

**ESCOLA SUPERIOR ABERTA DO BRASIL – ESAB
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATU SENSU EM REDES DE
COMPUTADORES**

PEDRO LUIS ANTONELLI

**REDES INDUSTRIAIS:
Características dos Padrões mais utilizados**

**VILA VELHA
2011**

PEDRO LUIS ANTONELLI

**REDES INDUSTRIAIS:
Características dos Padrões mais utilizados**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Redes de Computadores da Escola Superior Aberta do Brasil como requisito para a obtenção do título de Especialista em Redes, sob a orientação da Professora Janaina Costa Binda.

**VILA VELHA - ES
2011
PEDRO LUIS ANTONELLI**

**REDES INDUSTRIAIS:
Características dos Padrões mais utilizados**

Aprovada em de de 2011

**VILA VELHA - ES
2011**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS por permitir que eu pudesse iniciar e concluir mais essa etapa.

Aos meus familiares e amigos pela paciência e compreensão pelo tempo que não dediquei a eles.

Aos professores, tutores e demais funcionários da ESAB, pela sempre atenciosa atenção a mim dedicada.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento das redes mais encontradas em ambiente industrial, levantando suas principais características técnicas, sua participação no mercado, disponibilidade de equipamentos e facilidade de aplicação, a fim de servir como um instrumento de auxílio e consulta para quando da decisão pela adoção ou não de uma delas na elaboração de um projeto de automação industrial. A abordagem vai de um breve histórico do aparecimento das redes no ambiente industrial, passando pelos padrões mais aceitos pelo mercado, terminando nas tendências para o futuro das redes industriais, que cada vez se aproximam mais da tendência de interconectividade das redes de comunicação, levando as informações disponíveis no nível das máquinas de produção para o nível gerencial das redes corporativas. Para a realização do presente trabalho foi feito um estudo exploratório com coleta de dados por meio de pesquisa bibliografia, onde foram levantadas as principais redes industriais em uso atualmente, enfatizando-se seus padrões de conexão elétrica, os meios de transmissão utilizados, a padronização de seus protocolos de comunicação, sua arquitetura e sua utilização. Ao longo do trabalho poderemos perceber a diversidade de tipos das redes industriais mais comuns, concluindo que dificilmente será adotado de um padrão único para todas as aplicações.

Palavras-chave: Redes. Automação Industrial. Protocolos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dick Morley e o modelo 084.....	13
Figura 2- Estrutura de um PLC.....	13
Figura 3- CPU 412-2	14
Figura 4 - Rede Alnet1	15
Figura 5 - Redes Determinísticas	16
Figura 6 - Redes Estatísticas	17
Figura 7- Conexão RS-232.....	20
Figura 8 - Padrão TIA/EIA 485	21
Figura 9- Loop de Corrente	21
Figura 10- Padrão Hart.....	22
Figura 11 - Conversores e cabos para fibra Ótica.....	23
Figura 12 - Padrões de redes wireless.....	24
Figura 13 – Método Polled Message.....	28
Figura 14 - Método Strobed Message	28
Figura 15 - Método Cyclic Message	29
Figura 16- Método Change os State Message	29
Figura 17- Participação no mercado	32

LISTA DE SIGLAS

PLC	<i>Programable Logique Controller</i>
CPU	<i>Unidade Central de Processamento</i>
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
IrDa	<i>Infrared Data Association</i>
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i>
EIA	<i>Electronic Industries Alliance</i>
HART	<i>Highway Addressable Remote Transducer</i>
CAN	<i>Controller Area Network</i>
ODVA	<i>Open DeviceNet Vendor Association</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
DCS	<i>Distributed Control System</i>
CSMA/CD	<i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection</i>

SUMÁRIO

CAPITULO I – INTRODUÇÃO.....	10
CAPITULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 Histórico.....	12
2.2 Redes de Computadores.....	15
2.3 Classificação das redes de Computadores.....	16
2.3.1 Modo de Transmissão.....	16
2.3.2 Modo de Comunicação.....	17
2.3.3 Meio de transmissão.....	17
CAPITULO III – REDES INDUSTRIAIS.....	19
3.1 Meio de Transmissão.....	19
3.1.1 Meio de transmissão Elétrico	19
3.1.2 Meio de transmissão Ótico.....	22
3.1.3 Meio de transmissão Eletromagnético.....	23
3.2 Topologias da Rede.....	25
3.4 Métodos de Comunicação.....	27
3.5 Nível da Rede.....	29
CAPITULO IV - PROTOCOLOS DAS REDES INDUSTRIAIS.....	32
4.1 Rede do tipo AS-I.....	33
4.2 Rede do tipo CAN.....	34
4.3 Rede do tipo ControlNet.....	35
4.4 Rede do tipo DCS (SDCD).....	36
4.5 Rede do tipo DeviceNet.....	37
4.6 Rede do tipo Foundation FieldBus.....	38
4.7 Rede do tipo Hart.....	39
4.8 Rede do tipo InterBus.....	41
4.9 Rede do tipo ModBus.....	41
4.10 Rede do tipo ProfiBus.....	43
CAPITULO V – TENDÊNCIAS- ETHERNET INDUSTRIAL	45
CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	Erro!

Indicador não definido.

CAPITULO I – INTRODUÇÃO

As redes de computadores surgiram de esforços para que pudessem ser compartilhados recursos que antigamente envolviam custos consideráveis, tais como as impressoras, discos de armazenamento e demais periféricos (FERREIRA, 2008)

Com a diminuição dos custos dos equipamentos, o foco de utilização das redes de computadores, voltou-se para o compartilhamento da informação pelos diversos elementos conectados nessa rede, com a possibilidade de fornecimento de diversos serviços. O volume das informações que trafegam nas redes atuais facilmente atravessa a casa dos *GigaBytes*¹ de informação.

Já no caso das redes industriais, o surgimento das redes se deve a tentativa de diminuir os fios e cabos, para facilitar a instalação, operação e manutenção dos equipamentos envolvidos numa automação.

A informação nas primeiras redes industriais era basicamente voltada para o estabelecimento dos estados dos sensores e atuadores dos processos, não ultrapassando a casa dos *KiloBytes*².

Com o desenvolvimento das redes industriais, as informações que eram manipuladas começaram a aumentar de complexidade. Além dos estados das entradas e saídas (que são variáveis digitais³), outros tipos de informações mais complexas tais como variáveis analógicas⁴ (temperatura, pressão, vazão, etc.), valores de contagem de unidades e tempo, mensagem de erro, começaram a trafegar por essa rede, levando ao desenvolvimento de redes industriais mais sofisticadas.

¹ 1GigaByte= 100000000 bytes

² 1 KiloByte = 1000 Bytes

³ Digital : Que admite valores discretos, tais com sim ou não, verdadeiro ou falso, 0 ou 1, etc.

⁴ Analógico: Que admite valores em uma faixa contínua

Como a utilização dessas redes industriais é uma realidade, somos levados a seguinte pergunta: Quais as principais características das redes industriais mais comumente encontradas?

Esse trabalho tem como objetivo auxiliar a encontrar essa resposta e apresentar um panorama atual das redes industriais, iniciando por uma conceituação histórica da automação industrial, passando por uma abordagem das características das redes industriais, mostrando os modelos atualmente disponíveis para uso, ressaltando suas características técnicas com a finalidade de obtermos parâmetros para a escolha de uma delas na automação industrial.

Os objetivos específicos desse estudo são:

- a) Pesquisar os modelos de redes industriais mais comumente encontradas;
- b) Levantar as características dos modelos de redes industriais encontradas;
- c) Realizar a comparação das principais características técnicas e;
- d) Apontar as áreas de suas aplicações observando-se as relações de custo x benefício.

Essa monografia caracteriza-se como pesquisa básica com abordagem qualitativa. Quanto aos objetivos esse estudo é classificado como exploratório com coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica

CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1- HISTÓRICO DAS REDES INDUSTRIAIS

No final da década de 60 e início da de 70, a evolução da eletrônica e a consequente redução do custo, resultou na introdução das tecnologias de informática no controle dos processos de automação nas indústrias em substituição aos comandos elétricos até utilizados na maioria dos sistemas de automação e controle industrial (CARVALHO, 2005).

Na indústria automobilística a necessidade frequente de alterar as sequências de operações das linhas de montagem, devido à rápida mudança nos modelos dos veículos, deixam claras as necessidades de novas formas de controle das operações, já que no caso dos dispositivos eletromecânicos (contatores, relês, temporizadores, etc.), até então frequentemente utilizados, a mudança na sequência das operações (“reprogramação”) requeriam mudanças nas ligações físicas nos painéis de comandos das linhas de produção, o que implicavam em grande demora na realização dessas mudanças, além de um alto custo (BORGES, 2008).

Essa necessidade leva ao aparecimento do PLC (*Programmable Logic Controller*), desenvolvido utilizando-se elementos eletrônicos na programação das sequências das operações de controle das etapas da produção, esse novo tipo de equipamento.

É considerado como o primeiro PLC (figura 1) o equipamento desenvolvido por Dick Morley em 1969, chamado de modelo 084 e foi inicialmente utilizado na General Motors (CARVALHO, 2005).



