



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Relatório de Estágio Curricular

Aluno: Marcus Vinícius de Medeiros Nóbrega
Orientador: Leimar de Oliveira

Campina Grande
Abril de 2009



Relatório de Estágio Curricular apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.

Marcus Vinícius de Medeiros Nóbrega
Aluno

Leimar de Oliveira
Orientador

Campina Grande
Abril de 2009

Aluno: MARCUS VINÍCIUS DE MEDEIROS NÓBREGA
Mat: 20321147

Estágio Curricular

Julgado em ___ / ___ / ___

Nota: _____

BANCA EXAMINADORA:

Orientador

Convidado

Agradecimentos

Aos meus amados pais, Vandick de Medeiros Nóbrega e Margarida Maria de Medeiros Nóbrega, e minhas irmãs Vannucia e Vanessa pelo apoio, amor e incentivo incondicionais, me estimulando a superar com sucesso todas as dificuldades durante essa jornada.

Ao meu supervisor de projetos elétricos Paulo Gomes e colegas de trabalho pela boa orientação e por compartilharem comigo todos os conhecimentos necessários para o bom cumprimento do estágio curricular na AREVA KOBLITZ.

Ao meu orientador Leimar de Oliveira e os colaboradores da coordenação do curso, Adail e Tchaikowsky, pela paciência e disponibilidade.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 Objetivos Gerais	5
2.2 Objetivos Específicos	5
3. A EMPRESA	7
3.1 AREVA KOBLITZ	7
3.1.1 Histórico	7
3.1.2 A estrutura	8
3.2 AREVA	10
3.2.1 Histórico	10
3.2.2 Energias Renováveis	11
4. CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	14
5. ATIVIDADES REALIZADAS	15
5.1 Integração Social	15
5.2 Estudo dos Diagramas Unifilares	15
5.3 Malhas de Aterramento	17
5.4 Dimensionamento de Cabos	19
5.5 Níveis de Curto-Circuito	20
6. CONCLUSÕES	22
7. BIBLIOGRAFIA	23
8. ANEXOS	24

1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem como principal objetivo mostrar as atividades desenvolvidas durante o estágio curricular realizado na empresa AREVA KOBLITZ na cidade de Recife, Pernambuco, iniciado em 3 de novembro de 2008 e com término em 3 de maio de 2009.

O estágio foi realizado no Departamento de Projetos Elétricos, setor responsável pela elaboração, revisão e aprovação de todos os projetos das instalações elétricas de unidades geradoras desenvolvidos pela AREVA KOBLITZ, sejam elas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), Usinas Termoelétricas (UTE) ou de Cogeração, etc.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Ao término do estágio o aluno deverá estar capacitado a realizar estudos de viabilidade técnico-econômico das instalações dos clientes, analisando todas as suas condições de consumo e uso adequado da energia elétrica recebida e/ou gerada, desenvolver laudos técnicos compostos por problemas encontrados e as devidas soluções a serem implementadas, atuar nas atividades comerciais de projetos de instalações elétricas, principalmente no que se refere ao gerenciamento, controle de energia elétrica e confecção de unidades geradoras.

2.2 Objetivos Específicos

- Participar das reuniões de partida dos projetos;
- Participar de reuniões com o cliente e terceiros envolvidos no projeto;
- Definir, junto com o supervisor de projetos elétricos as configurações dos diagramas unifilares das instalações, orientando-se pelas diretrizes traçadas;
- Definir, junto com o supervisor de projetos elétricos as filosofias de operação e proteção das instalações, orientando-se pelas diretrizes traçadas;
- Coordenar e participar da elaboração das especificações de equipamentos, materiais e instalações;
- Coordenar a elaboração dos projetos para aprovação nas concessionárias de energia locais;
- Participar das definições das plantas das instalações elétricas, considerando a locação de todos os equipamentos elétricos envolvidos, bem como as interferências dessas instalações com os projetos mecânicos e civis referentes à mesma instalação, gerando todo detalhamento necessário ao entendimento do projeto por parte das equipes de implantação;
- Identificar itens e aplicações divergentes no orçamento do anteprojeto, alertando ao responsável direto pelo fornecimento;

