



UNIVERSIDADE FERERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIOS E PROJETOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Aluno: Arthur Tôrres Paiva
Matrícula: 20121121

Prof. Orientador: Dr. Benedito Antonio Luciano

Orientador: Eng. Sérgio Fernandes

Campina Grande – Paraíba
31/10/2005



UNIVERSIDADE FERERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIOS E PROJETOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Título do Trabalho: COTEMINAS - CG

Trabalho Apresentado por: ARTHUR TÔRRES PAIVA

Empresa: COTEMINAS CIA DE TECIDOS NORTE DE MINAS

Orientador: BENEDITO ANTÔNIO LUCIANO, DOUTOR



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Dedicatória:

À minha esposa, Ana Laura, por está sempre ao meu lado em toda a minha caminhada nestes últimos 13 anos, sempre me dando amor, atenção, força e me apoiando em todas as decisões. A meu filho ou filha que está a caminho e virá para trazer ainda mais amor a nossa família.

À meus pais, Heidimir e Luzinete, por terem me dado amor e carinho e por terem me ajudado a construir o alicerce do que sou hoje.

Agradecimentos:

A Deus, por estar sempre iluminando meu caminho.

A COTEMINAS – CG por me propiciar a oportunidade impar de estagia com todo o suporte técnico necessário para o desenvolvimento das minhas atividades.

Ao Eng. Sérgio Fernandes T. Pereira pela oportunidade e inestimável contribuição na elevação do meu conhecimento, me apoiando e orientando da melhor forma possível.

Aos amigos que ganhei na Coteminas – CG, em especial a Fábio, Cícero, Alana, Janemere, Jose, Andresa e Fairuz, que me ajudaram bastante no acompanhamento e execução deste e de outros projetos.

Ao professor Dr. Benedito Antônio Luciano pelo exemplo profissional demonstrado durante todo o curso e no apoio dado a mim na realização deste estágio.

A todos os companheiros da família Coteminas que direta ou indiretamente contribuíram nesta nova conquista.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. O GRUPO COTEMINAS.....	02
2.1. A UNIDADE DE CAMPINA GRANDE.....	02
3. RELÉS DE PROTEÇÃO - ESTUDO DE CASO.....	03
3.1. RELÉS PARA PROTEÇÃO DE MOTORES PM – INEPAR.....	05
3.1.1. DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	08
4. PLANEJAMENTO DAS PARADAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	12
4.1. OBJETIVO.....	12
4.2. CRONOGRAMA DAS PARADAS E REUNIÕES.....	12
4.3. REUNIÃO PREPARATÓRIA.....	12
4.4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA DURANTE AS PARADAS.....	13
4.5. OBSERVAÇÕES ANTES DAS PARADAS.....	14
4.6. DESCRIÇÃO DAS TAREFAS POR EQUIPAMENTO E PERÍODO.....	14
4.6.1. CHAVES SECCIONADORAS MOTORIZADAS.....	14
4.6.1.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES....	15
4.6.1.2. SEMESTRAL.....	15
4.6.1.3. ANUAL.....	15
4.6.1.4. A CADA QUATRO ANOS.....	15
4.6.1.5. MATERIAL UTILIZADO.....	16
4.6.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.....	17
4.6.2.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES....	18
4.6.2.2. ANUAL.....	18
4.6.2.3. A CADA 4 ANOS.....	18
4.6.2.4. MATERIAL UTILIZADO.....	19
4.6.3. TRANSFORMADORES DE CORRENTE.....	19
4.6.3.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES....	20
4.6.3.2. ANUAL.....	20
4.6.3.3. A CADA 4 ANOS.....	21
4.6.3.4. MATERIAL UTILIZADO.....	21
4.6.4. PÁRA – RAIOS.....	21
4.6.4.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES....	22
4.6.4.2. ANUAL.....	22
4.6.4.3. MATERIAL UTILIZADO.....	23
4.6.5. DISJUNTORES À SF6.....	23
4.6.5.1. ATIVIDADE A SER EXECUTADA ANTES DA PARADA.....	24
4.6.5.2. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES....	24
4.6.5.3. ANUAL.....	24
4.6.5.4. A CADA 2 ANOS.....	25
4.6.5.5. A CADA 4 ANOS.....	25
4.6.5.6. MATERIAL UTILIZADO.....	25
4.6.6. TRANSFORMADORES DE FORÇA.....	26
4.6.6.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES....	27
4.6.6.2. ANUAL.....	27
4.6.6.3. A CADA DOIS ANOS.....	27
4.6.6.4. MATERIAL UTILIZADO.....	28
4.6.7. CASA DE COMANDO.....	29
4.6.7.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES....	29

4.6.7.2. SEMESTRAL.....	29
4.6.7.3. ANUAL	29
4.6.7.4. A CADA DOIS ANOS.....	29
4.6.7.5. A CADA QUATRO ANOS.....	30
4.6.7.6. MATERIAL UTILIZADO.....	30
4.6.8. CARREGADOR RETIFICADOR DE TENSÃO AC/DC.....	30
4.6.8.1. ANUAL	31
4.6.8.2. MATERIAL UTILIZADO.....	31
4.6.9. TRANSFORMADOR AUXILIAR.....	31
4.6.9.1. ANUAL	31
4.6.9.2. MATERIAL UTILIZADO.....	32
4.6.10. UNIDADE CENTRAL DO LSA.....	32
4.6.10.1. ANUAL	32
4.6.10.2. MATERIAL UTILIZADO.....	33
4.6.11. BANCO DE CAPACITORES.....	33
4.6.11.1. A CADA DOIS ANOS	34
4.6.11.2. MATERIAL UTILIZADO.....	34
4.6.12. BANCO DE BATERIAS.....	35
4.6.13. COMANDO - COMPRESSORES DE AR	36
4.6.13.1. A CADA DOIS ANOS	36
4.6.13.2. MATERIAL UTILIZADO.....	36
4.6.14. PAINEL DE COMANDO DE ALTA TENSÃO	37
4.6.14.1. ANUAL	37
4.6.14.2. MATERIAL UTILIZADO.....	37
5. CONCLUSÃO.....	38
6. BIBLIOGRAFIA.....	39
ANEXOS.....	41

Lista de Tabelas:

Tabela 01 - Nomenclatura de aparelhos - ASA (Mamede, 1994).....	04
Tabela 02 - Proteções do Relé PM – Inepar.....	06
Tabela 03 - Cronograma de Reuniões.....	13

Lista de Figuras:

Figura 01 - Vista frontal do relé PM da INEPAR.....	07
Figura 02 - Diagrama elétrico simplificado do relé.....	08
Figura 03 - Diagrama fasorial de cargas equilibradas e desequilibradas.....	11
Figura 04 – Compressor.....	11
Figura 05 - Painel de Comando do Compressor.....	11
Figura 06 - Chave Seccionadora.....	15
Figura 07 - Transformadores de Potência.....	17
Figura 08 - Transformadores de Corrente.....	20
Figura 09 - Pára-Raios.....	22
Figura 10 - Disjuntor à SF6.....	23
Figura 11 - Transformador de Força.....	26
Figura 12 - Painel Retificador.....	30
Figura 13 - Painel LSA/Retificador.....	32
Figura 14 - Banco de Capacitores.....	34
Figura 15 - Banco de Baterias.....	35

1. INTRODUÇÃO

Neste relatório são apresentadas as principais atividades do estágio integrado realizado na empresa Coteminas Campina Grande, como parte da conclusão do curso de graduação em engenharia elétrica com ênfase em eletrotécnica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante o período de 01/09/2004 à 31/08/2005, com carga horária de 44 horas semanais.

Dentre as atividades realizadas durante o período de estágio supra citado, são enfatizadas duas tarefas:

1. Identificação e solução de problemas relacionados com o desarme intempestivo do relé de proteção do sistema de acionamento do compressor responsável pela alimentação de ar comprimido à planta industrial;
2. Elaboração do plano de paradas para manutenção preventiva da Subestação Principal e Sala Elétrica compreendidas no período de 2005 a 2008;

2. O GRUPO COTEMINAS

Mediante incentivos provenientes da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), nasce em 1967 em Montes Claros – MG, a primeira unidade do grupo Coteminas. Sua fiação entra em operação no ano de 1974 e no ano de 1976 entra em operação a tecelagem.

Em 1990, o setor passava por uma profunda crise e muitas empresas ficaram a espera de apoio do governo, mas uma outra parcela de empresas resolveu lutar contra a concorrência internacional, entre elas a Coteminas. Em 1992, no intuito de se tornar mais competitiva resolveu lançar ações na BOVESPA e vendeu 50% do seu capital total para investidores. Com o dinheiro a empresa resolveu investir em máquinas mais modernas.

Após esta primeira etapa, o grupo foi à busca de marcas fortes para agregar valores a seus produtos, para isto, arrematou a Artex e a Santista se tornando assim uma empresa mais forte, com nomes já bem conhecidos no mercado. Entre 1992 e 2004, sua produção saltou de 15 mil toneladas para 170 mil toneladas anuais.

Atualmente, o grupo é formado por 16 unidades, sendo uma das últimas, a unidade localizada na província de Santiago Del Estero, na Argentina, inaugurada em 2004.

2.1. A UNIDADE DE CAMPINA GRANDE

Com o intuito de aumentar a produção de fio, para suprir a demanda das outras unidades, devido a sua localização geográfica e mão de obra qualificada, foi escolhida a cidade de Campina Grande para a implantação de mais uma unidade do grupo. Em maio de 1995 foi dado início a implantação da primeira fábrica, a Embratex e posteriormente a Wentex, ambas produtoras exclusivamente de fios para suprir o comércio nacional e a exportação. Estas duas fábricas formam a unidade Coteminas-CG e se preparam para mais uma etapa de sua expansão, a criação do setor de tecelagem, etapa esta que está em fase de estudo e poderá entrar em funcionamento nos próximos meses.

A empresa esta localizada na Alça Sudoeste, BR 230, km 155 no Distrito Industrial do Ligeiro. Possui uma área construída de 132.531 m² e uma área de 10.080 m² destinadas às futuras instalações.