Figura 1 - Dick Morley e o modelo 084
Fonte: Carvalho (2005)

Essa nova tecnologia eliminou a necessidade de realizar alterações no *hardware* dos equipamentos de controle, o que mudou drasticamente o tempo necessário para as alterações dos sistemas de já que apenas o *software* passou a ser alterado. (BORGES, 2008)

Um PLC (Figura 2) constitui-se basicamente de uma CPU (Unidade Central de Processamento) que lê as informações das entradas, compara com as instruções armazenadas em sua memória e atualiza as saídas com os resultados desejados (CARVALHO, 2005).

Um PLC é um sistema computadorizado construído para o uso em aplicações de controle, sendo que suas entradas e saídas são desenvolvidas para a conexão com os dispositivos encontrados no ambiente industrial (PEREIRA, 2009).

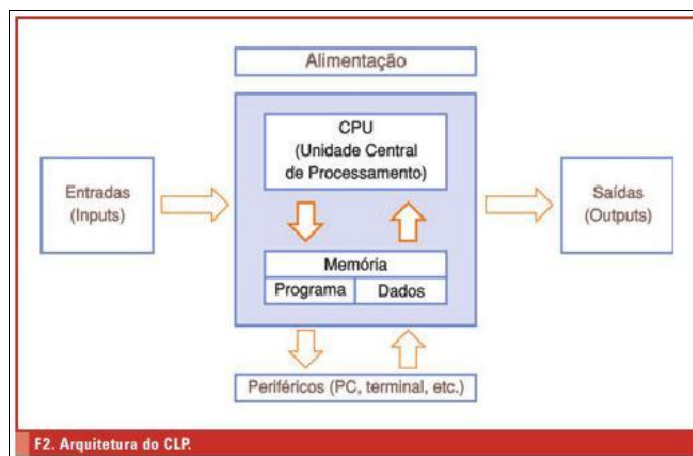


Figura 2- Estrutura de um PLC
Fonte: Pereira (2009)

Mas com o aumento da complexidade dos sistemas controlados pelos PLC, outro problema começa a surgir, a quantidade de fios e cabos que chegam e partem do mesmo, começam a aumentar a complexidade e o custo das instalações dos sistemas de controle centralizados.

Para que se possa ter uma noção da capacidade de controle de um PLC, podemos citar como exemplo o PLC Siemens modelo S7-400 – CPU 4124-2 (Figura 3) pode acessar até 65536 pontos de entrada e saídas (SIEMENS, 2009).



Figura 3- CPU 412-2
Fonte: SIEMENS(2009)

Como todos os sensores⁵ devem ser conectados as entradas e todos os atuadores⁶ as saídas do PLC, sistemas de controle de grande porte demandam de uma quantidade muito grande de conexões elétricas, o que aumentam as dificuldades técnicas devido ao aumento das conexões físicas.

Em torno da década de 90, alguns fabricantes começam a desenvolver sistemas de PLC com unidades de sensores e atuadores remotas (chamadas de “Unidade Remotas” ou simplesmente “Remotas”⁷), que comandadas pelo PLC, simplificavam a ligação dos sensores e atuadores. Era o começo da ideia de se usar uma rede de dados para a comunicação entre dispositivos de controle industrial (CARVALHO, 2005).

⁵ Sensores: Elementos que recebem informações do meio externo para o PLC

⁶ Atuadores: Elementos que realizam efetivamente a ação de controle

⁷ Remotas: Unidades de entradas e saídas ligadas a CPU principal via um cabo de rede

A maioria dessas redes usa protocolos⁸ de comunicação proprietários, o que limitava seu uso aos equipamentos de um mesmo fabricante e obrigava as empresas a ficarem dependentes dessa escolha (CARVALHO, 2005).

Um exemplo dessa tecnologia era a Rede Alnet1(Figura 4) de propriedade do fabricante de PLC Altus Sistemas S.A..

A rede de comunicação ALNET1 é uma rede de comunicação mestre-escravo com transmissão serial de dados, velocidade de 9600bps e topologia barramento. É especificada para interligação dos controladores programáveis fabricados pela ALTUS (ALTUS, 2003,p.32)

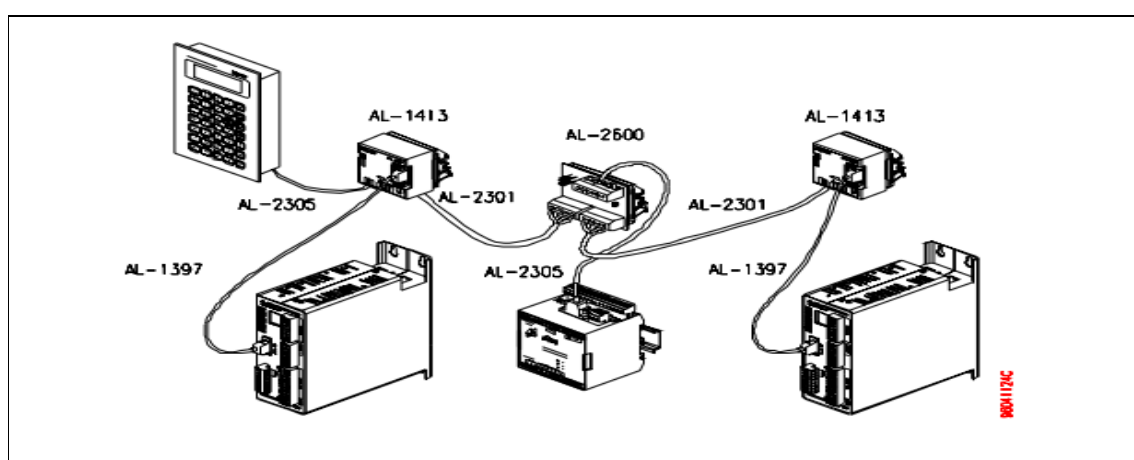


Figura 4 - Rede Alnet1
Fonte: ALTUS(2003)

2.2 - REDES DE COMPUTADORES

Podemos definir uma rede de computadores de diversas formas, segundo os objetivos estudados.

Uma rede de computadores é um conjunto de computadores (locais ou remotos) interligados entre si (de forma total ou parcial) de tal maneira de possibilitar a comunicação de dados localmente e/ou remotamente, incluindo todos os equipamentos eletrônicos necessários à interconexão de dispositivos, tais como microcomputadores e impressoras. Esses dispositivos que se comunicam entre si são chamados de nós, estações de trabalho, pontos ou simplesmente dispositivos de rede. Bastariam só dois computadores, ou nós, como o número mínimo de dispositivos necessários para formarmos uma rede (MIRANDA, 2008 p. 78).

⁸ Protocolos: Regras que padronizam a comunicação entre dispositivos

De maneira geral, podemos dizer que quando dois ou mais computadores conseguem compartilhar informações entre si, temos caracterizada a existência de uma rede de computadores.

2.3 - CLASSIFICAÇÃO DAS REDES DE COMPUTADORES

Podemos classificar as redes seguindo diversos critérios. Os aspectos que são mais relevantes para seu uso industrial são apresentados abaixo:

2.3.1- Modo de Transmissão

Quanto ao modo de transmissão, segundo Ross (2008) podemos classificar como:

- a) **Determinísticas:** Empregam técnicas de multiplexação de tempo fixo, ou seja, cada canal de comunicação recebe uma banda pré-determinada e fixa, e dessa forma teremos um atraso de resposta fixo (Figura 5).

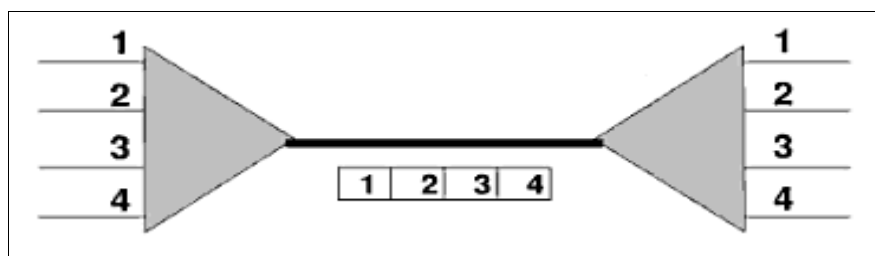


Figura 5 - Redes Determinísticas
Fonte: Ross(2008)

- b) **Não Determinísticas (Estatísticas):** Empregam técnicas de multiplexação de tempo aleatório, ou seja, os canais de comunicação ocupam a banda disponível no momento, e isso faz com que o atraso de resposta seja variável em função do tráfego da rede (Figura 6).

