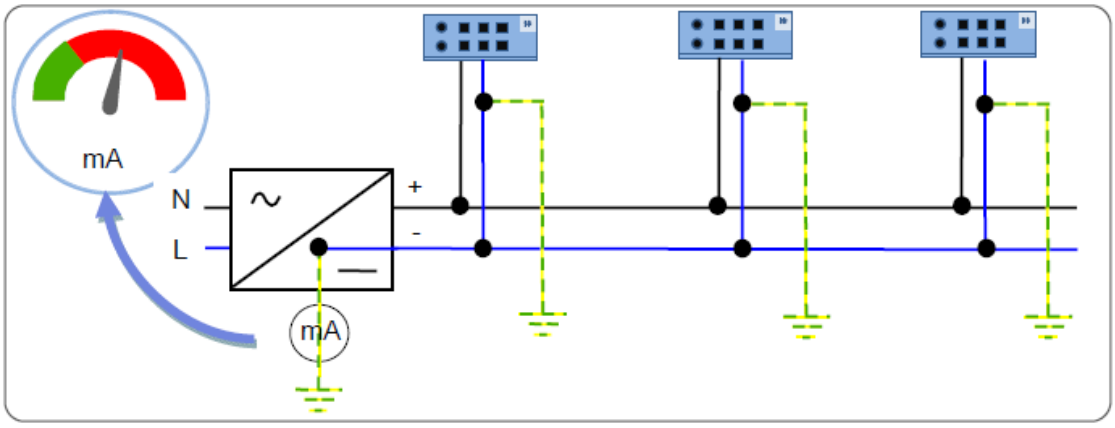


Figura 9-24: Aterramento múltiplo dos aterramentos do sistema

A Figura 9-24 mostra a estrutura de aterramento de um sistema básico. A tensão de 24 V para o sistema é fornecida através de uma fonte e alimenta três switches fisicamente separados. O terminal negativo deve ser conectado diretamente ao aterramento na fonte de alimentação **e** nos três switches. Esse aterramento múltiplo causa o aparecimento de correntes indesejadas no sistema de aterramento. Um erro típico é a interrupção de switches porque é excedida a permissividade elétrica máxima. Tais falhas podem causar a interrupção de todas as partes do sistema. Para detectar e remover conexões incorretas de aterramento o mais cedo possível, faz sentido ao planejar novas instalações prever um sistema de medição que monitore permanentemente se a conexão de aterramento (Figura 9-25) está sem corrente. As plantas de automação existentes podem ser modernizadas de forma correspondente.

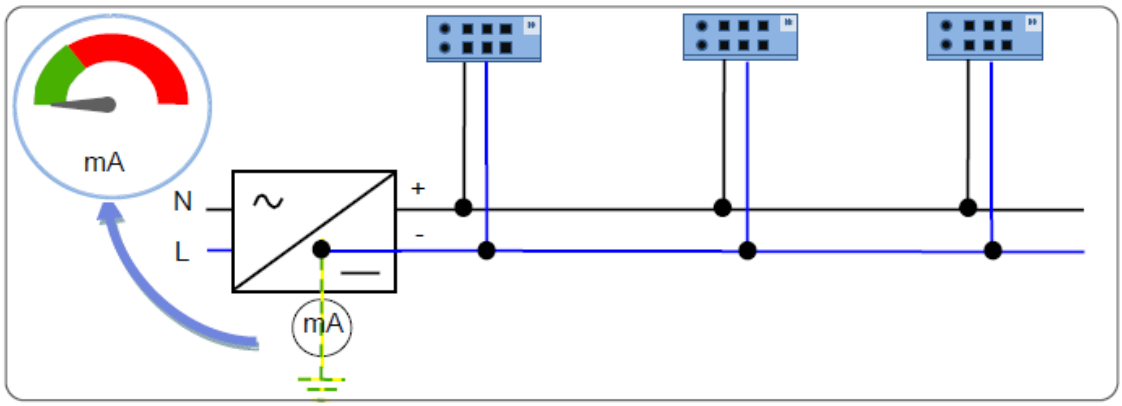


Figura 9-25: Sistema de medição para monitoração do potencial zero de terra

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Planeje um conceito abrangente para o aterramento das massas do sistema. A conexão de carcaça e aterramento necessária deverá ser feita em um ponto somente. Monitore permanentemente essa conexão de potencial zero.

