



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

KARLA CRISTINA BARROS DE ALMEIDA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO REALIZADO NA
EMPRESA COTEMINAS S.A.**

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2011

KARLA CRISTINA BARROS DE ALMEIDA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO REALIZADO NA
EMPRESA COTEMINAS S.A.

*Relatório de estágio Integrado submetido à
Coordenação do curso de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Orientador:

Eurico Bezerra de Souza Filho

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2011

KARLA CRISTINA BARROS DE ALMEIDA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO REALIZADO NA EMPRESA COTEMINAS S.A.

Relatório de Estágio Integrado submetido à Coordenação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Eurico Bezerra de Souza Filho
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

RESUMO

Este Relatório de Estágio tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas durante o estágio na empresa Coteminas S.A., no setor da tecelagem, durante o período de 13 de Agosto de 2010 a 28 de Janeiro de 2011. Foram desenvolvidas duas atividades: acompanhamento de manutenções corretivas e preditivas e revisão e modificação dos esquemas elétricos das máquinas da Preparação da Tecelagem. Para tanto foi necessário aprender e conhecer sobre comandos elétricos, acionamento de motores, controle de velocidade de motor através de inversores de frequência, funcionamento de vários tipos de sensores e Controladores Lógicos Programáveis (CLP's).

Palavras-chave: Manutenção, esquema elétrico, inversor de frequência, CLP.

SUMÁRIO

Resumo.....	iv
Sumário	v
1 Introdução.....	1
1.1 Objetivo	1
1.2 A Empresa.....	1
2 Acionamento, Proteção e Automação de Processos Industriais	4
2.1 Comandos Elétricos	4
2.1.1 Botoeira ou botão de comando	5
2.1.2 Contactores	6
2.1.3 Fusíveis.....	8
2.1.4 Disjuntores termomagnéticos	9
2.1.5 Relés	10
2.2 Partida de motores elétricos de indução	11
2.2.1 Partida Direta.....	12
2.2.2 Partida Estrela-Triângulo.....	13
2.2.3 Partida através de chave compensadora.....	14
2.2.4 Partida através de chaves estáticas.....	15
2.3 Controle da velocidade do motor de indução através de inversores de frequência	17
2.3.1 Variação de velocidade de motores de indução	17
2.3.2 Características dos inversores de frequência PWM.....	19
2.4 Sensores e conceitos de Automação	24
2.4.1 Sensores e Transdutores	25
2.4.2 Controlador Lógico Programável (CLP)	30
3 Atividades desenvolvidas durante o estágio	34
3.1 Acompanhamento da Manutenção Elétrica.....	34
3.1.1 Manutenção Corretiva	34
3.1.2 Manutenção Preventiva	35
3.1.3 Manutenção Preditiva	40
3.2 Revisão e modificação dos esquemas elétricos das máquinas	41
4 Conclusão	42
Referências Bibliográficas.....	43

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

O relatório a seguir tem como objetivo a conclusão do curso de Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande a fim de obter o título de Engenheira Eletricista e descrever as atividades desenvolvidas na empresa Coteminas S/A em Campina Grande- PB na unidade Embratex (Tecelagem) no período de 13 de Agosto de 2010 a 28 de Janeiro de 2011 no setor de Manutenção Elétrica.

Inicialmente é apresentado o embasamento teórico sobre comandos elétricos, acionamento e controle de velocidade de motores de indução e automação industrial. Em seguida são descritas as atividades desenvolvidas durante o estágio, que são divididas em duas partes: acompanhamento de manutenções corretivas e preditivas e revisão e modificação dos esquemas elétricos das máquinas da Preparação da Tecelagem.

1.2 A EMPRESA

A Coteminas S.A. é uma empresa que tem como matriz o Estado de Minas Gerais e possui instalações em diversos Estados brasileiros, inclusive na Paraíba. Hoje são 13 unidades que fabricam e distribuem produtos que ostentam conceituadas marcas de sucesso no mercado. Esses produtos são fios, tecidos, malhas, camisetas, meias, toalhas de banho e de rosto, roupões e lençóis para o mercado interno, para os Estados Unidos, Europa e MERCOSUL.

Atualmente a Coteminas Campina Grande – PB está produzindo fio e tecido para fornecer boa parte do mercado têxtil nacional e é composta por duas unidades fabris: Wentex e Embratex.

A unidade Wentex é constituída por:

- Sete linhas de abertura;
- Uma preparação com 105 cardas e 52 passadores;

- Uma fiação com 94 Open-ends.

Já na unidade Embratex, encontram-se as seguintes máquinas:

- Quatro linhas de abertura;
- Uma preparação com 64 cardas e 54 passadores;
- Uma fiação com 66 Open-end's;
- Uma tecelagem com 4 Urdideiras West Pont e 2 Macoy Ellisson, 3 Engomadeiras Ira Griffin e 1 West Point e 235 teares Picanol Omni, 126 teares Sulzer L5300 e 83 teares Tsudakoma.

O processo de produção precisa passar pelos seguintes setores, desde o tratamento da matéria-prima até o tecido:

i. Abertura

A abertura é composta por um conjunto de máquinas que faz a limpeza e flocagem da matéria-prima que é conduzida através das tubulações.

ii. Preparação (Cardas e Passadores)

Após sair do processo de abertura, os materiais (algodão ou poliéster) saem em forma de flocos e vão para as cardas que fazem o processo de cardar, isto é, paralelizar as fibras transformando-os em uma manta que depois de fita é depositada em um latão.

Após o latão sair da carda, é conduzido para o passador que através de rolos, equalizam as fibras, pois quando a fita sai da carda fica desigual e para que não haja erro na fiação, as fibras são homogeneizadas e paralelizadas.

iii. Fiação

A fiação é composta por máquinas chamadas de “open-end”, que através de cilindros abridores transformam a fibra da fita em fio.

iv. Tecelagem

Na Tecelagem, o grupo de Urdideiras recebe o fio e os enrolam em um grande carretel metálico. Em seguida este conjunto de fios é alinhado e vai para um grupo de

engomadeiras que recebe a goma da cozinha de goma. Essa mistura proporciona uma maciez, evitando fungos e garante uma maior resistência do fio.

Após o banho de goma, e já enrolados no carretel metálico da engomadeira, os fios vão para um grupo de teares. Lá, inicia-se realmente a fabricação do tecido, onde um conjunto de 12.700 liços tece em alta velocidade, cada milímetro do tecido que é enrolado em outro carretel.

2 ACIONAMENTO, PROTEÇÃO E AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

Uma indústria é constituída por uma infinidade de máquinas, desde um simples esmeril até enormes máquinas automáticas que realizam muitas operações diferentes. É comum encontrarmos máquinas totalmente automáticas que realizam uma série de operações com um simples toque de botão. Mas se faz necessário lembrar de que os responsáveis pelos movimentos que uma máquina efetua são os motores elétricos e que quanto mais operações diferentes uma máquina efetuar, mais motores existirão para acioná-la.

Surge, então, a necessidade de se estabelecer qual a ordem de acionamentos de um determinado número de motores e para fazer esses acionamentos automaticamente se faz necessário um circuito elétrico chamado Circuito de Comando da Máquina.

Este circuito deverá possuir características tais que possibilitem o acionamento de motores pequenos e grandes além de acioná-los a grande distância.

A representação dos circuitos de comando de motores elétricos é feita normalmente através de dois diagramas:

- Diagrama de força: representa a forma de alimentação do motor à fonte de energia;
- Diagrama de comando: representa a lógica de operação do motor.

Em ambos os diagramas são encontrados elementos (dispositivos) responsáveis pelo comando, proteção, regulação e sinalização do sistema de acionamento. A seguir estes elementos são abordados de forma simplificada.

2.1 COMANDOS ELÉTRICOS

Os comandos elétricos têm por finalidade a manobra de motores elétricos que são os elementos finais de potência de um circuito automatizado. Os objetivos principais dos elementos em um painel elétrico são proteger o operador e propiciar uma lógica de comando. Partindo do princípio da proteção do operador uma sequência

genérica dos elementos necessários a partida de manobra de motores é mostrada na Figura 1. Nela podem-se distinguir os seguintes elementos:

- a) Seccionamento: Só pode ser operado sem carga. Usado durante a manutenção e verificação do circuito.
- b) Proteção contra correntes de curto-circuito: Destina-se a proteção dos condutores do circuito terminal.
- c) Proteção contra correntes de sobrecarga: Para proteger as bobinas de enrolamento do motor.
- d) Dispositivos de manobra: Destinam-se a ligar e desligar o motor de forma segura, ou seja, sem que haja o contato do operador no circuito de potência, onde circula a maior corrente.



Figura 1 – Sequência genérica para o acionamento de um motor. [1]

2.1.1 BOTOEIRA OU BOTÃO DE COMANDO

A Botoeira é um comando manual que tem por finalidade interromper ou estabelecer momentaneamente, por pulso, um circuito de comando de um processo industrial.

Diferentemente de uma chave usual, Na botoeira há o retorno para a posição de repouso através de uma mola, como pode ser observado na Figura 2, por isso existe a necessidade de um selo no circuito de comando. Nesta figura tem-se o caso de uma botoeira de quatro pólos. O contato normalmente aberto (NA) pode ser utilizado como botão LIGA e o normalmente fechado (NF) como botão DESLIGA. Existem botoeiras

com apenas um contato que podem ser do tipo NA ou NF. Na Figura 3 é mostrada uma foto de um painel de operação, composto com algumas botoeiras e chaves.

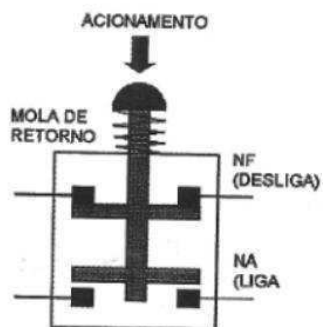


Figura 2 – Esquema de uma botoeira. [1]



Figura 3 – Painel de operação com botoeiras e chaves.

2.1.2 CONTACTORES

Contactores são dispositivos de manobra mecânica, acionados eletromagneticamente, construídos para uma elevada frequência de operação, e cujo arco é extinto no ar, sem afetar seu funcionamento.

O contactor é um dispositivo de comando do motor e pode ser usado individualmente ou acoplado a relés de sobrecarga, na proteção de sobrecarga. Há certos

tipos de contactores com capacidade de estabelecer e interromper correntes de curtos-circuitos. Basicamente existem contactores para motores e contactores auxiliares que estão representados na Figura 4 e na Figura 5 é mostrada uma foto de contactores.

