



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
Campus Universitário de Marabá

**Aplicações da Tecnologia da Informação e
Comunicação na Automação Industrial**

Clayton José Cavalcante de Souza

MARABÁ
2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
Campus Universitário de Marabá

**Aplicações da Tecnologia da Informação e
Comunicação na Automação Industrial**

Clayton José Cavalcante de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Universidade Federal do Pará, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do Título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientadora: Prof^ª. Alessandra Mariana dos Santos Oliveira, M.Sc.

MARABÁ
2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Josineide da Silva Tavares, Marabá-PA)

Souza, Clayton José Cavalcante.

Aplicações da tecnologia da informação e comunicação na automação industrial. / Clayton José Cavalcante Souza ; orientador, Alessandra Mariana dos Santos Oliveira. – 2008.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal do Pará, Faculdade de Computação, 2008.

1. Automação industrial. 2. Engenharia industrial. 3. Tecnologias da informação e comunicação. 3. Sistemas supervisórios. I. Título.

CDD - 20 ed.: 670. 427

Dedicatória

A minha namorada Emelly Luana e minha família por terem me incentivado durante todo o tempo da graduação. E em especial, este trabalho é dedicado a minha mãe, Joana Neta, que me apoiou durante a minha vida inteira, sempre me orientando pelos caminhos da vida e sempre me incentivando a estudar. A ela dedico esta vitória.

Agradecimentos

A orientadora, Prof^a. Alessandra Mariana, pelo suporte durante o desenvolvimento deste trabalho;

Aos técnicos em Elétrica e Automação Industrial Edvan Macedo e Jorismar Alencar, por contribuírem esclarecendo as dúvidas relacionadas a automação industrial;

Ao Sr. Edivaldo, que nos auxiliou durante a visita técnica a usina siderúrgica Terra Norte;

Aos professores, alunos e técnicos administrativos membros da Faculdade de Computação.

Sumário

Capítulo 01 - Introdução.....	12
1.1 Justificativa.....	12
1.2 Objetivo.....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 Metodologia.....	13
1.4 Estrutura do Trabalho.....	14
Capítulo 02 - Princípios da Tecnologia da Informação e Comunicação.....	16
2.1 Considerações Iniciais.....	16
2.2 Engenharia de Software (ES).....	17
2.3 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD).....	18
2.4 Padrão XML (Extensible Markup Language).....	19
2.5 Sistemas Distribuídos.....	20
2.5.1 Questões de Projeto.....	22
2.5.2 Questões de Hardware.....	23
2.5.3 Questões de Software.....	23
2.5.4 Arquitetura de Sistemas Distribuídos.....	24
2.6 Redes de Comunicação de Dados.....	25
2.7 Redes de Computadores.....	26
2.7.1 Padrão Ethernet.....	27
2.7.2 Protocolos TCP/IP.....	28
2.8 Considerações Finais.....	29
Capítulo 03 - Automação Industrial.....	30
3.1 Considerações Iniciais.....	30
3.2 Controle de Processos.....	31
3.3 Sistemas SCADA - Visão Geral.....	32
3.3.1 Hardware de Controle e Aquisição de Dados.....	33
3.3.1.1 Sensores.....	34
3.3.1.2 Atuadores.....	35
3.3.1.3 Transdutores.....	35
3.3.2 Controlador Lógico Programável - CLP.....	35
3.3.2.1 Histórico.....	35
3.3.2.2 Características.....	36
3.3.2.3 Unidade Central de Processamento - CPU.....	39
3.3.2.4 Processador.....	40
3.3.2.5 Memórias.....	41
3.3.2.6 Linguagens de Programação.....	42
3.3.3 Software de Supervisão (Supervisório).....	45
3.4 Redes Industriais.....	47

3.4.1 Hierarquia das Redes Industriais.....	47
3.4.1.1 Nível de Informação.....	48
3.4.1.2 Nível de Controle.....	48
3.4.1.3 Nível de Campo.....	48
3.4.2 Classificação das Redes Industriais.....	49
3.4.2.1 Rede Sensorbus.....	49
3.4.2.2 Rede Devicebus.....	49
3.4.2.3 Rede Fieldbus.....	49
3.5 Formas de Comunicação das Redes Industriais.....	50
3.5.1 Ponto-a-Ponto.....	50
3.5.2 Mestre-escravo.....	50
3.5.3 Cliente-servidor.....	51
3.5.4 Produtor-consumidor.....	51
3.6 Padrão de Comunicação OPC.....	52
3.7 Considerações Finais.....	53
Capítulo 04 - Exemplo Prático.....	54
4.1 Considerações Iniciais.....	54
4.2 Funcionamento do Processo.....	56
4.3 Proposta de Automação da Planta 01.....	57
4.4 Visão do Mercado de Marabá.....	59
4.5 Considerações Finais.....	59
Capítulo 05 - Conclusão.....	60
5.1 Considerações Finais.....	60
5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros.....	61
Bibliografia.....	62

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Sistema Distribuído para Automação Industrial.....	24
Figura 3.1 - Rotina Básica de Controle de Processo.....	30
Figura 3.2 - Sistema SCADA.....	32
Figura 3.3(a) - Termopar (Sensor de Temperatura)	33
Figura 3.3(b) - Encoder (Sensor de Velocidade)	33
Figura 3.4 - CLP.....	35
Figura 3.5 - Algoritmo do Ciclo de Varredura.....	37
Figura 3.6 - Arquitetura de CLP	38
Figura 3.7 - Linguagens de Programação para CLP norma IEC 61131-3	43
Figura 3.8 - Sistema Supervisório FERBASA.....	45
Figura 4.1 - Planta 01.....	54
Figura 4.2 - Planta 01 automatizada.....	57

Lista de Siglas

API - Application Program Interface
CASE - Computer-Aided Software Engineering
CLP - Controlador Lógico programável
COM - Component Object Model
CPU - Unidade Central de Processamento
DCOM - Distributed Component Object Model
DOM - Document Object Model
DTP - Document Type Definitions
EEPROM - Eletrically Erasable Programmable Read Only Memory
EPROM - Erasable Programmable Read Only Memory
ERP - Enterprise Resource Planing
ES - Engenharia de Software
HTML - Hyper Text Markup Language
IEC - International Electrotechnical Commission
IEEE - Institute of Electric and Eletronic Engineers
IHM - Interface Homem-Máquina
IP - Internet Protocol
LAN - Local Area Network
MAN - Metroplitan Area Network
MIMD - Multiple Instructions Multiple Data
OPC - OLE for Process Control
RAM - Randomic Access Aleatory
ROM - Read Only Memory
SCADA - Supervisory Control and Data Aquisition
SD - Sistemas Distribuídos
SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SISD - Single Instruction Single Data

SQL - Structure Query Language

TCP - Transmission Control Protocol

TIC - Tecnologia da informação e Comunicação

W3C - World Wide Web Consortium

WAN - Wide Area Network

XML - Extensible Markup Language

XML-QL - Extensible Markup Language – Query Language

Resumo

Souza, Clayton José C. de. Aplicações da Tecnologia da Informação e Comunicação na Automação Industrial. Monografia, Bacharelado em Sistemas de Informação. UFPA, Pará, 2008.

Este trabalho tem por objetivo demonstrar de que maneira as tecnologias da informação e comunicação estão sendo empregadas na automação industrial. Apresenta algumas considerações das tecnologias da informação e comunicação e suas ligações com a automação de processos industriais. Em seguida, explana sobre a automação industrial, mostrando seus benefícios, motivações e suas ferramentas, como também de que maneira a computação pode melhorar os processos produtivos. Neste trabalho é demonstrado, ainda, um modelo de planta industrial e seu projeto de automação, que deverá ser feito baseado nas tecnologias de automação industrial e nas tecnologias da informação e comunicação. A planta em questão representa situações típicas de um chão-de-fábrica, exemplificada por uma das usinas siderúrgicas localizadas em Marabá.

Palavras-chaves: Tecnologia da Informação e Comunicação, Automação Industrial, Sistemas Supervisórios.

Capítulo 01 - Introdução

1.1 Justificativa

Em virtude da grande necessidade que a região sudeste do Pará tem de profissionais capacitados para atuarem na área de automação industrial, este estudo aborda como a computação pode ser aplicada nesta área. A região em estudo possui uma grande concentração de indústrias que trabalham no ramo da siderurgia, produzindo ferro gusa, que é a matéria prima para a fabricação de ferro e aço.

Nestas indústrias, os processos são automatizados através de painéis de controle ou de sistemas computadorizados capazes de fazerem o controle dos processos que estão sendo executados. Porém, quando há necessidade de implantação de um novo sistema de controle por computador ou manutenção dos sistemas que já estão instalados, tem-se que trazer profissionais da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) de outras regiões, pois não há na região profissionais treinados nesta área, nem cursos técnicos ou superiores que abordem o tema.

Outro motivo para a realização deste estudo é o risco de acidente existente nas usinas siderúrgicas, e a automação industrial tem como um de seus objetivos a diminuição do risco de vida das pessoas que trabalham em lugares perigosos, além de possibilitar outras vantagens, tais como: mais qualidade na produção, menor perda de produtos, maior produção em menos tempo e a possibilidade de projetar e fazer estimativas para produções futuras.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo demonstrar e analisar como a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) pode ser empregada no processo de desenvolvimento e implementação de projetos de automação industrial, haja vista que nestes projetos grande parte é implementada utilizando conhecimentos da informática. Como exemplos de aplicação, podem ser citadas as redes de comunicação de dados, que neste caso ligam as redes de dispositivos de chão-de-fábrica com as redes corporativas das empresas, e os sistemas de informação, que são sistemas que ficam instalados em computadores e servem para efetuar o controle dos processos industriais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Demonstrar os conceitos da automação industrial e seu relacionamento com a área de TIC;
- Estudar as tipologias de redes industriais responsáveis pela comunicação dos dispositivos de chão-de-fábrica;
- Explicar como é feita a integração das redes de computadores com as redes industriais;
- Demonstrar os sistemas de informação capazes de efetuar o controle de uma planta industrial.

1.3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foram feitas pesquisas em livros, artigos e sites de empresas que tratam da área de Tecnologia da Informação e Comunicação e também da área

de Automação Industrial. Sobre a área de TIC, grande parte das informações pôde ser encontrada em livros. Já as informações sobre automação foram encontradas também em livros, mas, em sua maioria, as informações vieram de artigos e de manuais de equipamentos industriais.

Após a etapa de pesquisa bibliográfica, foi realizada uma visita técnica a uma usina siderúrgica localizada na cidade de Marabá, com o objetivo de conhecer o funcionamento, de um sistema de automação industrial e seu relacionamento com a informática. Nesta visita, foi possível verificar o funcionamento dos equipamentos de controle e aquisição de dados e do sistema supervisor responsável pelo controle e monitoramento da planta industrial.

Também foram realizadas algumas entrevistas com profissionais locais que atuam na área de Automação Industrial e que possuem uma grande experiência, principalmente em automação de usinas siderúrgicas. O objetivo desta entrevista era conhecer os projetos de automação desenvolvidos nas usinas siderúrgicas de Marabá e desta forma, encontrar as necessidades da indústria local.

Após a visita técnica e as entrevistas com profissionais de automação, essas informações foram tratadas e organizadas para proporcionar o desenvolvimento de um projeto de automação industrial, para as siderúrgicas da região que usam o mesmo modelo de planta.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo é a introdução, onde são apresentados a justificativa, os objetivos gerais e os objetivos específicos. Neste capítulo, também é demonstrada a metodologia que foi utilizada para o desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo faz uma abordagem dos temas relacionados à área de Tecnologia da Informação e Comunicação, demonstrando seus conceitos e suas aplicações. Neste capítulo, são tratados temas como redes de computadores, sistemas distribuídos, banco de dados, arquivos XML, entre outros. O objetivo é demonstrar como estas tecnologias são empregadas no dia-a-dia das empresas que as utilizam para efetuar a aquisição e o controle de dados em suas plantas industriais.

