

**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIO DE
SERGIPE-FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ALEXANDRE MATEUS DA SILVA LACERDA

**REDES DE AUTOMAÇÃO-FIELDBUS: um estudo de suas
vantagens e desvantagens no ambiente industrial.**

Aracaju-Sergipe

2009.2

ALEXANDRE MATEUS DA SILVA LACERDA

**REDES DE AUTOMAÇÃO-FIELDBUS: um estudo de suas
vantagens e desvantagens no ambiente industrial.**

Aracaju-Sergipe

2009.2

ALEXANDRE MATEUS DA SILVA LACERDA

REDES DE AUTOMAÇÃO-FIELDBUS: um estudo de suas vantagens e desvantagens no ambiente industrial.

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe- FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2009.2.

.....
1º examinador (Orientador)

.....
1º examinador (Orientador)

.....
1º examinador (Orientador)

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju(SE), _____ de _____ de 2009

FOLHA DE DEDICATÓRIA

FOLHA DE AGRADECIMENTO(S)

FOLHA DE EPÍGRAFE

RESUMO

A referida pesquisa se refere a um estudo das redes para automação-fieldbus, tendo como objetivo analisar os procedimentos necessários para instalação de uma rede de automação, abrangendo as vantagens e desvantagens de aplicação da rede fieldbus nos ambientes industriais. Será apresentado através de uma pesquisa bibliográfica e da coleta dados em artigos, textos e livros um pouco da história das redes de automação- fieldbus, o seu conceito, os tipos de redes e protocolos e suas vantagens vantagens e desvantagens, levando em consideração a importância das redes para as indústrias e para a academia. A rede de automação Fieldbus é um sistema de comunicação digital bidirecional que permite a interligação em rede de múltiplos instrumentos diretamente no campo realizando funções de controle e monitoração de processo e estações de operação através de Softwares supeneisórios.

PALAVRAS-CHAVES; Redes Industriais. Ambiente Industrial. Redes Fieldbus

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diversidade de tecnologias utilizadas para integração industrial	11
Figura 2 - Operação conjunta: Softwares Supervisórios + Fieldbus + instrumentos	17
Figura 3- Níveis de redes industriais	27
Figura 4- Tipos de equipamento em cada nível de uma Rede Industrial.....	28
Figura 5- Topologias Fieldbus possíveis: End-to-End; barramento; Ponto-a-Ponto; Árvore (Pé-de-Galinha).	30

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo geral.....	11
1.1.2 Objetivos gerais.....	11
1.1.3 Justificativa.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 A História do Fieldbus.....	14
2.2 Definição do Fieldbus.....	16
2.3 Arquitetura de uma Rede Fieldbus.....	17
2.4 Nível de Protocolo.....	19
2.5 Nível de Software.....	20
2.5.1 Subnível de Enlace.....	20
2.5.2 Subnível de Aplicação.....	22
2.5.3 Subnível de Usuário.....	23
2.6 Nível Físico.....	24
2.7 Tipos das Redes de Automação.....	26
2.8 Topologia da rede Fieldbus.....	29
2.9 Vantagens e desvantagens.....	30
3 METODOLOGIA.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5 CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Em tempos onde a competitividade dita o ritmo de desenvolvimento das empresas e a complexidade do processo de produção exige cada vez mais da instrumentação encontrada nas plantas industriais, muitas tentativas de modernização em busca de mais eficiência podem ser visualizadas. Pode-se notar atualmente tecnológicas com o objetivo de suprir a demanda por novas funcionalidades ou melhores características de operação dos sistemas industriais de produção.

Com o setor industrial não é diferente. A Tecnologia de redes para o controle de processos é uma alternativa hoje bastante freqüente nestas plantas industriais e no ambiente industrial possibilitando integração entre os dispositivos componentes destes sistemas que podem operar conjuntamente. A comunicação, antes predominantemente analógica, vai migrando para sistemas digitais permitindo maior quantidade de informação tratada, as mais variadas funções de controle e supervisão executadas, além da considerável redução de hardware que a comunicação digital permite.

A Informática atualmente é a palavra-chave em muitas empresas do mundo afora, não só as que trabalham diretamente com a Informática, mas também as do ramo industrial estão sendo afetadas pelos avanços nas tecnologias de transmissão de dados.

Tal como nos outros mercados de comunicação de dados (telefonia, Rádios, Televisão, etc), os sistemas de transmissão de dados nas indústrias começaram de forma bastante simples, utilizando conexões do tipo serial RS-232 e RS-485. Porém, com o passar do tempo, as indústrias foram desenvolvendo sistemas mais complexos, com tecnologias próprias, protocolos software e hardwares apropriados para suas necessidades, com as redes de controle do tipo Fieldbus.

Para CHATHA:

'As redes industriais são essencialmente sistemas distribuídos, ou seja, diversos elementos trabalham de forma simultânea a fim de supervisionar e controlar um determinado processo. Tais elementos (sensores, atuadores, CLP's, CNC's, PC's, etc), necessitam estar interligados e trocando informações de forma rápida e precisa' (CHATHA,1994).

Para implementar-se um sistema de controle distribuído, baseado em redes há a necessidade de estudos detalhados acerca do processo a ser controlado, buscando-se o sistema que melhor se adequa às necessidades do usuário. Desta forma será apresentada a história da rede Fieldbus, os conceitos, redes, protocolos e suas vantagens e desvantagens na implantação da rede de automação nos ambientes industriais.

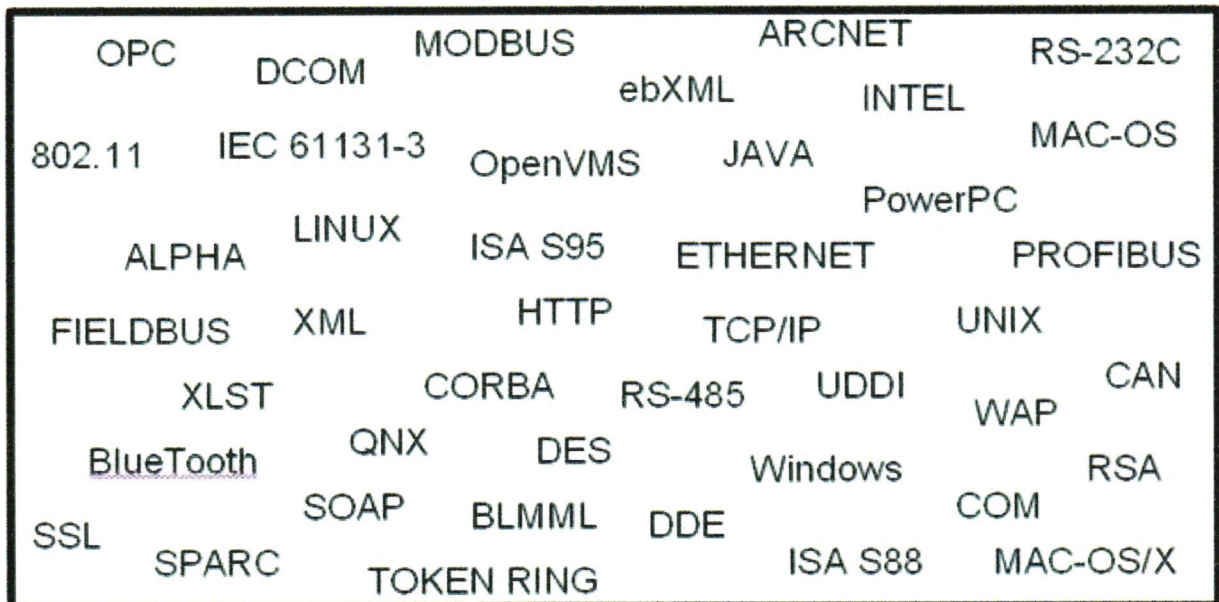


Figura 1 - Diversidade de tecnologias utilizadas para integração industrial

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar os procedimentos de instalação, abrangendo as vantagens e desvantagens da aplicação da rede Fieldbus nos ambientes industriais.

