

# BOAS PRÁTICAS NO USO E INSTALAÇÃO DE SISTEMAS UTILIZANDO TECNOLOGIA FOUNDATION FIELDBUS<sup>1</sup>

*Alexandre de Faria Alvim Wasserman<sup>2</sup>*

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho é apresentar as melhores práticas para o uso e instalação de dispositivos utilizados para controle e monitoração de variáveis normalmente encontradas em ambientes industriais, baseados na tecnologia Foundation Fieldbus. Mostra como o protocolo utilizado na Foundation Fieldbus foi elaborado, baseado no modelo OSI, as características elétricas do nível de sinal que trafega na rede Foundation Fieldbus, as diversas configurações da rede H1, incluindo configuração com segurança intrínseca, os dispositivos típicos utilizados, incluindo os tipos de cabos que podem ser utilizados e suas características. Também mostra, características da rede rápida padrão Ethernet especificada pela Foundation Fieldbus, a HSE (High Speed Ethernet), assim como os tipos de enlaces (simples e redundantes) que podem ser utilizados. Mostra ainda, as FBs (Function Blocks) que podem ser utilizadas pelos dispositivos Foundation Fieldbus.

**Palavras-chave:** Barramento de campo; Fundação Fieldbus; Ethernet de alta velocidade; Dispositivo de conexão.

## **GOOD PRACTICES TO USE AND INSTALL FOUNDATION FIELDBUS SYSTEMS**

## **Abstract**

The subject of this presentation is to show the best practices when using and installing devices to control and monitoring variables normally found in industrial environment, based on Foundation Fieldbus technology. It shows how the protocol used by Foundation Fieldbus was generated, based on OSI Model, the electrical feature of the signal that run over the Foundation Fieldbus network, the many configuration of H1 field network, including intrinsically safe configuration, the typical devices used, including types of cables that could be used and their features. Also shows, features of the Foundation Fieldbus fast network (HSE – High Speed Ethernet), as well as the link types (single and redundant), that can be used. It still shows the FBs (Function Blocks) that can be used by Foundation Fieldbus devices.

**Key words:** Fieldbus; Fieldbus Foundation; HSE; Linking Device.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao XI Seminário de Automação de Processos, 3 a 5 de outubro, Porto Alegre-RS*

<sup>2</sup> *Engenheiro, View Engenharia e Automação Ltda.*

## 1 INTRODUÇÃO

As boas práticas no uso e instalação de sistemas baseados na tecnologia *Foundation Fieldbus* tem o objetivo de informar e capacitar um público alvo, que convive com o cotidiano da elaboração e execução de projetos de automação industrial, com as técnicas, padrões, “jargões”, filosofias e conceitos aplicados em projetos baseados na tecnologia *Foundation Fieldbus*. (Revisão 0).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho foram realizadas pesquisas em documentos e visitas a diversos fabricantes homologados pela *Fieldbus Foundation*, análise das normas da *Foundation Fieldbus* e pesquisa nos ativos organizacionais principalmente em projetos relacionados com a utilização da *Foundation Fieldbus*. As seguintes normas e especificações foram utilizadas para a elaboração deste trabalho:

- FOUNDATION Technical Specifications (FF-007)
- FOUNDATION Technical Specifications 6.0
- IEC 61804-2 standard
- ISA SP50

## 3 DISCUSSÃO

### 3.1 Arquitetura Foudation Fieldbus

*Foundation Fieldbus* possui uma arquitetura totalmente integrada e aberta para realizar a integração de informações.

É um sistema de comunicação digital, serial, de duas vias.

A H1 (31.25 kbit/s) interconecta equipamentos de “campo”, como sensores, atuadores e E/S.

A HSE (100Mbit/s) (High Speed Ethernet) permite a integração de controladores de alta velocidade (tais como PLCs), subsistemas H1 (através de um Linking Device), servidores de dados e estações de trabalho.

Management Information Systems (MIS), Enterprise Resource Planning (ERP), e Human Machine Interface (HMI), acessam as informações do fieldbus através de serviços de dados.

### 3.2 Definição

Fieldbus é um link de comunicação multi-drop de duas vias totalmente digital entre dispositivos de campo inteligentes e sistemas de automação.