No terceiro capítulo, é feito um estudo dos temas relacionados à área de Automação Industrial, demonstrando a importância da área de TIC quando aplicada no projeto e implementação de plantas industriais. Para isso, são apresentados alguns dos principais conceitos desta área, assim como equipamentos e dispositivos tais como controladores lógicos programáveis, sensores, atuadores, sistemas supervisórios, redes industriais, etc.

No quarto capítulo é demonstrado um estudo de caso, com base em uma planta industrial utilizada em usinas siderúrgicas. A planta em questão não corresponde a todo o processo de produção, mas apenas uma parte dele. O objetivo com isto é demonstrar um exemplo prático de uma planta de automação industrial e do emprego das tecnologias da informação e comunicação nesta planta.

Finalmente, no quinto capítulo, são feitas a conclusão deste trabalho e as sugestões para trabalhos futuros, de maneira que este assunto continue sendo pesquisado e que esta comunidade acadêmica possa contribuir com a evolução industrial da cidade de Marabá e região, aproveitando o grande potencial em que a cidade está inserida.

Capítulo 02 - Princípios da Tecnologia da Informação e Comunicação

2.1 Considerações Iniciais

Durante a década de 90, houve uma grande popularização da tecnologia da informação e comunicação. Esta popularização ocorreu devido ao barateamento dos computadores pessoais, permitindo que mais pessoas tivessem acesso e se beneficiasse desta tecnologia. A introdução dos computadores no dia-a-dia das pessoas gerou uma nova sociedade, chamada de sociedade da informação, onde os membros desta sociedade são pessoas que trabalham e dependem da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

A tecnologia da informação e comunicação é um ramo da ciência que evolui rapidamente e que cada vez mais proporciona facilidade à vida das pessoas. Dentro do mundo moderno, a TIC pode ser considerada a maior ferramenta de trabalho, não sendo mais possível trabalhar sem ela, uma vez que ela penetrou em todos os ambientes da sociedade.

Para se entender melhor a TIC, deve-se ter em mente que esta não é formada apenas por computadores e programas de computador, mas também de outras partes como dispositivos de armazenamento de dados, chamados de banco de dados, dispositivos de rede, como os servidores, roteadores, hubs, switches e cabos. Também fazem parte de TIC as equipes de desenvolvimento de sistemas, de suporte, a equipe de projetistas de redes e todos os outros fatores que possam influenciar na produção, armazenamento e difusão da informação.

As aplicações da TIC são as mais diversas possíveis, dentre as quais podem ser citadas: área da saúde, educação, pesquisa científica, setor bancário, telefonia celular, automação predial, automação industrial e em muitos outros setores. Na área de automação industrial, a

TIC tem aplicações particulares, as quais serão abordadas de forma breve neste Capítulo, demonstrando, desta forma, o relacionamento entre as duas áreas.

2.2 Engenharia de Software (ES)

Engenharia de Software é “o estabelecimento e uso de sólidos princípios de engenharia para que se possa obter economicamente um software que seja confiável e que funcione em máquina reais” (PRESSMAN, 2005 apud BAUER, 1969).

A Engenharia de Software está dividida em três elementos básicos: métodos, ferramentas e procedimentos. Os métodos definem como um software deve ser desenvolvido, Dentre estes métodos estão as fases de análise de requisitos, codificação, testes e manutenção. As ferramentas são usadas como apoio durante as fases que estão dentro dos métodos. Quando uma ferramenta permite a integração com outras e fornece informações que podem ser usadas por outras ferramentas, estas são chamadas de ferramentas CASE (Computer-Aided Software Engineering). Os procedimentos ligam os métodos às ferramentas e definem a sequência que os métodos deverão ser aplicados.

Assim como nos sistemas comerciais, a Engenharia de Software deve ser aplicada também durante as fases de desenvolvimento dos sistemas de controle e aquisição de dados empregados nas indústrias. Com isto, pretende-se encontrar erros que possam existir ainda durante a fase de análise de requisitos e que permita, em paralelo com o desenvolvimento do sistema, fazer a documentação do mesmo, para ser usada durante as fases de codificação e testes, e também, no futuro, para a manutenção do sistema.

2.3 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD)

Banco de dados “é uma coleção de dados inter-relacionados e um conjunto de programas para acessar estes dados” (SILBERSCHATZ, 2006). Os SGBD’s têm como objetivo servir de repositório de dados, para que quando houver necessidade, seus usuários possam ter acesso a eles.

Os SGBD’s estão aplicados em vários tipos de organizações, como os bancos, as empresas de comércio, as empresas de linhas aéreas, as empresas de finanças, em várias outras empresas e também em empresas industriais, para fins de automação. Nestas, os bancos de dados armazenam informações sobre o processo produtivo e recebem informações tanto dos sistemas de controle e aquisição de dados, quanto dos sistemas administrativos. Posteriormente, os profissionais que estiverem trabalhando com estes bancos de dados poderão emitir relatórios de acordo com o seu nível hierárquico dentro da empresa. Por exemplo, os profissionais encarregados de planejar a produção podem solicitar relatórios que demonstrem o quanto foi produzido e em quanto tempo, já os profissionais que atuam na operação do sistema de controle e aquisição de dados terão acesso a relatórios que tragam informações sobre a ocorrência de falhas. São vários os fabricantes de SGBD, alguns são ferramentas proprietárias, como SQL Server e Oracle, outros são ferramentas livres como Firebird e MySQL. A decisão de qual banco de dados usar vai depender muito de onde será aplicado. Como os sistemas de automação industrial produzem grandes massas de dados, deve-se utilizar um SGBD que tenha capacidade de manipular estes volumes de dados.

2.4 Padrão XML (Extensible Markup Language)

O padrão XML (*Extensible Markup Language*) foi criado pela W3C (*World Wide Web Consortium*) para ser um padrão de arquivos da internet. Este padrão produz arquivos eletrônicos possíveis de serem abertos independentemente da plataforma do sistema operacional e do hardware, proporcionando a abertura destes arquivos em computadores, celulares, palmtops, entre outros dispositivos eletrônicos. Os arquivos XML têm feito grande sucesso com os usuários de informática devido a sua simplicidade de aprendizagem e uso.

Além das características citadas, o padrão XML possui interoperabilidade com arquivos HTML e com outros programas, permitindo com isso visualizar e manipular o conteúdo destes arquivos em editores de textos, planilhas eletrônicas e outros aplicativos, desde que estes aplicativos tenham uma API (*Application Program Interface*) para interpretar o conteúdo de um arquivo XML. A API para XML mais famosa é chamada de DOM (*Document Object Model*) por ser um padrão da W3C (BASSO, 2008).

Os arquivos XML têm um padrão para a estruturação de seus documentos que está dividido em duas partes: estrutura lógica composta por elementos e estrutura física composta por entidades, comentários, referências de caracteres e instruções de processamento. As linguagens baseadas em XML possuem um conjunto de elementos usados para definir o tipo do documento, e este conjunto de elementos é conhecido como Definições de Tipo de Documento ou DTP (*Document Type Definitions*) (BASSO, 2008).

Como o padrão XML foi concebido para manipular arquivos heterogêneos e sem uma estrutura bem definida, surgiu a necessidade de criação de uma linguagem que pudesse fazer consultas nestes arquivos, já que a linguagem de consultas em banco de dados, SQL (*Structure*

Query Language), não atendia as necessidades deste padrão. Criou-se então a XML-QL (*XML - Query Language*), onde esta linguagem de consulta trata os arquivos XML como banco de dados, fazendo operações como inserção, atualização e exclusão de dados, além de extrair, integrar e transformar os dados para arquivo XML (SANTOS, 2003).

Na automação industrial, têm-se empregado arquivos XML devido a sua portabilidade, simplicidade de uso e também devido a convergência que os sistemas de controle e aquisição de dados tem proporcionado pela Internet.

2.5 Sistemas Distribuídos

- Sistemas Distribuídos é um tema da área da Tecnologia da Informação e Comunicação que está mais visível na automação industrial, pois o seu conceito está diretamente ligado aos conceitos da automação industrial. Os Sistemas Distribuídos (SD) surgiram na metade da década de 80, influenciada por dois fatores principais: a evolução dos microprocessadores, que surgiram com tamanho de palavra 8 bits, mudando posteriormente para 16 e 32 bits e, atualmente, já existindo os processadores de 64 bits. Outro fator que influenciou para a concepção de Sistemas Distribuídos foi o surgimento das Redes Locais de Computadores (Local Área Network – LAN), onde estas redes permitem a interligação de centenas e até de milhares de computadores com uma capacidade de transmissão de dados na faixa de mega bits por segundo.

A definição de Sistemas Distribuídos segundo TANENBAUM (2003) é: “um conjunto de computadores independentes que se apresenta a seus usuários como um sistema único e coerente”. A definição dada pode ser simplificada postulando que Sistemas Distribuídos são

formados por hardware e software heterogêneos, mas para o usuário tudo parece ser apenas um único sistema.

Existe uma camada de software especial responsável por ocultar do usuário a heterogeneidade de hardware e de rede. Esta camada fica situada logicamente entre uma camada de nível mais alto, composta de usuários e aplicações, e uma camada subjacente, que consiste em sistemas operacionais e facilidades básicas de comunicação, às vezes denominada de middleware (TANENBAUM, 2007). Na automação industrial, a camada de software que atua como middleware é conhecida como OPC (*OLE for Process Control*) e será detalhada no Capítulo 03.

Os motivos para a implantação de um sistema distribuído são vários, dentre eles os principais são: Aumento do Poder Computacional, em que agora as informações podem ser processadas por vários processadores de forma simultânea; Acesso Remoto, onde há possibilidade de acessar recursos de hardware e software localizados em outras máquinas; Compartilhamento de Recursos de Hardware e de Software; Flexibilidade a alterações ocorridas no sistema com um todo; Tolerância a Falhas, pois em um SD, a falha de uma máquina não deve afetar as outras que fazem parte do sistema e Escalabilidade, que é capacidade de aumentar nodos ao sistema sem que haja a necessidade de parar o seu funcionamento. Os sistemas distribuídos têm como desvantagem a falta de software que opere sobre um SD e a dependência da rede de comunicação, e se esta rede apresentar falhas, o sistema poderá ficar lento ou até mesmo parar de funcionar.

Para a implementação de um SD, é necessário levar em consideração três fatores que se forem bem aplicados poderão resultar no sucesso do SD, ou no fracasso deste se não forem

seguidos. Os três fatores são: questões de projeto, questões de hardware e questões de software, os quais serão descritos a seguir, segundo VARGAS (2008).

2.5.1 Questões de Projeto

As questões de projeto devem tratar de cinco temas principais. O primeiro trata da Transparência, onde o usuário não deverá saber a localização do recurso que ele está acessando. A transparência é classificada em cinco tipos, são elas: transparência de localização, de migração, de replicação, de concorrência e de paralelismo.

O segundo tema trata da Flexibilidade, pois os SD devem ser projetados somente com quatro serviços básicos: comunicação entre processos, gerência de memória, escalonamento e gerência de processos e controle de entrada e saída, os outros serviços necessários devem ser implementados na aplicação do usuário.

