

ANÁLISE DAS REDES INDUSTRIAIS EXISTENTES, COMPARAÇÕES E ESPECIFICAÇÕES

Ulisses Galvão Romão

Especialista em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, São Paulo, Brasil.

Resumo: Nos últimos anos, a automação vem sendo fortemente modificada devido a problemas cada vez mais complexos. Seus componentes evoluem constantemente, desde os sistemas de controle automático mecanizado nas primeiras linhas de montagem do século XX, até os sistemas baseados em microeletrônica e desenvolvimento de softwares atuais. A automação foi rompendo os limites do chão de fábrica e hoje as aplicações da automação são sistemas de gerência da informação e negócios em tempo real até sistemas críticos no campo médico. Com o crescente avanço da tecnologia, e as necessidades de informação em todos os campos, sistemas de automação modernos passam de simples automações de processos e equipamentos para automação de negócios, lidando com grandes quantidades de informações. Questões como confiabilidade, interoperabilidade e a segurança dos sistemas são fundamentais, e constituem muitos dos desafios enfrentados pela automação moderna (BERGSTROM et al, 2001). Relata que mesmo após muita pesquisa e análise em documentações disponíveis relativos as redes industriais existentes, ainda há dificuldade em se escolher um modelo de comparação entre elas. Mesmo levando em consideração suas características construtivas e disposições de desenvolvimento, os caminhos indicam a escolha de um fornecedor e não de um conceito de uma rede industrial propriamente dita. Acrescentando mais alguns pontos em consideração para referência como suas limitações, detalhes construtivos e conceitos de desenvolvimento, ainda há grandes possibilidades de persistirem dúvidas sobre qual caminho seguir para sua escolha definitiva. Desta maneira apresentaremos alguns argumentos que, se não facilitar os caminhos para a escolha, indicaremos alguns facilitadores para esta jornada.

Palavras-chave: Automação. Comparações. Especificação.

Abstract - In recent years, automation has been heavily modified due to increasingly complex problems. Its components have evolved steadily from mechanized automated control systems in the early 20th century assembly lines to systems based on microelectronics and current software development. Automation has been breaking the boundaries of the factory floor and today the applications of automation are information management systems and real-time business to critical systems in the medical field. With the increasing advancement of technology and information needs in all fields, modern automation systems go from simple process automation and equipment to business automation, dealing with large amounts of information. Issues such as reliability, interoperability, and system security are critical, and they are many of the challenges facing modern automation (BERGSTROM et al, 2001). This paper reports that even after much research and analysis on available documentation concerning existing industrial networks, there is still difficulty in choosing a comparison model among them. Even taking into account their constructive characteristics and developmental dispositions, the paths indicate the choice of a supplier and not a concept of an industrial network per se. Even adding a few more points to consider for your limitations, constructive details, and concepts of development, there is still a great deal of scope for persisting doubts about which way to go for your final choice. In this way we will present some arguments that, if it does not facilitate the paths for the choice, we will indicate some facilitators for this journey.

Keywords: Automation. Compared. Specification.

CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

No contexto industrial, atualmente, os problemas de automação são cada vez mais complexos. A sociedade depara-se com o avanço da tecnologia e seus enormes desafios. No entanto, observa-se que algumas perguntas precisam ser respondidas para melhor encaminhar esta importante área do conhecimento: Como as instituições podem formar profissionais capazes de ter uma capacitação técnica suficiente para contornar suas próprias dificuldades e garantir uma relação técnica com a sociedade sem assustá-la?

O assunto é diversificado, pois abrange desde tópicos relativos à arquitetura de hardware e software, programação de controladores lógicos programáveis (CLP), controle de malhas contínuas, gerenciamento estratégico de uma empresa, passando pela supervisão dos processos industriais e pela logística da produção (DEITOS, 2006). As técnicas desenvolvidas para o tratamento desses problemas atingiram hoje um relativo grau de sofisticação tecnológica e formal, exigindo pessoal técnico com formação específica para sua aplicação adequada.