Foundation Fieldbus é a rede local (lan) para instrumentos usada em processos de automação com uma capacidade inerente de distribuir a aplicação de controle pela rede.<sup>(1)</sup>

### 3.3 Arquitetura Típica

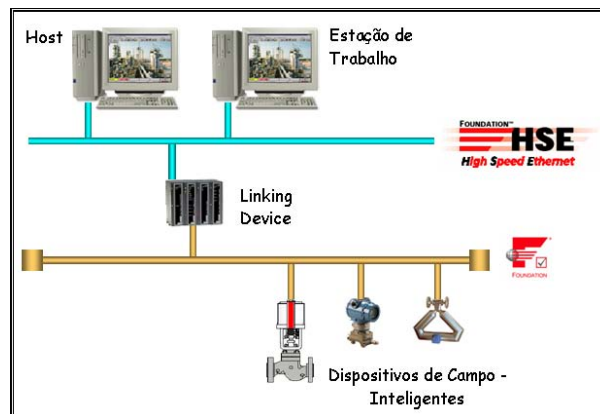


Figura 1. Arquitetura Típica

### 3.4 Tecnologia Fieldbus Foudation H1

#### 3.4.1 Modelo OSI

Foundation Fieldbus H1 consiste de: 1) a Camada Física, 2) a “pilha” de comunicação, e 3) a Camada de Aplicação do Usuário. O modelo de comunicação Open Systems Interconnect (OSI) é utilizado para modelar estes componentes. (Figura 2).

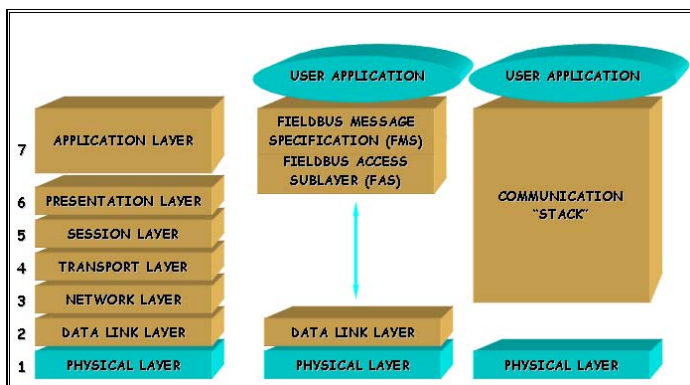


Figura 2. Modelo OSI

A Camada Física (Physical Layer) é o nível 1 OSI. A Camada Data Link Layer (DLL) é o nível 2 OSI. A Especificação de Mensagem Fieldbus (FMS) está compreendida nas camadas 2 e 7 no modelo OSI.

O fieldbus não utiliza as camadas OSI 3, 4, 5 e 6. A subcamada Fieldbus Access Sublayer (FAS) mapeia o FMS na camada DLL.

A Camada de Aplicação do Usuário não é definida pelo modelo OSI. A Fieldbus Foundation tem especificado o modelo com a camada Aplicação do Usuário, significativamente diferente de outros modelos.

Cada camada, no sistema de comunicação, é responsável por uma parte da mensagem que é transmitida no fieldbus. (Figura 3)

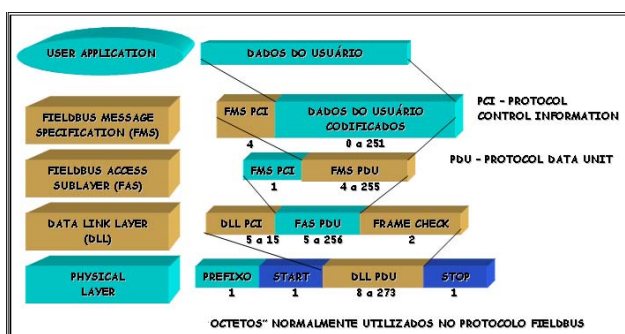


Figura 3. Mapeamento dos Octetos

### 3.4.2 Camada física

A camada física (Physical Layer), é definida pelos padrões aprovados pela international electrotechnical commission (IEC) e the international society of measurement and control (ISA)

A camada física recebe mensagens da pilha de comunicação e as converte em sinais físicos no meio de transmissão do fieldbus e vice-versa. (Figura 4)

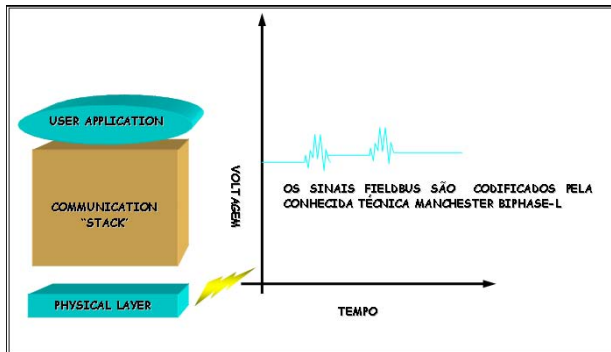


Figura 4. Detalhe da Camada Física – OSI

### 3.4.3 Rede H1 – 31,25 Kbits/s

Os dispositivos de transmissão fornecem +10mA a 31.25 kbit/s em uma carga equivalente a 50 ohm para criar uma voltagem modulada de 1v pico a pico em cima de uma voltagem de alimentação de corrente contínua. A voltagem de alimentação pode variar de 9 a 32 volts. (Figura 5)