O terceiro tema trata da Confiabilidade do SD, pois o SD não deve parar de responder se algum hardware ou software parar de funcionar. A Confiabilidade é implementada de duas formas: primeiro através da Disponibilidade, sendo esta feita através da redundância de hardware e software e, se algum dispositivo falhar, o dispositivo redundante assume o papel do dispositivo defeituoso. Por conseguinte, a Confiabilidade é implementada através da Tolerância a Falhas, que tem como objetivo esconder as falhas ocorridas no sistema do usuário, mas vale ressaltar que na Automação Industrial nem sempre será desejável a ocultação das falhas do sistema, para que seja possível efetuar a correção das mesmas.

O quarto tema aborda o Desempenho do SD como questão a ser observada para sua implantação, uma vez que o desempenho de uma aplicação sobre um SD não pode ser pior que esta mesma aplicação rodando sobre um único processador. Algumas formas de medir o desempenho do SD são através do tempo de resposta, da vazão e da quantidade de banda da

rede consumida. E por último, tem-se como questão de projeto a Escalabilidade, que é a descentralização de recursos no uso de algoritmos distribuídos.

2.5.2 Questões de Hardware

Sistemas Distribuídos são formados por um conjunto de hardware que diferem entre si e são conectados por uma rede. Esta ligação de hardware diferente cria a seguinte classificação, considerando o número de instruções e o fluxo de dados:

a) *SISD - Single Instruction Single Data*: É formado por um único processador, responsável pelo processamento de fluxo de dados e instruções. Os processadores tradicionais trabalham desta forma.

b) *MIMD - Multiple Instructions Multiple Data*: É caracterizado pelo processamento de várias instruções e vários dados simultaneamente. Os sistemas MIMD podem ainda ser subdivididos em Multiprocessador, Multicomputador, Barramento e Switch.

- *Multiprocessador*: há apenas uma única memória compartilhada para todas as CPU's que estiverem conectadas a este sistema;

- *Multicomputador*: contrário ao sistema MIMD Multiprocessador, o Multicomputador apresenta memória dedicada para processador que estiver conectado ao sistema;

- *Barramento*: um único cabo liga todas as CPU's componentes do sistema e é responsável pela comunicação entre eles;

- *Switch*: apresenta cabos individuais para ligar máquina a máquina, e com vários tipos de comunicação possíveis.

2.5.3 Questões de Software

Sistemas distribuídos necessitam de software que trabalhem de forma distribuída e que atendam as suas características, tais como compartilhamento de recursos, concorrência, colaboração, escalabilidade, tolerância a falhas, transparência e que sejam capazes de estabelecer comunicação entre si e troca de mensagens. Alguns sistemas operacionais modernos podem parecer com um SD, mas não apresentam as características necessárias, por exemplo, os Sistemas Operacionais de Rede, que apresentam o compartilhamento de recursos de arquivos, mas não apresentam a transparência, que é característica de um SD. Um Sistema Operacional Distribuído deve operar de maneira que o usuário não note a localização dos recursos que ele está usando. A transparência é impossível de ser implementada cem por cento, mas ainda assim deve ser implementada ao máximo possível.

2.5.4 Arquitetura de Sistemas Distribuídos

A definição da localização e da comunicação dos nós participantes do Sistema Distribuído estabelecerá a sua atuação na planta industrial. A definição da arquitetura varia de acordo com o objetivo do sistema. Segundo Dayan (2008), os sistemas distribuídos podem ser divididos em cinco paradigmas de arquitetura: hierárquico, cache de CPU, cliente servidor, conjunto de processadores e orientado ao fluxo de dados. Neste trabalho, será tratado somente do paradigma hierárquico, porque ele é o que mais se aplica à realidade das plantas de automação industrial.

No paradigma “hierárquico”, os componentes do sistema ficam distribuídos em forma de árvore. A carga de trabalho de cada CPU é definida de acordo com a sua localização. Os processadores que ficam mais próximos à raiz tratam de assuntos gerais e os processadores

mais distantes da raiz ocupam-se de trabalhos mais específicos. Desta forma, em uma planta industrial, os processadores que ficam próximos à raiz da árvore seriam aqueles que estivessem localizados nas dependências gerenciais e que trabalhariam com assuntos mais genéricos, como controle de estoque e planejamento de produção. Já os processadores mais distantes da raiz seriam aqueles localizados próximos aos processos, e que fazem a aquisição e controle de dados do processo que está sendo controlado. A Figura 2.1 apresenta um esquema de sistema distribuído criado especificamente para trabalhar com automação, onde nela pode ser observada a existência de hardware e software heterogêneo, todos ligados a um núcleo central em tempo real e que realiza a conexão entre todos os componentes do sistema. Estas ligações são transparentes para o usuário final.

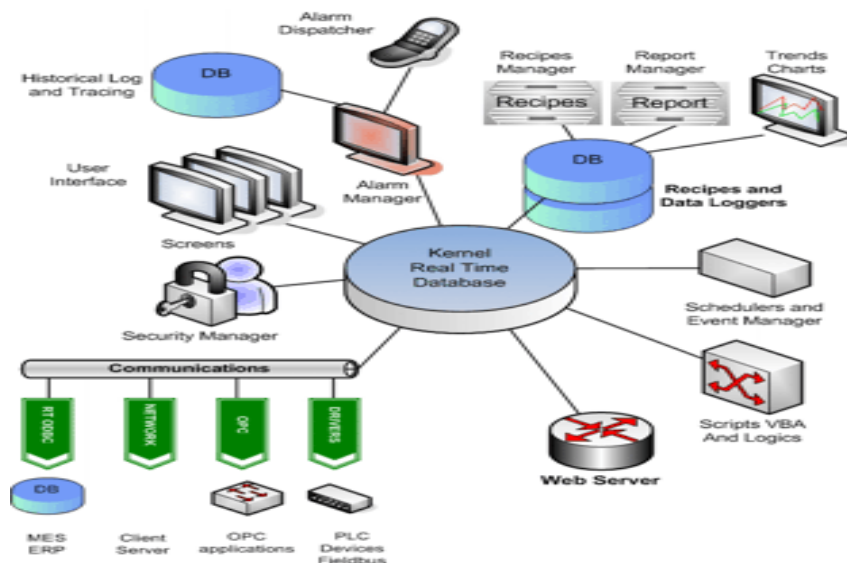


Figura 2.1 - Sistema Distribuído para Automação Industrial.

FONTE: MOVICONX, 2008.

2.6 Redes de Comunicação de Dados

Para haver comunicação de dados é necessário que haja um transmissor, um meio para transportar estes dados e um receptor para receber estes dados. Em Tanenbaum (2003), são apresentados três tipos principais para servirem de meios de transmissão de dados, são eles: meios guiados, não guiados e por satélite.

Os meios guiados são aqueles que usam algum tipo de cabo para fazer o transporte dos dados. Os cabos mais conhecidos para esta tarefa são o par trançado, que é formado por um par de fios de cobre revestido por uma capa plástica; o cabo coaxial, que possui maior resistência a ruídos e maior largura de banda se comparado com o par trançado, mas é mais difícil de manter este tipo de cabeamento e, por último, a fibra óptica, que possui uma excelente largura de banda. Entre os meios não guiados configuram as ondas de rádio, as microondas e o infravermelho. A comunicação por satélite é usada, mas não é acessível diretamente por usuários domésticos, onde o satélite é um grande repetidor de microondas e também possui excelente largura de banda.

2.7 Redes de Computadores

Em Tanenbaum (2003), redes de computadores são definidas como “um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia”. Os computadores interconectados trocam mensagens entre si e, além dessas mensagens, as redes de computadores permitem o compartilhamento de recursos, tais como impressoras, unidades de armazenamento, bancos de dados, entre vários outros. As redes de computadores estão

aplicadas no comércio, na indústria, nas universidades, nas instituições militares, nas residências e na indústria de telecomunicação.

As redes de computadores estão classificadas em Redes Locais - LAN (Local Area Network), Redes Metropolitanas - MAN (Metropolitan Area Network) e mais recentemente surgiram as Redes Geograficamente Distribuídas - WAN (Wide Area Network).

As redes LAN são redes privadas, localizadas em um ambiente restrito e que não têm objetivo de cobrir grandes distâncias. As redes LANs têm três características principais: tamanho, abrangendo poucos quilômetros; tecnologia de transmissão, que quase sempre é um cabo, onde as máquinas são ligadas e podem transmitir com velocidades entre 10Mbps a 100Mbps, possuindo boa taxa de vazão e ocorrendo poucos erros de transmissão; e topologia, que pode ser em barramento ou em anel. Na topologia de barramento existe apenas um meio físico para ligar todas as máquinas, e apenas uma máquina pode transmitir por vez. Na topologia em anel, um bit circula por todas as máquinas até chegar a máquina de destino, e apenas esta ou a máquina emissora pode retirar o bit do anel.

Redes MAN têm capacidade de abranger uma cidade, desta forma os meios de comunicação de uma cidade podem ser todos ligados através de fios. Em redes MANs são transmitidos sinais de emissoras de TV, de Internet, de telefonia celular, etc.

As redes WANs são redes geograficamente distribuídas, normalmente são empregadas para ligar diferentes regiões de um país e continentes. As redes geograficamente distribuídas são formadas por dois componentes: as linhas de transmissão e pelo elemento de comutação. As linhas de transmissão transportam os bits e o elemento de comutação conecta as linhas de transmissão.

As redes mais empregadas na automação industrial são as redes LANs e em menor frequência, as MANs. As redes LANs são empregadas tanto nos setores administrativos, para ligar computadores e outros dispositivos de hardware, quanto no chão-de-fábrica das indústrias, para ligar computadores e dispositivos de aquisição e controle de dados.

2.7.1 Padrão Ethernet

O padrão de rede ethernet foi criado para atender as LANs. É o padrão de rede de computadores mais popular devido o seu baixo preço para implementação e facilidade de manutenção. O padrão ethernet foi padronizado com o nome de IEEE 802.3. Para interligar os computadores, o padrão ethernet usa um fio de cobre. O padrão IEEE 802.3 definiu quatro tipos de fio: cabo coaxial grosso (10Base5), coaxial fino (10Base2), par trançado (10Base-T) e fibra ótica (10Base-F) (TANENBAUM, 2003).

Destes quatro tipos de cabos, o mais popular é o par trançado, ou 10Base-T, devido alguns benefícios que este cabo proporciona, como: maior facilidade de detecção de falhas, simplicidade de incluir novos equipamentos à rede e abrangência de distâncias médias para uma LAN, em torno de 100 a 200 metros.

O dispositivo de hardware utilizado para ligar as redes industriais às redes corporativas é chamado de gateway. Este equipamento pode receber cabos do padrão ethernet e cabos dos padrões industriais.

2.7.2 Protocolos TCP/IP

Os protocolos TCP (Transmission Control Protocol) e IP (Internet Protocol) trabalham em conjunto e são empregados nas redes das indústrias para receber os dados que saem do

roteador (gateway) para disponibilizá-los em máquinas da rede local e para máquinas remotas via WEB.

O protocolo IP foi criado para possibilitar a interligação de várias redes, sendo estas iguais ou não. Este protocolo atua sobre a camada de rede e seus pacotes são chamados de datagramas. O cabeçalho de um datagrama IP é formado por uma parte fixa de 20 bytes e uma parte variável.

O segundo protocolo é o TCP, este protocolo roda sobre a camada de transporte e seus pacotes são chamados de segmentos. Um segmento TCP é formado por cabeçalho de 20 bytes e uma parte variável. Sua transmissão é orientada a conexão, isto é, a transmissão inicia apenas quando a conexão já estiver estabelecida. A transmissão TCP é full-duplex, pois a mesma ocorre de forma bidirecional e simultânea. O protocolo TCP possui algumas características que são essenciais para complementar as redes de automação industrial, estas características são: garantia da transferência dos dados, controle do fluxo e controle de congestionamento.