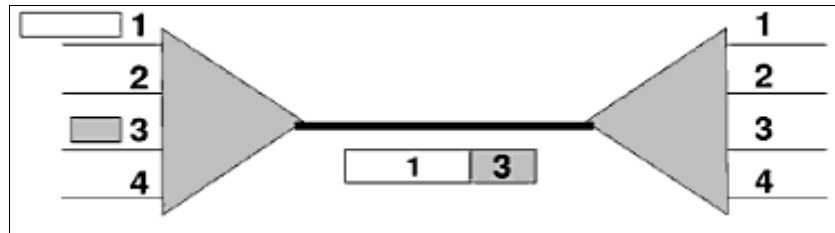


Figura 6 - Redes Estatísticas
 Fonte: Ross (2008)

2.3.2- Modo de Comunicação

Quanto ao modo de comunicação, segundo Miranda (2008) podemos classificar como:

- a) Simplex: Quando a comunicação ocorre apenas em um sentido, como por exemplo, de um equipamento transmissor para um equipamento receptor;
- b) Half-Duplex: Quando a comunicação pode ocorrer nos dois sentidos, mas não simultaneamente e;
- c) Full-Duplex: Quando a comunicação pode ocorrer nos dois sentidos simultaneamente.

2.3.3 - Meio de transmissão

Quanto ao meio de transmissão, segundo Miranda (2008), podemos classificar como:

- a) Elétrico: Par de fios trançados, Cabo Coaxial, etc.;

- b) Ondas Eletromagnéticas: Bluetooth, Wi-Fi;
- c) Ótico: Fibra ótica, IrDa⁹, etc.

⁹ IrDa: Infrared Data Association – Transmissão por Infra - vermelho

CAPÍTULO III – REDES INDUSTRIAIS

As redes industriais possuem características comuns a todas as redes de computadores, porém possuem características próprias devido ao tipo de aplicação a que foram desenvolvidas.

Essas características surgem devido ao tipo de informação trafegada na rede, o tempo de resposta esperado, alta imunidade às interferências de outros equipamentos, condições ambientais, etc.

As redes segundo Ferreira (2008) podem ser classificadas em:

3.1- MEIO DE TRANSMISSÃO UTILIZADO

Os meios de transmissão utilizados nas redes industriais são o fio condutor metálico, a fibra ótica e mais recentemente as ondas eletromagnéticas.

3.1.1 – Meio de transmissão Elétrico

O meio elétrico é mais utilizado por diversos fabricantes, por sua simplicidade, baixo custo e fácil manutenção.

Um dos primeiros padrões a ser utilizado foi o TIA/EIA-232¹⁰. Esse padrão inicialmente foi concebido para interligar um computador com um periférico de forma serial, tal como uma impressora ou modem (BRAGA, 2003)

¹⁰ Antigamente conhecido como RS-232C

Trata-se de uma comunicação serial simples e que utiliza no mínimo três fios (Figura 7).

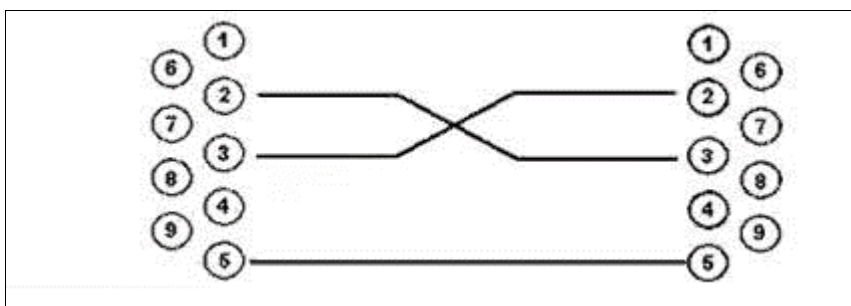


Figura 7- Conexão RS-232
Fonte: Braga(2003)

Ainda é muito utilizada na comunicação entre um computador, ou programador, com um equipamento industrial. Suas características principais, conforme Matias (2002) são:

- a) Comunicação *Full-Duplex*;
- b) Conexão ponto-a-ponto;
- c) Velocidade máxima de 20 Kpbs e;
- d) Distância máxima de 15m.

Uma evolução do padrão TIA/EIA-232 é o TIA/EIA-485¹¹. O padrão foi reconhecido oficialmente em 1998. Suas características o tornam ideal para diversas aplicações em redes industriais (MATIAS, 2002) :

- a) Transmissão Diferencial Balanceada;
- b) Multiponto;
- c) Até 256 pontos de conexão;
- d) Comprimento da rede de até 1200m;
- e) Transmissão de dados em até 10Mbps¹²;
- f) Fonte de alimentação simples (+ 5V);
- g) Transmissão de dados em modo comum e;
- h) Padrão totalmente aberto.

Abaixo um exemplo (Figura 8) de uma conexão utilizando o padrão TIA/EIA-485.

¹¹ Antigamente conhecido como RS-485

¹² Mega bits por segundo

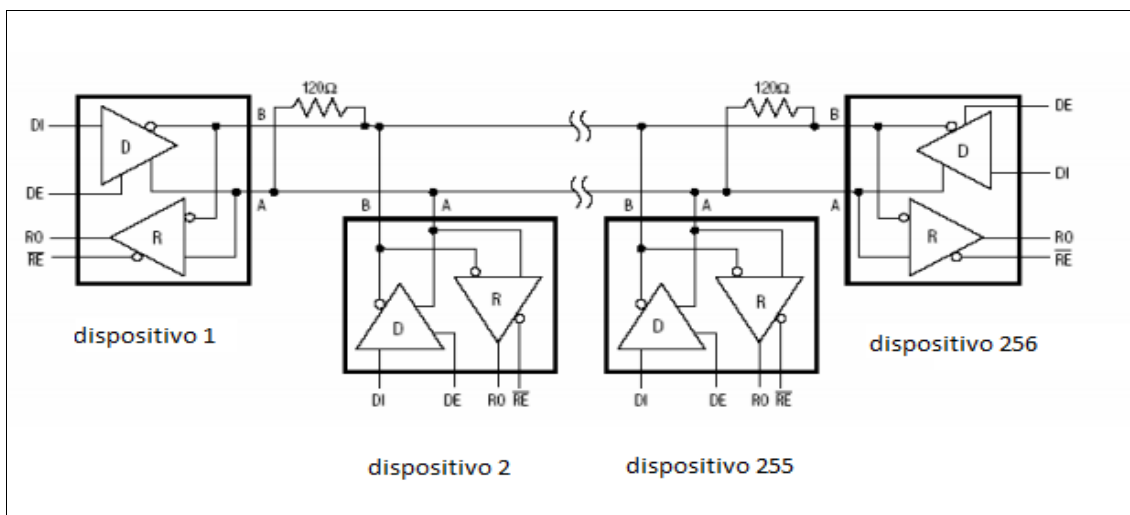


Figura 8 - Padrão TIA/EIA 485
 Fonte: Matias(2002)

Outro padrão elétrico utilizado é o *Loop de Corrente* 4 a 20 mA¹³. O uso de um sinal de corrente entre 4 a 20 mA, já era utilizado há muito tempo pelos fabricantes de equipamentos de controle industrial (Figura 9).

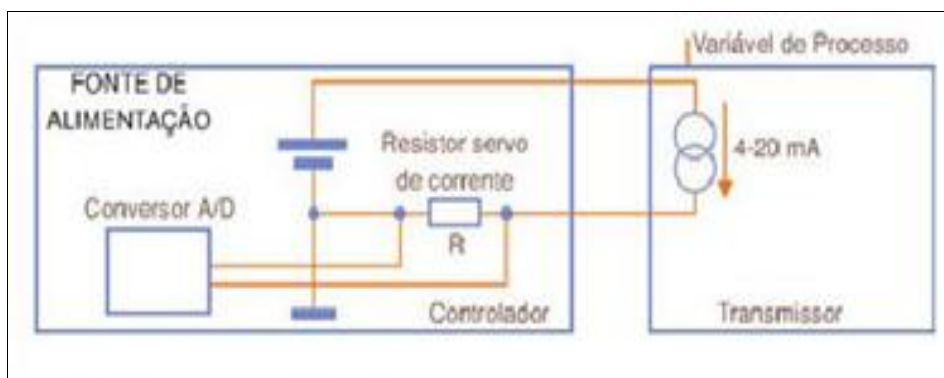


Figura 9- Loop de Corrente
 Fonte: Cassiolato (2009)

Aproveitando-se essa ligação física já existente (Figura 10), introduziu-se um sinal digital modulado nesse sinal de corrente já existente. Esse padrão recebeu o nome de HART¹⁴.

Foi apresentado no final da década de 1980 e segundo Cassiolato(2009) e tinha como principal intenção a de permitir a calibração de instrumentos analógicos. É considerado o primeiro protocolo digital bidirecional que não afetava o sinal analógico se controle 4 a 20 mA.