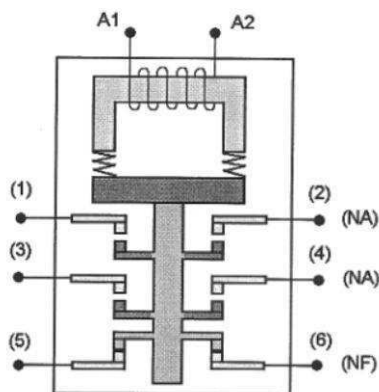


Figura 4 – Esquema de um contactor. [1]

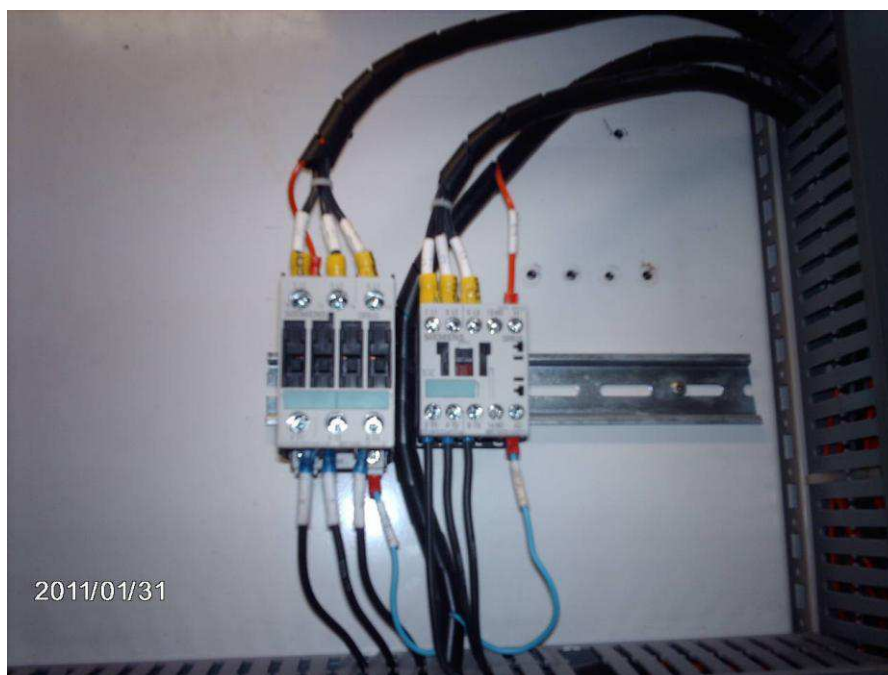


Figura 5 – Contactores.

O contactor funciona da seguinte maneira: a bobina eletromagnética quando alimentada por um circuito elétrico forma um campo magnético que se concentra no núcleo fixo e atrai o núcleo móvel. Como os contatos móveis estão acoplados mecanicamente com o núcleo móvel, o deslocamento deste no sentido do núcleo fixo, movimenta os contatos móveis. Quando o núcleo móvel se aproxima do fixo, os contatos móveis também devem se aproximar dos fixos, de tal forma que, no fim do

curso do núcleo móvel, as peças fixas imóveis do sistema de comando elétrico estejam em contato e sob pressão suficiente.

Os contactores pertencem às classes das chaves e são projetados para o comando de circuitos sob condições normais de serviço. Sua velocidade de fechamento tem seu valor dado pela resultante da força magnética proveniente da bobina e da força mecânica das molas de separação, que atuam em um sentido contrário.

2.1.3 FUSÍVEIS

O princípio de funcionamento do fusível baseia-se na fusão do filamento e consequente abertura do filamento quando por este passa uma corrente elétrica superior ao valor de sua especificação. A Figura 6 apresenta um fusível tipo cartucho e seu símbolo. Na Figura 7 são mostrados fusíveis ligados nas três fases de um inversor de frequência.

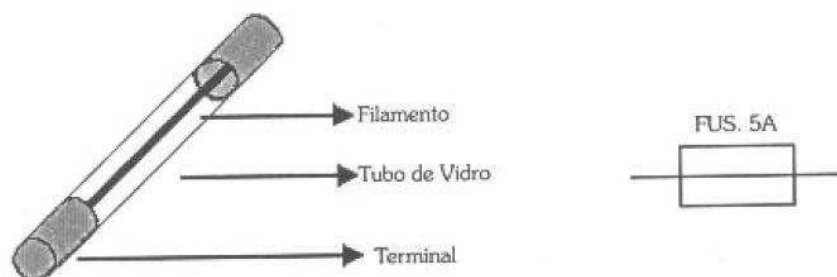


Figura 6 – Fusível Cartucho. [1]



Figura 7 – Fusíveis.

Os fusíveis geralmente são dimensionados 20% acima da corrente nominal do circuito. São classificados em retardados e rápidos. O fusível de ação retardada é usado em circuitos nos quais a corrente de partida é muitas vezes superior à corrente nominal. É o caso dos motores elétricos e cargas capacitivas. Já o fusível de ação rápida é utilizado em cargas resistivas e na proteção de componentes semicondutores, como o diodo e o tiristor em conversores estáticos de potência.

2.1.4 DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

Determinadas vezes a aplicação de disjuntores interfere com a aplicação dos fusíveis, pois são elementos que também se destinam a proteção do circuito contra correntes de curto-circuito. Em alguns casos, quando há o elemento térmico os disjuntores também podem se destinar a proteção contra correntes de sobrecargas.

Define-se sobrecarga como uma corrente superior a corrente nominal que durante um período prolongado pode danificar o cabo condutor e/ou equipamento, podendo ser causada por uma súbita elevação na carga mecânica, ou mesmo pela operação do motor onde a temperatura é elevada. A proteção contra sobrecarga baseia-se no princípio da dilatação de duas lâminas de metais distintos, portanto, com coeficientes de dilatação diferentes, como está mostrado na Figura 8. Uma pequena sobrecarga faz o sistema de lâminas deformarem-se (efeito térmico) sob o calor, desligando o circuito.

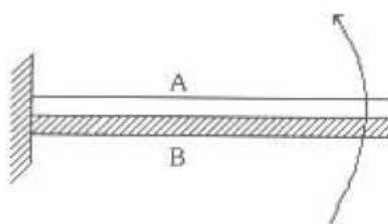


Figura 8 – Princípio de proteção contra sobrecarga. [1]

A proteção contra curto-circuito se dá através de dispositivo magnético, que é uma bobina. A variação brusca de corrente cria um campo magnético que puxa o contato para baixo, abrindo o contato móvel. Os disjuntores podem ser classificados em monopolar, bipolar ou tripolar. Na Figura 9 são mostrados disjuntores usados em indústrias.

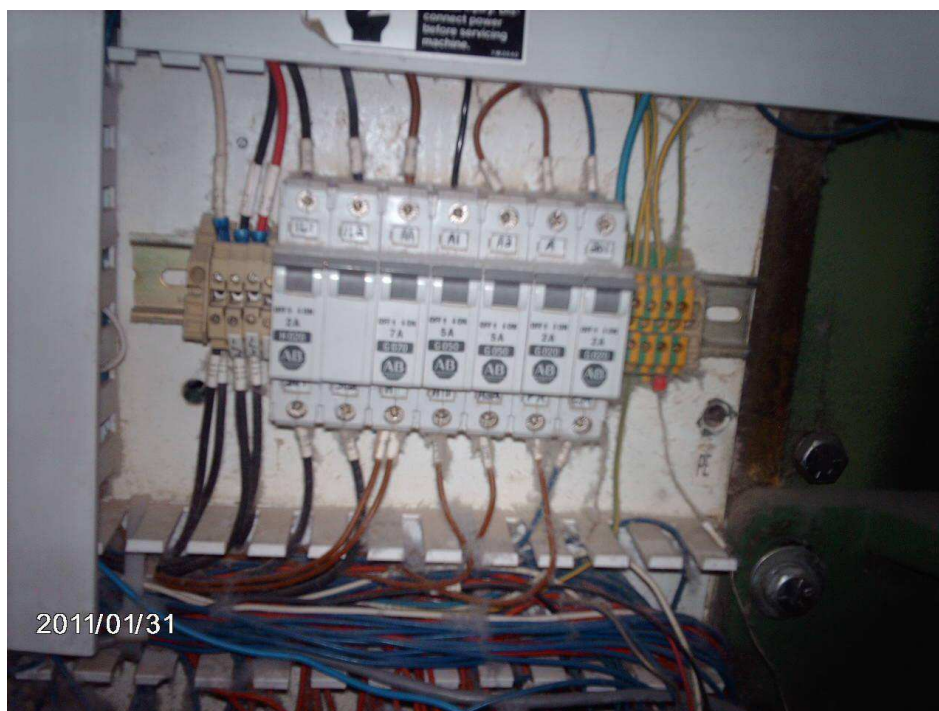


Figura 9 – Disjuntores usados em indústrias.

O disjuntor precisa ser caracterizado, além dos valores nominais de tensão, corrente e frequência, ainda pela sua capacidade de interrupção, e pelas demais indicações de temperatura e altitude segundo a respectiva norma e informações do fabricante.

2.1.5 RELÉS

O Relé é um dispositivo formado basicamente por uma bobina e pelos seus conjuntos de contatos. Na Figura 10 é mostrada a estrutura física de um relé e seu símbolo elétrico.

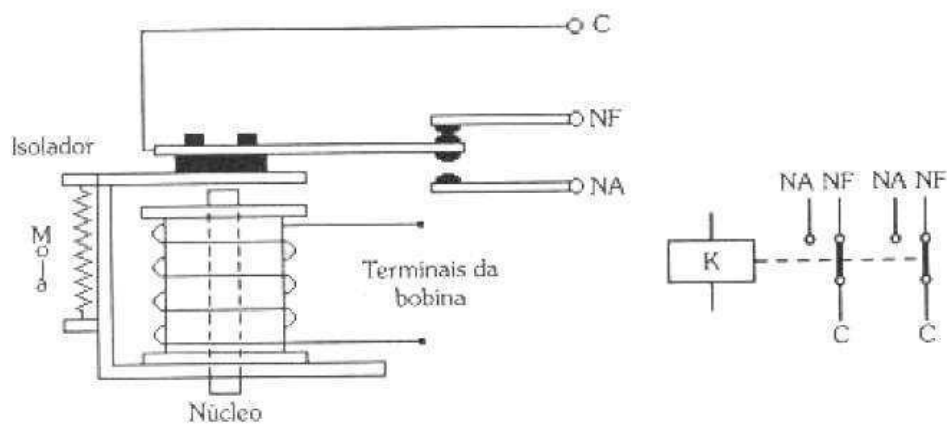


Figura 10 - Relé e seu símbolo elétrico. [2]

Energizando-se a bobina os contatos são levados para suas novas posições permanecendo enquanto houver alimentação da bobina. Um relé, construtivamente pode ser formado por vários conjuntos de contatos. Uma das grandes vantagens do relé é a isolação galvânica entre os terminais da bobina e os contatos NA e NF, além da isolação entre os conjuntos de contatos. Na Figura 11 é mostrada outra vantagem dos relés, que é a possibilidade de acionar cargas com tensões diferentes através de um único relé. Na Figura 12 são mostrados relés utilizados na Engomadeira.