A empresa conta atualmente com mais de 1000 funcionários e funciona em período integral, 24 horas por dia, sete dias por semana.

Hoje, a unidade de Campina Grande produz cerca de 3,5 bilhões de quilômetros de fio por ano, o que seria suficiente para dar 85 mil voltas na Terra na linha do Equador e é considerada a maior fiação deste tipo do mundo.

Continuando sua expansão e se preparando para as novas ampliações e também para comprar energia de forma mais competitiva o grupo está em fase de transição (comprando a maior parcela de energia no mercado de energia denominado atualmente de CCEE, antigo MAE), desde janeiro de 2005, para futuramente se tornar consumidor livre e também está em fase de estudo a construção da subestação de 230 kV, em substituição a atual de 69 kV / 60 MVA.

3. RELÉS DE PROTEÇÃO – ESTUDO DE CASO

Todos os sistemas elétricos necessitam de proteção para evitar que defeitos transitórios ou permanentes possam danificar equipamentos e colocar em risco a vida de pessoas. Mesmos os sistemas mais bem projetados, levando-se em conta todas as normas técnicas vigentes, estão sujeitos a defeitos que podem ter conseqüências irrelevantes ou desastrosas. Para evitar estes problemas os sistemas elétricos se valem de várias formas de proteções, como fusíveis, disjuntores e relés.

A denominação relé representa um número muito grande de equipamentos e dispositivos, das mais diversas formas de construção e operação, para as mais diversas aplicações e também dependendo do porte e da segurança das instalações consideradas.

Nos diagramas elétricos, os relés são identificados através de uma numeração normalizada pela *American Standart Association – ASA* e aceita internacionalmente, parte desta identificação pode ser vista na tabela abaixo:

Número	Função	Número	Função
2	Relé de partida temporizada	61	Relé de balanço de corrente
3	Relé de Verificação	62	Relé temporizado de interrupção ou abertura
21	Relé de Distância	63	Relé de pressão de líquido ou de gás
27	Relé de Subtensão	64	Relé de proteção de terra
30	Relé anunciador	67	Relé direcional de sobrecorrente
32	Relé direcional de Potência	68	Relé de bloqueio
37	Relé de subcorrente ou subpotência	74	Relé de alarme
44	Relé de seqüência de partida de unidades	76	Relé de sobrecorrente em corrente contínua
46	Relé de reversão de fase ou balanceamento de fase	78	Relé de medição de ângulo de fase
47	Relé de seqüência de fase para tensão	79	Relé de religamento
48	Relé de seqüência incompleta	81	Relé de frequência
49	Relé de réplica térmica para máquinas (temperatura do enrolamento)	83	Relé de transferência automática
50	Relé de sobrecorrente instantâneo	85	Relé receptor de onda carrier ou de fio piloto
51	Relé de sobrecorrente temporizado	86	Relé de bloqueio
53	Relé de excitatriz ou gerador de corrente Contínua	87	Relé direcional
55	Relé de fator de potência	91	Relé direcional de tensão
56	Relé de aplicação de campo	92	Relé direcional de tensão e corrente
59	Relé de sobretensão		

Tabela 01 - Nomenclatura de aparelhos – ASA (Mamede, 1994).

Nos sistemas elétricos as perturbações podem ser agrupadas resumidamente em curtos-circuitos, sobrecargas, variações dos níveis de tensão e frequência. Destas, os

curtos-circuitos são as perturbações mais severas para um sistema elétrico e como consequência são obtidos níveis de corrente extremamente elevados capazes de implicar danos irreparáveis à instalação, caso o sistema de proteção não atue. Estes podem se dar entre as três fases, entre duas fases quaisquer ou entre uma fase qualquer e a terra.

As sobrecargas se caracterizam pela elevação moderada da corrente e por terem sua duração prolongada (bem maior que as de curto-circuito) e são normalmente causadas muitas vezes por operação incorreta, seja pela introdução de novas cargas ao circuito, pelo aumento das cargas mecânicas, acima das admitidas pelo eixo dos motores, etc.

Já as variações do nível de tensão são perturbações que afetam demasiadamente o desempenho das instalações e provocam falhas em alguma parte do sistema, sua duração pode ser curta ou prolongada, para cima ou para baixo. Casos particulares de variação do nível de tensão são as variações provenientes de manobras do sistema e descargas atmosféricas e podem ser denominados respectivamente de surtos de manobra e surtos atmosféricos.

3.1. RELÉS PARA PROTEÇÃO DE MOTORES PM – INEPAR

Nos motores de grande porte se faz necessário uma proteção segura e eficiente por conta do alto custo que representam e pela confiabilidade de serviço que estes motores devem manter. Para suprir as necessidades de ar comprimido, a empresa dispõe de três compressores alimentados em 4,16 kV e cuja potência é de 800 CV (600 kW), estes funcionam da seguinte forma, um compressor fica de reserva enquanto os outros ficam trabalhando em plena capacidade ou em alívio. Existe um rodízio de funcionamento dos compressores para que estes funcionem aproximadamente um mesmo número de horas, este controle é feito de forma manual utilizando os horímetros existentes nos mesmos. A proteção elétrica destes motores é feita utilizando relés trifásicos fabricados pela INEPAR.

O relé trifásico de proteção de motor de estado sólido INEPAR, da linha PM foi projetado de acordo com tecnologia da Hitachi – Japão para proteger motores de baixa e média tensão, ele é um equipamento multifunção e tem as seguintes proteções incorporadas:

Função	Código
• Proteção de sobrecarga	49
• Proteção de curto-circuito	50
• Proteção de falta a terra	50N / 50G
• Proteção de partida prolongada	48
• Proteção de perda de carga	37
• Proteção contra carga desequilibrada	46

Tabela 02 – Proteções do Relé PM – Inepar

Conforme a Figura 01, pode-se ver que na parte superior do painel está fixada a placa de identificação do relé. Também podem ser vistos os tapes de ajuste de corrente em três placas identificadas como A, B(I0), C e cujas regulagens podem ir de 0,3 à 1,2 x In com passos de um décimo.

Pode se ver também à direita dos blocos de tapes os potenciômetros para ajuste e os respectivos LED's indicadores de operação das várias funções do relé. De cima para baixo pode-se ver o ajuste da constante térmica da função de sobrecarga com uma faixa contínua de 10 a 40 min ou de 40 a 160 min; o ajuste contínuo do valor de atuação da função de curto-circuito de 2 a 10 x I_e ; o ajuste contínuo do valor de atuação da função de falta à terra de 0,1 a 0,8 x I_e ; o ajuste contínuo do valor de atuação da função de perda de carga de 0,2 a 0,8 x I_e ; o ajuste contínuo da função de tempo de atuação da função de partida prolongada com uma faixa contínua de 3 a 30 segundos; o ajuste contínuo do valor de atuação da função de carga desbalanceada de 0,25 a 0,5 x I_e e finalmente um LED que indica se o relé esta alimentado (V. Aux). Também existe na extremidade inferior direita do painel frontal uma chave identificada como $V(\%)=100$ utilizadas para minimizar problemas de interrupções mais prolongadas (acima de 400 ms) na alimentação auxiliar do relé, permitindo levar os contadores imediatamente ao estado 100%, o que corresponde à simulação da temperatura nominal do motor protegido. Há também a chave indicada como TESTE/REARME LED que tem como função, ao ser pressionada, não só rearmar, mas também testar os LED's indicadores das funções.

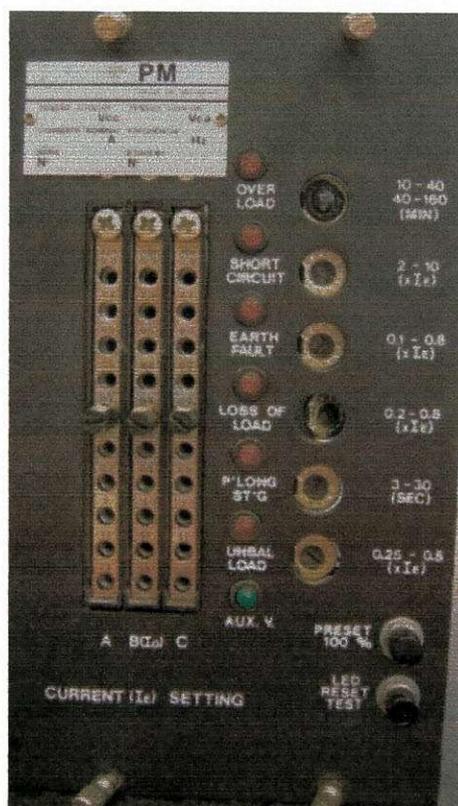


Figura 01 – Vista frontal do relé PM da INEPAR

Conforme a Figura 02, pode-se ver que uma representação simplificada da ligação do relé. Três TCs retiram amostras das correntes de fase e a partir delas realiza a supervisão e proteção do motor. A alimentação da parte de comando e do próprio relé é feita através de um TP que rebaixa o nível de tensão de 4,16 kV para 110 V. Juntamente as proteções realizadas pelo relé existem sensores de nível de óleo e de temperatura dos enrolamentos para que se tenha uma maior segurança e confiabilidade na proteção do compressor.

Esta alimentação das correntes proveniente dos TCs é realizada através de terminais especiais, tipo pino, ligados a uma borneira aparafusada numa das placas de circuito impresso, estas possuem barras curto-circuitantes na borneira com o objetivo de curto-circuitar os TCs caso o relé seja retirado da caixa, isto é feito porque devido à estrutura do TC, não podemos abrir o circuito secundário quando no circuito primário passe corrente porque o fluxo magnético iria provocar correntes muito elevadas no secundário e também um sobre-aquecimento do mesmo.

