

*Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica
Coordenação de Estágio*

Relatório de Estágio

Gerciana Domingues Barros

Relatório apresentado a Coordenação de Estágio em Engenharia Elétrica da UFPB, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Campina Grande, Maio de 2001.

Estagiária: Gerciana Domingues Barros

Matrícula: 29421064-x

Orientador(UFPB): Ubirajara Rocha Meira, Mst.

Tipo de Estágio: Supervisionado

Empresa: Companhia Paraíba de Cimento Portland -
CIMEPAR

Local: João Pessoa – PB

Período: 20 de fevereiro de 2000 a 01 de novembro de 2000

Supervisores: Ângelo Giuseppe Durand Gomes, Eng. °
Natan Pinto de Medeiros, Eng. °



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

Primeiramente à Deus por me permitir chegar até aqui e certamente, me orientar por toda a vida;

À minha família pelo incentivo, paciência e cumplicidade;

À Washington pelo afeto e atenção que alimenta minh'alma;

Aos meus velhos amigos e novos amigos de estágio;

Ao meu orientador, prof. Ubirajara Rocha Meira;

À todos os funcionários , de todos os setores, da CIMEPAR pelo respeito, acolhimento, simpatia e presteza que me dispensaram;

Aos instrumentistas Waldes Batista e José Benedito, pela atenção, informação, paciência e simpatia para comigo bem como a toda equipe da Manutenção Elétrica e Mecânica;

Ao engenheiro Paulo Neiva Monteiro pelos mais importantes e satisfatórios comentários, observações e sugestões;

Ao engenheiro Natan Pinto de Medeiros pelo respeito, confiança e informações;

Ao engenheiro Ângelo Giuseppe pela confiança, ensinamentos e pelo bom humor indispensável;

À secretária Odilane, pela atenção nos momentos certos e a todas as secretárias e funcionárias pelo respeito e simpatia que sempre me trataram.

Uma homenagem ao meu colega Cícero José que tão precocemente nos deixou, mas estará presente em minhas melhores recordações.

Sumário

Introdução	6
Apresentação	7
A Empresa	8
Organograma	9
O Processo	10
O Sistema Elétrico CIMEPAR	14
Diagrama geral	14
Limites para Distorções Harmônicas	15
Análise das Instalações Elétricas	17
Análise das Medições	20
Manutenção em Capacitores	20
Análise dos Alimentadores	21
Uso de PLC no monitoramento e controle da planta	30
Outras Considerações	34
Conclusão	35
Bibliografia	36

Introdução

Como parte integrante e necessária à conclusão do curso em Engenharia Elétrica, o estágio, que na realidade é mais uma disciplina a ser cursada e não uma **prova** dos conhecimentos adquiridos, tem como objetivo apresentar ao aluno situações, problemas e soluções que ocorrem no ambiente de trabalho, onde fatores que muitas vezes não levamos em consideração na sala de aula, são fundamentais na vida real. Somos ensinados a analisar e resolver os problemas técnicos, mas raramente fomos advertidos a pensar sobre os custos inerentes ou a resolver problemas com *peessoas*. Na nossa posição profissional, somos levados a tomar decisões que influenciarão no futuro financeiro de uma empresa e no futuro social de uma família e, na minha opinião, um bom profissional cuida bem do seu equipamento e cuida, com bem mais atenção, do homem que está em contato com a máquina, que a conhece na intimidade, que muitas vezes é julgado ignorante, mas que muitas vezes possui a solução.

O conhecimento que adquirimos na sala de aula, nos ajuda a entender o que ocorre nas situações reais e a solucionar alguns problemas, mas se distancia do conhecimento que precisamos para trabalhar com pessoas, conhecimentos estes, além das salas de aula que garantirão a qualidade do nosso trabalho técnico e social. E esse, não se adquire só na universidade. Está inerente em nossos valores e na nossa maneira de vermos e associarmos os diversos fatores que nos rodeiam.

Apresentação

O presente relatório descreve os conhecimentos adquiridos e atividades realizadas durante estágio supervisionado no período compreendido entre 21 de fevereiro de 2000 a 01 de novembro do mesmo ano.

O estágio foi realizado nas dependências da CIMEPAR – Companhia Paraíba de Cimento Portland, uma das unidades do Grupo Português CIMPOR , que desde setembro de 1999 adquiriu unidades fabris no Brasil estabelecendo o CIMPOR BRASIL.

Com o objetivo de oferecer uma visão geral do funcionamento da fábrica, mantivemos contato com a extração, processo de fabricação até o ensacamento do produto final detendo-se na manutenção, com ênfase na manutenção elétrica.

O relatório não segue uma ordem cronológica das atividades, mas uma ordem conveniente e necessária para a descrição em questão.

No início, uma breve descrição sobre a empresa e seus departamentos seguido de um resumo do processo de fabricação do cimento Portland.

A seguir, o relatório em si, que consta da descrição com comentários convenientes e necessários das instalações elétricas da fábrica incluindo alimentação, distribuição, proteção, monitoramento e manutenção.

Durante o período de estágio, foram realizados alguns cursos e palestras que muito acrescentaram ao conhecimento técnico teórico já adquirido na Universidade.

A Empresa

A Cia Paraíba de Cimento Portland – CIMEPAR, é uma das unidades industriais do Grupo Cimpor – Cimentos de Portugal S. A que detém uma capacidade produtiva de 12,5 milhões de toneladas/ano de cimento.

A Cimepar está instalada na Fazenda da Graça, cidade de João Pessoa – Paraíba, estrategicamente situada na região nordeste, fazendo divisa com os estados de Pernambuco, Rio grande do Norte e Ceará.

Tanto as reservas de matérias primas (calcário e argila) assim como toda sua área de edificação, fica localizada em área própria,, a qual corresponde a 393,552 há. A fábrica, propriamente dita, é edificada a 3,00m acima do nível do mar e tem uma área construída de 40.354,00m².

Produzindo cimento desde 1934, a fábrica de João Pessoa é a segunda mais antiga do Brasil e a primeira do norte-nordeste.

Quando foi fundada pelo Grupo Empresarial Dolabela Portella, inicialmente produzia o cimento com a marca Parahyba. Em agosto de 1935 a empresa foi adquirida pelo grupo Matarazzo e passou a denominar-se Companhia Paraíba de Cimento Portland e a marca do produto passou para Cimento Zebu.

Em 1950 foram instalados os Fornos 1 e 2 de via úmida (fabricação FLS) e em 1971 instalado o Forno 3 via seca com capacidade de 1.000t/dia(fabricação Krupp).

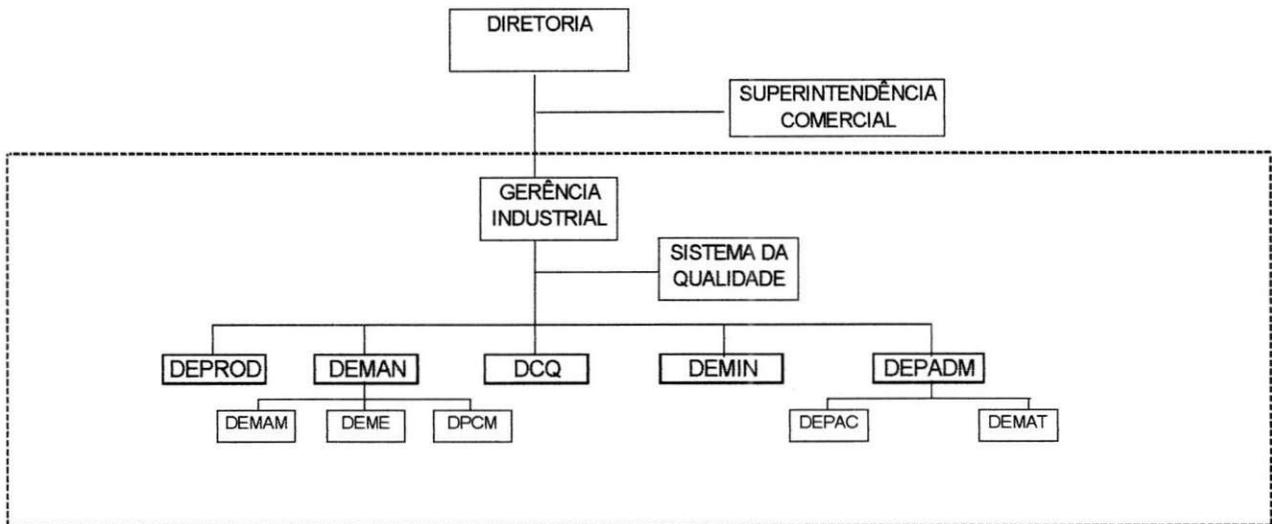
Em 1982 a fábrica de João Pessoa teve seu controle acionário adquirido pelo Grupo Brennand. Em 1997 foram feitos investimentos na ordem de US\$20 milhões para implantação e modernização da fábrica aumentando a produção para 2.000t/dia de clínquer levando a fábrica para uma posição de destaque no mercado. Hoje, a fábrica possui capacidade instalada para 850.00t/ano de cimento.

Em abril de 1996, obteve a certificação NBR ISSO 9002 pelo ABS Quality Evaluations, Inc. e em setembro de 1999 o grupo cimpor – cimentos Portugal – adquiriu do Grupo Brennand, as instalações das fábricas de João Pessoa, São Miguel dos Campos e Cezarina.

Setorialmente, a empresa está estruturada com seus níveis hierárquicos bem definidos de acordo com o organograma.

A área envolvida pela linha tracejada representa a unidade fabril de João Pessoa enquanto que a área externa designa as funções sediadas na matriz, no engenho São João – Recife – PE.

ORGANOGRAMA DA EMPRESA



O Processo

O emprego do cimento é conhecido desde os antigos egípcios que utilizavam gesso calcinado, os romanos e gregos, calcário calcinado misturado com cal, água, areia e pedra britada. Esse foi o primeiro concreto da história.

No século XVIII foram obtidas cals hidráulicas pelo aperfeiçoamento dos processos de cozimento. Em 1756 o engenheiro inglês John Smeaton observou que misturas contendo quantidades iguais de calcário coletado em regiões diferentes apresentavam comportamentos diferentes. Assim, a natureza do calcário desempenha papel fundamental para as propriedades desses cimentos naturais. Smeaton misturou cals hidráulicas com pozolanas e obteve argamassa de dureza semelhante às pedras de construção da Ilha de Portland. Daí provém o nome Cimento Portland.