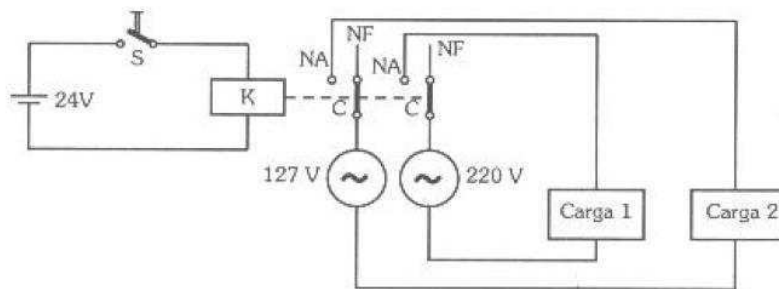


Figura 11 – Acionamento isolado com relé. [2]

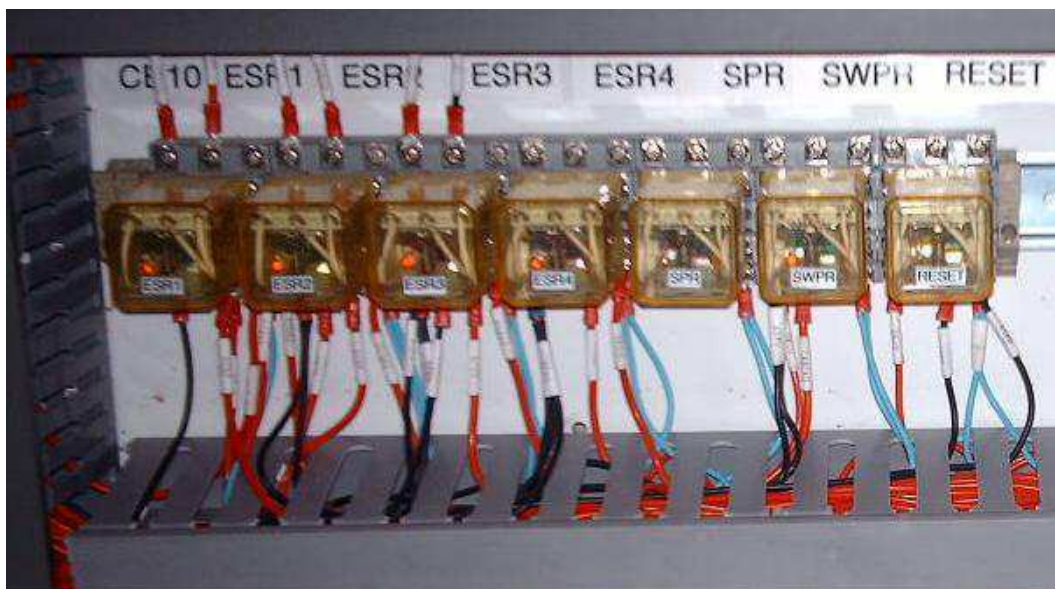


Figura 12 – Relés.

2.2 PARTIDA DE MOTORES ELÉTRICOS DE INDUÇÃO

Durante a partida, os motores elétricos, solicitam da rede de alimentação uma corrente de valor elevado, da ordem de 6 a 10 vezes a sua corrente nominal. Nestas condições, o circuito, que inicialmente fora projetado para transportar a potência requerida pelo motor, é solicitado agora pela corrente de acionamento, durante certo

período de tempo. Em consequência, o sistema fica submetido a uma queda de tensão normalmente muito superior aos limites estabelecidos para o funcionamento em regime, podendo provocar sérios distúrbios operacionais nos equipamentos de comando e proteção.

Os equipamentos de comando, como os contactores, podem operar diante de uma queda de tensão, de acordo com os valores normativos ou com a especificação do próprio fabricante. Também, os motores síncronos e assíncronos, quando submetidos a tensões inferiores aos limites estabelecidos, podem parar por perda de sincronismo ou por insuficiência de conjugado motor.

Em virtude dos motivos expostos, durante a elaboração de um projeto de instalação elétrica industrial devem ser analisados, dentre os motores de potência elevada, aqueles que podem degradar a operação em regime normal do sistema, a fim de aplicar a solução adequada do método de partida. É de suma importância verificar a possibilidade de partida simultânea de dois ou mais motores de potência muito elevada, capaz de provocar sérias perturbações na instalação.

A adoção de um sistema de partida eficiente pode ser considerada uma das regras básicas para se obter do motor uma vida útil prolongada, custos operacionais reduzidos, além de dar à equipe de manutenção da indústria tranquilidade no desempenho das tarefas diárias.

2.2.1 PARTIDA DIRETA

O método de Partida direta é o mais simples, em que não são empregados dispositivos especiais de acionamento de motor. Apenas são utilizados contactores, disjuntores ou chaves interruptoras, como está mostrado na Figura 13.

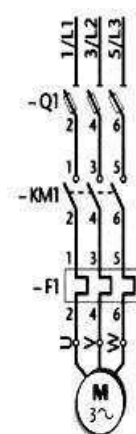


Figura 13 – Esquema de uma Partida Direta. [2]

Os motores somente podem partir diretamente da rede se forem satisfeitas as seguintes condições:

- A corrente nominal da rede ser tão elevada que a corrente de partida do motor não é relevante;
- A corrente de partida do motor ser de baixo valor, porque sua potência é pequena;
- A partida do motor ser feita sem carga, o que reduz a duração da corrente de partida e, conseqüentemente, atenua os efeitos sobre o sistema de alimentação;

2.2.2 PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO

O procedimento para o acionamento do motor através da chave estrela-triângulo é feito ligando-o inicialmente na configuração estrela até que este alcance uma velocidade próxima da velocidade de regime, quando esta conexão é desfeita e executada a ligação em triângulo. A troca da ligação durante a partida é acompanhada por uma elevação de corrente, fazendo com que as vantagens de sua redução desapareçam se a comutação for antecipada em relação ao ponto ideal. A Figura 14 representa esquematicamente uma chave estrela-triângulo conectada aos terminais de um motor.

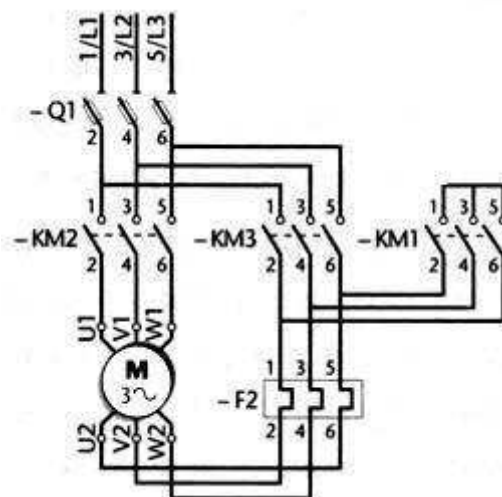


Figura 14 – Esquema de ligação tripolar de chave estrela-triângulo. [2]

Durante a partida em estrela, o conjugado e a corrente de partida ficam reduzidos a 1/3 de seus valores nominais. Neste caso, um motor só pode partir através

de chave estrela-triângulo quando o seu conjugado, na ligação em estrela, for superior ao conjugado da carga do eixo. Devido ao conjugado de partida ser baixo e relativamente constante a que fica submetido o motor, as chaves estrela-triângulo são mais adequadamente empregadas em motores cuja partida se dá em vazio.

A seguir são apresentadas algumas vantagens e desvantagens das chaves estrela-triângulo:

a) Vantagens:

- Custo reduzido;
- Elevado número de manobras;
- Corrente de partida reduzida a 1/3 da nominal;
- Baixas quedas de tensão durante a partida;
- Dimensões relativamente reduzidas.

b) Desvantagens:

- Aplicação específica a motores com dupla tensão nominal e que disponham de pelo menos seis terminais acessíveis;
- Conjugado de partida reduzido a 1/3 do nominal;
- A tensão da rede deve coincidir com a tensão em triângulo do motor;

2.2.3 PARTIDA ATRAVÉS DE CHAVE COMPENSADORA

A chave compensadora é composta basicamente de um autotransformador com várias derivações, destinadas a regular o processo de partida. Este autotransformador é ligado ao circuito do estator. O ponto estrela do autotransformador fica acessível e, durante a partida, é curto-circuitado e esta ligação se desfaz logo que o motor é conectado diretamente à rede. A Figura 15 representa esquematicamente uma chave compensadora.

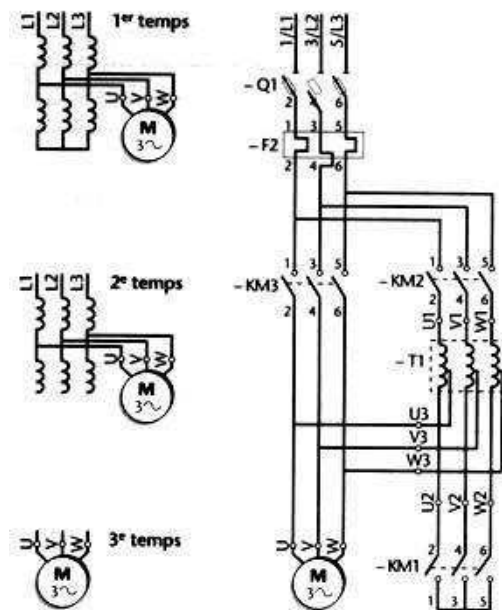


Figura 15 – Esquema de partida por autotransformador. [2]

2.2.4 PARTIDA ATRAVÉS DE CHAVES ESTÁTICAS.

Popularmente conhecidas como chaves *soft-starters*, são constituídas de um circuito eletrônico acoplado a um microprocessador que controla um conjunto de tiristores responsáveis pelo ajuste da tensão aplicada aos terminais do motor, como mostrado na Figura 16. Variando seu ângulo de disparo, varia-se o valor eficaz de tensão aplicada ao motor. Na Figura 17 está representada a forma de onda de tensão aplicada ao motor na aceleração.

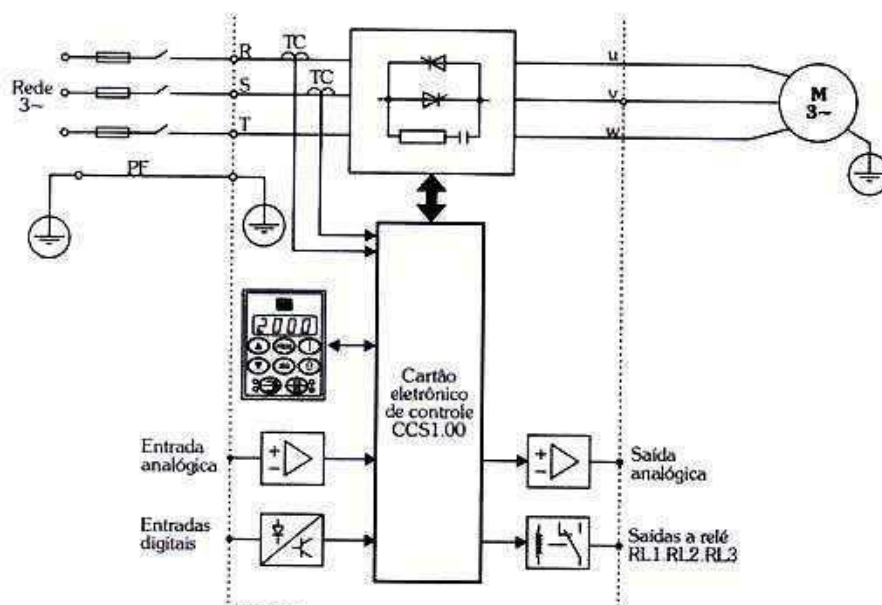


Figura 16 – Diagrama de blocos simplificados da *Soft-Starter*. [3]

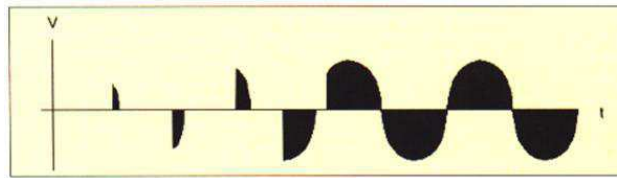


Figura 17 – Forma de onda de tensão gerada pela *Soft-Starter* no processo de aceleração. [3]

O circuito de potência é o circuito pelo qual circula a corrente que é fornecida para o motor. É constituído basicamente por SCR's e suas proteções e por TC's (transformadores de corrente).

- O circuito RC, representado na Figura 16, tem como função proteger os tiristores contra variações da tensão aplicadas sobre eles.
- Os TC's fazem a monitoração da corrente de saída, permitindo que o controle eletrônico efetue a proteção e manutenção do calor de corrente em níveis predefinidos.