Proteção contra choque elétrico

A norma IEC 60364 define requisitos gerais para a proteção contra choque elétrico. Instalações elétricas de edifícios parte 4-41: Precauções; Proteção contra choque elétrico. Esses requisitos devem ser satisfeitos por todos os dispositivos PROFINET. Observe também os requisitos descritos na IEC 60204 "Segurança de maquinas - Equipamento elétrico de maquinas".

Essa norma define também a alimentação de baixa tensão via SELV (Safety Extra Low Voltage) e PELV (Protective Extra Low Voltage). Ao planejar o seu sistema PROFINET, use somente fontes de alimentação que gerem tensões de saida SELV ou PELV.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

9.9 Ferramenta de cálculo de carga na rede

A Figura 9-26 mostra a interface de usuário da ferramenta de cálculo de carga na rede no Microsoft Excel. A finalidade da ferramente de cálculo de carga na rede é facilitar o cálculo de carga na rede para os usuários.

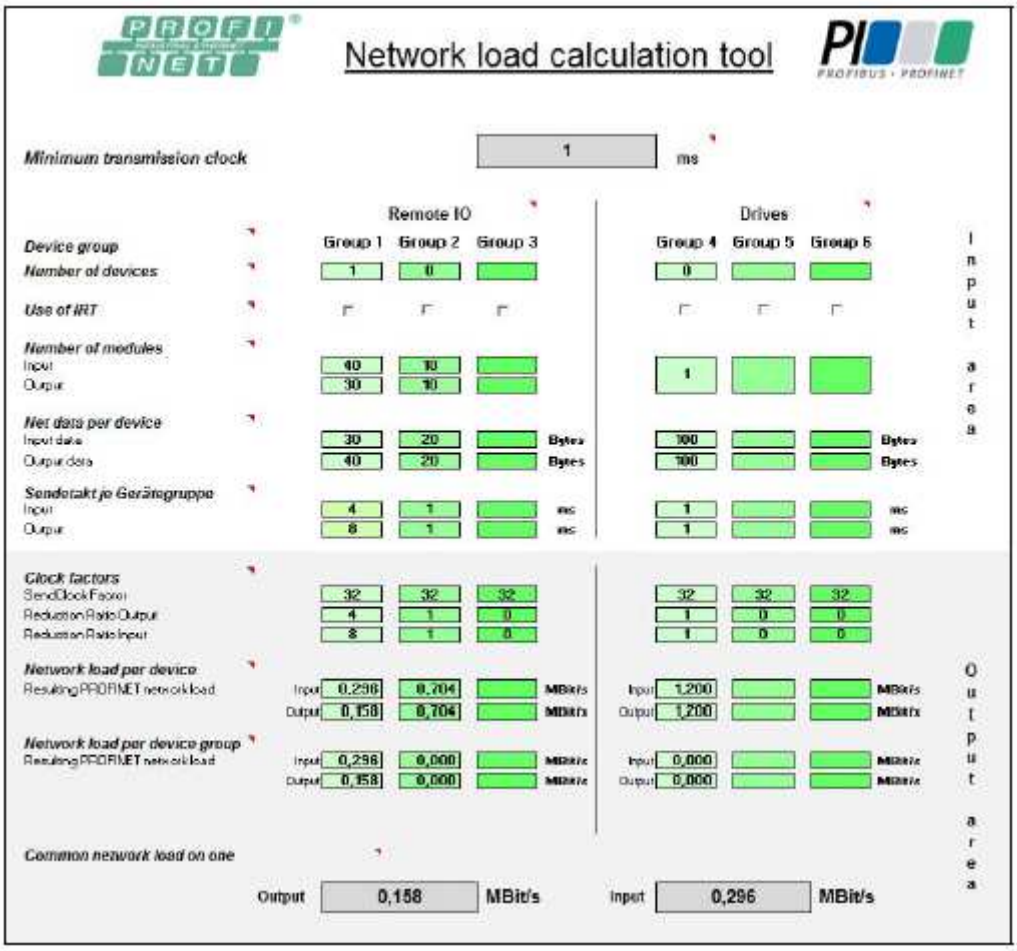


Figura 9-26: Interface de usuário da ferramenta de cálculo de carga na rede

A área superior, destacada em branco na Figura 9-26, foi definida como área de entrada. Aqui, os usuários podem definir possíveis configurações de dispositivo colocando valores. A área de saída, destacada em cinza, mostra os resultados do cálculo.

