

COMUNICAÇÃO DE DADOS EM REDES DE AMBIENTES INDUSTRIAIS – REDES PROFIBUS E DEVICENET

João Paulo Pereira¹, Luís Augusto Mattos Mendes (Orientador)¹

¹Ciência da Computação – Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC)
Rua Palma Bageto Viol, s/n – Barbacena - MG.

joaopaulo_tg2000@yahoo.com.br , luisaugustomendes@yahoo.com.br

Resumo: *O aumento da aplicação de redes de transmissão de dados em ambientes industriais para o controle de processo e automação industrial tornou-se uma necessidade nas indústrias, visando atender a diversos sistemas de controle, obter menor custo, maior confiabilidade e desempenho das informações. Este artigo mostra alguns cuidados e práticas no projeto e na instalação que devem ser adotadas na implantação das redes PROFIBUS e DEVICENET, bem como também, uma simples e objetiva explanação destas tecnologias.*

Palavras-Chave: *PROFIBUS, DEVICENET, REDES INDUSTRIAIS, COMUNICAÇÃO DE DADOS*

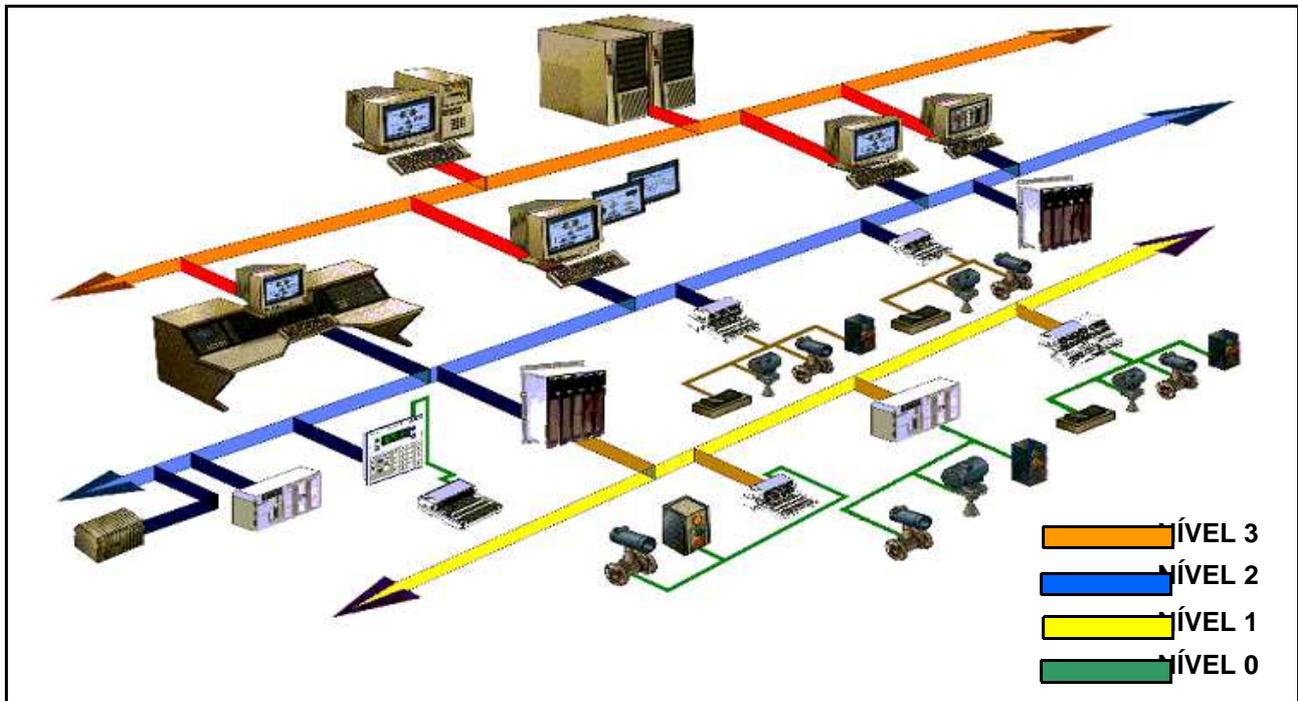
1 – Introdução

É comum, hoje no meio industrial se falar em otimização e quem trabalha neste meio sabe que automação é sinônimo de otimização. Mas por trás de todo processo, estão os meios de comunicação, os quais são os responsáveis por transportar as informações e entregá-las da forma mais precisa possível. Estes meios de comunicação de dados são as chamadas “Redes de Automação” [1].