O engenheiro francês Louis Vicat estudou os princípios químicos do cimento e definiu as regras de fabricação entretanto, o processo da fabricação foi patenteado, em 1824, pelo construtor inglês Joseph Aspmo, sendo considerado o seu inventor.

A tecnologia aperfeiçoou vários tipos de cimento e várias técnicas conforme às solicitações da vida moderna: cimento resistente às águas sulfatadas e às águas do mar; cimento de baixo calor de hidratação (empregados em barragens); cimento de rápido e lento endurecimento; cimento de escórias e outros.

Definição de Cimento Portland

O cimento é um aglomerado hidráulico constituído basicamente de óxido de cálcio, silício, alumínio e ferro. Quando misturado com água adquire consistência pastosa de fácil modelagem e que adere fortemente aos materiais sobre os quais é aplicado. Após certo tempo, o cimento endurece e apresenta grande resistência.

O cimento é composto basicamente de uma mistura de clínquer (material sintético), gipsita e outros aditivos (calcário, escória, pozolana, microsílca).

Processo de Fabricação de Cimento Portland

O cimento tem como principal componente o clínquer cuja origem é da queima de uma mistura crua de materiais (calcário, argila, aditivos) finamente moído chamado de **Farinha de Cru**.

A primeira etapa da fabricação de cimento Portland consiste na extração e britagem do calcário e argilas. O calcário, já britado, é misturado com as argilas ou aditivos em proporções adequadas controladas pelo departamento de Controle de Qualidade. Depois de moída, a farinha crua é queimada em forno à temperatura da ordem de 1400°. No interior do forno processam reações químicas, resultando num produto que, depois de frio, apresenta-se na forma de massa granulada conhecido como clínquer. Em geral uma unidade de fabricação de cimento pode ser dividida nas seguintes etapas:

- ◆ **Extração e Britagem de Calcário e Argila**
- ◆ **Pré-homogeneização**
- ◆ **Moagem de Cru**
- ◆ **Forno – Clinquerização**
- ◆ **Moagem de Cimento**
- ◆ **Ensacamento e Expedição**

Extração, Britagem e Pré-homogeneização de Calcário e Argila

O calcário e a argila são matérias primas básicas para a produção de cimento. As regiões a serem exploradas são analisadas química e fisicamente durante um processo de sondagem. Este estudo é importante para saber se as matérias apresentam qualidades aceitáveis para a produção de cimento e outros produtos.

O calcário é extraído da Mina da Graça e é desmontado por meio de explosivo, em seguida é transportado por caminhões fora-de-estrada até uma instalação de britagem. O britador de martelos reduz o calcário para uma granulometria abaixo de 1 polegada. É transportado em correias transportadoras e estocado em depósitos, com capacidade de 20.000t, onde é empilhado de modo a garantir uma pré-homogeneização do material. Quando a mina possui características mais homogêneas, este tipo de armazenagem não é necessário.

A argila é extraída em minas por meio de tratores ou máquinas similares e transportada para um sistema de britagem e em seguida, armazenada também de modo a proporcionar uma homogeneização do material.

A extração desse material dos silos para as moegas da moagem de cru, é feita por carrinhos extratores rotativos.

Moagem de Cru

O calcário, a argila e os aditivos são pesados em balanças dosadoras segundo suas características químicas e em seguida inseridos em moinho cuja finalidade é a redução do tamanho das partículas e homogeneização do material. O produto moído é conhecido como **farinha de cru**.

A moagem é realizada em moinho de bolas de duas câmaras, ou moinhos verticais. No primeiro, uma câmara é de secagem e outra de moagem do tipo varrido a ar. A cominuição é realizada pelo impacto das bolas de aço de vários diâmetros. A farinha produzida é estocada em dois silos com capacidade de 2.500t cada.

Nos moinhos verticais, a cominuição é feita mediante o atrito entre uma bacia e um rolo acoplado internamente aos moinhos.

Forno - Clinquerização

Para o processo de clinquerização, é utilizada uma torre de 4 estágios com pré-calcinador e um forno rotativo dotado de um maçarico de multicomcombustível Krupp.

A farinha, até então estocada nos silos, é extraída e enviada para um pré-aquecedor. Esse por sua vez é uma torre composta por ciclones onde a farinha troca calor com os gases gerados pela queima dos combustíveis do forno. Depois de pré-aquecida, a farinha entra no forno rotativo onde se realiza o processo de clinquerização, ou seja, a transformação da farinha em clínquer. Em seguida o clínquer é resfriado e estocado em depósito com capacidade de 25.000t onde é empilhado e retomado através de pontes rolantes. Atualmente são usados como combustível o petrocoque, óleo BPF 1 A e resíduos de borracha cedidos pela produção da Alpargatas. Futuramente pretende-se usar também pneu picado.

O forno e a moagem de cru são controlados por um painel centralizado através de sistema supervisorio que permite o controle e monitoramento de todas as informações vitais do processo.

Moagem de Cimento

O cimento é composto de uma mistura de clínquer, gesso e podendo conter aditivos com calcário, pozolana e escória. A mistura é dosada em balanças dosadoras mediante características químicas e físicas e depois inseridas no moinho de clínquer.

A moagem de cimento é realizada por dois moinhos de bolas de duas câmaras em circuito fechado com a utilização de separadores dinâmicos. O mecanismo de redução é igual ao do moinho de cru.

O produto final é transportado por meio de um sistema pneumático para dois silos de estocagem com capacidade total de 5.000t estando pronto para ser comercializado. Atualmente um novo silo está em fase final de construção aumentando a capacidade de armazenagem para 10.000t de cimento.

Ensacamento

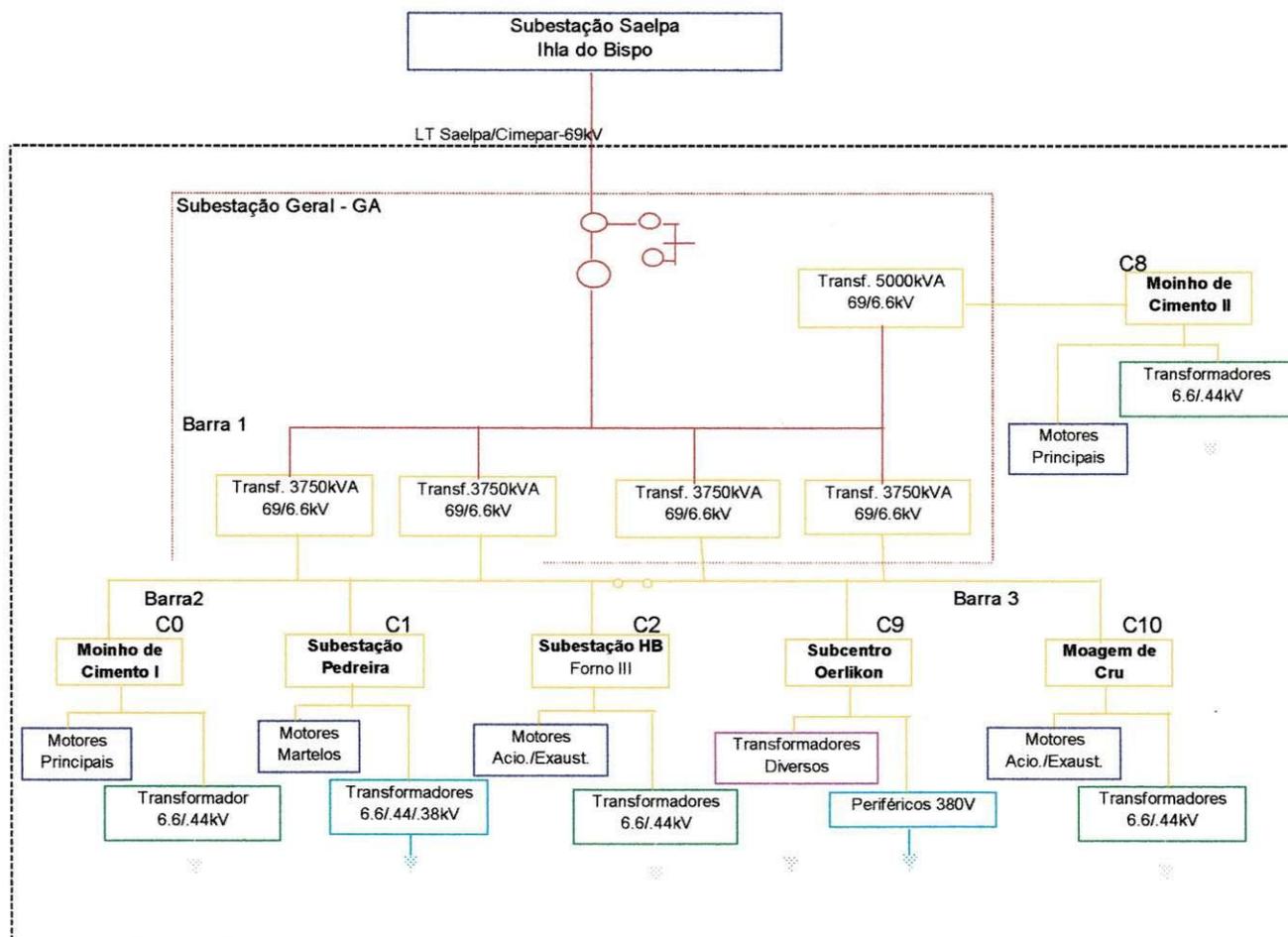
O cimento estocado é ensacado em sacos de 50 ou 25kg utilizando-se de ensacadeiras. Nesse equipamento, os sacos são colocados em bicos os quais são acoplados à balanças. Após atingir o peso especificado, os sacos são lançados em um sistema de esteiras que transportam o produto para o carregamento dos caminhões e/ou vagões ferroviários.

O cimento também pode ser comercializado à granel. Para isso são utilizados sistemas de carregamentos e transporte adequados.

O Sistema Elétrico da CIMEPAR

Atualmente, o sistema elétrico da CIMEPAR é alimentado pela concessionária local SAELPA através de uma LT que parte da SE ILB – Ilha do Bispo, em 69kV, até a SE GA, de domínio da Cimepar que conta com uma carga instalada de aproximadamente 20MVA a saber pelos quatro transformadores 3750kVA e um transformador de 5000kVA. Em linhas básicas, temos:

Diagrama Unifilar da Empresa



Como objeto base para este relatório, tomei como base os diagramas unifilares e tabela resumo anexo, derivado de análise nos alimentadores e fazendo considerações gerais quanto às instalações elétricas, medições, manutenção nos capacitores e presença de harmônicos e apresentando também, a solução para os pontos críticos encontrados.

