

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Anderson Morais Barbosa de Araújo
(Matrícula: 21015216)

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Campina Grande
Agosto/ 2010

ANDERSON MORAIS BARBOSA DE ARAÚJO
(Matrícula: 21015216)

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Trabalho apresentado à disciplina de Estágio Supervisionado, como requisito para conclusão de curso de Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Departamento de Engenharia Elétrica.

Orientador:
Euzeli Cipriano dos Santos Júnior

Campina Grande
Agosto/ 2010

ANDERSON MORAIS BARBOSA DE ARAÚJO
(Matrícula: 21015216)

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Trabalho apresentado à disciplina de Estágio Supervisionado, como requisito para conclusão de curso de Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Departamento de Engenharia Elétrica.

Aprovado em: ____/____/____

EXAMINADORES

Euzeli Cipriano dos Santos Júnior (Orientador)
UFCG - Departamento de Engenharia Elétrica

Eurico Bezerra de Souza Filho (Convidado)
UFCG - Departamento de Engenharia Elétrica

AGRADECIMENTO

A Deus por ter-me fortalecido frente às dificuldades.

Aos meus pais fervorosos incentivadores que acreditam em mim.

Às minhas irmãs, tão importantes para mim, por suas presenças nos momentos de alegria e de tristeza, mesmo que estejamos fisicamente distantes.

À minha noiva e aos amigos todos, irmãos que a vida me deu a opção de escolher.

Ao meu professor orientador, como a todos os mestres que contribuíram para minha formação.

A toda equipe de profissionais da Usina Petribú que colaboraram enormemente para a realização deste estágio.

"Se você quer transformar o mundo, experimente primeiro promover o seu aperfeiçoamento pessoal e realizar inovações no seu próprio interior. Estas atitudes se refletirão em mudanças positivas no seu ambiente familiar. Deste ponto em diante, as mudanças se expandirão em proporções cada vez maiores. Tudo o que fazemos produz efeito, causa algum impacto."

Dalai Lama

LISTA DE FIGURA

Figura 01: Usina Petribú.....	07
Figura 02: Preparo e moagem.....	08
Figura 03: Gráfico de Partida direta e com <i>soft-starter</i>	18
Figura 04: Modelo esquemático de uma termoelétrica.....	22
Figura 05: Turbogenerador Weg da Termoelétrica Itaenga.....	23
Figura 06: Esquema do processo industrial de produção de açúcar.....	25
Figura 07: Recepção e preparo, caminhões sendo descarregados.....	26
Figura 08: ETA de 100 m ³	27
Figura 09: Placa da turbina do turbogenerador G3 da Weg.....	28
Figura 10: Limpeza do conjunto motor de rotor a anel e banco resistivo.....	29
Figura 11: Quadro de controle dos dosadores de bagaço da caldeira Cogemax.....	30
Figura 12: 1 – Centrífugas de mel, 2 – Centrífugas de secagem.....	30
Figura 13: Válvulas, sensores e posicionadores do vácuo contínuo.....	31
Figura 14: 1 – Válvula, 2 – Posicionador, 3 – Sensor de nível.....	31
Figura 15: CPC – Controlador do atuador do nível de óleo da Turbina de G3.....	32

ÍNDICE

CAPÍTULO I	
1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA CAMPO DE ESTAGIO.....	07
CAPÍTULO II	
2 DESCRIÇÃO DE TÉCNICA GERAL.....	10
2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA, PREVENTIVA E CORRETIVA.....	10
2.1.1 Manutenção Corretiva.....	11
2.1.2 Manutenção Preventiva.....	11
2.1.3 Manutenção Preditiva.....	12
2.2 MOTORES ELÉTRICOS.....	12
2.2.1 Motor Síncrono.....	14
2.2.2 Motor Assíncrono.....	14
2.2.3 Motor CC.....	15
2.3 PARTIDA DE MOTORES.....	15
2.3.1 Partida Direta.....	16
2.3.2 Partida Estrela-Triângulo (Y- Δ).....	16
2.3.3 Partida com Chave Compensadora.....	17
2.3.4 Partida Eletrônica – <i>Soft-Starter</i>	17
2.3.5 Partida Eletrônica – Inversor de Frequência.....	18
2.4 QUADROS ELÉTRICOS.....	19
2.4.1 Classificação.....	19
2.4.1.1 Quanto à função.....	19
2.5 COGERAÇÃO DE ENERGIA.....	20
2.5.1 Sistema Gerador.....	21
2.5.2 Princípio de Funcionamento de uma Termoelétrica.....	21
CAPÍTULO III	
3 DESCRIÇÃO DE TÉCNICA UTILIZADA.....	24
3.1 MANUTENÇÃO.....	29
CAPÍTULO IV	
4 CONSIDERAÇÕES.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

CAPÍTULO I

1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA CAMPO DE ESTAGIO

Localizada no município de Lagoa de Itaenga no Estado de Pernambuco, a Usina Petribú, onde a família Petribú se instalou há quase três séculos, é considerada uma das maiores usinas do Estado, sendo referência no setor sucroalcooleiro há quase um século. Com 250 mil m³ de área industrial e 32 mil hectares de uma área plantada, incluindo áreas próprias e de fornecedores. Possui uma capacidade de moagem dia, de nove mil toneladas de cana, produzindo diariamente 18 mil sacas de açúcar de 50 kg e 200 mil litros de álcool.

Na safra de 95/96, produziu dois milhões de sacos de açúcar, uma produção recorde para a época. Atualmente a capacidade instalada é de três milhões de sacos de açúcar.

A Usina Petribú (Figura 01) faz parte do Grupo Petribú, o qual atua em diversos segmentos da economia, tais como: açúcar, álcool, nutrição animal, energia, tendo também participação em empresas de distribuição de combustíveis e de terminais marítimos.



Figura 01: Usina Petribú (Fonte: <http://www.canaweb.com.br/pdf/192/usinas.pdf>).

O Grupo Petribú é constituído pelo seguinte conjunto de empresas:

- Usina Petribú S/A – Lagoa de Itaenga-PE;
- IRCA Nutrição e Avicultura S/A – Carpina-PE;
- Termoelétrica Itaenga Ltda. – Lagoa de Itaenga-PE;
- Atelier Petribú Ltda – Lagoa de Itaenga-PE;
- Agorindustrial Oeste Paulista Ltda. – Monte Aprazível-SP;
- TEMAPE – Terminais Marítimos de Pernambuco Ltda.-PE (participação acionária).

Em 2001, quando ocorreu a crise energética no Brasil com risco de “apagão”, a Usina Petribú realizou investimentos em geração de vapor e energia. Objetivando melhorar a eficiência térmica a partir do bagaço de cana-de-açúcar e implantou ainda, um sistema de cogeração de energia elétrica.

Com isto, foram instaladas duas caldeiras de alta pressão, cada uma com produção de 150 ton/h de vapor, operando a uma pressão de 63 kgf/cm² e temperatura de 470 °C.

Foi construída uma nova casa de força com três turbogeradores, um de 25 MW e outros dois de 22MW cada, sendo o primeiro acionado por condensação e os demais por contrapressão.