¹³ mili-amper (0.001 A)

¹⁴ Highway Addressable Remote Transducer

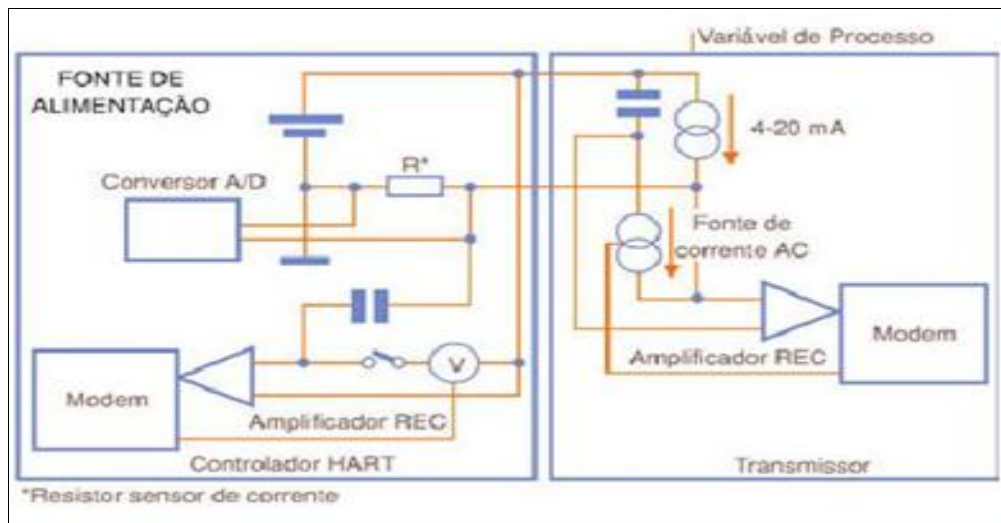


Figura 10- Padrão Hart
 Fonte: Cassiolato (2009)

Segundo Cassiolato (2009), suas características principais são:

- a) Projeto simples, fácil operação e manutenção;
- b) Compatível com a instrumentação analógica;
- c) Sinal analógico e comunicação digital;
- d) Opção de comunicação ponto-a-ponto ou multiponto;
- e) Flexível acesso de dados usando-se até dois mestres;
- f) Suporta equipamentos com múltiplas variáveis;
- g) Tempo de resposta de 500 ms e;
- h) Totalmente aberto com vários fornecedores.

3.1.2 - Meio de transmissão ótico

Nas redes industriais, a opção pela utilização de fibras ópticas se dá pela sua alta unidade a ruídos e interferências eletromagnéticas e também pelo fato de sua utilização promover a isolação elétrica entre os dispositivos da rede (PHOENIX CONTACT, 2010).

Suas características mais importantes são:

- a) Total isolamento elétrico entre os dispositivos;
- b) Velocidades superiores a 500kbps;
- c) Comprimento da rede até 300m (ou mais com o uso de repetidores) e;
- d) Alta imunidade a interferências eletromagnéticas (PHOENIX CONTACT, 2010).

Sua utilização normalmente se em partes da rede, utilizando adaptadores (Figura 11) para converter os sinais elétricos em óticos e vice-versa.



Figura 11 - Conversores e cabos para fibra Ótica
Fonte: Phoenix Contact (2010)

3.1.3 – Meio Eletromagnéticos

De acordo com Cozzo (2008) a utilização de ondas eletromagnéticas ou *WireLess*¹⁵ para a comunicação entre dispositivos em redes industriais oferece diversos benefícios, tais como:

- a) Mobilidade e liberdade de movimentos;
- b) Inexistência de desgaste mecânico do meio de transmissão;
- c) Facilidade da Instalação e;
- d) Operação em trechos onde a rede física seria inviável.

¹⁵ Sem fios

Ainda de acordo com Cozzo (2008) alguns pontos que devem ser observados quando da utilização dessa tecnologia são:

- a) Distância a ser coberta pelo sistema;
- b) Quantidade de dados por unidade de tempo;
- c) Taxa de atualização da informação;
- d) Atraso máximo permitido pelo sistema e;
- e) Interferências devidas aos equipamentos e obstáculos.

Alguns dos padrões de rede sem fio, aplicados em redes industriais, de acordo com Mata (2006) são:

- a) IEEE 802.11b Wi-Fi;
- b) IEEE 802.15.1 Bluetooth e;
- c) IEEE 802.15.4 ZigBee.

Abaixo temos um quadro comparativo (Figura 12) entre esses padrões aplicados em redes sem fio.

Norma IEEE (nome de mercado)	802.15.1 (Bluetooth)	802.11b (Wi-Fi)	802.15.4 (ZigBee)
Aplicação principal	Eliminar a fiação atual	Internet, e-mail, multimídia	Controle e monitoração
Frequência de operação	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
Taxa de comunicação (Kbps)	1000-3000	11000	20-250
Distâncias alcançadas com visada direta (m)	30 (Classe 2) 100+ (Classe 1)	100+(antenas direcionais)	30-70, 100+ (com amplificador externo)
Número de equipamentos	7	32	2*64
Autonomia da bateria (dias)	1-7	0,5-5	100-1000+
Consumo na transmissão	45mA (Classe 2) <150mA (Classe 1)	300 mA	30 mA
Conveniência para controle e supervisão aplicações industriais	Baixa (Boa média mas conexão inicial lenta)	Baixa (Taxa alta mas conexão inicial lenta)	Boa (Bom compromisso entre taxa e custo de conexão)
Tecnologia de espalhamento espectral	FHSS	DSSS	DSSS
Tamanho do firmware (KB)	50+	70+	40
Vantagens relativas	Custo, Flexibilidade	Velocidade, Flexibilidade	Potência, Custo

Figura 12 - Padrões de redes wireless

3.2 - TOPOLOGIAS da Rede

A topologia descreve basicamente como é organizada a estrutura física da rede, e também o modo Como os dispositivos estão ligados à mesma. A topologia física descreve a verdadeira aparência da rede e a topologia lógica descreve como é o fluxo de dados através da rede.

Existem diversas formas de se interligar dispositivos em uma rede e as mais encontradas e segundo Borges(2008) são:

- a) Ponto a Ponto: É caracterizada pela comunicação direta entre dois dispositivos. É muito utilizada para operações de programação, configuração ou supervisão de equipamentos;
- b) Barramento: Nesta configuração todos os dispositivos compartilham de um mesmo canal principal de comunicação, por onde toda informação da rede trafega. É uma configuração muito utilizada na indústria pela sua simplicidade de instalação e manutenção;
- c) Anel: Trata-se um tipo de a topologia ponto a ponto onde cada dispositivo é conectado ao próximo e fechando-se o último ao primeiro. Uma desvantagem dessa topologia é que a inoperância de um dispositivo pode comprometer o funcionamento de toda a rede;
- d) Árvore: Essa configuração assemelha-se a uma distribuição hierárquica, tal como os ramos de uma árvore, onde existe apenas um caminho para se chegar a cada um dos dispositivos. É mais comumente encontrada em sistemas híbridos, no qual foram se agregando outras sub-redes e;

- e) Estrela: Nesta configuração todos os dispositivos são conectados diretamente ao equipamento central da rede, normalmente uma PLC ou Microcomputador. Essa configuração geralmente é evitada na indústria, pois uma das motivações do aparecimento das redes industriais foi exatamente a diminuição da quantidade de cabos de conexão que eram conectados os PLC.

3.3 - TIPOS DA COMUNICAÇÃO SERIAL

O tipo de comunicação define basicamente os equipamentos que participam da troca de dados (ELETRONICA, 2001).

Ainda, segundo Eletrônica (2001) os tipos mais encontrados no mercado:

- a) Ponto a Ponto: Neste tipo de comunicação a troca de informações é feita diretamente entre os dois participantes da rede, não havendo a necessidade de um elemento gerenciador. São utilizadas em equipamentos autônomos que normalmente realizam suas tarefas sem a ajuda do mestre, mas necessitam de configuração ou dados para manipulação;
- b) Mestre – Escravo: A comunicação do tipo Mestre¹⁶ – Escravo¹⁷ ocorre quando a rede possui um mestre para gerenciar a comunicação entre os equipamentos na rede, e tem a função de sempre solicitar e receber os dados e comandos. Os outros equipamentos, conhecidos como escravos, nunca iniciam a comunicação e respondem aos comandos do mestre;

¹⁶ Participante da rede que inicia uma comunicação, controlando o tráfego na rede.

¹⁷ Elemento passivo, que nunca inicia uma comunicação.

- c) Multi – Mestre: A rede Multi- Mestre permite que dois mestres utilizem o mesmo meio físico para se comunicarem com os escravos. É pouco utilizado devido a sua complexidade. O mais comumente encontrado são redes em que cada mestre possui seu próprio conjunto de escravos e;
- d) Produtor – Consumidor: As redes do tipo produtor–consumidor são aquelas que suportam os três métodos de comunicação expostos anteriormente. É a mais flexível, pois dependendo do tipo de informação a ser trocada pode–se optar pelo método mais adequado, otimizando-se assim o uso do meio físico. Um elemento da rede “produz” a informação na rede enquanto que os elementos que necessitam dessa informação a “consomem”. Esse método visa a eliminar as trocas de dados desnecessárias.

3.4 – MÉTODOS DE COMUNICAÇÃO

Os métodos de comunicação definem a forma que as informações, também chamadas de mensagens, são trocadas pela rede.

Os métodos mais encontrados no mercado são segundo Eletronica(2001):

- a) Mensagem Direcionada (*Polled Message*): Neste método o mestre da rede gera uma mensagem de comando direcionada a um determinado escravo (Figura 13), além de transmitir os dados específicos para este escravo. A resposta é direcionada somente ao mestre da rede e também inclui nela os dados do escravo para o reconhecimento pelo mestre de sua resposta.