O circuito de comando é responsável pelo comando, monitoração e proteção dos componentes do circuito de potência, bem como os circuitos utilizados para comando, sinalização e interface homem-máquina (IHM), que são configurados pelo usuário em função da aplicação.

As chaves de partida estáticas podem ser ajustadas no módulo de tensão, de forma a se ter uma tensão inicial de partida adequada, responsável pelo torque inicial que aciona a carga. Ao fazer o ajuste da tensão de partida num valor V_p e um tempo de partida T_p , a tensão cresce do valor de V_p até atingir a tensão de linha do sistema, em um intervalo de tempo T_p , também parametrizável, como na Figura 18.

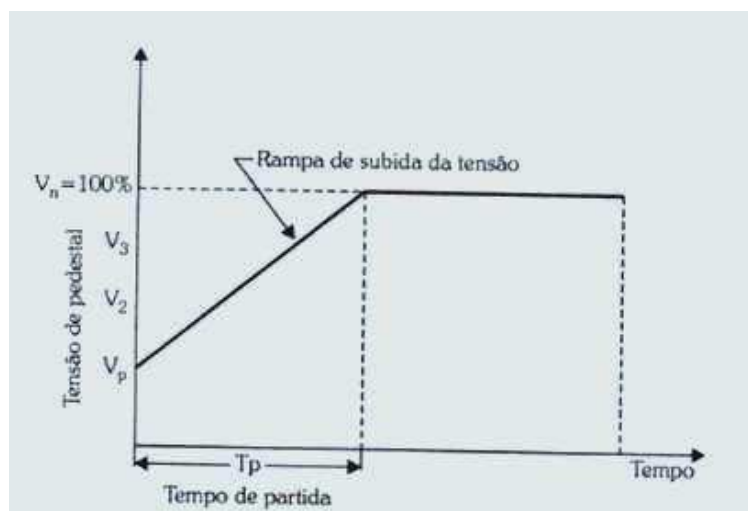


Figura 18 – Rampa de tensão na aceleração. [3]

A subida progressiva da tensão pode ser controlada pela rampa de aceleração ou dependente do valor da corrente de limitação, ou ligada a esses dois parâmetros. Assim, a Soft-Starter assegura:

- O controle das características de funcionamento, principalmente durante os períodos de partida e de parada;
- A proteção térmica de partida e parada;
- A proteção mecânica da máquina movimentada por supressão dos golpes e redução da corrente de partida.

2.3 CONTROLE DA VELOCIDADE DO MOTOR DE INDUÇÃO ATRAVÉS DE INVERSORES DE FREQUÊNCIA

2.3.1 VARIAÇÃO DE VELOCIDADE DE MOTORES DE INDUÇÃO

A relação entre a rotação, a frequência de alimentação, o número de pólos e o escorregamento de um motor de indução obedece à Equação 1.[4]

$$n = \frac{120 * f_1}{p} * (1 - s) \quad (1)$$

onde:

n : velocidade de rotação mecânica (rpm);

f_1 : frequência fundamental da tensão de alimentação (Hz);

p : número de polos;

s : escorregamento.

A análise da fórmula mostra que se pode atuar em três parâmetros, no intuito de variar a velocidade de um motor desse tipo.

A utilização de inversores estáticos de frequência atualmente compreende o método mais eficiente para controlar a velocidade dos motores de indução. Os inversores transformam a tensão da rede, de amplitude e frequência constantes, em uma tensão de amplitude e frequência variáveis. Variando-se a frequência da tensão de alimentação, varia-se também a velocidade do campo girante e conseqüentemente a velocidade mecânica de rotação da máquina.

O torque desenvolvido pelo motor de indução segue a Equação 2.[4]

$$T = k_1 * \Phi_m * I_2 \quad (2)$$

E o seu fluxo magnetizante, desprezando-se a queda de tensão ocasionada pela resistência e pela reatância dos enrolamentos estatóricos, é calculado através da Equação 3.[4]

$$\Phi_m = k_2 * \frac{V_1}{f_1} \quad (3)$$

onde:

T : torque ou conjugado disponível na ponta de eixo (N.m);

Φ_m : fluxo de magnetização (Wb);

I_2 : corrente rotórica (A) ;

V_1 : tensão estatórica (V);

k_1 e k_2 : constantes que dependem do material e do projeto da máquina.

Admitindo-se, que a corrente depende da carga e que essa é constante (portanto, corrente praticamente constante), percebe-se, que variando proporcionalmente a amplitude e a frequência da tensão de alimentação, o fluxo e, conseqüentemente, o torque permanecem constantes. O motor fornece assim um ajuste contínuo de velocidade e conjugado com relação à carga mecânica. As perdas podem ser minimizadas de acordo com as condições de carga, mantendo-se constante o escorregamento da máquina em qualquer velocidade, para a mesma carga.

A partir da Equação 3, obtêm-se o gráfico da Figura 19. A variação da relação V_1/f_1 é feita linearmente até a frequência base (nominal) do motor. Acima dessa, a tensão é máxima (igual à nominal) e permanece constante, havendo então apenas a variação da frequência aplicada ao enrolamento estatórico do motor.

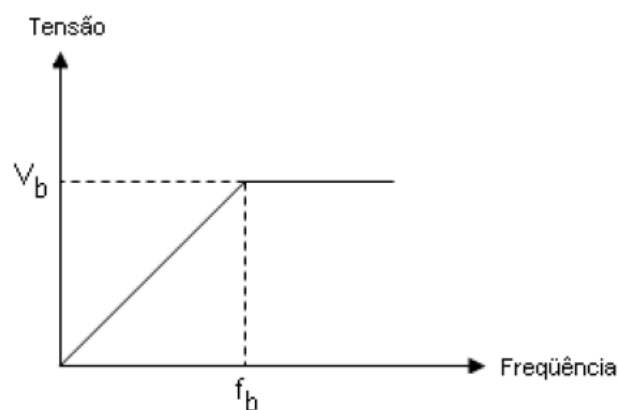


Figura 19 – Variação da relação V/f . [4]

Assim, acima da frequência base caracteriza-se a chamada região de enfraquecimento de campo, pois ali o fluxo decresce com o aumento da frequência, provocando também a diminuição de torque. A curva característica torque x velocidade do motor acionado por inversor de frequência está representada na Figura 20.

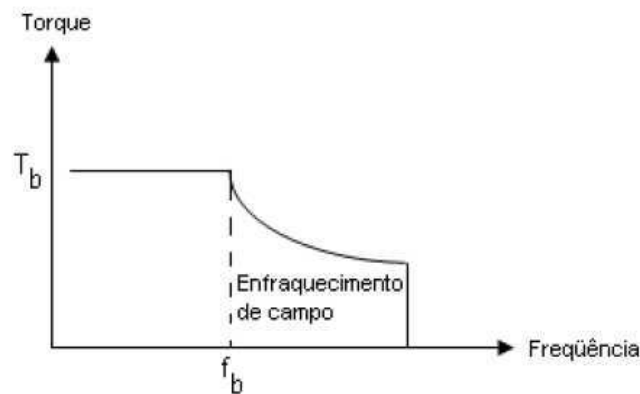


Figura 20 – Curva característica torque x velocidade. [4]

Nota-se, portanto, que o torque permanece constante até a frequência base e decresce gradativamente acima desta. Como Potência = Torque X Rotação, a potência útil do motor cresce linearmente até a frequência base e permanece constante acima desta, conforme pode ser observado na Figura 21.

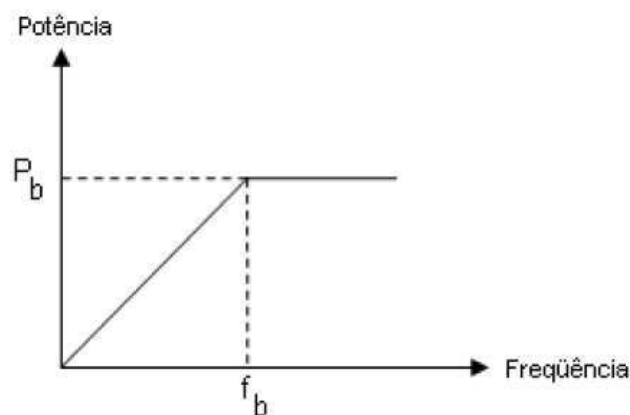


Figura 21 – Potência útil do motor em função da frequência. [4]

2.3.2 CARACTERÍSTICAS DOS INVERSORES DE FREQUÊNCIA PWM

Os inversores de frequência podem ser divididos em quatro componentes principais, como é mostrado na Figura 22.

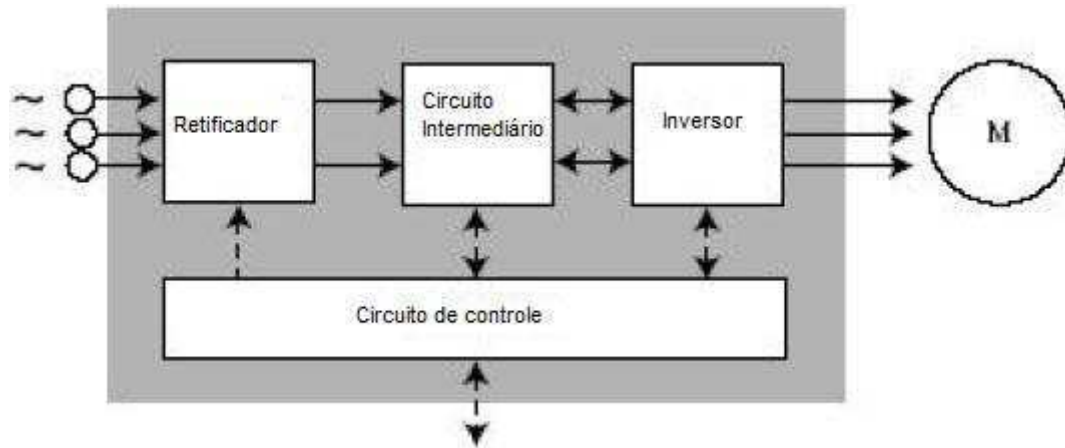


Figura 22 – Diagrama simplificado dos principais blocos. [4]

i. O Retificador

O retificador de um inversor de frequência consiste tanto de diodos quanto de tiristores ou uma combinação deles. O retificador feito apenas com diodos é um retificador não controlado e o composto por tiristores é controlado, se ambos são utilizados, então o retificador é semi-controlado.

Um retificador não-controlado e sua saída são mostrados nas Figuras 23a e 23b. Uma tensão alternada sobre um diodo é convertida em uma tensão CC pulsante.

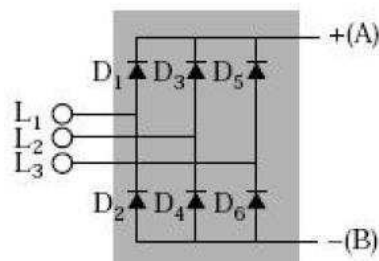


Figura 23a – Retificador não-controlado. [4]

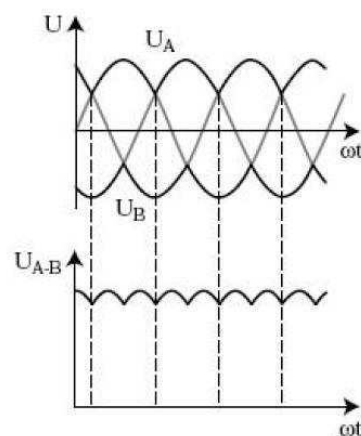


Figura 23b – Saída de um retificador não-controlado. [4]

Nos retificadores controlados os diodos são trocados pelos tiristores. Assim como os diodos, o tiristor permite a passagem da corrente em apenas uma direção. Entretanto, a diferença entre esses dois componentes é que o tiristor tem um terceiro terminal: o gate ou porta (G). Essa porta deve ser comandada por um sinal antes de o tiristor conduzir. Quando uma corrente passa pelo tiristor, o tiristor irá conduzi-la até que ela atinja o valor nulo.