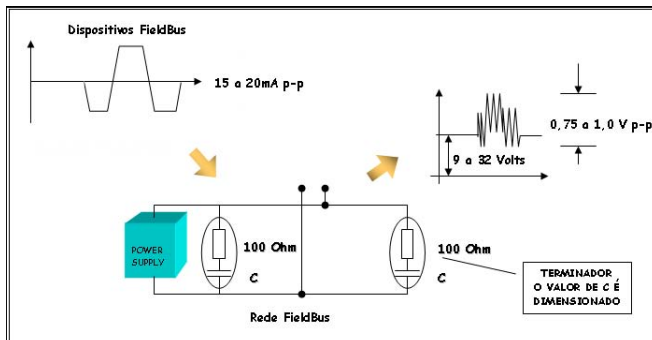


Figura 5. Característica elétricas da Rede H1

Dispositivos de 31.25kbit/s podem ser alimentados diretamente do fieldbus e podem operar em fiações que foram previamente utilizadas por dispositivos 4 – 20ma.

O 31.25kbits/s também suporta FIELDBUSES intrinsecamente seguros. Para realizar isto, uma barreira i.s. É colocada entre a fonte de alimentação, em uma área segura e o dispositivo de i.s. Localizado em uma área classificada.

FIELDBUS permite SPURS.

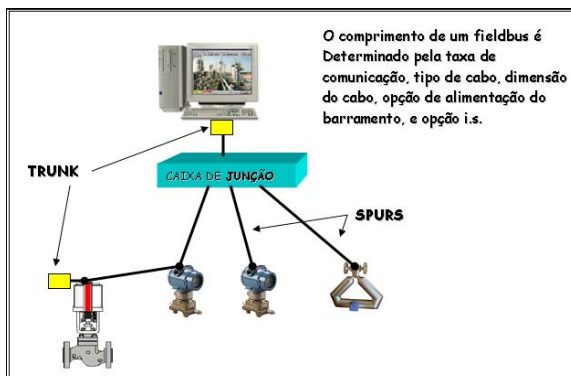


Figura 6. Configuração da rede H1

**COMPRIMENTO DO CABO = COMPRIMENTO DO TRUNK + TODOS OS COMPRIMENTOS DOS SPURS**

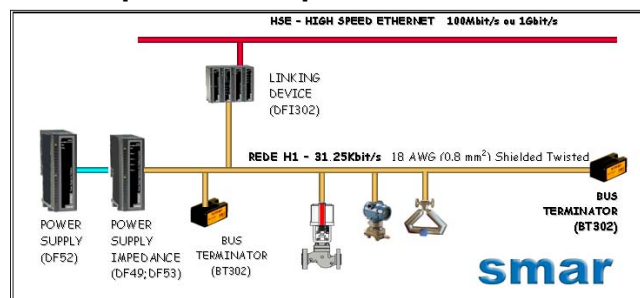
**Tabela 1.** Especificação dos Cabos

CARACTERÍSTICAS	VELOCIDADE DE COMUNICAÇÃO		
	31,25Kbits/s	31,25Kbits/s	31,25Kbits/s
TIPO	VOLTAGEM	VOLTAGEM	VOLTAGEM
TOPOLOGIA	BUS/TREE	BUS/TREE	BUS/TREE
ALIMENTAÇÃO DO BUS	NÃO	DC	DC
CLASSIFICAÇÃO		I.S.	
Nº DE DISPOSITIVOS	2 - 32	2 - 6	2 - 12
COMPRIMENTO DO CABO	1900 m	1900 m	1900 m
COMPRIMENTO DO SPUR	120 m	120 m	120 m

O número possível de dispositivos em um link fieldbus depende de fatores tais como: consumo de potência de cada dispositivo, o tipo de cabo utilizado, uso de repetidores, e etc.

### 3.4.4 Configuração da Rede Foundation Fieldbus – H1

#### • Componentes Típicos



**Figura 7.** Componentes da Rede H1



**LINKING DEVICE (DFI302)**

Um Linking Device é utilizado para interconectar redes fieldbuses de 31,25kbit/s e torná-las acessíveis a uma rede hse de “backbone” rodando a uma velocidade de 100mbit/s ou 1Gbit/s.



