



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

Relatório de estágio curricular



Flávio Augusto Gomes

Prof. Dr. Benedito Antonio Luciano
Orientador

Campina Grande, março de 2006.



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

Relatório de estágio curricular apresentado à coordenação do curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do título de engenheiro eletricitista.

Flávio Augusto Gomes

Prof. Dr. Benedito Antonio Luciano
orientador

Campina Grande, março de 2006.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

SUMÁRIO

1- RESUMO

2- INTRODUÇÃO

3- PRIMEIRA PARTE

3.1 - Subestação

3.2 - Dados dos equipamentos

3.3 - Fornecimento e distribuição de energia

3.4 - Regulador de tensão

3.5 - Controle de resistência de aterramento

3.6 - Banco de capacitores

4- SEGUNDA PARTE

4.1 - Subestações I e II

4.2 - Turbo gerador

4.3 - Motores síncronos e assíncronos

4.4 - Relés

4.5 - Retificador

4.6 - Instalações elétricas em atmosferas Potencialmente Explosivas

5- QUESTÃO DA SEGURANÇA

6- CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

7- BIBLIOGRAFIA

1- RESUMO

Neste trabalho é apresentado o relatório de estágio supervisionado desenvolvido pelo aluno do curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Flávio Augusto Gomes, na empresa Petróleo Brasileiro S/A, unidade Sergipe-Alagoas, PETROBRÁS UN-SEAL, no período de 05 de dezembro de 2005 a 28 de fevereiro de 2006, totalizando 496 horas.

São destacadas as principais atividades desenvolvidas pelo aluno durante o estágio, procurando correlacionar os conhecimentos teóricos aprendidos na Universidade com conhecimentos vistos na prática durante o período de estágio.

O estágio resumiu-se em acompanhar o trabalho dos técnicos na área de manutenção, conhecendo equipamentos utilizados na empresa, aprendendo a rotina de trabalho e recebendo algumas informações dos engenheiros.

2- INTRODUÇÃO

A Petróleo Brasileiro S/A, PETROBRÁS é uma companhia integrada que atua na exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo e seus derivados no Brasil e no exterior com responsabilidade social e de preservação do meio ambiente. A empresa possui uma vasta área no setor elétrico tendo boas condições para o desenvolvimento de um estágio curricular.

O estágio supervisionado tem como objetivo: integrar o aluno com a problemática tecnológica, econômica, política e humanística, existentes nos setores de indústria e de serviços, permitindo uma visão realista do funcionamento das empresas, ampliando as oportunidades de trabalho, quando da conclusão do curso.

O estágio foi dividido em 2 partes, primeiramente foi realizado na cidade de Carmópolis/SE, onde se encontra um pólo da empresa PETROBRÁS, durante o mês de dezembro de 2005. A segunda parte do estágio foi realizada na cidade de Aracaju/SE no pólo de Atalaia nos meses de janeiro e fevereiro de 2006.

Na cidade de Carmópolis, basicamente a área de trabalho para o desenvolvimento do estágio foi de fornecimento e distribuição de energia, esta cidade é de extração de petróleo, para tanto a eletricidade deve ser distribuída para as diversas áreas de campo de extração onde se deve fornecer energia aos cavalos-de-pau, que são as unidades de bombeio de poços terrestres, além de fornecer energia a todo campo envolvido, a parte administrativa, escritórios, iluminação, etc.

A segunda parte do estágio foi realizada na cidade de Aracaju/SE no pólo da Atalaia, onde estão as seguintes unidades: UTPF (Unidade de tratamento e processamento de fluidos), UPGN (Unidade de processamento de gás Natural), ECA (Estação de compressores da Atalaia), TECARMO (Terminal de Carmópolis) e EPA (Estação de Produção de Atalaia).

3- PRIMEIRA PARTE

Estágio desenvolvido na PETROBRÁS na cidade de Carmópolis, estará sendo abordado os principais pontos observados e apresentados ao estagiário pelo engenheiro responsável e pelos técnicos da área.

3.1 - Subestação

A subestação de Carmópolis possui uma capacidade de 30 MVA, recebendo na entrada duas linhas de transmissão de 69000 V: uma da Subestação de Jardim (CHESF), e a outra da Subestação da Cia. Vale do Rio Doce. Normalmente, a subestação é alimentada pela linha de Jardim, sendo que a outra linha serve de reserva para uma eventual troca na falta de energia, manutenção, etc.

Desta subestação parte toda a alimentação da rede PETROBRÁS. A distribuição é feita em quase toda a área na tensão de 13800 V.

Um alimentador é de 69000 V com destino à estação coletora de óleo do Robalo, esta estação encontra-se muito distante, neste caso a queda de tensão é elevada, por isso foi decidido que o alimentador seria de 69000 V.

A subestação é formada por diversos equipamentos elétricos como: pára-raios; chaves seccionadoras que manterão as linhas de 69 kV abertas ou fechadas; disjuntores interligados com relés instalados na sala de painéis; TP's e TC's que realizam a medição e proteção da subestação estes TP's e TC's alimentam as bobinas dos relés; transformadores 69 kV/13.8 kV e várias outras chaves seccionadoras. A formação da subestação é simétrica para ambas as linhas de 69 kV.

O monitoramento e o comando de toda a subestação são feitos na sala de painéis próxima à subestação, onde estão instalados relés, medidores em geral, voltímetros, amperímetros, medidores de potência e fator de potência, etc.

3.2 - Dados dos equipamentos

Alguns dados foram anotados com base nas placas de identificação dos equipamentos da subestação.

Os transformadores da subestação possuem uma relação de 69 kV/ 13.8 kV com uma potência de 10/ 12,5 MVA, marca WEG. Os transformadores possuem respiradores de óleo da marca Pulmãotec, que servem para a preservação da especificação do óleo mineral isolante do transformador que é importante porque, quando o óleo fica deteriorado e com as suas propriedades físico-químicas originais alteradas causa custosos prejuízos financeiros e ambientais. Os transformadores ainda possuem comutadores de tensão que atuam devido à oscilação da tensão de 69 kV que não é constante e sim variável devido a problemas externos, esse comutadores de tensão auxiliam para que a tensão no secundário seja 13.8 kV.