Figura 02: Preparo e moagem.

Os equipamentos de preparo e as moendas foram eletrificados. (Figura 02) Onde turbinas de baixa eficiência térmicas foram substituídas por motores elétricos de alta eficiência. No desfibrador, instalou-se um motor de 3.000 HP e em cada terno das moendas, instalou-se um motor de 1.200 HP.

Na fabricação de açúcar e etanol, foram modernizados os setores de aquecimento, evaporação, cozimento e destilação. Tornando o processo produtivo mais econômico.

CAPÍTULO II

2 DESCRIÇÃO DE TÉCNICA GERAL

Alguns aspectos teóricos em relação às atividades que foram realizadas no estágio curricular desenvolvido na Usina Petribú devem ser antes de tudo, apresentados, a fim de alicerçar basicamente a melhor compreensão do que foi visto pelo aluno no âmbito fabril.

Considerando que o estágio realizou-se no setor de manutenção elétrica, é importante conceituar manutenção corretiva, preventiva e preditiva. Bem como sobre componentes importantes ao bom funcionamento da planta elétrica a exemplo de motores e quadros elétricos.

O conceito de cogeração de energia constituído de geração de vapor e de geração de energia elétrica, forças motrizes de todos os processos de fabricação de açúcar, álcool e eletricidade os quais constituem os produtos fabricados e comercializados pela empresa.

2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA, PREVENTIVA E CORRETIVA

Em decorrência do envelhecimento dos equipamentos e instalações da plantas fabris européias, surgiu a necessidade de racionalizar técnicas e procedimentos de manutenção. Como consequência todas as grandes e médias empresas dedicaram-se ao treinamento de pessoal nas técnicas de manutenção.

Neste enfoque, manutenção é a conservação de todos os equipamentos, para que todos estejam em condições de operação quando solicitados ou, caso ocorram defeitos que estes possam ser corrigidos no menor tempo possível e da maneira tecnicamente mais correta.

2.1.1 Manutenção Corretiva

É a forma primária de manutenção, podendo ser considerada pelo ciclo "quebra-repara", ou seja, a correção só será efetuada após a ocorrência de uma avaria. Por esta razão é também a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema. Decorre deste tipo de manutenção:

- Baixa utilização anual dos equipamentos e máquinas, reduzindo a produtividade;
- Diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;
- Paradas para manutenção em momentos aleatórios e muitas vezes inoportunos.

Evidentemente é impossível eliminar completamente este tipo de manutenção, porque não se pode prever o momento exato em que se verificará um defeito que é, portanto, momento da manutenção corretiva de emergência.

2.1.2 Manutenção Preventiva

A Manutenção preventiva consiste de um trabalho de prevenção de defeitos que poderão originar a parada ou redução de rendimento dos equipamentos. Esta prevenção é baseada em estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante, entre outros.

Algumas das vantagens deste tipo de manutenção são:

- Redução do número total de intervenções corretivas que são mais caras;
- Diminuição do número de intervenções corretivas em momentos críticos;
- Elevação da taxa de utilização anual dos sistemas de produção e de distribuição.

Este tipo de manutenção requer uma logística apurada, documentando os dados dos equipamentos, ordens de serviços, ferramentas, tempo de operação e parada dos equipamentos, ou seja, tudo necessário à realização do estudo estatístico.

2.1.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento deve obedecer a uma sistemática.

Prevenir falhas é o principal objetivo deste tipo de manutenção através de acompanhamento de vários parâmetros, viabilizando a contínua operação do equipamento pelo maior tempo possível. E tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitem avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

A manutenção preditiva leva em consideração o grau de degradação, performance esperada do equipamento e projeta níveis de alerta para que ocorra a intervenção antes da falta.

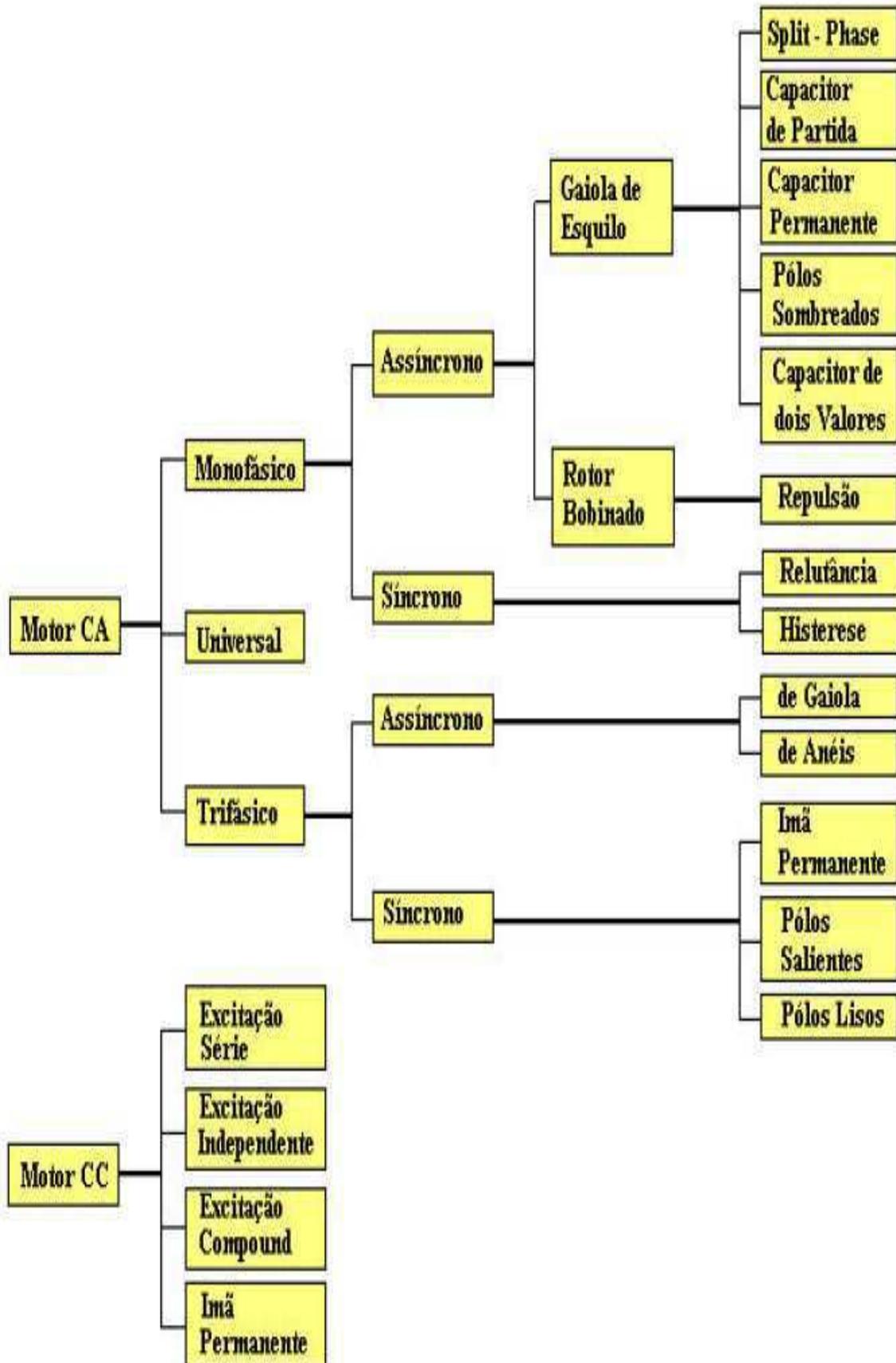
São consideradas condições básicas para manutenção preditiva:

- O equipamento, o sistema ou a instalação devem permitir algum tipo de monitoramento ou medição;
- O equipamento, o sistema ou a instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos;
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada;
- Deve ser estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado;
- É fundamental que a mão-de-obra seja qualificada.