**POWER SUPPLY (DF52)**

A unidade de Fonte de Alimentação é um equipamento não intrinsecamente seguro com uma entrada ac (90 a 240 Vac, 47 a 65 Hz ou um equivalente dc), e uma saída em 24 Vdc, isolada, com proteção contra curto-circuito e sobrecorrente, indicação de falha, apropriada para alimentar elementos fieldbus – potência : 45w.



**POWER SUPPLY IMPEDANCE (DF49:DF53)**

É uma impedância de dispositivos de controle, ativa, de acordo com o padrão iec-1158-2. Este dispositivo apresenta uma impedância de saída que, em paralelo com os dois terminadores requeridos pela norma, resulta em um impedância de linha puramente resistiva para um faixa de frequência utilizada. O módulo df49 possui dois canais e o módulo df53 possui 4 canais. Esta impedância não pode ser utilizada diretamente em áreas com especificação de segurança intrínseca.



É um terminador especificamente projetado para aplicações em plantas industriais. Este dispositivo foi desenvolvido para cumprir os requisitos da norma iec-1158-2(isa – s50,02-1992) e pode ser usado em áreas seguras ou classificadas, de acordo com os requisitos das normas de segurança intrínseca.

Seu conceito é extremamente simples, mas eficiente, consistindo de um circuito rc. Somente componentes de alta precisão e baixo desvio devida à temperatura são usados.

### LAS – LINK ACTIVE SCHEDULER

Um link active scheduler (las) é um agendador de barramento centralizado, determinístico que mantém uma lista de tempos de transmissão para todos os buffers de dados em todos os dispositivos que necessitam ser transmitidos ciclicamente. Somente um dispositivo link master, em um link fieldbus h1 pode funcionar como las. O LAS é responsável pela coordenação de todas as comunicações no fieldbus (ele está encarregado do token)

### LM – LINK MASTER

Um link master (lm) é qualquer dispositivo que possui a funcionalidade de um link active scheduler (las) que pode controlar comunicações em um link fieldbus h1. Deve existir pelo menos um link master em um link h1; um dos dispositivos lm deve ser eleito como um las.

- **Configuração Física da Rede H1**

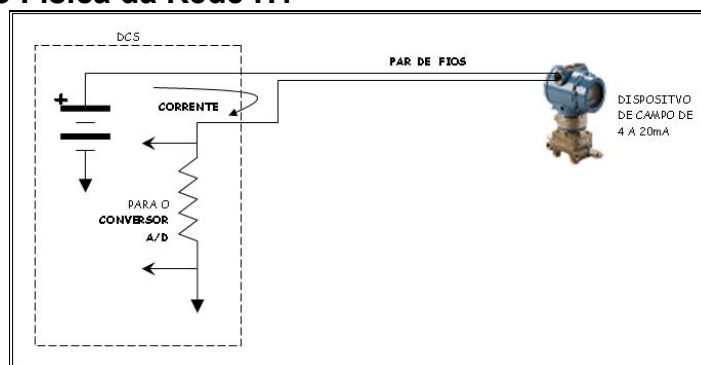


Figura 8. Diagrama típico de interligação de uma malha de corrente (4..20ma)

Substituindo a mesma malha por uma configuração Foundation Fieldbus (Figura 9).



Figura 9. Malha Foundation Fieldbus

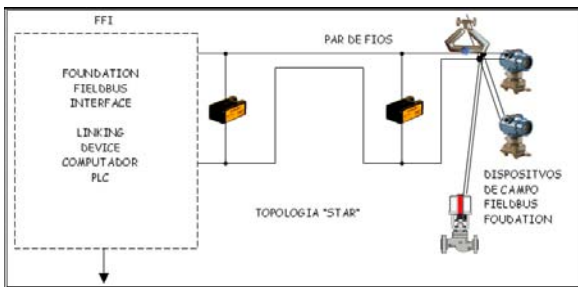


Figura 10. Configuração Típica

### Localização dos terminadores da rede H1 (Figura 11)

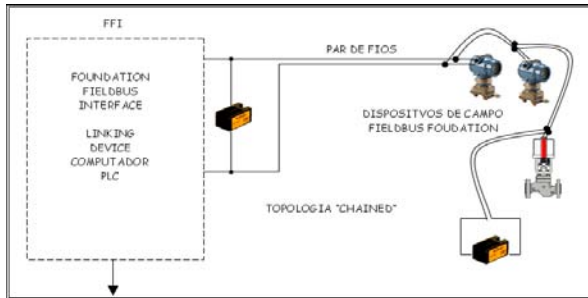


Figura 11. Localização dos Terminadores

**TRUNK** – é o mais longo encaminhamento de cabo entre dois dispositivos em uma rede.

Uma vez especificado este cabo (trunk), todos os outros encaminhamentos de cabos são chamados de spurs. Os terminadores devem ser instalados nos finais do trunk. Esta é uma regra que não é absoluta, ou seja, depende muito da topologia e do comprimento dos cabos. No caso da topologia star, mostrada, o terminador não foi colocado no dispositivo mais distante pois consideramos que todos os spurs tinham a mesma distância. Se ao menos um tivesse uma distância muito maior que os outros, então deveríamos mover o terminador para este dispositivo.