Os disjuntores têm tensão nominal de 72 kV, tensão de serviço 69kV, corrente nominal de 1250 A, nível básico de isolamento 325 kV, capacidade de interrupção nominal 2500 MVA, corrente de curto circuito adm. 24 kA, valor de crista da corrente adm. 61,2 kA, marca DASA – Delle Asthom S.A., estes disjuntores atuam em conjuntos com os relés que estão instalados na sala dos painéis de controle da subestação.

Os transformadores de corrente possuem uma relação de 600/5 A, 69 kV, marca HITACHI-LINE S.A., são ligados aos relés para medição e proteção da subestação.

Foi observada também uma subestação em construção na cidade de Riachuelo/SE, pertencente ao campo da PETROBRÁS, que receberá 69 kV e melhorará a distribuição da energia futuramente.



Figura 1 – Subestação de Carmópolis de 30 MVA



Figura 2 – Transformador da subestação com o respirador de óleo

3.3 - Fornecimento e distribuição de energia

Todo o campo é alimentado pela subestação através de 13 linhas ativas de 13.8 kV, possuindo, também, algumas de reserva, mais a linha de 69 kV que vai para a estação do Robalo.

O sistema de distribuição da PETROBRÁS em Carmópolis possui cerca de 700 km em redes com mais de 10000 postes, segundo informações dadas pelos técnicos da área. Durante a execução do estágio foi feita:

- A inspeção dessas redes;
- Acompanhamento da manutenção preventiva em linhas aéreas juntamente com o técnico responsável;
- Acompanhamento de instalação de postes;
- Instalação de transformadores;
- Aprendizado dos tipos de estruturas de postes para tensão de 13.8 kV que são as estruturas N1, N2, N3, N4, T e também estruturas para tensão de 69kV.

O campo de Carmópolis é um dos maiores campos petrolíferos terrestres do Brasil, a distribuição da energia na área de campo tem por objetivo fornecer energia para os motores dos cavalos-de-pau que trabalham a 480 V, então a tensão é levada em 13.8 kV onde é transformada para 480 V através de um transformador com a potência para suprir o motor de bombeamento do cavalo-de-pau.



Figura 3 – Cavalo-de-pau, motor de tensão nominal 480 V

Podemos observar que todos os transformadores dos motores são protegidos por chaves fusíveis.

A equipe acompanhada durante o estágio trabalha com tensões de até 480 V, abaixo desta tensão está responsável outra equipe de trabalho da PETROBRÁS a qual não foi incorporada à realização do estágio.

Dentre as 13 linhas ativas de 13.8 kV de distribuição foram observadas que 3 delas estavam com queda de tensão acentuada, as linhas de: Rosário, Siriri e Castanhal, para resolver o problema serão instalados reguladores de tensão nestas linhas.

3.4 - Regulador de tensão

Os reguladores de tensão que serão instalados nas 3 linhas são da marca Siemens, teve-se a participação juntamente com os técnicos e engenheiro que trabalham na PETROBRÁS, em um minicurso ministrado por um engenheiro da Siemens para melhor entendimento e aprendizado do regulador de tensão. Dentre os conhecimentos abordados podemos citar alguns:

Reguladores de tensão são usados porque a tensão pode oscilar dependendo das seguintes condições do circuito:

- Tensão de alimentação;
- Carga;
- Fator de potência;
- Capacitância ou impedância do circuito.

Problemas potenciais devido à tensão desregulada:

- Desvios;
- Variações no processo industrial;
- Perda de faturamento;
- Aumento dos custos operacionais;
- Clientes insatisfeitos;
- Perdas excessivas no sistema;
- Sobreaquecimento de equipamentos.

Métodos de correção para problemas com a tensão na distribuição:

- Trocar a seção do condutor ou redimensionar;
- Adicionar alimentadores ou subestações;

- Adicionar capacitores;
- Adicionar reguladores de tensão.

Vantagens dos Reguladores de Tensão

- Controle Automático - acima ou abaixo;
- Regulação de circuitos trifásicos ou monofásicos da subestação;
- Regulação de fase analisadas individualmente;
- Controle da tensão distribuída;
- Controle da tensão de carga crítica.



Figura 4 – Regulador de tensão

Na figura 5 é apresentado um esquema de ligação de 3 reguladores em Y que serão instalados nas redes onde há queda de tensão.

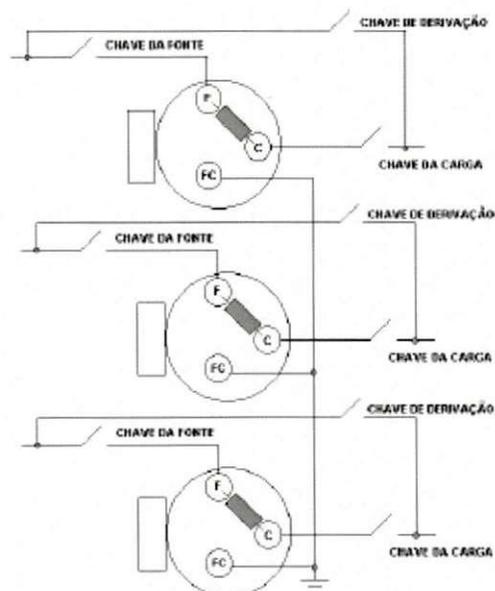


Figura 5 - Três reguladores em Y, em um sistema trifásico com neutro aterrado.