2.2 MOTORES ELÉTRICOS

Motores elétricos são equipamentos que revolucionaram a história da humanidade por terem propiciado o desenvolvimento elétrico das fábricas aumentando a produção de bens e serviços. Hoje, existe um verdadeiro universo tecnológico dos motores elétricos, como é possível sua averiguação na descrição do organograma a seguir.

Universo tecnológico dos motores elétricos



2.2.1 Motor Síncrono

Estes são motores cuja velocidade é diretamente proporcional a frequência da rede elétrica, portanto seu modo de operação normal apresenta velocidade constante. Os pólos do rotor acompanham o campo girante produzido no estator pela alimentação trifásica da rede, ou seja, o campo girante também possui velocidade constante.

O motor síncrono é composto por estator e rotor. O estator é constituído de enrolamento trifásico que produz o campo girante. O rotor pode ser de pólos lisos ou salientes e é excitado por uma tensão CC que produz um campo estático que interage com o campo girante resultando em um torque no eixo do rotor com velocidade igual a do campo girante.

A velocidade de rotação do eixo ou velocidade síncrona é dada por:

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Onde: n_s – velocidade síncrona (rpm);

f – frequência da rede (Hz);

p – número de pólos.

2.2.2 Motor Assíncrono

Também chamados de motor de indução são os mais utilizados nas indústrias por serem robustos e baratos. Estes também apresentam a velocidade síncrona em seu campo girante, porém a velocidade de rotação do rotor do motor de indução não é síncrona. Devido ao não sincronismo entre o campo girante e a velocidade do rotor, uma corrente é induzida e como consequência um conjugado eletromagnético é produzido com mesma intensidade e sentido oposto ao conjugado externo que foi aplicado.

A rotação no eixo de um motor de indução é expressa pela equação abaixo:

$$n = n_s \cdot (1 - s)$$

Onde: n – velocidade do rotor (rpm);

s – escorregamento.

2.2.3 Motor CC

Devido ao seu princípio de funcionamento os motores CC podem variar sua velocidade do eixo de zero até a velocidade nominal além de ser possível manter o conjugado constante, estas são características importantes a serem consideradas. Por estas razões, estes motores costumam ser utilizados no acionamento de máquinas que exigem uma regulação de velocidade muito precisa ou para aplicação de sincronismo entre vários motores.

A velocidade do rotor deste tipo de motor é dada por:

$$n = \frac{V_A - (R_A \cdot I_A)}{k \cdot \Phi_m}$$

Onde: n – velocidade do rotor (rpm);

R_A – resistência de armadura;

I_A – corrente de armadura (A);

V_A – tensão de armadura (V_{cc});

Φ_m – fluxo magnetizante;

k – constante.

Os motores CC podem atingir velocidades acima da nominal, para que isto seja possível, deve-se reduzir o fluxo magnetizante, o que acarreta a redução do torque no eixo.

2.3 PARTIDA DE MOTORES

São muitas as opções das maneiras de se partir uma máquina elétrica. E cada uma destas maneiras apresenta vantagens e desvantagens. A mais simples é a partida direta, e as mais sofisticadas são partidas eletrônicas com alto grau de tecnologia envolvida em seu desenvolvimento.

Faremos uma breve apresentação de algumas maneiras de acionamento de motores e apresentaremos as principais vantagens destas.

2.3.1 Partida Direta

É o método de acionamento, na qual o motor é conectado diretamente à rede elétrica, ou seja, ocorre quando se aplica a tensão nominal sobre os enrolamentos do estator do motor diretamente.

A principal vantagem é o baixo custo na instalação por não utilizar nenhum dispositivo para suavizar a corrente de partida, porém tem desvantagens que levaram os estudiosos a buscar alternativas para partir os motores.

- Elevada corrente de partida, de 4 a 12 vezes a nominal, levando à necessidade de superdimensionar a instalação elétrica elevando os custos de instalação;
- Queda da tensão no sistema de alimentação da rede, interferindo em outros equipamentos;
- Desgaste dos componentes do motor devido ao transiente de corrente e torque.

2.3.2 Partida Estrela-Triângulo (Y- Δ)

A partida estrela-triângulo que utiliza uma chave com o mesmo nome é interligada aos enrolamentos do motor, que devem estar desmembrados em seis terminais.

Neste método, o motor parte em configuração estrela que proporciona uma maior impedância, e menor tensão nas bobinas diminuindo, portanto, menor corrente de partida juntamente com seu conjugado que provocará uma perda considerável de torque na partida.

Para este método ser efetivo, a comutação da chave deve ocorrer apenas quando a rotação tiver atingido no mínimo 90% da nominal.

As principais vantagens são:

- Redução da corrente de partida a aproximadamente um terço da observada na partida direta;
- Baixo custo para partida de motores em baixa tensão;
- Não há limitação no número de manobras.

2.3.3 Partida com Chave Compensadora

A partida com chave compensadora é utilizada para partidas de motores de indução sob cargas com rotor em curto-circuito, onde a chave estrela-triângulo é inadequada.

Na partida, o primário do autotransformador é conectado em estrela alimentando-o com tensão nominal e do seu secundário é retirada a alimentação para o circuito do estator do motor em taps de 50%, 65 % e 80% da tensão nominal. A passagem para o regime permanente faz-se desligando o autotransformador do circuito e conectando diretamente a rede de alimentação.

- Indicado principalmente para motores com potência elevada;
- Redução substancial da corrente de partida.

2.3.4 Partida Eletrônica – *Soft-Starter*

É uma partida que utiliza dispositivos a estado sólido, sendo constituída por uma chave construída com tiristores (SCR's) que controlam a tensão de partida dos motores. Variando o ângulo de disparo dos tiristores, e conseqüentemente, variando a tensão eficaz aplicada ao motor, pode-se controlar a corrente de partida do motor, proporcionando uma partida suave, de forma a não provocar quedas de tensão bruscas na rede de alimentação.

- Não possui partes móveis, evitando arco-voltáico;
- Possui vida útil longa;
- Atinge a tensão nominal após uma aceleração suave ou uma rampa ascendente.

O gráfico de Partida Direta e com *soft-starter*, (Figura 03), possibilita uma comparação entre os conjugados e as correntes nos casos de partida direta e com *soft-starter*.