A "percentage network load" (carga da rede em porcentagem), com referência à largura de banda disponível de um link, deve ser calculada pelo usuário (*veja um exemplo separado fornecido mais adiante*). Não se esqueça de considerar separadamente as cargas na rede nas direções de entrada e de saída.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

A ferramenta de cálculo de carga na rede usa simples fórmulas do Excel que ficam ocultas quando se usa a ferramenta. Porém você pode editar essas fórmulas desativando a proteção da planilha Excel e tornando visíveis as áreas ocultas das fórmulas.

Uma descrição detalhada do cálculo de carga na rede está incluída nas planilhas Excel adicionais "Descrição" e "Fluxograma de Programa" da ferramenta de carga na rede. O manual do usuário mostrado nas páginas a seguir também pode ser encontrado na ferramenta de cálculo no "Manual de Usuário" da planilha.

!

Todas as entradas de valores são verificadas quanto à consistência. Além disso, são mostradas mensagens de erro no caso de entradas incorretas. Os valores só podem ser digitados nos campos de entrada. Os outros campos são bloqueados e não aceitam entrada de dados.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

Manual do Usuário

A Figura 9-27 mostra as diferentes seções para introduzir os valores para os cálculos e os campos de saída estão agrupados de acordo com os grupos de dispositivos.