Da mesma forma, no caso da topologia chained caso a distância dos dispositivos adicionados não ultrapassasse 100m, então poderíamos deixar o terminador conectado somente ao primeiro dispositivo.

- **Adicionando Dispositivos à Rede H1**

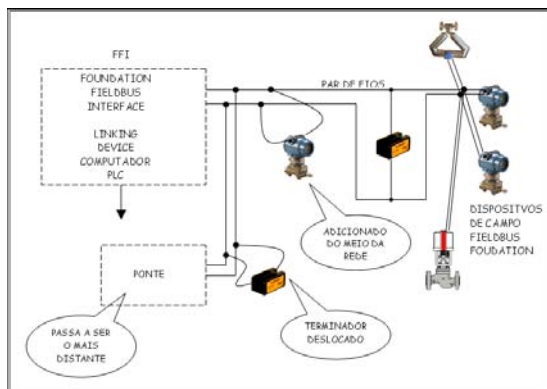


Figura 12. Adicionando Dispositivos

- **Considerações sobre “Spurs”**

- Quanto mais curto um spur melhor.
- Limites baseados no n° de spurs e no n° de dispositivos por spur.
- Podemos considerar spurs de até 120m se são usados poucos. Se o n° de spurs for 32, então o comprimento fica limitado a 1m. Evidentemente que isto não é uma regra absoluta, deve considerar uma interpolação em por exemplo : 22 spurs mas com apenas um dispositivo cada, devemos considerar que



teremos uma distância entre 1m e 30m, pois para apenas um dispositivo conectado podemos chegar a 30m.

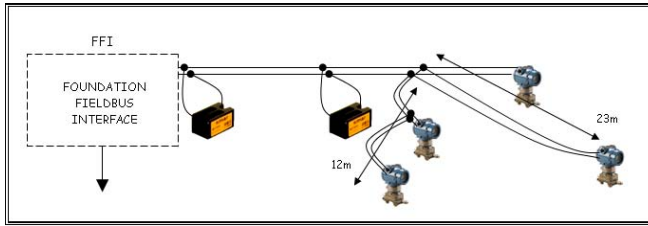


Figura 13. Considerações sobre

- **Considerações sobre “Repeaters”**

- Necessidade de um trunk maior que 1900m.
- Deve-se considerar a utilização de mais um par de terminadores
- Pode-se adicionar até 4 repetidores, fazendo com que o comprimento de cabo entre dois dispositivos possa atingir 9500m.
- Pode usar repetidores para aumentar o número de dispositivos na rede, que podem chegar a 240.

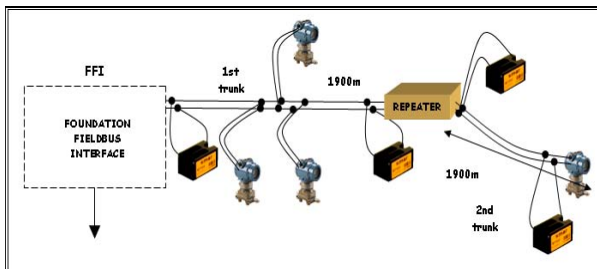


Figura 14. Considerações sobre “Repeaters”

- **Considerações sobre Cabos**

- São considerados 4 tipos de cabos para Foundation Fieldbus. Os tipos de cabos são identificados pelo padrão ISA/IEC para a camada, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2. Tipos de Cabos

TIPO	DESCRIÇÃO DO CABO	DIMENSÃO	COMPRIMENTO MÁXIMO
A	PAR TRANÇADO COM SHIELD	#18 AWG (0.8mm <sup>2</sup> )	1900m (6232 ft.)
B	MULTI-PARES TRANÇADOS COM SHIELD	#22 AWG (0.32mm <sup>2</sup> )	1200m (3936 ft.)
C	MULTI-PARES TRANÇADOS SEM SHIELD	#26 AWG (0.13mm <sup>2</sup> )	400m (1312 ft.)
D	MULTI-CABO SEM PARES TRANÇADOS MAS COM UM SHIELD EXTERNO	#16 AWG (1.25mm <sup>2</sup> )	200m (656 ft.)