- 1 – Corrente de partida direta;
- 2 – Corrente de partida com *soft-starter*;
- 3 – Conjugado de partida direta;
- 4 – Conjugado de partida com *soft-starter*;
- 5 – Conjugado de carga.

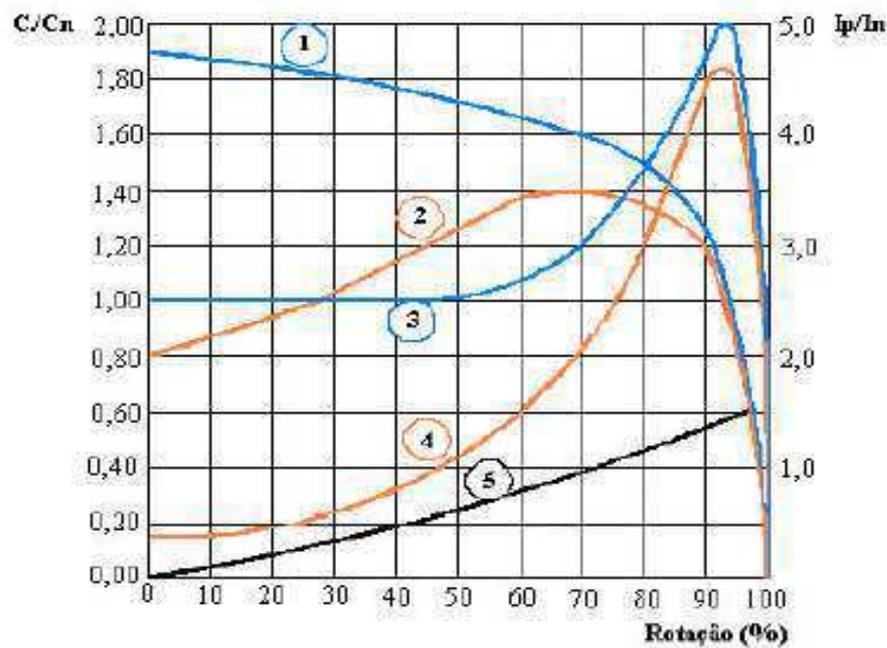


Figura 03: Gráfico Partida direta e com *soft-starter*.
(Fonte: Centro de Treinamento de Clientes da Weg M1 – Comandos e Proteção)

2.3.5 Partida Eletrônica – Inversor de Freqüência

Este acionamento administra a velocidade do motor controlando a tensão e a freqüência da rede, tem aumentado consideravelmente as aplicações de motores CA e é o mais eficiente método controle de velocidade de motores de indução, com menores perdas no dispositivo responsável pela variação da velocidade, consiste na variação da freqüência (f_{in}) da fonte alimentadora através de conversores de freqüência, onde o motor pode ser controlado de modo a possibilitar um ajuste contínuo de velocidade e de conjugado em relação à carga mecânica.

Um inversor de freqüência converte a tensão da rede que tem amplitude e freqüência constantes em uma tensão de amplitude e freqüência variáveis. Esta conversão pode ser obtida direta ou indiretamente.

A condição básica para que sejam possíveis as conversões de amplitude de tensão e freqüência é que o fluxo magnetizante seja constante, ou seja, que a relação estabelecida pela tensão e a freqüência de alimentação seja constante.

$$\Phi_m = \frac{V_{in}}{f_{in}}$$

Onde: Φ_m – fluxo magnetizante

V_{in} – tensão de alimentação

f_{in} – frequência de alimentação

Este tipo de sistema de partida é bastante caro, devido ao alto nível de tecnologia envolvido o que limita sua aplicação em pequenos projetos.

2.4 QUADROS ELÉTRICOS

Abrigar toda a aparelhagem elétrica de comando, controle, medição, sinalização etc. é sua função básica, de forma que sejam montados mecanicamente em suportes apropriados, de modo a proteger as partes sob tensão expostas contra contatos acidentais, seja por pessoas, animais ou objetos.

Essa proteção deverá ser feita também em caso de avaria ou operação inadequada de uma chave que possa causar perigo na parte exterior.

2.4.1 Classificação

2.4.1.2 Quanto à função

A) Quadros de BT até 1000 V (VDE/IEC)

A1 – Quadro de Comando: é todo quadro destinado a comandar eletricamente processo ou equipamento por meio de ação manual do operador;

A2 – Quadro de Controle: destina-se a controlar, automática e eletricamente todo processo ou equipamento;

A3 – Quadro de Sinalização: destina-se a advertir por meio de sinais acústicos ou óticos, as mudanças de estado dos estágios;

B) Quadros MT até 34,5 kV (VDE)

B1 – Quadro de Entrada de Concessionária;

B2 – Quadro de Distribuição: incluindo distribuição, medição e sinalização;

B3 – Quadro de Distribuição: incluindo distribuição, medição e sinalização (diverge do anterior pelos equipamentos que abriga);

B4 – Metal CLAD: quadro blindado, construído de disjuntores extraíveis que, uma vez extraídos, impedem acesso ao barramento de MT.

C) Quadros de AT acima de 34,5 kV.

1. Quanto à localização
2. Quanto à Proteção
 - a. Proteção contra influência externa;
 - b. Proteção a terra.
3. Quanto ao Tipo de Construção.

2.5 COGERAÇÃO DE ENERGIA

Segundo a ANEEL cogeração é o “processo operado numa instalação específica para fins da produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária.”

Sobre tal temática, a Weg Indústrias LTDA esclarece que:

“Cogeração de energia é definida como o processo de produção combinada de calor e energia elétrica (ou mecânica), a partir de um mesmo combustível, capaz de produzir benefícios sociais, econômicos e ambientais. A atividade de cogeração contribui efetivamente para a racionalização energética, uma vez que possibilita maior produção de energia elétrica e térmica a partir da mesma quantidade de combustível”.

Portanto, baseado na definição apresentada, na Usina Petribú há um processo de cogeração visto que o vapor produzido nas caldeiras tanto é utilizado para gerar energia elétrica na sua unidade de geração de energia elétrica, a Termoelétrica Itaenga como na produção de açúcar e álcool da própria usina.

2.5.1 Sistema Gerador

O sistema de geração é formado pelos seguintes componentes: máquina primária, gerador, transformador e sistema de controle, comando e proteção.

- Máquina Primária: responsável por converter qualquer tipo de energia em energia cinética de rotação;
- Gerador: converte energia cinética de rotação em energia elétrica;
- Transformador: responsável por compatibilizar o nível de tensão gerada com o nível de tensão da rede a qual o sistema será ligado.
- Sistema de Controle, Comando e Proteção: deve assegurar as condições de qualidade da energia que será fornecida ao sistema consumidor em conformidade com as normas (nível de tensão, sincronismo,...) e permite a supervisão do funcionamento pelo operador.

2.5.2 Princípio de Funcionamento de uma Termoelétrica

As instalações de potência com turbinas a vapor produzem simultaneamente energia elétrica, mecânica e vapor para o processo. Como essas centrais podem trabalhar em circuito aberto ou fechado. O circuito aberto é muito utilizado quando se pretende utilizar calor para o processo.