Para situar, a Figura 1 mostra como é a infra-estrutura de comunicação nas indústrias nos dias de hoje. A aplicação das redes se diferencia conforme a aplicação que se faz destas. Desta forma, faz-se necessário identificar cada nível de aplicação para um melhor entendimento. Temos o nível 3, que seria o nível gerencial/corporativo, que é uma rede de perfil amplo conhecida como Intranet; o nível 2, que seria o nível de produção/processo, que é uma rede de interligação das estações de operação às estações de cálculo, banco de dados, etc; o nível 1, que seria o nível

operacional, que é uma rede que interliga o CLP's às estações de operação e por fim, o nível 0, que é o foco deste trabalho, sendo uma rede de perfil funcional que interliga os sistemas de controle aos dados do equipamento e componentes do processo.

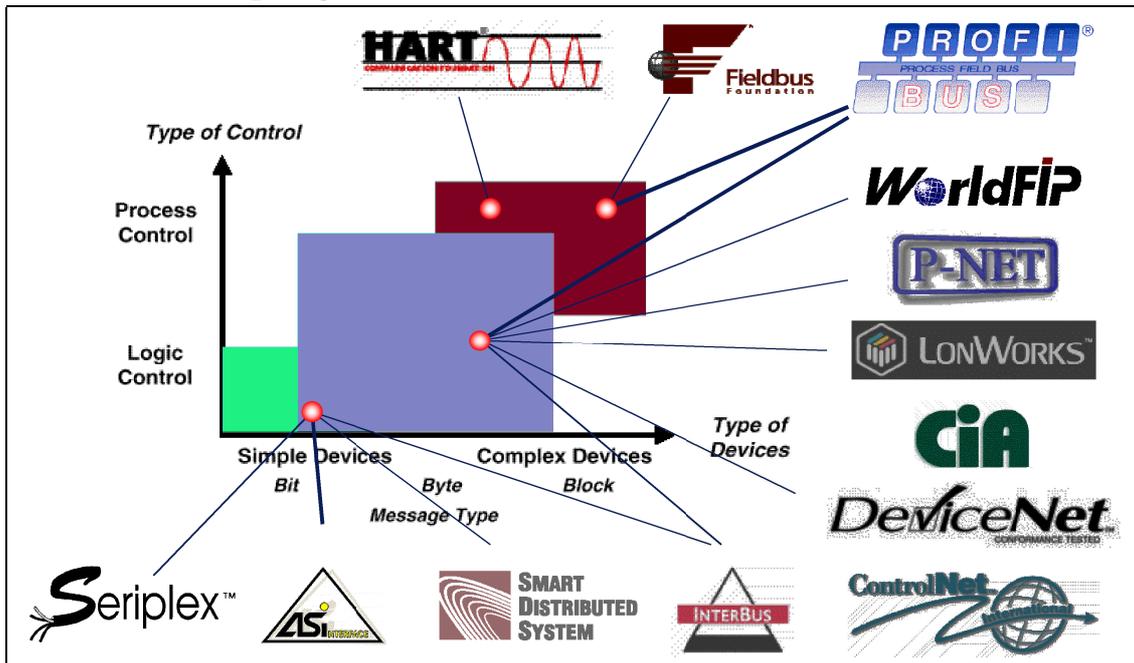
FIGURA 1 –Infra-Estrutura de Comunicação nas Indústrias



Fonte: [Redes de Comunicação de Dados, 2000]