3.5 - Controle de resistência de aterramento

O estágio proporcionou conhecimentos na área de aterramento no âmbito da UN-SEAL, tomando como referências:

- NBR-5419 - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas.
- NBR- 5410 – instalações elétricas de baixa tensão.
- Instruex Cap.4 – Instruções gerais para instalações em atmosferas explosivas - Aterramento em áreas afetadas.

Definições:

Aterramento: sistema com finalidade de escoar e equalizar potenciais elétricos, visando proteção ou necessidades funcionais.

Descarga direta: queda de um raio sobre uma pessoa em campo aberto.

Descarga lateral: descarga disruptiva entre uma estrutura e o corpo de uma pessoa.

Malha de aterramento: conjunto de cabos e hastes enterrados e unidos eletricamente para formar um aterramento.

Pára-raios atmosféricos: conjunto formado por captores (tipo Frankin e/ou radioativos), cabo(s) de descida e aterramento.

Resistência de aterramento: valor absoluto- em ohms- da resistência da malha de aterramento, determinado através de procedimento aprovado.

SPDA: sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

SPIE: serviço próprio de inspeção de equipamentos.

Tensão de passo: valor de tensão que pode ocorrer entre os pés de uma pessoa transitando sobre pontos de diferentes potenciais elétricos.

Tensão de toque: valor de tensão que pode ocorrer entre as mãos e os pés de uma pessoa tocando pontos em diferentes potenciais elétricos.

Os locais e instalações cujas resistências de aterramento são controladas são:

- Pára-raios atmosféricos.
- Transformadores, TP's, TC's, iluminação, resistências de aterramento, capacitores, equipamentos de manobras em redes aéreas e subestações.
- Postes de linhas de 69 kV ou 13.8 kV onde haja equipamento instalado.
- Instalações de "poços terrestres" de todas as funções- produção, injeção, captação- que contenham equipamentos elétricos.
- Estruturas elevadas ou que contenha SPDAs.
- Vasos, tanques e equipamentos ligados a malha de aterramento.
- Veículos em operação de carga ou descarga de materiais inflamáveis.

3.6 - Banco de capacitores

Ao longo das linhas de distribuição são instalados bancos de capacitores para correção do fator de potência, estes bancos de capacitores são instalados em paralelo com a linha sem serem aterrados, foi solicitado pelo engenheiro responsável da PETROBRÁS um estudo de um banco de capacitores para avaliação de compra, o estudo apresentado foi o seguinte:

DADOS:

Potência do banco de capacitores: 50 kvar

Potência ativa: 800 kW

Fator de potência a ser corrigido: 0.5

CÁLCULOS:

Potência aparente

$$P = S \cdot \cos \theta$$

$$S = 800 \text{ k} / 0.5$$

$$S = 1600 \text{ kVA}$$

Potência reativa

$$Q = S \cdot \sin \theta$$

$$Q = 1385,6 \text{ kvar}$$

Fazendo a correção do fator de potência para $\cos \theta' = 0,92$:

$$\theta' = 23,07^\circ$$

$$S' \cdot 0,92 = 800 \text{ kW}$$

$$S' = 869,56 \text{ kVA}$$

$$Q' = 869,56 \cdot \sin 23,07^\circ$$

$$Q' = 340 \text{ kvar}$$

Onde:

$Q' = Q$ - Potência do banco instalado

Potência do banco instalado = 1045,6 kvar

Neste caso devemos instalar 21 bancos de capacitores de 50 kvar ao longo da rede o que nos dá um total de 1,050 kvar.

Como a tensão de linha é de 13,8 kV, a tensão de fase é 7,96 kV, logo:

$$Q = V \cdot I = V \cdot V / X_c =$$

$$50 \text{ k} = (7,96 \text{ k} \cdot 7,96 \text{ k}) / X_c$$

$$X_c = 1.267,23 \text{ ohms}$$

$$X_c = 1 / \omega C$$

Logo:

C = 2,09 μF , assim 6,28 μF é a capacitância em cada banco de capacitores.

4- SEGUNDA PARTE

A segunda parte do estágio foi realizada na cidade de Aracaju/SE no pólo da Atalaia, onde estão as seguintes unidades: UTPF (Unidade de tratamento e processamento de fluidos), UPGN (Unidade de processamento de gás Natural), ECA (Estação de compressores da Atalaia), TECARMO (Terminal de Carmópolis) e EPA (Estação de Produção de Atalaia).

Diferente da área vista em Carmópolis, as principais cargas utilizadas pela empresa são um pouco diferentes onde agora se tem motores muito mais potentes para a compressão de gás e bombeamento de óleo, numa área de campo bem menor e mais concentrada.

A execução desta parte do estágio deu-se da mesma forma: o acompanhamento do técnico de manutenção e conhecimento de equipamentos utilizados na área.

Estaremos abordando os principais setores e assuntos vistos durante a realização do estágio do mesmo modo feito na primeira parte.

4.1 - Subestações I e II

Neste pólo há duas subestações: a subestação I é alimentada por duas linhas de 69 kV, uma da subestação de Jardim (CHESF), situada a 18 km da UPTF e a outra linha vem da subestação de Aracaju (ENERGIPE) a 13 km. O sistema elétrico é normalmente alimentado pela linha de Jardim, ficando a outra como reserva para uma eventual troca na falta de energia, manutenção, etc.

A subestação I é composta por vários equipamentos elétricos podemos relacionar os equipamentos seguintes:

- 4 transformadores: 2 de 10 MVA e 2 de 5 MVA, relação 69 kV/ 4.16 kV 60 Hz, marca "SIEMENS"
- Para-raio "ASEA x BC" 73-3 A
- Chave seccionadora tripolar rotativa, com abertura vertical, de 69 kV – 6000 A. "LINE MATERIAL".
- Chave seccionadora tripolar rotativa, com abertura vertical com lâmina terra, de 69 kV – 6000 A. "LINE MATERIAL".
- Disjuntor trifásico "SPRECHER E SCHUH", 1500 MVA, 69 kV, 1000 A
- TP – marca "HITACHI LINE", relação 69kV / 120 V
Usados para proteção e medição da subestação
- TC – marca "BROWN BOVERI", 600/5 A, usados para a alimentação das bobinas de corrente dos relés função 50, 51 e 51N que protegem a entrada da subestação.