1.1.2 Objetivos específicos

- Listar os procedimentos de instalações da rede industrial Fieldbus;
- Demonstrar as vantagens da rede;
- Identificar as desvantagens da rede;
- Realizar um estudo comparativo das vantagens e desvantagens de instalação das redes de Fieldbus.

1.1.3 Justificativa

Os sistemas de automação e controle tem se apoiado cada vez mais em redes de comunicação industriais, seja pela crescente complexidade dos processos industriais, seja pela distribuição geográfica que se tem acentuado nas novas instalações industriais.

A instalação e manutenção de sistemas de controle tradicionais implicam em altos custos principalmente quando se deseja ampliar uma aplicação onde são requeridos, além dos custos de projeto e equipamentos, custos com cabeamento destes equipamentos à unidade central de controle e para minimizar estes custos e aumentara operacionalidade de uma aplicação introduziu-se o conceito de rede para interligar os vários equipamentos de uma aplicação.

A opção pela implementação de sistemas de controle baseados em redes, requer um estudo para determinar qual o tipo de rede que possui as maiores vantagens de implementação ao usuário final, que deve buscar uma plataforma de aplicação compatível com maior número de equipamentos possíveis.

Surge daí a opção pela utilização de arquiteturas de sistemas abertos que, ao contrário das arquiteturas proprietárias onde apenas um fabricante lança produtos compatíveis com a sua própria arquitetura de rede, o usuário pode encontrar em mais de um fabricante a solução para os seus problemas.

Diante disso sentimos à necessidade de conhecer à importância das redes para as industriais ambientais, no qual iremos procurar entender todo o processo de implantação das redes de automação – Fieldbus nas indústrias, através das seguintes questões norteadoras:

- Qual a história e conceituação da rede Fieldbus?
- De que maneira é organizada a arquitetura de uma rede Fieldbus?
- Quais os níveis de produção da rede?
- Quais os tipos de redes de automação Fieldbus?
- Quais as vantagens e desvantagens da rede Fieldbus?

Por fim iremos apresentar os resultados finais de toda esta pesquisa bibliográfica e as considerações finais.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A História da Fieldbus

Na década de 40, os processos de instrumentação utilizavam sinais de pressão da ordem de 3 a 15 psi para o monitoramento de dispositivos de controle. Já na década de 60, foi introduzida a utilização de um padrão com sinal de 4 a 20 mA para instrumentação. Apesar desse padrão, muitos níveis de sinais, que não atendiam a especificação, foram utilizados para representar a saída de diversos dispositivos. A transição dos sinais pneumáticos para elétricos trouxe muitas vantagens aos sistemas industriais, tais como: redução de ruído, maior facilidade de implantação e manutenção, aumento da confiabilidade, etc.

Segundo Montez:

‘ O desenvolvimento de processadores digitais na década de 70 deu início ao uso de computadores para monitorar e controlar uma série de instrumentos a partir de um ponto central. A natureza específica das tarefas a serem controladas já apontava para a necessidade de que os instrumentos e os métodos de controle seguissem uma padronização’ (MONTEZ, 2005).

Na década de 80 os sensores inteligentes começaram a ser desenvolvidos e utilizados em sistemas microcontrolados, que aliavam confiabilidade e rapidez, ao baixo custo.

Esta tendência gerou um movimento nos fóruns internacionais, ISA, (Instrument Society of America), IEC (International Electrotechnical Commission), Profibus (German national standard) e FIP (French national standard), para formar o comitê IEC/ISA SP50 Fieldbus, cujo objetivo seria a criação e especificação de normas e padrões para instrumentação.

O padrão a ser desenvolvido deveria integrar os diferentes tipos de instrumentos de controle, proporcionando uma interface para a operação de diversos dispositivos simultaneamente e um conjunto de protocolos de comunicação para todos eles.

Devido a diversidade de produtos e métodos de implementação, o processo de padronização se tornou lento, não permitindo uma solução direta e simples para ser padronizada.

Em 1992, dois grandes grupos lideravam o mercado para soluções de interligação de instrumentos de campo:

- ISP (Interoperable Systems Project);
- WorldFIP (Factory Instrumentation Protocol)

Ambas possuíam diferentes visões de implementação das redes fieldbus, mas garantiam que iriam alterar seus produtos assim que a norma SP50 estivesse formalizada

Em setembro de 1994, WorldFIP e ISP, juntaram-se criando a Fieldbus Foundation (FF), com o objetivo de acelerar o processo de normalização das redes fieldbus .

Durante diversos anos companhias ao redor do mundo engajaram-se em testar o padrão Fieldbus em pequenas plantas em funcionamento. O objetivo desta companhias era testar a aplicabilidade do Fieldbus em suas plantas. Esta foi a melhor maneira de visualizar a escala de aplicação do Fieldbus .

A busca pela padronização internacional das redes Fieldbus originou uma guerra mundial para a busca de um padrão. Como tal decisão estava longe de ser alcançada o comitê SP50 decidiu padronizar em apenas 4 níveis a rede Fieldbus.

Atualmente, diversas indústrias já adotam as redes Fieldbus, seja adaptando plantas já existentes, ou mesmo projetando novas plantas inteiramente interligadas segundo os padrões. Muitas pesquisas têm sido feitas no sentido de melhorar ainda mais o padrão, de forma que as discussões estão longe do fim.

2.2 Definição do Fieldbus

O termo Fieldbus descreve uma rede de comunicação digital que veio substituir o sistema de sinal analógico 4-20mA existente ainda hoje nas indústrias e muito difundido devido a sua imunidade à interferências eletromagnéticas, apesar de sua tecnologia ultrapassada desenvolvida na década de 50.

O Fieldbus pode ser definido como uma rede digital, bidirecional de acesso compartilhado, multiponto e serial, utilizado para interligar os dispositivos primários de automação (dispositivos de campo) a um sistema integrado de automação e controle de processos. Cada dispositivo de campo pode possuir uma "inteligência" (microprocessado), o que o torna capaz de executar funções simples em si mesmo, tais como diagnóstico, controle e funções de manutenção, além de possibilitar a comunicação entre dispositivos de campo (não apenas entre o engenheiro e o dispositivo de campo). Em outras palavras, o Fieldbus veio para substituir o controle centralizado pelo distribuído.

Portanto o Fieldbus é muito mais que um mero substituto do padrão analógico 4-20 mA, pois promove a melhora de qualidade, a redução de custos e o aumento de eficiência.

Vale ressaltar que o Fieldbus baseia-se no modelo ISO/OSI e que os níveis implementados são o 1,2 e 7, este modelo é reduzido para atender aos requisitos de tempo de resposta.