O sinal para a porta é o sinal de controle α do tiristor, que é um atraso de tempo, expresso em graus. O valor em graus representa o atraso entre a passagem da tensão por zero e o instante em que o tiristor inicia sua condução. Na Figura 24 está representada a condução do tiristor e na Figura 25 um retificador controlado e sua saída.

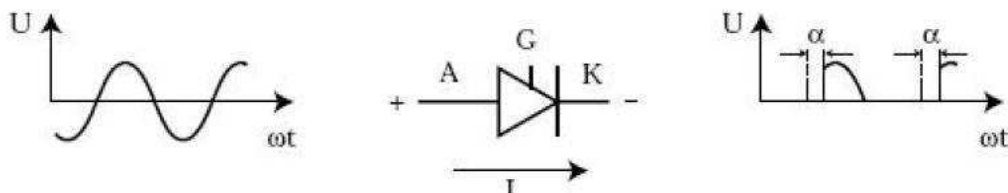


Figura 24 – Condução de um tiristor. [4]

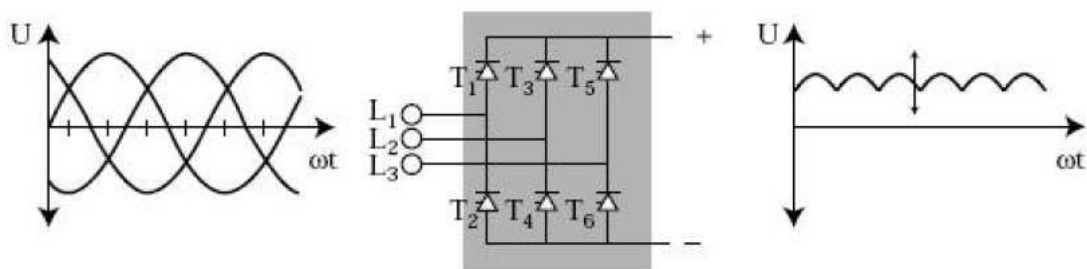


Figura 25 – Retificador controlado e sua saída. [4]

ii. O Circuito Intermediário

O circuito intermediário pode ser visto como um reservatório do qual o motor pode drenar energia através do inversor. Ele pode ser construído de acordo com três princípios diferentes dependendo do tipo de retificador e inversor.

- Inversores fonte de corrente (I-converters): o circuito intermediário consiste de um grande indutor e é combinado apenas com um retificador controlado, como mostrado na Figura 26. O indutor transforma a tensão variável do retificador em uma corrente contínua variável. A carga determina a amplitude da tensão do motor.

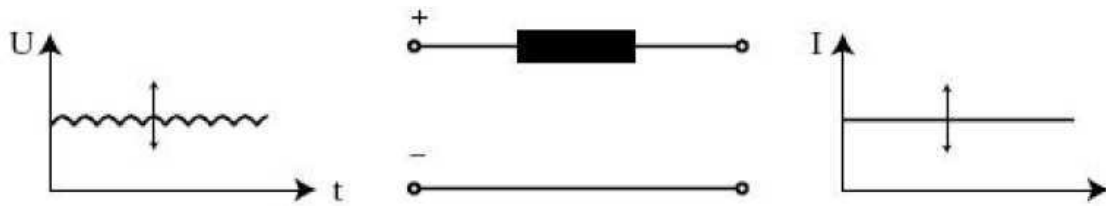


Figura 26 – I-converters. [4]

- Inversores fonte de tensão (U-converters): Em conversores fonte de tensão o circuito intermediário consiste em um filtro capacitivo e pode ser combinado com os dois tipos de retificador. O filtro alisa a tensão pulsante do retificador, como mostrado na Figura 27.

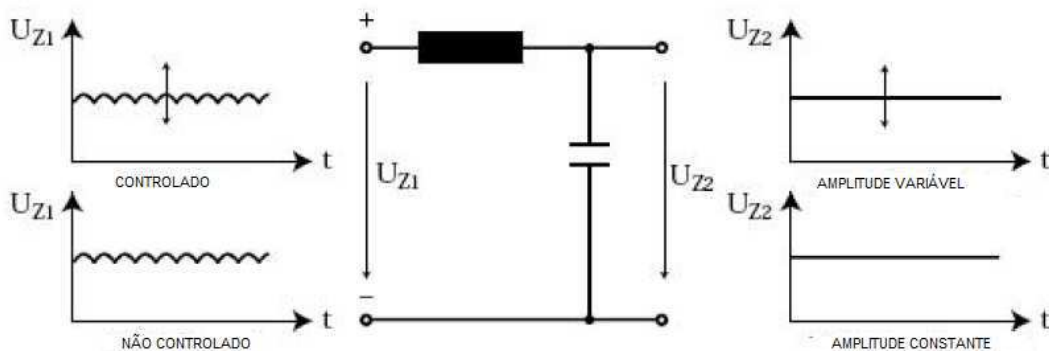


Figura 27 – U-converters. [4]

- Circuito intermediário com tensão CC variável (Chopper): possui um transistor que funciona como uma chave para ligar ou desligar a tensão do retificador. O circuito de controle regula o chopper através da comparação da tensão variável depois do filtro com um sinal de entrada. Se existe diferença, a relação é regulada pelo tempo que o transistor conduz e o tempo que ele é bloqueado. Isso varia o valor efetivo e o tamanho da tensão contínua.

iii. O inversor

O inversor assegura que a saída para o motor se torne variável. Em outras palavras, a frequência para o motor é gerada no inversor. Se a corrente ou tensão são variáveis, o inversor gera apenas a frequência. Se a tensão é constante o inversor gera a tensão e a frequência. Na Figura 28 é mostrado um inversor tradicional.

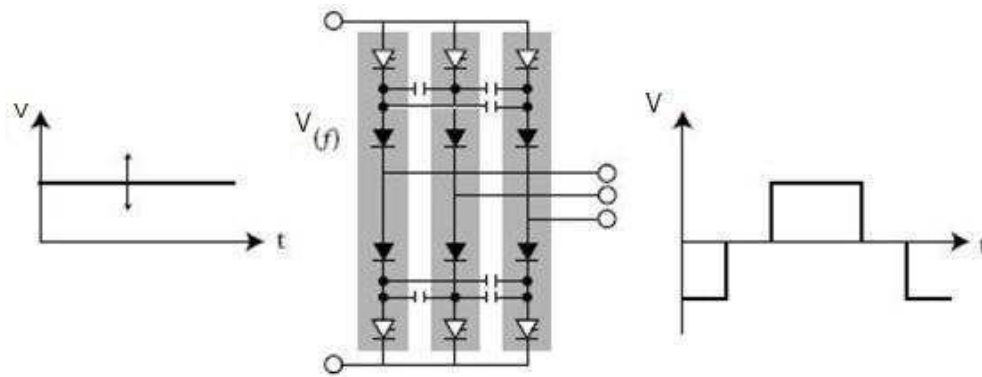


Figura 28 – Inversor tradicional. [4]

A tensão no motor é conseguida aplicando-se a tensão do circuito intermediário por períodos mais longos ou mais curtos. A frequência é mudada através da variação dos pulsos de tensão ao longo do eixo do tempo – positivamente para meio período e negativamente por o outro meio.

Como a técnica muda a largura dos pulsos de tensão, ela é chamada de PWM (Pulse Width Modulation ou Modulação por Largura de Pulso). PWM é a técnica mais utilizada no controle dos inversores.

Nas técnicas PWM o circuito de controle determina os tempos de chaveamento dos semicondutores através da intersecção entre uma tensão triangular e uma tensão senoidal superposta (PWM controlada pelo seno).

Na Figura 29 está representada a forma de onda de tensão após a Modulação por Largura de Pulsos e na Figura 30 é forma de onda da corrente na saída do inversor de frequência.

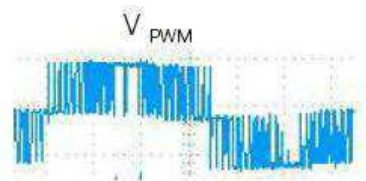


Figura 29- Pulsos de tensão modulados. [5]

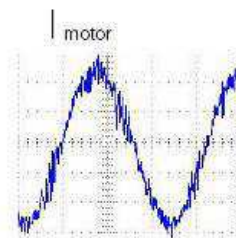


Figura 30- Corrente no motor. [5]

iv. O circuito de controle

O circuito de controle ou placa de controle é a quarta peça do inversor de frequência e tem quatro tarefas essenciais:

- Controlar os semicondutores do inversor de frequência;
- Troca de dados entre o inversor de frequência e os periféricos;
- Verificar e reportar mensagens de falha;
- Cuidar das funções de proteção do inversor de frequência e do motor.

Os micro-processadores têm aumentado sua capacidade de processamento e velocidade, aumentando significativamente o número de aplicações possíveis aos inversores de frequência e reduzindo o número de cálculos necessários a sua aplicação.

Com os micro-processadores o processamento é integrado dentro do inversor de frequência e este está apto a determinar o melhor padrão de chaveamento para cada estado de operação.

2.4 SENSORES E CONCEITOS DE AUTOMAÇÃO

Com a evolução da eletrônica, que possibilitou o advento das telecomunicações e dos sistemas computacionais, surgiram novas tecnologias que permitiram a criação de equipamentos que além de substituírem a força muscular do homem, como a mecanização, também têm a capacidade de tomada de decisões. A estas tecnologias é dado o nome de “automação” e baseia-se na utilização de equipamentos capazes de realizar controles e auto-correções através de sensoriamento e ações similares a do ser humano. Na Figura 31 pode ser observado como a automação industrial processa-se na maior parte das vezes.

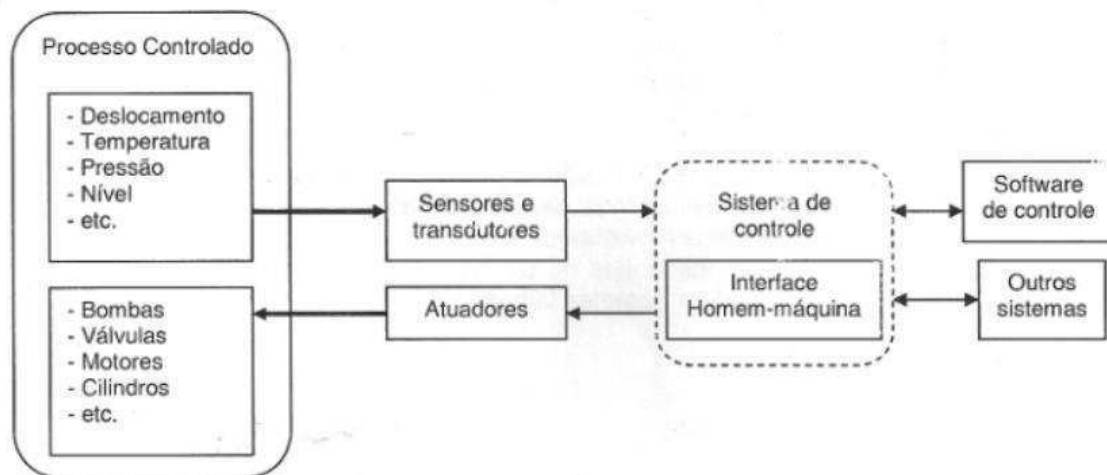


Figura 31 – Diagrama esquemático de um sistema genérico de automação. [6]

Um sistema de controle recebe sinais de entrada provenientes dos vários sensores e transdutores dos processos e/ou máquinas a serem controlados, compara essas medidas com os valores desejados e pré-determinados e executa, através de um software de controle, operações lógicas e matemáticas de modo a gerar os sinais de correção que vão comandar os atuadores acerca do controle e atuação mais apropriada a cada instante no sistema controlado. O sistema de controle comunica-se com outros sistemas através de uma rede de comunicação.