Na figura 6 é apresentado o esquema de ligação da subestação I apenas com as chaves, disjuntores e transformadores.

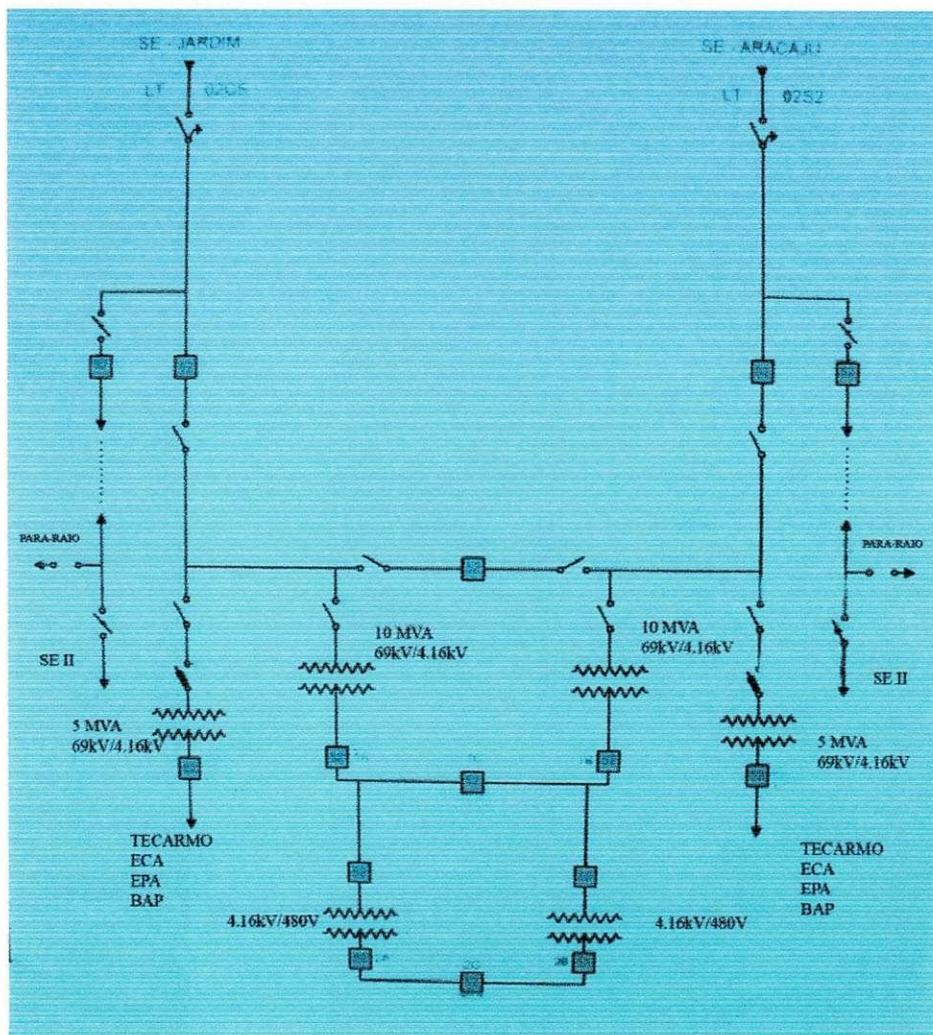


Figura 6 – Esquema elétrico da Subestação I

Além dos transformadores já mencionados existem outros dois transformadores de 2MVA, 4.16 kV/480V, marca “BROWN BOVERI”, que estão instalados próximo à subestação, todo o controle, os comandos dos disjuntores, relés, voltímetros, amperímetros, estão instalados em uma sala de painéis próximo da subestação.

Vale lembrar que no diagrama unifilar apresentado na Figura 6 não estão representados os TC's e os TP's instalados que estão antes do primeiro disjuntor.

Os dois transformadores de 10 MVA têm comutação por meio de tap's automática e essa comutação serve para que a saída no secundário esteja sempre em 4,16 kV.

Os dois transformadores de 5MVA que alimentam o Tecarmo não possuem comutação automática de tap's isso porque eles são muito antigos e alimentam bombas de transferência de petróleo para navios que não operam continuamente.

Foi observada durante o estágio a transferência da linha do Jardim para a linha de Aracaju devido a uma queda de energia, todas as manobras de chaves e disjuntores, os procedimentos de emergência e a comunicação com a concessionária fornecedora de energia foram presenciados.

Podemos observar que há disjuntores de interligação para os transformadores de 10MVA e também para os transformadores de 2MVA, 4.16kV/ 480 V. Este disjuntor proporciona a utilização ou não dos dois transformadores.

Observando o esquema elétrico da subestação vemos que há uma derivação subterrânea das linhas de 69kV que irão diretamente para a subestação II.

A subestação II possui dois trafos de 10 MVA e um de 5 MVA, tendo praticamente a mesma configuração da subestação I. Da subestação II partem vários alimentadores controlados por chaves seccionadoras para fornecer energia à estação de compressores de gás, nº 4.



Figura 7 – Subestação II

4.2 - Turbogenerador

Além de ser alimentada pelas linhas de energia da concessionária de energia, o campo também dispõe de um turbogenerador a gás, “Solar Turbines”, com capacidade de 5,2 MW para gerar 13800 V. Este turbogenerador proporciona uma economia de energia de cerca de 30% do custo total gasto em energia elétrica da unidade de produção.

O funcionamento do turbogenerador se dá da seguinte forma:

Um compressor de ar produz o gás de ciclo a alta pressão, que será aquecido em câmara de combustão com a queima do gás natural diretamente no fluxo (máximo de rendimento de troca calorífica). O ar quente ou o gás realizam uma expansão na turbina a gás que fornece a energia mecânica para o gerador elétrico e para o próprio compressor de ar, além de diversos auxiliares do grupo.

