



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

RODOLFO ALENCAR DE MEDEIROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

**EMPRESA
CCW ENGENHARIA LTDA**

Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2010

RODOLFO ALENCAR DE MEDEIROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

EMPRESA
CCW ENGENHARIA LTDA

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

Área de Concentração: Sistemas Elétricos de Potência

Orientador:
Prof. George Rossany

Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2010

Agradecimentos

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela força e pela insistência que me permitiu chegar a esse momento tão importante de minha vida.

A toda minha família, especialmente aos meus Pais, Silvano Alencar e Maria de Fátima por me incentivarem e me ajudarem nos momentos mais difíceis pelos quais passei.

Aos professores do Curso de Engenharia Elétrica pela grande participação em minha formação acadêmica, em especial ao Professor George Rossany pelo apoio e participação valiosa na elaboração desse trabalho.

Aos engenheiros Wilson Medeiros de Goes e Carlos Nelson por me darem a oportunidade de realizar trabalhos como este, também agradeço aos meus companheiros de trabalho na CCW Engenharia pela ajuda e incentivo.

Aos amigos e companheiros, Péter uirle, Éder Alelaf, Joálison Guedes, Sonaldo Vital, Bruno Patrício, Pedro Manoel, Rodrigo Almeida, Luciano Ribeiro, Francisco das Chagas, Antônio Alberto, Renemax de Oliveria, Jamison Mota, Leonardo Teodósio, entre outros, que foram de grande importância para minha formação acadêmica.

Resumo

Esse trabalho tem como objetivo detalhar alguns dos trabalhos executados durante o período de estágio na Empresa CCW ENGENHARIA LTDA localizada em Natal-RN. Foram realizados trabalhos em uma vasta área de aplicação em sistemas elétricos de potência: instalações elétricas, gerenciamento de energia e proteção de sistemas elétricos. Um Estágio bastante prático, onde se puderam aplicar muitos dos conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Elétrica pela UFCG, também foi um estágio de cunho comunicativo, visto que foi dada oportunidade de comunicação com outras pessoas da área da engenharia elétrica de todas as partes do País.

Sumário

Lista de Ilustrações	5
Lista de Tabelas	6
1 Introdução	7
2 CCW ENGENHARIA LTDA	8
3 Atividades Desenvolvidas	10
3.1 Manutenção Preventiva e Corretiva das subestações da Usina Estivas	10
3.1.1 Manutenção de Banco de Capacitores	10
3.1.2 Aterramento nas grades metálicas da Subestação	11
3.1.3 Manutenção dos Disjuntores de Média Tensão	12
3.1.4 Manutenção dos Transformadores	13
3.1.5 Manutenção das Chaves Seccionadoras	14
3.1.6 Manutenção dos Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT's)	15
3.1.7 Medição de Resistência de Isolamento	15
3.2 Medição de Resistência de Aterramento na SCHAHIN	18
3.3 Divisão de cargas nas instalações da ASPERBRAS	23
3.4 Instalação de Sistemas de Alarme na AMBEV	29
3.4.1 Configuração das Instalações Elétricas anteriores	29
3.4.2 Futuras Instalações	30
3.5 Instalação de um Banco de Capacitor na Procuradoria Geral de Justiça do RN	31
4 Conclusão	35
Referências Bibliográficas	36
Anexo A	37
Anexo B	38
Anexo C	39
Anexo D	40

Lista de Ilustrações

Figura 1 - CCW ENGENHARIA.....	9
Figura 2 - Banco de Capacitor.....	11
Figura 3 - Grade metálica com sistema de aterramento.	12
Figura 4 - Disjuntor 13.8kV, 15kA, AREVA.....	13
Figura 5 - Transformador WEG de 1000 kVA.....	14
Figura 6 - Chave Seccionadora.	15
Figura 7 - Megômetro Digital.	16
Figura 8 - Teste de Resistência de Isolamento de um Disjuntor.	17
Figura 9 - Teste de Resistência de Isolamento de um Transformador.	18
Figura 10 - Esquema da utilização de um aterramento elétrico.	19
Figura 11 - Esquema de ligação do Terrômetro Digital.	20
Figura 12 - Características Resistência X Distância (MAMEDE, 1993).	21
Figura 13 - Características construtivas da malha de terra da SCHAHIN.	22
Figura 14 - Curva Resistência X Distância da SCHAHIN.....	23
Figura 15 - Barramento antes da divisão.....	24
Figura 16 - Esquema da transferência de Carga.....	25
Figura 17 - Circuito de comando para Transferência De Carga.....	26
Figura 18 - Circuito de sinalização da Transferência de Carga.....	27
Figura 19 - Quadro para transferência de carga.	28
Figura 20 - Sinalização da transferência de carga.....	28
Figura 21 - Quadro para Transformação e retificação da tensão da Rede.....	29
Figura 22 - Quadro para conversão da tensão 125 Vcc - 24 Vcc.....	30
Figura 23 - Circuito de controle e comando do sistema de alarme contra incêndio.....	31
Figura 24 - Quadro automático para correção de fator de potência.	34
Figura 25 - alarmes visuais e sonoros.	37
Figura 26 - Diagrama lógico do sistema de alarme contra incêndio da AMBEV.....	38
Figura 27 - FP original x FP desejado.....	39
Figura 28 - Esquema das instalações do banco de capacitores.	40

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Dados das medições de resistência de isolamento	22
Tabela 2 - Consumo Reativo e Ativo das instalações da Procuradoria Geral de Justiça	33

1 Introdução

O presente relatório foi desenvolvido com a finalidade de relatar as atividades realizadas pelo estagiário Rodolfo Alencar de Medeiros, aluno do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, na empresa CCW ENGENHARIA LTDA, durante o período de 10 de Maio de 2010 a 08 de Novembro de 2010.

A disciplina de Estágio Integrado visa aumentar a integração entre a empresa, o aluno e a universidade, assim como, preparar o aluno para enfrentar o mercado de trabalho. Na empresa, o aluno pode expor seus conhecimentos adquiridos durante a sua vida acadêmica, adquirir conhecimentos não só no trabalho como também de vida e participar da rotina da empresa e de seus empregados.

O estágio foi supervisionado pelo Engenheiro Wilson Medeiros de Goes, Carlos Nelson e pelo professor George Rossany.

Neste relatório serão descritos alguns dos trabalhos realizados durante todo o estágio, assim como os métodos utilizados para esse fim.

2 CCW ENGENHARIA LTDA

Fundada em 1998, a CCW ENGENHARIA LTDA é uma empresa especializada em serviços de eletricidade em Média e Baixa Tensão. Constituída por profissionais oriundos da COSERN e com experiência na elaboração de diversas portarias e resoluções do setor elétrico, está capacitada a prestar serviços de assessoramento para solucionar problemas junto à concessionária e ou requerer benefícios legais que permitem a redução do custo de energia elétrica.

Alguns dos serviços prestados pela empresa:

- Assessoria e consultoria na área de energia elétrica
 - Verificação da possibilidade de obtenção de benefícios tarifários;
 - Identificação de falhas no faturamento das contas de energia, elaborando dossiê para recuperação dos valores pagos;
 - Assessoramento sobre toda a legislação do setor elétrico, auxiliando os clientes em conflitos com a concessionária local;
 - Estudos de adequação tarifária;
 - Estudo de viabilidade de geração própria durante o horário de ponta.

- Projeto, construção e manutenção de linhas, redes e subestações de baixa e média tensão
 - Execução de Projetos elétricos, fornecendo especificações técnicas detalhadas, lista de materiais, desenhos e diagramas unifilares;
 - Construção de linhas, redes e subestações de média tensão, executando montagem de quadros e painéis, iluminação comercial, industrial, pública e/ou decorativa, etc;
 - Manutenção preventiva e corretiva de linhas, redes e subestações, realizando testes, tais como de resistência ôhmica de isolamento, nível de iluminação, detecção de pontos quentes (infravermelho), resistência de terra, detecção de harmônicos de tensão e corrente, etc.