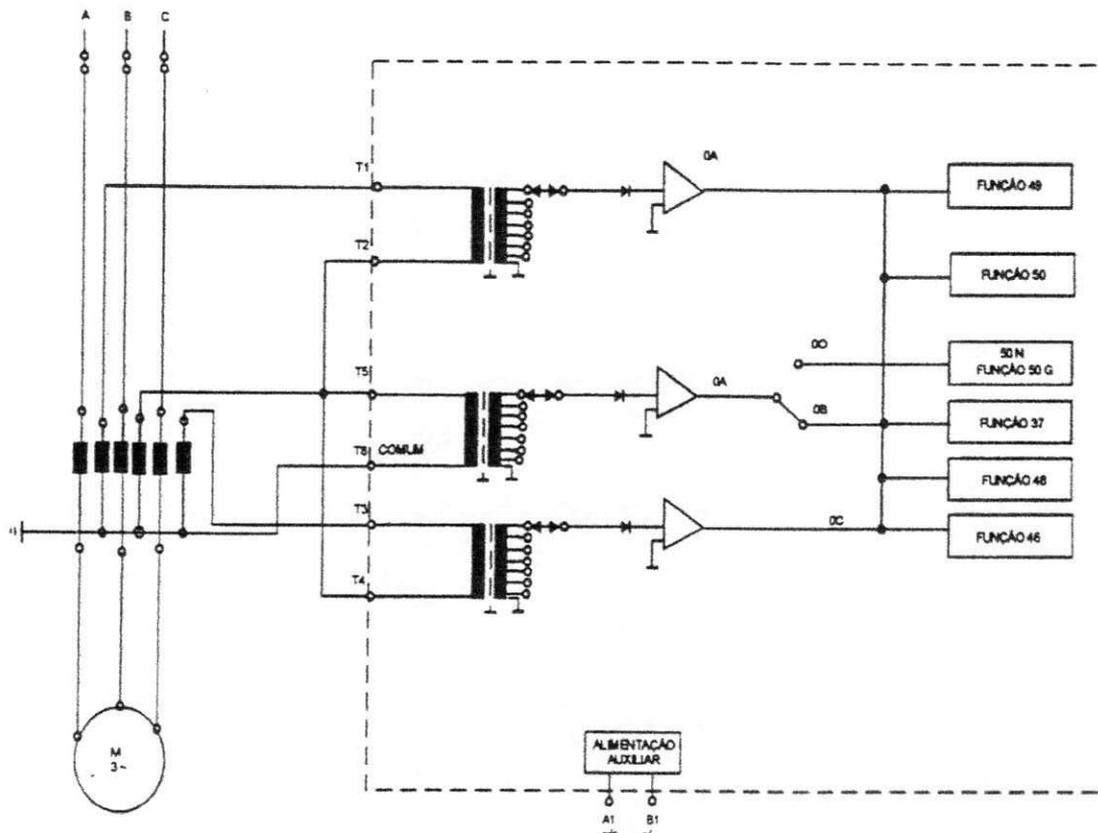


Figura 02 – Diagrama elétrico simplificado do relé

3.1.1. DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

Houve um curto-circuito no borne de ligação do relé de proteção PM da INEPAR, o que ocasionou o desligamento do motor. Foi então colocado um novo relé idêntico ao anterior, quando ligado este veio a desarmar acusando um desequilíbrio de fase. Este problema fez com que a fábrica ficasse sem compressor reserva.

Estes são responsáveis por todo o ar comprimido usado na fábrica, em especial, muitas máquinas necessitam de ar comprimido em alguma parte do processo, se os níveis de pressão baixam de um determinado valor, estas máquinas começam a parar, para que isso não aconteça, pelo menos dois destes compressores devem estar funcionando para manter o nível de pressão.

Foi então realizado vários testes das partes componentes do painel de comando do motor a fim de solucionar o problema, como os níveis de tensão e potência são bastante elevados e estes partem no modo de partida direta, não podíamos ligar os três

ao mesmo tempo para não sobrecarregar o transformador que os alimentava, foi necessária uma análise detalhada e criteriosa, pois não se podia dar partidas no motor só para testa-los.

Numa primeira etapa foi verificada toda a parte de comando, testando a continuidade, cabo a cabo, como não foi detectado nenhum problemas, foi então retirado os TCs por suspeitar que um deles poderia estar com problemas, no lugar destes foram colocados novos TCs, estes procedimento não solucionou o problema.

Como o defeito persistia, mesmo tendo sido feito e refeito todos os testes e como não existia documentação do fabricante detalhando como era feito o teste de desequilíbrio de carga foi decidido que montaríamos a parte de comando numa bancada de teste, utilizando um motor de 75kW, 380 V para que fosse verificado o funcionamento do relé de proteção podendo se ver todos os parâmetros já que os níveis de tensão eram considerados baixo. Estranhamente, o problema não foi detectado, apenas quando se tirava uma das fases de corrente é que o relé detectava desequilíbrio de fase. Uma conclusão que se chegou é que muito provavelmente o defeito era intermitente, novamente foi testada a parte de comando do motor e posteriormente foi tentado partir o motor, este voltou a desarmar devido à proteção do relé. Como o motor utilizado no teste tinha níveis de tensão, corrente e potência bem abaixo das do motor do compressor, começamos a trabalhar com duas novas hipóteses, uma delas era que o problema fosse no motor e a outra era que o problema poderia ser ocasionado por algum problema só detectado pelo relé nos níveis de corrente e tensão mais elevados.

Com a chegada de um motor que estava na revisão, esta realizada numa empresa especializada em motores de grande porte resolvemos então trocar o motor. O processo de troca do motor é bastante complicado e demorado, em primeiro lugar este pesa aproximadamente quatro toneladas e só pode ser retirado com um caminhão muque, como este tem de ser desacoplado do resto do compressor, após a colocação do novo se inicia um processo de alinhamento do seu eixo com o eixo do compressor. Este procedimento de alinhamento é feito pela equipe da mecânica. Após a conclusão do alinhamento e ligado sua alimentação foi então programado uma nova partida do motor.

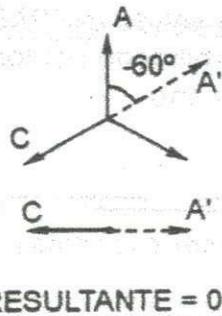
Após a nova tentativa, o problema continuava a aparecer, como o painel de comando deste compressor era diferente dos outros dois, decidimos então aproveitar um painel que estava guardado e montamos todo o comando no novo cubículo, com isso ficou-se com os três painéis exatamente iguais e com o mesmo diagrama elétrico, este

processo também não foi simples, pois o painel desativado estava desmontado e foi necessário limpá-lo e repor as peças que estavam faltando. Também houve dificuldade na troca deste painel porque ele era muito pesado (cerca de uma tonelada), tiramos o cubículo originalmente instalado e substituímos por o que havíamos montado, mesmo com tudo isso o problema voltou a ocorrer.

Neste meio tempo entramos em contato com o fabricante e este enviou o manual do relé PM II, similar ao nosso. Tendo o manual e a partir do que já tinha sido testado, começamos a suspeitar que o problema não estava no conjunto comando compressor mais sim que o problema estava na alimentação. Chegou-se a suspeitar dos cabos de alimentação, mas como são alimentados em 4,16 kV, a única medida que pode ser tirada foi a corrente através de alicate amperímetro, foi visto então que havia uma diferença entre as correntes mas que esta era pequena e provavelmente não seria suficiente para desarmar o motor, foi realizada também uma inspeção visual dos cabos para verificar possíveis falhas.

Com o manual em mãos, pode-se ter uma nova estratégia para solucionar o problema, o que foi visto foi que o cálculo utilizado para a proteção contra cargas desequilibradas era feito utilizando apenas duas fases da corrente, as fases A e C. O que ocorre é que o relé verifica se a soma vetorial da corrente na fase C com a corrente na fase A atrasada de 60° é igual a zero, caso não seja a carga seria considerada desequilibrada, como podemos ver na Figura 03. O que pensávamos antes de receber o manual era que como o relé recebe as três amostras de corrente, estas eram somadas e se a resultante fosse diferente de zero a carga seria desequilibrada. Conforme a Figura 03 podemos ver que bastava que as fases estivessem trocadas para que o relé atuasse erroneamente, como o esquema elétrico estava todo correto, decidimos verificar se a seqüência das fases estava correta na alimentação e foi constatado que estas não estavam corretas.

a) CARGA EQUILIBRADA



b) CARGA DESEQUILIBRADA

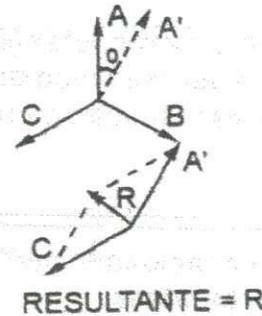


Figura 03 – Diagrama fasorial de cargas equilibradas e desequilibradas

Então, corrigimos o erro encontrado na alimentação do cubículo responsável pelo acionamento e proteção do motor foi decidido testar novamente o motor.

O motor partiu normalmente e o relé não detectou nenhum defeito, com isso foi solucionado o problema que durou cerca de três meses e cujos maiores problemas foram os níveis de tensão e corrente envolvidos, a falta de uma documentação sobre o relé e o tempo necessário para realizar cada teste.

Nas Figuras 04 e 05 são apresentadas as fotos de um destes compressores e seu painel de comando.



Figura 04 – Compressor



Figura 05 – Painel de Comando do Compressor

4. PLANEJAMENTO DAS PARADAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

4.1. OBJETIVO

Planejar de maneira racional e programada as paradas para manutenção preventiva da Subestação Principal de 69 kV, das Subestações Secundárias, dos Bancos de Capacitores e Baterias.

A manutenção preventiva pode ser definida como todo serviço programado de controle, conservação e restauração dos equipamentos, obras ou instalações, executados com a finalidade de mantê-los em condições satisfatórias de operação e de prevenir contra possíveis ocorrências que acarretariam sua indisponibilidade.

Através da manutenção preventiva consegue-se reduzir consideravelmente os prejuízos decorrentes de avarias de vulto em equipamentos e interrupções imprevistas.