Esta análise, feita pela Cimepar em parceria com a ABB, deu-se pela necessidade de um estudo mais detalhado da situação atual dos fatores de potência em cada sub-centro da unidade fabril com o objetivo final de corrigir/adequar o fator de potência geral. Sabemos que em linhas gerais, um baixo fator de potência significa não estar utilizando plenamente a energia paga à concessionária. Serviu-nos também para sabermos das condições em que se encontram nossos níveis de tensão e transformadores e a partir dos resultados, pensarmos na necessidade e possibilidade de expansão do sistema elétrico.

Quanto a presença de harmônicos e sua influência nos sistemas industriais, esta vêm aumentando devido a proliferação da eletrônica de potência e da tecnologia de controle e que conseqüentemente aumentam a quantidade de cargas perturbadoras (por exemplo, acionamentos com velocidades variável) e de cargas sensíveis como microcomputadores e capacitores. Estas interferências podem influenciar no perfeito funcionamento das cargas sensíveis conectadas ao sistema. De modo geral, os harmônicos são definidos como distorções na forma de onda senoidal da tensão ou corrente. As correntes harmônicas podem ser geradas pelo próprio equipamento ou pelo sistema elétrico de alimentação, constituindo um problema real. As fontes de harmônicos geralmente são cargas não lineares, equipamentos que possuem circuitos saturados (transformadores, reatores, motores e geradores) ou equipamentos com componentes a estado sólido que se encontram em plena disseminação (conversores, acionamentos controlados).

Como principais efeitos podemos destacar :

- 1) Solicitação do isolamento, associada à distorção de tensões, que tem como conseqüência a redução da vida útil dos equipamentos;
- 2) Solicitações térmicas, devido à circulação de correntes harmônicas que provocam a redução na eficiência da geração, transmissão e distribuição da energia;
- 3) Operações indevidas de diversas naturezas;
- 4) Vibrações mecânicas .

Limites para Distorções Harmônicas

Para a análise de presença e percentual de harmônicos, são utilizados as seguintes definições e conceitos básicos:

- Tensão ou Corrente Fundamental (**V1** ou **I1**) – Valor eficaz da componente senoidal de 60Hz da onda distorcida de tensão ou corrente;
- Tensão ou corrente harmônica de ordem **h** (**Vh** ou **Ih**) – Valor eficaz de da componente senoidal de frequência **f x h** (60 x h)Hz da onda distorcida de tensão ou corrente;
- Distorção Harmônica Total (THD) – Raiz quadrada do somatório quadrático das tensões harmônicas de ordens 2 a 50, de tal modo que procura quantificar o teor de poluição total existente de um determinado ponto do sistema:

$$TDH = \sqrt{\sum_2^{50} Vh^2} \%$$

onde $Vh = 100 \times Vh/V1 =$ Tensão harmônica de ordem h em porcentagem fundamental.

- Coeficiente de Transferência (%) – Fator de amplificação da corrente harmônica, ou seja, a relação entre a corrente transferida para uma barra j e a corrente injetada na barra i. É determinado para cada ordem harmônica gerada na barra i sendo importante na quantificação da ressonância.

V < 69 kV				V ≥ 69 kV			
Harm. Impares		Harm. Pares		Harm. Impares		Harm. Pares	
Ordem	Valor(%)	Ordem	Valor(%)	Ordem	Valor(%)	Ordem	Valor(%)
3,5,7	5,0	2,4,6	2,0	3,5,7	2,0	2,4,6	1,0
9,13	3,0	≥8	1,0	9,11,13	1,5	≥8	0,5
15,25	2,0			15 a 25	1,0		
≥27	1,0			≥27	0,5		
THDv = 6%				THDv = 3%			

Tabela II-1 Limites Globais para a Distorção Harmônica de Tensão

V < 69 kV				V ≥ 69 kV			
Harm. Impares		Harm. Pares		Harm. Impares		Harm. Pares	
Ordem	Valor (%)	Ordem	Valor (%)	Ordem	Valor (%)	Ordem	Valor (%)
3 a 25	1,5	Todas	0,6	3 a 25	0,6	Todas	0,3
≥27	0,7			≥27	0,4		
THDv = 3%				THDv = 1,5%			

Tabela II-2 Limites para a Distorção Harmônica de Tensão no Consumidor

Tensão do Sistema (kV)	Distorção Individual de Tensão (%)	Distorção Total de Tensão THDv (%)
V ≤ 69	3,0	5,0
69 < V ≤ 161	1,5	2,5
V > 161	1,0	1,5

Tabela II-3 Limites de Distorção Harmônica de Tensão (IEEE)

Análise das Instalações Elétricas

Ao analisar os Diagramas Unifilares, - folhas 1, 2 e 3 em anexo, - e a Tabela Resumo anterior nos deparamos com o total de 14295kW de carga consumida. Cerca de 9101kW, isto é 64%, representa carga motórica em 6,6kV compreendida pelos 10 motores de 1200kW e dois motores de 250kW. O fator de potência desses motores a plena carga é de 0,85, valor aceitável para esse tipo de motor com rotor bobinado. A compensação requerida por esses motores para alcançar o valor normalizado de 0,95, considerando a potência consumida, é cerca de :

$$Q_c = P * (\tan\theta^1 - \tan\theta^2) \rightarrow 9101 * 0,2910 = 2648,391\text{kVAr}$$

As demais cargas podem ser classificadas como cargas gerais e estão instaladas em BT, nos secundários dos transformadores abaixadores. Nesses secundários estão instaladas muitas cargas geradoras de harmônicos, principalmente inversores e retificadores de 6 pulsos. A compensação de reativo nestas barras BT deve ficar limitada a um valor tal que não gere ressonâncias com as frequências das harmônicas

Depois de constatada a necessidade da correção do fator de potência, precisa-se escolher o tipo, tamanho e a quantidade de capacitores para sua instalação.

Instalação Individual x Instalação em Banco

<i>Método</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
Capacitores Individuais	Eficiente e flexível	Custo Elevado
Bancos Fixos	Mais econômico, poucas instalações	Menos flexível, requer chaves ou contactores
Bancos Automáticos	Melhor para cargas variáveis, proteção e custo baixo de instalação	Equipamento de custo mais elevado
Combinação	Mais prático quando há grande quantidade de cargas envolvidas	Menos flexível

Portanto a partir dessas constatações, a solução para a correção do FP será a de instalar capacitores individuais nos motores de MT e de bancos fixos e chaveados nos secundário dos transformadores.

A partir do princípio adotado **acima** a correção do Fator de Potência na instalação fabril consiste que cada uma dos alimentadores do Quadro Geral, CO a C9, apresente o fator de potência o mais possível dentro dos limites regularizados em qualquer situação de carga, fora de ponta e na ponta. As funções do sistema de compensação do Quadro Geral ficam restritas a atender as diversas condições operativas e ao acerto final. A fim de atender a esse requisito, os bancos de capacitores do barramento geral e dos secundários dos transformadores em 440V devem ser chaveados por meio de disjuntor ou de chave seccionadora com capacidade de abertura e fechamento sob carga. Com essa alternativa ao se remover o motor de operação também é removida a compensação, pois essa não é mais necessária. Para a baixa tensão o regulador de fator de potência remove ou acrescenta banco de capacitores dependente do FP do alimentador.

A instalação de compensação somente no Quadro Geral, exigiria que a compensação fosse chaveada com número muito elevado de etapas e assim com custo elevado e com dificuldade de manobras.

Os motores de 1200kW trabalhando com 1000KW apresentam um FP em torno de 0,82, a fim de atingir a FP de 0,95 é necessário aproximadamente 370kVAR. Por outro lado a corrente a vazios desses motores é de aproximadamente 30A e a tensão de saturação do estator é superior a 1,2pu. Logo é possível instalar um banco de 300kVAR para cada motor sem que o mesmo apresente o problema de auto-excitação. Com o banco de 300kVAR para cada motor será necessário à compensação de somente 70kVAR que poderá vir do Quadro Geral já que o acerto final do FP virá desse quadro.

Os bancos de capacitores de 300KVAR, serão compostos por três capacitores de 100kVAR cada, com tensão nominal de 7,2kV, sendo previsto para cada uma das fases um fusível com pino percursor que emitiria um sinal de alarme na ocorrência da queima de um deles. Esses bancos de preferência devem se de ligação em Delta ou com estrela isolado. (Não podem ser de estrela aterrado, visto a possibilidade de gerar transitórios ou surtos capazes de queimar os fusíveis e mesmo de provocar falhas no enrolamento do estator do motor durante a energização ou desligamento do banco).

Os bancos podem ser instalados após o disjuntor e os TC's que alimentam os relés de proteção, de preferência dentro dos cubículos ou junto aos motores. Caso sejam instalados dentro dos cubículos, deve ser previsto um reator por fase, cerca de 50microH para cada um dos bancos. Caso sejam instalados juntos aos motores os reatores podem ser dispensados, visto que a indutância dos cabos de interligação dos motores apresenta o valor necessário para evitar os problemas de fechamento de banco de capacitores em paralelo.

Os fusíveis devem ser adequados ao uso interno e a aplicação, e com capacidade de prover proteção para as condições de curto circuito e com característica que garantam a eliminação da falta antes da possibilidade de falha do invólucro.

Os bancos de capacitores instalados nos secundários dos transformadores abaixadores, na tensão de 440V, devem de preferência ser multi estágios controlados por meio de relé regulador. A referência para o chaveamento deve ser o FP do conjunto. Esses relés devem ser providos com unidade de detecção de nível de correntes harmônicas, a fim de desligar um ou mais estágios caso o nível pré-ajustado seja atingido, durante certo tempo, ou que a tensão esteja acima de 10% da nominal. A proteção contra curto circuito e sobrecarga deve ser por unidade chaveada, através de fusíveis nos ramais e por disjuntor de caixa moldada no geral. Os contactores devem ser adequados à instalação de banco de capacitores, com resistências e contatos de pré-inserção. Os capacitores devem ser dimensionados para a tensão entre fases de 480V e providos com auto proteção. A potência dos bancos de capacitores de baixa tensão não pode exceder os limites determinados nesse estudo para cada um dos secundários dos transformadores, tendo em vista a possibilidade de ressonância dos bancos com as cargas geradoras de harmônicos.