- Adequação do novo fator de potência à nova instalação
- Análise de hábitos de consumo, do sistema de iluminação, refrigeração, aquecimento, motores utilizados e sistemas de partida, circuitos elétricos, etc., objetivando reduzir o consumo mensal de energia elétrica.
 - Medição de parâmetros elétricos
 - Medição de resistividade do solo (Ω), resistência de isolamento ($M\Omega$) e nível de iluminamento (Lux). Registro de grandezas elétricas: tensão, corrente, energia ativa e reativa como também os harmônicos de tensão e corrente.
 - Projeto e Construção de Sistemas Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

A Figura 1 ilustra as instalações da CCW ENGENHARIA LTDA.



Figura 1 - CCW ENGENHARIA.

3 Atividades Desenvolvidas

3.1 Manutenção Preventiva e Corretiva das subestações da Usina Estivas

Foi solicitada à CCW ENGENHARIA uma manutenção preventiva/corretiva de 32 subestações pertencentes à Usina Estivas, atuação na produção de açúcar e produtos relacionados, sendo localizada na cidade de Goianinha-RN. A maior parte dessas subestações abastece casas de bombas que são utilizadas para a irrigação de todo o canal. Sendo localizadas em maior parte em locais de difícil acesso e distantes das cidades, ficam constantemente expostas ao efeito de poeira, umidade e animais selvagens que prejudicam o bom funcionamento dos equipamentos que a compõe.

Para cada subestação foram contratados vários serviços que diferiam de acordo com cada subestação. A seguir são listados e descritos alguns dos serviços contratados e executados pela CCW ENGENHARIA.

3.1.1 Manutenção de Banco de Capacitores

Os bancos de capacitores são um dos principais componentes de uma subestação de energia elétrica. Evitam o gasto excessivo com o excedente de potência reativa, que no caso é ocasionada predominantemente por motores de alta potência elétrica. Diante dessas circunstâncias foi solicitada a manutenção preventiva no que se diz respeito à limpeza e reaperto das conexões e a manutenção corretiva que compreendia a troca dos capacitores danificados.

Inicialmente, foi verificado e testado o funcionamento de cada banco pertencente à subestação, caso algum deles não estivesse em conformidade com as condições pré-estabelecidas na fabricação, eram realizados testes com um aparelho de medição de capacitância (capacímetro). Caso algum estivesse fora de operação (defeito), trocava-se por um novo de igual potência reativa. Ainda referente ao mesmo banco, também foram realizadas manutenções preventivo-corretivas das chaves fusíveis de proteção dos

bancos de capacitores, substituindo-se as defeituosas. A Figura 2 ilustra um banco de capacitor sob manutenção.



Figura 2 - Banco de Capacitor.

3.1.2 Aterramento nas grades metálicas da Subestação

Por motivos de segurança e precaução com choques elétricos foram aterradas todas as grades metálicas da subestação, com isso qualquer fuga de corrente ocasionada por algum equipamento da SE iria diretamente para a malha de aterramento, deixando o operador com certo nível de segurança com relação a corrente elétrica. Na Figura 3 pode ser visto uma grade de segurança com aterramento.



Figura 3 - Grade metálica com sistema de aterramento.

3.1.3 Manutenção dos Disjuntores de Média Tensão

No disjuntor geral de média tensão foram realizados serviços, como:

- Troca do óleo isolante entre os terminais primários e secundários quando necessário;
- Limpeza dos isoladores de alta para a terra visto que encontravam-se com muita poeira ocasionando um decréscimo na rigidez dielétrica, facilitando assim um meio de escoamento para a corrente elétrica;
- Limpeza e ajuste do sistema mecânico para abertura dos contatos por sobrecorrente;
- E por fim, o teste de resistência de isolamento do óleo isolante e dos isoladores de sustentação. O Megômetro Digital, aparelho usado para a medição de resistência de isolamento, foi utilizado para verificar as condições dos sistemas de isolamento do Disjuntor. Na Figura 4 pode ser visto um Disjuntor na qual foi realizada manutenção.



Figura 4 - Disjuntor 13.8kV, 15kA, AREVA.

3.1.4 Manutenção dos Transformadores

Se não o mais importante equipamento de uma subestação, o transformador é completamente essencial, daí a necessidade de regularidade em manutenções preventivas. Cada subestação tinha pelo menos um transformador (Figura 5), aéreo em subestação do tipo abrigada, tomando como exemplo o caso de subestação abrigada, foram realizados os seguintes serviços:

- Limpeza das buchas de alta e baixa tensão;
- Substituição do silicagel, material usado para retirar a umidade do óleo, pois a mesma é um fator muito importante no que se diz respeito à rigidez dielétrica do material isolante;
- Reaperto das conexões dos barramentos para extinção de possíveis pontos quentes;

- Teste de resistência de isolamento entre os terminais de alta, baixa e terra;
- Retirada do óleo para uma análise mais detalhada e precisa que a feita utilizando o Megômetro (análise cromatográfica).



Figura 5 - Transformador WEG de 1000 kVA.

3.1.5 Manutenção das Chaves Seccionadoras

Equipamento usado principalmente para realização de manobras, permitindo o manuseio e manutenção nos demais equipamentos a jusante dela.

Nas chaves seccionadoras das subestações apenas eram realizadas a limpeza, e a verificação se os contatos estavam fechando e abrindo de forma síncrona, ou seja, ambos os contatos abriam ou fechavam de forma perfeita. A Figura 6 ilustra uma chave seccionadora tripolar de 15kV, depois de realizada a manutenção.

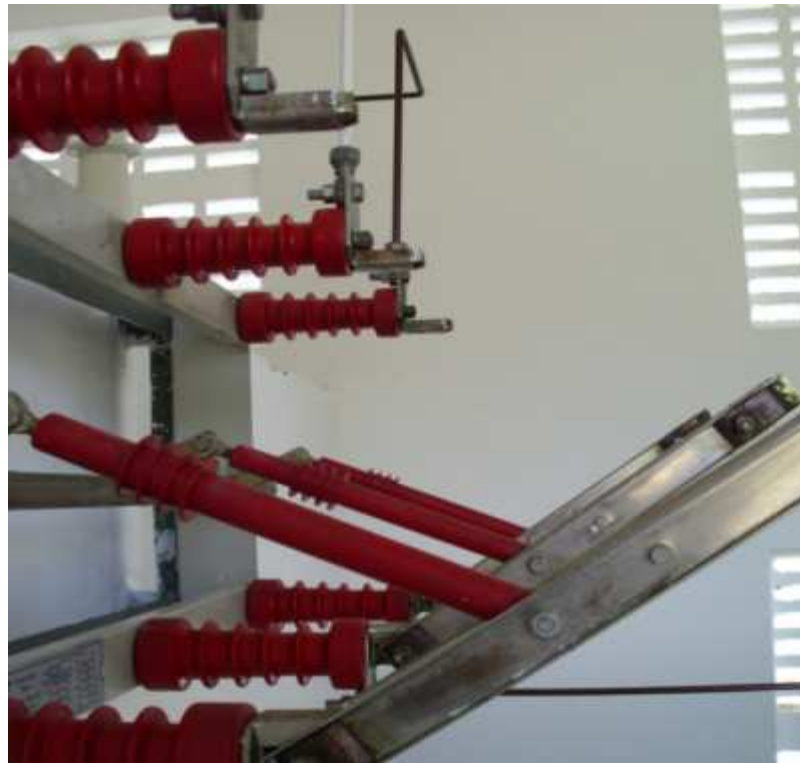


Figura 6 - Chave Seccionadora.

3.1.6 Manutenção dos Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT's)

Os quadros de baixa tensão gerenciam o fornecimento de energia para as cargas. Com o passar do tempo ficam empoeirados, surgem pontos quentes nas conexões dos componentes internos, há casos em que animais e insetos entram no quadro e fecham curtos entre fases, daí é feita a limpeza geral interna e o reaperto de todas as conexões,

3.1.7 Medição de Resistência de Isolamento

Para a medição de resistência de isolamento foi utilizado o aparelho Megômetro. Seu funcionamento é semelhante ao de uma fonte de tensão contínua, aplica uma diferença de potencial de 1kV, 2,5kV, 5kV ou 10kV, sendo escolhido o nível de tensão aplicada de acordo com a tensão em que o equipamento a ser testado opera. O Megômetro utilizado pode ser visto na Figura 7.



Figura 7 - Megômetro Digital.