4.2. CRONOGRAMA DAS PARADAS E REUNIÕES

O cronograma apresentado no Anexo 01 nos permite ter uma idéia geral de como vão ser distribuídas as tarefas nos anos de 2005 a 2008, tarefas estas que poderão ser modificadas caso haja alguma alteração no cronograma ou alguma ação corretiva seja necessária.

4.3. REUNIÃO PREPARATÓRIA

Com o intuito de organizar e programar da melhor forma possível foi planejado a realização de reuniões antes das paradas. Pela programação será prevista a realização de pelo menos três reuniões antes de cada parada, com exceção, as de final de ano porque o tempo entre uma parada e outra é muito pequeno, ou seja, podemos programar como se fosse uma única parada, dividida em dois dias. As reuniões deverão ser assim distribuídas: a 1º Reunião deverá ser realizada de 45 à 60 dias antes da parada; a 2º Reunião realizar-se-á 30 dias antes da parada e a 3º Reunião, 8 dias antes da parada. Poderão ser previstas

outras reuniões dependendo das necessidades e pendências que possam vir a ocorrer. Um ponto importante é que nos dias anteriores às paradas deve ser preparado e organizado todo o material necessário a sua realização.

As datas das reuniões serão marcadas de acordo com a conveniência dos componentes da equipe e não serão abordadas neste documento.

Além das paradas propostas se faz necessário uma inspeção visual das subestações pelo menos um mês antes da parada de final do ano a fim de detectar possíveis problemas que necessitem de peças sobressalentes e/ou suporte técnico externo. As inspeções deverão ser feitas, no máximo, nas datas abaixo:

25/11/2005	Esta é a data limite para a inspeção dos equipamentos, a fim de se tomar às devidas providências.
25/11/2006	Esta é a data limite para a inspeção dos equipamentos, a fim de se tomar às devidas providências.
25/11/2007	Esta é a data limite para a inspeção dos equipamentos, a fim de se tomar às devidas providências.
25/11/2008	Esta é a data limite para a inspeção dos equipamentos, a fim de se tomar às devidas providências.

Tabela 03 – Cronograma de Reuniões

4.4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA DURANTE AS PARADAS

1. Devemos ter atenção com relação à não deixar ferramentas ou material de limpeza nos locais onde estiverem sendo desenvolvidas as tarefas, principalmente painéis;
2. Quem estiver lavando os transformadores, deverá ter o cuidado de não deixar escorrer água para as caixas de ligação.
3. Quando estiverem na parte de baixo das Subestações, sinalizar as tampas das galerias que ficarem abertas para evitar quedas.
4. Caso seja encontrado algo que gere dúvida ou mereça atenção especial, solicitar a presença de alguém da equipe de apoio.

5. Se houver quebra ou dano em algum painel ou componente, solicitar a presença de alguém da equipe de apoio para registrar a ocorrência e/ou se possível providenciar a solução do problema.
6. O setor de segurança deverá providenciar cavaletes para sinalizar as escotilhas.

4.5. OBSERVAÇÕES ANTES DAS PARADAS

1. Identificar *in loco* onde irão ser realizados os trabalhos, fazendo inspeção prévia dos pontos que serão abordados.
2. Providenciar iluminação para os trabalhos a serem realizados nos painéis dentro da fábrica e debaixo das subestações.
3. Providenciar todas as ferramentas e materiais que deverão ser utilizadas no desenvolvimento das tarefas.
4. Disponibilizar desengraxante e trapo na Sala Elétrica.
5. Requisitar os EPI's que forem necessários para o desenvolvimento das tarefas.

4.6. DESCRIÇÃO DAS TAREFAS POR EQUIPAMENTO E PERÍODO

4.6.1. CHAVES SECCIONADORAS MOTORIZADAS

Fabricante: SPIG

Quantidade: 08 unidades (quatro delas são apresentadas na Figura 06)

As chaves seccionadoras motorizadas têm a função de interromper a ligação existente entre dois pontos do cabo de força (linha de alta tensão existente desde o ponto de entrega de energia da concessionária até a entrada dos transformadores). Na entrada da linha de 69 kV tem-se duas seccionadoras motorizada fase-terra, ou seja, quando aberta, o lado que se deseja isolar fica aterrado, além destas, existe as seccionadoras vistas na Figura 06.



Figura 06 – Chave Seccionadora

4.6.1.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES (MANUTENÇÃO CORRETIVA)

- Executar reaperto somente das conexões nas quais foram detectados pontos quentes e se preciso efetuar a substituição da peça.

4.6.1.2. SEMESTRAL

- Executar limpeza geral, incluindo armários (quadros);
- Verificar a vedação da caixa de comando, na entrada de cabos (para evitar a entrada de animais);
- Verificar a pintura da caixa de comando, oxidação do eletroduto;

4.6.1.3. ANUAL

- Verificar o estado de conservação dos isoladores / buchas, observando a existência de trincas, fissuras e manchas na porcelana. Se for detectada alguma avaria, efetuar a substituição do isolador.

- Verificar os contatos internos (oxidação, folga de cabos, fixação na caixa);
- Verificar os cabos de aterramento;
- Testar o sincronismo de fases;
- Fazer limpeza e efetuar lubrificação das partes móveis e articulações (é estritamente proibido o uso de graxa comum);
- Testar a abertura / fechamento / elétrico / mecânico / local / remoto utilizando bateria DC;
- Limpeza dos isoladores cerâmicos;

4.6.1.4. A CADA QUATRO ANOS

- Testar resistência de contato dos pólos principais das chaves com o ohmímetro DUCTER (Valor de referência: menor ou igual a $120 \mu\Omega$ / Valor ideal: igual a $40 \mu\Omega$). Caso o valor encontrado no ensaio esteja acima do valor de referência, lixar os contatos e, se após a realização de um segundo ensaio os valores encontrados ainda forem maiores que $120 \mu\Omega$, efetuar, então, uma regulagem dos contatos.

4.6.1.5. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina para limpar a porcelana;
- Lubrificantes:
 - White lub;
 - Kluber Grease Centoplex 24 DL;
 - Isoflex Topas;
 - L32;
 - SAE 80 W40;
- Lixa d'água e lixa 180;
- Escovão e palha de aço;
- Durepox;
- Solvente;
- Caixa de ferramentas contendo:
 - Chaves de fenda;
 - Chaves de boca;
 - Chaves philips (estrela);

- Pano de algodão sem goma e trapo;
- Ohmímetro DUCTER;
- Formulários de registros de ensaios;
- Fusíveis Diazed 4 A, 6 A e 10 A retardado (para reposição no caso de queima numa manobra);
- Escadas;
- Isoladores de Porcelana para uma eventual substituição.

4.6.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Fabricante: GEC ALSTHOM

Tipo: UXT-72

69 kV / 115 V

Quantidade: 05 unidades (três delas são apresentadas na Figura 07)

Recomendação: é estritamente proibida qualquer extração de óleo deste equipamento para amostras ou outros fins.



Figura 07 – Transformadores de Potencial

O transformador de potencial é um transformador cujo enrolamento primário é ligado em paralelo com o circuito elétrico e o enrolamento secundário é ligado a instrumentos de medição, controle ou proteção. A tensão no secundário é normalmente menor que a tensão no primário, é normalmente padronizada em 115 V.

4.6.2.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES

(MANUTENÇÃO CORRETIVA)

- Se for detectado pontos quentes, após a termovisão, nas conexões aos bornes secundários da base, lixar com escovão de aço ou palha de aço (bombril) estes pontos e em seguida reapertá-los.
- Se for detectado pontos quentes após a termovisão nas conexões primárias e/ou secundárias da cabeça do TP, efetuar o aperto dos parafusos dos terminais e conectores.

4.6.2.2. ANUAL

- Verificar a presença de óleo no interior do mostrador de indicador de nível, situado na cabeça do TP. Caso haja falta de óleo, deve-se tirar o TP de operação e efetuar sua substituição, ou ainda, como medida extrema, fazer aplicação de DUREPOX por um profissional capacitado. NOTA: Apesar das precauções tomadas no momento do enchimento com óleo, ao redor das juntas ou das membranas podem estar ligeiramente oleosas. Isto não deve ser confundido com fuga de óleo;
- Reapertar as conexões de aterramento;
- Se for constatado indício de oxidação na base, lixar estes pontos e retocar a pintura;
- Limpar o isolador de porcelana;
- Espanar a cabeça do TP;
- Retocar a pintura da cabeça;

4.6.2.3. A CADA 4 ANOS

Ensaio de:

- Resistência do Isolamento com C.C. (Megger)
Ver Anexo 02;
- Fator de Potência do Isolamento (Ponte Doble M.E.U. 2500)

Ver Anexo 03;

4.6.2.4. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina para limpeza da porcelana;
- Pano de algodão sem goma;
- Tinta para retocar a pintura;
- Escovão de aço;
- Palha de aço (bombril);
- Durepox;
- Lixa d'água e lixa 180;
- Caixa de ferramentas contendo:
 - Chaves de fenda;
 - Chaves de boca;
 - Chaves philips (estrela);
- Escadas;
- Providenciar TPs de reserva, para caso seja necessário sua retirada de operação.

4.6.3. TRANSFORMADORES DE CORRENTE

Fabricante: GEC ALSTHOM (cinco delas são apresentadas na Figura 08)

Tipo: SBD – 69

$K_c = 250$

Quantidade: 10 unidades

O transformador de corrente tem seu enrolamento primário ligado em série com o circuito elétrico e o enrolamento secundário, semelhante ao TP, é ligado a instrumentos de medição, controle ou proteção. A corrente do secundário é normalmente menor que a corrente do primário, é normalmente padronizada em 5 A.