Basicamente, um sistema de geração de energia termoelétrica (Figura 04) é composto de bomba, caldeira, turbina e condensador. De acordo com a pressão na saída da turbina, pode-se ter as instalações a vapor de condensação e de contrapressão. Na primeira, a pressão do vapor na saída da turbina é menor que a atmosférica, na segunda a pressão na saída é maior.

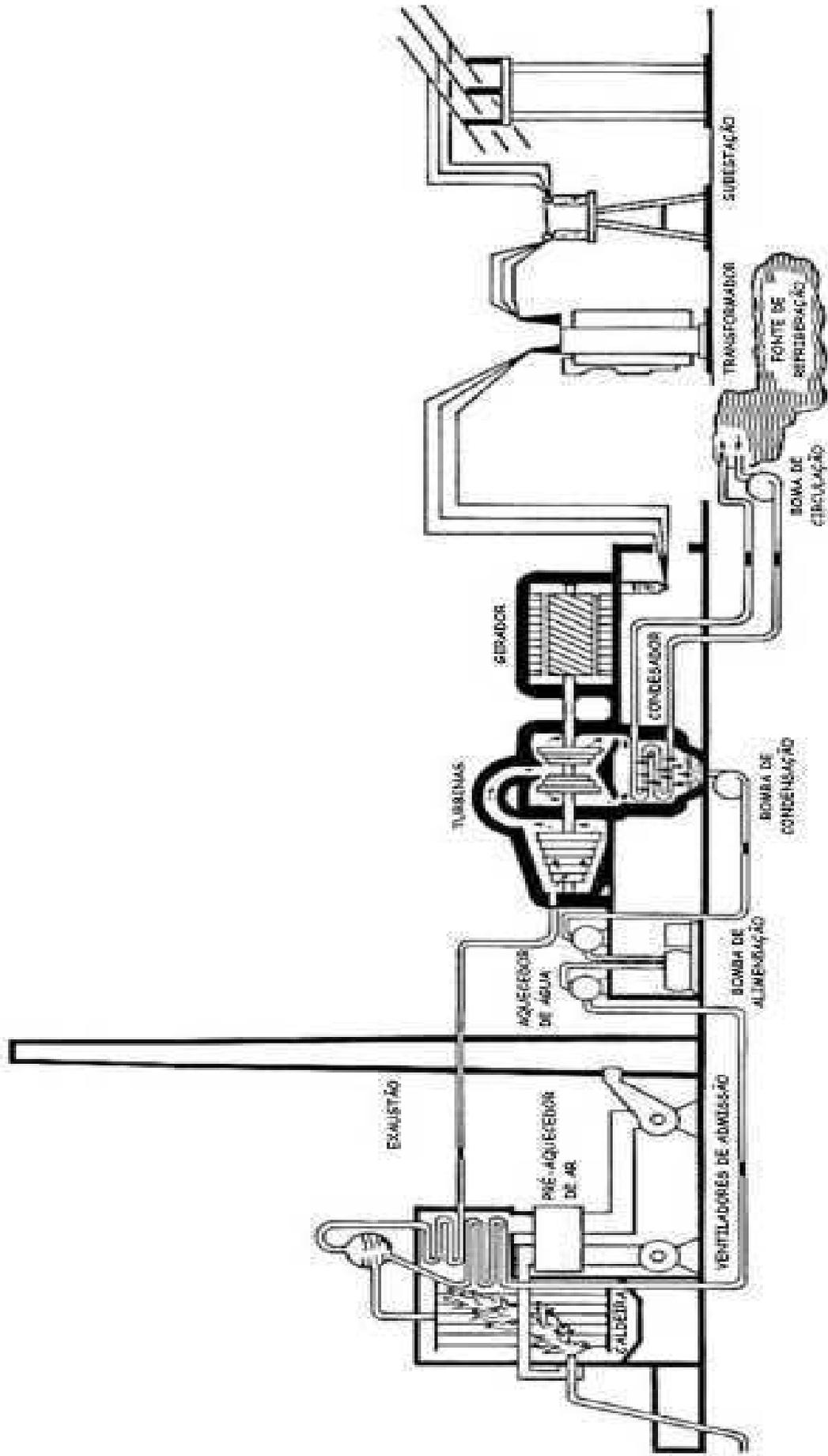


Figura 04: Modelo esquemático de uma termoeétrica.
 Fonte: Weg Indústrias LTDA – M4 (Comandos e Proteção)

A combustão ocorre no interior da caldeira, dentro da câmara de combustão onde são injetados o combustível e o comburente (ar). Após a queima, são obtidos deste processo gases e cinzas. O calor produzido no processo de combustão aquece a água na caldeira até evaporar. Na tubulação um superaquecedor eleva a temperatura do vapor aumentando a pressão na entrada da turbina. Passando pela turbina o vapor perde pressão e vai para o condensador onde se liquefaz e é bombeado de volta para a caldeira.

Na turbina a energia da pressão do vapor é transformada em energia cinética de rotação e transmite essa energia para o gerador através do acoplamento (Figura 05).



Figura 05: Turbogenerador Weg da Termoelétrica Itaipu.

CAPÍTULO III

3 DESCRIÇÃO DE TÉCNICA UTILIZADA

As atividades de estágio na Usina Petribú tiveram como primeiro passo, conhecer os setores da fábrica, desde a recepção de matéria prima até o produto final (açúcar, álcool e energia).

O processo industrial tem início na balança de entrada. Os caminhões entram e são pesados para que se possa saber qual o peso da carga (cana-de-açúcar, lenha, produtos químicos,...) onde o sistema de controle utiliza códigos de barras para identificar o motorista, veículo, insumo transportado, origem do insumo, dentre outras informações pertinentes à usina.

Passando pela balança, os caminhões carregados com cana dirigem-se ao laboratório de sacarose, onde são coletadas três amostras de cana em pontos diversos, se o veículo tiver mais de uma carreta o procedimento será repetido para cada uma delas. As amostras são trituradas e postas para análise no interior do laboratório.

No laboratório, as amostras passam por uma prensa onde se extrai o bolo úmido (fibras e um pouco do suco) e o caldo, ambos serão pesados em uma balança eletrônica ligada a um microcomputador que armazena as informações, depois se utiliza uma amostra para calcular o Brix (índice que informa a quantidade de açúcares, partículas sólidas e outras informações). No próximo passo, é clarificado o caldo para que possa se analisar a sacarina obtendo informações sobre a polarização dos açúcares que podem ser obtidos (sacarose, frutose, glicose). Um alto índice de sacarose é o desejado. As informações são inseridas automaticamente no computador e com estes dados são calculados a qualidade da cana e o preço a ser pago por esta. (Figura 06)

Após estes procedimentos, os veículos dirigem-se à balança de saída, onde são novamente pesados, porém, sem carga para o caso daqueles que transportam insumos, e com carga para aqueles que transportam produto final (açúcar, álcool e tortos – resíduos orgânicos resultantes do processo e úteis para fins de correção de

solos cultiváveis). Todas as informações aqui coletadas são inseridas no sistema gerando uma etiqueta em código de barras que é colada na guia de controle do motorista com as informações pertinentes à usina semelhante à balança de entrada.