- Acompanhar a execução dos projetos em andamento, a fim de certificar-se do cumprimento das operações preestabelecidas dentro dos prazos definidos, tomando ações proativas e eficientes, visando cumprir as metas traçadas no cronograma;
- Contribuir e sugerir aplicações técnicas eficientes, bem como interagir com fornecedores, para a viabilidade e consecução dos projetos;
- Analisar o projeto e checar necessidades de alteração;
- Analisar alterações solicitadas ou sugeridas;
- Acompanhar o desenvolvimento global do projeto, interagindo com as outras áreas da empresa e terceiros envolvidos;
- Sugerir modificações e otimização dos projetos, orientando aspectos técnicos, funcionais e demais características, para aperfeiçoá-los e atender a novas exigências;
- Desenvolver outras atividades correlatas em seu campo de atuação;
- Executar levantamentos em campo para desenvolvimento dos projetos.

3. A EMPRESA

3.1 AREVA KOBLITZ

3.1.1 Histórico

A AREVA KOBLITZ é líder em integração de sistemas para geração e cogeração de energia a partir de fontes renováveis no Brasil.

Fundada em 1975 pelo Engenheiro Luiz Otávio Koblitz, o principal negócio da empresa é o fornecimento de serviços para a construção de centrais termoelétricas e hidrelétricas – até 30 MW.

Em janeiro de 2008, a AREVA anunciou a aquisição de 70% da Koblitz em linha com a estratégia de desenvolvimento do negócio da AREVA no mercado de energia livre de CO₂.

A AREVA KOBLITZ se beneficiará toda a experiência em conhecimentos de gestão de projeto do grupo e da rede de vendas internacional para expandir suas atividades fora de seu mercado doméstico.

A AREVA KOBLITZ opera suas atividades de EPC (Engineering, Procurement and Construction) na área industrial, com Produtores Independentes de Energia e nos mercados comerciais. Alguns dos segmentos destes três mercados são excelentes, em função das oportunidades oferecidas pela otimização de processos e uso de resíduos.

- No mercado industrial, a AREVA KOBLITZ conta com ampla experiência no desenvolvimento de projetos para usinas de álcool e cana-de-açúcar, alimentos, bebidas, cimento, madeira, óleos vegetais, arroz, papel, usinas de processamento de cerâmica, unidades de armazenagem a frio, usinas de aço e moinhos têxteis, entre outros.
- As fontes mais utilizadas por Produtores Independentes de Energia são pequenas centrais hidrelétricas (30MW), usinas de energia térmica abastecidas por biomassa, cogeração com gás natural e outra energia.

- No segmento comercial, o foco é a instalação de unidades de cogeração de gás natural para prédios comerciais, hospitais, hotéis e shopping centers.

O principal negócio da empresa é biomassa (principalmente usinas de açúcar e etanol) e pequenas centrais hidrelétricas. Desde 1996, AREVA KOBLITZ participou de 80 projetos de biomassa, incluindo 58 que utilizam bagaço de cana-de-açúcar, totalizando mais de 2400 MW instalados.

A AREVA KOBLITZ produz painéis elétricos de baixa e média tensão e automação em sua unidade de Recife. Esta divisão responde por cerca de um terço das vendas da empresa.

3.1.2 A estrutura

A AREVA KOBLITZ está sediada em Recife e tem filial comercial em São Paulo e técnica em São José do Rio Preto - a região mais importante para a cana-de-açúcar no país.

Com mais 600 colaboradores, a empresa atua no mercado Brasileiro e em vários países do mundo, principalmente na América Latina.

Os estados do Norte, Nordeste e Centro Oeste são atendidos pela unidade de Recife/PE. E os do Sul e Sudeste pela unidade São Paulo.

Além disso, sua estrutura de apoio técnico-comercial está estrategicamente distribuída em todas as regiões brasileiras, através de postos avançados e também de representantes qualificados em outros países, oferecendo serviços rápidos e eficientes, inclusive assistência técnica 24 h.



Figura 1 – AREVA KOBLOITZ Recife



Figura 2 – AREVA KOBLOITZ São José do Rio Preto



Figura 3 – AREVA KOBLOITZ São Paulo

3.2 AREVA

3.2.1 Histórico

Com fabricas em 43 países e uma rede de vendas em mais de 100, a AREVA oferece aos clientes soluções tecnológicas confiáveis para a geração de energia livre de CO₂ e para a transmissão e distribuição de eletricidade.

A AREVA é líder mundial em energia nuclear e a única empresa a atuar em todas as atividades industriais neste ramo.