As redes industriais são normalmente classificadas pelo tipo de equipamento conectado a elas e pelos tipos de dados que trafegam pela rede. Os dados podem ser bits, bytes ou blocos. A Figura 2 mostra as faixas de aplicação de cada rede segundo o nível 0. As redes tratadas neste artigo, PROFIBUS DP e DEVICENET, são tipos de redes tratadas como Devicebus ou rede de dispositivos, utilizadas para interligar dispositivos mais genéricos como CLP's, inversores e conversores de frequência, etc. Outra rede tratada também neste artigo, a PROFIBUS PA, se classifica como uma Fieldbus ou rede de instrumentos, utilizada para interligar instrumentos analógicos no ambiente industrial, como transmissores de vazão, pressão e temperatura, etc. Transmitem estruturas de dados mais complexas, possuindo dados no formato de pacotes de mensagem. As redes Sensorbus, são redes de interligação de sensores, mas não são abordadas neste artigo.

FIGURA 2 –Faixa de Aplicação das Redes



Fonte: [Redes de Comunicação de Dados., 2000]

As tecnologias de rede objetivam a eliminação ou minimização de problemas típicos dos antigos sistemas de automação e/ou agregam novos valores a esses sistemas. Essas redes são denominadas *Redes Chão de Fábrica*, onde hoje recebem o *status* de Protocolos Abertos de Comunicação Digital [1].

A capacidade de determinar com precisão quanto tempo se levará para transmitir e receber uma mensagem de um recurso até outro está relacionada ao *determinismo*¹, este que é um ponto muito forte na descrição destas redes.

Este artigo apresenta algumas características para se garantir o determinismo e traçar planos para a elaboração de uma rede que atenda a todos os requisitos desejados.

A seção 2 apresenta as características das redes profibus; a seção 3 apresenta características das redes devicenet; a seção 4 mostra o projeto dessas redes; a seção 5 descreve alguns dos principais pontos para a instalação das redes e a seção 6 apresenta as considerações finais.

¹ O determinismo está relacionado à capacidade em se determinar com precisão quanto tempo se levará para transmitir e receber uma mensagem de um recurso até outro recurso, ou seja, se existe previsibilidade nos tempos de transmissão.

conexão de baixo custo que foi projetado para garantir troca cíclica e rápida de dados no nível de campo. E por fim, PROFIBUS PA (*Processos de Automação*) é uma rede para interligação de instrumentos analógicos, tais como transmissores.

2.1 – Meio Físico

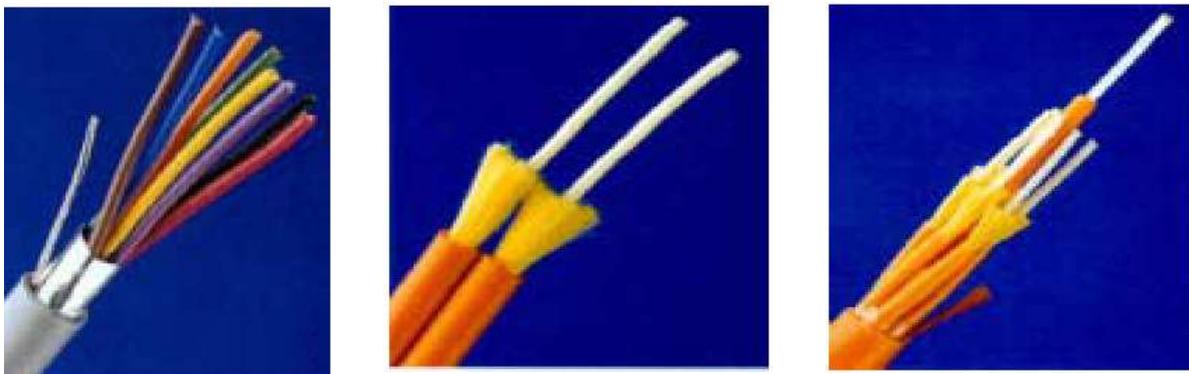
A aplicação de um sistema de comunicação industrial é amplamente influenciada pela escolha do meio de transmissão disponível. Assim sendo, requisitos de uso genérico, tais como alta confiabilidade de transmissão, grandes distâncias a serem cobertas e altas velocidades de transmissão, somam-se às exigências específicas da área de automação de processos tais como operação em área classificada, transmissão de dados e alimentação no mesmo cabo. Ele é o principal responsável por problemas nas aplicações atuais dessas redes. A solução utilizando as redes acaba produzindo novos problemas que não precisariam existir, caso a atenção devida fosse dada ao assunto nas fases de projeto e instalação.