A seguir são apresentados os passos básicos para a realização dos testes de resistência de isolamento nos disjuntores e transformadores.

- Disjuntores

O teste de resistência de isolamento dos disjuntores consiste em três etapas:

1º) O teste de isolamento do óleo da câmara de extinção é feito aplicando uma tensão contínua entre o terminal primário e o secundário, com os contatos do disjuntor abertos, uma fotografia do teste é mostrada na Figura 8.

2º) O teste do isolamento do isolador superior primário é feito aplicando uma tensão contínua entre o terminal superior e o terra com o disjuntor aberto;

3º) E o teste do isolamento do isolador inferior primário é feito aplicando uma tensão contínua entre o terminal inferior e o terra, com o disjuntor aberto.



Figura 8 - Teste de Resistência de Isolamento de um Disjuntor.

- Transformadores de 13.8kv/380V
O teste de resistência de isolamento dos transformadores é semelhante aos dos disjuntores, diferindo em alguns detalhes:
 - 1º) O teste de isolamento do óleo do transformador é realizado aplicando uma tensão de no máximo 5 kV (tensão máxima para que não haja danos ao verniz das bobinas de baixa tensão) entre os terminais de alta e baixa tensão;
 - 2º) O teste de isolamento dos terminais de alta tensão são feitos colocando uma tensão de até 10kV nos terminais de alta tensão com referência na carcaça aterrada, esse teste pode ser visto na Figura 9;
 - 3º) O teste de resistência de isolamento dos terminais de baixa tensão são realizados aplicando uma tensão de até 2,5kV nos terminais de baixa tensão, colocando a referência na carcaça aterrada.



Figura 9 - Teste de Resistência de Isolamento de um Transformador.

3.2 Medição de Resistência de Aterramento na SCHAHIN

A SCHAHIN é uma empresa atuante na perfuração de poços de petróleo, tem plataformas em vários estados do Brasil, inclusive em Natal – RN. Será apresentado um breve desenvolvimento teórico sobre aterramento elétrico, seguindo com o estudo sobre a medição da resistência da malha de terra da SCHAHIN Natal.

➤ Aterramento

Aterrar o sistema, ou seja, ligar intencionalmente um condutor fase ou, o que é mais comum, o neutro à terra, tem por objetivo controlar a tensão em relação à terra dentro de limites previsíveis. Esse aterramento também fornece um caminho para a circulação de corrente que irá permitir a detecção de uma ligação indesejada entre os condutores vivos e a terra. Isso provocará a operação de dispositivos automáticos que removerão a tensão nesses condutores. O controle dessas tensões em relação à terra limita o esforço de tensão na isolação dos condutores, diminui as interferências

eletromagnéticas e permite a redução dos perigos de choque para as pessoas que vierem a entrar em contato com os condutores energizados.

O aterramento está presente em diversos sistemas de proteção dentro de uma instalação elétrica: proteção contra choques, contra descargas atmosféricas, contra sobretensões, proteção de linha de sinais e de equipamentos eletrônicos e proteções contra descargas eletrostáticas (. Para efeito de compreensão é conveniente separar os casos, porém, na execução dos sistemas, o que existe é um único aterramento. A Figura 10 ilustra o esquema de utilização de um aterramento elétrico.

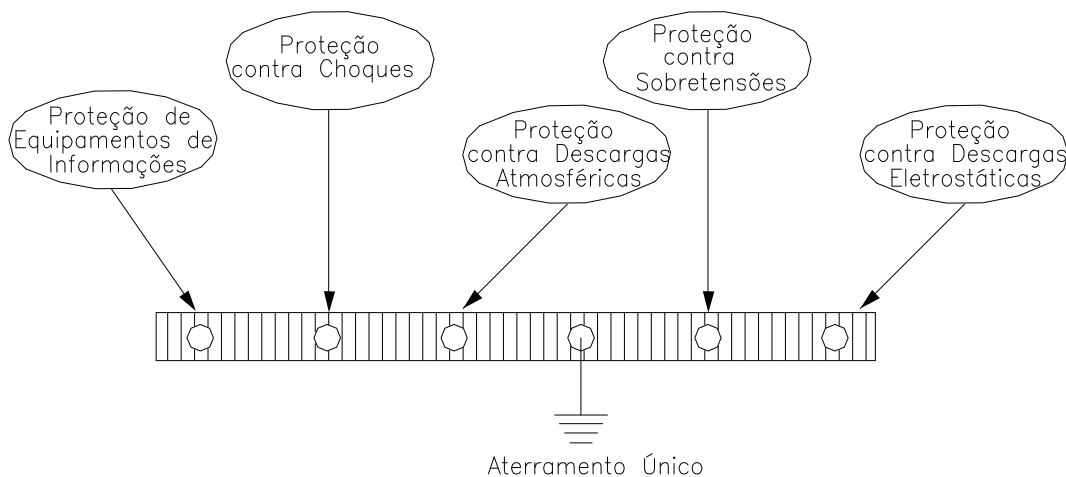


Figura 10 - Esquema da utilização de um aterramento elétrico.

Para medir a resistência de aterramento de um sistema de aterramento, foi utilizado o “TERROMETRO DIGITAL MEGABRAS MTD - 20 KW”. Para isso foram usadas duas hastes como eletrodos auxiliares. Estas hastes cravam-se no terreno formando uma linha reta com o sistema de aterramento a ser medido.

A haste mais distante em relação ao sistema de aterramento atua como eletrodo de corrente (haste de corrente) a outra haste atua como eletrodo de tensão (haste de potencial). O esquema para medição da resistência de terra é mostrado no na Figura 11.

O Terrômetro Digital aplica uma corrente através do terminal I_1 retornando corrente pelo terminal I_2 , fechando o circuito. A corrente que circula pelo circuito é constante, pois a mudança da haste de potencial não altera a distribuição de corrente.

A circulação de corrente pelo solo gera potenciais no mesmo, dessa forma o Terrômetro mede a tensão entre o eletrodo de tensão V_1 e o sistema de aterramento. A Figura 11 ilustra o esquema da ligação do Terrômetro Digital.

O equipamento utiliza a corrente que gera e lê a diferença de potencial, obtendo o valor da resistência pela equação: $R = V/I$.

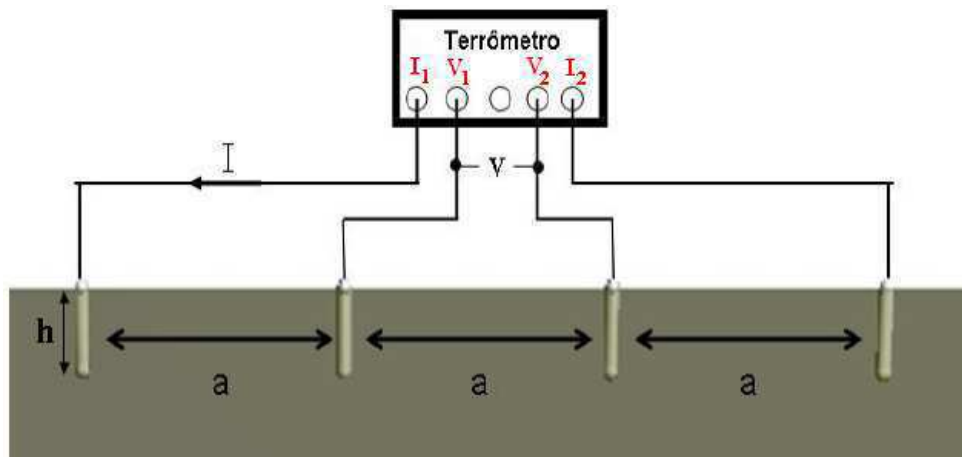


Figura 11 - Esquema de ligação do Terrômetro Digital.

Pesquisando o perfil do potencial que se cria no terreno, pode-se observar que a tensão aplicada não se distribui uniformemente. Efetivamente na proximidade de ambos os eletrodos aparecem importantes gradientes de potencial, mas existe uma zona onde o potencial é constante, o patamar de potencial. Essa característica pode ser vista na Figura 12.