Já para Oliveira:

' O FIELDBUS é um protocolo desenvolvido para automação de Sistemas de Fabricação, elaborado pela FieldBus Foundation e normalizado pela ISA-The International Society for Measurement and Control. Como pode ser observado da figura anterior, o protocolo Fieldbus visa a interligação de instrumentos e equipamentos, possibilitando o controle e monitoração dos processos' (OLIVEIRA, 2005).

Geralmente é utilizado com os chamados Softwares Supervisórios (SCADA, etc.), que permitem a aquisição e visualização desde dados de sensores até status de equipamentos.

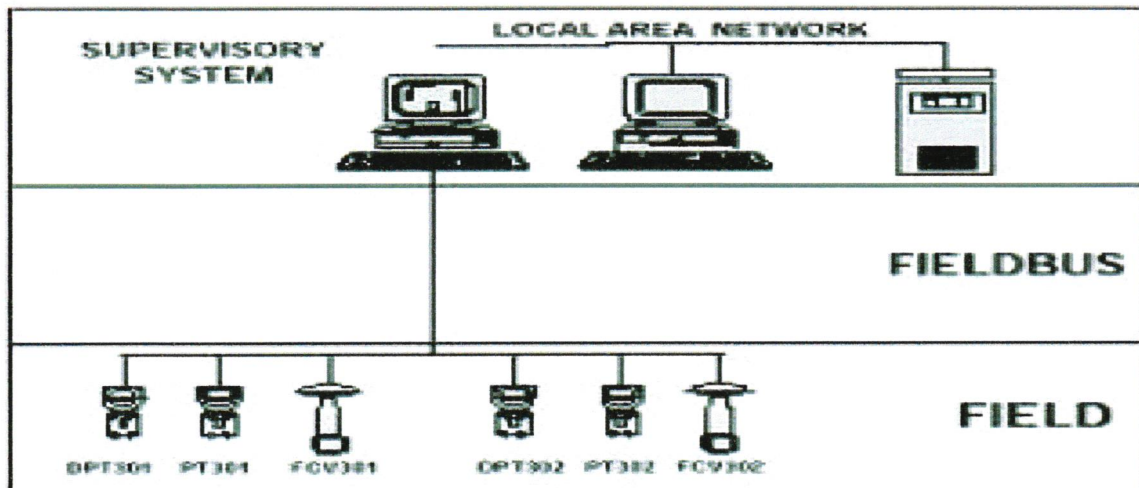


Figura 2 - Operação conjunta: Softwares Supervisórios + Fieldbus + instrumentos

2.3 Arquitetura de uma Rede Fieldbus

Uma rede Fieldbus admite dois níveis físicos em sua arquitetura. O nível H1 e o nível HSE. O primeiro opera com velocidade de 31,25 Kbit/s e efetua a conexão entre os equipamentos encontrados no chão de fábrica (atuadores, sensores e dispositivos de entrada e saída i/O). O nível superior ao H1, conhecido como HSE (High Speed Ethernet), opera a uma taxa de 100 Mbits/s, e é quem liga o nível H1 às estações de operação, aos controladores mais rápidos como CLP1's além de permitir a conexão entre diferentes níveis H1. Há um dispositivo responsável pela ligação entre os dois níveis H1 e HSE que é conhecido como Linking Device e desempenha o papel de ponte entre os mesmos. A topologia de uma rede Fieldbus pode ser vista na Figura 2. No sistema desenvolvido pela SMAR, quem desempenha o papel da ponte é um instrumento denominado DFI que também exerce a função de LAS.

A base fundamental para implementar a distribuição das funções de controle ao longo dos equipamentos em campo é uma entidade chamada bloco, que representa uma função ou algoritmo como, por exemplo, um controlador PID, u, integrador, entrada ou saída analógica, entrada ou saídas discreta, etc. Por essa razão a tecnologia é normalmente chamada de tecnologia orientada a blocos ou Block Oriented Technology.

Todo bloco é composto por um conjunto de parâmetros e um algoritmo associado. Os parâmetros são classificados como:

- Parâmetros de Entrada, que fornecem dados para o algoritmo;
- Parâmetros de Saída, que representam o resultado do processamento, ou
- Parâmetros Contidos para todas as outras funções que não sejam troca de dados entre blocos.

Nesta tecnologia, toda e qualquer aplicação de usuário é baseada em blocos funcionais, cuja interface e comportamento são definidos na norma que regulamenta o padrão Foundation Fieldbus e definem uma linguagem universal para descrição de aplicações de controle de processos e automação.

Jones afirma que a Fieldbus Foundation:

'Definiu um conjunto básico de parâmetros usados por qualquer bloco, chamados parâmetros universais. Foram definidas também classes de blocos, por exemplo, blocos de entrada, de saída, de controle e de cálculo, sendo que cada uma destas classes tem um grupo de parâmetros padrão' (JONES, 1994).

Assim, atualmente existe uma série de blocos dentro da biblioteca padrão da tecnologia tornando possível que fabricantes adicionem funcionalidades aos blocos já existentes ou mesmo desenvolvam novos blocos.

2.4 Nível de Protocolo

O protocolo utilizado em redes Fieldbus é baseado no modelo de referência OSI definido na norma ISO 7498. O modelo OSI é composto de um conjunto de 7 camadas, cada uma desempenhando uma série de funções.

Segundo Montez ,

'As mensagens transmitidas vão passando por estas camadas sendo que cada uma fica responsável por uma parcela da informação contida nas mesmas. Assim as camadas dos dispositivos que estão emitindo a informação adicionam 'pedaços' à mensagem original que serão captadas pelas camadas correspondentes dos dispositivos receptores' (MONTEZ,2005).

A maioria dos protocolos de redes industriais como Profibus, Hart, assim como Foundation Fieldbus não implementam todas estas 7 camadas. Protocolos no nível do campo, como o FOUNDATION H1, usualmente só implementam as camadas 1,2 e 7. No caso específico do FOUNDATION H1 há ainda uma camada de usuário não presente no modelo de referência OSI. Já os protocolos de níveis superiores como o FOUNDATION HSE implementam além destas, as camadas 3 e superiores como o FOUNDATION HSE implementam além destas , as camadas 3 e 4.

Comparado com o modelo de referência OSI, as 4 camadas do nível H1 são assim mapeadas.

- a camada física é a camada 1 do modelo OSI;
- a camada de enlace de dados é a camada OSI 2;
- a camada de aplicação é a camada OSI 7;
- a camada de aplicação de usuário não é definida no modelo OSI.

O nível HSE se diferencia do anterior adotando o padrão Ethernet para implementar as camadas 1 e 2 do modelo OSI, o protocolo de internet empregado na camada 3 e ainda o User Datagram Protocol (UDP), para a camada 4.

Para que seja possível a comunicação entre diferentes tipos de instrumentos dentro de uma rede é necessário que todas as camadas citadas sejam implementadas da mesma maneira fazendo com que estes instrumentos sejam compatíveis entre si. No entanto, a característica marcante de interoperabilidade da tecnologia Fieldbus se faz graças ao nível de detalhamento especificados nas suas camadas de aplicação e de usuário. Neste protocolo não se especifica somente como os dados são transmitidos, mas sim toda a semântica, isto é, todo o significado destas informações.