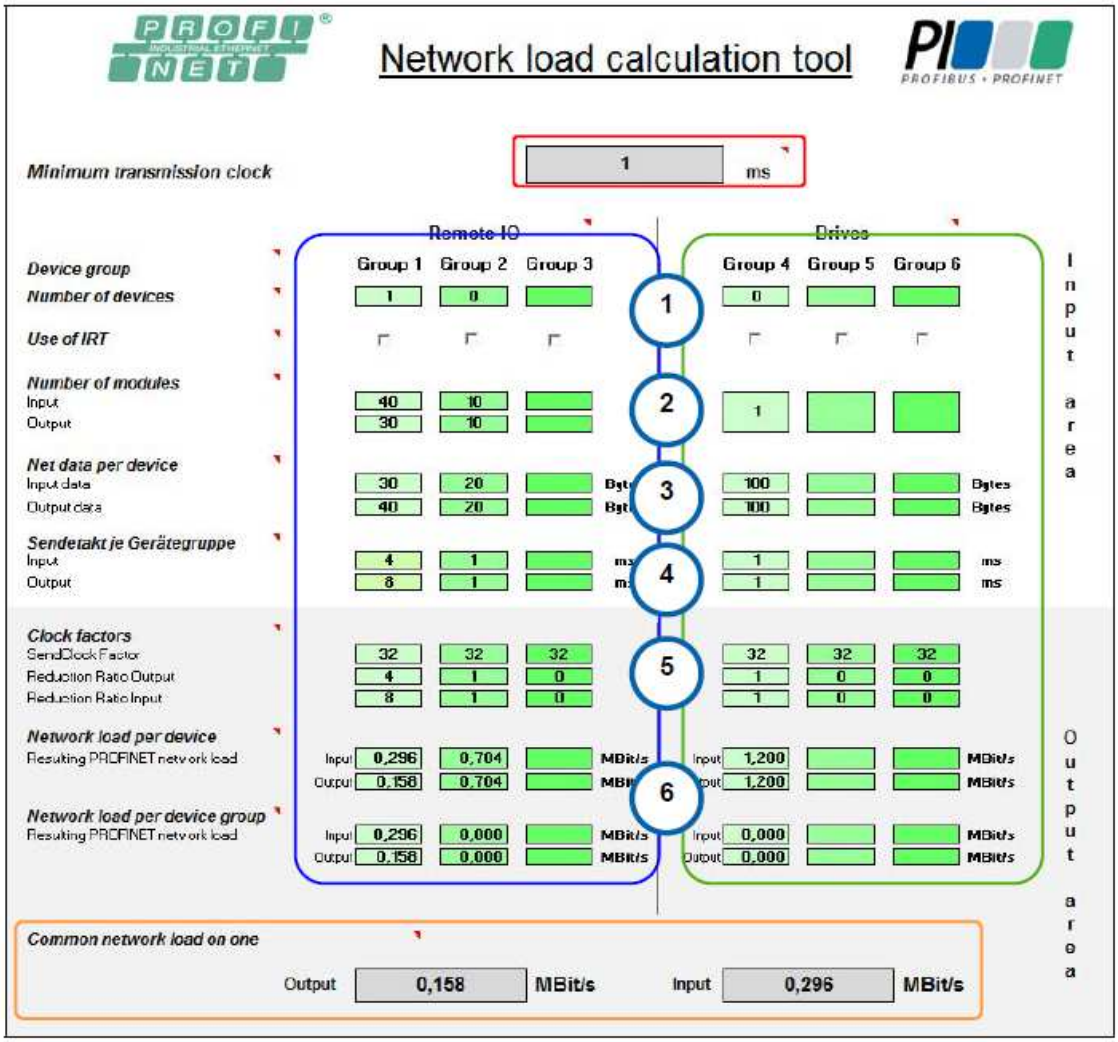


Figura 9-27: Cálculo da carga na rede usando valores médios

O quadro superior vermelho é usado para selecionar o clock de transmissão mínimo através de um menu desdobrável. Pode-se introduzir manualmente um valor, mas o valor introduzido será verificado quanto à sua utilidade quando aplicado em um sistema de transmissão PROFINET. O clock de transmissão mínimo usualmente é pré determinado por um dispositivo PROFINET rápido. Essa informação ajuda principalmente a determinar os fatores de clock de um sistema de transmissão PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

No lado esquerdo da máscara de entrada, são colocados os dados de dispositivo com número de módulos separados para entrada e saída, como por exemplo, IOs remotos. No lado direito da máscara de entrada, são colocados os dados de dispositivos com números idênticos de módulos para entrada e saída (por exemplo, acionadores).

Para cada lado, podem ser especificados os valores de entrada para os três grupos de dispositivos, sendo os valores colocados abaixo de cada grupo de dispositivo. Os valores digitados são verificados quanto à consistência. **São permitidos apenas inteiros.** Alguns campos de entrada também apresentam listas desdobráveis de seleção.

O PROFINET usa a tecnologia full duplex. Os dados são colocados separadamente para cada direção de transmissão. As áreas individuais de entrada de dados e apresentação de resultados são usadas para:

1. Entrada do número de dispositivos PROFINET por grupo e a seleção se o grupo tem uma conexão isócrona (IRT: Isochronous Realtime).
2. Entrada do número de módulos por dispositivo PROFINET. Isso é feito separadamente para cada direção de transmissão, exceto para os dispositivos dos grupos 4 a 6.
3. Entrada de dados do usuário (net data) do dispositivo PROFINET em byte, separadamente para cada direção de transmissão.
4. Entrada do clock de transmissão em ms, separadamente para cada direção de transmissão. O clock de transmissão pode ser diferente para ambas as direções.
5. Mostra os fatores de clock requeridos para configuração da transmissão. Fatores de clock usualmente são determinados via ferramenta de engenharia de modo que esses dados são fornecidos aqui apenas para informação.
6. Além da carga de rede gerada por um grupo de dispositivos, é mostrada aqui também a carga de rede de dispositivos PROFINET individuais. O valor do grupo de dispositivos resulta da multiplicação de um único dispositivo pelo número de dispositivos PROFINET no grupo.