Os componentes básicos do turbogenerador são os seguintes:

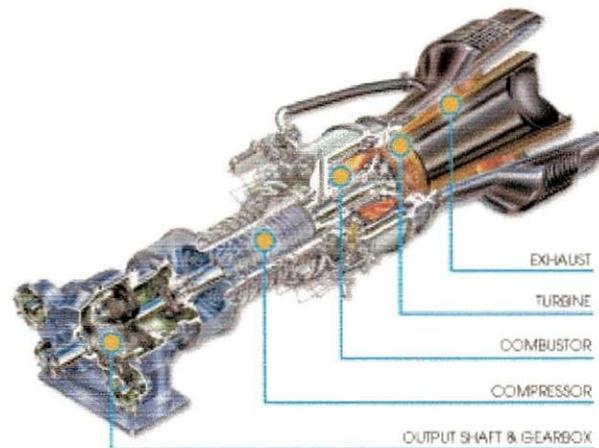
Compressor: pressuriza as moléculas do ar de modo a girar as lâminas do compressor estacionárias.

O combustor: o combustível é adicionado às moléculas pressurizadas do ar e inflamado. As moléculas aquecidas expandem-se e movem-se em velocidade elevada na seção da turbina.

A turbina: converte a energia do gás em velocidade elevada com poder rotatório útil sobre uma série das lâminas de rotor da turbina.

Eixo de saída e caixa de engrenagens: realiza a redução da velocidade do eixo da turbina.

Exaustor: dirige o gás gasto fora da seção da turbina na atmosfera.



Titan 130
Single Shaft Gas Turbine for
Power Generation Applications

Figura 8 – componentes básicos do turbogerador

4.3 - Motores síncronos e assíncronos

O campo onde é feito a coleta, bombeamento e transporte de óleo e compressão de gás, possui vários motores síncronos que funcionam a 4160 V.

Foram observados os seguintes motores:

Motor síncrono marca "BROW BOVERI" (1979).

Potência 1300kW - 300 rpm – 60 Hz.

$U_n = 4000 \text{ V}$

$I_n = 196 \text{ A}$

$I_e = 170 \text{ A}$

$U_e = 93 \text{ V}$

Proteção – IP-54

Isol.est/rot F/F.

$\Delta \text{ test/rot } 80/80$

$\text{Cos } \varphi = 1.0$

Regime contínuo.

Motor síncrono

790 kW – 450 rpm – 60 Hz.

$U_n = 4000 \text{ V}$

$U_e = 80 \text{ V}$

Proteção - IP-54

$I_n = 119 \text{ A}$

$I_e = 104 \text{ V}$

Esses motores funcionam a uma tensão nominal de 4000V, mas são alimentados em 4160 V isto devido a queda de tensão que ocorre no alimentador do motor.

O anel do rotor é alimentado por meio de escovas com tensão e corrente contínua provenientes de suas excitatrizes.

O painel de controle de excitação dessas máquinas possui:

- Regulador automático de excitação;
- Relé de aplicação no campo;
- Relé de perda de campo, monitoração de tensão de campo;
- Contador de aplicação de campo;
- Voltímetro de tensão de excitação;
- Amperímetro da corrente de excitação de campo;
- Fator de potência do motor.

Foram observados também motores síncronos sem escova (Brushless) que funcionam também a 4000 V onde o princípio de funcionamento é um pouco diferente. Neste caso teremos uma excitatriz excitando um gerador que irá gerar tensão alternada, esta tensão é retificada por uma ponte retificadora a diodos onde então estará fornecendo tensão contínua ao rotor do motor. O gerador a ponte retificadora giram juntamente com o rotor.

Os motores síncronos observados servem para a compressão de gás e estão acoplados a um compressor.

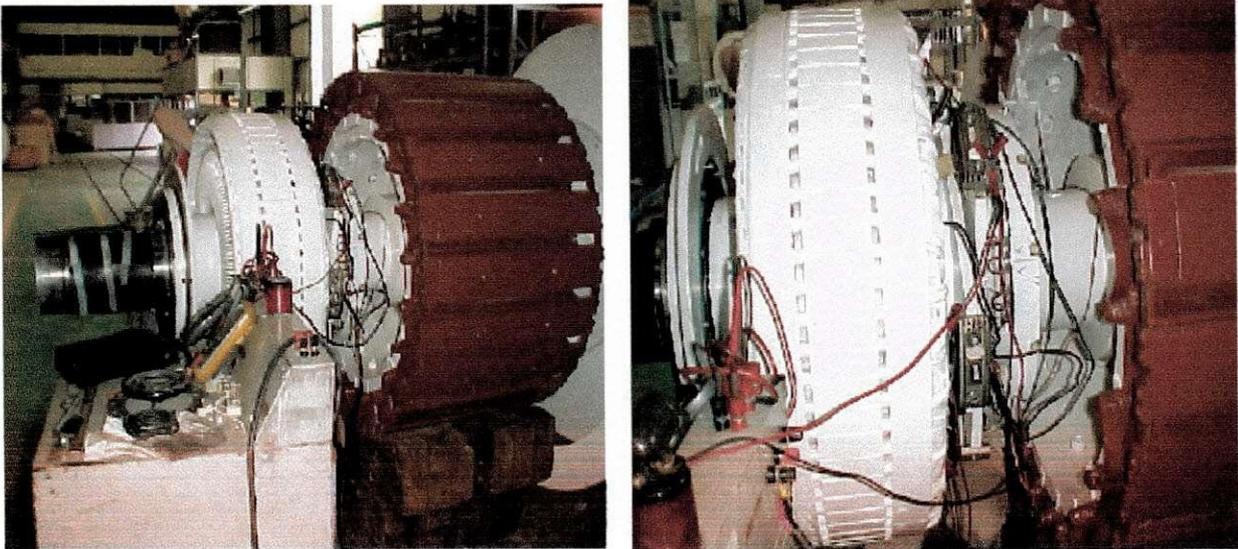


Figura 9 – rotor, gerador interno e a roda de diodos girantes do motor síncrono sem escovas