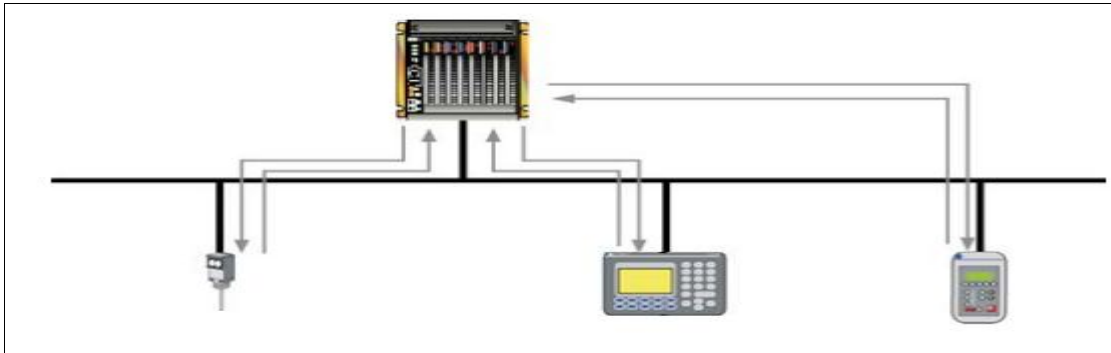


Figura 13 – Método Polled Message
 Fonte: Eletronica (2001)

b) Receptor Endereçado (*Strobed Message*): Neste método de comunicação o mestre da rede transmite uma mensagem do tipo *multi-cast*¹⁸ para todos os escravos configurados como *strobed*¹⁹, além de um bit de comando para cada um deles, juntamente com a instrução desejada e aguarda resposta de todos os escravos (Figura 14).

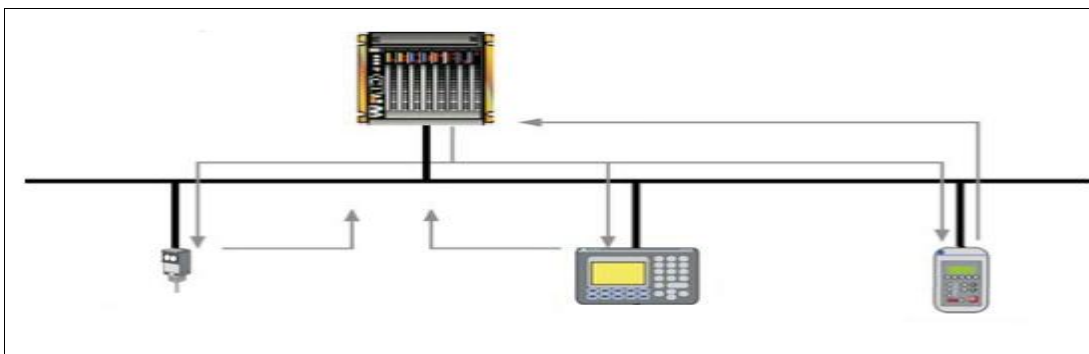


Figura 14 - Método Strobed Message
 Fonte: Eletronica (2001)

c) Mensagens Cíclicas (*Cyclic Message*): Neste método de comunicação, tanto o mestre da rede como os escravos podem gerar um mensagem cíclica (Figura 15), a intervalos de tempo pré-estabelecidos, juntamente com o comando ou informação a ser enviada;

¹⁸ Mensagem enviada a todos os participantes da rede

¹⁹ Ouvinte da rede

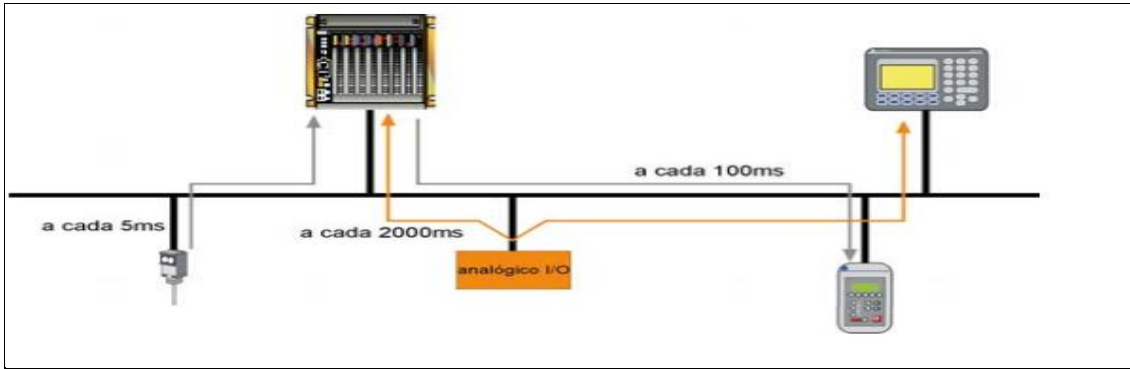


Figura 15 - Método Cyclic Message
 Fonte: Eletronica (2001)

d) Mudança de estado da Mensagem (*Change of State Message*): Neste método de comunicação, sempre que houver uma mudança no estado de alguma variável controlada, é gerada na rede uma informação sobre o novo estado dessa variável, cabendo ao mestre da rede reconhecer essa mensagem e retornar uma nova mensagem na rede com os comandos desejados (Figura 16). É um dos métodos mais eficientes, pois reduz o tráfego de mensagens desnecessárias na rede.

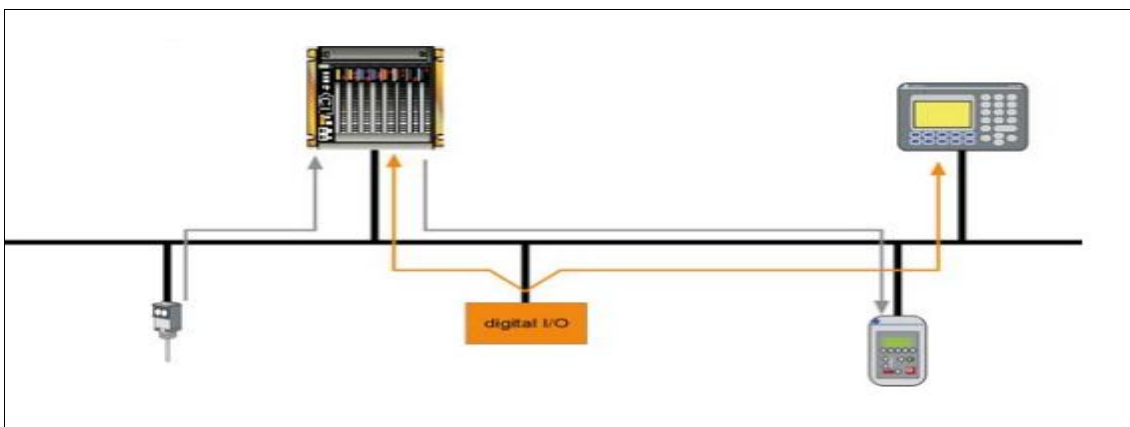


Figura 16- Método Change os State Message
 Fonte: Eletronica (2001)

3.5 – NÍVEL DA REDE

Podemos categorizar as redes industriais de acordo com a complexidade dos dados trafegados por ela, além do formato da informação, bem como o tempo necessário para a informação chegar até o seu destino.

Inicialmente as redes industriais ocupavam apenas o nível do chamado “chão de fábrica”, ou seja, no nível dos equipamentos, sensores e atuadores diretamente envolvidos no controle dos processos.

Atualmente com a tendência de convergência das redes abrangerem desde o chão-de-fábrica até o nível da rede corporativa da indústria, surgiram camadas de redes industriais com níveis de organização e complexidade mais sofisticadas, que se utiliza de equipamentos mais sofisticados.

De acordo com Coghi (2003) podemos classificá-las da seguinte maneira:

- a) Nível zero – Barramento de Sensores (*SensorBus*): São redes que se caracterizam por um tráfego contendo a informação (dados) com o tamanho de bits e velocidade da ordem de milissegundos. Como exemplos dos dispositivos que participam desse nível de rede têm os sensores e atuadores que operam no modo discreto, tendo apenas os estados de ligado ou desligado, tais como interruptores, botoeiras, sinaleiras, válvulas solenoide e relês (COGHI, 2003);
- b) Nível um - Barramento de Campo (*FieldBus*): Essas redes se caracterizam por um tráfego contendo a informação (dados) com o tamanho de bytes e velocidade de dezenas de milissegundos. Como exemplo de dispositivos que operam neste nível de rede, podemos citar os medidores e atuadores que trabalham com grandezas contínuas, tais como os transmissores de temperatura, pressão e vazão (COGHI, 2003);
- c) Nível dois- Barramento de Dispositivos (*DeviceBus*): Essas redes se caracterizam por um tráfego contendo a informação (dados) do tamanho de *bytes* ou blocos de *bytes* e velocidade de comunicação de dezenas a centenas de milissegundos. Como exemplo de dispositivos que operam neste nível de rede, podemos citar os equipamentos mais complexos tais como os PLC, controladores dedicados, inversores de frequência, balanças digitais, módulos remotos de entrada e saída. (COGHI, 2003) e;

d) Nível três - Barramento de Dados (*DataBus*): Essas redes se caracterizam por tráfego contendo a informação (dados) do tamanho de blocos de bytes ou mesmo arquivos e velocidade de comunicação de até alguns segundos. Como exemplo de equipamentos que operam neste nível de rede, podemos citar os sistemas de supervisão, computadores dos diversos departamentos da gerência industrial. É o nível mais alto da rede industrial, e também o mais recente, já que se interliga com a rede convencional de computadores e torna acessível à gerência informação sobre o estado de operação da planta instalada (COGHI, 2003).