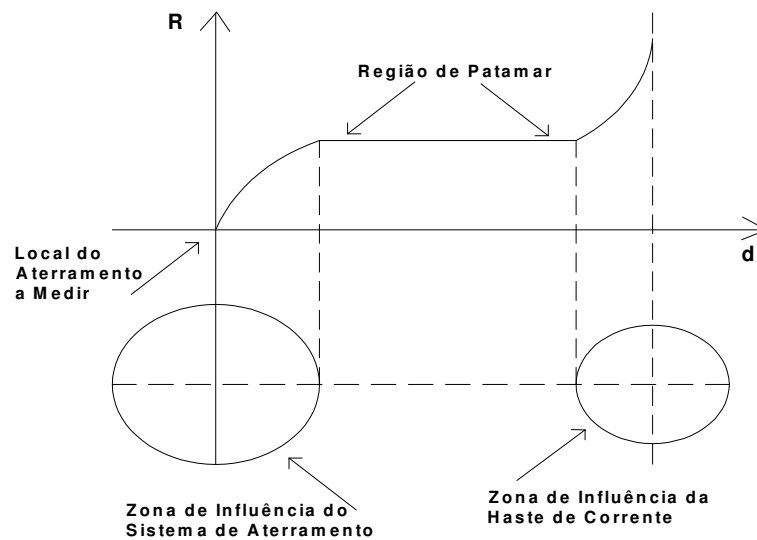


Figura 12 - Características Resistência X Distância (MAMEDE, 1993).

➤ Medição da resistência da malha de terra da SCHAHHIN

O sistema de aterramento da SCHAHHIN apresenta as seguintes características:

- Malha composta por 04 hastes de 2,40 metros comprimento;
- Todas as hastes são interligadas com uma malha formada por condutores de cobre nu de 35 mm²;
- Todas as conexões são do tipo exotérmica;
- Dimensões da malha: 50 x 50 metros

Para melhor compreensão, a Figura 13 ilustra as características construtivas da malha de terra citadas acima.

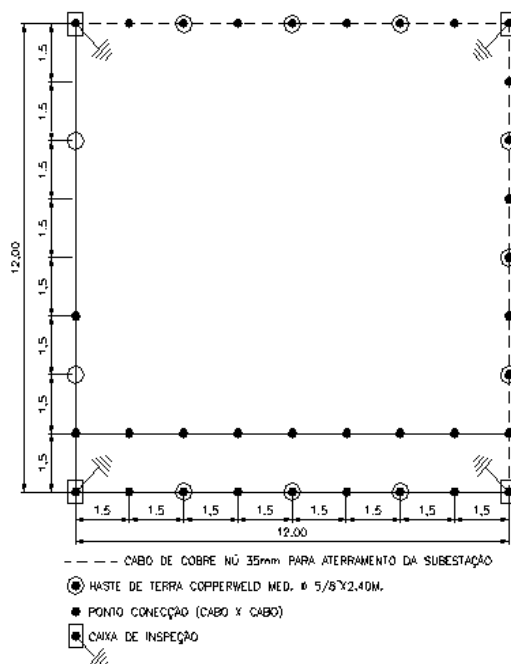


Figura 13 - Características construtivas da malha de terra da SCHAHIN.

Após as medições realizadas na malha de aterramento da SCHAHIN, foi gerado os dados de resistência de aterramento em função da distância, os dados e a curva de medições estão na Tabela 1 e na Figura 14, respectivamente.

Tabela 1 - Dados das medições de resistência de isolamento

Tabela de medição da resistência de terra															
Direção 01															
D1(m)	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
D2(m)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
P (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
R (Ω)	2.0	3.5	4.2	4.8	5.2	5.8	6.4	7.1	7.7	9.1	11.4	14.5	19.7	28.0	32.5

Onde:

D1 = distância do sistema de aterramento a haste C;

D2 = distância do sistema de aterramento a haste P;

P = profundidade das hastes no solo;

R = resistência medida.

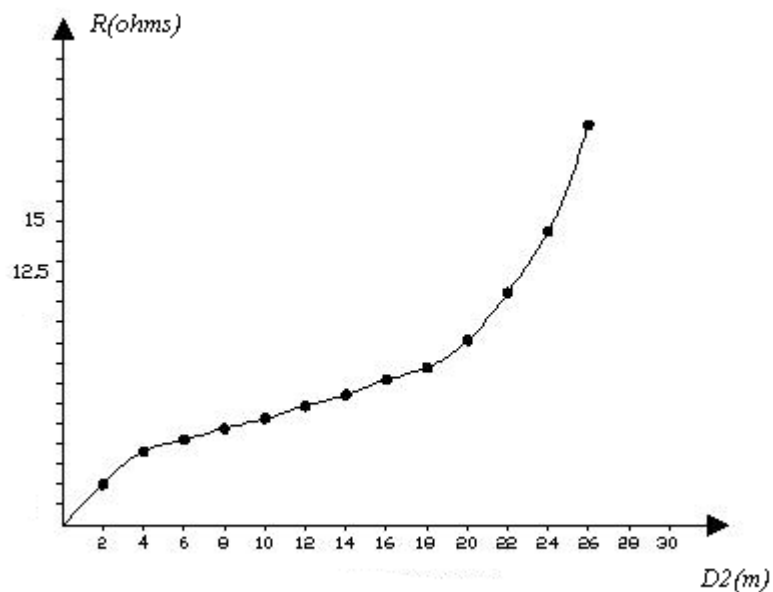


Figura 14 - Curva Resistência X Distância da SCHAHIN.

Segundo a Figura 14, podemos considerar que a região de patamar (região onde a resistência de terra é aproximadamente constante) está entre os pontos 4 e 20 metros no eixo das distâncias. Portanto o valor da resistência de terra (R_{TERRA}) do sistema de aterramento, no momento da medição, pode ser considerado como sendo o valor médio, durante algumas variações de distância, em que a resistência medida menos sofreu variações. Dessa forma adotamos o valor de 6Ω para a resistência de patamar.

$$R_{TERRA} \cong 6\Omega$$

O valor de resistência de terra que o sistema de aterramento apresentou no momento da medição estava em conformidade com a norma NBR 5410 – 1997/98, que está fixado para um valor de Resistência de aterramento de no máximo 10Ω .

3.3 Divisão de cargas nas instalações da ASPERBRAS

A ASPERBRAS tinha em suas instalações apenas um transformador de 500 kVA e um gerador de 405 kVA, mas com o crescimento de carga foi necessário o uso de outro transformador de 500 kVA em conjunto com outro gerador. Salientando que em diferentes momentos do ano, a ASPERBRAS trabalhava com um número reduzido

de cargas não sendo necessário o uso dos dois transformadores ao mesmo tempo. Diante dessa necessidade, a equipe da CCW ENGENHARIA propôs uma divisão de cargas através de um corte no barramento de força (Figura 15).



Figura 15 - Barramento antes da divisão.

Essa divisão separava a carga em duas, uma alimentada pela barra A e a outra pela barra B, sendo que a maneira com que esse barramento seria energizado dependeria de um disjuntor de transferência de carga (DT) colocado no Quadro de Transferência de Carga (QTC). O disjuntor selecionava a maneira com que a carga seria alimentada, através do Quadro Geral de Transferência 1 (QGT1) ou pelo QGT2. A Figura 16 mostra a disposição do disjuntor de transferência de carga, como também as possíveis transferências realizadas.