2.8 Considerações Finais

Neste Capítulo foram abordados os principais temas sobre Tecnologia da Informação e Comunicação que estão mais relacionados com a automação industrial e, no final de cada seção foi feito o relacionamento entre as tecnologias citadas e automação. O capítulo seguinte aborda os temas pertinentes à automação de processos industriais, explicando alguns conceitos e suas aplicações.

Capítulo 03 - Automação Industrial

3.1 Considerações Iniciais

A automação desenvolveu - se em conjunto com as tecnologias da informação e comunicação, pois à medida que as tecnologias da informática evoluíam, essas tecnologias eram aplicadas na automação. Diversas áreas de trabalho, estudo e pesquisa fazem uso dos conceitos de automação, tais como automação para escritório, automação comercial, automação residencial e automação industrial. Neste trabalho será realizado um estudo detalhado sobre a automação industrial com enfoque nas aplicações das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's).

A Automação Industrial evoluiu motivada pela grande concorrência entre as indústrias e pela necessidade de empregar mais qualidade aos produtos desenvolvidos por estas. Como resultado desta evolução, surgiram os dispositivos que formam os sistemas SCADA (Sistema de Controle e Aquisição de Dados). Os sistemas SCADA são formados basicamente por duas partes: dispositivos de Hardware e Softwares de aquisição e controle de dados. Como exemplo de dispositivos que fazem parte do hardware de aquisição de dados podem ser citados os sensores, que recebem dados das fontes e enviam via rede industrial para os sistemas de controle. Para exemplificar um software de controle e aquisição de dados, citamos o Elipse SCADA, que é capaz de receber e enviar dados para os sensores.

Devido a grande influência da informática na automação industrial, é necessário que seja feito um estudo para compreender como um profissional de TIC deve atuar neste cenário, levantando questões acerca de um projeto de automação industrial. Este profissional deverá

atuar indicando quais as melhores tecnologias para cada projeto e de que maneira estas serão gerenciadas.

3.2 Controle de Processos

Para efetuar o controle de processos industriais, existe uma rotina básica e que é muito comum em indústrias de modo geral. A rotina básica tem início no processo que está sendo controlado. Neste processo é instalado um conjunto de sensores que fazem a aquisição dos dados e envia ao controlador. Dentro do controlador, é instalado um software com o objetivo de avaliar o estado do processo, onde neste software são criadas variáveis com valores ajustados, sendo estas variáveis chamadas de setpoint e, caso um valor ultrapassar o valor ajustado, o controlador ativará os atuadores. Atuadores são máquinas que tem capacidade de mudar o estado do processo com o objetivo de voltar o processo para o seu estado normal. Essas variáveis podem ser controladas através de dois tipos de controle: de malha aberta ou malha fechada. No controle de malha aberta o sistema não envia retorno ao controlador, enquanto que no controle de malha fechada o sistema devolve informações sobre o estado do processo. A Figura 3.1 apresenta uma rotina básica de controle de processo em malha fechada.

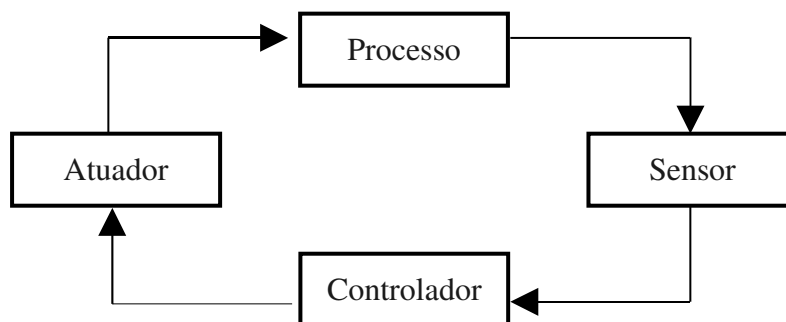


Figura 3.1 - Rotina Básica de Controle de Processo

FONTE: SILVA, 2007.

3.3 Sistemas SCADA - Visão Geral

Sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), também chamados de sistemas supervisórios, fazem o controle e aquisição de dados de um processo produtivo. As informações são coletadas por um conjunto de instrumentos que ficam instalados no chão da fábrica e, em seguida, são manipuladas, analisadas e armazenadas para que o usuário do sistema possa recuperá-las quando necessitar.

Os antigos sistemas SCADA eram projetados em painéis com lâmpadas, em que estes sistemas faziam a aquisição de dados e permitiam informar periodicamente o estado do processo monitorado. Nesta época, os painéis não apresentavam interface com o operador. Atualmente, os sistemas de controle e aquisição de dados fazem uso de tecnologia da informação e comunicação para realizarem a busca da informação no chão-de-fábrica, que geralmente ficam em ambientes complexos e dispersos geograficamente, e em seguida apresentam as informações de modo legível, através de sistemas computadorizados, que possuem telas gráficas semelhante com o ambiente monitorado.

Os sistemas de controle e aquisição de dados modernos dividem-se basicamente em duas partes. A primeira parte é formada pelos componentes físicos tais como sensores, atuadores, CLP's, redes industriais e redes de comunicação. A segunda parte do sistema é formada pela lógica, que são os sistemas de informação que fazem o controle e o armazenamento dos dados. Cada uma destas partes do sistema será mais bem estudada no decorrer deste trabalho. A Figura 3.2 a seguir mostra o esquema de um sistema SCADA.

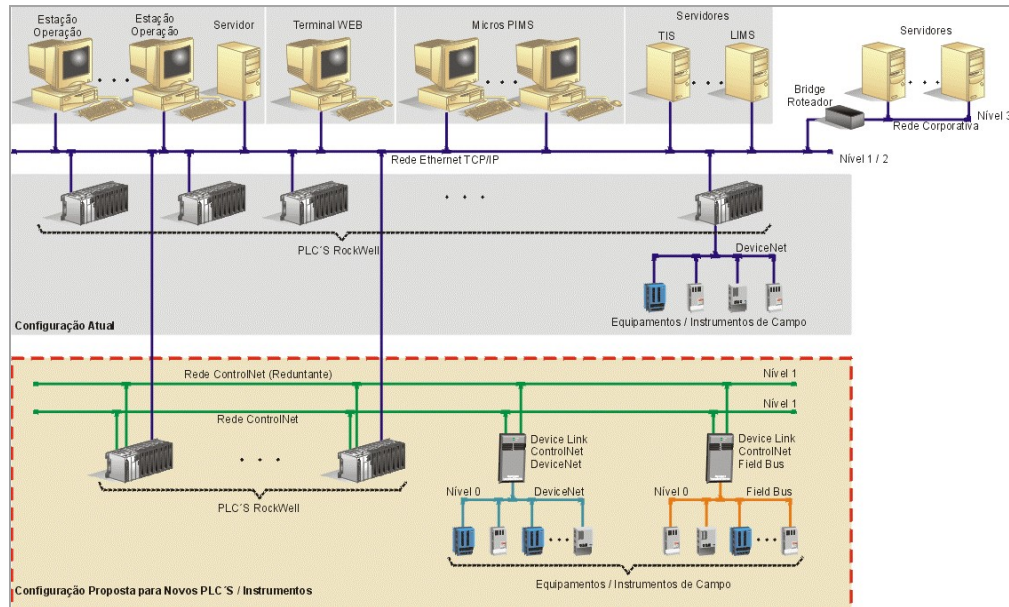


Figura 3.2 - Exemplo de um Sistema SCADA

FONTE: FILHO

3.3.1 Hardware de Controle e Aquisição de Dados

Os sistemas de aquisição de dados são dispositivos de *hardware* que ficam instalados no chão-de-fábrica, fazendo a busca da informação no processo que está sendo controlado e levando-a via rede industrial até os sistemas supervisórios. Faz parte de um sistema de aquisição de dados os sensores, atuadores, CLP's e as redes industriais. Os CLP's e as redes industriais serão discutidos mais à frente. Nas seções seguintes serão abordados, sem entrar em muitos detalhes, os sensores e atuadores, com o objetivo de oferecer um conhecimento básico sobre estes dispositivos. Estes dispositivos não serão detalhados devido a grande diversidade existente e por não ser o objetivo deste texto o aprofundamento de tais dispositivos.

3.3.1.1 - Sensores

Sensores são dispositivos de aquisição de dados, e tem como principal objetivo monitorar e indicar as condições do processo. Eles ficam instalados nas máquinas que atuam no processo, coletam os sinais e enviam para o dispositivo de controle. Existe uma grande variedade de sensores, os mais comuns são os sensores analógicos e digitais.

Os sensores analógicos podem assumir qualquer valor em suas saídas, desde que os valores estejam dentro de sua faixa de operação. Outra característica dos sensores analógicos é a variação de seus valores de acordo com o passar do tempo. Abaixo são exemplificados dois tipos de sensores analógicos.

Sensores de Temperatura: Este tipo de sensor ficar constantemente verificando a temperatura do ambiente em que está instalado e enviando seus sinais aos controladores programáveis para serem avaliados.

Sensores de Velocidade: Estes sensores ficam instalados em máquinas que efetuam algum tipo movimento, com o objetivo de evitar que a máquina controlada saia da velocidade adequada para o processo.



Figura 3.3(a) - Termopar (Sensor de temperatura)

FONTE: SILVA, 2007.



Figura 3.3(b) - Encoder (Sensor de velocidade)

FONTE: SILVA, 2007.

Os sensores digitais podem assumir apenas dois valores, interpretados como zero ou um, durante todo o processo. Sensores digitais são aplicados, por exemplo, para detectar a presença de uma peça em uma esteira ou para perceber uma porta aberta em um forno industrial.

3.3.1.2 - Atuadores

Os atuadores são dispositivos que atuam diretamente no processo, sendo dotados de capacidade para receber informações dos dispositivos de controle e de modificarem o status do processo. Os atuadores executam operações como ligar ou desligar um motor, por exemplo. Alguns tipos de atuadores são: válvulas, relés, cilindros, motores e solenóides.

3.3.1.3 - Transdutores

Possuem função muito semelhante aos sensores, pois tem capacidade de perceber mudanças no ambiente de controle e de enviá-las ao Controlador Lógico Programável. A diferença entre estes dois dispositivos está na característica deste instrumento em poder transformar sinais analógicos em digitais e sinais digitais em analógicos, não necessitando assim de conversor Analógico/Digital e Digital/Analógico (AD/DA) entre o dispositivo e o controlador.

3.3.2 - Controlador Lógico Programável – CLP

3.3.2.1 - Histórico

Quando a indústria de manufatura começou a automatizar seus processos industriais, ela usava painéis de circuitos e relés que eram montados seguindo a lógica do processo. Porém este tipo de automação tornava-se inviável quando havia a necessidade de mudança da lógica destes elementos, motivada por mudanças na linha de produção. Além disso, as mudanças nesses painéis necessitavam de muito tempo e dinheiro.

Para que fosse possível automatizar ou fazer mudança nos processos, sem que houvesse a obrigação de parar a indústria para efetuar as mudanças necessárias, uma equipe liderada pelo Engenheiro Richard Moley preparou uma especificação que atendia as necessidades de muitos usuários de circuitos e relés e, que pudesse ser aplicada na maioria das indústrias. Dessas especificações foi criado o Controlador Lógico Programável – CLP. O primeiro CLP foi desenvolvido pela General Motors, em 1968, e algumas de suas vantagens em relação aos painéis de circuitos e relés são o baixo consumo de energia e maior flexibilidade para sofrer alterações.