Nos três primeiros níveis de rede industrial, apesar do tamanho da informação (dado) trafegada ser pequena, temos a necessidade que sua velocidade de resposta seja a mais rápida possível, devido ao efetivo controle que os dispositivos nestes níveis exercem sobre os equipamentos industriais. Assim, fica evidente a necessidade de que comunicação seja determinística, devido à urgência e a importância da informação nela trafegada, para a tomada de decisões de controle no processo industrial em que elas operam.

Nas redes do nível três, não temos essa necessidade de forma tão evidente, já que a informação manipulada pelos setores servidos por este nível se processa no nível gerencial da empresa e não diretamente no nível físico.

CAPITULO IV – PROTOCOLOS DAS REDES INDUSTRIAIS

Os protocolos de comunicação em redes, ou simplesmente protocolos de redes, são um conjunto de regras que padronizam a forma em que dois ou mais dispositivos trocam informações entre si (MIRANDA, 2007)

Ainda segundo Miranda (2007) os protocolos de redes industriais podem ser classificados como protocolos proprietários ou protocolos abertos.

Os protocolos proprietários pertencem a uma determinada empresa ou fabricante e só podem ser utilizados em redes ou equipamentos fabricados por eles, ou com a sua autorização, o que prende o usuário com aquele fornecedor ou fabricante, fator esse muito preocupante para o usuário. Já os protocolos abertos normalmente são elaborados por órgãos ou conjunto de fabricantes, e pode ser utilizado livremente, fato que contribui muito para a sua adoção, devido à redução de custos devido à utilização de equipamentos de diversos fornecedores ou fabricantes.

Existe atualmente uma grande variedade de protocolos de rede, que podem ser utilizados nos mais diversos níveis de redes industriais, cada um com suas características próprias, vantagens e desvantagens. A figura 17 apresenta os mais frequentemente encontrados e sua participação no mercado mundial (CARO, 2007).

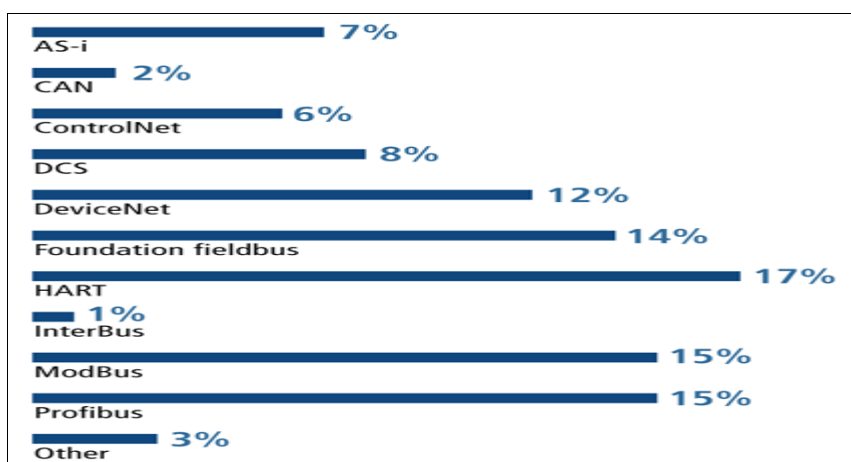


Figura 17- Participação no mercado
Fonte: Caro (2007)

Com a finalidade de facilitar a comparação entre os diferentes protocolos serão apontados as principais características desses protocolos.

4.1 – REDE DO TIPO AS-I

A rede AS-I (*Actuador Sensor Interface*) tem como característica principal trafegar informações de natureza discreta, ou seja, dados provenientes de sensores discretos e de atuadores do tipo Liga-Desliga (LUGLI;SANTOS, 2010).

É um protocolo de rede de padrão aberto (www.as-interface.net) e sua especificação está na norma europeia – EN50295.

As principais características dessa rede segundo Lugli e Santos (2010) são

- a) A utilização de um mesmo par de fios para a alimentação e a comunicação;
- b) Permite a realização de derivações em qualquer ponto da rede, inclusive com mesma energizada;
- c) Admite as topologias de estrela, linear ou árvore;
- d) Utiliza no máximo quatro bits de informação;
- e) Opera com taxa de transmissão fixa de 167,5 Kpbs e;
- f) Comprimento máximo da rede de 100m por.

Suas principais vantagens segundo Lugli e Santos (2010) são:

- a) Economia de *hardware* pois utiliza apenas um cabo para a rede;
- b) Um dispositivo mestre apenas;
- c) Baixo custo e facilidade de instalação da rede;
- d) Baixo custo por dispositivo escravo instalado;

- e) Permite conexões e desconexões sem interrupções no funcionamento (“troca a quente”) e;
- f) Fácil operação e monitoramento (LUGLI;SANTOS, 2010).

Suas principais limitações são:

- a) Limitação da quantidade de informações (quatro bits apenas);
- b) É uma rede estritamente mestre-escravo;
- c) No máximo 31 escravos;
- d) Tempo de ciclo de cinco MS (LUGLI;SANTOS, 2010).

4.2 – REDE DO TIPO CAN

A rede do tipo CAN (*Controller Area Network*) originou-se de um protocolo desenvolvido pela Bosch em 1996, desenvolvido originalmente para aplicações automotivas, acabou migrando para as aplicações em redes industriais (LUGLI;SANTOS, 2010).

É um protocolo de rede aberto liderado por uma associação de fabricantes (www.can-cia.de) e sua especificação como padrão mundial aconteceu em 1994 pela ISO11898.

Suas principais características segundo Lugli e Santos (2010) são:

- a) Tamanho da informação de oito bytes;
- b) Velocidade de até 1Mbit/s;
- c) Padrão elétrico TIA/EIA 485;
- d) Número máximo de 64 pontos e;
- e) Comprimento da rede de até 500m;

Suas principais vantagens segundo Lugli e Santos (2010) são:

- a) Utiliza o conceito de *broadcast*²⁰ e *multicast*²¹;
- b) Mensagens de dados pequenas (máximo oito *bytes*);
- c) Cada mensagem carrega um identificador que controla sua prioridade;
- d) Possui capacidade de operar em redes multimedias;
- e) Capacidade de detectar e sinalizar erros de transmissão e;
- f) Baixo custo de instalação e manutenção.

Suas principais limitações segundo Lugli e Santos (2010) são:

- a) Aceitação limitada fora da Europa;
- b) Grande variação de subfamílias que não atendem totalmente ao padrão e;
- c) Protocolo relativamente complexo, dificultando seu uso por desenvolvedores de equipamentos.

4.3 - REDE DO TIPO CONTROLNET

A rede do tipo *ControlNet* (*Controller Network*) foi desenvolvida pela Allen-Bradley em 1995 inicialmente como uma rede proprietária destinada apenas aos produtos da própria empresa. Em 1996 tornou-se um protocolo aberto sendo hoje associado a ODVA (*Open DeviceNet Vendor Association*- <http://www.odva.org>), organização que promove e divulga várias redes.

É uma rede serial para transmissão de dados críticos ao processo. Os dados são transmitidos a intervalos de tempo configuráveis, porém não chega a ser uma rede determinística.

Suas principais características são

²⁰ Mecanismo de distribuição para todos os participantes da rede

²¹ Mecanismo de distribuição para um grupo específico de participante da rede

- a) Opera no modelo Produtor-Consumidor;
- b) Utiliza cabo coaxial como meio físico;
- c) O comprimento da rede pode chegar até a 1000m;
- d) Até 99 participantes da rede e;
- e) Taxa de transmissão de até 5 Mbit/s (LUGLI;SANTOS., 2010)..:

E suas principais vantagens são:

- a) É uma rede determinística e;
- b) Admite a existência de vários repetidores para aumentar o comprimento máximo da rede (LUGLI;SANTOS., 2010)..:

Suas principais desvantagens são:

- a) A rede é limitada quanto aos mecanismos de diagnósticos e;
- b) Os dispositivos utilizados são relativamente caros se comparados com outras redes (LUGLI;SANTOS., 2010)..:

4.4 – REDES DO TIPO DCS (SDCD)

Os Sistemas de Controle Distribuídos (*Distributed Control System*) são sistemas destinados ao controle e supervisão de plantas fabris inteiras e por isso sistemas grandes e complexos. Seu foco está no gerenciamento da planta fabril como um todo, trocando informações com os diversos subsistemas instalados.

A grande maioria desses sistemas são proprietários, mas podem ser interligados com a maioria das redes de controle existentes através de adaptadores de protocolos.