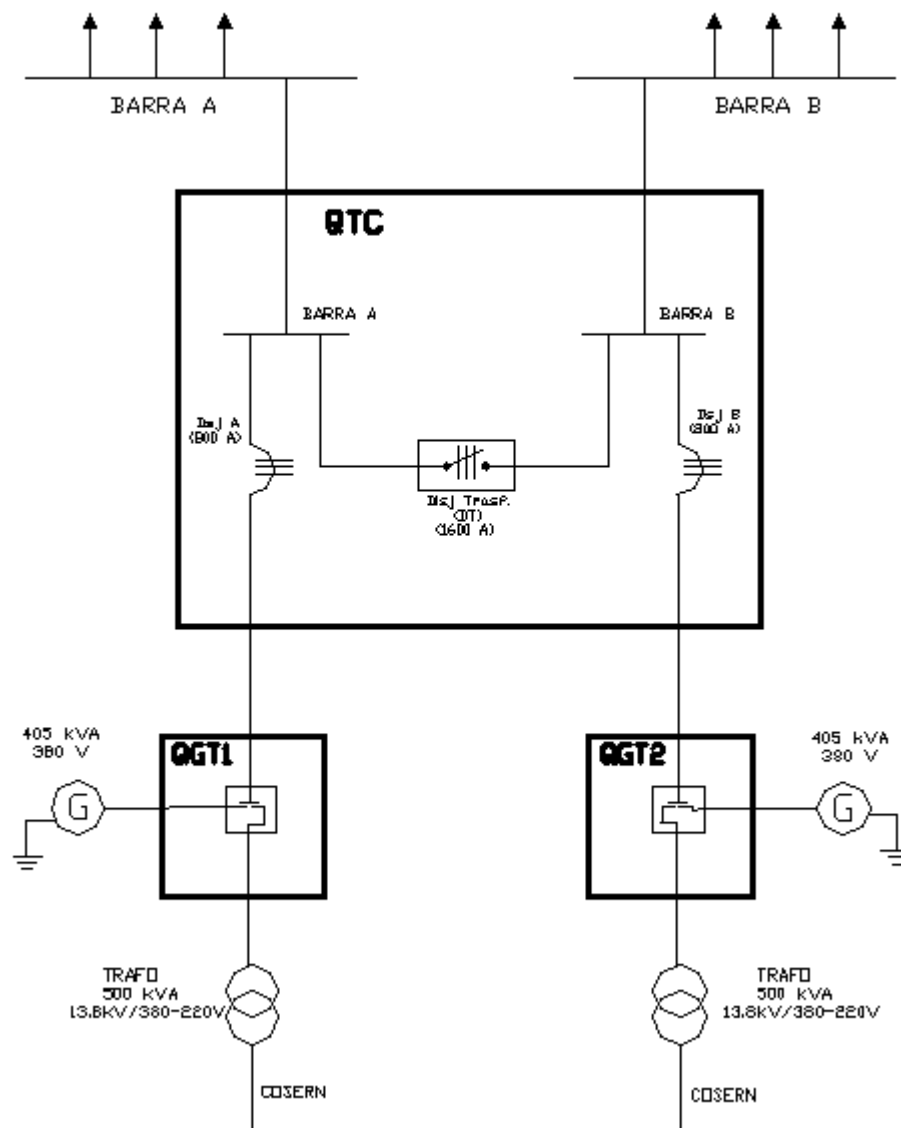


Figura 16 - Esquema da transferência de Carga.

Com essa configuração teríamos várias vantagens:

- A carga A poderia ser alimentada pelo transformador A e a carga B pelo transformador B, isso em condições normais de operação quando a carga estivesse com níveis elevados;
- Dependendo da situação o transformador A poderia ser desativado, fazendo com que a carga A fosse alimentada pelo transformador B;
- O transformador B poderia ser desativado, fazendo com que a carga B fosse alimentada pelo transformador A;

- Caso fosse necessária alguma manutenção em um dos lados da alimentação, o disjuntor faria a transferência fazendo com que a carga continuasse a ser alimentada pelo outro ramo da instalação.

Mas para essa configuração entrar em operação foi necessário a elaboração de um sistema de controle que realizasse a transferência. Na confecção do projeto, foi priorizada a segurança para que não houvesse nenhum tipo de conflito de tensões ou alimentação indevida por partes do transformador. Daí, foram criados vários tipos de intertravamentos elétricos feitos através de contactores auxiliares. O circuito de comando pode ser visto nas Figuras 17e 18.