A carga de rede de todos os grupos de dispositivos PROFINET somados é fornecida como resultado (quadro laranja). O resultado é fornecido separadamente para ambas as direções de transmissão. A carga de rede determinada pode agora ser usada para determinar a porcentagem de carga da rede em uma rede PROFINET.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Anexo

O exemplo a seguir mostra como a porcentagem de carga na rede pode ser avaliada:

Exemplo: A ferramenta de cálculo de carga na rede, depois de termos digitado a configuração do dispositivo e os tempos de atualização, determinou uma carga total de:

3,086 Mbit/s na direção de saída e

7,538 Mbit/s na direção de entrada.

Se for usado na rede:

Um link de transmissão de 100 MBit/s, isso resulta em uma porcentagem de carga na rede de:

3,086 % na direção de saída e

7,538 % na direção de entrada.

Conforme explicamos em capítulos anteriores, a carga total da rede ocorre somente em nós de comunicação onde várias data streams se encontram. A carga da rede gerada pelo PROFINET não deve exceder o limite de 50% naqueles nós. Com base nos grupos individuais de dispositivos na máscara de entrada, pode ser analisado o grupo que está criando uma alta carga na rede.

Alguns dos grupos de dispositivos foram deixados vazios neste exemplo. Como mostra este exemplo, eles podem ser configurados individualmente por direção de transmissão.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

A carga da rede depende da influência de vários fatores. A ferramenta de cálculo de carga da rede fornece uma estimativa desses fatores de influência.

Com base nos grupos individuais de dispositivo e seus tipos na máscara de entrada, pode ser analisado o grupo que está causando uma alta carga na rede. É possível então modificar se necessário.

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

10 Índice

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

Indlice

Atenuação 69

Aterramento 63, 203
Ligação equipotencial 200
Tipos de rede 199
Massa do sistema 203

Atribuição funcional 30

Atribuição geométrica 29

Auto-Cross-Over 195

Cabeação de fibra óptica PROFINET 64

Cabos independente de aplicação 86

Cabo de cobre PROFINET 155

Cabo de cobre PROFINET 21, 57

Cabo PROFINET FO 21

Carga de rede 100, *115*

Classes de conformidade 34

Clock de transmissão do controlador 97

Conectores 71, 172
Cobre 174
FOC 177

Console de operador 19

Controlador IO 19

Conversor de mídia 20

Diagnóstico de rede 90

Disponibilidade aumentada 126

Dispositivo IO PROFINET 19

Endereço IP 138, 140

Espelhamento de porta 196

Esquema de endereçamento 145

Estação de controle 20

Estrutura em anel 128

Exemplo de uma planta
Automação de máquina 78
Automação de Manufatura 77
Automação de processo 79

Fibras ópticas PROFINET 167

Firmware 89

Gigabit Ethernet 197

Interferência Eletro Magnética (EMI) 22

Ligação equipotencial 63

Line depth *111*

Lista de aprovação 39

MAC address 138

Meio de transmissão 55
Cobre 57
Cabos de fibra óptica 64

Monitoração de comunicações 108

Mudança com colisão 131

Mudança sem colisão 131

Nomes de dispositivo 148

Parametros de dispositivo 137

Passagem de cabo 57

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

PELV 205

PoE 196

Ponto de acesso WLAN 19

Power over Ethernet 135, 196

PROFIsafe 42

Proteção contra choque elétrico 205

Rede de planta de alta disponibilidade 129

Relações de comunicações 32

Requisitos ambientais 40

Roteador 19

Seleção de dispositivo 33

Seleção de endereços 145

SELV 205

SendClockFactor 97

Significado do símbolo 18

Solicitação de tempo 37

Supervisor IO 19

Switch 19, 43, 193

Switch do tipo Cut-Through 194

Switch do tipo Store-and-Forward 195

Switch gerenciado 194

Taxa de redução 97

Tecnologia de conexão 41

Tempo de atualização 97, 106

Tempo de comucação 131

Tempo de resposta 102

Topologia 51

Topologias
- Linha 54
- Estrela 52
- Árvore 53

Troca de dispositivo 126

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved

© Copyright by
PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.
Haid-und-Neu-Str. 7
76131 Karlsruhe
Germany
Phone: +49 721 / 96 58 590
Fax: +49 721 / 96 58 589
info@profibus.com
www.profinet.com
KHN

© Copyright by PNO 2014 – all rights reserved