2.4.1 SENSORES E TRANSDUTORES

Uma importante etapa em um processo de automação se refere à aquisição das informações de um processo de forma que o sistema de controle possa realizar as operações de decisão e retroagir sobre o processo.

Esta aquisição é realizada normalmente através de sensores e transdutores que têm por função “transformar” uma informação física em um sinal eletrônico que possa ser enviado e posteriormente tratado pelo sistema de controle. O princípio de funcionamento dos sensores está baseado na variação de um sinal elétrico, gerada devido à variação de um parâmetro físico.

Os sensores são associados geralmente com sistemas eletrônicos com o objetivo de converter um sinal para posterior condicionamento, multiplexação, conversão analógica/digital e processamento digital, como mostrado na Figura 32.

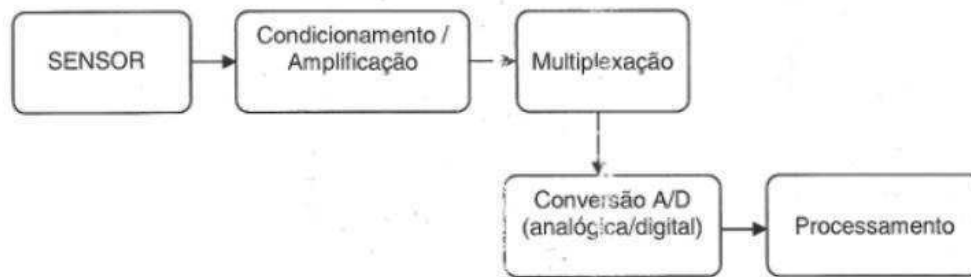


Figura 32 – Diagrama Esquemático de tratamento de um sinal de sensores. [6]

- Detector por contato (microchave ou sensor de fim de curso)

Os detectores por contato mais utilizados são as microchaves. Estas indicam apenas dois estados: ligado ou desligado, aberto ou fechado, como é mostrado na Figura 33.

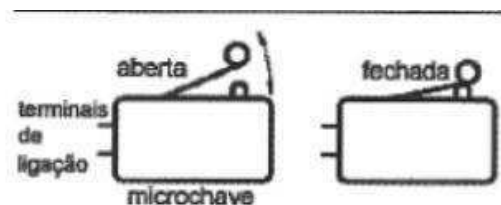


Figura 33 – Detetor por contato. [6]

- Sensor de contato “reed”

O tipo de sensor de contato “reed” funciona de maneira semelhante ao sensor de detector por contato. A diferença é que seu funcionamento não é por contato físico, mas pela atuação de um campo magnético, como o de um ímã por exemplo.

O contato *reed* é composto de uma ampola de vidro que contém duas lâminas e um gás inerte. Quando o conjunto estiver sob um campo eletromagnético, as lâminas se unem fechando o contato elétrico. O contato irá abrir quando o campo eletromagnético deixar de atuar. Este tipo de sensor pode ter, na posição de repouso, os contatos abertos ou fechados. Na Figura 34 é mostrado um sensor de contato “reed”.

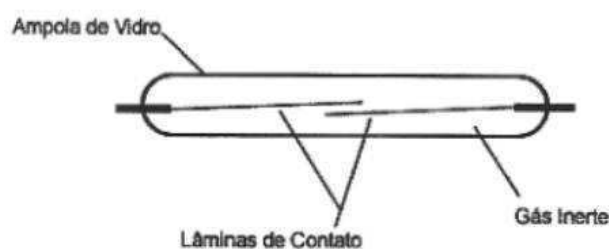


Figura 34 – Sensor de contato “reed”. [6]

- Sensores Indutivos

O sensor indutivo é aplicado para detectar a presença ou o deslocamento de objetos metálicos. O seu funcionamento é baseado, de acordo com sua característica física, no princípio da variação da indutância eletromagnética.

Na Figura 35 é mostrada a construção física de uma bobina enrolada sobre um núcleo de alta permeabilidade magnética. Ao energizar a bobina cria-se o campo eletromagnético.

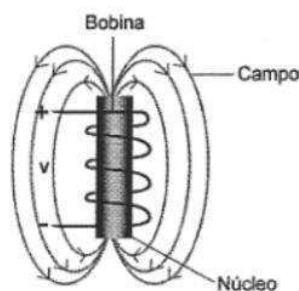


Figura 35 - Bobina enrolada sobre um núcleo de alta permeabilidade magnética. [6]

Na Figura 36 é mostrada a configuração eletrônica dos fabricantes de um sensor indutivo. O oscilador gera um campo eletromagnético de alta frequência que se projeta na superfície externa frontal do sensor, formando uma região chamada “região ativa” onde o sensor detecta a presença ou deslocamento de objetos. Quando se introduz um objeto metálico na região ativa do sensor há mudanças na amplitude do sinal do circuito oscilador que são percebidas pela demodulador. As variações percebidas pelo demodulador são transformadas em nível de tensão e aplicadas no detector de nível de tensão. Na saída, o sinal enviado é amplificado e compatibilizado com os níveis de tensão especificados pelo fabricante.

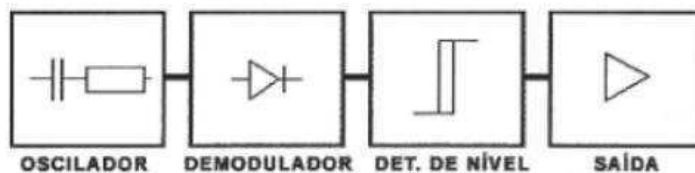


Figura 36 – Configuração eletrônica de um sensor indutivo. [6]

- Sensor Capacitivo

O sensor capacitivo é utilizado para detectar materiais metálicos e não metálicos como plásticos, vidros e líquidos. O princípio de funcionamento deste tipo de sensor está baseado na variação da capacitância de um capacitor.

O capacitor é um elemento elétrico formado por duas placas metálicas tendo um material dielétrico entre elas. A capacitância varia por modificações na geometria das placas (distância entre as placas ou área superposta entre elas) ou pela presença de materiais condutivos ou dielétricos.

O diagrama de blocos do sensor capacitivo apresenta um funcionamento semelhante ao do diagrama do sensor indutivo. A diferença encontra-se no estágio oscilador, como é mostrado na Figura 37. Quando um objeto é colocado na região ativa do sensor, ocorre uma mudança da frequência de oscilação devido à alteração do valor da capacitância formada pela placa sensível e a região ativa.

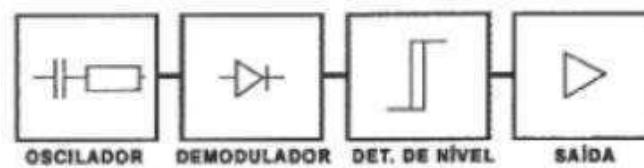


Figura 37 - Configuração eletrônica de um sensor capacitivo. [6]

- Sensores Ópticos

Os sensores ópticos utilizam o princípio da emissão de um feixe de luz infravermelha por um módulo transmissor e a recepção deste mesmo feixe de luz por um fototransistor de módulo receptor. Esta configuração pode aparecer montada em um único corpo, denominado sistema foto sensor ou em dois corpos distintos, denominados sistema por barreira.

No sistema foto sensor a detecção do objeto ocorre somente quando o objeto reflete a luz emitida em direção ao receptor. No sistema por barreira, o sensor detecta o objeto quando o mesmo atravessa o feixe de luz entre o emissor e o receptor.

Um sensor óptico bastante usado é o “*encoder*”. Ele pode ser construído na forma de disco ou na forma de régua linear. Nas duas formas há partes vazadas ou transparentes, que permitem a passagem de luz, e escuras ou opacas. As partes vazadas e escuras são chamadas de ranhuras. Na Figura 38 está representado um “*encoder*”.

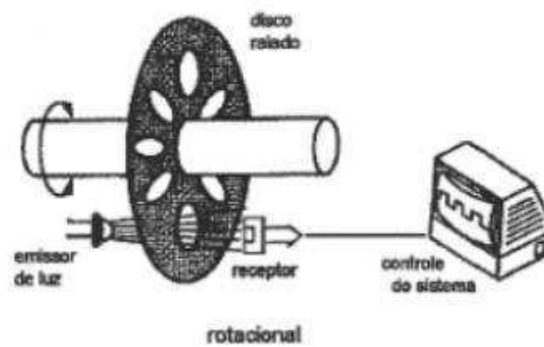


Figura 38 – Esquema de um “encoder”. [6]

Com as “quebras” sucessivas do feixe de luz pelas partes vazadas e as opacas, é produzido um tipo de sinal (trem de ondas) que corresponde aos deslocamentos. Cada pulso do “trem de ondas” do sensor indica uma rotação incremental. Quanto maior o número de ranhuras, melhor será a resolução do sensor e ele será capaz de detectar deslocamentos cada vez menores. Se for conhecido o tempo entre um sinal de luz e outro e a distância entre as ranhuras, podemos calcular a velocidade linear ou angular do sistema.

- Sensor de Força ou Célula de Carga

A resistência elétrica de um fio condutor é obtida, entre outras características, em função do seu comprimento e da sua seção transversal. Quando se aplica uma deformação sobre o fio condutor, modifica-se a sua característica geométrica. Assim, pode-se estimar o valor da força que está provocando a deformação. O mesmo princípio é utilizado nas células de carga, em crescente aplicação na automação, fornecendo informações sobre dilatação de materiais, força, pressão, entre outros.

Em geral as células de carga são constituídas com um fio fino de um material chamado *constantan*, que é depositado num suporte plástico ou lâminas metálicas de semicondutores. Este conjunto é montado sobre o elemento onde se quer medir a deformação física, chamado corpo de prova. Quando a variação da resistência elétrica é muito pequena, o sinal elétrico na saída do sensor deve ser amplificado, usando-se uma ponte de Wheatstone.

- Sensor de Temperatura

Um sensor de temperatura pode medir a temperatura de duas lâminas metálicas de metais diferentes. Os metais das lâminas submetidas a uma mesma temperatura devem sofrer diferentes dilatações. O conjunto irá sofrer uma deformação pela

temperatura, o que é suficiente para fechar um contato. Um exemplo é o Termostato, que permite determinar se uma temperatura foi ultrapassada ou não.

Para uma medição contínua da temperatura pode-se utilizar um Termopar ou Termorresistor. O Termopar é composto de dois fios de metais diferentes unidos em uma das pontas. Quando a ponta dos fios unidos está sob uma temperatura diferente da outra extremidade do termopar há uma tensão elétrica provocada pela diferença de temperatura. O Termorresistor tem como princípio de funcionamento a variação da resistência elétrica de um condutor em função da temperatura. Em ambos os casos utiliza-se uma ponte de Wheatstone para amplificar o sinal de saída.