2.5 Nível de Software

Esse nível é transparente ao usuário, sendo tratado, geralmente, pelo software supervisor. Geralmente é dividido em camadas (Layers), como se segue:

- Subnível de Enlace – Data Link Layer;
- Subnível de Aplicação- Application Layer;
- Subnível do Usuário- User Layer.

2.5.1 Subnível de Enlace- Data Link Layer

Esta camada, imediatamente superior à camada física desempenha três funções em destaque. Primeiro, é ela quem controla quando e por quanto tempo um dispositivo ganha o acesso a rede de forma a evitar conflitos entre os diversos dispositivos que desejam transmitir dados simultaneamente. Ainda efetua o endereçamento para garantir que a mensagem chegue ao seu correto destino. Por fim, a camada é também responsável pela detecção de erros possíveis nas transmissões de dados.

Geralmente há a presença de um Buffer de mensagens, de forma que um produtor coloca sua mensagem nesse Buffer, e as outras estações podem acessar os dados. Tal modo de operação permite um tipo de broadcasting, ou seja, com apenas uma transmissão, todos os destinatários podem receber os dados.

As redes industriais geralmente devem suportar aplicações com tempos críticos, de forma que o Scheduler coordena o tempo de cada transação, bem como obedece a ordens de prioridade para cada emissor/receptor de mensagens.

Segundo Oliveira o nível de enlace,

'Garante a integridade da mensagem através de dois bytes calculados através de um polinômio aplicado a todos os bytes da mensagem e que é acrescentado no final da mesma. Este nível controla também, o acesso ao meio de transmissão, determinando quem pode transmitir e quando. O nível de enlace garante que os dados cheguem ao equipamentos correto' (OLIVEIRA,2005).

Este nível possui as seguintes características técnicas:

1- Acesso ao meio, existem três formas para acessar a rede:

a) Passagem de Token: O Token é o modo direto de iniciar uma transição no barramento. Quando termina de enviar as mensagens, o equipamento retorna o "Token" para o Lãs (Link Active Scheduler);

b) Resposta Imediata: o mestre dará uma oportunidade para uma estação responder com uma mensagem;

c) Requisição de "Token": um equipamento requisita um Token usando um código em alguma das respostas que ele transmitiu para o barramento.

2- Modelo Produtor/Consumidor:

Um equipamento pode produzir ou consumir variáveis que são transmitidas através da rede usando o modelo de acesso à rede de respostas imediata. O produtor coloca as variáveis em Buffers e qualquer estação pode acessar estes dados. Com apenas uma transação, dados podem ser transmitidos para todos os equipamentos que necessitam destes dados. Este modelo é o modo mais eficiente para transferência de dados entre vários usuários. Um controlador consome a variável de processo produzida pelo sensor, e produz a saída consumida pelo atuador.

2.5.2 Subnível de Aplicação- Application Layer

Neste nível é definida a sintaxe das mensagens, bem como o modo de transmissão de cada mensagem (cíclica, imediata, apenas uma vez, ou somente quando requisitada). Este nível também faz o monitoramento contínuo do barramento, de maneira a detectar falhas, adição de novos elementos ou ainda a remoção de outros. Essas atividades são necessárias devido à criticidade das operações.

A camada de aplicação é a camada responsável pela interoperabilidade oferecida pelas tecnologias fieldbus. É nesta camada que os tipos de dados e objetos são definidos. Para formar objetos dados mais complexos, são combinados alguns dos 13 tipos simples de dados definidos.

A camada de aplicação das redes do tipo Foundation consiste de duas subcamadas: a Fieldbus Access Sublayer (FAS) e a Fieldbus Message Specification (FMS). O Fieldbus Access Sublayer (FAZ) utiliza as características da camada de enlace de dados (DLL) para fornecer serviços ao Fieldbus Message Specification (FMS) na forma de "Virtual Communication Relationships" (VCR), ou seja relações virtuais de comunicação. Existem 3 tipos básicos de VCRs:

- O modelo Publisher/subscriber VCR é utilizado para publicações cíclicas de saída de blocos funcionais que são subscritas em entradas de outros blocos. Este tipo de comunicação é buferizada de forma que quando um bloco funcional gera novo valor de saída, este valor sobrescreve o anterior.
- O segundo tipo de comunicação é o repor distribution VCR, utilizado para transmissões acíclicas como alarmes, notificações de eventos para a estação de operação. Nesta comunicação os eventos são enviados em ordem determinada por prioridade e data de ocorrência e não sobrescrevem eventos anteriores.

- A última forma é o modelo client/Server VCR para transmissões acíclicas como leitura e escrita de parâmetros nos dispositivos e download de configuração da estação de operação. Este modelo também não sobrescreve requisições anteriores.

O nível de aplicação fornece uma interface para o software aplicativo do equipamento. Basicamente este nível define como ler, escrever ou disparar uma tarefa em uma estação remota. A principal tarefa é a definição de uma sintaxe para as mensagens. Ele também define o modo pelo qual a mensagem deve ser transmitida: ciclicamente, imediatamente, somente uma vez ou quando requisitado pelo consumidor. O gerenciamento define como inicializar a rede: atribuição do Tag, atribuição do endereço, sincronização do tempo, escalonamento das transações na rede ou conexão dos parâmetros de entrada e saída dos blocos funcionais. Ele também controla a operação da rede com levantamento estatístico de detecção de falhas e de adição de um novo elemento ou remoção de uma estação. O gerenciamento monitora continuamente o barramento para identificar a adição de novas estações.

2.5.3 Subnível do Usuário- User Layer

Define a maneira pela qual pode ser feito o acesso a informações dentro de equipamentos

Fieldbus, e de que maneira pode-se distribuir as informações para outros instrumentos da rede.

Há um certo padrão de arquitetura para os equipamentos fieldbus, constituído por blocos

funcionais. Esses blocos executam as funções inerentes a cada processo, e tarefas fundamentais, como: aquisição de dados, controle (PID, principalmente), atuação, cálculos e outros.

A camada de usuário , também conhecida como camada de aplicação de usuário (User Application Layer), é onde a verdadeira funcionalidade do sistema acontece. É nesta camada que os transmissores medem, posicionadores atuam e usuário interagem com a rede. É este o nível onde os formatos de dados e sua

semântica são definidos permitindo que os dispositivos fieldbus possam entender os dados e atuar de acordo com o desejado pela aplicação. As redes do tipo Foundation têm uma camada de aplicação de usuário orientada a objetos que se baseia nos blocos funcionais previamente citados. Estes blocos são distribuídos entre os instrumentos na rede. Dentro de CAD instrumentos, os blocos ficam contidos em uma Function Block Application Process (FBAP) alocada em uma VFD.

Define o modo para acessar a informação dentro de equipamentos *FIELDBUS* e de que forma esta informação pode ser distribuída para outros equipamentos no mesmo nó ou, eventualmente em outros nós da rede *FIELDBUS*. Este atributo é fundamental para aplicações em controle de processo. A base para arquitetura de um equipamento *FIELDBUS* são os blocos funcionais, os quais executam às tarefas necessárias as aplicações existentes hoje, tais como: aquisição de dados, controle PID, cálculos e atuação. Todo bloco funcional contém um algoritmo, uma base de dados (entradas e saídas) e um nome definido pelo usuário (o Tag do bloco, deve ser único na planta do usuário). Os parâmetros do bloco funcional são endereçados no *FIELDBUS* via TAG.PARAMETER-NAME. Um equipamento *FIELDBUS* conterá um número definido de blocos funcionais. A base de dados pode ser acessada via comunicação.