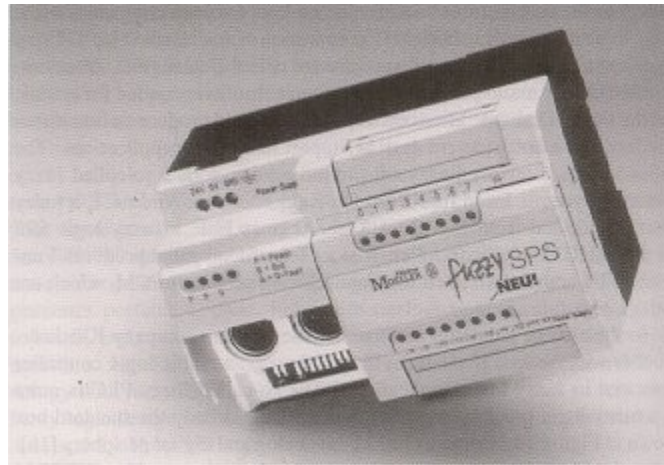


Figura 3.4 - CLP

FONTE: LPS, 2008.

3.3.2.2 - Características

O Controlador Lógico Programável é um computador que possui características semelhantes aos computadores de plataforma PC – Computador Pessoal, porém é um dispositivo desenvolvido para atuar em aplicações específicas, tais como controle de processos industriais, monitoramento contra incêndio, etc.

Como o CLP é um computador, ele pode ser programado de acordo com as necessidades de cada aplicação. Para tal operação existem várias linguagens de programação, onde estas são desenvolvidas especificamente para este tipo de dispositivo e podem variar de fabricante para fabricante e, em algumas situações, um mesmo fabricante desenvolve uma linguagem de programação de acordo com o tipo de CLP, sendo assim, a linguagem de programação pode ainda variar entre os modelos de CLP. Devido a esta grande variação de linguagens de programação para CLP é que se está buscando uma padronização de linguagem através da norma IEC 1131-3.

Para executar suas operações de aquisição e envio de dados, este dispositivo possui interfaces para receber e enviar sinais. Estas interfaces também podem ser chamadas de

circuitos de entrada e saída. Nos circuitos de entrada, o CLP recebe os sinais enviados pelos sensores ou pelo operador do sistema. Nos circuitos de saída são enviados dados para os atuadores ou para o operador do sistema para que estes possam atuar no mesmo quando necessário.

O controle do processamento interno do CLP é feito por um sistema embarcado chamado de “executivo” e por outro chamado de programa do usuário. O programa “executivo” atua como um sistema operacional de um computador pessoal, onde ele fica constantemente verificando as entradas e ativando o programa do usuário, a este processo de verificação das entradas e de ativação do programa do usuário dá-se o nome de ciclo de varredura ou *scanning*. O ciclo de varredura possui faixas de tempo que variam de mili a microssegundos. A Figura 3.5 mostra o algoritmo de um ciclo de varredura.

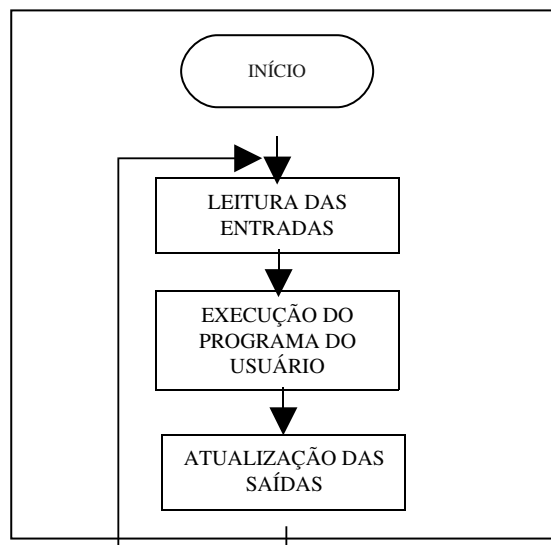


Figura 3.5 - Algoritmo do Ciclo de Varredura

FONTE: SILVEIRA, 2007.

O programa do usuário é desenvolvido de acordo com processo que está sendo controlado, fazendo a análise dos dados recebidos das interfaces de entradas e, quando há a necessidade, envia comandos aos atuadores ou ao operador do sistema através de seus circuitos de saída.

Em relação a sua arquitetura, o CLP é formado por Unidade Central de Processamento – CPU, Memórias, que podem ser voláteis ou não e barramento de comunicação de dados interno. Estas características de arquitetura e as linguagens de programação serão abordadas com mais detalhes nos tópicos seguintes.

Abaixo serão listadas as vantagens da utilização de CLP para automatizar processos em vez de painéis de controle:

- ✓ O CLP permite fácil diagnóstico de falhas no processo ainda na fase de projeto, porque ele pode ser testado em um PC antes de ser levado ao chão-de-fábrica;
- ✓ Consome pouco espaço, ao passo que painéis consomem alguns metros quadrados;
- ✓ O CLP pode ser facilmente reprogramado sem a necessidade de interromper o processo produtivo. Painéis levam muito mais tempo para mudar a sua lógica além da necessidade de parar o processo que estava sendo controlado;
- ✓ CLP's podem ser ligados em rede, possibilitando o controle distribuído. Painéis de controle faziam o monitoramento isoladamente;
- ✓ Os dados do CLP podem ser armazenados em um banco de dados;
- ✓ CLP's consomem pouca energia;
- ✓ CLP's apresentam poucos defeitos, diferentemente dos painéis de controle, que apresentavam defeitos constantemente.

3.3.2.3 - Unidade Central de Processamento - CPU

Conforme explanado na seção anterior, o Controlador Lógico Programável possui arquitetura semelhante a dos computadores pessoais, possuindo em comum uma Unidade Central de processamento – CPU, com núcleo processador, memórias do tipo RAM e ROM e barramento de controle, dados e endereço. Estes itens serão explicados nos tópicos seguintes. A Figura 3.6 apresenta uma arquitetura de um CLP.

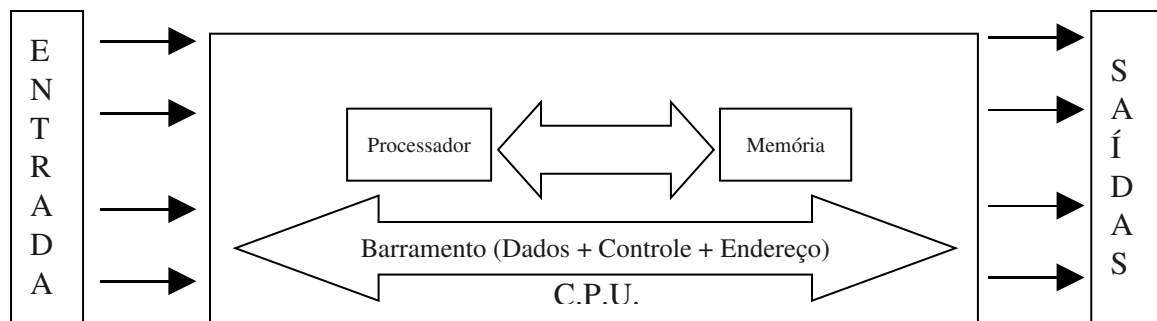


Figura 3.6 - Arquitetura de CLP.

FONTE: SILVEIRA, 2007.

3.3.2.4 - Processador

O processador de um CLP é o cérebro da CPU, gerenciando todo o sistema interno do controlador. Existem vários tipos de processadores que podem ser instalados em um CLP, podendo ser desde microprocessadores 80286, 80386 e 8051 até processadores dedicados, conhecidos como processadores digitais, o tamanho da palavra varia entre 8, 16 e 32 bits. Há CPU's que possuem mais de um núcleo de processamento e que trabalham como os processadores de PC que fazem processamento paralelo, aumentando o poder computacional

do mesmo. Além da função de controle, o processador ainda interpreta e executa as instruções do programa do usuário. Juntamente com o processador, existe um programa desenvolvido pelo fabricante do CLP atuando como um sistema operacional de um PC, onde este programa ajuda o processador no controle das partes constituintes do mesmo e na manipulação da aplicação do usuário.

O funcionamento dos barramentos de endereço, de dados e de controle também é realizado pelo processador. Estes barramentos ligam o processador às memórias do CLP. O barramento de endereço leva do processador para a memória o endereço da próxima célula a ser lida, este endereço pode apontar para um dado ou para uma instrução; o barramento de dados leva informação da memória para o processador e do processador para a memória; o barramento de controle leva do processador para a memória comandos de leitura e escrita. Estes barramentos são de fundamental importância para o bom desempenho do processador e para o controle do sistema que se pretende controlar. Outro fator importante para o bom desempenho do sistema é o tempo de varredura do processador, que também é conhecido como *clock* ou *scanning*, que em computadores pessoais este tempo é muito alto chegando na faixa dos Megahertz (milhões de vezes por segundo) e em CLP's não precisa ser tão alta, ficando na faixa dos Kilohertz (milhares de vezes por segundo).

3.3.2.5 - Memórias

Para a melhor compreensão do funcionamento das memórias do CLP, primeiro faz-se necessário a compreensão dos conceitos de memória volátil e memória não volátil. Memórias voláteis são aquelas que perdem informação quando perdem energia. Portanto, a informação para este tipo de memória está intimamente ligada ao consumo de energia. Memórias não

voláteis são aquelas memórias que mantêm informação mesmo sem energia. Aqui cabe uma ressalva que, mesmo sem estar energizada, memórias não voláteis precisam de baterias que mantêm o mínimo de energia para que as informações não sejam perdidas. Partindo desses princípios, os CLP's possuem dois tipos básicos de memórias assim como os computadores, são elas: as memórias RAM e ROM.

A memória RAM (*Random Access Memory*) é do tipo volátil e possui tempo de acesso rápido, este tempo é semelhante ao *clock* do processador e corresponde ao tempo para realização de uma operação de leitura e escrita. Esta memória armazena dados temporariamente, ficando com eles somente enquanto o programa em execução precisar desses dados, depois o próprio programa retira da memória os dados que não for mais precisar. Exemplos de informações que são armazenados na memória RAM são: calendário e relógio interno, sinalizadores ou *flag* de alarmes e erros, variáveis temporárias e partes do programa que são usadas apenas por um período de tempo.

Enquanto que a memória RAM perde seus dados assim que fica sem energia, a memória ROM (*Read Only Memory*) mantém os dados mesmo na ausência desta, ficando assim os dados armazenados. Existem no mercado várias categorias de memória ROM, tais como PROM, EPROM, EEPROM. Porém para CLP os tipos mais usados são EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) e EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), devido suas características. Memória EPROM permite ao usuário alterar os dados que já estão armazenados na memória. Nesta memória pode ficar armazenado o programa do usuário que o CLP deverá executar. Semelhante a memória EPROM, tem-se a memória EEPROM que, apesar de não ser volátil, o seu conteúdo pode ser apagado e reprogramado várias vezes. O número de reprogramações é limitado e está em torno de dez mil

operações de limpeza/escrita. Na memória ROM fica armazenado o programa executivo desenvolvido pelo fabricante do CLP. O programa fica nesta memória para que o usuário não altere o mesmo, pois, se alterá-lo pode por em risco a vida útil do controlador.

3.3.2.6 - Linguagens de Programação

Assim como os computadores, os CLP's também possuem linguagens de programação que permitem o desenvolvimento de aplicações por parte do usuário e de acordo com a sua necessidade. A primeira linguagem para programação de CLP foi a linguagem Ladder, que tem estrutura semelhante aos diagramas de relés que os técnicos e engenheiros usavam para montar os painéis de controle. O fato de sua programação ser muito parecida com os diagramas de relés foi fundamental para a aceitação do controlador lógico programável no mercado.