- O tipo “a” é o preferencial, normalmente utilizados em novas instalações
- O tipo “b” normalmente utilizado em novas instalações e em “retrofits” de instalações existentes onde já existiam *fieldbuses* ou sinais analógicos
- O tipo “c” é menos utilizado, caracterizado por redução no comprimento máximo, e também no número de dispositivos.
- O tipo “d” é o tipo menos utilizado. Apenas em situações especiais deve ser usado.



- **Considerações sobre Blocos Terminais**

Blocos terminais podem ser os mesmos utilizados para os sinais 4 a 20ma. Os blocos terminal fornecem múltiplas conexões ao barramento, de forma que um dispositivo pode ser conectado a qualquer grupo de terminais de um bloco terminal. A Figura 15 mostra a conexão utilizando um bloco terminal existente (4..20ma).

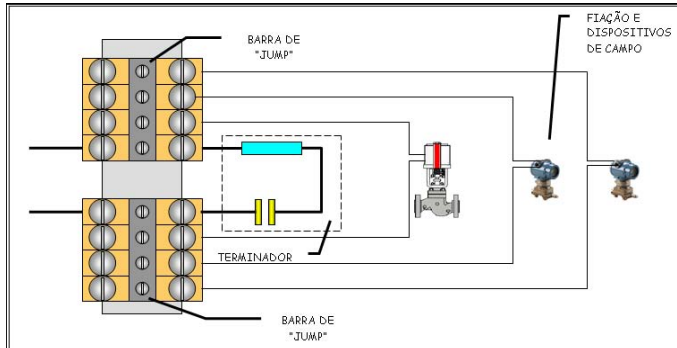


Figura 15. Conexão bloco terminal existente

A Figura 16 mostra a conexão utilizando-se blocos terminas para Foundation Fieldbus.

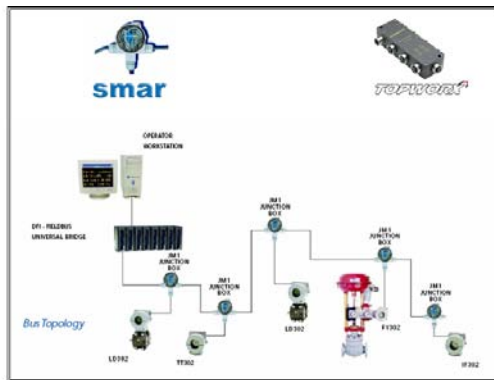


Figura 16. Conexão com Blocos Foundation Fieldbus

### 3.4.5 Fontes de alimentação

As fontes de alimentação são designadas pelos seguintes tipos, de acordo com o especificado pela Fieldbus Foundation da camada física:

- Tipo 131 - NON I.S. . Fonte de alimentação para alimentar barreiras de segurança intrínseca. A tensão de saída depende da faixa de utilização das barreiras.
- Tipo 132 - NON I.S.. . Fonte de alimentação não utilizada para alimentar barreiras de segurança intrínseca. Saída de tensão de 32vdc max.
- Tipo 133 - fonte de alimentação I.S. Concorda com os parâmetros de segurança intrínseca recomendados.

Para Foundation Fieldbus, um casamento de impedância de rede da fonte de alimentação é requerido. Esta é uma impedância resistiva/indutiva que pode ser externa ou embutida na fonte de alimentação.

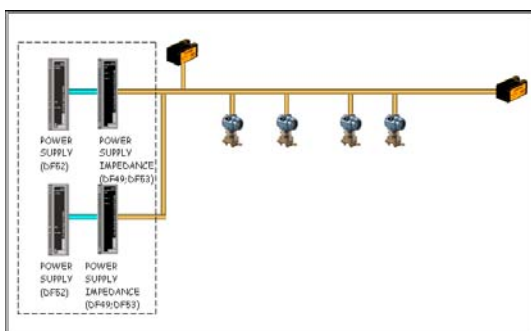


Figura 17. Redundância de Fontes de Alimentação

### 3.4.6 Tipos de redundância nos links fieldbus H1

- **Redundância de Transmissores**

Utilizando um bloco lógico seletor, o usuário poderá utilizar vários transmissores como redundantes, sendo feita a seleção automática dependendo do status de diagnóstico de cada transmissor.