2.4.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

O CLP é um aparelho ou equipamento eletrônico digital que usa memória programável para armazenar instruções (software de controle). Este software de controle implementa funções como temporização, contagem lógica sequencialmente e operações aritméticas, para controlar, através de módulos de entrada e saída diversos tipos de máquinas ou processos.

Hoje se encontra CLP's empregados na implementação de painéis sequenciais de inter-travamento, controle de malhas, sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), sistema de controle estatístico de processo (SPC), sistema de controle de estações, sistema de controle de células de manufatura, entre outras aplicações. As vantagens da utilização de CLP, se comparados a outros dispositivos de controle industrial incluem:

- Menor ocupação de espaço;
- Potência elétrica requerida menor;
- Reutilização;
- Programável, se ocorrem mudanças de requisitos;
- Maior flexibilidade, satisfazendo um número maior de aplicações;
- Permite a interface através de rede de comunicação com outros CLP's e com microprocessadores;
- Projeto do sistema mais rápido.

Os conceitos básicos de CLP's são:

- Ponto de entrada – Consideram-se cada sinal recebido pelo CLP, a partir de dispositivos ou componentes externos (sensores), como um ponto de entrada para o CLP. Ex.: microchaves, botões, termopares, relés, etc.
- Ponto de saída – Cada sinal produzido pelo CLP para acionar dispositivos ou componentes do sistema de controle (atuadores) constitui um ponto de saída. Ex.: lâmpadas, solenóides, motores, etc.
- Programa – É a lógica existente entre os pontos de entrada e de saída e que executa as funções desejadas, de acordo com o estado das entradas no CLP.
- Memória EEPROM – É uma memória que não perde o seu conteúdo quando se desliga a alimentação. Nos controladores programáveis ela normalmente contém o programa do usuário.
- Memória RAM – É uma memória que tanto a escrita como a leitura, se não for alimentada eletricamente, perde seu conteúdo.
- Terminal de programação – O terminal de programação é um dispositivo que é conectado temporariamente ao CLP com o objetivo de introduzir o programa do usuário, transformando um hardware padrão em um sistema de controle projetado especialmente para uma aplicação especial. Utiliza-se também o terminal de programação para verificações já introduzidas, para efetuar modificações em programas prontos ou para permitir ao pessoal de manutenção o exame do estado dinâmico de um sistema de controle.
- Unidade Central de Processamento (CPU) – É a unidade “inteligente” do CLP. Na CPU são tomadas todas as decisões para controle da máquina ou processo. Ela recebe os dados de entrada, realiza as decisões lógicas baseadas no programa armazenado e atualiza as saídas.
- Microprocessador – É o componente que executa o controle e o processamento de todas as informações.
- Fonte de alimentação – A fonte de alimentação é responsável pela conversão da tensão que alimenta o CLP (110/220V) em tensões utilizadas pelo circuito eletrônico.

Na Figura 39 encontra-se um esquema de sequência de funcionamento do CLP.

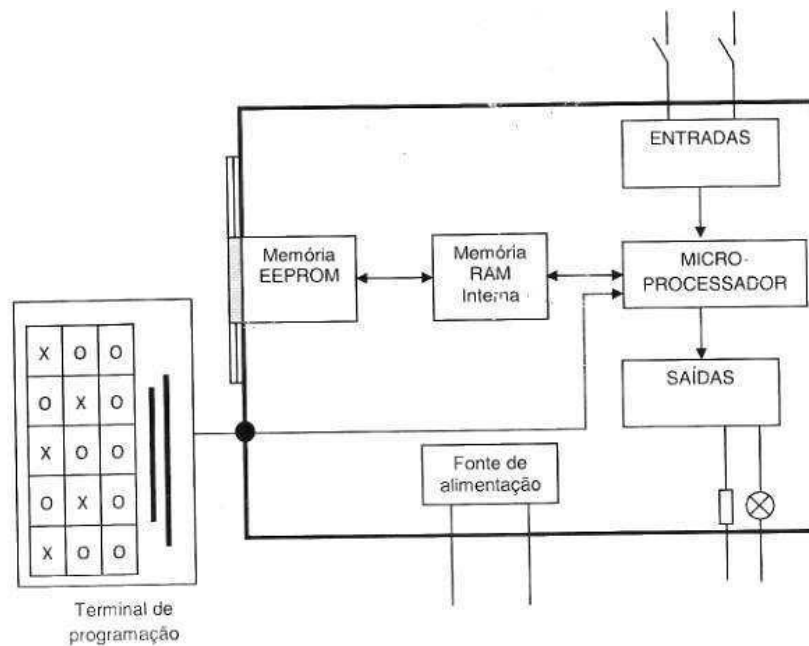


Figura 39 - Esquema de sequência de funcionamento do CLP. [7]

Um Controlador Lógico Programável, como todo sistema microprocessado, tem seu princípio de funcionamento baseado em três passos, como mostrado na Figura 40.

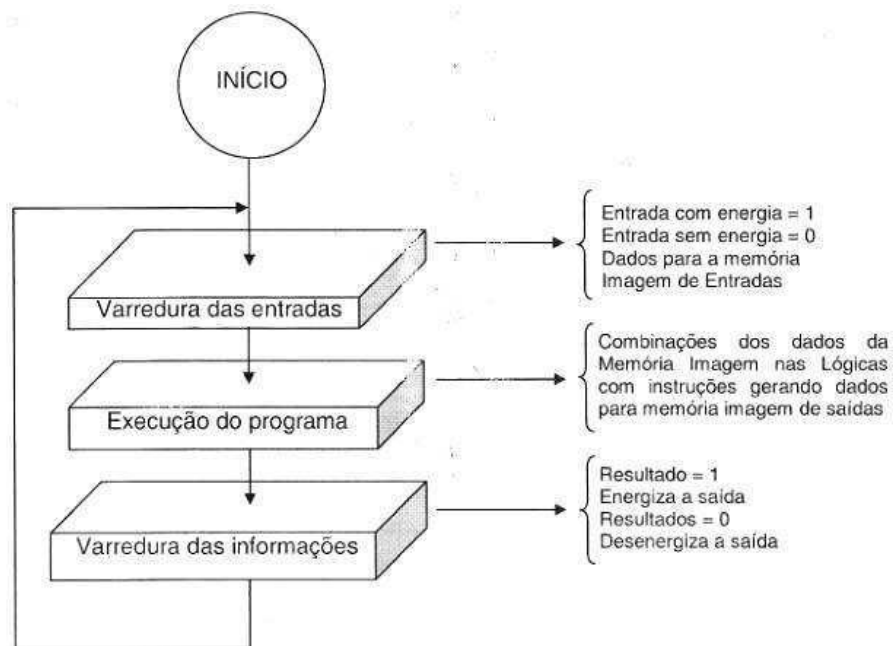


Figura 40 – Sequência Lógica de execução do CLP. [7]

Com a partida, o CP executará as seguintes tarefas:

1. Transferirá os sinais existentes na interface de entrada para a memória de dados (RAM).

2. Iniciará a varredura do software aplicativo armazenado na memória de programa (SCAN), utilizando os dados armazenados na memória de dados. Dentro deste ciclo, executará todas as operações que estavam programadas no software aplicativo, como intertravamentos, habilitação de temporizadores ou contadores, armazenagem de dados processados na memória de dados, etc.
3. Concluída a varredura do software aplicativo, o CP transferirá os dados processados (resultados de operações lógicas) para a interface de saída. Paralelamente, novos dados provenientes da interface de entrada irão alimentar a memória de dados.

Os CLP's utilizam a linguagem de programação, que permite a comunicação com os usuários através de um dispositivo de programação e defini as tarefas que ele deve executar. Essa linguagem usa abreviações, figuras e números de tal forma a tornar-se acessível a todos os níveis tecnológicos.

As funções traduzidas pela programação são associações lógicas (E, OU, etc.), funções de memória (SET, RESET, etc.), funções de contagem, temporização, aritméticas e outras mais específicas. A forma visual que a instrução se apresenta depende unicamente do tipo de sistema utilizado pelo programador. O resultado de associações de entradas será armazenado em uma memória para depois ser utilizado, na dependência da ordem de operação. Podemos representar essa associação na forma de diagrama de contatos (Ladder) ou através de um esquema de funcionamento ou diagrama lógico.

O software pode apresentar-se na forma linear, onde o programa é varrido desde a primeira instrução até a última não se importando com a necessidade ou não de ser executada parte do programa, ou na forma de programação estruturada, onde um programa principal é lido e, conforme a sequência dos eventos, os blocos de programa e funções são executados.

A programação estruturada permite a otimização do software adaptando assim as necessidades de cada comando, oferecendo ainda a possibilidade de utilização de subrotinas e subprogramas.

Alguns softwares de programação permitem migrar de uma linguagem para outra. Como por exemplo, de Ladder para lista de instrução, de Ladder para diagrama lógico e vice versa.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO

3.1 ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Podemos entender manutenção como o conjunto de tratativas e cuidados técnicos, indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.

De um modo geral a manutenção em uma empresa tem como objetivo:

- Manter equipamentos e máquinas em condição de pleno funcionamento, para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos.
- Prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos de máquinas.

A manutenção ideal de uma máquina é aquela que permite alta disponibilidade, para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a um custo adequado.

3.1.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva é a forma mais óbvia e primária de manutenção. Pode sintetizar-se pelo ciclo “quebra-reparo”, ou seja, o reparo nos equipamentos após a avaria. Constitui a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema. Conduz a:

- Baixa utilização dos equipamentos e máquinas e, portanto, das cadeias produtivas;
- Diminuição da vida útil dos equipamentos e instalações;
- Paradas para manutenção em momentos aleatórios e muitas vezes, inoportunos, por corresponder a época de ponta de produção, a período de cronograma apertado, ou até a época de crise geral.

No setor da Tecelagem da Coteminas S.A., onde o estágio foi realizado, esse é o tipo de manutenção mais utilizado. A equipe de manutenção corretiva fica localizada no setor para ser encontrada facilmente e atender à produção de imediato.

Como a equipe não sabe o local onde vai atuar o supervisor da produção deverá solicitar o atendimento e, para efeitos de registro e estatística, ele emite um documento, chamado Ordem de Serviço (O.S.), como mostrado na Figura 41.

N.º: 34575	 ORDEM DE SERVIÇO - ELÉTRICA		N.º: 34575
Hora Inicial:	Data:	Hora:	C E
Hora Final:	Maquina/Local:	Solicitante:	
Mantenedor:	Descrição:		
Concluída: () Sim () Não	MANUTENÇÃO		
Solução:	Mantenedor:	Hora Recebimento:	
	Solução:		
	Nome do componente:		
	() Troca de componente	() Retirada de mau contato/Curto	TAG:
	() Ajuste/Limpeza	() Programação/Configuração	
	() Rearme/Reset	() Preventiva	Hora Inicial:
	() Problema mecânico	() Teste de componentes	Hora Final:
	() Operacional	() Outros	Supervisor:
	Observação:		

GRÁFICA IMPRESSOS ADILESON - (03) 3341-2500 400 Ets. 50x1 - de 20001 a 40000 - 07/2010

Figura 41 – Modelo da Ordem de serviço usado na Coteminas S.A.

Uma analista da equipe de manutenção corretiva atende ao chamado, verifica o que deve ser feito e preenche a O.S. de execução para sanar o problema.