Partindo-se do princípio de que não é possível atender a todos estes requisitos com um único meio de transmissão, existem atualmente três tipos físicos de comunicação disponíveis no PROFIBUS [2]:

- **RS-485** para uso universal, em especial em sistemas de automação da manufatura;
- **IEC 61158-2** para aplicações em sistemas de automação em controle de processo;
- **Fibra Ótica** para aplicações em sistemas que demandam grande imunidade à interferências e grandes distâncias.

A Figura 4 mostra os tipos de cabos utilizados em redes PROFIBUS, que foram descritos anteriormente.

FIGURA 4 – Meio Físico PROFIBUS



Fonte: [Redes de Comunicação de Dados, 2000]

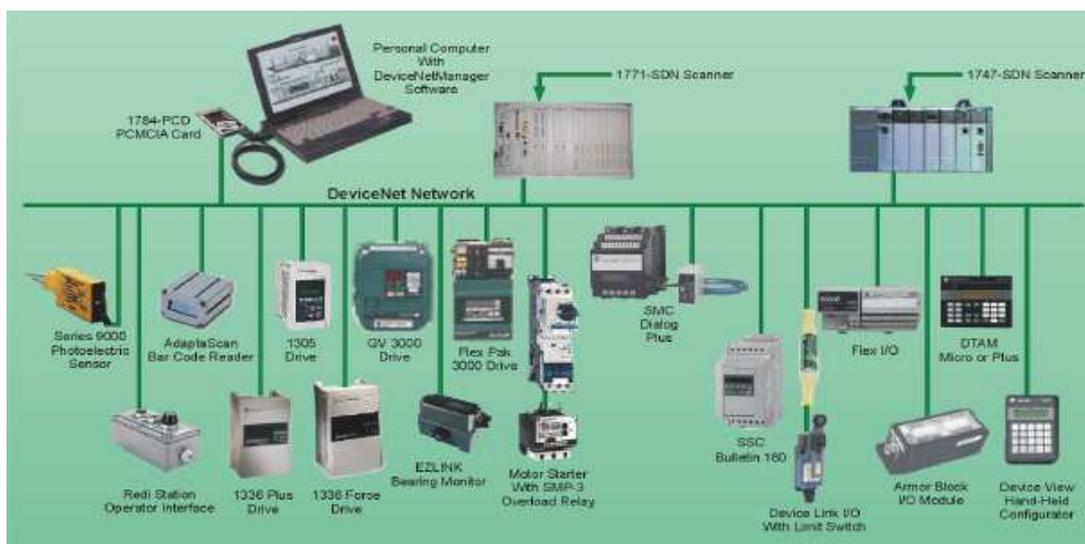
A rede PROFIBUS-PA obedece ao padrão IEC 61158-2 que utiliza como meio de transmissão um par trançado blindado, e apresenta a velocidade de 31.25 kbps. Este padrão de nível físico permite alimentar os dispositivos diretamente, usando o barramento de dois fios e apresenta segurança intrínseca.

3 - A rede DEVICENET

A rede DEVICENET classifica-se como uma rede de dispositivo, sendo utilizada para interligação de equipamentos de campo, tais como sensores, atuadores, AC/DC drives² e CLPs³. Esta rede foi desenvolvida pela Allen Bradley sobre o protocolo CAN (*Controller Area Network*) e sua especificação é aberta e gerenciada pela *DEVICENET Foundation*. CAN, por sua vez, foi desenvolvida pela empresa Robert Bosh Corp. na década de 80 como uma rede digital para a indústria automobilística. No momento, o controle da rede DEVICENET está associado ao ODVA (*Open DeviceNet Vendor Association*) [3].