Esses sistemas podem ser divididos em quatro subsistemas, segundo Machado(2006), o sistema que está diretamente ligado ao processo (aquisição e controle

local), o sistema de monitoração e controle, o sistemas de supervisão e otimização e o sistema de comunicação (responsável pela interligação dos outros subsistemas).

Suas características principais conforme Machado(2006) são:

- a) Sistemas gerais de controle e supervisão e;
- b) Interligação de diversas tecnologias (sistemas híbridos).

Suas principais vantagens ainda conforme Machado (2006) são:

- a) Acessam todas as informações das redes interligadas ao sistema;
- b) Permitem uma visão geral do funcionamento e estado do sistema e;
- c) Permitem antecipar situação através de simulações.

Suas principais desvantagens:

- a) Sistemas complexos e de alto custo;
- b) Sistemas proprietários;
- c) Inexistência de padrões;
- d) Alto tempo de implantação (MACHADO, 2006).

4.5 – REDES DO TIPO DEVICENET

A rede do tipo *DeviceNet (Devices Network)* foi desenvolvida pela *Allen-Bradley* em 1994 já com a intenção de ser um protocolo aberto e teve sua tecnologia transferida para ODVA em 1995 . É uma rede digital multiponto para conexão entre sensores, atuadores e sistemas de controle industrial. Foi desenvolvida com o foco na flexibilidade e interoperabilidade de uso em diversos segmentos industriais.

Suas principais características são de acordo com Eletronica(2001):

- a) Opera no modelo Produtor-Consumidor;
- b) Utiliza dois pares de fio como meio físico;
- c) Aceita as topologias de barramento, árvore e linha;
- d) O comprimento da rede pode chegar até a 500m;
- e) Até 64 participantes da rede e;
- f) Taxa de transmissão de até 500 kbit/s.

Suas principais vantagens de acordo com Eletrônica(2001):são:

- a) Admite “troca a quente” de dispositivos;
- b) Grande oferta de equipamentos de diversos fabricantes e;
- c) Os dispositivos são alimentados pela própria rede, dispensando fontes de alimentação individuais;

Suas principais desvantagens de acordo com Eletrônica(2001):são:

- a) O cabeamento é feito por condutores específicos para essa rede;
- b) Como os dispositivos são alimentados pela rede, deve-se ter cuidado para não sobrecarregá-la e;
- c) Atenção especial quanto ao aterramento da rede.

4.6 – REDES DO TIPO FOUNDATION FIELDBUS

O padrão *Foundation Fieldbus* é muito mais que um protocolo de comunicação ou de uma rede industrial (PERES;MATA, 2004). É um padrão aberto que engloba diversas tecnologias aplicadas no controle de processos e automação industrial, sendo constituído de um sistema heterogêneo composto de software e *hardware*, e cuja tecnologia é controlada pela Fieldbus Foundation (www.fieldbus.org).

A diferença básica entre esse conceito e os outros protocolos. É que cada dispositivo da rede pode controlar diretamente o processo, trocando informações

com outros dispositivos da rede se necessário, não possuindo obrigatoriamente um controlador central, como acontece nas outras redes.

Suas principais características conforme Sobrenome Filho et al (2004) são

- a) Até 32 dispositivos participantes da rede;
- b) O meio físico utilizado é o par de fios trançado blindado;
- c) Comprimento da rede de até 1800m;
- d) Codificação de sinais do tipo Manchester²²;
- e) Taxa de transmissão de até 32kbit/s e;
- f) Rede do tipo determinística.

De acordo com Sobrenome Filho et al (2004) as principais vantagens são:

- a) Arquitetura bastante completa que permite mesclar equipamentos de diversos fabricantes;
- b) Controle distribuído que aproveita os recursos do dispositivo local, dividindo as tarefas e;
- c) Operação local dos dispositivos em caso de falhas na rede de comunicação.

e suas principais limitações são:

- a) O número de dispositivos alimentado pela própria rede só pode chegar a 12, sendo que o restante deve possuir alimentação própria;
- b) Acima de 16 dispositivos a velocidade da rede pode ser comprometida já que não há um controlador central que coordene a rede e;
- c) Em áreas com risco de explosão o número deve ser de até quatro dispositivos.

4.7 – REDES DO TIPO HART

²² O mesmo tipo de código utilizado nas redes locais do tipo Ethernet.

A rede do tipo HART (*Highway Addressable Remote Transducer*) foi desenvolvida pela empresa Fisher Rosemount na década de 1980, no início como um protocolo proprietário, mas se tornou um padrão aberto em 1990 e tem evoluído muito desde então, e é mantido pela Hart Communication Foundation (<http://www.hartcomm.org>).

Uma das características que mais ajudaram na aceitação desse padrão foi o fato de que apesar de ser um protocolo digital, ele também aceita a comunicação por loop de corrente de 4 a 20mA Cassiolato(2009), aproveitando as malhas de controle já existentes no controle de válvulas e outros dispositivos industriais.

Suas principais características de acordo com Cassiolato (2009) são:

- a) O meio físico utilizado é o par de fios trançado;
- b) Taxa de transmissão de 1200 bps;
- c) Transmissão de dados assíncrona;
- d) Tempo médio de aquisição de um dado é de 378,5 ms;
- e) Rede do tipo Mestre-Escravo;
- f) Topologia ponto a ponto ou multiponto;
- g) Comprimento da rede de até 3000m e;
- h) Até 15 dispositivos na rede.

Suas principais vantagens são:

- a) A utilização das malhas de controle analógicas já existentes na maioria das instalações industriais;
- b) Suportado pela maioria dos fabricantes de controladores analógicos e;
- c) Permite a configuração de dispositivos no próprio local (ASSIOLATO, 2009).

Cassiolato (2009) diz que as principais limitações são:

- a) Pequeno número de dispositivos numa mesma rede e;
- b) Não indicado em aplicações com um tempo de resposta muito crítico.

4.8 – REDES DO TIPO INTERBUS

A rede do tipo *InterBus* é uma a rede de alta velocidade e que permite que grandes quantidades de dados trafeguem pela rede. Foi desenvolvido pela Phoenix Contact em 1987e suas especificações ficaram a cargo do *Interbus Club* (<http://www.interbusclub.com>) (VAZ, 2008).

Vaz (2008) diz que as principais características são:

- a) Meio físico TIA/EIA 485;
- b) Taxa de transmissão fixa em 500Kbit/s;
- c) Comprimento da rede de até 400m;
- d) Até 32 dispositivos;
- e) Rede do tipo Mestre-Escravo e;
- f) Sequência física na instalação.

e que suas principais vantagens são:

- a) Fácil integração com outras redes e;
- b) Facilidade de Instalação e manutenção;

Suas principais desvantagens:

- a) O rompimento da rede causa a parada dos dispositivos conectados posteriormente ao ponto de desconexão e;
- b) Troca de endereço na rede dificultada devido a sequencia física (VAZ, 2008).

4.9 – REDES DO TIPO MODBUS

A rede do tipo *ModBUS* foi criada em 1978 pela empresa *Modicon* (atual *Schneider*) , fabricante dos primeiros PLC, já como uma rede de padrão aberto e disponibilizado para uso geral. Esse pioneirismo contribuiu para que o *ModBus* se tornasse uma das redes mais utilizadas no mundo. O padrão é mantido pela Organização *ModBus* (www.modbus.org) .

“Para ter uma ideia de sua importância ela adotada pela China como padrão oficial de rede industrial naquele país” (ATUAL, 2005 p. 8).

Existem duas modalidades da rede ModBus, a ModBus RTU (*Remote Terminal Unit*) e a ModBus ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). A versão RTU é a mais utilizada, pois é mais simples no que se refere ao tamanho dos dados trafegados na rede.

Suas principais características de acordo com Brune(2005) são:

- a) Rede do tipo Mestre-Escravo;
- b) Taxa de transmissão de até 115200bps (tipicamente 9600bps);
- c) Meio físico TIA 232, TIA 485, Fibra Ótica ou Wireless;
- d) Até 248 dispositivos na rede e;
- e) Admite o mecanismo de Broadcast.

Suas principais vantagens são:

- a) Possui apenas cinco tipos de dados padronizados;
- b) Grande número de redes instaladas;
- c) Grande oferta de dispositivos de diversos fabricantes;
- d) Simplicidade de instalação, operação e manutenção e;
- e) Várias ferramentas de diagnóstico (BRUNE, 2005).

Suas principais desvantagens são:

- a) Sua eficiência depende do número de dispositivos na rede e;
- b) As regras de temporização são muito rígidas e devem ser respeitadas trazendo perda de eficiência na rede (BRUNE, 2005).

4.10 – REDES DO TIPO PROFIBUS

A rede do tipo ProfiBus (*Process FieldBus*) é um padrão de rede de campo aberto que teve sua origem na associação de companhias e institutos em 1987 na Alemanha, destinadas à realização e estabilização de um barramento industrial. O padrão é garantido pelas normas EN 50170 e EN 50254 e revisado pela IEC 61158. A constante atualização desse padrão fica a cargo Organização Profibus (www.profibus.com), e é considerado um dos padrões mais completos atualmente disponíveis Associação Profibus(2006) e um dos mais utilizados mundialmente.