3.1.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Com um acompanhamento direto e constante é possível prever falhas, saber quando será necessário fazer uma intervenção e, claro, entrar em ação. Por isso, muitos profissionais que trabalham diretamente com manutenção chegam até a tratá-la como uma manutenção planejada.

Durante o estágio na Coteminas S.A. foi acompanhada a manutenção preventiva, no período das férias coletivas, nas máquinas da preparação da tecelagem, como é descrito a seguir.

i. Urdideiras

As Urdideiras são utilizadas para medir e ordenar os fios da urdidura que serão colocados nos teares. Reúne uma grande quantidade de bobinas, enrolando os fios dispostos em forma paralela num rolo tipo carretel. Toda urdideira é alimentada por uma armação aberta, que serve como suporte organizado para as embalagens alimentadoras (bobinas, cones, carretéis), chamada gaiola, como mostrado na Figura 42.



Figura 42 – Foto de uma Urdideira e sua gaiola.

A manutenção preventiva nas Urdideiras consiste, entre outras ações, em reapertar todas as conexões em painéis, limpeza e ajuste dos sensores capacitivos das gaiolas que indicam quando um fio é quebrado, dos sensores ópticos para segurança e para indicar a posição do rolo e aferição da velocidade e metragem, onde o controle é feito a partir de um encoder. Para cada máquina é preenchida uma ficha de manutenção como a mostrada na Figura 43.

FICHA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ELÉTRICA				
Setor: Preparação da Tecelagem		Data:		
Máquina: Urdideira Nº:		Eletricista:		
Ordem	Descrição	Verificado		Observações
		S	N	
1º	Reaperto painel principal			
2º	Reapertar painel principal			
3º	Reaperto da tela touchscreen			
4º	Reaperto painel da gaiola			
5º	Limpeza dos sensores de fio da gaiola			
6º	Limpeza e manutenção dos ventiladores e motor de giro da gaiola			
7º	Reaperto nas conexões do inversor.			
8º	Ajuste dos sensores indutivos do DOFF			
9º	Reaperto nas solenoides do sistema hidráulico			
10º	Aferição de todas as pressões do sistema pneumático			
11º	Aferição de todas as pressões do sistema hidráulico			
12º	Limpeza e ajuste do sensor de referência de velocidade(compactador)			
13º	Aferição do RPM e metragem			
14º	Ajuste dos sensores de segurança			
15º	Limpeza e manutenção nas tesouras			
Observações gerais:				
Assinatura do eletricista - Reg				
Visto da Chefia:				

Figura 43 – Ficha de Manutenção elétrica preventiva.

ii. Cozinha de Goma

A Cozinha de Goma é o local onde é preparada a mistura utilizada no processo de engomagem do fio. Motores ligados a tanques bobeiam e misturam os ingredientes em alta temperatura para formar a goma, que tem como finalidade dar resistência aos

fios e, também diminuir o atrito entre estes e o pente da engomadeira. Em seguida, a goma passa para os tanques de armazenagem, onde é bombeada para as Engomadeiras.

Em meio a esse processo, sensores de temperatura e pressão monitoram constantemente a situação da goma dentro dos tanques. Todas as informações são enviadas para a CLP que controla o funcionamento dos motores e as válvulas pneumáticas que liberam a mistura. O acompanhamento e controle do operador se fazem através de uma IHM (Interface Homem-Máquina) ligada à CLP. Na Figura 44 é mostrada uma foto da Cozinha de Goma.



Figura 44 – Cozinha de Goma.

iii. Engomadeiras

A Engomadeira é a máquina responsável pela produção dos rolos de teares. Reúne vários rolos de Urdideira em um único rolo com maior quantidade de fios em paralelo e reveste-os com uma camada de goma. Na Figura 45 é mostrada uma foto de uma engomadeira.



Figura 45 – Engomadeira.

A Engomadeira é dividida em gaiola, de onde vem os fios em paralelo das urdideiras, caixas de goma, onde os fios passam para receber a quantidade certa de goma, secadeira, onde é feito o controle da umidade do fio através da liberação de vapor, e cabeceira, onde é formado o rolo de carretel e controlado todo o processo, através da IHM.

Na gaiola é conferida a regulagem das pressões das válvulas proporcionais e amplificadoras de vazão, que garantem uma atuação correta dos freios pneumáticos. Na caixa de goma deve ser conferida a regulagem das válvulas responsáveis pela pressão dos rolos de borracha, da prensa das caixas e dos sensores de nível e de temperatura. Na secadeira deve ser conferido o estado dos sensores de temperatura (PT100) e das válvulas eletropneumáticas. Na cabeceira da máquina deve-se observar as células de carga, encoder e limpeza dos motores.

No geral deve-se observar os estados das células de carga da prensa das caixas, do campo seco e do bobinador. A célula de carga da prensa é responsável por sinalizar para a máquina se esta está fechada ou aberta. Já as células de carga do campo seco influenciam na velocidade do tracionador com o intuito de manter a tensão constante nesta região. Por fim, existem as células de carga do bobinador que são usadas para regular a tensão dos fios nesta área. Este valor influencia no torque dos motores bobinadores.

Além das células de carga precisa-se inspecionar e escutar todos os motores da máquina e verificar as conexões dos encoder dos motores e metrador. Devem ser verificados também, em toda a extensão da máquina, todos os sinais de comando (botoeiras) e os pontos de emergência.

As máquinas possuem um sistema de leitura da umidade do fio que é composto de um conjunto de barras condutoras isoladas da máquina onde passa o fio. Estas peças são conectadas via cabo coaxial de 75Ω a uma placa eletrônica no painel da engomadeira. Esta placa envia um sinal de 4 a 20mA proporcional a umidade e este sinal é convertido pela CLP em um valor de umidade. A inspeção deste sensor deve ser realizada observando o estado de limpeza das barras, condição das conexões e realizando um teste para saber se os valores da IHM estão corretos.

As Engomadeiras possuem uma série de motores que trabalham em sincronismo, puxando o fio da gaiola e entregando no carretel já engomado na saída da máquina. O sincronismo da máquina é de suma importância para o bom funcionamento dela e para que o fio não seja muito sacrificado.

Deve-se proceder com o processo de sincronização retirando todo o fio da máquina, em seguida verificar nas telas da IHM se todas as constantes que afetam o sincronismo estão com seus valores iniciais. Após pôr todas as variáveis em seus valores padrões, deve-se alterar a velocidade máxima da máquina em 75 metros/minuto, checar e anotar os valores de velocidade máxima, velocidade mínima, ganho, offset da máquina e acionar todos os motores nas velocidades micro: 10, 30, 50 e 70 metros/minuto. Anotar os resultados e intervir no parâmetro de velocidade máxima dos respectivos inversores.

3.1.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva é aquela que visa realizar ajustes no maquinário ou no equipamento apenas quando eles precisarem, porém, sem deixá-los quebrar ou falhar. Com um acompanhamento direto e constante é possível prever falhas, saber quando será necessário fazer uma intervenção e, claro, entrar em ação. Por isso, muitos profissionais que trabalham diretamente com manutenção chegam até a tratá-la como uma manutenção planejada.

Este tipo de manutenção não é aplicado no setor onde foi realizado este estágio.

3.2 REVISÃO E MODIFICAÇÃO DOS ESQUEMAS ELÉTRICOS DAS MÁQUINAS

Um esquema elétrico é uma representação gráfica e simbólica, sem escala, de uma instalação elétrica ou dos circuitos de uma máquina. Para ler e compreender a representação de um circuito elétrico é necessário conhecer os componentes de comandos elétricos.

É muito importante que todas as máquinas de uma indústria estejam com seus esquemas atualizados para que, diante da necessidade de uma manutenção, seja possível identificar o problema e a sua causa. Este é o motivo pelo qual foi designada a tarefa de revisar e modificar os esquemas elétricos. As máquinas da tecelagem da Coteminas S.A. vieram dos Estados Unidos e ao serem montadas na empresa foram feitas modificações no circuito de algumas delas, de acordo com a necessidade. A revisão foi feita nas Engomadeiras e Urdideiras.

Com acompanhamento de um técnico foi analisado primeiramente o circuito de força, desde a entrada na subestação até o acionamento dos motores da máquina. A tecelagem possui duas subestações com dois transformadores cada, um 13,8k / 575 V e outro de 13,8k / 380 V. O primeiro alimenta as máquinas e o segundo a iluminação e tomadas do setor. Além dos dois transformadores, cada subestação tem cubículos com disjuntores principais e disjuntores secundários que fazem a proteção de cada máquina. Algumas máquinas são alimentadas em 460 V, e estas possuem transformadores abaixadores 575 / 460 V. Os inversores de frequência são alimentados em 460 V e em série com eles têm-se disjuntores dentro da máquina que vão proteger os motores.

O circuito de comando é parte alimentado em 110 V e parte em 24 V. Para obter o primeiro nível de tensão é usado um transformador, para o segundo uma fonte de tensão. O circuito de comando compreende botoeiras, contactores, relés e chaves. Para automação da máquina são usados sensores e CLP's. Para revisar o circuito de comando foi necessário verificar onde cada comando, sensores e válvulas atuavam nas entradas e saídas da CPL e inversor de frequência.

Revisando os circuitos da máquina foram encontradas diferenças em relação ao esquema original e estes foram modificados em AutoCad. Feita a modificação, os esquemas foram impressos, encadernados e colocados à disposição na máquina.

4 CONCLUSÃO

Ao longo de todo o curso de Engenharia Elétrica, vários conceitos e teorias são apresentados aos estudantes, mas poucas são as oportunidades, no período que estamos inseridos na universidade, de aplicar os conhecimentos adquiridos na prática.

A obrigatoriedade do estágio ao final do curso vem de certa forma a suprir esta deficiência, ao passo que abre nossos olhos para o que acontece fora do ambiente acadêmico ainda enquanto estudantes. Isto é bastante importante, porque a partir do momento que recebemos nossos Certificados de Conclusão de Curso e nos intitulamos Engenheiros Eletricistas, estamos assumindo uma enorme responsabilidade e o tão concorrido mercado de trabalho passará a exigir uma postura diferente de quando éramos só estagiários, tempo no qual eram permitidas certas perguntas, algumas até descabidas, e até mesmo erros.

Diante deste panorama, estagiar em uma grande empresa como a Coteminas S.A. foi uma grande oportunidade de aprender como funciona uma indústria, não só ao que diz respeito à Engenharia Elétrica, mas também as relações humanas e profissionais.

A automação industrial está presente em praticamente todas as indústrias e a tendência é ampliar e avançar cada vez mais as tecnologias. Aprender na prática sobre instalações elétricas, comandos elétricos, automação industrial e inversores de frequência, foi muito importante para aplicar esses conhecimentos em qualquer tipo de indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] REDENTORISTA. Sensores e Conceitos de Automação. Campina Grande. 2005.
- [2] FILHO, João Mamede. Instalações Elétricas Industriais. Editora LTC. 6ªedição. 2002.
- [3] FRANCHI, Claiton Moro. Acionamentos elétricos. Editora Érica. 2002.
- [4] WEG. Guia Técnico - Motores de indução alimentados por inversores e frequência PWM.
- [5] WEG, Acionamentos. Informações Técnicas. Comando e proteção para motores Elétricos. Jaraguá do Sul, 1990.
- [6] WEG. Automação de Processos Industriais. Módulo 3.
- [7] SENAI. CLP – Controlador Lógico Programável. Campina Grande. 2008.
- [8] CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 14ªedição. 2000.