Chamados de "dispositivos com doença crônica", os capacitores são muito susceptíveis ao ambiente onde operam. Primeiro, não apresentam capacidade de sobrecarga, em outros termos a tensão nominal não pode ultrapassada. A segunda, de mesma origem, a temperatura ambiente deve ser inferior a de projeto. Em resumo trata-se do mesmo problema: capacidade de dissipação das perdas. As perdas são proporcionais ao quadrado da tensão e com a temperatura externa elevada não há transferência de calor da parte interna para o ambiente e assim um acréscimo de temperatura interna. Por outro lado, todo material de boa classe de isolamento é também péssimo em transferência de calor. No intuito de reduzir a instalação de capacitores, muitas fábricas estão instalando motores síncronos em vez de assíncronos, mesmo nas unidades de fabricação de cimento, em cargas do tipo moinho ou forno rotativo. As normas da CENELEC (Normas Unificadas Européias) para bancos de capacitores exigem que os mesmos sejam verificados a cada seis meses e no sistema de proteção dos mesmos constem de relé de sobretensão e de sobrecarga de acordo com as curvas de capacidade de sobrecarga das normas NEMA.

Análise das Medições

Os níveis de tensão estavam dentro das normas, porém não medimos os ângulos entre as três fases, o que seria necessário tão somente na barra Geral de 6,6kV.

As correntes nos setores de 6,6kV, normalmente na medição geral, apresentaram elevado desequilíbrio de amplitude entre as fases, porém pelo fato de não ser medido o defasamento ou ângulo entre as correntes das fases não foi possível a decomposição a fim de avaliar a corrente real de seqüência negativa que está circulando para os motores. Essa corrente é muito danosa para essas cargas e não podem ultrapassar em condições normais a 5%.

As correntes dos setores de baixa tensão apresentaram valores elevados de neutro e de desequilíbrio, indicando forte índice de seqüência negativa. Essa corrente é muito danosa para os motores e para muitas outras cargas.

Para uma posição mais concreta da corrente nestes setores, deverá ser repetida a medição de corrente e de tensão, nos setores de MT e de BT, porém com instrumento capaz de registrar as amplitudes e as fases.

Manutenção de Capacitores

Existem atualmente muitos capacitores instalados em diversos locais da unidade fabril e em condições que necessitam ser avaliadas. Os capacitores são equipamentos que requerem elevado nível de monitoramento, seja os de MT sejam os de BT.

As principais medidas a serem executadas nos bancos em operação são as seguintes:

- Medição do nível de corrente e de tensão nos terminais do banco. Deve também ser medido o nível de corrente harmônica drenada pelos capacitores. A corrente de seqüência negativa máxima que um banco pode drenar não pode ser superior a 4,5% da corrente nominal.
- Verificar a temperatura da carcaça, se possível. Para os capacitores de MT o melhor método é por termovisão, visto que muitas carcaças não são aterradas.
- Verificar a condição ambiente em termos de temperatura e de transferência de calor do local onde os bancos estão instalados.
- Verificar as condições e o valor dos fusíveis de proteção e comparar com a recomendada pelo fabricante do banco.

- Comparar a temperatura das carcaças dos capacitores de um banco. Todas devem estar aproximadamente na mesma temperatura.
- Caso os bancos de capacitores estiverem fora de operação será necessário medir a capacitância de cada uma das unidades, o nível de isolamento para a carcaça e se possível, tensão aplicada entre os pólos para a carcaça.
- Verificar as condições dos contactores de chaveamento dos bancos de capacitores de baixa tensão, em termos de contatos principais e dos contatos de pré-inserção.
- Verificar quanto a possíveis vazamentos de isolante, ou estufamento da carcaça.

Análise dos Alimentadores

Cubículo C0 – Moinho de Cimento I

Das planilhas de medições realizadas em 14/06/00 o resumo pode ser sintetizado nos seguintes dados:

- Potência ativa total: 2510kW,
- Fator de potência geral: 0,89.

Analisando esses dados podemos sugerir que os motores de 1200kW devem estar trabalhando com FP por volta de 0,74 valor esse muito baixo para esse tipo de motor, sobretudo considerando que os mesmos já estão trabalhando perto da plena carga.

Um banco de capacitores de 300kVAR indicado na barra do CCM não está instalado.

Os bancos de 300kVAR de cada um dos motores de 1200kW estavam desligados.

As medições efetuadas no secundário do transformador TI detectaram aproximadamente 450kVAR e não 850kVAR como constava nos diagramas fornecidos anteriormente.

As correntes da alimentação geral em 6,6kV apresentaram pequeno desequilíbrio, indicando presença de componente de seqüência

negativa já que as cargas não possibilitariam a circulação de seqüência zero, pois os transformadores possuem primários em delta e os motores com o neutro não aterrado.

Pelos programas usados pela ABB para recomposição da fase B e dos ângulos, os valores de seqüência negativa estavam abaixo do estabelecido pela norma.

Já as correntes do secundário dos transformadores apresentaram desequilíbrio muito elevado, com corrente de neutro na ordem de 10%. Valor esse que seria justificado se a carga ativa ligada ao secundário fosse monofásica. Como precaução, verificar se o banco de capacitores não apresenta neutro aterrado.

O nível de harmônicos é reduzido, não necessitando de qualquer tipo de intervenção.

Solução.

A fim de atender o requisito de FP 0,95 será necessário acrescentar cerca de 460kVAR. A sugestão é de ligar os bancos de capacitores de 300kVAR existente para cada um dos motores principais de 1200kW, totalizando 600KVAR.

A potência de bancos instalados no secundário do transformador T1 é muito elevada - 450kVAR. Pelos cálculos de frequência de ressonância e de amortecimento dessa barra, considerando uma carga 250kW de 6 pulsos, o banco de capacitor instalado nessa barra deve ser inferior a 300kVAR fixo ou de 450kVAR chaveado.

Resumindo:

- 1 - Restabelecer os bancos de capacitores de 300kVAR dos motores de 1200kW, com ligação em estrela não aterrado ou de preferência, em delta.
- 2 - Verificar as condições operativas dos bancos existentes no secundário de T1 e prever o chaveamento. A totalidade dos bancos no secundário do TI deve ser no máximo 450kVAR e também devem ser chaveados. Os bancos devem controlar o FP geral desse alimentador.

Cubículo CI - Pedreira o Britador - (PDR)

Nas planilhas das medições realizadas em 09/07/00 constatam-se os seguintes dados:

- Potência ativa total: 200kW;
- Fator de potência geral: 0,55.

Analisando os valores de potência consumida no momento das leituras comparando aos dados de carga instalada 360kW, conclui-se que a leitura foi feita com carga reduzida. Para efeito do estudo será considerado o valor de 360kW e com FP geral de 0.70.

O nível de harmônicos é reduzido não necessitando de intervenção.

Solução.

A partir dos dados considerados como carga em condições normais de operação, o reativo a ser compensado para atingir o requisito de FP 0,95 será de 248kVAR. Os locais não são muito propícios à instalação de banco de capacitores por ficarem na pedreira/mina de calcário, sujeitos à poeira, trepidações devido às explosões, etc.... Portanto, a sugestão é de instalar o mínimo possível nesse local e deixar a compensação para o barramento geral.

Os seguintes bancos devem ser instalados, complementando os bancos já existentes para totalizar a quantia de reativo sugerida de aproximadamente 250kVAR:

- No secundário do transformador, TUN, de 200kVA, com potência 150kVAR;
- No secundário do transformador TPE, de 100kVA, permanece com potência de 30kVAR fixo, baseados nos cálculos de frequência de ressonância e de amortecimento das barras dos secundários dos transformadores.
- Nos motores de 250kW dos dois britadores a martelo, adicionar bancos individuais de 35kVAR totalizando 70kVAR

As concessionárias brasileiras apresentam a solução de instalar banco de capacitores em linhas aéreas de distribuição. Caso seja possível, os bancos de 150KVAR podem ser instalados diretamente no poste de entrada dos cabos para os cubículos PDR. Essa solução apresenta a vantagem de controlar a tensão, pois a LD é muito extensa e pode apresentar certa queda de tensão no durante o funcionamento dos britadores.

Resumindo:

- 1 - Verificar a possibilidade de instalar bancos de capacitores diretamente nos postes da Linha de Distribuição. Será instalado 150kVAR para atender ao TUN. Deverá ser chaveado por sinal de

Fator de Potência provindo a soma total das cargas deste alimentador.

(A grandeza a ser controlada pelo relé é o Fator de Potência do Alimentador)

2 - Manter e verificar as condições operativas do banco de capacitores do secundário do TPE , sem chaveamento, com potência de 30kVAr.

3 - Acrescentar um banco para cada motor de 250kW com capacidade de 35kVAr cada ligados em delta ou estrela isolado.

Cubículo C2 - Forno 3 (FR3)

Foram executadas medições somente para os secundários dos transformadores T1, T2, T3, T4 e T5. Portanto o consumo total do alimentador foi estimado baseado em leitura instantânea. Os valores adotados são os seguintes:

- Potência ativa total: 4058kW,
- Fator de potência geral: 0,91.

O valor adotado para FP dos motores de 1200kW foi de 0,85, muito diverso do adotado para os motores do Moinho de Cimento 1.

Os níveis de tensão nos secundários dos transformadores referentes ao CCM4 e ao T4 estão abaixo dos valores aceitáveis. Os demais estão dentro do requerido pelas normas.

As medições de THD e de harmônicos neste setor foram executados sem carga, portanto retrata as condições da fonte de alimentação. O nível de tensão estava elevado, 6920V, correspondendo a 4,8% de sobretensão. Por outro lado o nível de THD e de Harmônico 5° estava também elevado. Uma das explicações plausíveis é que com esse nível de tensão alcançou-se também uma certa saturação de alguns equipamentos. Será necessário um estudo maior a respeito e medir novamente os níveis de tensão e de THD pelo menos 24 horas com taxa de amostragem em torno de uma a cada minuto.

Não foram feitas medições de corrente e de potência para o alimentador geral.

As correntes do secundário dos transformadores T1 /T2/T3 apresentam desequilíbrio muito elevado, com corrente de neutro na ordem de 5%, o secundário do T4 em torno de 10% e do T5 em torno de 80%. Analisando essas correntes por meio de programa de

recomposição das seqüências, resultou em negativa também muito elevada, o que ocasiona solicitações além das normalizadas para as cargas mais sensíveis como os motores.