Os cursos nas áreas tecnológicas vêm se colocando na contingência de munir seus estudantes de ferramentas que os possibilitem, no menor tempo possível, se adequarem ao cotidiano técnico de uma empresa e, pelo maior tempo possível, estarem preparados para se atualizar tecnicamente. Estes objetivos conflitantes conduzem para a seguinte questão: qual o compromisso ideal entre profundidade e abrangência quando se leciona uma disciplina de automação industrial? De fato, as limitações de tempo num curso da área tecnológica obrigam que se opte ou por aprofundar certos tópicos das disciplinas, deixando o aluno sem visão de conjunto, ou por dar uma idéia geral do problema, deixando lacunas na formação do estudante que tornarão mais lento o acompanhamento dos avanços de seu campo de trabalho. E assim, a formação para o futuro é necessária equilibrando estas decisões sobre profundidade e abrangência (MORIM, 2000).

A tecnologia de um país é sua educação de qualidade, e a tecnologia é a base de sustentação da economia e soberania de uma nação (FREIRE, 1996). O atual desenvolvimento da tecnologia e, em termos mais específicos, da automação, levou ao surgimento de novas técnicas de implementações de funcionalidades de forma a

aperfeiçoar a produção industrial, a operação de equipamentos, construção de dispositivos simples e baratos em larga escala e assim fornecer benefício ao usuário final.

O aumento da capacidade computacional dos dispositivos de processamento, o surgimento de novas formas de comunicação industrial, com protocolos bem definidos e de desempenho eficiente, o desenvolvimento de sistemas embarcados e implementação em hardware, as novas formas de gerenciamento de informações de produção através de sistemas especializados, enfim, a tecnologia evoluiu bastante e, a serviço da automação dispõe de uma variedade de alternativas para a implementação de formas mais eficazes na mitigação de soluções.

Com base nesses aspectos, neste trabalho o objetivo foi pesquisar documentações abrangentes sobre o tema da automação e mais especificamente das redes industriais, e após análise desenvolver através material de fácil assimilação, condições de rapidamente poder ministrar aos discentes e aos profissionais de setor, como escolher a melhor rede industrial para resolver os problemas e as necessidades que determinado projeto de automação exige.

Na sequência, far-se-á uma breve introdução histórica e a apresentação de alguns resultados obtidos, bem como a análise dos problemas mencionados para então concluirmos o artigo.

INTRODUÇÃO

Os primeiros sistemas de automação foram desenvolvidos no final do século XIX durante a revolução industrial. O trabalho que era manual passou a ser realizado por máquinas dedicadas e customizadas a determinada tarefa, visando o aumento da produtividade e eficiência. As funções de controle eram implementadas através de dispositivos mecânicos que automatizavam tarefas críticas e repetitivas.

Esses dispositivos eram desenvolvidos para cada tarefa e, devido à natureza mecânica dos mesmos, tinham vida útil reduzida e alta manutenção. Posteriormente, com o advento dos relés e contadores, tais dispositivos foram substituídos e apareceram dispositivos automáticos em linhas de montagem, o que significou um

grande passo na época. A lógica a relés viabilizou o desenvolvimento de funções de controle mais complexas e sofisticadas.

Depois da segunda guerra mundial, houve um avanço tecnológico e apareceram as máquinas por comando numérico e os sistemas de controle na indústria de processo, assim como o conceito de referência de tensão para instrumentação analógica. A seguir aparecem os primeiros circuitos integrados, que proporcionaram o desenvolvimento de uma nova geração de sistemas de automação.

No início dos anos 70, os primeiros computadores comerciais começaram a ser utilizados como controladores em sistemas de automação de grande porte, porém estes computadores eram grandes, ocupando muito espaço, difíceis de programar, com investimentos elevados em sua aquisição, e não se adaptavam ao ambiente industrial por serem muito sensíveis. Mesmo com essas dificuldades eles se estabeleceram devido às vantagens da aquisição, manipulação e controle de variáveis.