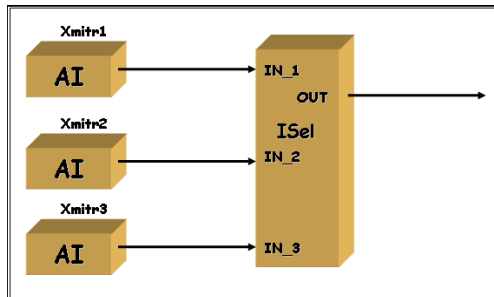


Figura 18. Redundância de Transmissores

- **Redundância de Controladores**

Uma redundância de controladores PID pode ser realizada considerando o PID principal localizado no Host (DCS, PLC) e o PID back-up localizado em um dispositivo da rede Foundation Fieldbus H1.

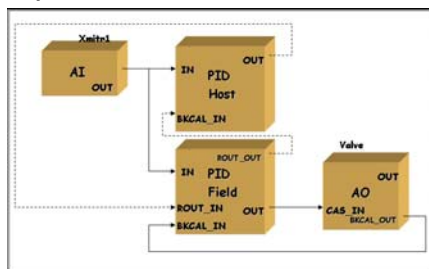


Figura 19. Redundância de Controladores

### 3.4.7 Segurança Intrínseca

Qualquer segmento fieldbus utilizado em uma atmosfera potencialmente inflamável deve seguir os requisitos das agências reguladoras locais. Isto normalmente envolverá a utilização de barreiras de segurança intrínseca ou isoladores galvânicos. Os equipamentos com a tecnologia de segurança intrínseca, são projetados para que seus circuitos eletrônicos e contatos elétricos não causem nenhum tipo de ignição, permitindo que sejam instalados em ambientes explosivos.

- N° de dispositivos limitado
- Comprimento dos cabos limitado
- São requeridos barreiras e isoladores especiais para uso com a foundation fieldbus.



Figura 20. Barreiras de Segurança Intrínseca

- **Entity model**

Fontes de alimentação. A especificação da camada física da foundation inclui a fonte de alimentação do tipo 133 i.s.. Esta especificação permite que estes tipos de fonte sejam conectadas diretamente a dispositivos fieldbus i.s. Em áreas classificadas.

Barreiras de segurança intrínseca (isoladores galvânicos). A transmissão de sinais de dados e de alimentação é realizada através de transformadores e optoacopladores que garantem as características de isolamento necessárias.

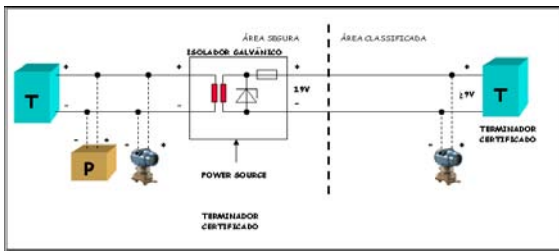


Figura 21. Entity Model

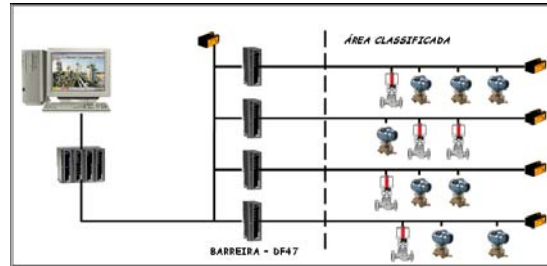


Figura 22. Configuração Típica Segurança Intrínseca

- **Fisco model (field bus intrinsically safe concept)**

Basicamente o modelo fisco define algumas características especiais que permitem um nível de corrente mais elevado, no barramento de segurança intrínseca do que o modelo entity.

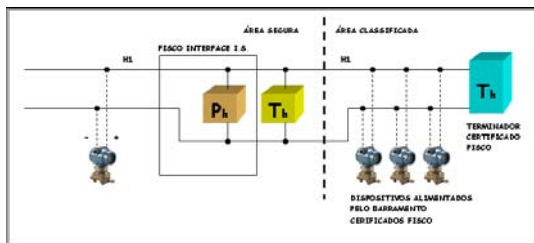


Figura 23. Modelo FISCO

A High Speed Ethernet (HSE) a uma velocidade de 100mbit/s, tem o objetivo de ser uma conexão redundante de alta velocidade entre vários segmentos H1 e sistemas Host incluindo PLCs.

A camada 7, FDA, fornece os serviços de comunicação cliente/servidor, publisher/subscriber, e event notification.