Outras linguagens de programação foram desenvolvidas para programar CLP's. Estas linguagens de programação podem variar entre os fabricantes e entre os modelos de CLP's. Para solucionar este problema desenvolveu-se a norma IEC 61131-3 para tratar de uma padronização das linguagens de programação de Controladores Lógicos Programáveis. Esta norma tem como objetivo a uniformização das estruturas das linguagens de programação para facilitar o aprendizado por parte dos programadores; reduzir o tempo de desenvolvimento da aplicação, melhorar a qualidade e a segurança dos programas, além de definir linguagens apropriadas para cada tipo de aplicação. Destaca-se ainda que existem CLP's que aceitam aplicações desenvolvidas em linguagens de alto nível, como 'C' e PASCAL (GIORGINE, 2007).

Linguagens de programação de CLP, além de suas características padrão, como os temporizadores, contatos de comparação e contadores, devem ainda prover características

iguais as linguagens de programação para PC, como declaração de variáveis, tomada de decisões, laços de repetição e a criação e chamada de sub-rotinas.

A norma pretende ainda ser aceita por boa parte dos fornecedores de hardware e software para automação. A seguir serão apresentadas as cinco linguagens de programação descritas na norma IEC 61131-3.

Linguagem Ladder (LD - Ladder Diagram): É uma linguagem gráfica. Possui estrutura semelhante aos diagramas de relés que eram montados pelos engenheiros e técnicos para automatizar os processos industriais. Foi a primeira linguagem criada para programar CLP e foi bem aceita por sua semelhança com os digramas de relés.

Linguagem de Lista de Instruções (IL - Instruction List): É uma linguagem de baixo nível, semelhante a linguagem de programação de PC Assembly. Nesta linguagem, apenas uma instrução pode ser declarada e executada por linha. Sua aplicação é mais indicada para aplicações pequenas ou para otimizar partes de um programa já criado.

Texto Estruturado (ST - Structured Text): É uma linguagem de alto nível, semelhante ao Pascal. É indicada para o desenvolvimento de aplicações complexas, e que faça de uso de variáveis analógicas e digitais. Apresenta ainda tipos de dados específicos para gerenciamento de horas, data e duração de tempo, laços de repetição, execução de condições e funções para raiz quadrada e seno, por exemplo.

Diagramas de Blocos de Função (FBD - Function Block Diagram): Assim como a linguagem Ladder, também é uma linguagem gráfica. Os elementos do programa são

representados através de blocos e permite que os mesmos possam ser conectados entre si. É indicada para aplicações de envolvam fluxo de informação, ou dado, entre os componentes de controle.

Diagrama Funcional Sequencial (SFC - Sequential Function Chart): É uma linguagem gráfica, baseada na norma IEC 60848. Esta é utilizada para estruturar a organização interna do programa, além de permitir a decomposição do mesmo em partes menores. Dentro de cada parte pode ser desenvolvida aplicação com qualquer uma das linguagens de programação da norma IEC 61131-3. A Figura 3.7 mostra um exemplo de programa de cada uma das linguagens citadas na norma.

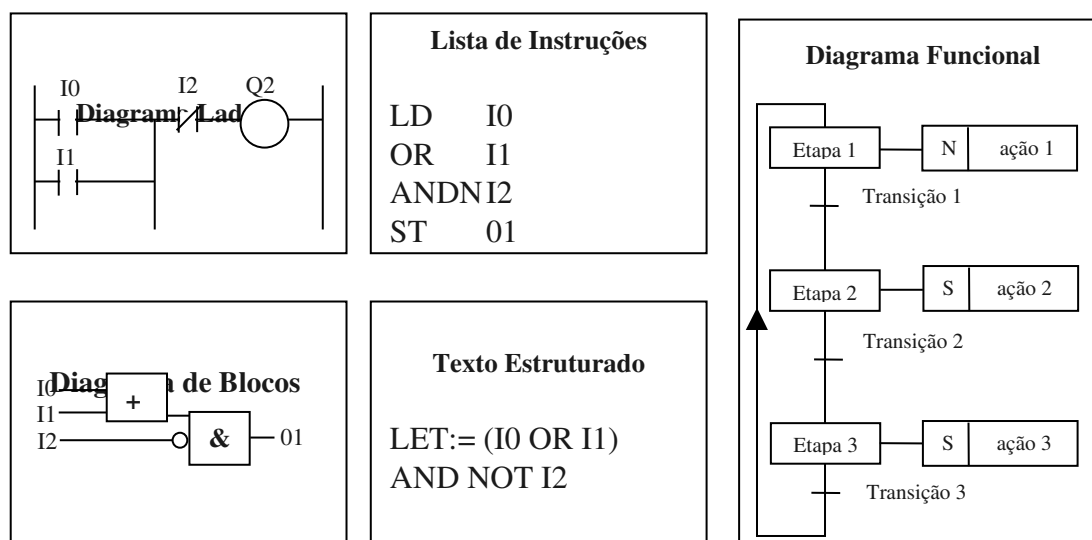


Figura 3.7 - Linguagens de Programação para CLP, segundo a norma IEC 61131-3.

FONTE: SILVEIRA, 2007.

3.3.3 - Software de Controle e Aquisição de Dados (Supervisório)

Software de Supervisão são sistemas que ficam instalados em computadores de plataforma tipo PC. Estes sistemas apresentam telas que possuem uma Interface Homem-

Máquina (IHM), semelhante ao processo que está sendo controlado. Através da IHM, os usuários podem interagir com processo em controle, enviando informações para atuar no processo ou solicitando informações dos dispositivos de chão-de-fábrica.

Os softwares de Supervisão estão classificados dentro da categoria de Sistemas de Tempo Real, nesta categoria de sistemas as informações são apresentadas a seus usuários dentro de uma faixa de tempo pré-determinada, ficando este tempo na faixa dos milissegundos.

Outra característica importante em sistemas de supervisão é a capacidade de ser tolerante a falhas. Estas falhas podem ser causadas por vários motivos, algumas delas podem ser falhas do próprio software de supervisão, do sistema operacional, de hardware, entre outros. Para evitar que o sistema supervisionado pare, pode ser adotado como medida a implementação de um algoritmo que fique controlando o funcionamento dos sistemas de supervisão, e ao detectar alguma falha na máquina que estiver executando o sistema, passe o controle para outra máquina auxiliar que tenha o mesmo software de supervisão instalado.

O software de supervisão deve ter ainda outras duas características que são muito comuns em sistemas comerciais, são elas: pode ser instalado em rede, para rodar na forma da arquitetura cliente-servidor e pode conectar-se a bancos de dados. Na arquitetura cliente-servidor, uma máquina central atende as requisições das máquinas clientes e as máquinas clientes enviam informações dos processos em controle para a máquina central. A conexão com banco de dados é feita para armazenamento de informações do processo e, deve ser feita através da versão do software de supervisão que estiver rodando na máquina principal. As informações que serão armazenadas serão os usuários que poderão ter acesso ao sistema, ressaltando que cada categoria de usuário terá acesso a determinadas funções do mesmo, armazenando também situações que não foram previstas, alarmes, receitas, etc.

Existe no mercado uma grande variedade de sistemas para o desenvolvimento de um software de supervisão, desde os compiladores do tipo Delphi, Visual Basic, C/C++ até ferramentas mais especializadas para o desenvolvimento de softwares de supervisão, como o Elipse SCADA, LAquis, SCADA++, entre outros. O mais comum no mercado industrial é o Elipse SCADA, que tem as características citadas acima, como conexão com banco de dados, instalação cliente-servidor, desenvolvimento de *scripts* em linguagem própria (Elipse Basic), desenvolvimento de interface semelhante ao processo em controle, além de apresentar os valores das variáveis em tempo real. A Figura 3.8 apresenta a tela de um software desenvolvido em Elipse SCADA.



Figura 3.8: Sistemas Supervisório FERBASA

FONTE: DEMO ELIPSE SCADA

3.4 - Redes Industriais

Redes Industriais, assim como as redes de computadores, têm como objetivo levar informação aos vários setores de uma empresa ou outro ambiente em que se aplique redes de comunicação de dados, além de serem redes de alta de velocidade e tolerantes a falhas. Estas redes estabelecem a comunicação dos dispositivos de chão-de-fábrica, como sensores, atuadores, CLP's e computadores, passando pela área de controle e chegando até os níveis gerenciais da empresa. Esta característica de interligar os vários sistemas de uma empresa é chamada de ERP (Enterprise Resource Planning ou Planejamento de Recursos Empresariais), onde este tipo de sistema permite que seja melhor planejada e controlada a produção. Outra característica importante em redes industriais é que estas formam Sistemas Distribuídos, pois nelas podem ser conectados vários dispositivos que possuem arquiteturas de hardware e plataformas de software heterogêneo.

As redes industriais possuem protocolos de comunicação de dados próprios, para que se estabeleça a comunicação entre os dispositivos de forma coordenada e sem perda de dados. As redes industriais podem variar em arquitetura, podendo ser centralizada ou hierárquica, e possuem topologias que influenciam no modo de comunicação dos dispositivos integrantes da rede industrial. Nos próximos tópicos serão abordados em detalhes, os conceitos de redes industriais citados acima.

3.4.1 Hierarquia das Redes Industriais

As redes industriais estão divididas em três níveis, de modo a classificar o tipo de informação que será transmitida e quem deverá receber tais informações. A classificação destas

redes busca ainda a interligação dos níveis administrativos, de controle e de campo. A seguir será apresentada a hierarquia que mais comumente é aplicada nas indústrias.

3.4.1.1 Nível de Informação

Este nível de rede fica instalado nos níveis gerenciais da empresa conectada a rede corporativa, onde estão localizados os servidores da empresa com bancos de dados instalados e onde são desenvolvidos os planos de produção. É também neste nível que são tomadas as decisões. O tamanho das informações que trafegam nesta rede chega na faixa dos megabytes e não há necessidade de altas taxas de velocidade para transmissão de dados, haja vista que estes dados serão acessados de maneira esporádica, para a emissão de relatórios da produção e para criação e melhoramento da produção.

3.4.1.2 Nível de Controle

Neste nível são realizadas tarefas de controle e supervisão e ficam instalados os CLP's e computadores com software de supervisão e controle. Neste nível é efetuado o controle direto sobre os dispositivos instalados no chão-de-fábrica, como por exemplo, um operador pode através do software de supervisão e controle mudar parâmetros de um CLP, enviar comandos a um atuador ou coletar informações de um sensor. As informações que trafegam por este nível necessitam de altas taxas de velocidade, tempo real, e podem ser informações discretas ou analógicas.

3.4.1.3 Nível de Campo

Este é o nível mais baixo da hierarquia de rede industrial, e onde ficam instalados dispositivos como sensores, atuadores e CLP's. A coleta e processamento das informações do

chão-de-fábrica são executados neste nível. A velocidade neste nível também deve ser alta, para que se possa manter o sistema sempre atualizado, predominando neste nível a transferência de dados do tipo discreto, havendo também transferência de dados analógicos.

3.4.2 - Classificação das Redes Industriais

As redes industriais, além de sua hierarquia, apresentam ainda três tipos de classificação que é estabelecida de acordo com o tipo de equipamento que está instalado na rede. Os tipos serão descritos a seguir (HASS, 2005).

3.4.2.1 - Rede Sensorbus

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

3.4.2.2 - Rede Devicebus

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

3.4.2.3 - Rede Fieldbus

A rede *Fieldbus* interliga os equipamentos de Input/Output – I/O, mais inteligentes e pode cobrir distâncias maiores. Os equipamentos acoplados à rede possuem inteligência para desempenhar funções específicas de controle tais como controle Proporcional Integral Derivativo, controle de fluxo de informações e processos. Os tempos de transferência podem ser maiores que as outras redes, mas a rede deve ser capaz de comunicar-se para vários tipos de dados (discreto, analógico, parâmetros, programas e informações do usuário). Exemplos de redes *Fieldbus* incluem IEC/ISA SP50, Fieldbus Foundation, Profibus PA.