A partir da demanda existente na produção da indústria automobilística norte-americana, os componentes foram miniaturizados e foi aumentada sua compatibilidade com o ambiente industrial. Isso resultou em um computador dedicado e projetado para trabalhar no ambiente industrial, o Controlador Lógico Programável (CLP), onde sensores e atuadores são conectados a cartões de entradas e saídas e manipulam tanto controle discreto quanto malhas analógicas. Esses sistemas são usualmente chamados de Controladores Programáveis, que são usualmente conectados à rede local e ao sistema supervisório central, o qual gerencia os alarmes, receitas e relatórios do processo.

Na década de 90, o mundo começou a presenciar enormes avanços na área tecnológica, em que os circuitos eletrônicos passaram a proporcionar maior eficiência, velocidades, confiabilidade, durabilidade e funcionalidades, menores consumos de energia e dimensões. Ao mesmo tempo impulsionou o desenvolvimento de computadores, interfaces e periféricos mais poderosos, com alta capacidade de memória e processamento, dando vazão à alta escala de produção com custos reduzidos (CASSIOLATO, 2011).

COMPARAÇÕES E RESULTADOS

As tabelas a seguir foram elaboradas com base em dados teóricos encontrados nas documentações analisadas comparando com as principais redes industriais atuais, foram divididas em 4 tabelas e seus conteúdos são características físicas limitantes das principais redes industriais existentes na atualidade. Entretanto nem todos os parâmetros planejados têm as mesmas unidades, devido a não padronização de suas normalizações e informações disponíveis, na tabela 1.

Tabela 1 - Comparações das características físicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
Rede	Número Máximo de Dispositivos	Meio Físico	Distância Máxima	Topologia	Velocidade da Rede (bps)
ASI	31 escravos	Cabo com dois fios	300m	Bus, anel, árvore, estrela	167 K
CANopen	64 nodos	Par trançado	500 m	Linha tronco/dropline	1M, 500K, 250K, 125K
ControlNet	99 nodos	Coaxial, Par trançado ou fibra	5km (coaxial), 30km (fibra)	Linha tronco, estrela, árvore	5M
DeviceNet	64 nodos	Par trançado	500m	Linha tronco/ dropline com ramificações	500K, 250 K, 125 K
FiledBus Foundation	240 por segmento, 65.000 segmentos	Par trançado	1900m	Multidrop com dispositivos alimentados pelo barramento	31.25 K, 1M, 0,5 M
InterBus	256 nodos	Par trançado ou fibra	400m por segmento, 12.8km total	Segmentada com dropline em T	500 K, f Full duplex
LonWork	32.000 Nodos por domínio	Par Trançado ou fibra	2000m	Bus, anel, loop, estrela	1,25M full duplex
Profibus	127 nodos	Par Trançado ou fibra	24 Km (fibra)	Linha, estrela e anel	DP até 12 M PA 31.25 K
SDS	64 nodos 126 endereços	Par trançado	500m	Linha tronco dropline	1 M, 500 K, 250 K, 125 K

Fonte: Fátima Borges, Documento Técnico Redes de Comunicação Industrial, Biblioteca Técnica da Schneider Electric, Documento técnico nº2, Edição de Setembro de 2007.

Mecanismos de transporte ou quarta camada do modelo do protocolo OSI da ISO das principais redes industriais existentes na atualidade, comparando os métodos de gerenciamento da comunicação, dimensões dos pacotes transmitidos no protocolo,

método de arbitragem e permissões, checagem de erro na recepção e diagnóstico do quadro no pacote, na tabela 2.

Análise dos tempos de performance cíclico, considerando algumas aplicações em que se tem ciclo analógico com 16 nós e 8 entradas e saídas, comunicação de blocos com 128 bytes em um nó e ainda 256 transmissões discretas com 16 nós e 16 entradas e saídas, na tabela 3.

Tabela 2 - Comparações dos métodos de transporte e dados do protocolo.