Os 65 mil funcionários da empresa estão empenhados no aprimoramento permanente e cotidiano, fazendo do desenvolvimento sustentável o foco da estratégia industrial do grupo.

Os negócios da AREVA ajudam a atender aos maiores desafios do século XXI: tornar a energia disponível para todos, protegendo o planeta e atuando de modo responsável em relação às gerações futuras.

A AREVA é uma protagonista no Brasil, com mais de 1800 funcionários. O grupo construiu a usina de energia nuclear Angra 2 e registrou ordens comerciais em serviços de pane, além de atuar na substituição de equipamentos pesados. No segmento de Transmissão e Distribuição, a AREVA possui três fábricas localizadas em Interlagos, Itajubá e Canoas. No ramo das energias renováveis, a AREVA já fechou contratos para construir três usinas de biomassa no estado do Paraná, no final de 2004 e em meados de 2005.

A presença da AREVA no Brasil também inclui atividades para reduzir distúrbios acústicos e ambientais, através da unidade de negócios AREVA TA (01 dB-Metravib): seus principais clientes são as indústrias de mineração.

3.2.2 Energias Renováveis

A unidade de negócios atua em três ramos:

- **Energia Eólica**



A presença da AREVA no mercado eólico no mar (*offshore*) está crescendo graças à aquisição de 51% de participação na Multibríd, uma projetista e fabricante de turbinas eólicas multi-megawatt no mar (*offshore*) com sede em Bremenhaven, na Alemanha. Com essa aquisição, a AREVA criou uma *joint venture* com a Prokon Nord. A Multibríd oferece:

- Desenvolvimento de tecnologia eólica;
- Projeto e fabricação de tecnologia para turbina eólica M5000 no mar (*offshore*) de 5 MW;
- Tecnologia de ponta com solução de transmissão híbrida, peso leve e tripé de ancoragem;
- Projeto, teste, montagem e serviços de manutenção.

Como fornecedora exclusiva da Prokon Nord, a empresa participará das primeiras plantas eólicas marítimas em Borkum West I (30 MW) e Borkum West II (400 MW) na Alemanha, e Côte d'Albâtre (105 MW), o primeiro projeto de planta de energia eólica marítima na França.

A Multibríd oferece sinergias de marketing e industriais com a divisão de transmissão e distribuição da AREVA, líder no fornecimento de equipamentos para conectar turbinas eólicas à rede.

- **Bioenergia**



A AREVA está presente em todos os campos de expertise para a geração descentralizada de eletricidade a partir de bioenergias:

- Projeto e construção de plantas de energia em sistema de empreitada integral abastecidas com biomassa;
- Produção de eletricidade descentralizada baseada em um amplo leque de tecnologias: combustão, biogás, recuperação de calor;
- Soluções em sistema de empreitada integral para co-geração de biomassa;
- Projeto e construção de pequenas usinas hidráulicas;
- Expertise em registro e certificação de créditos de carbono;

O grupo tem unidades operacionais na Europa (França, Alemanha), América Latina (Brasil) e Ásia (Índia, China). Cada uma tem um centro de competências e recursos local que podem oferecer projetos feitos sob medida implementados em associação com as indústrias locais.

Sendo ao mesmo tempo o arquiteto de seu projeto e o engenheiro que o executa, a AREVA pode oferecer plantas que são otimizadas para suas necessidades, independente de a técnica estar disponível nas proximidades, precise ser trazida de outro local do mundo ou necessite ser desenvolvida por nossa equipe de pesquisa e desenvolvimento.

A AREVA tem mais de 96 usinas elétricas em operação ou em construção no mundo inteiro, representando mais de 2.500 MW de capacidade instalada.

- **Energia do Hidrogênio**



Desde 2001, a AREVA e sua subsidiária Helion têm desenvolvido soluções para produção de hidrogênio por eletrólise da água e para geração de eletricidade com células de combustível. A célula de combustível combina hidrogênio e oxigênio através de uma membrana, criando simultaneamente água, calor e eletricidade. O processo reverso é utilizado em eletrólise.

- Soluções para produção de hidrogênio através de eletrólise da água e eletricidade através de células de combustível ;
- Sistemas de energia de *backup* com célula de combustível 10–200 kWe, e plataformas de ensino de célula de energia de 1 kWe para universidades e programas de treinamento profissional;
- Soluções de engenharia para eletrificação descentralizada fixa, transporte urbano, e aplicações anaeróbicas;
- Forte programa de Pesquisa e Desenvolvimento e compromisso com a melhoria das células de combustível e desempenho da eletrólise.

4. CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

PERIODO	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
ATIVIDADE						
Integração Social	X					
Estudo dos Diagramas Unifilares	X	X	X	X	X	X
Malha de Aterramento			X	X		
Dimensionamento de Cabos			X	X	X	
Níveis de Curto-Circuito	X	X				

5. ATIVIDADES REALIZADAS

5.1 Integração Social

No dia de admissão, todos os novos colaboradores da AREVA KOBLITZ participaram juntos do que se denomina de integração social. A integração social é composta de várias palestras com o objetivo principal de possibilitar ao novo colaborador um conhecimento amplo sobre a empresa, fazendo-o sentir-se parte integrante da mesma.

Dentre as palestras foram apresentados tópicos como: o histórico da AREVA KOBLITZ, os produtos e serviços oferecidos pela mesma, bem como os clientes interessados nestes, as políticas de qualidade e segurança, benefícios oferecidos, entre outros.

Após o ciclo de palestras, todos os novos colaboradores se dirigiram ao Departamento de Recursos Humanos onde foi realizado todo o processo de assinatura de contratos, bem como discutido os benefícios oferecidos a cada colaborador.

5.2 Estudo dos Diagramas Unifilares

Inicialmente, foi realizado um embasamento teórico sobre equipamentos elétricos em geral, tais como: transformadores de potencial, transformadores de corrente, disjuntores, chaves seccionadoras, transformadores de potência, pára-raios, banco de capacitores, reatores, etc. Tal estudo teve como finalidade enriquecer os conhecimentos do estagiário em um conteúdo fundamental para elaboração de diagramas unifilares de alta, média e baixa tensão aplicados nos projetos da AREVA KOBLITZ.

Os primeiros diagramas unifilares estudados foram os de alta tensão (tensão operativa maior que 36,2kV), onde são projetadas as subestações elevadoras que elevam a tensão para níveis de transmissão e subtransmissão visando um transporte econômico de energia. Na maioria dos projetos da AREVA KOLITZ elas operam em níveis de tensão de 69 e 138kV. Pára-raios, transformadores de potencial (TP's), transformadores

de corrente (TC's), chaves seccionadoras, disjuntores e transformadores de potência constituem as subestações elevadoras, cada qual com sua determinada função conforme lista a Tabela 01 abaixo.

Tabela 01 – Principal Função Desempenhada dos Equipamentos Elétricos nas Subestações Elevadoras.

Equipamento Elétrico	Função Desempenhada na SE elevadora
Pára-raios	Equipamento mais adequado para se combater as sobretensões que ocorrem no sistema elétrico, seja esta proveniente de descargas atmosféricas, manobras, ou outros efeitos.
Transformadores de Potencial	Transformam os níveis elevados de tensão em valores acessíveis a medidores e relés que farão a medição, proteção e/ou controle do sistema elétrico, isolando o circuito de baixa tensão(secundário) do circuito de alta tensão (primário).
Transformadores de Corrente	Transformam os níveis elevados de corrente em valores acessíveis a medidores e relés que farão a medição, proteção e/ou controle do sistema elétrico, isolando o circuito de baixa tensão(secundário) do circuito de alta tensão (primário).
Chaves Seccionadoras	Seccionam os circuitos de acordo com sua necessidade operativa ou de isolar componentes do sistema para manutenção.
Disjuntores	Sua principal função é realizar a interrupção de correntes de faltas tão rapidamente quanto possível, de forma a limitar os possíveis danos causados aos equipamentos elétricos.
Transformador de Potência	Elevam a tensão de geração para a tensão de transmissão.

Também em relação aos diagramas unifilares de alta tensão, foram estudadas as proteções necessárias aos equipamentos da subestação e do possível acoplamento com a concessionária de energia, elas são realizadas através dos painéis de controle e proteção (PNPC) e painéis de proteção e acoplamento (PNPA), respectivamente, que são

constituídos em seu interior de medidores e relés de proteção calibrados para proteger o sistema elétrico conforme suas exigências. As proteções incluídas nos projetos baseiam-se na Tabela de proteção da *American National Standards Institute* – ANSI que encontra-se anexada neste trabalho.