3.5 - Formas de Comunicação das Redes Industriais

As redes industriais dispõem de algumas de formas de comunicação que são usadas de acordo com a necessidade existente de troca de informação no chão-de-fábrica. A maneira como esses dispositivos trocam informações são: ponto-a-ponto, mestre-escravo, cliente-servidor e produtor/consumidor. Estas formas de comunicação serão descritas nos tópicos seguintes (HASS,2005).

3.5.1 - Ponto-a-Ponto

Esta é a forma de comunicação é a mais simples que existe para realizar a comunicação entre dos dispositivos do chão-de-fábrica. Para iniciar a comunicação, o dispositivo que deseja enviar a mensagem tem de saber o endereço do dispositivo que deverá receber a mensagem. A comunicação ponto-a ponto é realizada em duas vias, de forma que os dispositivos podem enviar e receber informações simultaneamente. O ponto fraco desta forma de comunicação é

que não é possível a comunicação entre vários dispositivos simultaneamente e o grande tráfego na rede.

3.5.2 - Mestre-escravo

A comunicação do tipo mestre-escravo é muito utilizada no ambiente industrial para a conexão dos dispositivos. A comunicação é estabelecida inicialmente pelo nó mestre, este pergunta a um nó escravo específico e este responde a requisição do mestre. Caso não seja possível responder ao mestre, o nó escravo deverá enviar ao nó mestre uma mensagem comunicando a impossibilidade. Nesta forma de comunicação não há comunicações entre os nós escravos, estes somente se comunicam com o nó mestre, que gerencia a comunicação entre os nós escravos, e todos os dispositivos escravos estão ligados ao nó mestre. Este fato de todos os nós escravos estarem interligados ao nó mestre demonstra um problema quanto à segurança da rede, pois caso o nó mestre pare de funcionar, toda a rede será comprometida.

3.5.3 - Cliente-servidor

Na forma de comunicação cliente-servidor, ao contrário do que ocorre com a comunicação ponto-a-ponto, o nó servidor pode conectar-se e estabelecer comunicação com várias máquinas simultaneamente. As informações que circulam na rede ficam centralizadas no servidor, onde os nós clientes podem ter acesso a estas informações. As informações são geradas pelos nós clientes e enviados ao servidor, para que este disponibilize as informações para os outros nós clientes.

3.5.4 - Produtor-consumidor

Na comunicação produtor-consumidor, as mensagens são transmitidas diretamente entre os dispositivos que estiverem ligados à rede. Os dados disponibilizados na rede não possuem um destino específico, eles circulam pela rede e chegam a todos os outros dispositivos da rede, e estes de acordo com a sua necessidade, recebem os dados enviados ou não. Esta forma de comunicação tem como vantagem a possibilidade de enviar dados para vários destinos diferentes de forma simultânea e em tempo real.

3.6 - Padrão de Comunicação OPC

O Padrão OPC (*OLE for Process Control*) é uma camada de software adicional aos sistemas de automação, e foi desenvolvido para servir de interface de comunicação entre os sistemas de informação localizados no chão-de-fábrica e os sistemas de informação gerenciais. Este padrão foi desenvolvido por um grupo de empresas de automação, usando como base a tecnologia OLE (*Object Linking and Embedding*) da Microsoft, além das tecnologias COM (*Component Object Model*) e DCOM (*Distributed Component Object Model*), todas para rodar em plataforma Windows.

Atualmente, o Padrão OPC é mantido pela *OPC Foundation*. Esta fundação está dando continuidade ao projeto e criando as especificações do padrão. Estas especificações não são criadas para usuários finais, mas sim, para desenvolvedores e programadores, para que estes possam seguir as normas de interface e desenvolver sistemas de automação que possam estabelecer comunicação entre si de forma segura e confiável.

Os sistemas desenvolvidos seguindo as especificações do Padrão OPC são criados baseados na arquitetura cliente-servidor. Um cliente OPC, nada mais é do que um sistema de

aquisição e controle de dados que possui uma camada OPC, permitindo assim a comunicação entre este cliente OPC com o servidor OPC e com os sistemas gerenciais, que também possuem uma camada de interface OPC. O servidor OPC comunica-se diretamente com os dispositivos de chão-de-fábrica e armazena os dados obtidos. O acesso aos dados do servidor pode ser local ou remoto e, para possibilitar o acesso remoto, este servidor deve estar ligado a um servidor WEB e estar configurado para esta forma de acesso. Além do padrão OPC, existem outros padrões para interligar sistemas diferentes como, por exemplo, o padrão CORBA que é empregado em sistemas comerciais e com menor frequência em sistemas industriais (FONSECA, 2002).

3.7 - Considerações Finais

Durante o desenvolvimento deste capítulo abordou-se os principais temas da automação industrial. Foram tratados temas sobre a teoria de processo e seus tipos, os tipos de variáveis existentes nos processos, mostrando-se também o hardware de aquisição e controle de dados. Este capítulo descreveu ainda as redes que integram a indústria e os softwares empregados na automação de processos industriais.

Capítulo 04 - Exemplo Prático

4.1 - Considerações Iniciais

O estudo de caso para este trabalho foi com base em uma visita realizada a uma usina siderúrgica localizada no Distrito Industrial de Marabá, para analisar in-loco uma planta industrial muito comum nas indústrias de siderurgia. Para facilitar o entendimento, esta planta será chamada de Planta 01. A Planta 01, visualizada na Figura 4.1, tem a função de recolher as escórias oriundas da produção do ferro-gusa e filtrá-las de modo que possa ser retirado dessas escórias as sobras de ferro. Para melhor compreensão do processo da Planta 01, serão descritas a seguir algumas partes que a compõe.

✓ *Alimentador*: Recebe as escórias oriundas do alto-forno e através de um movimento de vibração empurra estas escórias para a correia de transporte número 01, na Planta 01. Esta correia é denominada de TC01.

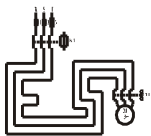
✓ *Correia Transportadora*: Faz o transporte dos materiais entre os equipamentos da indústria. No final das correias TC02, TC04, TC05 e TC06 existe um imã para capturar partículas de ferro menores que possam ter passado pelos processos anteriores. Na planta 01 existem no total oito correias transportadoras.

✓ *Separador magnético*: É um tipo de correia que circunda um imã, com o objetivo de selecionar as pedras maiores que contiverem grande quantidade ferro.

✓ *Britador*: Faz a quebra da escória em partículas menores, refinando-a o máximo possível.

✓ *Peneira*: Filtram as escórias com o objetivo de classificá-las de acordo com o seu tamanho. A peneira 01 está dividida em três partes que estão sobrepostas umas sobre as outras e cada uma

filtra escórias de tamanhos diferentes, sendo que primeira é mais grossa que a segunda e a segunda mais grossa que a terceira.



FONE.: (94) 3323-2618
E-mail.: eletricasaraiva@bol.com.br
Marabá - Pará

FONTE: Elaboração própria.

4.2 - Funcionamento do Processo

O processo de separação entre o ferro e a escória tem início no Alimentador, que por sua vez recebe a escória do alto-forno onde é produzido o ferro-gusa. O Alimentador, através de um motor elétrico, produz um movimento vibratório responsável por empurrar a escória para a Correia Transportadora TC-01. A Correia TC-01 leva as escórias até o Britador-01. Durante a passagem entre o Alimentador e o Britador-01, as escórias que tiverem maior volume de ferro serão levantadas pelo separador magnético e depositadas em um contêiner.

Após a chegada da escória até o Britador-01, esta é quebrada em partes menores e depositada na Correia TC-02. No final da Correia TC-02 existe um imã que tem a função de separar partes de escória que tiverem ferro em sua composição. Da Correia TC-02, a escória é levada até a Correia TC-03.

A Correia TC-03 leva a escória até a Peneira-01, esta peneira está dividida em três partes e cada parte filtra um nível de escória, sendo que a última parte da peneira é a mais fina. A escória da primeira parte da peneira é depositada na Correia TC-04, a escória da segunda peneira é depositada na Correia TC-05 e a escória da terceira parte da peneira é depositada na Correia TC-06. As Correias TC-04, TC-05 e TC-06 possuem um imã no final de cada uma delas para selecionar partes de escória que ainda contiverem resíduos de ferro. A escória que não passar pela Peneira-01 é depositada no Britador-02 e novamente é quebrada em partes menores, após passar pelo Britador-02, a escória é depositada na Correia TC-07 e levada até a Peneira-02.

Na Peneira-02 a escória é filtrada novamente, mas dessa vez a peneira tem somente um filtro e, a escória que passar por esta peneira é depositada em contêiner e a parte da escória que

não passar pelo filtro da Peneira-02 é depositada no Britador-03 que, depois de quebrado em partículas menores, é levado pela Correia TC-08 até outro contêiner. A Correia TC-08 também possui um imã no seu final para selecionar resíduos de ferro.

4.3 Proposta de Automação da Planta 01

Para automatizar esta planta, será implantado em cada Correia Transportadora um conjunto de sensores, formado por: um sensor de velocidade, chamado de vigia de velocidade, que deverá fazer o controle da velocidade das Correias e verificar se as mesmas estão em funcionamento ou não; um sensor de posição, com o objetivo de verificar o alinhamento das correias em torno de seus eixos; um sensor de emergência, que quando ativado deverá parar todo o funcionamento do processo, este tipo de parada é chamado de parada em cascata.

Nos Britadores e nas Peneiras deverão ser instalados apenas sensores de emergência, pois nestes componentes não há necessidade de outro tipo de controle.

Todos os sensores da Planta 01 serão ligados a um CLP que estará localizado em uma estação de controle central que ficará a uma média de 300 metros de distância de todo o processo. A ligação dos sensores com o CLP formará uma rede de campo e, assim como as outras redes ligadas ao processo, funcionará em tempo real. Os atuadores do processo serão os motores elétricos, devendo estar ligados ao CLP, fazendo então parte da rede de campo.

O CLP será ligado a um sistema supervisório que terá uma interface Homem-Máquina que represente o processo no qual o CLP está ligado. O sistema supervisório ainda deverá ter ligado a si um banco de dados, no qual serão armazenadas as informações ocorridas no processo. Este banco de dados possibilitará a emissão de relatórios para melhor análise dos dados relacionados ao processo.

Este supervisor deverá ser desenvolvido para operar sobre a arquitetura de redes de computadores clientes/servidor e com base no padrão de comunicação OPC. As máquinas clientes apresentarão para o usuário a IHM de operação e no servidor OPC estará instalado o banco de dados; este deverá ainda trocar informações com as máquinas clientes e também com as máquinas que estiverem localizadas no nível de gerência.

As máquinas do nível de gerência terão acesso direto ao banco de dados do sistema supervisor para que, quando necessário, estes possam emitir relatórios de acordo com as suas necessidades. A Figura 4.2 apresenta o projeto de automação da Planta 01.