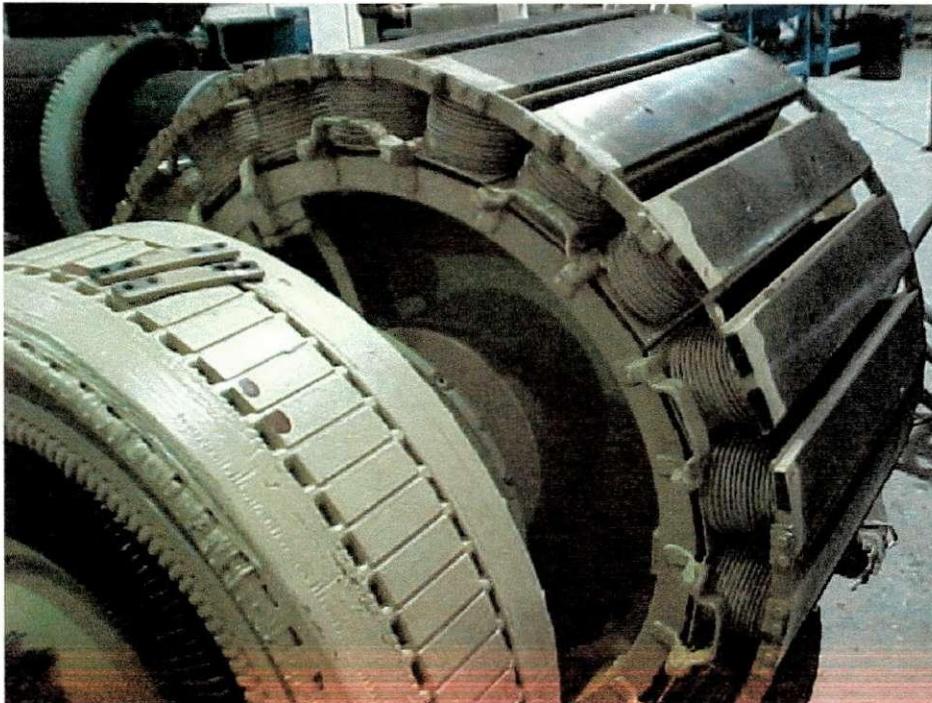


Figura 10 – rotor do motor síncrono sem escovas.

Há também vários motores de indução para diversas funções (auxiliares, bombeamento, ventilação, etc.) em potências de 5 a 1250 HP.

4.4 – Relés

O relé é um dispositivo por meio do qual um equipamento elétrico é operado quando se produzem variações nas condições deste equipamento ou circuito em que ele está ligado e/ou em outro equipamento ou circuito associado.

Foram observados alguns relés utilizados na área de trabalho, destacaremos alguns de forma sucinta:

Relé de seqüência de fase: não permite inversão ocasional dos motores das bombas no sentido.

Relé auxiliar: amplifica o sinal do relé.

Relé térmico: atua em sobre aquecimento térmico.

Relé de sobre corrente: atua em sobre corrente de fase, neutro ou terra.

Relé diferencial: atua sempre que houver diferença relativa entre corrente que chega e que sai dos trafos, prevenindo defeitos internos.

Relé de gás: sente a formação de gases provenientes de arco entre espirais dentro do transformador ou de um circuito externo, ou ainda entrada de ar.

Foram observados ainda relés digitais, que foram os relés Multilin 239, esses relés estão instalados para a proteção de alguns motores síncronos do campo:

O relé Multilin 239 é projetado para proteger inteiramente três fases dos motores CA, contra condições que podem danificá-los. Além da proteção ao motor, o relé tem características que podem proteger equipamentos mecânicos associados, soar alarme antes que algum dano resulte de um processo de mau funcionamento, diagnosticar problemas decorrentes de uma falha e permitir a verificação da correta operação do relé durante a manutenção de rotina. Com o uso da interface serial de comunicações *ModBus*, os contatos de partida de todos os motores podem ser conectados a um sistema

central de controle / monitoração para contínua monitoração e rápido diagnóstico de falhas de um processo completo.

Cada motor requer um relé. Tendo em vista que a corrente de fase é monitorada através de transformadores de corrente, motores de qualquer nível de tensão podem ser protegidos. O relé é usado como um dispositivo piloto do contator ou disjuntor para abrir sob condições de falha; isto é, ele não conduz a corrente primária do motor. Quando a opção para excesso de temperatura é ordenada, até três RTDs podem ser monitorados. Estes podem estar todos no estator ou um no estator e dois nos mancais.

Proteção do Multilin:

- Sobrecarga (15 curvas selecionáveis);
- Curto circuito;
- Rotor bloqueado;
- Enguiço / desarranjo mecânico;
- Partidas repetidas;
- Fase simples / desequilíbrio;
- Excesso de temperatura (termistor & 3 RTDs);
- Subcorrente;
- Alarme de sobrecarga.