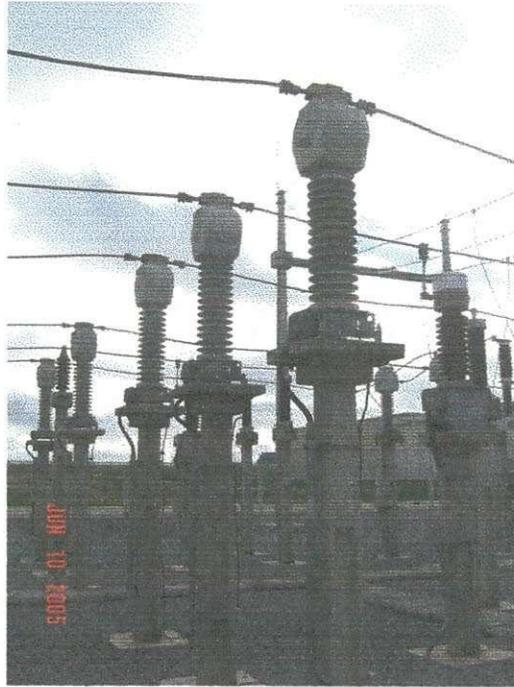


Figura 08 – Transformadores de Corrente

4.6.3.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES (MANUTENÇÃO CORRETIVA)

- Caso seja detectado ponto quente após a termovisão nas conexões das ligações primárias da cabeça do TC, efetuar o aperto dos parafusos dos terminais e conectores.
- Se for detectado ponto quente, após a termovisão, nas conexões aos bornes secundários da base, lixar com escovão de aço ou palha de aço estes pontos e em seguida reapertá-los.

4.6.3.2. ANUAL

- Verificar o ajuste do espaçamento entre as pontas do centelhador na cabeça do TC que deverá ser igual a 1,5 mm;
- Reapertar as conexões de aterramento;
- Se caso for detectado indício de oxidação na base do TC, através do exame visual, lixar estes locais e retocar a pintura;
- Espanar a cabeça do TC;
- Limpar o isolador de porcelana com benzina;

- Retocar a pintura da cabeça.

4.6.3.3. A CADA 4 ANOS

Ensaios de:

- Resistência do Isolamento com C.C. (Megger);
- Fator de Potência do Isolamento (Ponte Doble M.E.U. 2500);

Os procedimentos, conforme já mencionado, encontram-se nos anexos.

4.6.3.4. MATERIAL UTILIZADO:

- Tinta para retocar a pintura;
- Solvente;
- Instrumento de medição de distância, que possua escala em mm (Calibre);
- Caixa de ferramentas contendo:
 - Chaves de fenda;
 - Chaves de boca;
 - Chaves philips (estrela);
- Benzina para limpar o isolador;
- Pano de algodão sem goma;
- Lixa d'água e lixa 180;
- Escovão de aço;
- Palha de aço (bombril);
- Escada.

4.6.4. PÁRA – RAIOS

Fabricante: SIEMENS

Quantidade: 09 unidades (seis deles são apresentadas na Figura 09)

O pára-raios de sobretensão aqui mencionado tem a função de proteger os equipamentos da subestação contra surtos de tensão que podem chegar a centenas de kV.

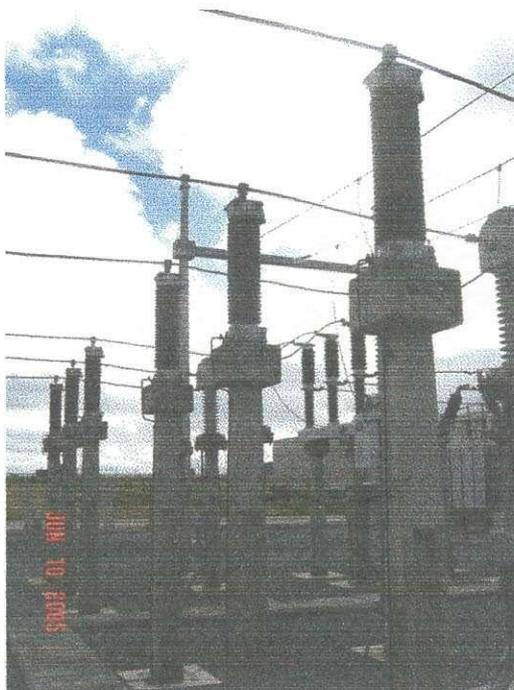


Figura 09 – Pára-Raios

4.6.4.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES (MANUTENÇÃO CORRETIVA)

Na primeira parada após ter sido detectado ponto quente pela termovisão, deve-se executar reaperto somente das conexões com problema.

4.6.4.2. ANUAL

- Verificar o estado de conservação, observando a existência de trincas e fissuras na porcelana, se for constatada alguma avaria, efetuar a substituição da porcelana;
- Efetuar limpeza geral, se observar grandes depósitos de substâncias estranhas ou estas estarem distribuídas desigualmente é recomendado além de limpar, tratar a superfície do isolador com silicone;
- Reapertar as conexões de aterramento;
- Leitura do contador de descargas;
- Verificar eventual escape de gás, caso ocorra, trocar o pára-raios.

4.6.4.3. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina;
- Pano de algodão sem goma;
- Escada;
- Caixa de ferramentas contendo:
 - Chaves de fenda;
 - Chaves philips (estrela);
 - Chaves de boca;

4.6.5. DISJUNTORES A SF₆

Fabricante: SIEMENS

Tipo: 3AQ1FS- 72,5 kV/ 25 kA

Quantidade: 02 Unidades

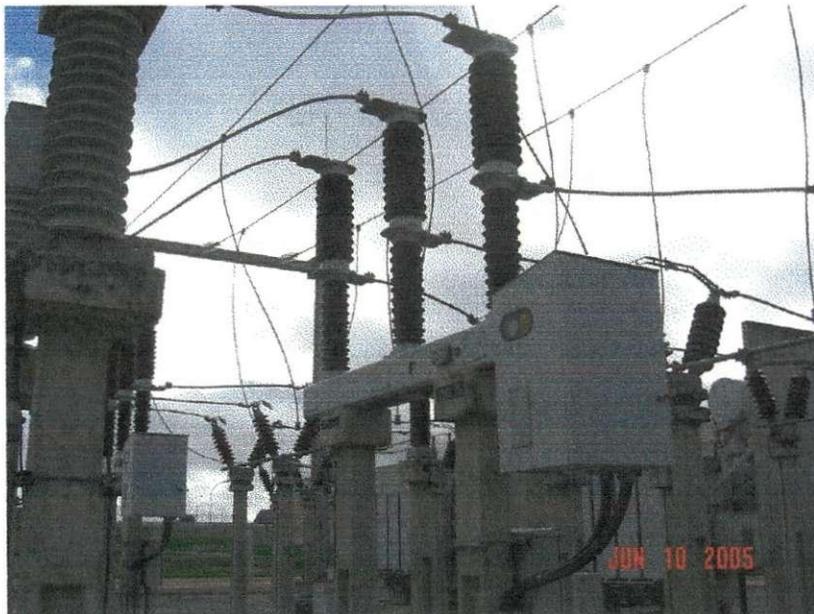


Figura 10 – Disjuntor à SF₆

Nos disjuntores a SF₆ a extinção do arco se faz através de um jato de SF₆. O hexafluoreto de enxofre é um gás utilizado como elemento extintor e isolante, é incolor, não tem cheiro, não tem sabor e não é tóxico. É um produto industrial obtido pela síntese direta de flúor e enxofre fundido, é particularmente estável, não se decompondo em

temperaturas inferiores a 500°C. Sob a ação de arco elétrico de decompõe em produtos gasosos (fluoretos de enxofre, de baixo conteúdo de flúor ou combinações de enxofre, flúor e oxigênio) e sólidos (fluoretos e sulfetos metálicos).

4.6.5.1. ATIVIDADE A SER EXECUTADA ANTES DA PARADA

- Verificar a pressão do SF₆ através do exame visual do indicador de pressão. Esta verificação é feita com o auxílio de um termômetro (para medir a temperatura ambiente) e a curva Pressão x Temperatura (Anexo 04). Dessa forma o ponteiro deve estar indicando o valor em bar ou MPa referente à temperatura ambiente. Se isso não acontecer, provavelmente deve estar existindo vazamento de gás e deverá ser efetuado o enchimento do disjuntor com gás por um profissional qualificado.
- Verificar o nível das tensões de comando e controle com o auxílio de um multímetro.

4.6.5.2. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES (MANUTENÇÃO CORRETIVA)

- Executar reaperto somente das conexões de alta tensão que apresentaram ponto quente, após a Termovisão.
- Reapertar as conexões dos armários e cubículos que apresentaram pontos quentes após a análise da termovisão.

4.6.5.3. ANUAL

- Verificar a existência de vazamentos de SF₆. Isto pode ser feito com um *spray* detector de vazamentos. Se isto não for possível, então este teste pode ser feito com uma solução espumante (detergente);
- Verificar o estado de conservação dos relés auxiliares / contactores e se necessário substituí-los;
- Reapertar todas as conexões de aterramento;
- Verificar o estado de conservação dos isoladores / buchas, observando a existência de trincas e fissuras na porcelana e se for constatada alguma avaria, efetuar a substituição do isolador;

- Através da inspeção visual, verificar o estado de conservação dos componentes do mecanismo de acionamento: hastes, alavancas, molas, rolamentos, engrenagens e se necessário substituir o componente defeituoso.
- Efetuar limpeza da porcelana.

4.6.5.4. A CADA 2 ANOS

- Efetuar lubrificação das partes móveis;
- Testar abertura / fechamento/ elétrico / mecânico / local /remoto com auxílio da bateria DC;
- Verificar o funcionamento da sinalização;
- Verificar o funcionamento do indicador de posição do disjuntor;

4.6.5.5. A CADA 4 ANOS

- Efetuar ensaio da resistência de Isolamento (procedimento no Anexo 02);
- Efetuar ensaio da resistência de contato (procedimento no Anexo 05);
- Verificar o estado de conservação das conexões / tubulações e se as mesmas estiverem amassadas, sugere-se a sua substituição e para isso, o disjuntor deverá estar seco.