Nos diagramas unifilares de média tensão (tensão operativa entre 1kV e 36,2kV) o estudo encontra-se voltado para as casas de força e os despachos que partem desta para as subestações secundárias, que por sua vez contêm os transformadores de potência que alimentam os CCMMT's (Centro de Controle de Motores de Média Tensão) e CCMBT's (Centro de Controle de Motores de Baixa Tensão), este último sendo estudado nos diagramas unifilares de baixa tensão. Quanto às proteções existentes nesses diagramas unifilares, uma maior atenção é dada à proteção dos geradores e seus devidos sistemas de excitação.

Conforme citado no parágrafo anterior, nos diagramas unifilares de baixa tensão (tensão operativa menor que 1kV) encontram-se os CCMBT's que são responsáveis pela alimentação das cargas essenciais e não-essenciais ao funcionamento da unidade geradora, dentre essas cargas encontram-se: motores, esteiras, compressores, bombas de água, pontes rolantes, serviços auxiliares CA e CC, etc.

5.3 Malhas de Aterramento

Conforme exigem as normas NBR 5410, NBR 14039, NBR 5419 e NR 10, toda instalação elétrica deve ser provida de um aterramento. Respeitando essa exigência, todos os projetos de subestações elevadoras, casas de força e subestações secundárias da AREVA KOBBLITZ possuem malhas de aterramento a fim de proporcionar em suas instalações:

- ✓ Segurança das pessoas e proteção para as instalações elétricas;
- ✓ Prover o sistema um potencial de referência e um caminho de baixa impedância para uma corrente de falta ou descarga atmosférica;
- ✓ Proporcionar um gradiente de potencial ao longo da superfície do solo que assegure os níveis de potencial de toque e de passo abaixo dos limites permitidos para a segurança.

Para se obter os requisitos citados anteriormente, o projeto das malhas de aterramento é auxiliado pelo *software TecAt Plus* cuja interface é ilustrada na Figura 04, este realiza a partir dos dados de campo medidos com um terrômetro, a estratificação do solo em até quatro camadas e, em seguida, o cálculo da malha de aterramento e dos potenciais de toque e de passo. O dimensionamento de uma malha de aterramento é um processo iterativo, podendo haver várias configurações que preencham as necessidades do sistema elétrico, cabendo ao projetista dimensioná-la de forma que sejam sempre respeitadas as exigências das normas, visando ainda a segurança das pessoas, das instalações e considerando o aspecto econômico. A seguir é mostrado o algoritmo para o dimensionamento correto de uma malha de aterramento.

1. Realizar um estudo da resistividade do solo da região onde será implementada a malha de aterramento a partir dos dados de resistência ou resistividade coletados pelo terrômetro, em seguida calcular a estratificação do solo;
2. Dimensionar a área da seção transversal ou bitola do condutor a ser utilizado na malha a partir da corrente de curto-circuito e seu tempo de duração;
3. Fazer um estudo das dimensões do terreno onde será implementada a malha de aterramento;
4. Fazer um esboço inicial da malha de aterramento especificando seu perímetro, área, reticulado, tipos de hastes e cabos, etc;
5. Inserir no projeto, variáveis como: revestimento na superfície do solo e sua espessura, corrente de curto-circuito e sua duração, etc;
6. Calcular os valores dos potenciais de toque e de passo admissíveis;
7. Verificar se ao longo da malha de aterramento são respeitados os limites de potenciais de toque e de passo calculados no item 6, caso esses não forem respeitados fazer um novo esboço da malha.