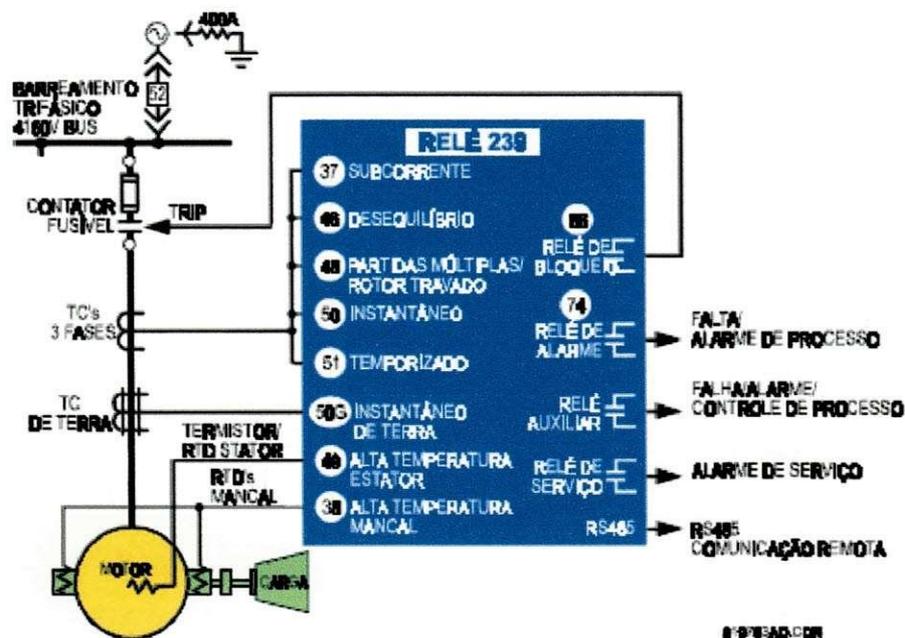


Figura 11 – dispositivos de proteção presentes no Multilin

4.5 - Retificador

Os retificadores/carregadores de bateria são utilizados para suprir energia em corrente contínua para as instalações industriais, usinas e subestações de geração e distribuição de eletricidade e telecomunicações.

Os retificadores vistos durante o estágio são da marca Adelco série CBM 9000, tratam-se de equipamentos microprocessados, com ponte retificadora tiristorizada, que

operam com baterias ácidas ou alcalinas, abertas ou seladas, desde que não seja exigido valor de tensão fora dos limites para os quais foi fabricado.

Descrição do refitador apresentado na Figura 10:

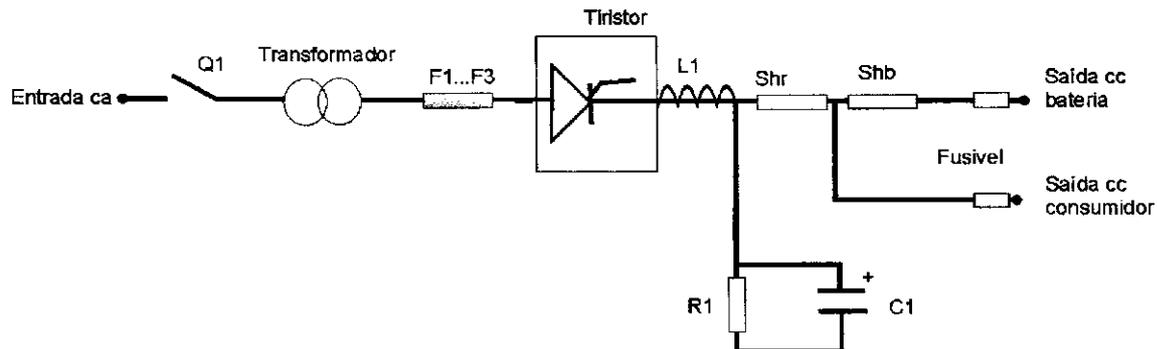


Figura 12 – diagrama unifilar do retificador simplificado

Funcionamento:

Estando o disjuntor Q1 fechado, a tensão CA de entrada é aplicada ao primário do transformador. O secundário do transformador terá um nível de tensão mais baixo, compatível com a tensão de saída do equipamento.

A tensão do secundário do transformador é aplicada à ponte retificadora tiristorizada controlada que executa a retificação da tensão alternada.

O filtro de saída do retificador é composto pelo indutor L1 e pelo capacitor C1. O indutor possui indutância suficiente para manter reduzida a corrente de pico nos elementos retificadores, conservando o ruído psfométrico (*ripple*) em níveis inferiores ao máximo admissível.

O resistor R1 tem a finalidade de assegurar que a ponte retificadora opere na região mais linear da sua curva de transferência.

Associado ao pólo positivo de saída, encontra-se o *shunt* SHR, que fornece uma tensão linearmente proporcional à corrente de saída do retificador. Esta queda de tensão (60 mV para o valor nominal do *shunt*) é levada como uma informação da corrente de saída à placa de controle e da placa de supervisão por meio de cabo blindado.

Na saída de bateria encontra-se o *shunt* SHB que opera similarmente ao SHR, porém com função de enviar informações da corrente de bateria às placas de controle e supervisão. Os pólos de saída são protegidos por fusíveis de ação retardada com capacidade compatível com a corrente nominal do retificador.

Características de entrada:

Tensão nominal: 480 V +/- 10%

Frequência: 60 Hz

Fator de potência > 0.85

Potência: 9 kVA

Características de saída

Tensão nominal: 125 Vcc

Corrente nominal: 50 A.

Marca "ADELCO".

4.6 - Instalações elétricas em atmosferas potencialmente explosivas

Algumas áreas no campo da PETROBRÁS onde foi feito o estágio eram consideradas áreas potencialmente explosivas. Por este motivo, nos foi passado algum conhecimento sobre essas áreas, com destaque para os seguintes pontos:

As substâncias inflamáveis, na forma de líquidos, vapores, gases ou partículas sólidas, ao se combinarem com o oxigênio do ar podem formar uma atmosfera explosiva. Essa atmosfera pode ser gerada durante o processamento, transporte ou armazenamento dessas substâncias. Portanto, torna-se necessária a utilização de equipamentos elétricos e eletrônicos adequados em áreas onde exista a possibilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva.

Com efeito, a quantidade de energia contida em centelhas geradas por abertura e fechamento de contatos elétricos é, em geral, muitas vezes superior ao mínimo necessário para causar a inflamação da mistura explosiva. Por outro lado, a temperatura superficial ou interna de um equipamento, em operação normal ou devido a uma sobrecarga ou defeito, pode atingir valor temperatura de ignição de uma ou mais substâncias presentes na atmosfera.