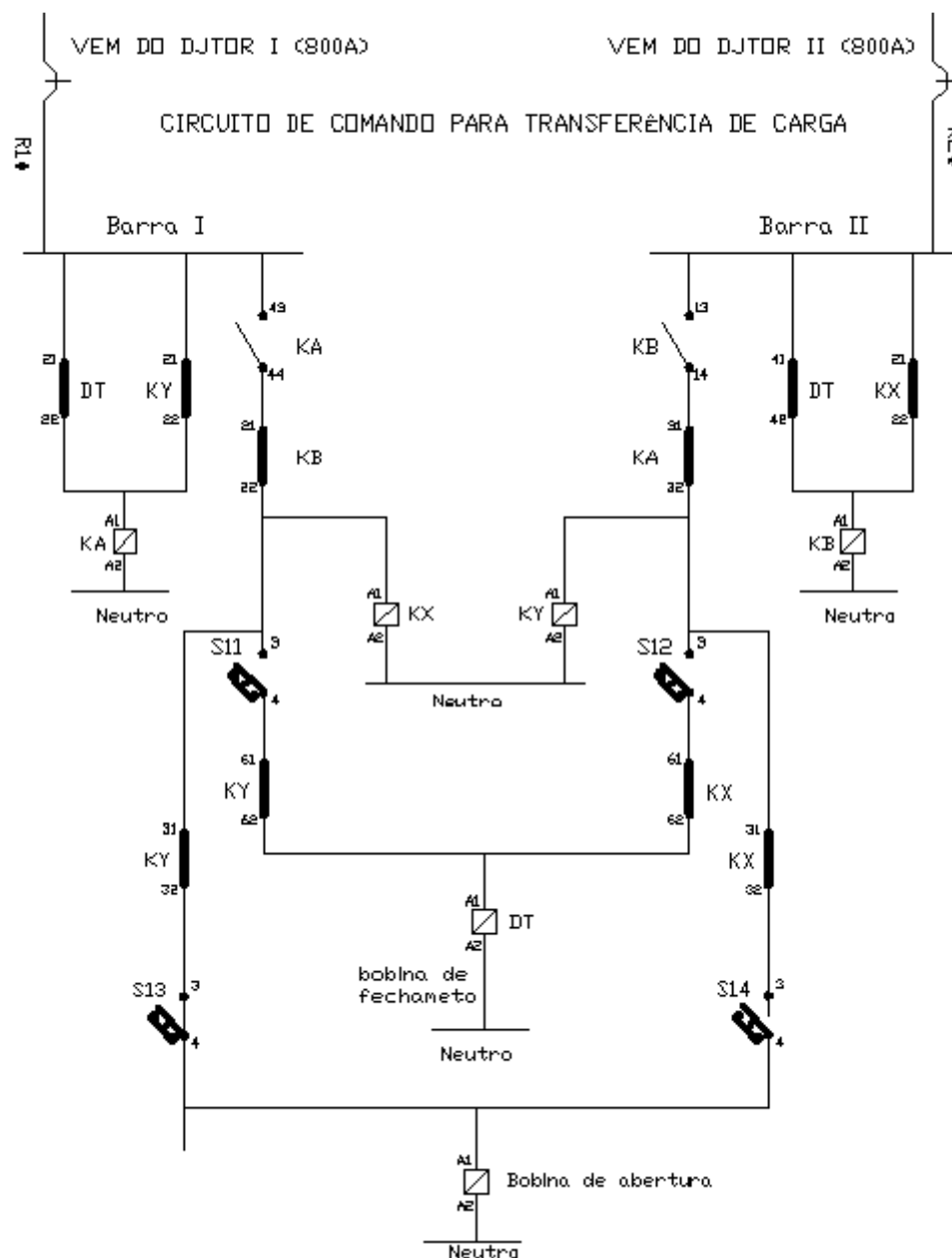


Figura 17 - Circuito de comando para Transferência De Carga

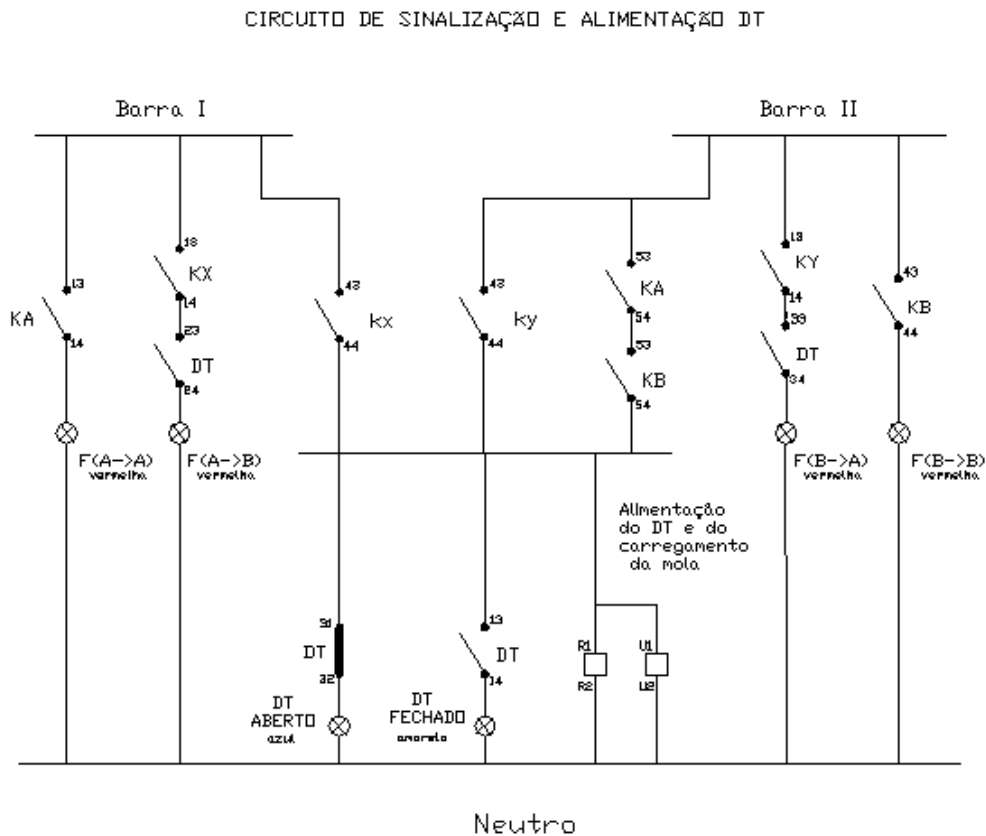


Figura 18 - Circuito de sinalização da Transferência de Carga

Com essa configuração o sistema estaria apto para a transferência de carga caso em alguns dos ramos estivesse com tensão em falta, ou seja, só poderia transferir a carga de B para o transformador A caso a barra B estivesse desenergizada, caso contrário o sistema de intertravamentos não permitiria. As Figuras 19 e 20 ilustram fotografias do sistema de sinalização que indica o status do disjuntor e da transferência de carga. A sinalização funciona da seguinte forma:

- F(A->A) - como a situação normal em que a carga A está sendo alimentada pelo próprio transformador A;
- F(B->B) - como a situação normal em que a carga B está sendo alimentada pelo próprio transformador B;
- F(A->B) - como o caso em que o disjuntor de transferência (DT) está fechado e, a carga B está sendo alimentada pelo transformador A;
- F(B->A) - como o caso em que o disjuntor de transferência (DT) está fechado e, a carga A está sendo alimentada pelo transformador B;

- DT ABERTO – caso em que o disjuntor está fora de operação;
- DT FECHADO – caso em que o disjuntor de transferência está em operação.

Com o projeto em mãos, foi construído o quadro de comando e transferência de carga para o sistema proposto. O quadro pode ser visto nas Figuras 19 e 20.



Figura 19 - Quadro para transferência de carga.



Figura 20 - Sinalização da transferência de carga

3.4 Instalação de Sistemas de Alarme na AMBEV

A Ambev é uma Empresa Multinacional com atuação na produção de bebidas, uma de suas filiais se localiza na cidade de Estremós no Rio Grande do Norte. Foi solicitada à CCW ENGENHARIA a substituição e instalação de um sistema de alarmes contra incêndio, visto que o anterior estava totalmente sucateado e não se adequava a Norma NBR 9441 que define os parâmetros dos sistemas de alarme e detecção de incêndio das instalações industriais em baixa tensão.

3.4.1 Configuração das Instalações Elétricas anteriores

As instalações elétricas existentes eram formadas por um conjunto de 10 sirenes elétricas programáveis distribuídas por todas as instalações da indústria, todas elas alimentadas com tensão contínua (Vcc). Essas sirenes eram alimentadas por um quadro de distribuição localizado na guarita, esse quadro era composto por um retificador trifásico que tinha como entrada a tensão alternada (Vca) da rede de distribuição, 380 Vca – 125 Vcc de saída (Figura 21), que alimentava todo o sistema de alarme contra incêndio em 125 Vcc.



Figura 21 - Quadro para Transformação e retificação da tensão da Rede.

3.4.2 Futuras Instalações

Diante da situação e, sabendo que a nova tensão de alimentação seria de 24 Vcc, visando economia e eficiência foi proposto à Ambev que na saída do quadro de distribuição existente, fosse colocado um sistema que convertesse a tensão de 125 Vcc para uma nova tensão de 24 Vcc. Esse sistema seria composto por dois conversores 125 Vcc- 24 Vcc, visto que cada sirene tem potência de 50 W (Anexo A) necessitou-se a divisão da carga entre dois conversores. Os alarmes sonoros e visuais, assim como o diagrama completo das novas instalações pode ser vistos nos Anexos A e B, respectivamente.

O quadro com os conversores e todo o sistema de controle e acionamento pode ser visto nas Figuras 22 e 23, respectivamente.



Figura 22 - Quadro para conversão da tensão 125 Vcc - 24 Vcc.



Figura 23 - Circuito de controle e comando do sistema de alarme contra incêndio.

Salientando que em paralelo com a saída dos conversores deve ser colocado um banco de baterias veiculares, conectadas de tal forma que a tensão permaneça próximo aos 24 Vcc diferindo apenas pelo valor da tensão de flutuação da bateria, mas exatamente com um valor 2% menor que o valor da saída do conversor. Dessa forma, em condições normais de operação o banco de baterias seria alimentado e carregado pelo conversor, evitando a alimentação contrária por parte das baterias que só devem alimentar a carga em caso de falta de energia na entrada do retificador trifásico. O diagrama unifilar das novas instalações do sistema de alarme contra incêndio é apresentado em Anexo B.

3.5 Instalação de um Banco de Capacitor na Procuradoria Geral de Justiça do RN

A atividade consistiu em suprir o excedente reativo e conseqüentemente o ajuste do fator de potência na Procuradoria Geral de Justiça, localizada no bairro de Candelária em Natal-RN.

Baixos valores de fator de potência são decorrentes de quantidades elevadas de energia reativa fluindo no sentido rede/consumidor. Essa condição resulta em aumento na corrente total que circula nas redes de distribuição de energia elétrica da concessionária e das unidades consumidoras, podendo sobrecarregar as subestações, as linhas de transmissão e distribuição, prejudicando a estabilidade e as condições de aproveitamento dos sistemas elétricos, trazendo inconvenientes diversos (MAMEDE, 2008), tais como:

- As perdas de energia elétrica ocorrem em forma de calor e são proporcionais ao quadrado da corrente total ($I^2 \times R$). Como essa corrente cresce com o excesso de energia reativa, estabelece-se uma relação entre o incremento das perdas e o baixo fator de potência, provocando o aumento do aquecimento de condutores e equipamentos.
- O aumento da corrente devido ao excesso de energia reativa leva a quedas de tensão acentuadas, podendo ocasionar a interrupção do fornecimento de energia elétrica e a sobrecarga em certos elementos da rede. Esse risco é, sobretudo acentuado durante os períodos nos quais a rede é fortemente solicitada. As quedas de tensão podem provocar ainda, a diminuição da intensidade luminosa das lâmpadas e aumento da corrente nos motores.
- A energia reativa, ao sobrecarregar uma instalação elétrica, inviabiliza sua plena utilização, condicionando a instalação de novas cargas a investimentos que seriam evitados se o fator de potência apresentasse valores mais altos. O “espaço” ocupado pela energia reativa poderia ser então utilizado para o atendimento de novas cargas. Os investimentos em ampliação das instalações estão relacionados principalmente aos transformadores e condutores necessários. O transformador a ser instalado deve atender a potência total dos equipamentos utilizados, mas devido a presença de potência reativa, a sua capacidade deve ser calculada com base na potência aparente das instalações.