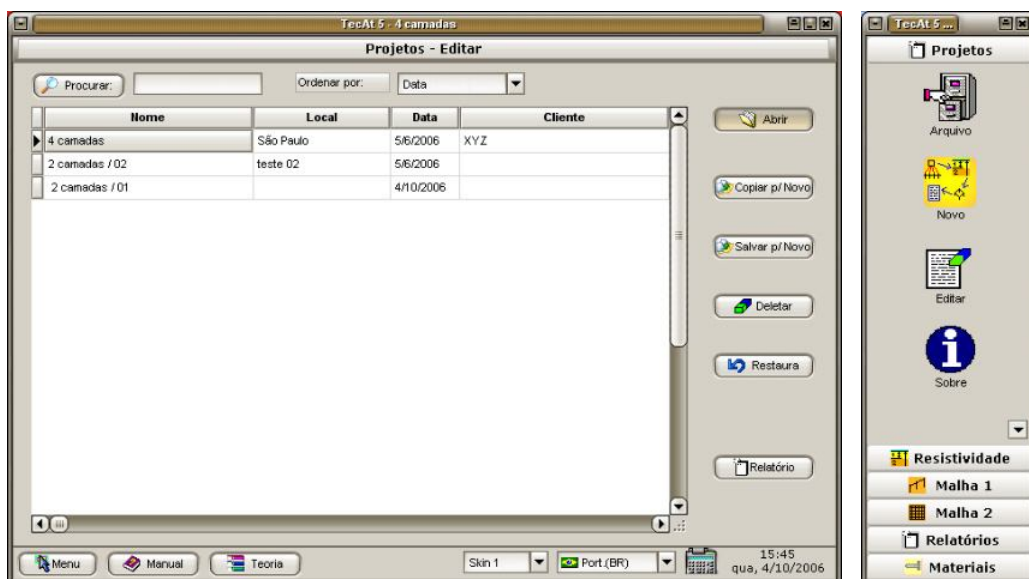


Figura 04 – Interface do software *Tec At Plus*.

5.4 Dimensionamento de Cabos

Neste tópico será abordada a forma de dimensionamento de cabos ou condutores de média e baixa tensão utilizados nos projetos da AREVA KOBLITZ. Baseado nas normas NBR 5410 e NBR 14039, existem seis critérios a serem respeitados para dimensionamento da bitola do cabo, são eles:

- Seção mínima;
- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão;
- Proteção contra sobrecargas;
- Proteção contra curto-circuitos;
- Proteção contra contatos indiretos (aplicável apenas quando se usam dispositivos a sobrecorrente na função de seccionamento automático);

Como auxílio no dimensionamento, utiliza-se o *software FICAP* cuja interface é ilustrada na Figura 05, que é uma ferramenta capaz de realizar o cálculo da bitola do cabo respeitando todos os itens das normas e critérios citados acima. O FICAP trabalha

com as informações do sistema elétrico e utiliza como dados de entrada: tensão de operação, tensão de isolamento, temperatura máxima do condutor, comprimento do cabo, potência do projeto, fator de potência, corrente de curto-circuito e sua duração, modo de instalação do cabo e outros. Baseado nessas informações o software realiza o cálculo da seção transversal do cabo para cada critério citado acima, a bitola escolhida é a maior calculada dentre os critérios.



Figura 05 – Interface do software *FICAP*.

5.5 Níveis de Curto-Circuito

Em instalações elétricas de baixa, média e alta tensão é de extrema importância desenvolver um estudo sobre os níveis de corrente de curto-circuito, a fim de elaborar-se um projeto de proteção e coordenação dos seus diversos elementos. As correntes de curto-circuito adquirem valores de grande intensidade, porém com sua duração geralmente limitada a frações de segundo. São provocadas mais comumente pela perda

de isolamento de algum elemento do sistema elétrico. Os danos provocados na instalação ficam condicionados à intervenção correta dos elementos de proteção.

Diante dessas informações, em todos os projetos da AREVA KOBLITZ é feito um estudo preliminar referente aos níveis de curto-circuito através do que se denomina de memória de cálculo dos níveis de curto-circuito. Esse estudo é realizado em todo o diagrama unifilar, levando em consideração as impedâncias e potências trifásicas de geradores, motores e transformadores envolvidos no projeto. Como forma de precaução, considera-se no estudo um curto-circuito trifásico ou simétrico aplicado em todas as ramificações do diagrama unifilar, visto que esse tipo de curto-circuito apresenta em relação aos demais um maior nível de corrente. Para facilitar o entendimento do leitor, segue em anexo uma memória de cálculo referente a tal estudo.

6. CONCLUSÕES

As atividades realizadas durante os seis meses de estágio foram de extrema valia para a minha formação como engenheiro eletricista, pois pude colocar em prática grande parte dos conhecimentos adquiridos durante cinco anos na Universidade Federal de Campina Grande além de absorver novos conhecimentos que serão de grande utilidade para toda a minha carreira profissional.

Outro ponto a ser destacado foi a vivência de um trabalho realizado em equipe numa grande empresa como a AREVA KOBBLITZ, trabalhando não somente com engenheiros eletricistas, técnicos projetistas e desenhistas de um mesmo departamento como também com colaboradores dos vários departamentos que formam a empresa, respeitando ainda toda a sua filosofia de trabalho.