A Figura 5 mostra a estrutura da rede DEVICENET com sua topologia em barramento e suas ramificações, onde estão instalados os nós ou estações, que podem ser acionamentos AC/DC, sensores, atuadores, entre outros.

FIGURA 5 – Estrutura da Rede DEVICENET



Fonte: [Rede DeviceNet, 2004]

² Dispositivos que trabalham em corrente contínua ou corrente alternada, tais como inversores e conversores de frequência e motores elétricos.

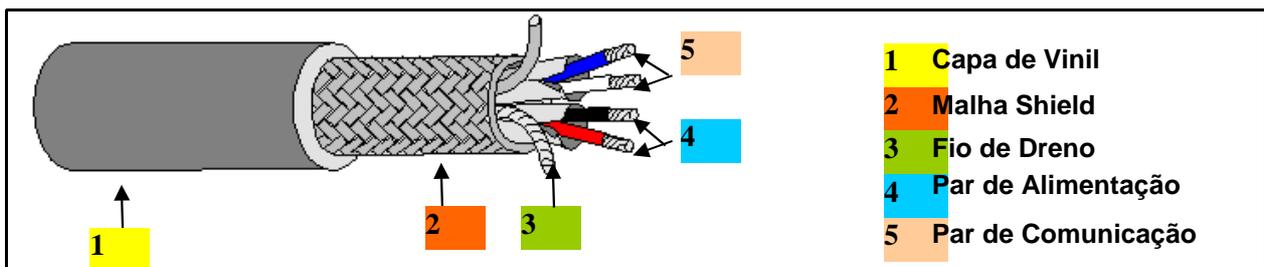
³ Sigla de Controlador Lógico Programável. Equipamento de interfaceamento entre operador e a máquina.

3.1 – Meio Físico

A rede DEVICENET utiliza dois pares de fios, um deles para a comunicação e outro para alimentação em corrente contínua dos equipamentos conectados a rede. Existe ainda uma blindagem externa dos pares, via fita de alumínio e a blindagem geral do cabo via malha trançada com fio de dreno. As cores dos fios são padronizadas, com o par de alimentação vermelho (V+) e preto (V-) e o par de comunicação com branco para sinal chamado de *CAN High* e azul para o *CAN Low*. Existem hoje 3 cabos disponíveis: o cabo tronco (*cabo grosso*), o cabo fino e o cabo flat (*perfil chato*). A Figura 6 mostra a estrutura do cabo da rede DEVICENET com descrito acima.

Os sinais de comunicação utilizam a técnica de tensão diferencial para os níveis lógicos, visando diminuir a interferência eletromagnética, que será igual nos dois fios e aliada a blindagem dos cabos, tende a conservar a integridade da informação.

FIGURA 4 – Meio Físico DEVICENET



Fonte: [Redes de Comunicação de Dados, 2000]

4 – Projeto das Redes

Como o ponto crucial de uma instalação PROFIBUS e DEVICENET bem sucedida é a elaboração do projeto de instalação da rede que deve contemplar conceitos básicos tais como: topologia, método de comunicação, número de estações ativas, meio físico, distância máxima, comprimento máximo, velocidade da rede, aterramento e alimentação da rede.

O Quadro 1 destaca alguns pontos primordiais para um bom projeto da rede PROFIBUS DP/PA.

QUADRO 1 – Conceitos básicos das redes PROFIBUS DP/PA.

Rede	PROFIBUS DP/PA
Topologia	Linha, Estrela e Barramento.
Método de Comunicação	Mestre/Escravo
Nº de Estações Ativas	32 estações em cada segmento sem repetidores. Com

	repetidores pode ser estendida até 126 estações.
Distância Máxima	Depende da velocidade de transmissão entre os elementos da rede.
Comprimento Máximo	Até 24Km com fibra ótica / 1200m com par trançado.
Velocidade da Rede	12Mbps dependendo da distância e número de nós na DP e 31,25 Kbps na PA.
Aterramento	Deve ser aterrada em um único ponto, independentemente do número de fontes, e no ponto que o aterramento for feito, deve-se ligar o negativo da fonte (V-).
Alimentação da Rede	Via barramento ou externa (9-32Vdc).