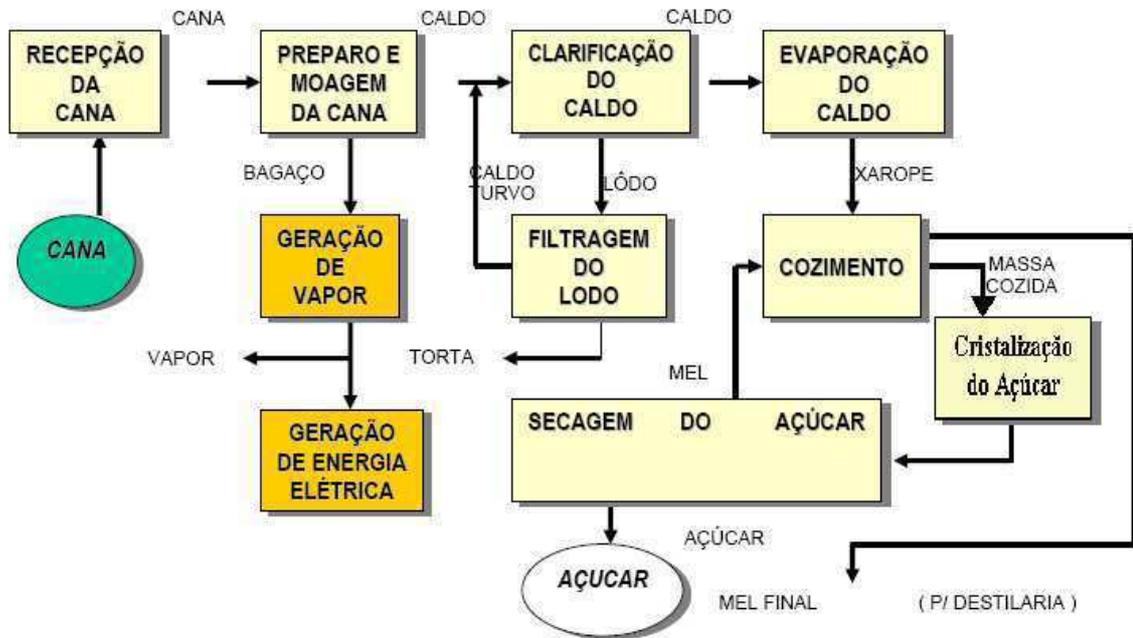


Figura 06: Esquema do processo industrial de produção de açúcar.
Fonte: Ribeiro, P. R, 2003

Recepção e preparo é onde os veículos após saírem da balança de entrada são descarregados por macacos pneumáticos. (Figura 07) As canas são “viradas” em dois depósitos ou na esteira da mesa. A mesa é composta de duas esteiras uma de 30° e outra de 50°, nesta as canas são lavadas com água cujo pH está em torno de 7. Há também a mesa de 15°, é composta de uma única esteira com 15° de inclinação que é utilizada apenas em caso de problema com a primeira mesa. Depois de lavada, a cana é transportada pela esteira metálica 1 até a esteira metálica 2 no desfibrador que consiste de dois conjuntos de facas acionadas por motores elétricos a aproximadamente 1123rpm e pelos martelos, conjunto de 128 martelos também acionados por motores elétricos a mesma rotação. O resultado é a cana desfibrada e pronta para ser esmagada nas moendas.

A cana desfibrada é transportada pela esteira de borracha que passa sob um eletroímã para retirar peças metálicas que tenham se misturado e que possam danificar as moendas.



Figura 07: Recepção e preparo, caminhões sendo descarregados.

São seis moendas, na primeira, a cana desfibrada é espremida extraindo caldo, da segunda a quinta moenda, a cana é moída adicionando caldo para facilitar a extração do suco e na sexta moenda, adiciona-se água para maximizar a extração do caldo. Desta moenda, o suco segue para os tachos de cozimento e o bagaço é utilizado para alimentar a caldeira de geração de vapor.

As moendas são controladas remotamente por meio de IHM's que controlam sua velocidade com equipamentos bastante sofisticados, resultado do processo de automatização implantado. O controle da velocidade do primeiro terno de moendas rege também a velocidade das esteiras metálicas e de borracha, bem como a velocidade da mesa garantindo que não ocorrerá excesso de cana ou falta desta nas moendas.

A geração de vapor que aciona as turbinas da Termoelétrica Itaenga para produzir açúcar e álcool é realizada pela queima de bagaço na caldeira. O balão d'água alimenta a caldeira por uma serpentina tubular a qual otimiza o aquecimento da água para uma temperatura aproximada de 470 °C.

Os gases gerados no interior da caldeira passam pelo "lavar de gases" para remover as macro-partículas poluentes sendo liberados pela chaminé.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é composta de piscinas de decantação e os tanques de tratamento de água (tanque de clarificação, tanque de carvão, tanques de resinas 1 e 2 tanque de polarização e tanque de desmineralização). (Figura 08)



Figura 08: ETA de 100 m³

- Tanque de clarificação – reduz a turbidez da água;
- Tanque de carvão – filtra e elimina os microorganismos;
- Tanque de resina 1 (resina aniônica) – tem a função de equilibrar o pH da água;
- Tanque de resina 2 (resina catiônica) – também tem a finalidade de equilibrar o pH da água;
- Tanque de polarização – destina-se a controlar a polarização da água;
- Tanque de desmineralização – desmineraliza a água para que possa retornar aos processos da usina.

O processo de produção do açúcar é o mais extenso e complexo. Após a extração do suco nas moendas, o suco passa por quatro tachos de cozimento, do primeiro ao terceiro não há distinção entre produção de açúcar e de álcool, sendo neste ponto iniciada a distinção de açúcar e de álcool. Para produzir açúcar, o mel passa ao quarto tacho de cozimento, depois para as mexedeiras onde o açúcar é “cortado” quatro vezes, ou seja, na primeira, o mel começa a formar cristais. O processo se repete até a quarta e última mexedeira onde o açúcar cristal estará quase pronto sendo transportado por um “sem fim” (transportador helicoidal) até as centrífugas para extração de mel e umidade restantes. O açúcar então é transportado para embalagem.

No armazém, o açúcar é embalado em pacotes de 1 ou 2 kg, ou ainda em sacos de 50 kg e são transportados para o estoque.

Na termoelétrica o sistema de gestão de energia elétrica utiliza o *software* específico (Gestal), para monitorar e gerenciar a produção e exportação de energia elétrica para a Celpe (Companhia de Eletrificação de Pernambuco).

Todo processo de geração de energia e vapor é acompanhado por operadores locados em uma sala com IHM's, quadros de controle e de força no interior da termoelétrica.

A demanda de energia elétrica da usina é completamente suprida pela termoelétrica, que possui três turbogeradores. Dois deles trabalha com vapor de escape (contrapressão) da Weg e um com vapor de condensação da Westinghouse.