4.6.5.6. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina para limpeza da porcelana;
- Pano de algodão sem goma;
- Caixa de ferramentas contendo:
 - Chaves de fenda;
 - Chaves Philips (estrela);
 - Chaves de boca;
- Isoladores de reserva para uma eventual substituição;
- Spray detector de vazamentos de gás da WOBST ou solução espumante (detergente);
- Termômetro;
- Ohmímetro MEGGER para realização do ensaio da resistência do isolamento;
- Ohmímetro DUCTER para realização do ensaio de resistência de contato;

- Ponte DÓBLE / tipo MEU – 2500V para realização do ensaio de fator de potência (facultativo);
- Bateria DC;
- Multímetro;
- Lubrificante para as partes móveis:
 - White Lub;
 - Kluber Grease Centoplex 24 DL;
 - Isoflex Topax L32;
- Escada;
- Fusíveis Diazed 4 A, 5 A, 6 A e 10 A para eventuais queimas que ocorram nas manobras;
- Fusíveis Neozed – 2 A.

4.6.6. TRANSFORMADORES DE FORÇA

Fabricante: TUSA

15/18,75 MVA – 69/13,8 kV

Quantidade: 04 Unidades (um deles está apresentado na Figura 11)

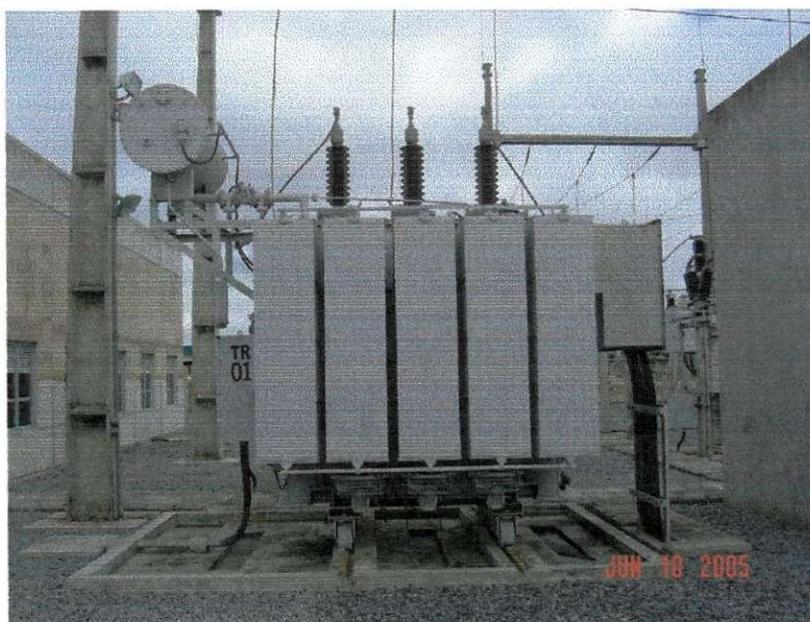


Figura 11 – Transformador de Força

4.6.6.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES

(MANUTENÇÃO CORRETIVA)

- Executar reaperto somente das conexões de alta tensão que apresentaram ponto quente, após a Termovisão;
- Reapertar as conexões dos armários e cubículos que apresentarem pontos quentes após a análise da termovisão.

4.6.6.2. ANUAL

- Efetuar o funcionamento dos ventiladores (quando aplicável) evitando desta maneira a deteriorização do isolamento do motor;
- Verificar o nível de óleo do condensador;
- Verificar o nível de óleo das buchas condensivas;
- Verificação geral dos acessórios, quanto a infiltrações de água, oxidação ou quaisquer outros danos;
- Inspeção geral do equipamento quanto a pequenos vazamentos de óleo através de métodos visuais;
- Inspeção interna no armário de comando da ventilação forçada, interligações e outras cabines quanto a:
 - Vedação;
 - Umidade interna;
 - Fixação dos componentes;
 - Fixação dos cabos/ terminais.
- Operar o comutador, sem carga, diversas vezes para limpar os contatos;
- Limpeza geral do transformador, principalmente as saias;

4.6.6.3. A CADA DOIS ANOS

- Análise do óleo:
 - Rigidez dielétrica;
 - Fator de dissipação a 90° C ($\text{tg } \delta$);
 - Índice de neutralização;
 - Tensão Interfacial a 25°C;

- Cromatografia;
- Controle, verificação e testes dos equipamentos de proteção.

No Anexo 06, encontra-se a descrição do processo de extração do óleo do transformador para análise.

4.6.6.4. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina para limpeza da porcelana;
- Pano de algodão sem goma;
- Caixa de ferramentas contendo:
 - Chaves de fenda;
 - Chaves Philips (estrela);
 - Chaves de boca;
- Isoladores de reserva para uma eventual substituição;
- Formulários de registro;
- Multímetro;
- Lubrificante para as partes móveis:
 - White Lub;
 - Kluber Grease Centoplex 24 DL;
 - Isoflex Topax L32;
- Escada;
- Fusíveis Diazed 4 A, 5 A, 6 A e 10 A para eventual queima nas manobras;
- Fusíveis Neozed – 2 A.

4.6.7. CASA DE COMANDO

4.6.7.1. PRIMEIRA PARADA APÓS DETECÇÃO DE PONTOS QUENTES (MANUTENÇÃO CORRETIVA)

- Executar reaperto das conexões que apresentaram ponto quente, após a análise com o termovisor.

4.6.7.2. SEMESTRAL

- Efetuar limpeza geral interna e externa

4.6.7.3. ANUAL

- Verificar o estado dos cabos de 13,8 kV;
- Verificar o estado dos contatos principais dos disjuntores de 13,8 kV;
- Verificar o estado dos contatos auxiliares dos disjuntores de 13,8 kV;
- Verificar o estado dos contatos principais e auxiliares das seccionadoras de 13,8 kV;
- Verificar o estado dos TPs e TCs;
- Verificar o estado da fiação de comando;
- Verificar o estado do sistema de aterramento dos cubículos;
- Testar comando de abertura, fechamento e intertravamentos dos disjuntores de 13,8 kV;
- Testar comando de abertura, fechamento manual e intertravamento das seccionadoras de 13,8 kV.

4.6.7.4. A CADA DOIS ANOS

- Lubrificação dos Cubículos;
- Lubrificação das Guilhotinas;
- Limpeza Interna dos Disjuntores;

4.6.7.5. A CADA QUATRO ANOS

- Efetuar ensaio de resistência de isolamento nos disjuntores utilizando o MEGGER.

4.6.7.6. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina;
- Pano de algodão sem goma;
- Caixa de ferramentas contendo:
 - Chaves de boca;
 - Chaves philips (estrela);
 - Chaves de fenda;
- Fusíveis DIAZED de 4 A / 6 A / 10 A
- Equipamento gerador de corrente alternada;
- Multímetro;
- MEGGER;

4.6.8. CARREGADOR RETIFICADOR DE TENSÃO AC/DC

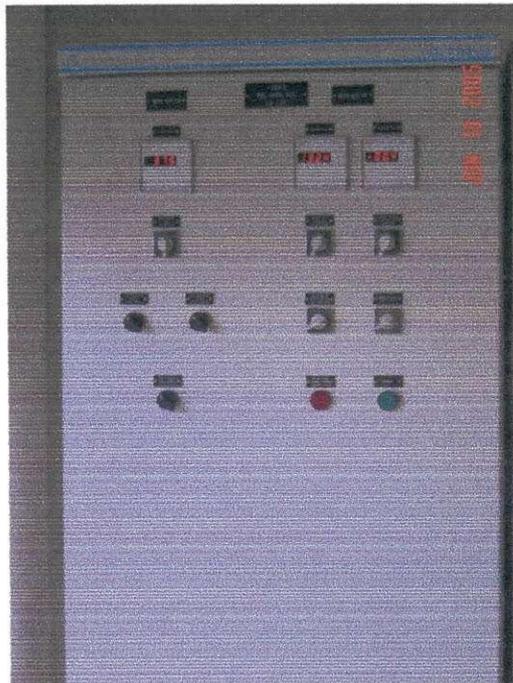


Figura 12 – Painel Retificador

4.6.8.1. ANUAL

- Limpeza interna e externa de poeira e outros eventuais acúmulos, mediante pincel de cerdas longas e macias;
- Observar se há vazamento de capacitores, indício de sobre-aquecimento de conectores e terminais, semicondutores de potência, transformadores, resistores, indutores, fios e cabos ou, qualquer anormalidade aparente;
- Aferição dos instrumentos de medição e leitura das tensões de entrada (rede) e saída (flutuação e carga), utilizando instrumentos de precisão, preferencialmente digitais, e que possua escalas compatíveis com as tensões a medir;
- Verificação do estado da fiação, dos terminais, conectores, etc. Se necessário realizar o reaperto;
- Realizar troca de fusíveis queimados;
- Verificação dos indicadores frontais (amperímetro e voltímetro). Se necessário, substituí-los.

4.6.8.2. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina;
- Lubrificantes: White lub e Shell;
- Caixa de Ferramentas completas;
- Pano de algodão sem goma e trapo;
- Multímetro;
- Abraçadeiras de nylon;
- Caixa de fio 2,5 mm² ou 4,0 mm².

4.6.9. TRANSFORMADOR AUXILIAR

4.6.9.1. ANUAL

- Verificar a conexão dos cabos do trafo;
- Limpeza do transformador, buchas e muflas;
- Verificar o aterramento e utilizar graxa penetrox nas conexões.