Propriedades básicas das substâncias inflamáveis

Existem algumas propriedades das substâncias inflamáveis que afetam diretamente o grau de risco e o comportamento das mesmas quando liberadas para a atmosfera.

Ponto de fulgor: é a menor temperatura do líquido na qual é liberado vapor, acima da sua superfície, em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável.

Faixa de inflamabilidade: faixa de concentração da mistura vapor-ar entre os limites inferior e superior de inflamabilidade.

Temperatura de ignição: menor temperatura de uma parede aquecida na qual a mistura mais inflamável de gás-ar ou vapor-ar entra em ignição, com o surgimento de chama.

A norma IEC60079-10 (*Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Classification of hazardous areas*) tem por objetivo quantificar a área de risco em uma planta. As áreas de risco são divididas em Zonas 0, 1, 2 e são classificadas:

Zona 0: áreas onde a presença de mistura inflamável é contínua ou ocorre por longos períodos.

Zona 1: áreas onde é provável a ocorrência de mistura inflamável em condições normais de operação do equipamento de processo.

Zona 2: áreas onde ocorre mistura inflamável somente em condições anormais de operação do equipamento de processo.

Grau de proteção: corresponde às características do equipamento ou invólucro ligadas à proteção de pessoas contra choques acidentais a partes móveis ou energizadas sem isolamento, bem como a danos no equipamento provocados pelo ingresso de corpos sólidos estranhos ou água. O grau de proteção é expresso pela sigla IP (index of protection) seguido de uma letra opcional e 2 numerais. Por exemplo, os motores da UPGN e do ECA III e IV possuem um grau de proteção IPW55, ou seja, o primeiro número 5 significa protegido contra poeira, o segundo número 5 significa protegido contra jatos d'água, a letra W opcional significa proteção contra intempérie segundo determinadas condições, no caso é a proteção contra a maresia, pois a área está bem próxima do litoral.

5 – QUESTÃO DA SEGURANÇA

A questão da segurança na PETROBRÁS é uma área bastante importante, a empresa é estritamente preocupada com a segurança das pessoas e do meio ambiente.

É obrigatória a realização de um curso de segurança para qualquer pessoa que for trabalhar na empresa, curso obrigatório para estagiários também. O curso envolve noções nas áreas de saúde, meio ambiente e segurança no trabalho. Foram feitos dois cursos um em cada cidade onde o estágio foi executado.

Em áreas de campo foi obrigatório o uso de equipamentos de proteção individual (E.P.I.), capacete, botas e óculos.

Para ser executado um trabalho no campo é necessário uma permissão de trabalho, que é uma ficha, preenchida pelo funcionário responsável da empresa, na qual são analisadas as condições para realizar o trabalho a ser executado onde são vistos os requisitos:

- E.P.I.s necessários (capacete, óculos, botas, luvas, colete, máscara, avental, perneira, protetor auricular, protetor facial, cinto de segurança);
- Riscos envolvidos (ruído, H₂S, choque, explosão, vibração, queda, Incêndio, desabamento. Produtos químicos, piso escorregadio, deficiência de O₂).

São ainda envolvidos recomendações do emitente e recomendações adicionais de segurança. É também feita uma análise preliminar onde todo o trabalho é analisado de modo a garantir total segurança na execução.

6 - CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

De um modo geral o estágio alcançou seus objetivos iniciais, oferecendo ao aluno integração ao ambiente de trabalho, envolvendo vários setores como: tecnológico, humano, econômico. Os conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação em engenharia elétrica foram bastante proveitosos e úteis para o melhor aproveitamento do estágio; conhecimentos teóricos foram vistos em sua execução na prática proporcionando um entendimento mais amplo e esclarecimento de dúvidas.

Muitas informações foram absorvidas no decorrer do estágio que não são aprendidas na universidade, foi tido o contato com vários equipamentos que dificilmente se encontrarão nas universidades ou mesmo em empresas, pois a empresa PETROBRÁS tem uma área muito ampla no setor elétrico e um grande potencial de equipamentos.

Foram revistos, na prática, os conceitos apresentados em diversas disciplinas da graduação de engenharia elétrica da UFCG, principalmente nas disciplinas da ênfase de eletrotécnica cursada pelo aluno tais como:

Distribuição de energia, máquinas elétricas, proteção de sistemas elétricos, eletrônica de potência, técnicas de medição, instalações elétricas, sistemas elétricos, equipamentos elétricos, dentre outras.

Foram aprendidas noções de segurança, que é uma área bastante importante para o setor elétrico. O acesso a algumas normas, por exemplo, a Norma NR-10, foi bom dando ao aluno conhecimentos técnicos envolvidos no setor.

Na questão humana, o bom relacionamento com as pessoas foi mantido de modo que ao fim do estágio bons colegas de trabalho foram feitos.

7 – BIBLIOGRAFIA

- BENEMAR ALENCAR DE SOUZA, “Distribuição de energia elétrica”, 1997, UFCG.
- HÉLIO CREDER, “Instalações elétricas”, LTC Editora, Rio de Janeiro - RJ, 14ª edição (2002).
- LUIS CARLOS FERREIRA DA SILVA, “Instalações elétricas e de instrumentação em Atmosferas Potencialmente explosivas”, (2005).
- Manual de controle de resistências de aterramento da UN-SEAL.
- Manual de instalação, operação e manutenção da “ADELCO”.
- Manual de transmissão e distribuição de energia da “SIEMENS”.
- Manual de operação relé Multilin.
- NBR- 5410 (2004) – Instalações elétricas de baixa tensão
- NBR- 5419 (1997) - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas.

Sites:

Data de acesso: março de 2006

- www.pulmaotec.com.br.
- www.geindustrial.com/pm/manuals.