O nível de harmônicos é reduzido e não necessita qualquer tipo de intervenção. Os dados atuais devem ser guardados para comparar com futuras medições.

Solução

A fim de atender o requisito de FP 0,95 será necessário acrescentar 515kVAr. A sugestão para acrescentar essa potência é de instalar os bancos de capacitares nos seguintes locais:

- Verificar e restabelecer as condições operativas dos bancos de 300kVAr de cada um dos motores de 1200kW. Instalar esses bancos junto aos motores, e assim totalizando 900KVAR em delta ou estrela isolado.
- Verificar e restabelecer as condições operativas dos bancos de Baixa Tensão e formar conjuntos a serem instalados nos secundários dos transformadores com a seguinte configuração:
 - Secundário do T5 com potencia máxima de 210kVAr chaveado-
 - Secundário do T4 com 240kVAr chaveado;
 - Secundários dos Transformadores T1 a T3 com 240kVAr chaveado.

Resumindo

1 - Verificar e restabelecer as condições operativas dos bancos de 300kVAr em cada motor de 1200kW, com ligação em estrela não aterrada ou de preferência em delta.

2 - Verificar e restabelecer as condições operativas dos bancos instalados nos secundários dos transformadores de acordo com configuração acima.

Cubículo C8 - Moinho de Cimento 2 (MOCIM2)

Nas medições realizadas em 08/08/00 constataram-se os seguintes dados:

- Potência ativa total: 3050kW,
- Fator de potência geral: 0,90.

A alimentação desse setor é feita por meio de um transformador dedicado, o T5, que abaixa a tensão de 69kV para a tensão das cargas 6,6kV.

Os bancos de capacitores desse setor estão instalados nos seguintes locais:

- Saída do cubículo C8, com um banco de 300kVAR.
- Na barra de 6,6kV, no Cubículo C3 do quadro MC2, um banco de 300kVAR;
- No secundário dos transformadores T1 e T2, com tensão de 460V, com um banco de 350KVA. Nesse secundário estão instalados também dois bancos que encontram desligados, um de 300kVAR e outro de 200kVAR.

O nível de tensão harmônica nesse secundário está muito elevado, em especial de 3º e 5º ordem. Os harmônicos de ordem 3 desaparecem após o transformador, isto devido ao enrolamento primário ser em delta. Portanto os bancos de capacitores que se encontram desligados não devem entrar em operação.

Solução

A fim de atender o requisito de FP 0,95 será necessário acrescentar 470kVAR.

- A sugestão é de instalar os bancos de capacitores de 300kVAR em cada um dos motores principais de 1200kW, totalizando 600KVAR em delta ou estrela isolado
- A potência de bancos instalados nos secundários dos transformadores T1 e T2 é muito elevada. Pelos cálculos, fornecidos pela ABB, de frequência de ressonância e de amortecimento dessa barra, considerando uma carga 250kW de 6 pulsos, nesse secundário, a potência máxima deve ser inferior a 350kVAR.

Resumindo

1 - Acrescentar um banco de capacitores para cada motor de 1200kW com capacidade de 300kVAR e ligação em estrela não aterrada ou de preferência em delta.

2 - Verificar e restabelecer o banco de 350kVAR do secundário do T1 e T2. A potencia máxima deve ser de 350kVAR e com chaveamento por etapas.

3 - O banco de 300KVAR no cubículo C3 do MC2 deve ser removido.

4 - O banco de 300kVAR da saída do C8 deve ser preferencialmente instalado após os TC's, possibilitando que o proteção de sobrecorrente desse cubículo atue como proteção de retaguarda para faltas elevadas nos capacitores.

Cubículo C9 - Alimentação do Conjunto Oeriikon (OER)

Os dados da medição da carga totais desse alimentador não constam nos relatórios, foi feita uma medição instantânea e o resultado obtido foi o seguinte:

- Potência ativa : 1037kW;
- Fator de potência geral: 0,97;

Portanto não será necessário o acréscimo de banco de capacitores. A consideração a ser feita é de uma melhor distribuição dos bancos de capacitores entre os diversos secundários dos transformadores. No secundário do trafo TF12 e do Trafo Geral, o FP está muito capacitivo, e conseqüentemente com grande possibilidade de transitórios e de sobretensões.

Os níveis de tensão normais operativas estão dentro do requerido pelas normas.

As correntes da alimentação geral em 6,6kV apresentam forte desequilíbrio, indicando presença de componente de seqüência negativa já que as cargas não possibilitarem a circulação de seqüência negativa, pois os transformadores possuem os primários em delta e os motores com o neutro não aterrado.

As correntes do secundário dos transformadores apresentam desequilíbrio muito elevado, com corrente de neutro na ordem de 5% e pela recomposição, com seqüência negativa também muito elevada resultando em solicitações além das normalizadas para as cargas mais sensíveis como os motores.

O nível de tensão harmônica no secundário do TF12 está muito elevado, em especial do 3° e 5°. Os harmônicos de ordem 3 desaparecem após o transformador, visto o enrolamento primário é em delta. Portanto o banco deve ser chaveado, ou alguns capacitores devem ser transferidos para outros secundários.

Solução.

A fim de atender o requisito de FP 0,95 não será necessário acrescentar banco de capacitores. Porém deverão ser mais bem distribuídos entre os diversos secundários dos transformadores.

A potência de bancos instalados nos secundários dos transformadores TF12 está muito elevada. Pelos cálculos de frequência de ressonância e de amortecimento dessa barra, considerando uma carga 180kW de 6 pulsos, nesse secundário, a potência máxima deve ser inferior a 140kVAR.

Resumindo

1 - O banco do secundário do TF12 deve ser chaveado, com no máximo 140kVAR, sendo o comando provindo de medição do FP da entrada dos Cubículos OER.

2 - Os bancos de capacitores devem ser divididos entre os secundários dos diversos transformadores, a fim de evitar a concentração em um único ponto facilitando para sobretensões e oscilações.

Cubículo C10 - Moinho de Cru - (MOACRU)

Os dados da medição da carga total desse alimentador foram executados no dia 14/09/00 e com os seguintes resultados:

- Potência ativa total: 3280kW,
- Fator de potência geral: 0,93.

Os dados não estão consistentes visto que os secundários dos transformadores T1 e T2 apresenta consumo de 366kW com FP praticamente igual a 1, o que resulta que os motores com 2914kW apresentam FP de 0,93.

Normalmente e de acordo com outras leituras esses motores apresentam FP em torno de 0,82. Pode ser que os bancos de capacitores dos motores estivessem em operação. Considerando as condições normais, deve haver um banco de 600kVARr ligado. Para todos os cálculos foi considerado que o FP dos motores sejam de 0,83 e que esteja conectado nesse setor 600kVAR que não consta do desenho.

Os equipamentos de compensação de reativo, banco de capacitores, desse alimentador estão instalados nos secundários dos

Transformadores T1 e T2. Constam de dois conjuntos, um fixo de 390kVAr e outro com comando automático de 120kVAr.

Os motores de 1200kW apresentam conjunto de capacitores próprios, porém estão desligados.

Os níveis de tensão estão dentro do requerido pelas normas.

As correntes da alimentação geral em 6,6kV apresentam forte desequilíbrio, indicando presença de componente de seqüência negativa visto as cargas não possibilitarem a circulação de seqüência negativa, pois os transformadores são com primários em delta e os motores com o neutro não aterrado.

As correntes do secundário dos transformadores apresentam desequilíbrio muito elevado, com corrente de neutro na ordem de 5% e pela recomposição com seqüência negativa também muito elevada, resultando em solicitações além das normalizadas para as cargas mais sensíveis como os motores.

O nível de tensão harmônica no secundário dos transformadores T1 e T2 está muito baixo não requerendo qualquer providência na etapa atual. Porém de acordo com os estudos nesse barramento, considerando os 510kVAr de capacitores, somente pode ser instalado um conversor de 6 pulsos de 280kW.

Solução.

A fim de atender o requisito de FP 0,95 será necessário acrescentar banco de capacitores de 220kVAr, além de confirmar a presença de bancos que perfazem 600kVAr.

Os bancos dos secundários dos transformadores T1 e T2 devem permanecer com a potência atual porém com alteração da configuração.

Resumindo

1 - Verificar e restabelecer os bancos de 300kVAR em cada um dos motores de 1200kW, com ligação em estrela não aterrada ou de preferência em delta. Os bancos devem ser instalados junto aos motores a fim de evitar a instalação de reatores de amortização.

2 - Os bancos dos secundários dos transformadores T1 e T2 podem permanecer com a mesma capacidade total, porém com 200kVAr fixos e 300kVAr chaveados.

Uso de PLC no monitoramento e controle da planta

Nos últimos anos a Cimepar vêm passando por um processo de renovação tecnológica que nos permite presenciar fatos interessantes. Por ser uma das fábricas mais antigas do país, podemos encontrar desde relíquias como os sinalizadores à mercúrio até o que há de mais atual em automação.

Atualmente, as fases de Transporte de Material, desde a mina até os galpões abastecedores; Moagem de Farinha; Forno; Transporte e Armazenagem do Produto Final nos Silos de Cimento podem ser monitorados e comandados a partir dos operadores que ficam no Painel Central. Isto graças à uma vasta rede de PLC's, computadores e dispositivos de medição/ monitoramento e alarme que interliga estes setores e proporciona um domínio maior do que acontece a cada momento com a planta.

O Hardware

A fábrica conta com quatro CCM's que são os Centros de Comando e Monitoramento, mas todos os projetos futuros incluem a implantação e automação de novos setores.

O PLC utilizado na maioria dos armários dos CCM's é fabricado pela Rockwell Automation - família PLC 5 e o Projeto de Controle e Monitoramento do Sistema foi concebido pela Krupp Polisyus do Brasil. O sistema Supervisório usado utiliza o programa In Touch.

Com um programa de aplicação e módulos de entrada/saída de dados apropriados. O Controlador Lógico Programável CLP-5 pode ser utilizado para controlar várias aplicações industriais, tais como:

- Controle do Processo Industrial;
- Manuseio de Materiais (Abastecimento);
- Paletização;
- Medição e Aferição;
- Controle e Monitoramento da poluição, quantidades de gases no interior do forno e no eletrofiltro.

O Clp-5 possui uma memória central de escrita e leitura CMOS/RAM que armazena as instruções do programa de aplicação

em arquivos de programas e valores numéricos, e estados de dispositivos de entrada/saída em arquivos de dados.