4.6.9.2. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina para limpar a porcelana;
- Lubrificantes: White lub e Shell;
- Lixa d'água e lixa 180;
- Caixa de Ferramentas completas;
- Pano de algodão sem goma e trapo;
- Escovão e palha de aço;
- Graxa Penetrox;

4.6.10. UNIDADE CENTRAL DO LSA

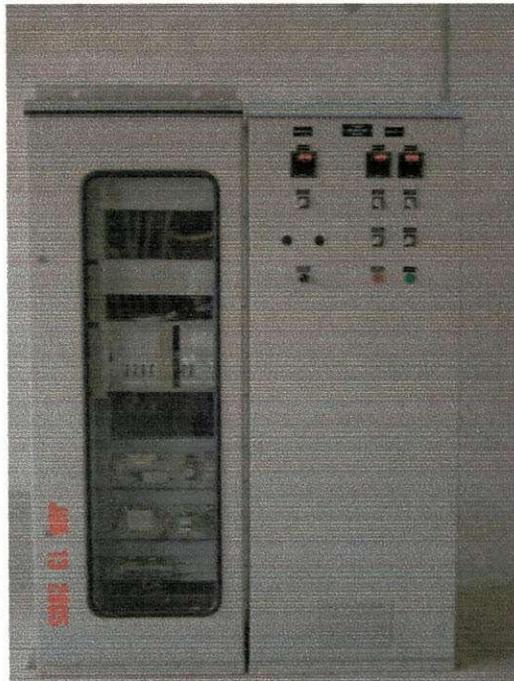


Figura 13 – Painel LSA/Retificador

4.6.10.1. ANUAL

- Realizar limpeza interna e externa em todo o painel;
- Verificar a iluminação do painel;

- Verificação dos contactores, relés do painel (oxidação de contatos, conexão de cabos e identificação);
- Verificação da amarração dos cabos internos do painel;
- Verificação dos cabos de aterramento do painel;
- Executar limpeza dos componentes internos e externos do painel (relés, contactores, etc);
- Verificação da entrada do painel, para evitar a entrada de poeira, de animais, etc;
- Verificação da alimentação das placas;
- Verificação das placas.

4.6.10.2. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina;
- Lubrificantes: White lub e Shell;
- Caixa de Ferramentas completas;
- Pano de algodão sem goma e trapo;
- Multímetro;
- Fuzíveis Diazed de 3 A, 4 A e 10 A para qualquer queima que venha a ocorrer;
- Abraçadeiras de nylon T-18R e T-50R;
- Caixa de fio 2,5 mm² ou 4,0 mm²;

4.6.11. BANCO DE CAPACITORES

Fabricante: Inducom

Quantidade: 03 (um deles está apresentado na Figura 14)

Potência: 3600 kvar

Os bancos de capacitores de média tensão existentes na Coteminas – CG tem a função de manter o fator de potência global da instalação elétrica acima do 0,92. A correção do fator de potência usando capacitores é a solução mais empregada nas instalações industriais, comerciais e nos sistemas de distribuição e de potencia.

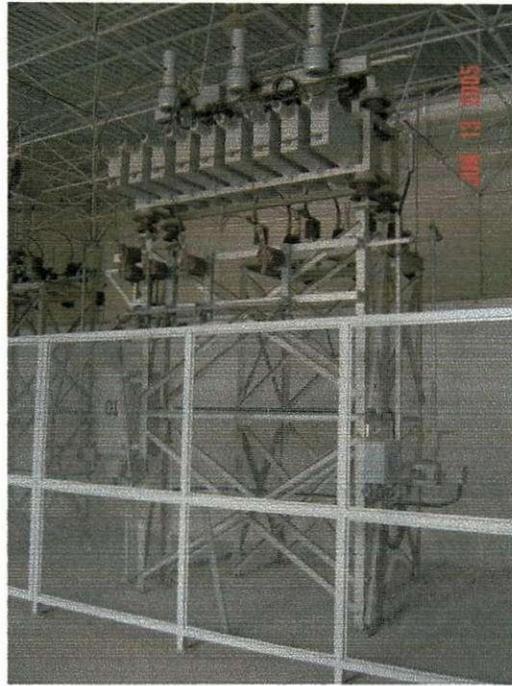


Figura 14 – Banco de Capacitores

4.6.11.1. A CADA DOIS ANOS

- Realizar limpeza interna e externa em todo o banco de capacitores;
- Verificar a iluminação do painel de comando dos bancos;
- Verificação dos contatores, relés do painel quanto a:
 - Oxidação de contatos;
 - Conexão de cabos e identificação;
- Verificação da entrada do painel, para evitar a entrada de poeira, de animais, etc;
- Verificação da alimentação do banco de capacitores;
- Verificação das placas;
- Verificação dos isoladores quanto a fissuras ou trincas;
- Limpeza e lubrificação das partes móveis;
- Medição das capacitâncias.

4.6.11.2. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina para limpar a porcelana.
- Lubrificantes: White lub e Shell
- Caixa de Ferramentas completas

- Pano de algodão sem goma e trapo
- Escovão de aço
- Multímetro
- Fuzíveis Diazed de 3 A, 4 A e 10 A para qualquer queima que venha a ocorrer;
- Abraçadeiras de nylon T-18R e T-50R;
- Caixa de fio 2,5 mm² ou 4,0 mm²

4.6.12. BANCO DE BATERIAS



Figura 15 – Banco de Baterias

A manutenção do banco de baterias não entra nas tarefas de parada, pois são feitas mensalmente pela equipe de manutenção preventiva. Em geral são feitos os seguintes serviços:

Verificação da:

- Tensão de flutuação de cada elemento;
- Tensão de flutuação da bateria;
- Do nível de eletrólito de todos os elementos;
- Temperatura do eletrólito de cada elemento;
- Densidade;

- A corrente de flutuação;
- A limpeza da sala de baterias;
- Verificar a presença de eletrólito no piso e eliminar o ponto de vazamento;
- Verificar a conexão de aterramento da cerca do banco de baterias;
- Limpeza dos elementos da estante, das baterias e do piso;

4.6.13. COMANDO – COMPRESSORES DE AR

QUANTIDADE: 03

4.6.13.1. A CADA DOIS ANOS

- Realizar limpeza geral nas chaves de partida do compressor;
- Verificar a iluminação do painel de comando das chaves de partida;
- Verificação dos contadores, relés do painel (oxidação de contatos, conexões de cabos e identificação);
- Verificação da amarração dos cabos internos do painel;
- Executar limpeza dos componentes internos e externos do painel (relés, contadores, etc.);
- Verificação da entrada do painel, para verificar a entrada de poeira, de animais, etc.;
- Verificação da conexão dos cabos de alimentação dos painéis das chaves de partida;
- Verificação dos isoladores para verificar se apresentam fissuras ou trincas;
- Limpeza e lubrificação das partes móveis;
- Verificar o funcionamento da chave de abertura e fechamento;
- Limpeza e lubrificação das chaves seccionadoras do painel de partida dos compressores, TPs e TCs.

4.6.13.2. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina;
- Lixa d'água;
- Lubrificantes: White lub e Shell;
- Caixa de Ferramentas completas;

- Pano de algodão sem goma e trapo;
- Multímetro;
- Abraçadeiras de nylon T-18R e T-50R;
- Caixa de fio 2,5 mm² ou 4,0 mm²;

4.6.14. PAINEL DE COMANDO DE ALTA TENSÃO

QUANTIDADE: 02

4.6.14.1. ANUAL

- Realizar limpeza interna e externa em todo o painel;
- Verificar a iluminação do painel;
- Verificação dos contadores, relés do painel (oxidação de contatos, conexões de cabos e identificação);
- Verificação da amarração dos cabos internos do painel;
- Verificação dos cabos de aterramento do painel;
- Executar limpeza dos componentes internos e externos do painel (relés, contadores, etc.);
- Verificação da entrada do painel, para verificar a entrada de poeira, de animais, etc.;

4.6.14.2. MATERIAL UTILIZADO

- Benzina;
- Lixa d'água;
- Lubrificantes: White lub e Shell;
- Caixa de Ferramentas completas;
- Pano de algodão sem goma e trapo;
- Multímetro;
- Fuzíveis Diazed de 3 A, 4 A e 10 A para qualquer queima que venha a ocorrer;
- Abraçadeiras de nylon T-18R e T-50R;
- Caixa de fio 2,5 mm² ou 4,0 mm²;

5. CONCLUSÃO

O estágio realizado na unidade Coteminas de Campina Grande foi bastante proveitoso, pois tive contato direto com problemas reais e pude aplicar diversos conceitos aprendidos na universidade.

Neste relatório foram destacadas apenas algumas das atividades mais significativas dentre outras que realizei ao longo do estágio na Coteminas. A realização do estágio propiciou-me oportunidades de contatos com diversos profissionais do setor industrial ligados a empresa tais como: CELB/SAELPA, SIEMENS, WEG, GESTAL, WALTEC, SEBRAE.

Portanto, na minha avaliação o estágio contribuiu significativamente para o enriquecimento do meu conhecimento técnico, profissional e de relacionamento interpessoal fora do ambiente acadêmico.

6. BIBLIOGRAFIA

Instrucciones de Servicio, *Pararrayos 3EP2 para Redes de hasta 300 kV*, Siemens, 1995.

Instruções de Serviço, *Manutenção e Inspeção Preventiva*, TUSA, 1993.

Instruções de Serviço, *Retirada de Amostra de Óleo*, TUSA, 1984.

Instruções de Serviço, *Transformadores*, Siemens, 1996.

Instruções Gerais de Instalação, *TU/MA 101*, TUSA, 1996.

LUCIANO, Benedito Antonio. *Notas de Aula da Disciplina Técnicas de Medição*. Campina Grande.

MAMEDE FILHO, João. *Instalações Elétricas Industriais*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 6° Edição, 2002.

MAMEDE FILHO, João. *Manual de Equipamentos Elétricos*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Vol 1, 2° Edição, 1994.

MAMEDE FILHO, João. *Manual de Equipamentos Elétricos*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Vol 2, 2° Edição, 1994.

Manual de Instrução nº 095.N.2795, *Transformador de Corrente Tipo: SBD – 69*, Gec Alsthom, 1995.

Manual de Instrução nº 095.N.2796, *Transformador de Potência Tipo: UXT - 72*, Gec Alsthom, 1995.

Manual de Operação e Manutenção, *Carregador Retificador Flutuador URT 125V/25A - DQRA*, ASG Elétrica Industria e Comércio LTDA, 1995.

Manual de Operação e Manutenção, *Chave Seccionadora Mod. SC – 100VT*, SPIG S. A., 1996.

Manutenção Elétrica em Alta Tensão, *Transformadores de Potência*, Vol. I, Escola Argos-Itaipu.