A partir da tarifa de energia elétrica do mês de setembro de 2010 fornecida pela Procuradoria Geral de Justiça (Tabela 2), e do levantamento da carga que era basicamente composta por alguns motores de baixa potência e por um sistema de iluminação com reatores de baixo fator de potência, foi possível realizar o estudo e a implementação do sistema de compensação de reativos.

Tabela 2 - Consumo Reativo e Ativo das instalações da Procuradoria Geral de Justiça

Demonstrativo de Consumo	Setembro de 2010
Consumo Ativo Total (CAT)	142.434 kWh
Consumo Reativo Total (CRT)	84.515 kvarh

Usando a equação abaixo, calculou-se o Fator de Potência.

$$FP = \frac{CAT}{\sqrt{CAT^2 + CRT^2}} = 0.86$$

O fator de potência da instalação estava abaixo dos valores livres de tarifação por parte da concessionária, visto que a COSERN cobra consumo reativo excedente para instalações trifásicas que estão com fator de potência abaixo de 0,92, dessa forma definimos o fator de potência de 0,94 para uma maior segurança na correção.

Os capacitores são caracterizados no comércio por sua Potência Reativa máxima, para determinar quantos *kvar* seriam necessários para corrigir o excesso reativo da instalação foi utilizada a equação que segue.

$$Q(kvar) = \frac{CAT \times F \times \%Carga}{\eta}$$

Onde:

- F é o fator de multiplicação necessário para a correção do fator de potencia existente para o desejado, coletado do Anexo C;
- η é o rendimento do motor de acordo com a carga aplicada ao eixo;
- *%Carga* é porcentagem em que a carga permanece energizada durante o período de tarifação.

Com o auxílio da Figura 27 “FP original x FP desejado” (disponível em www.weg.com.br), o F escolhido será de 0,23. Sabendo que as instalações funcionam apenas por 12 horas de segunda a sexta- feira, e que o mês de setembro teve 21 dias úteis, o número de horas de trabalho no período foi de aproximadamente 252 horas. E também considerando que o rendimento dos motores que compõe a carga são muito próximo ao valor unitário, foi calculado a Potência Reativa do Banco de Capacitores para suprir o excesso de reativos da instalação, $Q = 130 \text{ kvar}$ capacitivo.

Para o dimensionamento do banco de capacitores, foi desenvolvido um sistema automático de controle de energia reativa, usando um controlador de fator de potência. Esta compensação utiliza a solução em que os capacitores são agrupados por bancos controláveis individualmente (ver Anexo D). A mesma possui um relé varimétrico sensível às variações de energia reativa, o qual comanda automaticamente a operação dos capacitores necessários à obtenção do fator de potência desejado. Em Anexo D, se encontra o diagrama do comando do banco de capacitores automático.



Figura 24 - Quadro automático para correção de fator de potência.

4 Conclusão

O estágio é uma experiência fundamental para a vida acadêmica e profissional. A empresa CCW ENGENHARIA LTDA juntamente com seus funcionários, proporcionou um gratificante aprendizado em diversas áreas da Engenharia Elétrica, como por exemplo: sistemas elétricos de potência, automação industrial, controle e monitoramento de sistemas. Durante o estágio foi necessário à integralização dos conhecimentos adquiridos na vida acadêmica com a vida profissional, também enfatizando o quanto é importante a relação interpessoal, visto que a capacidade de trabalho em equipe é necessária para qualquer profissional.

Referências Bibliográficas

MAMEDE, J. F. Instalações Elétricas Industriais, 7ª edição: Editora LTC, Fortaleza, 2006.

MAMEDE, J.F: Manual de Equipamentos Elétricos. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1993.

<http://www.weg.net/files/products/WEG-capacitores-para-correção-do-fator-de-potencia-V06-catalogo-portugues-br.pdf>, acessado em 10/08/2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9441: Sistemas e Detecção de Alarme de Incêndio. Rio de Janeiro, 2007.

Anexo A

MÓDULOS DE SINALIZAÇÃO LUMINOSA

A unidade para sinalização com lâmpada incandescente e LED são formadas por uma lente (para a definição de cor) e um difusor de luz (para eliminar as áreas de sombra na lente).

Lâmpada Incandescente: BA15d - 39mm
Lâmpada LED: BA15d

código E26 **A** **R** **V1**

1 2 3

● **GRAU DE PROTEÇÃO**
Escolha e indique neste campo, o grau de proteção desejado:
A - Proteção IP40/ NEMA1
B - Proteção IP65 - NEMA4, 4X e 13

● **COR DA LENTE/LÂMPADA**
Escolha e indique neste campo, a cor e o tipo de lâmpada desejada:

Cor	LED	Incandescente
Incolor	W	0
Vermelho	R	2
Verde	G	3
Amarilo	Y	4
Azul	B	6
Âmbar	A	9

● **TENSÃO DA LÂMPADA***
Escolha e indique neste campo a tensão desejada:

V1 - 12 Vca/c; V4 - 110/125 Vca/c;
V2 - 24 Vca/c; V5 - 220/240 Vca/c;
V3 - 48 Vca/c

* Para a especificação do módulo luminoso sem lâmpada, não preencher o campo 3.

Lâmpadas para reposição:

INCANDESCENTE	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO
E26S8	12V - 5,6W
E26S9	24V - 6,0W
E26S10	48V - 6,0W
E26S11	110/130V - 6,0W
E26S12	220/240V - 6,0W

LED					
CÓDIGO	Tensão	COR/Código			
		R	G	Y	B
E26L	12V	15	19	23	27
E26L	24V	16	20	24	28
E26L	48V	17	21	25	29
E26L	60V	09	06	01	02
E26L	120V	18	22	26	30
E26L	220V	44	45	46	47

Preencha o espaço em branco com o código da cor desejada conforme tabela acima.

Sirenes Eletrônicas Programáveis - 98SM e



“Noise Control Tech novo conceito em sonora, utilizando a b Eaton Blindex deser compacto sistema pa de alarme, cuja a vantagem é a pad

- O circuito eletrônico aliando sua robustez elétrica e o seu tamanho reduzido, pode ser montado em qualquer tipo de projetor sonoro, possibilitando sirenes eletrônicas extremamente compactas do tipo direcional ou omnidirecional.
- Capaz de armazenar até 15 tipos de alarmes. Já estão incluídas as versões básicas: monotonal, bitonal, intermitente e yelp (veja a tabela de frequência).
- **Comando:** qualquer tipo de alarme pode ser selecionado localmente ou remotamente, através da tensão de alimentação, possibilitando a integração com sistemas automatizados.
- **Pressão acústica:** a tecnologia NCT e a eficiência acústica dos projetores de som, resultou em mais potência, passando de 105 dB para 110 dB a 5 metros.
- **Saída de áudio:** com mais potência, este novo circuito pode alimentar até mais 3 projetores de som, formando 4 pontos de sinalização, com 102 dB, possibilitando a cobertura de uma área muito maior ou de ambientes com elevado nível de ruído.

Obs.: Recomendamos usar cabo com bitola 2,5mm e comprimento máximo 100m da sirene para cada projetor.

Figura 25 - alarmes visuais e sonoros.