Fonte: [Grifo do Autor]

Já o Quadro 2 apresenta as características citadas anteriormente mas agora para a rede DEVICENET.

QUADRO 2 – Conceitos básicos da rede DEVICENET.

Rede	DEVICENET
Topologia	Linha Tronco com Ramificações.
Método de Comunicação	Produtor/Consumidor
Nº de Estações Ativas	Até 64 nós ativos (Máximo: 8192 sinais digitais ou 4096 sinais analógicos).
Distância Máxima	A distância máxima entre qualquer dispositivo em uma derivação ramificada para a linha tronco não pode ser maior que 6 metros, sendo que o total acumulado para todas as derivações da rede deve ser menor que: 156m a 125Kbps, 78m a 250kbps e 39m a 500Kbps.
Comprimento Máximo	Deve-se levar em consideração a velocidade e o tipo de cabo (grosso, fino ou flat). Para velocidade de transmissão de 125kbps, 100 a 500m. Para velocidade de 250kbps, 100 a 250m e para velocidade de 500kpts, 75 a 100m.
Velocidade da Rede	500 kbps, 250 kbps, 125 kbps.
Aterramento	Deve ser aterrada em um único ponto, independentemente do número de fontes, e no ponto que o aterramento for feito, deve-se ligar o negativo da fonte (V-).
Alimentação da Rede	Alimentação 24Vcc. Permite conexão de múltiplas fontes de alimentação.

Fonte: [Grifo do Autor]

Analisando os quadros apresentados, torna-se possível traçar um comparativo entre as redes PROFIBUS DP/PA e DEVICENET.

As topologias das redes são bem definidas, como apresentado a seguir. Em PROFIBUS, temos três tipos de estruturas, sendo estrutura em linha (ponto a ponto), linha com derivações (barramento) e estrutura em árvore (estrela). Já em DEVICENET temos uma topologia física básica do tipo linha principal com derivações.

Quanto ao método de comunicação, a rede PROFIBUS utiliza o tipo de comunicação mestre/escravo. Neste tipo de comunicação, um mestre de rede controla a rede e toda utilização do barramento. Sendo assim, ele acumula a função de guardar em memória a programação de comunicação. Os escravos são módulos de entrada e saída digital/analógica, atuando em acionamentos de motores, banco de válvulas e outros. Eles não têm direito de acesso ao barramento e só podem enviar mensagens ao mestre ou reconhecer mensagens recebidas quando solicitados. Os escravos também são chamados estações passivas. Na rede DEVICENET, o mecanismo de comunicação é *ponto-a-ponto* com prioridade. O esquema de arbitragem é herdado do protocolo CAN e se realiza bit a bit. A transferência de dados se dá segundo o modelo produtor-consumidor [3]. O conceito produtor-consumidor foi adotado pela rede DEVICENET, sendo que um elemento “produz” a informação no barramento e os elementos que necessitam desta informação a “consomem”. Este conceito visa eliminar troca de informações desnecessárias, e utiliza métodos de comunicação apropriados. Esta característica faz com que este método seja mais rápido que o tipo mestre/escravo, pois não se espera uma pergunta para responder, como acontece no tipo de comunicação mestre/escravo.

No que se refere ao número de estações ativas, elas se diferenciam muito de uma rede para a outra. Este número se caracteriza em relação ao uso de repetidores, utilizados para conectar diferentes segmentos do barramento. A quantidade de estações e fator considerado no determinismo da rede.

A distância máxima é um tópico importantíssimo no projeto das redes, pois muitas das vezes, se confunde com comprimento máximo. Distância máxima será a distância máxima entre os componentes da rede (nós, estações) e comprimento máximo será o comprimento máximo da rede em função do número de repetidores e do meio físico utilizado.

O aterramento é de suma importância para o bom funcionamento das redes, bem como a alimentação. Tanto o aterramento quanto a alimentação devem seguir as especificações adequadas e propostas pelas organizações responsáveis pelas referidas redes.