MECANISMOS DE TRANSPORTE E DADOS DO PROTOCOLO					
Rede	Métodos Comunicação	Dimensão Pacote Dados	Método Arbitragem	Checagem Erro	Diagnósticos
ASI	Mestre/Escravo por prontidão e aguardo (Polling Cíclic)	31 escravos 4 entradas e 4 saídas	Mestre/Escravo por prontidão e aguardo (Polling Cíclic)	Código Manchester, com detecção de 2 bits de erro e correção de 1bit (Hamming-2, partly)	Falha do escravo ou do dispositivo
CANopen	Mestre/Escravo	8 bytes Mensagem Variável	Carrier-Sonac Acesso Múltiplo	Redundância Cíclica (CRC)	Monitor de Barramento
ControlNet	Mestre/Escravo Multimestre Ponto a Ponto (P2P)	510 bytes	Time slice Multiple Access (CTDMA)	Correção conforme a CCITT com polinômio de 16 bits	Falha do escravo ou do dispositivo
DeviceNet	Mestre/escravo, Multimestre	8 bytes Mensagem Variável	Carrier-Sonac Acesso Múltiplo	Redundância Cíclica (CRC)	Monitoração do Barramento
FiledBus Foundation	Cliente/Servidor Editor/Assinante, Notificação de Eventos(Publisher/Subscriber, Event notification)	16.6M Um ou mais objetos de dispositivo estão associados a cada dispositivo (Objects/Device)	Escalonador determinístico centralizado, backup múltiplo	Redundância Cíclica de 16 bits (CRC)	Diagnóstico remotos, monitoração de rede
InterBus	Mestre/Escravo com transferência total do quadro	512 bytes Bloco Ilimitado	Nenhum	Redundância Cíclica de 16 bits (CRC)	Erro de CRC localizado por segmento e quebra de cabo
LonWork	Mestre/Escravo Ponto a Ponto (P2P)	228 bytes	Acesso múltiplo com detecção de portadora (CSMA)	Redundância Cíclica de 16 bits (CRC)	Banco de dados de erros de CRC e dispositivos
Profibus	Mestre/Escravo Ponto a Ponto (P2P)	244 bytes	Passagem de Permissão (Token passing)	Redundância Cíclica (CRC) Detecção de 3 bits de erro simultâneos (Hamming distance) HD=4	Diagnóstico da estação, módulos e cabos

Rede	Métodos Comunicação	Dimensão Pacote Dados	Método Arbitragem	Checagem Erro	Diagnósticos
SDS	Mestre/Escravo Multimestre Ponto a Ponto (P2P) e entrega de informação para múltiplos destinatários (multi-cast)	8 bytes (Mensagem Variável)	Acesso Múltiplo e detecção de Portadora (Carrier-Sonac)	Redundância Cíclica (CRC)	Monitoração do Barramento Diagnóstico Escravo

Fonte: Fátima Borges, Documento Técnico Redes de Comunicação Industrial, Biblioteca Técnica da Schneider Electric, Documento técnico nº2, Edição de Setembro de 2007.

Tabela 3 – Análise e comparações dos tempos de performance.

TEMPO DE PERFORMANCE			
Rede	Tempo de ciclo: 128 Analógicas 16 nodos 8 entradas e saídas	Transferência de Bloco 128 bytes 1 nodo	Tempo de Ciclo: 256 discretas 16 nodos 16 entradas e saídas
ASI	Impossível	Impossível	4.7 ms
CANopen	Sem dados	Sem dados	Sem dados
ControlNet	2 ms	2ms	2 ms
DeviceNet	7.1 ms	4.2 ms	3.5 ms
FiledBus Foundation	Mestre/Escravo com controle por sondagem (Polling)		Mestre/Escravo com controle por sondagem (Polling)
InterBus	600ms à 31.25 k, < 8ms à 2.5 M	36ms à 31.25k, < 8ms à 2.5 M	100ms à 31.25k, <1 ms à 2.5 M
LonWork	7.4 ms	140 ms	1.8 ms
Profibus	5ms à 1 Mbps	5 ms à 1 Mbps	20 ms
SDS	Dependente do tipo de configuração < 2ms	Não disponível	Dependente do tipo de configuração < 2ms
	<1 ms por evento	2 ms @ 1 Mbps	<1 ms, dirigido a eventos

Fonte: Fátima Borges, Documento Técnico Redes de Comunicação Industrial, Biblioteca Técnica da Schneider Electric, Documento técnico nº2, Edição de Setembro de 2007.