O sistema Clp-5 consiste dos seguintes componentes principais:

- Controlador Clp-5;
- Módulos Adaptadores Remotos;
- Módulos de Entrada/Saída;
- Chassi;
- Fonte de alimentação;
- Terminal de programação.

Durante a execução do programa de aplicação, o Controlador CLP-5 monitora continuamente o estado dos dispositivos de entrada e baseado nas instruções desse programa, energiza ou desenergiza os dispositivos de saída. Caso se façam necessárias modificações para atender as novas características do sistema, o programa de aplicação pode ser facilmente alterado, visto que a memória do Controlador é programável.

As versões do sistema CLP-5 possuem memória que variam de 6K palavras até 100K palavras. As versões de controladores CLP-5115 e CLP-5/25 (Antiga Plataforma) possibilitam expansão da memória CMOS/RAM através de módulos de expansão de memória.

Todos os controladores permitem que possa ser feita uma cópia do programa de aplicação em um módulo de memória EEPROM 1785-MI (opcional).

Características

O CLP-5 possui características que permitem:

1. Utilizar um conjunto de instruções que inclui: Tipo Relés, Temporizadores e Contadores, Matemática, Conversão de Dados, Diagnóstico, Registrador de Deslocamento, Comparação, Transferência em Bloco de Dados, Sequenciador, EJS Imediatas, Controle de Programa e Controle PID.
2. Implementar programação estruturada através do Controle Sequencial de Funções (SFC);
3. Armazenar, através de um terminal de programação, arquivos de programas e de dados em um disco, podendo posteriormente transferir estes arquivos para qualquer CLP-5.
4. Realizar um back-up de memória utilizando-se um módulo de memória EEPROM.
5. Executar um arquivo de programa em intervalos repetidos, através da rotina de interrupção com temporização selecionável;

7. Acessar hora e data, através de calendário e relógio de tempo real;
8. Armazenar arquivos de programas na forma de diagrama de contados, em disco, para posterior impressão;
9. Exibir um arquivo de dados a partir de um determinado endereço;
10. Inserir, adicionar, alterar ou eliminar, através da programação em on-line, instruções e linhas de programa sem interromper o processo operação da máquina;
11. Utilizar a função SEARCH Busca para localizar endereços ou instruções dentro do programa de aplicação independente do modo de operação do controlador, ou mesmo com o Terminal de programação em off-line;
12. Comunicar-se com outro CLP-5 ou terminais de programação através das redes:
 - Data Highway Plus DH+
 - Ethernet
 - ControlNet
13. Otimizar o sistema, utilizando módulos de E/S inteligentes ou módulos de E/S de 8, 16 ou 32 pontos.

O Software

O programa de aplicação é um conjunto de instruções, numa determinada ordem que descreve as operações a serem executadas e as condições de operação dessas instruções. Faz-se necessário conhecer o processo em questão. Este programa é introduzido na memória do controlador, linha por linha, na forma de diagrama de contados e blocos funcionais, através de um terminal de programação (microcomputador) com um software de programação instalado em sua memória. Os símbolos do diagrama de contatos são muito semelhantes aos símbolos utilizados em sistemas convencionais de controle por relés. Os blocos funcionais se apresentam como um método simples de programação e monitoração de instruções avançadas.

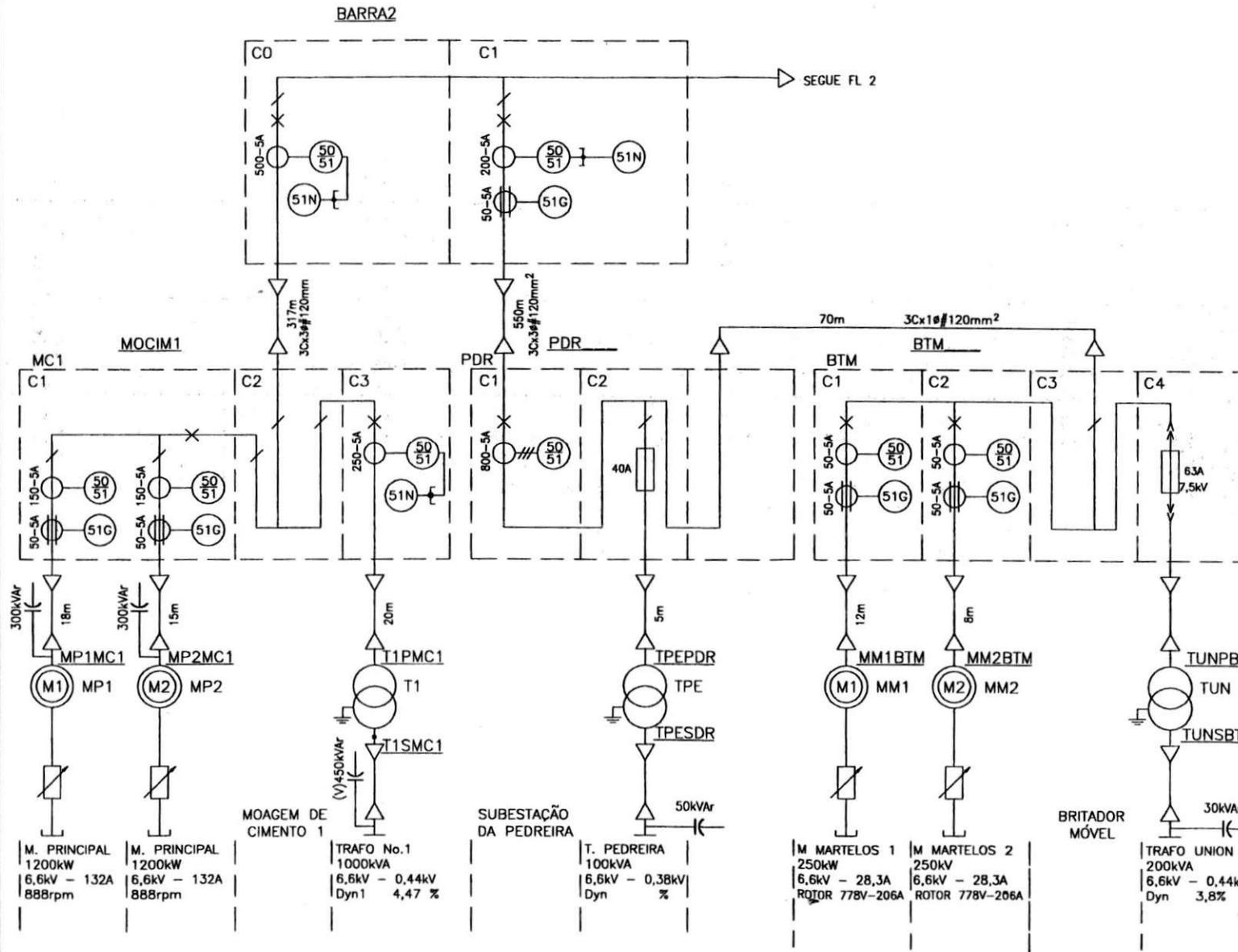
Na indústria, quando mencionamos o termo *controle*, rapidamente direcionamos nossos pensamentos para CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) e outros dispositivos com função semelhante. Mas, todo dispositivo para controle sempre é composto de algum hardware e um ou um conjunto de softwares, sendo que estes últimos nunca são gratuitos. Isso acontece porque o investimento envolvido no desenvolvimento do software é igual ou maior ao despendido no do hardware.

É aí que começa a entrar o conceito de realmente se continuar investindo em software; porém, para hardwares abertos e não mais tão específicos.

1 - TABELA RESUMO

As medições efetuadas no campo e os estudos podem ser sintetizados nessa tabela abaixo. Para maiores detalhes dos dados e das condições devem ser referidos aos textos abaixo.

Localização	Equipamento	Tensão V	Corrente A	kW	FP	BANCO DE CAPACITORES						THD Máx.	Harm. %	OBSERVAÇÕES
						Ligados		Desligados		Restab/instalar				
						MT	BT	MT	BT	MT	BT			
C0 -	C2 - GERAL	6700	245	2510	0,90							1,81	5°/1,31	
MOINHO	C1 - MOTORES	6700	252	2490	0,85			600		600				Restabelecer em D ou Y isolado.
CIMENTO 1	C3 - T1	470	570	20	-0,04		450				450			Chaveado
C1 -	C1 - GERAL	6870	62	360	0,68									
PEDREIRA/	C2 - PEDREIRA	446	37	14	-0,10		50				50	2,52	5°/2,14	
BRITADOR	C1/C2 - MOTORES	6770	27,4	260	0,80									
	C4 - TRAFOS TUN	455	194	86	0,60						30	2,08	5°/1,89	
C2 -	C4 - GERAL	6700	384	4075	0,91							2,16	5°/1,63	
FORNO 3	C1 a C3 - MOTORES	6700	202	2000	0,85			900		900				Restabelecer em D ou Y isolado.
	C5 a C7 - CCM4	436	1760	1320	0,98		790				240	1,80	5°/0,92	Chaveado
	C7 - T4 (Carvão)	415	1050	545	0,73						240	1,89	5°/1,29	Chaveado
	C7 - T5 (Filtro)	436	Deseq.	210	0,97		210				210	1,87	5°/1,42	Chaveado
C8 -	C2 - GERAL	6660	301	3026	0,90	600					300			Retirar 300kVAr
MOINHO	C1 - MOTORES	6660	146	1436	0,85						600			Instalar bancos de 300kVAr c/motor
CIMENTO 2	C3 - TRAFOS T1/T2	460	2120	1590	0,96		510				350	5,14	5°/1,42	Chaveado
C0 -	GERAL			1044	0,97									
OERLIKON	C1 - OMEBP(Oficina)	358		190	0,94		60				60	1,73	5°/1,36	Tensão muito baixa
	C2 - COMPRESS.	6740	85	725	0,74		80				80			
	C3 - M. UNIDAN													FORA DE SERVIÇO
	C4 - TGR	6990	42	35	-0,10	450	90			450	90			
	C5 - TEP/FZG													Carga reduzida
	C6 - FORNOS 1 E 2	389	360	94	-0,40		220				140	5,14	5°/4,25	
C10 -	C3 - GERAL	6730	302	3280	0,93							2,22	5°/1,62	
MOINHO	C1 A C3 - MOTORES	6730	260	2915	0,85			900			900			Restabelecer em D ou Y isolado.
CRU	C4 - TRAFOS	436	485	365	0,99		510				500	2,51	5°/2,51	Sendo 300kVAr chaveados
BARRA	6,6KV - T1/T2/T3/T4						1350				1050			Restabelecer o banco
SAELPA	69kV	69000		14295	0,92									