Estas são informações preliminares para a escolha de qual rede implantar, PROFIBUS DP/PA ou DEVICENET.

5 – Instalação das Redes

A rede deve ser instalada de acordo com todos os pontos definidos nas especificações do projeto, como topologia, método de comunicação, número de estações ativas, meio físico, distância máxima, comprimento máximo, velocidade da rede, aterramento e alimentação da rede.

A seguir, serão apresentadas considerações a serem observadas quando da instalação das redes PROFIBUS DP/PA e DEVICENET:

- Deve-se evitar *splice*⁴. Em redes com comprimento total maior do que 400 m, a somatória de todos os comprimentos de todos os *splices* não deve ultrapassar 2% do comprimento total e ainda, em comprimentos menores do que 400m, não deve exceder 8m.
- Deve-se ter terminadores no barramento, um no início e outro no final. Não deve ligar a blindagem ao terminador e sua impedância deve ser 100 Ohms +/-20% entre 7.8 a 39 kHz. Este valor é aproximadamente o valor médio da impedância característica do cabo nas frequências de trabalho e é escolhido para minimizar as reflexões na linha de transmissão, assim como para converter o sinal em níveis aceitáveis de 750mV a 1000 mV.
- Quando repetidores são utilizados, para cada segmento abaixo do repetidor deve ser colocado um terminador.
- O propósito do *shield*⁵ sob o par de fios trançados é proteger o sinal de ruídos, principalmente devidos à interferência eletromagnética. A atuação do *shield* só será efetiva quando conectado ao aterramento somente em um ponto, senão passa a contribuir com caminhos que conduzem correntes parasitas⁶ facilitando a introdução de ruídos.
- O *shield* é normalmente aterrado na fonte de alimentação ou na barreira de segurança intrínseca. Deve-se assegurar a continuidade da blindagem do cabo em mais do que 90% do

⁴ Qualquer parte da rede que tenha comprimento descontínuo de um meio condutor especificado, como por exemplo, remoção de blindagem.

⁵ Malha de aterramento do cabo. É a blindagem do cabo.

⁶ Nome dado à corrente induzida em um condutor quando o fluxo magnético através de uma amostra razoavelmente grande de material condutor varia.

comprimento total do cabo. O *shield* deve cobrir completamente os circuitos elétricos através dos conectores, acopladores, *splices* e caixas de distribuição e junção.

- Em áreas sujeitas à exposição de raios e picos de alta voltagem, recomenda-se os protetores de surtos.
- Em relação ao aterramento, deve-se ter uma impedância de terra suficientemente baixa com capacidade de dreno suficiente para conduzir e prevenir picos de tensão. Deve-se evitar múltiplos terras e quando estes forem necessários devem ser capacitivos.
- Evitar loops de terra quando se tem vários equipamentos aterrados a um terra comum por caminhos diferentes, criando diferenças de potenciais que podem danificar os equipamentos.
- Evitar que a rota de cabos esteja próxima a fontes de ruídos eletromagnéticos que são encontradas no nível de chão de fábrica tais como: chaveamento de circuito de potência, inversores de frequência, transformadores, antenas de transmissão RF, rádios e celulares, lâmpadas fluorescente e curto-circuito. Não existe uma padronização exata para lançamento dos cabos da rede. Cabe a quem lançá-los atender às normas estabelecidas pelos manuais das redes.
- Respeitar as normas de segurança e classificação da área.
- Tanto PROFIBUS quanto DEVICENET requerem resistores de terminação para proteção da rede contra reflexão do sinal de comunicação e casamento de impedância⁷. Vale observar, que essas redes não operam na falta de resistores de terminação [1].

Sendo seguidos passos básicos como esses, os representantes dessas redes, garantem que haverá comunicação e transmissão de dados adequada e desejada pelo usuário.

6 – Considerações Finais

A utilização das chamadas *Redes Chão de Fábrica* permite implementação de estratégias modernas de configuração remota de instrumentos, diagnóstico automático e controle de ativos que envolvem controle do histórico de calibrações, parametrizações, substituições e manutenções, o que muda completamente o conceito de automação de processo.