2.6 Nível Físico

A camada física define o formato no qual os dados serão fisicamente transmitidos ao longo do meio de comunicação. Esta camada não executa nenhum tipo de interpretação dos dados, apenas recebe as mensagens da camada de enlace de dados e as converte em sinais físicos a ser transmitidos pelo barramento fieldbus, também efetuando o caminho contrário passando as mensagens à camada seguinte.

Estas conversões incluem ações como adição e remoção de preâmbulo é transmitido no começo da mensagem e utilizado com o objetivo de “acordar” os demais dispositivos da rede fazendo com que os mesmos possam sincronizar seus relógios internos com o sinal a ser recebido. O delimitador de início denota o fim do preâmbulo e o começo da mensagem propriamente dito indo para ou vinda da camada de enlace de dados que termina com o delimitador final.

A Fieldbus Foundation baseia-se apenas na utilização de pares-trançados de cobre como meio físico, havendo divisão quanto a velocidade de comunicação:

- H2, denominado de higher-speed fieldbus, emprega 1 Mbps e 2,5 Mbps (para interligar equipamentos de usuário - PCs por exemplo - e os dispositivos mais rápidos do chão-de-fábrica);
- H1, denominado de lower-speed fieldbus, emprega 31,25 Kbps (para interligar dispositivos mais lentos de chão-de-fábrica).

A versão de 31,25 Kbps pode operar nas mesmas instalações do padrão 4-20 mA, o que é útil para atualizações graduais de plantas industriais.

O padrão permite o uso de até 32 dispositivos conectados ao barramento, entretanto este número cai de acordo com o comprimento do cabo, se o mesmo fornece energia aos dispositivos junto com os dados, etc.

O Nível Físico constitui-se dos padrões de ligações, fios, cabos, características elétricas, etc, necessários à formação de uma Rede FieldBus.

A norma que especifica esses padrões é a ANSI/ISA-S50.02 – “Fieldbus Standard for Use in Industrial Control Systems Part 2 : Physical Layer Specification and Service Definition”. Alguns itens da especificação destacam-se pela sua importância, dentre eles:

- Transmissão de dados apenas de forma digital – oferece a vantagem da ausência de conversores AD/DA, o que possibilita maior confiabilidade dos dados; por outro lado, limita a variabilidade dos dados transmitidos;
- Comunicação Bi-direcional;
- Utilização do Código Manchester;
- Modulação de Voltagem;
- Velocidades de transmissão de 31,25kbps e 100 Mbps;
- Transmissão com ou sem energização.

As duas velocidades determinadas são específicas para cada nível de aparelhagem. No nível de instrumentos, a velocidade é de 31,25kbps, já no nível mais alto, é utilizada a velocidade de 100Mbps.

Algumas especificações quanto ao funcionamento crítico e tolerância a falhas da rede também são determinadas pela norma:

- Uma rede Fieldbus deve continuar operando durante a conexão/desconexão de qualquer instrumento na mesma;
- Na ocorrência de falhas em elementos de transmissão, a comunicação não deve ser prejudicada por mais de 1ms;
- Recomenda-se a utilização de meios físicos redundantes.

A alimentação dos equipamentos presentes na rede pode ser feita de duas maneiras, via condutores de sinal, onde o cabo de sinal fornece a energia necessária ao equipamentos; ou via condutores separados, onde o cabo de sinal transporta apenas dados, e uma rede separada energiza os equipamentos.

A alimentação utilizando redes separadas é a mais comum, pois evita a presença de ruídos na redes, oriundos de sobrecargas de alimentação dos equipamento.

2.7 Tipos das redes de Automação

As redes industriais são padronizadas em 3 níveis hierárquicos responsáveis pela interconexão de diferentes tipos de equipamentos (Figura 1.2). [7]

O nível mais alto é geralmente o que interliga os equipamentos responsáveis pelo planejamento da produção, scheduling, controles de estoque, estatísticas de qualidade, previsões de vendas, etc. Geralmente é implementado utilizando-se softwares gerenciais, tais como sistemas SAP, Arena, etc. O protocolo TCP/IP, com padrão ethernet é o mais utilizado nesse nível.

No nível intermediário, onde temos os CLP's e CNC's, principalmente, trafegam informações de controle a nível de máquinas, ou seja, informações a respeito do status de equipamentos tais como robôs, máquinas-ferramentas, transportadores, etc.

O terceiro nível, mais baixo, é o que se refere à parte física da rede, onde localizam-se os sensores, atuadores, contadores, etc.