Por fim, percebe-se que o estágio curricular cumpriu sua finalidade, de ser um período de experiência para um futuro profissional, agregando tanto informações técnicas como também desenvolvendo relações interpessoais.

7. BIBLIOGRAFIA

- www.arevakoblitz.com
- Normas NBR 14039, NBR 5410, NBR 5419 e NR 10;
- Filho, J. M. "*Instalações Elétricas Industriais*", 6ª edição, LTC Editora, 2002;
- Ary, D. et Al "*Equipamentos Elétricos – Especificação e Aplicação e Subestações de Corrente Alternada*", Furnas/UFF, 1985;
- Kindermann, G. "*Proteção de Sistemas Elétricos*", Florianópolis: Ed. do Autor, 1999;
- Leite, Carlos M. "*Malhas de Terra – Técnicas de Aterramentos Elétricos*", 1ª edição, São Paulo: Oficina de Mydia, 2007.

8. ANEXOS

- **Tabela ANSI de proteção:**

Nr	Denominação
1	Elemento Principal
2	Função de partida/ fechamento temporizado
3	Função de verificação ou interbloqueio
4	Contator principal
5	Dispositivo de interrupção
6	Disjuntor de partida
7	Disjuntor de anodo
8	Dispositivo de desconexão da energia de controle
9	Dispositivo de reversão
10	Chave de sequência das unidades
11	Reservada para futura aplicação
12	Dispositivo de sobrevelocidade
13	Dispositivo de rotação síncrona
14	Dispositivo de subvelocidade
15	Dispositivo de ajuste ou comparação de velocidade ou frequência
16	Reservado para futura aplicação
17	Chave de derivação ou descarga
18	Dispositivo de aceleração ou desaceleração
19	Contator de transição partida-marcha
20	Válvula operada eletricamente
21	Relé de distância
22	Disjuntor equalizador
23	Dispositivo de controle de temperatura
24	Relé de sobreexcitação ou Volts por Hertz
25	Relé de verificação de Sincronismo ou Sincronização
26	Dispositivo térmico do equipamento
27	Relé de subtensão
28	Reservado para futura aplicação
29	Contator de isolamento
30	Relé anunciador
31	Dispositivo de excitação
32	Relé direcional de potência
33	Chave de posicionamento

34	Chave de sequência operada por motor
35	Dispositivo para operação das escovas ou curto-circuitar anéis coletores
36	Dispositivo de polaridade
37	Relé de subcorrente ou subpotência
38	Dispositivo de proteção de mancal
39	Reservado para futura aplicação
40	Relé de perda de excitação
41	Disjuntor ou chave de campo
42	Disjuntor/ chave de operação normal
43	Dispositivo de transferência manual
44	Relé de sequência de partida
45	Reservado para futura aplicação
46	Relé de desbalanceamento de corrente de fase
47	Relé de sequência de fase de tensão
48	Relé de sequência incompleta/ partida longa
49	Relé térmico
50	Relé de sobrecorrente instantâneo
51	Relé de sobrecorrente temporizado
52	Disjuntor de corrente alternada
53	Relé para excitatriz ou gerador CC
54	Disjuntor para corrente contínua, alta velocidade
55	Relé de fator de potência
56	Relé de aplicação de campo
57	Dispositivo de aterramento ou curto-circuito
58	Relé de falha de retificação
59	Relé de sobretensão
60	Relé de balanço de tensão/ queima de fusíveis
61	Relé de balanço de corrente
62	Relé temporizador
63	Relé de pressão de gás (Buchholz)
64	Relé de proteção de terra
65	Regulador
66	Relé de supervisão do número de partidas
67	Relé direcional de sobrecorrente
68	Relé de bloqueio por oscilação de potência
69	Dispositivo de controle permissivo
70	Reostato eletricamente operado
71	Dispositivo de detecção de nível
72	Disjuntor de corrente contínua

73	Contator de resistência de carga
74	Função de alarme
75	Mecanismo de mudança de posição
76	Relé de sobrecorrente CC
77	Transmissor de impulsos
78	Relé de medição de ângulo de fase/ proteção contra falta de sincronismo
79	Relé de religamento
80	Reservado para futura aplicação
81	Relé de sub/ sobrefrequência
82	Relé de religamento CC
83	Relé de seleção/ transferência automática
84	Mecanismo de operação
85	Relé receptor de sinal de telecomunicação
86	Relé auxiliar de bloqueio
87	Relé de proteção diferencial
88	Motor auxiliar ou motor gerador
89	Chave seccionadora
90	Dispositivo de regulação
91	Relé direcional de tensão
92	Relé direcional de tensão e potência
93	Contator de variação de campo
94	Relé de desligamento
95 à 99	Usado para aplicações específicas