A partida do rotor do gerador G2 (Westinghouse) é feita com uma turbina a vapor. A velocidade cresce acompanhando uma rampa que estabiliza a 3600 rpm. A excitação do rotor é realizada por meio de retificador CC-CA. Durante a excitação da máquina uma tensão de 110 V é fornecida a partir de um banco de baterias e aumenta até aproximadamente de 4 kV, deste ponto em diante a tensão induzida pelo próprio gerador continuará se elevando até seu valor nominal de 13,8kV.

A partida e excitação dos geradores G1 e G3 (Weg) são semelhantes à de G2, porém a rampa de velocidade do rotor se estabiliza a 8000 rpm, pois este possui um redutor para a velocidade conectado ao seu rotor. (Figura 09)



Turbina Modelo	MOD3
Potência Nominal	22000 kW
Rotação Nominal	8023 rpm
Pressão de Admissão de Vapor	63 bar abs
Temperatura de Admissão de Vapor	470 °C
Pressão de Escape de Vapor	2,5 bar abs
Rotação de Desarme	8825 rpm
Sentido de Rotação	ANTI-HORÁRIO
Equipamento Acionado	GERADOR
Número de Série	413571
Número da Encomenda	413571
Data de Fabricação	2006

Piracicaba - São Paulo - Brasil

Figura 09: Placa da turbina do turbogerador G3 da Weg.

Como o nível de tensão solicitada pela concessionária de energia elétrica é de 69 kV, faz-se necessária a transformação do nível da tensão exportada. Para isto a usina dispõe de duas subestações transformadoras uma para venda, caso mais comum, e outra para compra de energia.

A produção de álcool se inicia com o recebimento de mel do terceiro tacho de cozimento que é posto em tanques de fermentação com adição de fermento. O processo de produção de álcool é bem mais simples que a produção de açúcar.

A água é retirada do álcool resultando em um produto com pureza de 98,9%.

3.1 MANUTENÇÃO

No decorrer do estágio curricular, inúmeros procedimentos de manutenção corretiva e preventiva foram realizados, equipamentos foram reparados, substituídos ou ajustados.

Alguns dos equipamentos onde foram realizadas atividades de manutenção estão descritos a seguir:

- Motores elétricos e motores-bomba: limpeza e/ou substituição (Figura 10);



Figura 10: Limpeza do conjunto motor de rotor a anel e banco resistivo.

- Quadros elétricos e de controle: substituição de fusíveis, disjuntores, dentre outros (Figura 11);



Figura 11: Quadro de controle dos dosadores de bagaço da caldeira Cogemax.

- Centrífugas de secagem e de mel: controle de velocidade, sensores e atuadores (Figura 12);

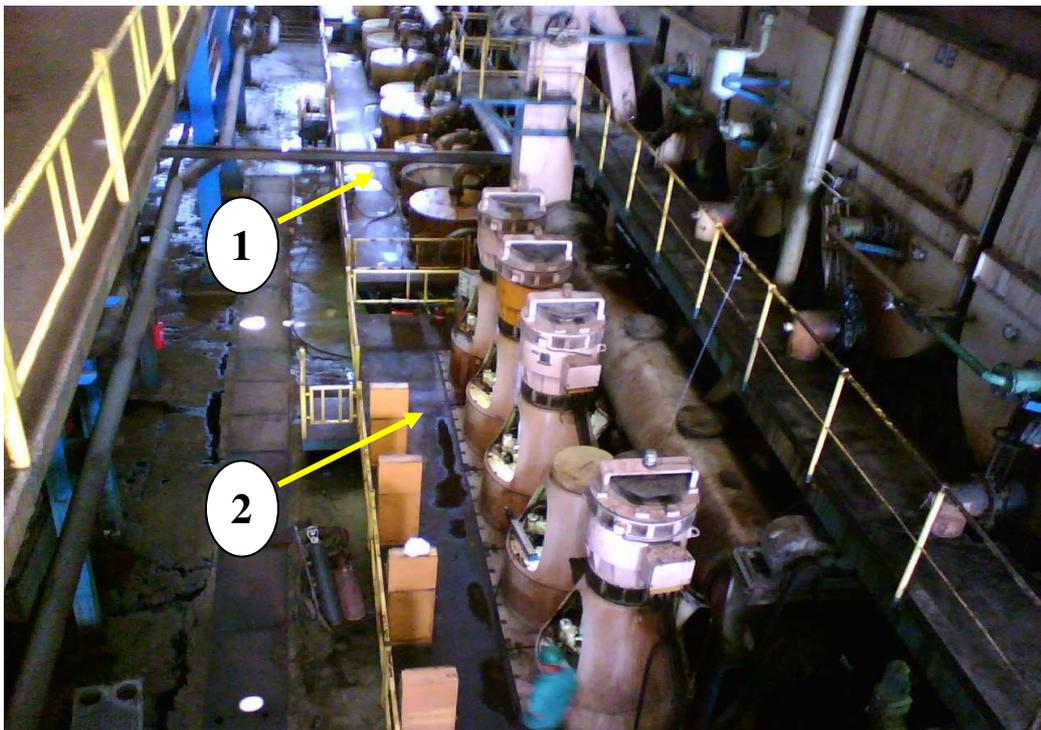


Figura 12: 1 – Centrífugas de mel, 2 – Centrífugas de secagem.

- Vácuo contínuo: sensores, posicionadores e sensor de nível (Figura 13 e 14);



Figura 13: Válvulas, sensores e posicionadores do vácuo contínuo.



Figura 14: 1 – Válvula, 2 – Posicionador, 3 – Sensor de nível.

- Gerador G3: controlador CPC do atuador de nível de G3(Figura 15);

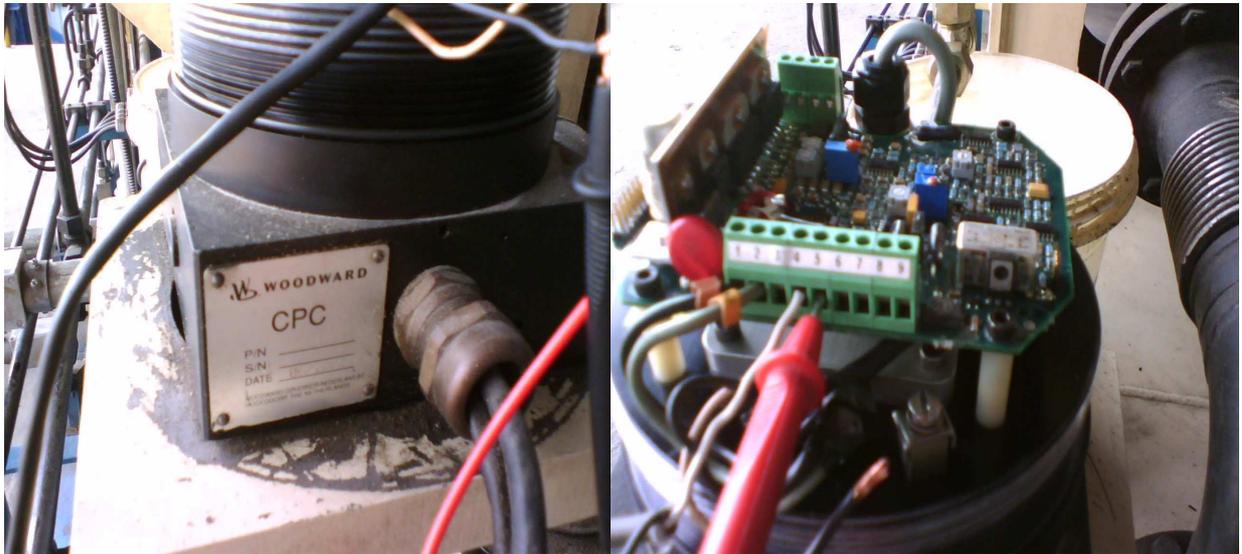


Figura 15: CPC – Controlador do atuador do nível de óleo da Turbina de G3;

CAPÍTULO IV

4 CONSIDERAÇÕES

A integralização das atividades de estágio cumpriu com seu principal objetivo, propiciar ao estudante a possibilidade de aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de graduação de engenharia elétrica, bem como completar a formação deste estudante com a experiência advinda do dia-a-dia do exercício profissional.