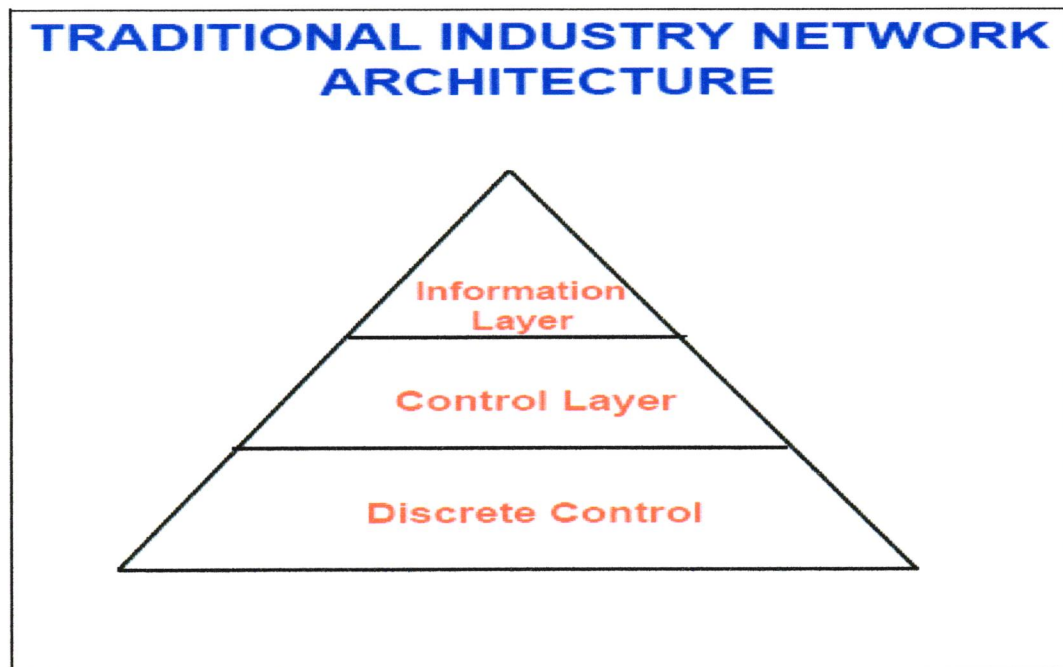


Figura 3- Níveis de redes industriais

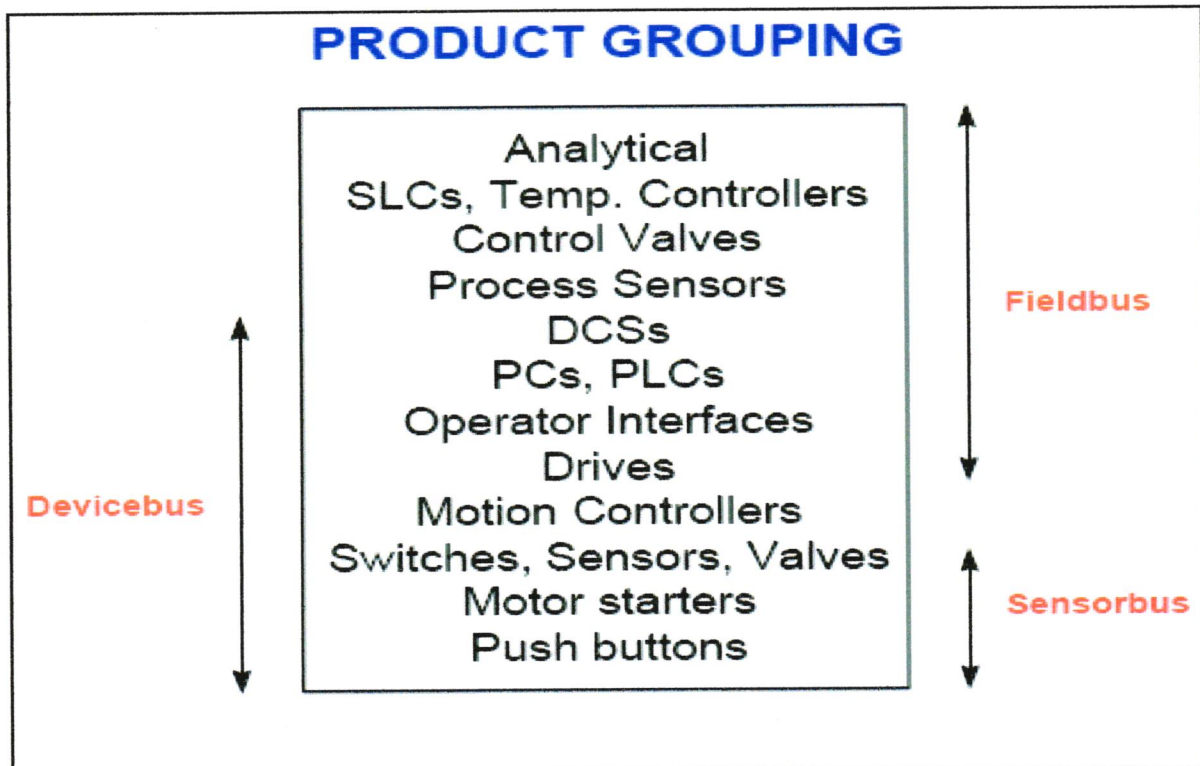


Figura 4- Tipos de equipamento em cada nível de uma Rede Industrial.

A classificação das redes industriais é baseada nos três níveis, mas não é exclusiva para cada um. O tipo de equipamento conectado por cada tipo de rede industrial é mostrado na Figura 4, cuja divisão é mostrada a seguir:

- **rede sensorbus - dados no formato de bits**

A rede sensorbus conecta equipamentos simples e pequenos diretamente à rede. Os equipamentos deste tipo de rede necessitam de comunicação rápida em níveis discretos e são tipicamente sensores e atuadores de baixo custo. Estas redes não almejam cobrir grandes distâncias, sendo sua principal preocupação manter os custos de conexão tão baixos quanto for possível. Exemplos típicos de rede sensorbus incluem Seriplex, ASI e INTERBUS Loop.

- **rede devicebus - dados no formato de bytes**

A rede devicebus preenche o espaço entre redes sensorbus e fieldbus e pode cobrir distâncias de até 500 m. Os equipamentos conectados a esta rede terão mais pontos discretos, alguns dados analógicos ou uma mistura de ambos. Além disso, algumas destas redes permitem a transferência de blocos em uma menor prioridade comparado aos dados no formato de bytes. Esta rede tem os mesmos requisitos de transferência rápida de dados da rede de sensorbus, mas consegue gerenciar mais equipamentos e dados. Alguns exemplos de redes deste tipo são DeviceNet, Smart Distributed System (SDS), Profibus DP, LONWorks e INTERBUS-S.

- **rede fieldbus - dados no formato de pacotes de mensagens**

A rede fieldbus interliga os equipamentos de I/O mais inteligentes e pode cobrir distâncias maiores. Os equipamentos acoplados à rede possuem inteligência para desempenhar funções específicas de controle tais como loops PID, controle de fluxo de informações e processos. Os tempos de transferência podem ser longos mas a rede deve ser capaz de comunicar-se por vários tipos de dados (discreto, analógico, parâmetros, programas e informações do usuário). Exemplo de redes fieldbus incluem IEC/ISA SP50, Fieldbus Foundation, Profibus PA e HART.

2.8 Topologia da Rede Fieldbus

Geralmente são utilizadas 4 topologias básicas em sistemas Fieldbus:

1. Barramento: constitui-se de um barramento único onde os equipamentos são ligados de forma direta, ou indireta (via barramentos secundários).
2. Ponto a Ponto: os equipamentos são todos ligados em série. Neste caso é obrigatória a redundância de conexões, de forma a garantir que a remoção/inserção de um equipamento não venha a interromper a comunicação.
3. Árvore: alguns equipamentos denominados Concentradores conectam diversos

equipamentos, e interligam-se com outros Concentradores. Esta topologia também é conhecida como “Pé de Galinha”.

4. End-to-end: utilizada quando da conexão direta de apenas dois equipamentos. [

Há também a possibilidade de utilizar-se topologias mistas, que baseiam-se na utilização das topologias acima de forma misturada, por motivos diversos, tais como: segurança, otimização, espaçamentos, configuração, etc (Figura 5).