Complementação da Tabela ANSI:

50 N - sobrecorrente instantâneo de neutro

51N - sobrecorrente temporizado de neutro (tempo definido ou curvas inversas)

50G - sobrecorrente instantâneo de terra (comumente chamado 50GS)

51G - sobrecorrente temporizado de terra (comumente chamado 51GS e com tempo definido ou curvas inversas)

50BF - relé de proteção contra falha de disjuntor (também chamado de 50/62 BF)

51Q - relé de sobrecorrente temporizado de seqüência negativa com tempo definido ou curvas inversas

51V - relé de sobrecorrente com restrição de tensão

51C - relé de sobrecorrente com controle de torque

59Q - relé de sobretensão de seqüência negativa

59N - relé de sobretensão residual ou sobretensão de neutro (também chamado de 64G)

64 - relé de proteção de terra pode ser por corrente ou por tensão. Os diagramas unifilares devem indicar se este elemento é alimentado por TC ou por TP, para que se possa definir corretamente.

Se for alimentado por TC, também pode ser utilizado como uma unidade 51 ou 61.

Se for alimentado por TP, pode-se utilizar uma unidade 59N ou 64G.

A função 64 também pode ser encontrada como proteção de carcaça, massa-cuba ou tanque, sendo aplicada em transformadores de força até 5 MVA.

67 N - relé de sobrecorrente direcional de neutro (instantâneo ou temporizado)

67 G - relé de sobrecorrente direcional de terra (instantâneo ou temporizado)

67Q - relé de sobrecorrente direcional de seqüência negativa

Proteção Diferencial - ANSI 87:

O relé diferencial 87 pode ser de diversas maneiras:

87 T - diferencial de transformador (pode ter 2 ou 3 enrolamentos)

87G - diferencial de geradores;

87GT - proteção diferencial do grupo gerador-transformador


87 B - diferencial de barras. Pode ser de alta, média ou baixa impedância.

Pode-se encontrar em circuitos industriais elementos de sobrecorrente ligados num esquema diferencial, onde os TC's de fases são somados e ligados ao relé de sobrecorrente. Também encontra-se um esquema de seletividade lógica para realizar a função diferencial de barras.

87M - diferencial de motores - Neste caso pode ser do tipo percentual ou do tipo autobalanceado. O percentual utiliza um circuito diferencial através de 3 TC's de fases e 3 TC's no neutro do motor.

O tipo autobalanceado utiliza um jogo de 3 TC's nos terminais do motor, conectados de forma à obter a somatória das correntes de cada fase e neutro. Na realidade, trata-se de um elemento de sobrecorrente, onde o esquema é diferencial e não o relé.

- **Memória de Cálculo – Níveis de Curto-Circuito**



AREVA

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Departamento de Projetos Elétricos

Projeto:

OP:

Revisão: 0 pag. 01

Responsável: Marcus Vinicius

Cliente:

Aplicação:

Data: 15/12/2008

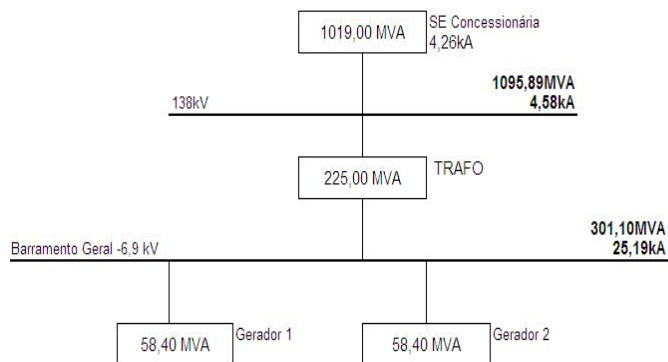
Especificação: Cálculo dos níveis de curto-circuito

Projeto:

OP:

Revisão: 0 pag. 01

Responsável: Marcus Vinicius



Gerador 1:	- Potência 11,68MVA - X"d: 20,00%
Gerador 2:	- Potência 11,68MVA - X"d: 20,00%
TRAFÓ	- Potência 18,00MVA - Imp.: 8,00%