Pode ser subdividido em dois níveis conforme o tipo de aplicação:

ProfiBus PA- Automação de Processos(*Process Automation*) : Desenvolvido para aplicações apenas em sistemas de transmissão de sinais 4 a 20ma ou Hart. Sua velocidade é fixa em 31.5 Kbps e depende da versão Profibus DP para operar.

ProfiBus DP - Periferia Descentralizada (*Decentralized Periphery*): é o mais frequentemente utilizado. Desenvolvido para alta velocidade e conexão de baixo custo, foi projetado especialmente para a comunicação entre sistemas de controle de automação.

Suas principais características são:

- a) Meio físico TIA/EIA 485 ou fibra ótica (Profibus DP);
- b) Par de fios trançado (Profibus PA);
- c) Taxa de transmissão de até 93,75kbps (Profibus DP);
- d) Comprimento da rede de até 1200m;
- e) Até 125 dispositivos e;
- f) Rede do tipo Mestre-Escravo;

Suas principais vantagens são:

- a) Grande oferta de dispositivos de vários fabricantes;
- b) Facilidade de Instalação e manutenção;
- c) Vários recursos de diagnóstico da rede;
- d) Facilidade de integração com outras redes e;
- e) Padrão bastante maduro no mercado.

Suas principais desvantagens:

- a) Não pode ser instalado em áreas com risco de explosão; Os dispositivos escravos devem possuir alimentação própria e;
- b) Atenção especial ao aterramento da rede.

CAPITULO V – TENDÊNCIAS PARA O FUTURO- ETHERNET INDUSTRIAL

Talvez a maior novidade na área das redes industriais, seja justamente à volta ao começo. A rede Ethernet, a rede mais utilizada como padrão das redes locais convencionais, começa a entrar no ambiente industrial (ELETRÔNICA,2001).

Desde a sua concepção na década de 1970 nos laboratórios da Xerox, ela vem se desenvolvendo continuamente, com o aumento gradativo de sua velocidade, aliado ao grande número de fabricantes de equipamentos o que resultou numa significativa no custo de seus componentes, tais como placas de rede, cabos, *hubs* e roteadores. A grande vantagem da adoção do padrão Ethernet é a de conectar as redes industriais com a rede corporativa da empresa, fazendo com que as informações no nível de produção estejam disponíveis ao nível gerencial, inclusive em tempo real, facilitando assim a tomada de decisões administrativas estratégicas.

Era inevitável que esse padrão não migrasse para o meio industrial, mas a sua utilização em aplicações desta natureza esbarra em alguns aspectos:

- a) Por não ser uma rede determinística, pois se baseia no mecanismo CSMA/CD²³ para controlar o acesso ao meio físico, o tempo de envio das informações não é constante, já que é afetada pelo tráfego e as colisões entre os pacotes;
- b) O meio mais utilizado na Ethernet é o par de fios trançado, e pelo fato de não ser blindado o torna suscetível às interferências eletromagnéticas próprias do meio industrial;
- c) O fato da rede do tipo Ethernet não ser capaz de alimentar seus dispositivos, dificultando sua instalação em dispositivos de campo e;

²³ Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

- d) Ao conectar a rede corporativa com a industrial, o controle do processo pode ter sua segurança comprometida, já que pode ser tornar alvos de ataques via rede.

Algumas das soluções para esses problemas foram o aumento considerável da velocidade de transmissão (a custo de *hardware* específico, o que aumenta seu custo), divisão da rede em sub-redes, e uso de redundância nos equipamentos.

A maioria das organizações que mantêm padrões de redes criaram seus próprios padrões de redes Ethernet Industrial, cada um suas próprias soluções em termos de aplicações, inclusive algumas dessas especificações utilizando *hardware* dedicado.

CONCLUSÕES

O objetivo principal desse estudo era descrever as principais características das redes industriais mais comumente encontradas. Foi destacado que existem atualmente vários tipos de redes industriais com as mais diversas características, cada uma com suas vantagens e desvantagens. Sua utilização já ima uma realidade, levando-se em consideração o número de instalações, na casa dos milhões de nós, e aumentam a cada ano, principalmente devidos à redução dos custos dos dispositivos eletrônicos.

Este breve trabalho mostra que optar por qualquer um dos padrões existentes, ou dos que surgirão, não é tarefa fácil. E depende de diversos fatores como o tipo de processo ao qual será aplicada a rede, qual a natureza das informações, disponibilidade de fornecedores, políticas regionais, custo e diversos outros fatores, que devem ser muito bem avaliados, antes de uma escolha por um dos padrões existentes.

Várias empresas veem com desconfiança a conexão de suas redes industriais com as redes corporativas, já que a mesma tecnologia que facilita o acesso as informação do chão de fábrica, também a tornam suscetíveis a invasões, com consequências muito sérias.

É muito improvável que um padrão de rede definitivo apareça, pois envolve questões de interesse de grandes fabricantes de equipamentos, cada qual tentando impor ao mercado sua filosofia, tanto que existe um termo que simboliza muito bem o panorama atual que é o “*FieldBus War*” (Guerra dos Barramentos de Campo).

Faça sugestão de pesquisas futuras ok

REFERÊNCIAS

ALTUS . **Manual de Utilização- Séire Piccolo**.Porto Alegre: Altus Sistemas S.A, 2003.

ASSOCIAÇÃO PROFIBUS. **Profibus Descrição Técnica**. São Paulo. Associação Profibus, 2006.

ATUAL, MECATRÔNICA. **China adota ModBus como padrão nacional**. São Paulo : Mecatrônica Atual, 2005. - Vol. 21.

BORGES, Fátima. **Manual de Treinamento de P.L.C.** Portugal . Schneider Electric Portugal, 2008.

BRAGA, Newton C. **Comunicação serial na Indústria usando o protocolo RS-232** . São Paulo : Saber Eletrônica, 2003. - Vol. 09.

BRUNE, Osmar. **Redes ModBus RTU** . São Paulo .: Mecatrônica Atual, 2005. - Vol. 15.

CARO, Richard. **Fieldbus: Where do we stand?** Isa-Intech . ISA, 2007. - 2010 disponível em <http://www.isa.org/InTech>. acesso em 20 dez. de 2010.

CARVALHO, Paulo César de. **Um pouco de história sobre os Controladores Lógicos Programáveis e a Automação Industrial** . São Paulo: Mecatrônica Atual, 2005.

CASSIOLATO, César. **O protocolo digital HART** . São Paulo. Saber Eletronica, 2009.vol. 43.

COGHI, Marco Antonio. **Características de Comunicação em Redes Industriais**. São Paulo. Mecatrônica Atual , 2003. - Vol. 11.

COZZO, Reinaldo. **Tecnologia Industrial Wireless - Coceitos Básicos** . São Paulo. Saber Eletrônica, 2008.

COZZO, Reinaldo. **Tecnologia industrial wireless: conceitos básicos**. São Paulo: Saber Eletrônica, 2008

ELETRONICA, SENSE. **Curso de Redes Industriais**. São Paulo...: Sense Eletronica, 2001.

FERREIRA, Felipe de Castro. **Apostila do Curso de Projetos de Redes**. .. Vila Velha . ESAB – Escola Superior Aberta do Brasil, 2008.

PERES, Gilson Fonseca ; MATA, Rogério Souza. **Fundamentos da Tecnologia Foundation Fieldbus** . São Paulo. Mecatronica Atual, 2004. - Vol. 18.

LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. **Redes Industriais para Automação Industrial**. São Paulo. Érica, 2010.

LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. **Sistemas Fieldbus Para Automação Industrial**. São Paulo. Érica, 2010.

MACHADO, Marcelo Lucas Pereira. **Introdução ao Controle Industrial**. Site do CEFETES. disponível em://ftp.cefetes.br/Cursos/EngenhariaMetalurgica/Marcelolucas/ Disciplinas /Automacao/ acesso em 10 jan 2011

MATA, Rogério Souza da. **Automação Industrial Wireless**. São Paulo. Mecatrônica Atual, 2006.

MATIAS, Juliano. **Entenda o Protocolo Elétrico RS-485**. São Paulo. Saber Eletrônica, 2002. Vol 4.

MIRANDA, Anibal D. A. **Apostila do Curso Introdução às Redes de Computadores**. Vila Velha. ESAB – Escola Superior Aberta do Brasil, 2008.

MIRANDA, Anibal D. A. **Apostila do Curso Protocolos de Redes**. Vila Velha. ESAB – Escola Superior Aberta do Brasil, 2007.

PEREIRA, Filipe. **CLPs e Programação**. Mecatronica Atual, 2009.

PHOENIX CONTACT. **Signal Converters Interface Catalog**. Middletown : Phoenix Contact, 2010.

ROSS, Julio. **Redes de Computadores**. São Paulo. Antenna Edições Técnicas , 2008.

SIEMENS . **Technical data: S7- 400 CPUs**. Siemens A.G., 2009.

VAZ, Márcio M. **20 anos de Interbus e 10 milhões de nós depois!** - São Paulo : Valet Editoria Técnica, 2008. - Vol. 139.