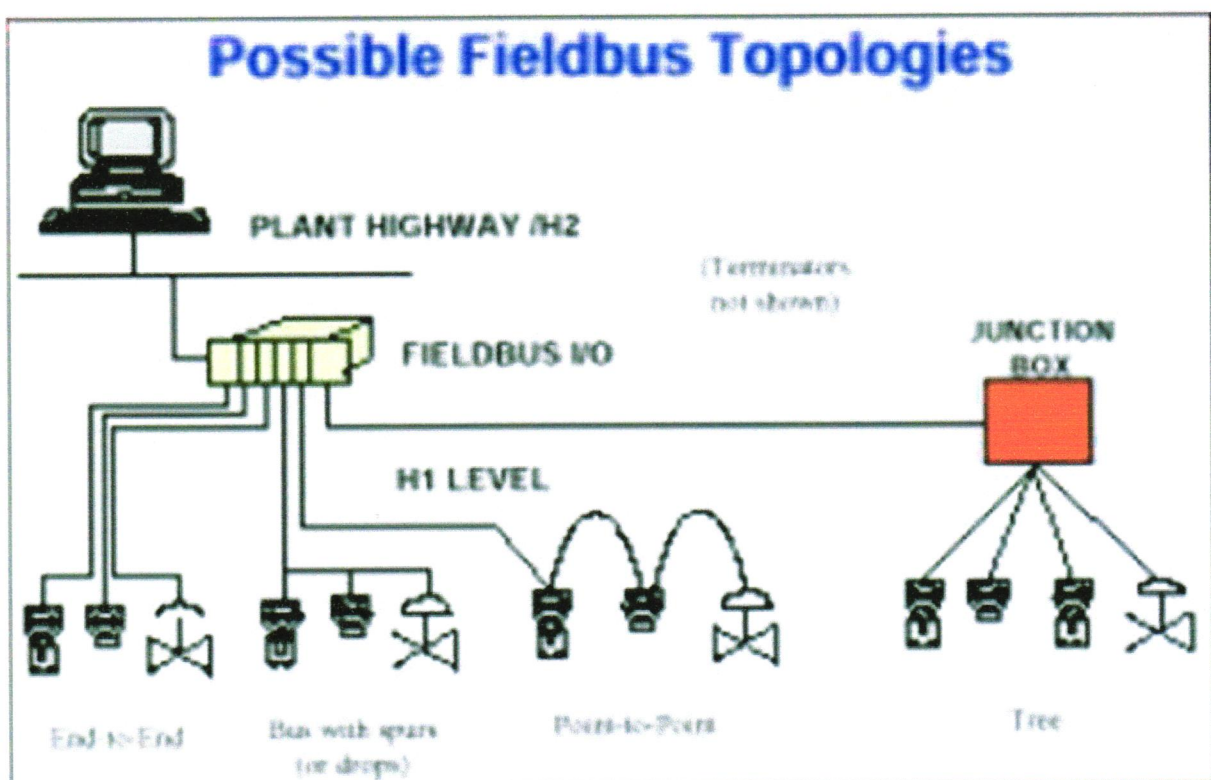


Figura 5- Topologias Fieldbus possíveis: End-to-End; barramento; Ponto-a-Ponto; Árvore (Pé-de-Galinha).

Um projeto Fieldbus deve levar em consideração o tempo de resposta da rede a determinadas entradas, de forma a não comprometer a dinâmica do sistema. Detalhes como atrasos, interrupções e gargalos devem ser meticulosamente analisados para garantir-se a confiabilidade do sistema.

2.9- Vantagens e Desvantagens

Uma das mais reconhecidas e discutidas vantagens do fieldbus é a redução do cabeamento. No entanto, a experiência tem mostrado que se obtêm muitas vantagens a mais com seu uso. Entre elas, podem ser citadas:

- a capacidade de transmitir, através de um protocolo digital, informações relativas a diagnósticos de cada instrumento. Esta capacidade pode prever problemas nos dispositivos antes que eles causem problemas no sistema;
- a capacidade de comunicação dos dados em unidades de engenharia, em vez de variáveis proporcionais representativas de uma grandeza. Em vez de se transmitir uma grandeza física proporcional a 4-20 mA, por exemplo, transmite-se uma combinação binária com o valor da grandeza. Isto evita que o dispositivo que recebe esta grandeza tenha que convertê-la antes de usá-la, para descobrir quanto ela equivale, poupando sua capacidade de processamento para executar outras funções;
- a capacidade de permitir a programação dos dispositivos à distância;
- a capacidade de verificação dos dados. São adicionados às variáveis transmitidas, bits que ajudam a verificar a correta recepção dos dados transmitidos;
- a capacidade de programar cada dispositivo para trabalhar numa faixa diferente, conforme desejado num determinado processo;
- a distribuição do controle, explicada mais adiante;
- redução do tempo e complexidade do projeto de lay-out;
- facilidade de instalação e manutenção, pela manipulação de um menor número de cabos e conexões;
- maior modularidade no projeto e instalação, aumentando a flexibilidade de expansão de funções e módulos;
- redução da quantidade de cabos pela utilização de um meio físico compartilhado;
- melhor consistência e confiabilidade da informação, através da digitalização e pré-processamento;
- redução dos custos de sistemas através da aquisição seletiva de dispositivos compatíveis de diferentes fornecedores, eliminando a dependência de somente um fornecedor.

Alguns exemplos de uso inicial

Redução inicial:

A instalação de uma rede fieldbus (que é multiponto) requer 1/5 menos cabos do que as ponto-a-ponto. Com relação ao padrão 4 - 20mA, que requer um par de fios para cada dispositivo, o fieldbus requer apenas um par-trançado de fios para toda a rede.

O sistema fieldbus requer menos trabalho para instalação e economiza dinheiro devido a redução de material necessário para instalação.

Há uma maior rapidez no projeto do *layout* de um sistema fieldbus devido a sua pouca complexidade.

Manutenção:

A baixa complexidade do fieldbus traz uma maior segurança e uma menor necessidade de manutenção

A depuração de um sistema fieldbus também é facilitada devido a possibilidade de diagnóstico *online* dos dispositivos de campo.

Melhora de Performance

Fieldbus permite um aumento de flexibilidade na hora de projeto, pois alguns algoritmos e procedimentos de controle podem ficar no próprio dispositivo de campo e não mais no programa de controle. Isto reduz o custo total do sistema e torna as expansões futuras muito mais fáceis.

No padrão 4 - 20mA, somente uma informação (valor de uma variável) pode ser transmitida, e somente em uma direção. O fieldbus, por sua própria definição, supera em muito esta limitação.

Com a tecnologia fieldbus, um instrumento de campo pode ser calibrado, inicializado, operado e reparado numa velocidade considerável. Isto leva a uma redução do tempo total requerido para operar um sistema fieldbus.

3 METODOLOGIA

A pesquisa será apresentada através de uma pesquisa qualitativa e quantitativa em função da bibliografia pesquisada realizada sobre o tema objetivo de estudo.

Nos capítulos que se seguem serão apresentados de início uma introdução a Tecnologia de Redes do tipo Foundation Fieldbus, assim como os conceitos básicos para entendimento deste documento.

A seguir serão passados um pouco da história da Fieldbus e sua arquitetura, sendo reservado um capítulo sobre os níveis e subníveis da rede Fieldbus, os tipos e topologia da referida rede.

Por fim serão apresentados as vantagens e desvantagens da utilização da rede e ao final de tudo as conclusões, resultados e perspectivas futuras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante deste estudo sobre as redes de automação- Fieldbus verificamos que as empresas se alinharam e formaram grupos e esses grupos desenvolveram um protocolo comum ou adotaram um protocolo já desenvolvido por uma dessas empresas. Estes protocolos destinaram-se às áreas de aplicação diferentes. Sendo inicialmente para interligações dos PLCs da Siemens, foi desenvolvido e implementado o protocolo Profibus-DP, baseado no padrão elétrico da época RS485. Atualmente, este protocolo foi aberto para empresas que aderiram ao grupo de usuário PTO, e que utilizam Profibus como padrão.

Para automação predial, gerou-se um fieldbus chamado LonWorks, que adotou o protocolo LonTalk. Esta linha de produtos foi conduzida pela Echelon que então criou um grupo de apoio para este fieldbus com outras empresas. Uma de suas particularidades é a comunicação pela fiação elétrica predial. Um sensor ou atuador, conectado ao circuito elétrico, pode ser lido ou comandado (respectivamente) por qualquer outro ponto da instalação predial. Para que isto seja possível, é instalado um dispositivo no QDL dos circuitos, causando curto-circuito nas fases e seus circuitos para uma frequência usada para a comunicação (obviamente diferente de 60 Hz), permitindo que um comando e/ou uma leitura de dados possa ser feito à distância.