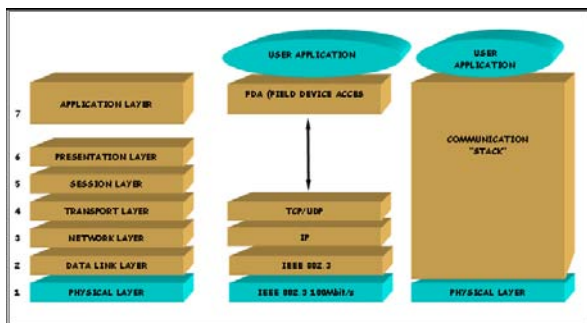


Figura 24. Modelo OSI para HSE

As categorias de dispositivos que compõe a HSE:

- Host Device. É a estação de operação, ou um dcs, ou um sistema scada
- Linking Device. É um nó da hse usado para conectar um ou mais segmentos H1 à HSE.
- Gateway Device. É um nó da HSE usado para conectar uma rede externa à HSE.
- Ethernet Device. É um nó que permite a conexão direta de dispositivos de controle e medição à HSE.

### 3.5.1 Interligação da rede H1 à HSE e Topologia Anel

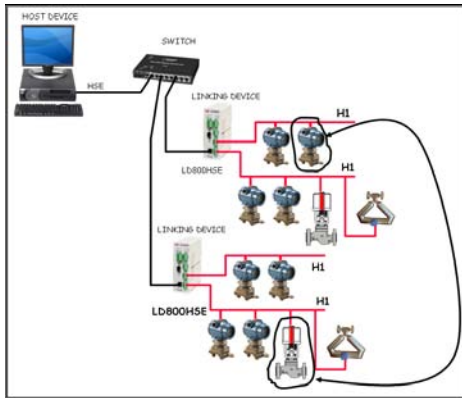


Figura 25. Interligação H1 - HSE

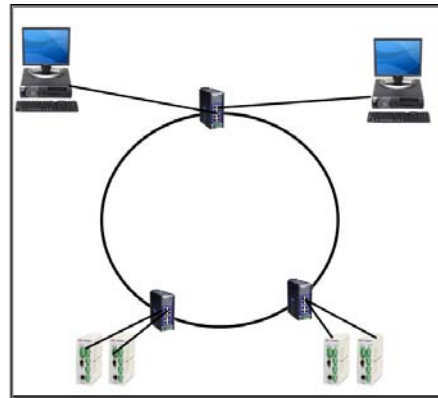
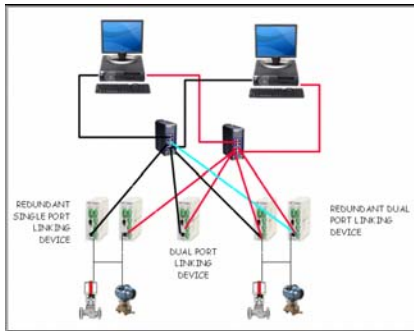


Figura 26. Topologia Anel

### 3.5.2 Redundância Completa

Figura 78. Redundância Completa



## 3.6 BLOCOS DE FUNÇÃO – FB

O componente chave para a interoperabilidade são os blocos de função padronizados. Os blocos de função fornecem uma estrutura comum para definição de entradas, saídas, algoritmos de controle, eventos, alarmes e diagramas de bloco de controle.

- analog input / digital input
- manual loader
- bias/gain
- selector
- PD/PID Control
- ratio
- analog output / digital output

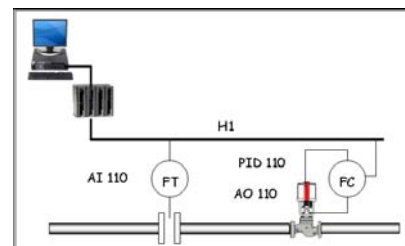


Figura 30. Blocos de Função

## 4 CONCLUSÃO

A apresentação mostra as melhores práticas para a implantação e uso da tecnologia Foundation Fieldbus, baseado em documentações, padrões e experiências adquiridas pelo autor. Os resultados da utilização destas práticas demonstram que as dificuldades, mesmo que ainda existam, passam a ser gerenciáveis, fazendo com que os profissionais de projetos de automação possam utilizar esta ferramenta com um risco agregado menor.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 Wiring and Installation 31.25kbit/s, voltage mode, wire medium application guide – Foudation Fieldbus ( AG-140 revision 1.0)
- 2 Foudation Fieldbus application guide 31,25kbit/s intrinsically safe systems (ag-163 revision 2.0)
- 3 Technical Overview – foundation fieldbus (fd-043 revision 3.0)
- 4 System Engineering Guidelines (AG-181 revision 2.0)
- 5 System 302 – a Ffoundation Fieldbus System – smar
- 6 Foundation Fieldbus High Speed Ethernet Control System – paper.