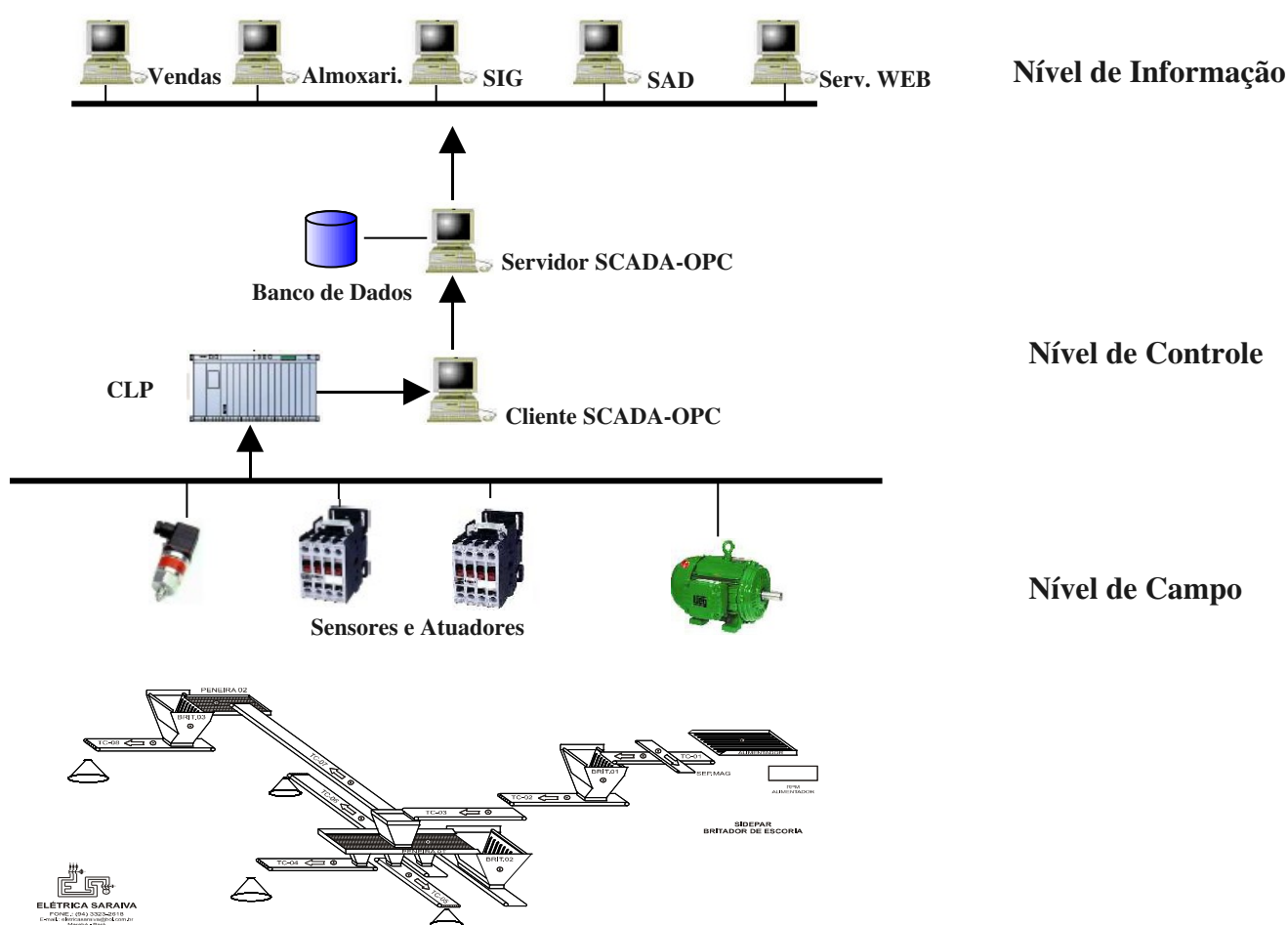


Figura 4.2 - Planta 01 automatizada.
FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

4.4 Visão do Mercado de Marabá

O mercado da cidade de Marabá não é bem atendido quando se trata de profissionais de automação industrial, principalmente em relação a informática para a indústria. Este quadro ficou mais perceptível quando da visita a uma usina siderúrgica da cidade. Durante a visita foi feita algumas perguntas aos trabalhadores lá presentes, mas estes demonstraram não ter conhecimentos avançados em automação.

Os sistemas supervisórios implantados nas usinas da região todos foram desenvolvidos por empresas do Estado de Minas Gerais, haja vista que neste estado as operações industriais já estão bem consolidadas e os profissionais que lá atuam possuem bastante experiência na área. As redes industriais são empregadas somente até o CLP principal, não havendo integração destas redes com as redes corporativas.

Portanto há uma clara necessidade de cursos técnicos e de nível superior que possa formar profissionais para trabalhar com automação, não somente na cidade de Marabá, mas também para atuar em toda a região, já que há um grande aglomerado de indústrias nas cidades vizinhas.

4.5 Considerações Finais

Neste capítulo demonstrou-se, através de uma planta industrial, um exemplo prático de automação, desde seu projeto de campo, onde são instalados os sensores e atuadores, passando pelo nível de controle e indo até o nível mais alto da empresa, o nível gerencial. Demonstrou-se esta integração não somente através das redes de computadores e industriais, mas também, através de softwares.

Capítulo 05 - Conclusão

5.1 Considerações Finais

O presente trabalho teve como foco o estudo da automação industrial com base na informática e, para tanto, se buscou entender as duas tecnologias separadamente e posteriormente a integração das mesmas. Também buscou-se por entender e mostrar, mesmo que brevemente, o mercado industrial de Marabá e suas necessidades.

Durante o desenvolvimento do presente trabalho, percebeu-se que não é mais possível separar a automação dos processos industriais da informática, isto porque o mundo industrial tornou-se mais competitivo, e para fazer a diferença, as indústrias começaram a investir em tecnologia da informação e comunicação com o intuito de melhorar a qualidade da produção. Antes desta grande competitividade, as indústrias investiam somente em maquinários, mas devido a grande concorrência, os gastos com TIC passaram também a fazer parte dos orçamentos industriais.

Dentre as tecnologias que as indústrias adotaram como partes de seus processos estão as redes de computadores, os sistemas computadorizados que fazem o controle e aquisição dos dados no chão-de-fábrica, SCADA, os bancos de dados que armazenam informações do processo e muitos outros elementos de TIC foram ligados aos processos industriais.

Em relação ao pólo industrial siderúrgico de Marabá, percebeu-se durante a visita técnica e durante as entrevistas com os técnicos em automação que esta cidade não é atendida quando a automação precisa ser ligada informática, sendo assim, a automação em Marabá está implantada somente no chão-de-fábrica fazendo somente a aquisição e o controle de dados e

não é integrada aos setores administrativos. A integração não ocorre devido à falta de profissionais de TIC capacitados para fazer tal operação.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros, são sugeridas algumas situações que poderão ser aplicadas no setor industrial de Marabá e em outros tipos de indústrias que façam algum uso de automação. Uma primeira sugestão seria um estudo aprofundado de como é possível a implementação de um sistema supervisório, podendo este sistema ser ligado a um banco de dados e provendo uma camada OPC, para que posteriormente possa ser integrado a outros sistemas da empresa. Pode ser sugerido também o desenvolvimento de um sistema supervisório WEB, mas, para este sistema, além de todos os requisitos de supervisório deve-se também analisar com muito cuidado a segurança da informação, pois agora os dados estarão trafegando por redes públicas.

Outra situação a ser analisada são as redes industriais. Pode-se fazer um estudo mais adequado sobre qual tipo de rede deve ser aplicada nos processos de produção de ferro-gusa, pois as redes variam de acordo com o processo que está sendo controlado.

As aplicações de automação a serem estudadas são muito variadas, e o desenvolvimento deste trabalho visa apenas propor os conceitos básicos da automação e mostrar como esta está relacionada com a informática. Espera – se que, a partir deste trabalho, possam vir outros trabalhos utilizando esta temática, contribuindo para a continuação do estudo desta linha de pesquisa pelos docentes e discentes desta instituição de ensino superior, aproveitando com isso a vocação natural da região na qual ela está inserida.

Bibliografia

ALVES, H., MONTEIRO, L., *SCADA (sistemas de supervisão, controle e aquisição de dados)*, ISEP, Portugal.

BASSO, Carla de Almeida Martins. *Aplicação de XML para estruturação de ambientes de Controle Acadêmico baseado em Ontologias*. Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/pos/SemanaAcademica/Semana2000/CarlaBasso>, acessado 14/10/2008.

DAYAN, M., RUDOLPH, P. *Arquitetura de Sistemas Destruidos*, Universidade Federal do Pará, UFPa, 2008.

FILHO, C.S., *Arquiteturas de sistemas de automação - Uma introdução*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

FONSECA, M.O., *Comunicação OPC – Uma abordagem prática*, VI Seminário de Automação de Processos, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 9-10 de outubro de 2002 – Vitória – ES, Brasil.

GAIDZINSKI, V. H. *A Tecnologia da Informação no Chão-de-fábrica: As Novas Ferramentas e a Gestão Integrada da Informação*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GEORGINI, M. *Automação Aplicada, Descrição e Implementação de Sistemas de Seqüenciais com CLP*, 9ª Edição, Editora Érica, 2007.

HASS, H. *Emprego de Redes Ethernet como Suporte de Comunicação de Sistemas de Automação Industrial*, Monografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharia e Ciências Exatas, Foz do Iguaçu, 2005.

LPS – Laboratório de Processamento de Sinais, Universidade de São Paulo. Disponível em www.lps.usp.br, acessado em 17/09/2008.

MARTINS, V., BREMER, C.F., *Proposta de uma Ferramenta de Integração Entre sistemas erp-scada: caso prático*, XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2002.

NATALE, F. *Automação Industrial, Série Brasileira de Tecnologia*, 9ª Edição, Editora Érica, São Paulo, 2007.

PRESSMAN, R.S., *Engenharia de Software*, 3ª edição, Makron Books, São Paulo 1995.

RANIERI, F. *Sistema Supervisório de Parâmetros de Máquinas Elétricas via TCP/IP e Painel Eletrônico de Mensagens*, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

SANTOS, S.S., SACCOL, D.B., *Um comparativo entre SQL e linguagens de consulta a dados XML*, TO, Anais do V Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins. Palmas, TO. outubro, 2003. pp. 227-236. outubro, 2003.

SILBERSCHATZ, A., KORTH, H. F., Sudarshan, S., *Sistema de Banco de Dados*, 5ª edição, Editora Campus, São Paulo, 2006.

SILVA, A.P.G., SALVADOR, M., *O que são sistemas supervisórios?*, Elipse SCADA, 2005.

SILVA, M.E., *Curso de Automação Industrial*, Colégio Técnico Industrial de Piracicaba, setembro, 2007.

SILVEIRA, P. R. da, SANTOS, W. E. *Automação e Controle e Discreto*, 9ª Edição, Editora Érica, São Paulo, 2007.

SOUZA, L.C.A., FILHO, S.F., *Pena, Ronaldo Tadeu, Padrão de Acesso a Dados OPC e sua Implementação em um Driver OPC-MODBUS*. Disponível em <http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/PaginaSDA/Download/DownloadFiles/PadraoOPC.PDF>, acessado em 01/06/2008.

SOUZA, R. B. de. *Uma Arquitetura para Sistemas Supervisórios Industriais e sua Aplicação em Processos de Elevação Artificial de Petróleo*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

TANENBAUM, A. S., *Redes de Computadores*, 4ª Edição, Editora Campus, São Paulo, 2003.

TANENBAUM, A. S., STEEN, M.V., *Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas*, 2ª Edição, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2007.

THOMAZINI, D., ALBUQUERQUE, P. B. de. *Sensores e Atuadores, Fundamentos e Aplicações*, 4ª Edição, Editora Érica, São Paulo, 2007.

VARGAS, P.K., *Sistemas Operacionais Distribuídos e de Redes*, notas de aula. Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/~kayser/sodr001/notasDeAula1-2.pdf>, acessado em 14/11/2008.