Informações adicionais das fontes produtoras e normalizações em que são baseadas ao desenvolvimento das principais redes industriais existentes na atualidade, na tabela 4.

Tabela 4 - Informações adicionais

INFORMAÇÕES ADICIONAIS				
Rede	Desenvolvimento	Início	Fornecedores	Norma
ASI	AS-I Consortium	1984	Documentação pública (1 chip)	Submetido ao IEC
CANopen	Philips/CiA	1994	6 (100 chips + produtos)	CIA
ControlNet	Allen-Bradley	1994	Vários Produtos (Chips da AB)	ControlNet International
DeviceNet	Allen-Bradley	1992	6 (500chip + produtos)	ISO 11898 & 11519
FiledBus Foundation	Fielbus Foundation	DP - 1994 PA - 1995	Vários	ISA P50/IEC TC65
InterBus	Phoenix Contact	1993	400	DIN 19258
Rede	Desenvolvimento	Início	Fornecedores	Norma

LonWork	Echelon Corp.	1992-1996	Documentação pública	ASHRAE do BACnet
Profibus	PTO/Siemens	1995	Maior que 150	DIN 19245 part 3/4
SDS	Honeywell	1997	6 (200 chips + produtos)	ISO11989

Fonte: Fátima Borges, Documento Técnico Redes de Comunicação Industrial, Biblioteca Técnica da Schneider Electric, Documento técnico nº2, Edição de Setembro de 2007.

PROCEDIMENTOS PARA ESPECIFICAÇÕES

Na especificação de sistemas de automação deve-se estar atento sempre à possibilidade de melhores diagnósticos, maior tolerância a falhas, conectividade com diversos protocolos, e uma série de outras características o que torna um sistema de controle completo e não um simples barramento de comunicação com integrações.

A escolha nas principais plantas industriais deve-se às funções de controle de processo que permitem agregar informações que possam trazer benefícios nas tomadas de decisões, garantindo a excelência operacional.

Devemos sempre levar em consideração a flexibilidade e a capacidade de expansão da arquitetura de um sistema sendo que o digital possibilita reconfigurações e expansões para atender as novas condições de processo sem grandes investimentos. Tecnologias modernas possibilitam respostas rápidas às mudanças nas condições de mercado. A excelência operacional de qualquer segmento industrial vem sofrendo constantes pressões para alcançar a excelência operacional, objetivando garantir sua competitividade. Deve-se otimizar e dinamizar os processos através da análise de dados em tempo real facilitando a tomada de decisão, de forma inteligente e estratégica e em todos os níveis da organização. Ao usar a tecnologia digital têm-se processos aprimorados e gerenciamento de maneira mais eficiente às operações da planta.

A necessidade de automação na indústria está associada às possibilidades de aumentar a velocidade de processamento das informações, pois as operações estão mais complexas, e as variáveis necessitando de grande número de controles e mecanismos de regulação para permitir decisões mais ágeis e assim, aumentar os níveis de produtividade e eficiência do processo produtivo dentro das premissas da excelência operacional. A automação deve permitir economias de mão de obra e

recursos naturais, melhora o controle de qualidade do produto e na utilização da planta, aumenta a produtividade e a segurança operacional.

Em essência, a automação nas indústrias deve permitir elevar os níveis de continuidade e de controle global do processo com maior eficiência, aproxima ao máximo a produção real à capacidade nominal da planta, ao reduzir ao mínimo possível as horas paradas, de manutenção corretiva e a falta de matéria-prima. Além disso, através dos sistemas de automação baseada em redes de campo e tecnologia digital, temos vários benefícios em manutenção e podemos aumentar a disponibilidade e segurança operacional, inclusive na automação do negócio. A solução escolhida deve prover uma metodologia de gestão da indústria de forma transparente e garantir que todos os esforços sejam direcionados para atingir a meta estabelecida, facilitando a tomada de decisão quando há mudanças relevantes ao desempenho dos indicadores ou desvio em relação ao planejado.