O ponto mais importante de uma rede é a sua organização. É somente a partir dessa organização que o usuário irá obter o desempenho que se deseja antes da instalação das *Redes Chão de Fábrica*. Sabe-se que para isso, é expressamente necessário seguir as recomendações dos fabricantes, pois somente assim será alcançada a relação custo x benefício x desempenho tão desejada quando se fala em redes de automação PROFIBUS e DEVICENET.

⁷ Equilíbrio entre as resistências de um circuito eletrônico.

Com base na idéias expostas neste artigo, pode se dizer que a utilização de tecnologias de redes conforme sua característica e aplicação é apontada como uma alternativa para melhor performance dos processos de produção e manutenção, desde que todos os passos descritos pelas organizações responsáveis por estes tipos de redes e que neste artigo foram enumeradas, sejam seguidos indispensavelmente.

Pode-se enumerar vários benefícios da utilização de *Redes Chão de Fábrica*. Benefícios como acesso a informações e diagnósticos, manutenção on-line, redução de custo, otimização, ampliação de dados, multi-fornecedores, entre outros vários benefícios que se pode obter. São características como essas que servem como pilares para se pronunciar a eficiência dessas redes eliminando o mito das dúvidas sobre o funcionamento correto e eficiente de um novo projeto.

Utilizar PROFIBUS é interessante ainda mais quando se deseja implementar *Redes de Instrumentação*, pois DEVICENET não implementa esse nível de automação, o que faz a rede PROFIBUS PA. Porém, nos dias de hoje, já existem interfaces que combinam as duas redes, podendo trabalhar equipamentos de vários fabricantes tanto para DEVICENET quanto para PROFIBUS. Esta última também apresenta um número maior de fornecedores, o que a torna bem atrativa com relação a custo e manutenção corretiva.

É certo também que em todo processo existe problemas. Se todo projeto for feito com base na maioria das regras expostas aqui, é garantido por todas as organizações responsáveis que problemas poderão ocorrer, mas em um número muito menor que se os devidos passos não forem seguidos. Esse é o ponto chave em que se deve atuar quando se trata de redes industriais. A instalação feita de forma adequada e conforme as especificações dos manuais geram um custo maior, mas trazem consigo desempenho e benefícios visíveis no processo final.

O assunto deste trabalho abre um enorme campo de pesquisa para tentar cada vez mais reduzir problemas decorrentes de montagem de redes de automação industrial. A evolução dos sistemas de automação de processo é fato certo na atual conjuntura das indústrias e cabe a quem tiver boas idéias desenvolver soluções práticas e objetivas em prol da otimização e do determinismo da comunicação de dados nos ambientes industriais.

Como segmento deste trabalho, é possível comparar outras estruturas de redes que não foram expostas neste artigo, bem como trabalhar outros níveis de aplicação tais como o de controle e de produção, com o propósito de se eleger várias outras propostas de implantação e expansão com qualidade e desempenho.

7 – Referências Bibliográficas

- [1] CRISTIANO TEIXEIRA, Carlos – **Treinamento Básico de Redes**. Belo Horizonte, ATAN – Ciência da Informação, 2005. Apostila.
- [2] PROFIBUS – **Descrição Técnica, Associação Profibus Brasil**. Disponível em: <http://www.profibus.org.br/artigos/profibus_desc_tec_2005alt.zip>. Acesso em: 13 dez. 2005.
- [3] SEIXAS FILHO, Constantino – **Rede DeviceNet**. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG, 2004. Apostila.
- [4] CASSIOLATO, César. **Dicas de dimensionamento e instalação em redes Profibus PA**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/boletins/info0425.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2005.
- [5] PINTO BESSA, Antônio. **Redes de Comunicação de Dados**. Belo Horizonte, Monografia, Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações. UFMG, 2002.
- [6] DEVICENET – **DeviceNet Technical Overview** – Disponível em: <http://www.odva.org/10_2/05_fp_tech.htm>. Acesso em: 14 dez. 2005.