O acompanhamento e participação de atividades operacionais do setor de manutenção elétrica, instrumentação de uma usina de açúcar e álcool, bem como na termoelétrica, considerando as complexidades em mantê-las produzindo em três turnos diários durante o período de final da safra 2009/2010, mostrou-se interessante, prazeroso e desafiador.

Um dos fatores motivadores em realizar o estágio curricular em uma usina de açúcar e álcool foi a crescente demanda por estes produtos e a expansão dos mercados consumidores para o etanol brasileiro que resultam em uma necessidade também crescente de profissionais para atuar neste tipo de empresa.

A necessidade de uma resposta rápida da equipe de manutenção revelou o compromisso em manter a unidade produzindo seus produtos o maior tempo possível, como é esperado de um sistema produtivo em um mercado globalizado, exigindo profundo conhecimento da planta por parte dos indivíduos responsáveis.

A realização da manutenção preventiva, observada durante paradas programadas, evidenciaram sua importância no processo de otimização da produção, aumentando o tempo da planta em operação e reduzindo as paradas para manutenção corretiva.

Durante elaboração deste relatório e consulta bibliográfica em manuais de fabricantes ou módulos de treinamento, os quais foram disponibilizados ao estagiário, constatou-se que a empresa encontra-se em um processo de modernização, sendo possível encontrar equipamentos antigos e por vezes sucateados, os quais segundo relato da equipe de técnicos, já há planos de

substituição, ao lado de outros recentemente instalados e em condições ótimas de operação. Decorre disto, o aparecimento de discrepâncias no rendimento e produtividade dos dispositivos.

Entretanto, o maior problema decorrente de equipamentos tão distintos fica claro quando o mais antigo deles requer uma manutenção rápida, pois em vários casos não estão documentados, etiquetados nem identificados. Tornando-se este, um ponto de alerta porque somente os funcionários mais antigos podem realizar uma correção em caso de falta, o que não será necessariamente rápido, podendo comprometer a produtividade da empresa.

Os painéis elétricos e quadros de comando das instalações recentemente modernizadas encontram-se devidamente identificadas e com diagramas elétricos disponíveis aos operadores e técnicos facilitando as operações, identificações, e manutenções quando estas são requeridas, tornando as ações mais rápidas.

A localização do setor de manutenção elétrica, no centro da usina, é muito boa. Entretanto, a proximidade com a recepção e preparo de cana faz com que os equipamentos ali guardados acumulem grande quantidade de poeira, além da umidade do processo de lavagem e desfibramento da cana que faz com que os equipamentos sofram com estas condições de armazenamentos.

Algumas condições devem ser observadas para manuseio e armazenamento de motores elétricos, entre elas:

- Os motores devem ser erguidos pelo olhal, não pelo eixo;
- Os motores que não forem imediatamente instalados devem ficar ao abrigo de poeira, umidade e gases.
- Os motores inoperantes devem ter seus eixos girados pelo menos uma vez por mês para renovar a graxa no rolamento.

A observação destas condições poderá aumentar a vida útil dos motores que estão armazenados no setor de manutenção elétrica da usina.

Equipamentos de medição, aferição e pesagem estão dispostos em todos os setores da usina e exercem a importante tarefa de medir, aferir e pesar. Estes equipamentos são de responsabilidade do pessoal da instrumentação da usina que também responde pelas válvulas, atuadores, posicionadores e sensores, ou seja, pelo sistema de instrumentação e automação da usina.

Também neste setor a perícia do técnico é observada bem como seu conhecimento em seu campo de trabalho, mas semelhantemente ao setor de manutenção elétrica a dependência desta usina a este profissional é evidenciada.

Boas práticas de trabalho com eletricidade e na manutenção elétrica das quais trata a NR-10, estão sendo implantadas passo a passo conforme pode ser observado no transcorrer do período de estágio.

Por fim, deve-se enfatizar que o aprendizado proveniente deste estágio foi bastante proveitoso, não somente nos aspectos referentes ao curso de engenharia elétrica ou sobre os processos de produção de açúcar e álcool, mas também nos aspectos relativos à relação interpessoal e profissional proveniente do respeito mútuo compartilhado por todos os funcionários e pelos valores praticados na Usina Petribú.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Normativa N° 235, DE 14 de Novembro de 2006*. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2006235.pdf>. Acesso: 27/07/2010

CÂMARA, João Maria. *Apostila de Manutenção Elétrica Industrial*. DEE / CT / UFRN.

CAROLO, Alexandre. *Jornal Cana - Usina Petribú Completa 100 Anos*. Disponível em: <http://www.canaweb.com.br/pdf/192//usinas.pdf>. Acesso: 23/07/2010

FITZGERALD, A. E.; UMANS, S. D.; KINGSLEY Jr., C. *Máquinas Elétricas*. 6ª edição, Bookman, 2006.

PETRIBÚ, Grupo. *Petribú. 280 anos de história*. Disponível em www.petribu.com.br. Acesso: 23/07/2010

RIBEIRO, P. R. *A Usina de Açúcar e sua Automação*. 2ª Edição, 2003.

SANTOS, Carla Inês Costa dos & BRASIL, Eliete Mari Doncato. *Orientando sobre Normas de Trabalhos Técnicos-Científicos*. São Leopoldo: UNISINOS, 2008. Disponível em: http://normas_abnt_2008. Acesso: 27/07/2010

WEG Indústrias LTDA. *M1 – Comando e Proteção, Módulo de Treinamento do Cliente das Indústrias*.

_____. *M2 – Variação de Velocidade, Módulo de Treinamento do Cliente*.

_____. *M4 – Geração e Distribuição de Energia, Módulo de Treinamento do Cliente*.

WIKIPÉDIA, A Enciclopédia Livre. *Partida direta*. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Partida_direta. Acesso: 27/07/2010

_____. *Partida Estrela-triângulo*. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Partida_estrela-triangulo. Acesso: 27/07/2010

_____. *Soft-starter*. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Soft-starter>. Acesso: 27/07/2010

_____. *Conversores de Frequência*. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Conversores_de_frequencia: Acesso: 27/07/2010