Especialistas e clientes então devem estar atentos na escolha e definição de um sistema de automação e controle, pois tal definição deve levar em conta vários critérios e que possa estar em sincronismo com o avanço tecnológico. Quanto mais informação, melhor a planta pode ser operada, e assim, mais produtos poderão ser fabricados e mais lucrativa ela pode ser. A informação digital e os sistemas verdadeiramente abertos permitem que se colete informações dos mais diversos tipos e finalidades de uma planta, transformando preciosos bits e bytes em um relacionamento lucrativo e obter também ganho qualitativo do sistema. Deve-se estar atento aos benefícios gerais que o sistema de automação e controle possa proporcionar. Lembrar que a comunicação industrial da automação está revelando um enorme potencial na otimização de sistemas de processo e tem feito uma importante contribuição na direção da melhoria no uso de recursos.

Nos últimos anos os mercados de instrumentação e automação vêm demandando equipamentos de campo com alta performance, confiabilidade, disponibilidade, recursividade, etc., assim garantindo a otimização e melhoria contínua dos processos. Os microprocessadores e microcontroladores estão mais poderosos e mais baratos e os fabricantes de instrumentação vêm respondendo às demandas dos usuários com mais e melhores informações apresentadas nos processos.

A tecnologia digital é cada vez mais abrangente no fornecimento de informação, não somente pertinente ao processo, mas em especial dos equipamentos de campo, como a autodiagnose que pode poupar custos operacionais e transformar a manutenção de corretiva e preventiva em preditiva, principalmente em áreas perigosas ou mesmo em áreas de difícil acesso. Da sala de controle tem-se uma visão geral do sistema e com ferramentas baseadas em Internet, a qualquer hora e em qualquer lugar.

Através do gerenciamento de informações do campo, selecionam-se convenientemente os dados para se atingir os objetivos de produção, direcionando as informações a pessoas ou departamentos corretos melhorando os processos. Percebe-se aqui que todas estas evoluções tecnológicas e a consolidação das redes industriais fazem com que os sistemas de automação e controle, equipamentos de campo, controladores, etc., devam assumir funções antes inimagináveis, como o controle de contínuo e discreto, tempos de varreduras menores, arquiteturas redundantes, gerenciamento e tráfego de informação, disponibilidade de informações para IHM (Interface Homem Máquina), internet, geração de relatórios, gerenciamento de ativos, altos níveis de segurança, etc. Tudo isso, aliado à confiabilidade industrial tanto de hardware quanto de software.

CONCLUSÕES

Trabalhando há mais de 25 anos no desenvolvimento e especificação de transportes verticais e sistemas de detecção e extinção de incêndio, tive como formação que todos os equipamentos disponíveis no mercado tinham em seu conteúdo a utilização aberta e, dependendo da necessidade do processo, pode-se especificar e conseguir sua compra e instalação facilitada, ou seja, para atender as necessidades e objetivos do cliente existe um conceito e equipamento específico para sua utilização.

O objetivo inicial deste trabalho era encontrar dados para construir tabelas e gráficos comparativos das diversas redes industriais existentes e assim, o discente, o especialista ou arquiteto de redes, através da análise dos documentos gerados, poderia desenvolver uma metodologia mais prática na escolha de redes industriais, pois conhecendo suas diferenças, limitações e comparações, pode-se facilitar as

práticas ao especificá-las, e além de atender melhor as necessidades do cliente, também se pode enquadrá-las em suas melhores aplicações.

Mas com a continuidade da análise da vasta literatura e informações disponíveis, mais dúvidas sobre a aplicação de cada rede se apresentavam, pois, pelos dados encontrados e considerando suas limitações de quantidade de equipamentos e variando e misturando equipamentos de diversas redes, todas as redes servem para qualquer aplicação industrial. Não importando quanto complexa se apresentasse o processo industrial, sempre se aconselham várias redes industriais para solucionar o problema apresentado. Não importando se a tecnologia é mais nova ou mais antiga, se é mais simples ou mais complexa, sempre é indicada para a mesma aplicação. É como, fazendo um paralelo com a especificação de um automóvel, não importa se ele é mais moderno, mais potente, durável, que combustível usa, qual suas dimensões têm, etc., o que importa é que consegue movimentar-se através de um motor e levar passageiros onde necessitarem.