CAD	PROJ.	APROV.	DATA	NR	APLICAÇÃO	Nr DESENHO	REV.	FOLHA
				CMPR-01	Subestação Cimepar DIAGRAMA-UNIFILAR-BÁSICO		A	FL-1

CE-ENTRADA
69 - N. EFET. ATRER.
Icc - 3Ø 4,018kA-76
1Ø 1,51kA-86

AL - FR3
PN
PC

T1 - 3750kVA
69kV - 6,6kV
Z1= 6,36% - Dyn1
Z0

T2 - 3750kVA
69kV - 6,6kV
Z1= 6,36% - Dyn1
Z0

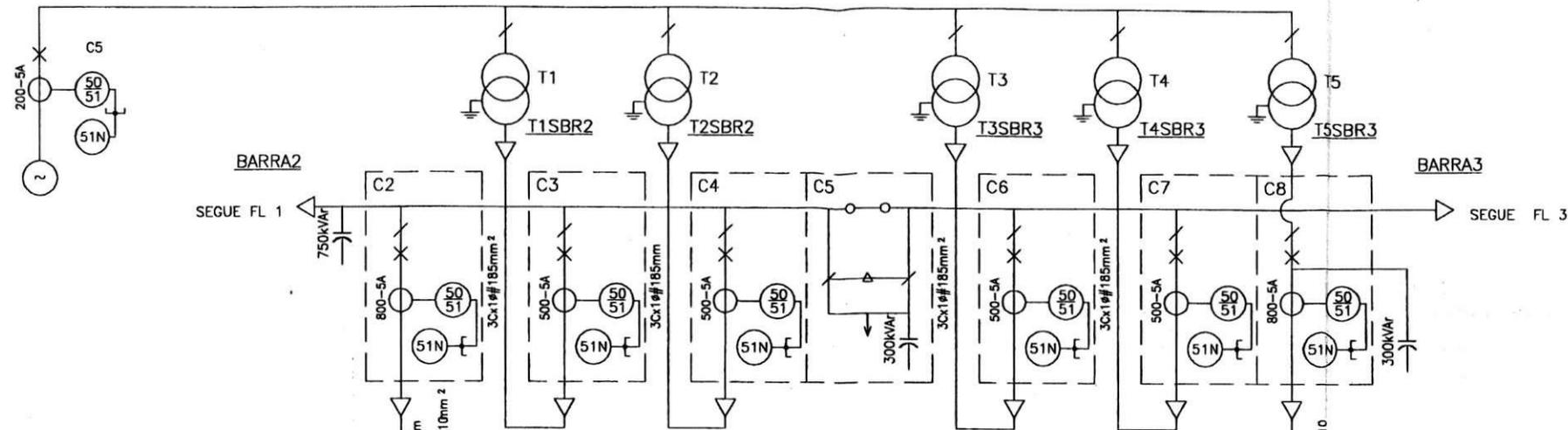
AL - FR3
PN
PC

T3 - 3750kVA
69kV - 6,6kV
Z1= 6,36% - Dyn1
Z0

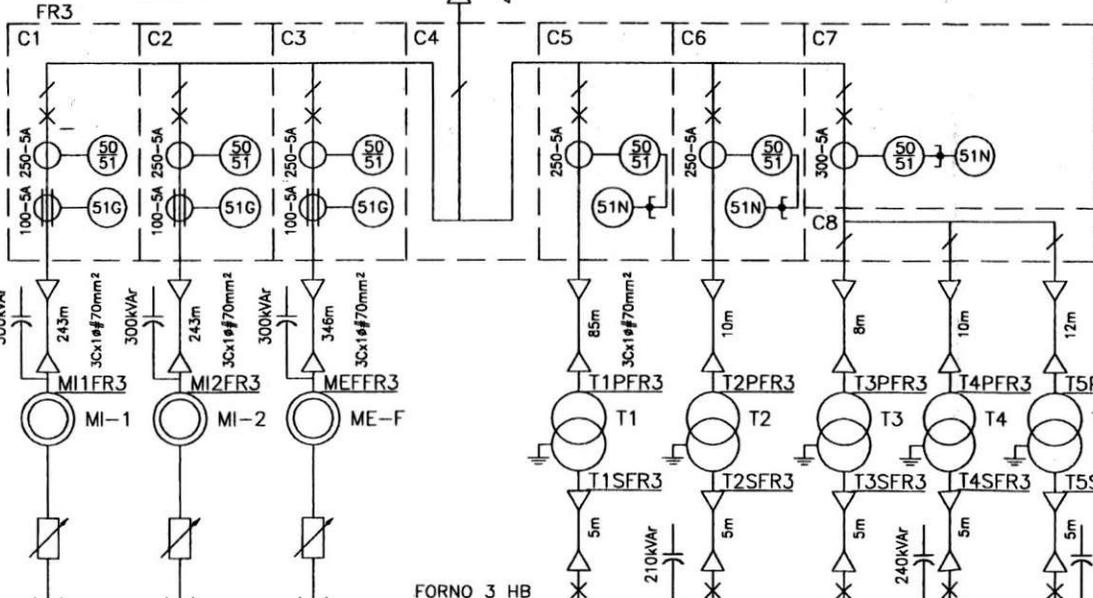
T4 - 3750kVA
69kV - 6,6kV
Z1= 6,36% - Dyn1
Z0

T5 - 3750kVA
69kV - 6,6kV
Z1= 6,36% - Dyn1
Z0

BARRA1



FORNO3

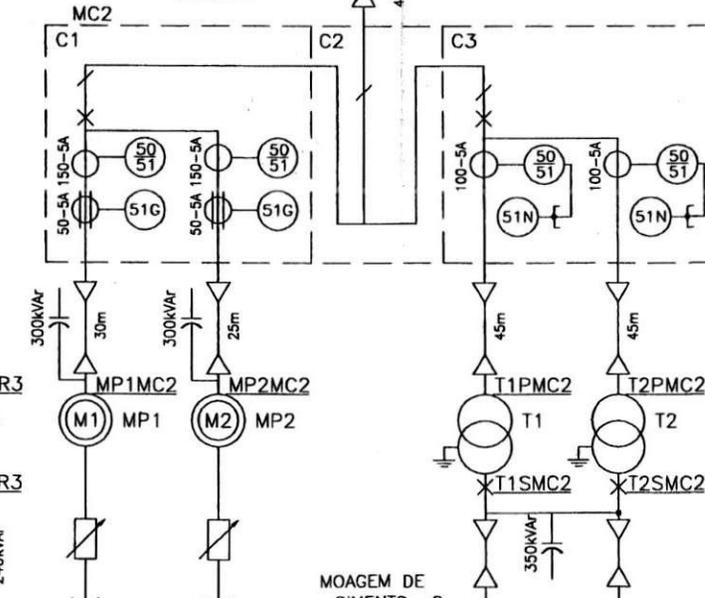


FORNO 3 HB

M. INTER No.1 1200kW 6,6kV - A 888 rpm	M. INTER No.2 1200kW 6,6kV - A 888rpm	M. EXAUST. QAF 1200kW 6,6kV - A 888rpm
---	--	---

TRAF0 No.1 1000kVA 6,6kV - 0,44kV Dyn 5,44%	TRAF0 No.2 1000kVA 6,6kV - 0,44kV Dyn 5,44%	TRAF0 No.3 1000kVA 6,6kV - 0,44kV Dyn 5,44%	TRAF0 4 2000kVA	TRAF0 5 1000kVA
--	--	--	--------------------	--------------------

MOCIM2



MOAGEM DE CIMENTO 2

M. PRINCIPAL 1200kW 6,6kV 888rpm	M. PRINCIPAL 1200kW 6,6kV 888rpm
---	---

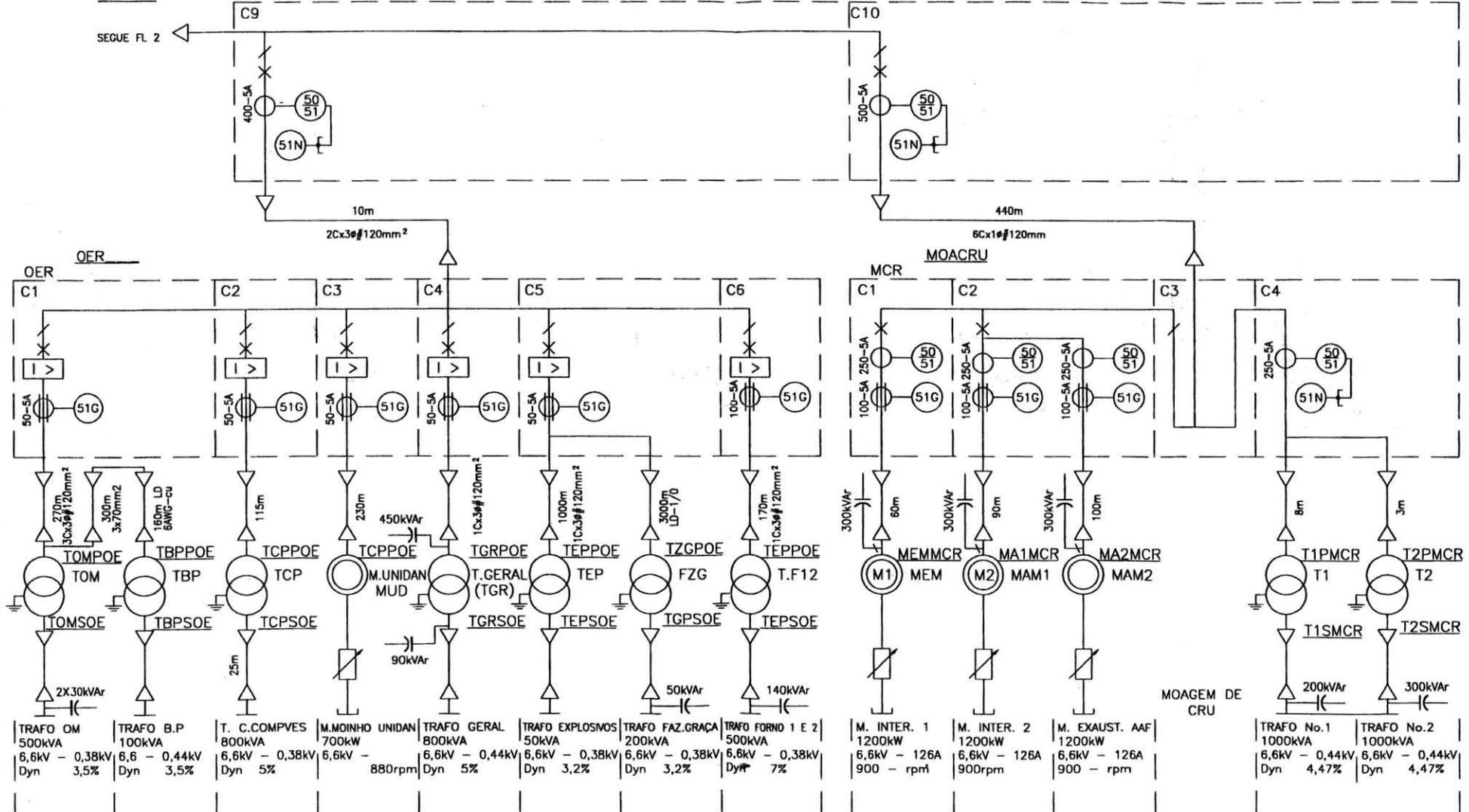
TRAF0 No.1 1000kVA 6,6kV - 0,46kV Dyn 4,47%	TRAF0 No.2 1000kVA 6,6kV - 0,46kV Dyn 4,47%
--	--