Anexo B

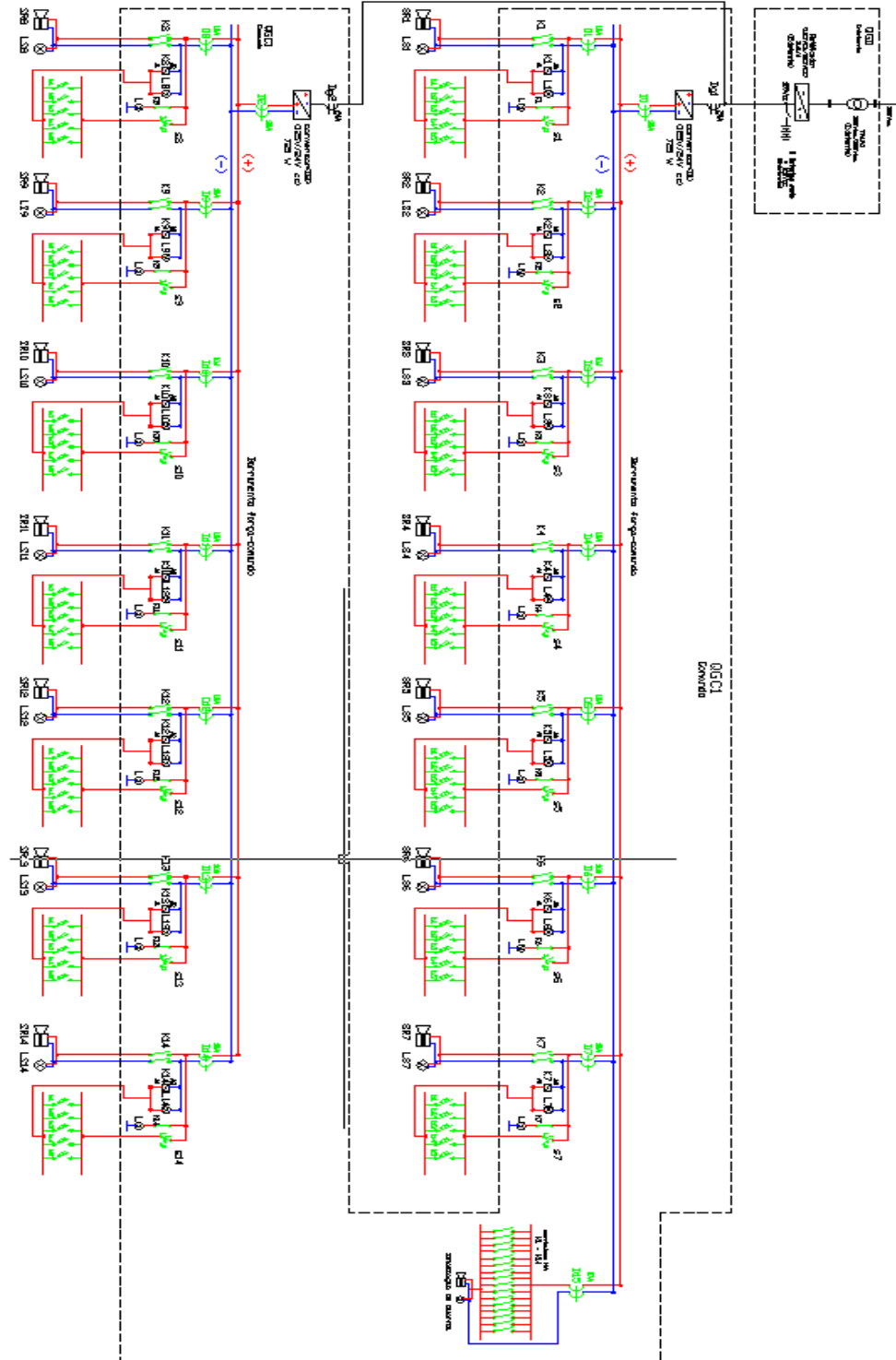


Figura 26 - Diagrama lógico do sistema de alarme contra incêndio da AMBEV.

Anexo C

Fator de potência atual	Fator de potência desejado (F)														
	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
0,50	1,112	1,139	1,165	1,192	1,220	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,589
0,52	1,023	1,050	1,076	1,103	1,131	1,159	1,187	1,217	1,248	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500
0,54	0,939	0,966	0,992	1,019	1,047	1,075	1,103	1,133	1,164	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416
0,56	0,860	0,887	0,913	0,940	0,968	0,996	1,024	1,054	1,085	1,117	1,151	1,188	1,229	1,277	1,337
0,58	0,785	0,812	0,838	0,865	0,893	0,921	0,949	0,979	1,010	1,042	1,076	1,113	1,154	1,202	1,262
0,60	0,713	0,740	0,766	0,793	0,821	0,849	0,877	0,907	0,938	0,970	1,004	1,041	1,082	1,130	1,190
0,62	0,646	0,673	0,699	0,726	0,754	0,782	0,810	0,840	0,871	0,903	0,937	0,974	1,015	1,063	1,123
0,64	0,581	0,608	0,634	0,661	0,689	0,717	0,745	0,775	0,806	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058
0,66	0,518	0,545	0,571	0,598	0,626	0,654	0,682	0,712	0,743	0,775	0,809	0,846	0,887	0,935	0,995
0,68	0,458	0,485	0,511	0,538	0,566	0,594	0,622	0,652	0,683	0,715	0,749	0,786	0,827	0,875	0,935
0,70	0,400	0,427	0,453	0,480	0,508	0,536	0,564	0,594	0,625	0,657	0,691	0,728	0,769	0,817	0,877
0,72	0,344	0,371	0,397	0,424	0,452	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821
0,74	0,289	0,316	0,342	0,369	0,397	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658	0,706	0,766
0,76	0,235	0,262	0,288	0,315	0,343	0,371	0,399	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,604	0,652	0,712
0,78	0,182	0,209	0,235	0,262	0,290	0,318	0,346	0,376	0,407	0,439	0,473	0,510	0,551	0,600	0,659
0,80	0,130	0,157	0,183	0,210	0,238	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499	0,547	0,609
0,82	0,078	0,105	0,131	0,158	0,186	0,214	0,242	0,272	0,303	0,335	0,369	0,406	0,447	0,495	0,555
0,84	0,026	0,053	0,079	0,106	0,134	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503
0,86			0,026	0,053	0,081	0,109	0,137	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,342	0,390	0,450
0,88					0,028	0,056	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397
0,90							0,028	0,056	0,089	0,121	0,155	0,192	0,233	0,281	0,341
0,92									0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,283
0,94											0,034	0,071	0,112	0,160	0,220
0,96													0,041	0,089	0,149
0,98															0,060

Figura 27 - FP original x FP desejado.

Anexo D

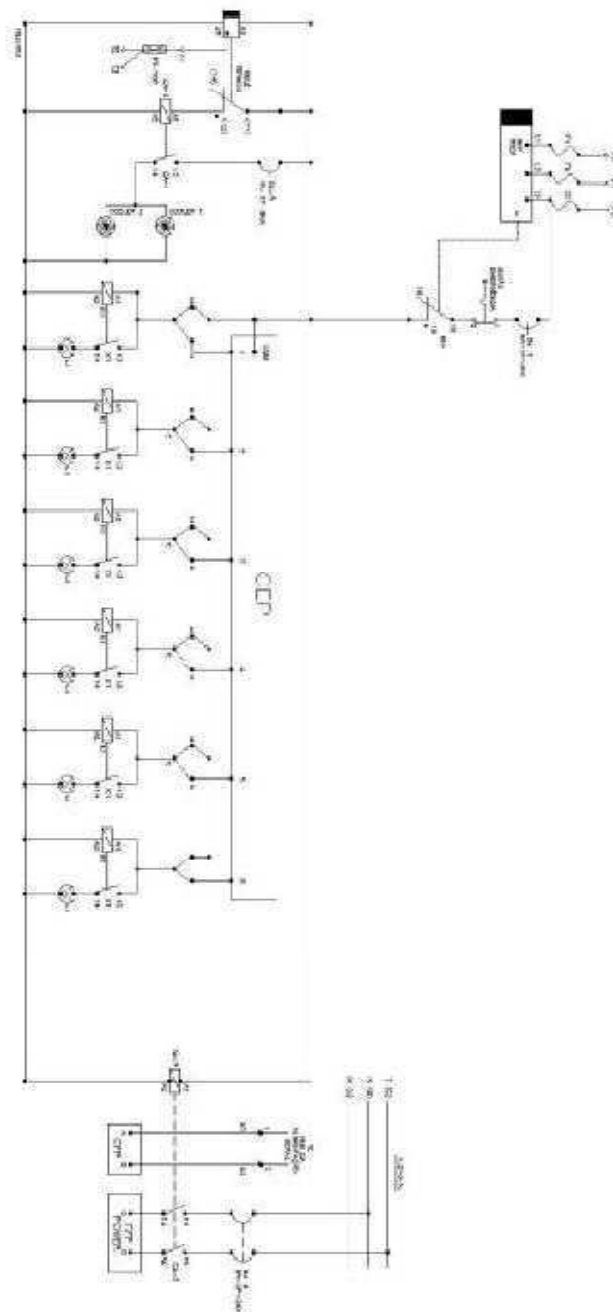


Figura 28 - Esquema das instalações do banco de capacitores.