Para ampliar as informações sobre aplicações das redes industriais comercializadas, entrei em contato, via e-mail, com os departamentos de especificação e engenharia das principais empresas fabricantes de equipamentos, mas todas, com exceção de uma, deram o devido retorno aos meus questionamentos e solicitação de informações extras. As outras somente indicaram seus sites e as informações disponíveis livremente na Internet. A única empresa que respondeu, através de seu setor comercial, informou que estava aberta a estudos, soluções e questionamentos para resolver qualquer projeto industrial necessário, ou seja, somente responderia as questões relativas a aplicações e comparações, se impetrasse e fosse negociado um projeto real.

A única análise tangível encontrada na documentação analisada foi quanto ao desenvolvimento estrutural das redes, que podem ser abertas ou proprietárias, ou seja, quando os desenvolvimentos advêm de uma fundação ou de um conglomerado de empresas. Normalmente as fundações desenvolvem redes industriais abertas, ou seja, todo seu conteúdo é de domínio público, e podem ser acessadas e modificadas a qualquer momento. Dessa forma, sua evolução e a quantidade de equipes trabalhando em um mesmo problema é maior. Com isto as soluções são mais rápidas

e tem maior número de fornecedores para um mesmo produto, podendo influenciar na redução do preço final dos equipamentos.

Os conglomerados de empresas normalmente desenvolvem equipamentos proprietários, ou seja, somente os produtores pertencentes ao conglomerado é que tem o conhecimento de modificar e produzir determinados equipamentos, assim somente eles é que dispõem do monopólio produtivo daquela determinada rede industrial e seus equipamentos. Na maioria das vezes acaba por obrigar que na troca ou manutenção de determinado equipamento, dependa-se exclusivamente do fornecimento por uma única fonte, que será a empresa contratada para seu projeto e instalação, e na maioria das vezes, outras empresas do conglomerado não interferem nos negócios da empresa inicialmente contratada.

Mas esta análise também não ajuda em quase nada, pois maior número de produtores ou domínio público de conhecimentos, não significa equipamentos melhores ou mais baratos no compito geral da instalação, pois neste caso normalmente como o desenvolvimento e modificação estão nas mãos de muitos, nem sempre a solução final é o esperado para o problema apresentado, assim obrigando na maioria das vezes ser necessário ter uma equipe de engenheiros de desenvolvimento para tratar, resolver e testar soluções. O que não ocorre com os equipamentos de redes proprietárias, pois para qualquer problema apresentado, a solução deverá ser encaminhada rapidamente pelo fornecedor, deixando a responsabilidade da equipe de engenheiros do fornecedor para resolvê-los. Assim a escolha novamente não se torna óbvia, pois também depende não somente da vontade ou necessidades iniciais do projeto, mas de especificidades de cada empresa e sua formação.

As tabelas de comparação formuladas neste trabalho são teóricas e podem ser utilizadas para satisfazer algumas dúvidas pertinentes quanto a limitações das principais redes industriais existentes atualmente, mas por esta constatação teórica, não deve ser a única utilizada para escolha e sua especificação, pois como explanado no texto, existem muitas outras características não implícitas nas documentações disponíveis que devem ser levadas em consideração, inclusive aspectos indiretos como existência departamentos técnicos e especialistas já incorporados ao fornecedor e ao cliente, capacidade produtiva e conservativa do fornecedor, exemplos

bem sucedidos de projetos em áreas correlatas, entre outros aspectos que fogem ao meandro teórico e tangível de projetos das redes industriais.

REFERÊNCIAS

BERGSTROM, P. et al. Making Home Automation Communications Secure. **Computer Science**, 2001.

CASSIOLATO, C. **Redes Industriais**. Disponível em: <<http://www.smar.com/newsletter/marketing/index150.html>>. Acesso em: ago. 2018.

DEITOS, M. L. M. de S. **As políticas públicas de qualificação de trabalhadores e suas relações com a inovação tecnológica na Indústria Brasileira**. 237f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Cortez, 1996.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez/UNESCO, 2000.