Para automação automobilística, e logo depois adaptada para outros usos, apareceu o protocolo CAN – Controller Área Network que implementou uma interessantíssima técnica de controle de acesso ao meio, evitando a colisão, usual nas redes Ethernet. No entanto, esta especificação não foi completa permitindo que grupos diferentes especificassem as partes faltantes de forma incompatível. Deste modo, outros grupos com protocolos incompatíveis foram criados com base no CAN: DeviceNet (da Allen Bradley), SDS (da Honeywell), CANOpen (do grupo de usuários do CAN, i.e., CiA-CAN in Automation), etc.

Para automação de máquinas ou pequenos sistemas, e com pequenas distâncias, criou-se o protocolo ASI – Actuator Sensor Interface, que transmite palavras de 4 bits de cada dispositivo por vez. Geralmente é usado para comunicação entre dispositivos discretos. Muito embora tenha também (porém poucos) produtos voltados para dispositivos analógicos. Além disto, seu desempenho não é muito bom para os dispositivos analógicos, pois tem que enviar o código digital representativo da grandeza analógica partido em pacotes, normalmente 2 bits de cada vez, usando os outros dois para a numeração do pacote. Assim são necessárias várias varreduras para que a grandeza seja totalmente transmitida. Especificamente para a área de manufatura, apareceu outro protocolo utilizando uma topologia em anel chamado InterBus-S, tanto para dispositivos discretos como para analógicos. Este protocolo utiliza uma topologia em anel dividida nos chamados barramentos locais e remotos.

Na França normalizou-se o FIP como norma francesa. Mas, logo após, em um acordo com o IEC, o FIP foi modificado para WorldFIP recebendo as devidas modificações para ser compatível com a proposta internacional do IEC. Na Dinamarca, surgiu o P-Net, um fieldbus com uma velocidade de comunicação reconhecidamente ineficiente, com um protocolo baseado num token modificado. Porque o Fieldbus é uma arquitetura mais evoluída para a norma internacional?

Com a evolução da arquitetura de controle distribuído e divulgação de suas vantagens, os comitês envolvidos com a norma internacional (*Portanto, era preciso um protocolo que permitisse que todos os fabricantes tivessem acesso para constituírem um só sistema formado pelos diferentes dispositivos. Deste modo, iniciou-se uma discussão de um protocolo internacional, liderado pela ISA e finalmente seguido pelo IEC, cuja norma recebeu o código IEC 61158 (anteriormente referida como). IEC 1158*), incluíram na especificação da rede, funções de controle e

de gerenciamento distribuído. Deste modo, o programa de controle pode ser dividido para ser executado em dispositivos diferentes, aumentando a confiabilidade do sistema e a velocidade do que em um único equipamento como num PLC, por exemplo. Isto pode significar que não será necessário um equipamento de controle como um PLC no futuro.

No entanto, para que estas partes do programa pudessem ser entendidas por diferentes dispositivos de diferentes fabricantes, e também, redundantes em diferentes dispositivos (para maior confiabilidade que os usuais PLCs e controladores centralizadores do programa de controle), foi necessário também uma padronização das mesmas. Esta padronização está continuamente sendo expandida, mas tem como base, blocos funcionais padronizados anteriormente para as conhecidas arquiteturas de SDCDs. Deste modo, o verdadeiro fieldbus não é mais somente uma rede, mas um sistema de controle em tempo real que utiliza uma rede, geralmente implementada numa topologia em barramento, e que distribui o controle.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho buscou-se uma introdução às Redes Industriais, com maior detalhamento dos conceitos relativos às tecnologias associadas aos sistemas Fieldbus. A origem e a importância da padronização dentro das indústrias, bem como a inserção do Fieldbus nesse meio, foram discutidas em nível apenas introdutório, visto ser esse um assunto bastante vasto e ainda insipiente. As vantagens advindas da implantação de sistemas Fieldbus foram abordadas e explicadas sucintamente, de modo a demonstrar os benefícios de sua utilização.

As funções de controle dos sistemas são desempenhadas pelos blocos funcionais dentro de cada dispositivo. Isto reduz o número de componentes como: entradas e saídas, elementos de controle como cartões, gabinetes, etc.

Estas redes possuem formato que permite que os equipamentos possam ser conectados a um barramento compartilhado onde a informação é transmitida de forma digital. Isto reduz os custos de cabeamento das aplicações tradicionais, onde se faz necessário um cabo, para cada variável transmitida e permite maior quantidade de dados a serem transmitidos. Além disso, as características da

6 REFERENCIAS

DIETRICH, D. SAUTER, T., "Evolution potentials for **fieldbus** systems", IEEE Workshop on Factory Communication Systems .

DECOTIGNIE, J., "A perspective on Ethernet-TCP/IP as a **fieldbus**", IFAC International Conference on **Fieldbus** Systems and their Applications, 2001, France.

THOMESSE, J., "Fieldbuses and interoperability", Control Engineering Practice, vol. 7, 1999.

CHATHA, A., "**Fieldbus**: The Foundation for Field Control Systems Control Engineering", 1994.

JONES, J. "Can **Fieldbus** Survive?", Control and Instrumentation, 1994.

MAHALIK, N. "**Fieldbus** Technology - Industrial Network Standards for Real-Time Distributed Control", 2003.

Departamento de Engenharia de Aplicações da Área Nacional e Internacional Departamento de Treinamento Smar Equipamentos Industriais Ltda., "Como implementar projetos com Foundation **Fieldbus**", 1998.

TANENBAUM, A., "Redes de Computadores", 4ªed, 2003.

MONTEZ, C., "Redes de Comunicação Para Automação Industrial", 2005.

OLIVEIRA, L., "Redes para Automação Industrial", 2005.

www.fieldbus.org

OGATA, K., "Engenharia de Controle Moderno", 4ed, 2003.

comunicação digital possibilitam uma maior qualidade das informações contidas na rede.

Como Foundation Fieldbus é um protocolo aberto, todos os fabricantes certificados pela Fieldbus Foundadtion podem fornecer equipamentos que serão capazes de se comunicar com qualquer outro dentro de uma rede desta tecnologia.

Devido à eletrônica embarcada nos equipamentos, as tarefas poder ser divididas tornando os sistemas mais simples e eficientes.

A inteligência de cada instrumento Foundation Fieldbus permite aumentar a disponibilidade e a segurança operacional reduzindo os custos de manutenção da rede.

A rede proporciona imunidade a falhas que possam ocorrer com alguns de seus equipamentos ou a sua estrutura. Isto é possível pois as redes podem ser instaladas de modo a operar com redundância de equipamentos, cabeamentos entre outros.

Por fim concluímos que o Fieldbus embora venha com a promessa de ser muito mais do que o substituto de padrão 4-20 mA devido a uma série de vantagens e de permitir também a utilização de dispositivos “inteligentes” no chão - de - fábrica, sofre com a falta de um padrão único mundial.

Como podemos ver, nos “padrões fieldbus” que foram apresentados aqui, existem mais diferenças do que pontos comuns entre as propostas, sendo bem provável que um bom tempo ainda se leve até que um padrão de fato seja obtido.