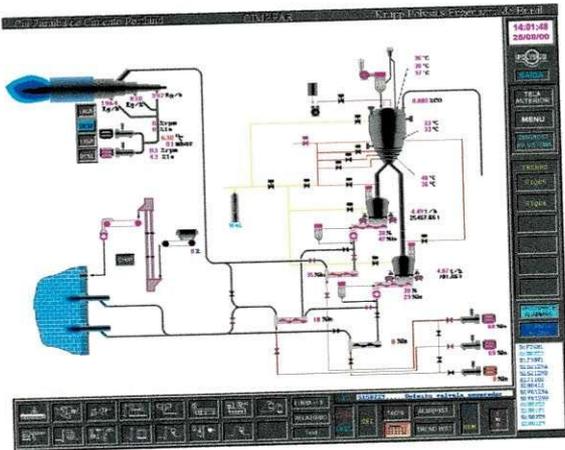
AL - OER
 PN
 PC
 PR

AL - MCR
 PN
 PC
 PR

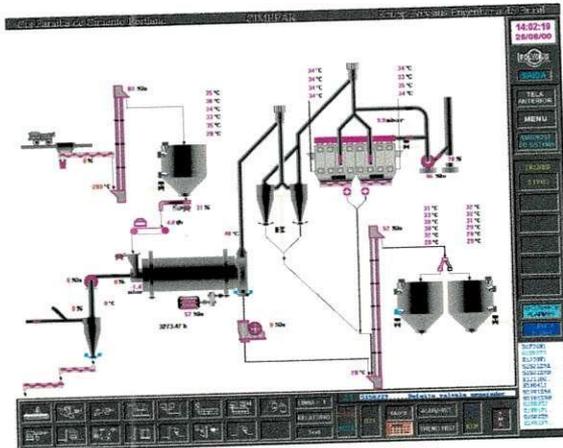
BARRA3

SEQUE FL. 2

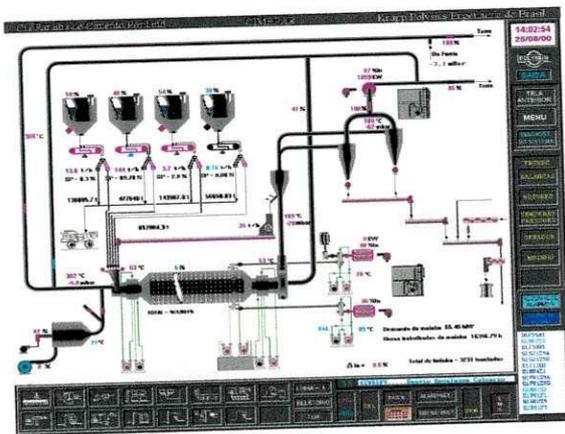




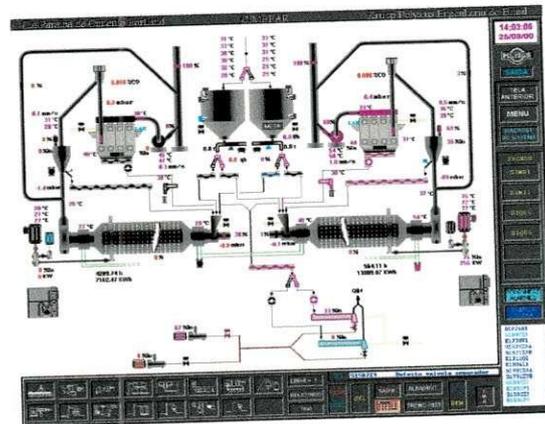
Pré- calcinação



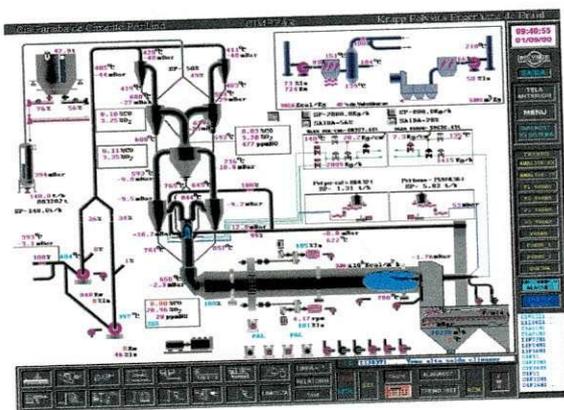
Alimentação do carvão



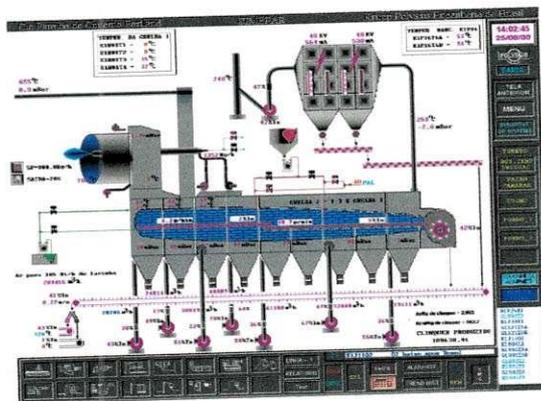
Moagem de Cru



Sistema de Moagem e Secagem do Petrocoque



Forno III - clinquerização



Resfriador de clínquer

Outras Considerações

Um novo conceito de controle vem ganhando um espaço cada vez maior no mercado. A CPU do CLP é substituída por um processador de mercado enquanto o controle passa a ser feito por softwares desenvolvidos especialmente para essa função, baseados na norma IEC 1131-3, que são chamados de *Soft Logic*. Dentre os vários benefícios desse novo conceito, pode-se citar o fato de se ter em uma mesma máquina controle e interface homem-máquina, além dos recursos de comunicação em redes e troca de dados via WEB.

CONTROLE EM TEMPO REAL

Um dos pontos de maior controvérsia quando se discute a adoção de *Soft Logic* na substituição de CLP's tradicionais é a confiabilidade da CPU do microcomputador tipo PC (*Personal Computer*) em relação à CPU dos CLP's. Os estudos mais recentes a respeito deste assunto mostram que o fator TBF (*Time Between Failures ou Tempo Entre Defeitos*) dessas duas CPU's é praticamente o mesmo, o que enfraquece o argumento de não se usar PC's por não apresentar a devida contabilidade. O que deve ser realmente levado em conta é o Sistema Operacional, fonte, barramentos, etc., pois isto sim pode gerar falhas.

Conclusão

Este estágio teve para nós um significado singular já não tivemos nenhuma atividade deste tipo durante todo o curso de graduação. Praticamente, foi o nosso primeiro contato com uma empresa e com a realidade do mercado de trabalho que nos espera. Este contato nos causou um profundo enriquecimento, não só do ponto de vista técnico, bem como no lado pessoal, quando pudemos ao longo de todo este período, conviver com uma gama de pessoas e portanto de mundos diferentes.

O modo de funcionamento e gerenciamento da empresa/indústria também foi um ponto de aprendizado. Como é um grupo privado e multi-nacional, nos chama bastante atenção, a importância dada a contínua operação da fábrica. Ao contrário de uma empresa estatal, não há distinção entre dia ou noite ou feriado, quando o assunto é a produção e há um interesse comum, espontâneo ou não, para o perfeito funcionamento da unidade. Há pontos positivos neste aspecto, no entanto, pensar e agir desta forma termina por facilitar o surgimento de problemas secundários como os de ordem trabalhista (férias acumuladas, folgas não gozadas, alto tempo de permanência na fábrica) e os da ordem de saúde como índice significativo de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, principalmente nos funcionários terceirizados. Embora já sabendo da existência deste e de outros problemas que observamos ao longo de nosso estágio, a sensação de verificar ou de visualizar tal situação, enquanto cidadão, nos imbuí uma proporção muito maior desta questão, uma vez que estes problemas são conseqüências principais da globalização que se submetem as empresas públicas ou privadas em nosso país.

Sobre os conhecimentos técnicos adquiridos, a avaliação é bastante positiva. Absorvemos durante o estágio um grande número de informações a respeito da qualidade, confiabilidade e continuidade de um sistema elétrico, que sem sombra de dúvida, é o elemento condicional neste processo. Daí, a necessidade de uma equipe de manutenção com conhecimento técnico do processo e de sua sistemática de controle além de possuir múltipla capacitação máxima energia, criatividade e espírito empreendedor. Em sumo, o que podemos concluir é que, para qualquer indivíduo “ O requisito mais importante para um profissional hoje em dia, é o de não se colocar limites. “

Bibliografia

ABB Service – Asea Brow Boveri — Relatório de Análise do Sistema Cimepar – Setembro 2000.

I Encontro Senior de Engenharia Elétrica - Sênior Engenharia. Belo Horizonte, 1999.

Relatório Grupo Cimpor – Brasil - Fábrica de João Pessoa, 2000.

In Tech Brasil - Ano III – nº 25 – Junho de 2000, FCC Editora

Curso Avançado de Programação e Operação CLP – 5 Centro de Treinamento e Performance Rockwell Automation, 1999.

Software de Programação A.I. Séries para Clp – 5 Manual de Treinamento Centro de Treinamento e Performance Rockwell Automation, 1999.