Manutenção Elétrica em Alta Tensão, *Transformadores para Instrumentos*, Vol. II, Escola Argos-Itaipu.

Manutenção Elétrica em Alta Tensão, *Disjuntores*, Vol. III, Escola Argos-Itaipu.

Operating Instructions, *Circuit-Breaker 3AQ1 FS for rated voltage 72,5 kV / rated Circuit Current 25 kA*, Siemens, 1996.

ANEXOS

ANEXO 01 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Tarefa	2005				2006				2007				2008			
	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
Chave Seccionadora – semestral		X		X		X		X		X		X		X		X
Chave Seccionadora – anual			X				X				X				X	
Chave Seccionadora – a cada quatro anos					X											
Transformador de Potência – anual			X				X				X				X	
Transformador de Potência – a cada quatro anos																
Transformador de Corrente – anual			X				X				X				X	
Transformador de Corrente – a cada quatro anos					X											
Pára-raios – anual			X				X				X				X	
Disjuntores à SF6 - anual			X				X				X				X	
Disjuntores à SF6 – a cada dois anos	X								X							
Disjuntores à SF6 – a cada quatro anos					X											
Transformador de Força – anual			X				X				X				X	
Transformador de Força – a cada dois anos	X								X							
Casa de Comando – semestral		X		X		X		X		X		X		X		X
Casa de Comando – anual			X				X				X				X	
Casa de Comando – a cada dois anos	X							X								
Casa de Comando – a cada quatro anos					X											
Carregador Retificador de Tensão – anual			X				X				X				X	
Transformador Auxiliar – anual			X				X				X				X	
LSA – anual			X				X				X				X	
Banco de Capacitores – a cada dois anos	X								X							
Comando do Compressor de Ar – a cada dois anos	X								X							
Painel de Comando de Alta Tensão – anual			X				X				X				X	

1° → 01 de Janeiro; 2° → Sexta-Feira Santa; 3° → 01 de maio; 4° → 25 de Dezembro

ANEXO 02 – ENSAIO DA RESISTÊNCIA DO ISOLAMENTO (MEGGER)

Quando aplicada uma tensão de corrente contínua a um isolante, irá aparecer uma corrente de fuga através do isolante. (O fator de maior influência no valor da resistência de isolamento é a corrente de fuga).

O ohmímetro MEGGER é de uso generalizado como instrumento para medição da resistência de isolamento.

1. Cuidados, Verificações e Precauções Iniciais

Para uso correto do ohmímetro 'MEGGER' são indispensáveis certas precauções, tais com:

- Nivelar o instrumento. Isto é possível mediante ajustes dos pés reguláveis. O indicador de nível, situado na parte superior do instrumento fornecerá esta indicação.
- Manter constante a tensão de ensaio, pois a resistência de isolamento varia com a oscilação da tensão aplicada.

No tipo motorizado não existe esta preocupação

No tipo manual deve ser mantida aproximadamente constante, a rotação especificada pelo fabricante. Uma indicação prática de que este valor foi alcançado é o alívio do esforço necessário para girar a manivela.

- Com os terminais de ensaio abertos (sem os cabos) ajustar o infinito;
- Com os cabos ligados aos terminais do instrumento e com os seus terminais isolados e separados, acionar o ohmímetro MEGGER. Se o ponteiro indicar valor menor do que o infinito, existe uma falha na isolação dos cabos e deve ser eliminada antes de se proceder à medição;
- Curto-circuitando os terminais dos cabos linha (LINE) e terra (EARTH) verificar, através da leitura zero, se os cabos não estão abertos. No caso do ohmímetro MEGGER de acionamento manual, isto poderá ser feito girando-se a manivela lentamente e no caso de acionamento motorizado ligando-se e desligando-se o motor, procedendo-se a verificação quando o motor estiver em baixa rotação, a fim de evitar choques do ponteiro.

Nos dois casos acima, deve-se usar menor escala do instrumento.

- Na realização do ensaio, utilizar de início a menor escala do instrumento, a fim de minimizar os choques do ponteiro, no caso de isolação falha. Em seguida, e em condições normais de isolação, utilizar a escala adequada para a medição.

2. Descrição dos ensaios

- Devem ser realizadas leituras aos 30 e 60 segundos e depois a cada minuto, até 10 minutos. A fim de se reduzir o tempo de ensaio, este deve ser interrompido ao se obter três leituras seguidas iguais, não sendo necessário chegar-se até os 10 minutos. No caso de disjuntores, normalmente, a leitura de 1 minuto satisfaz.
- Visto não serem conhecidos fatores de correção em função da temperatura para o ensaio de Resistência de Isolamento em disjuntores, procura-se sempre realizar os ensaios nas mesmas condições. Em geral os resultados são comparados independentemente de correções.
- Recomenda-se que seja ensaiada individualmente cada câmara quando da recepção do equipamento e também nas manutenções preventivas em caso de leituras duvidosas. Caso contrário faz-se apenas uma leitura com os terminais do ohmímetro conforme abaixo:

TERMINAIS DO INSTRUMENTO			POSIÇÃO DO DISJUNTOR	ISOLAÇÃO MEDIDA
LINE	EARTH	GUARD		
A ₁ ou A ₂	T	-	Fechado	A ₁ - A ₂ - T

- E ainda com o **disjuntor aberto** realizar os seguintes ensaios:

Line - A1
Earth - A2
Guard - carcaça

Line - A1
Earth- carcaça
Guard - A2

Line - A2
Earth- carcaça
Guard - A1

ANEXO 03 – ENSAIO DE FATOR DE POTÊNCIA (Ponte DOBLE - tipo MEU-2500V)

1. Conceitos

Em uma isolação real, aparece uma corrente em fase com a tensão aplicada, devido à fuga (potência ativa) na isolação que se manifesta produzindo aquecimento por efeito Joule.

Essa perda, ou dissipação pode ser medida a partir do fator de potência do isolamento.

QUANTO MENOR FOR O FATOR DE POTÊNCIA, MELHOR SERÁ A ISOLAÇÃO.

2. Influência da Temperatura no Fator de Perdas (Fator de Potência)

- É extremamente importante, sempre que se mencionar o fator de perdas, mencionar-se também a temperatura de ensaio que neste caso pode ser considerada igual à ambiente.
- Como atualmente para os disjuntores se desconhecem fatores de correção do fator de perdas em função da temperatura, deve-se evitar que os ensaios sejam realizados em temperaturas diferentes.

3. Influência da indução no ensaio de Fator de Perdas (Fator de Potência)

- Quando os ensaios são realizados nas proximidades de equipamentos energizados, os resultados podem ser influenciados devido ao aparecimento de correntes que circulem através dos instrumentos de medição, que são originadas por tensões induzidas nos equipamentos sob ensaio ou no circuito de ensaio.
- Os fabricantes de instrumentos de ensaios têm uma metodologia própria para reduzir a influência dessa tensão induzida no resultado do fator de perdas:
 - Podemos determinar as perdas reais de uma isolação sob a influência de campos externos através da realização de duas leituras, a primeira com interruptor de reversão em uma posição e a segunda em outra posição. A *média algébrica* dos valores de perdas em “W” e a *média aritmética* dos valores de “VA” ou “A” vão fornecer os elementos necessários para se calcular o fator de perdas livre de indução. Percebe-se que uma das leituras em “W” pode ser negativa.
 - Isto é verificado no medidor acionando o botão de polaridade vagarosamente, até que o ponteiro do medidor inicie o movimento. *Se o ponteiro se desloca no sentido do zero da escala, a leitura é positiva e se o ponteiro se desloca no sentido contrário à leitura é negativa*, sendo que apenas o movimento inicial do ponteiro tem relação com o sinal.

4. Instrumentos de ensaio:

- **Instrumento utilizado será: Ponte Doble - tipo Meu -2500 V**

- O instrumento utilizado para ensaio no campo, no controle da isolação de equipamentos através de medição de Volt-ampères ou ampères e perdas em watts da isolação, com uma tensão de ensaio de acordo com o modelo utilizado. Desta maneira, o fator de potência do isolamento é obtido de maneira indireta, pela seguinte equação:

$$FP\%=(mW/mVA) \times 100$$

5. Cuidados, verificações e precauções iniciais

- Estes instrumentos devem ser devidamente acondicionados, evitando-se dobras agudas nos cabos tanto no transporte como durante a realização do ensaio.
- Periodicamente o instrumento deve ser aferido e calibrado, conforme instrução do fabricante.
- Esta calibração pode ser efetuada também, através da medição de um espécime com um instrumento de maior exatidão (Ponte Schering) e usá-la como padrão para verificar a calibração do instrumento, realizando medições com características de ensaio semelhantes.
- Durante a realização do ensaio devem ser obedecidas algumas regras básicas visando, principalmente, a segurança dos operadores. Os instrumentos possuem os seguintes dispositivos de segurança:
 - Um relé de terra que dá permissão para execução do ensaio
 - Dois interruptores de segurança do tipo “desengate a mola” que só permite a operação do aparelho quando ambos estiverem acionados.
- Todas as superfícies expostas do instrumento estão no potencial de terra, com exceção do terminal do cabo que é conectado ao equipamento sob ensaio.

Deve-se executar as seguintes operações antes de se iniciar o ensaio:

- Verificar se o instrumento está convenientemente montado em plano horizontal e protegido do sol.
- Verificar se o equipamento sob ensaio está completamente isolado de todas as partes energizadas e eletrostaticamente descarregado. É desejável aterrar momentaneamente cada terminal do equipamento.
- Verificar se os cabos estão corretamente ligados e principalmente se a ligação de terra está feita junto ao terra da subestação.
- Sempre que possível, colocar o instrumento, onde o operador possa ter uma boa visão do equipamento sob ensaio e da posição de seu auxiliar.
- O interruptor de segurança que permite energizar o instrumento deve ficar com o operador enquanto o interruptor de extensão deve ficar com o auxiliar que executa as ligações do cabo de ensaio do equipamento, pois somente este poderá precisar o

instante de sua energização. Durante o ensaio não é permitida a permanência de pessoas sobre o equipamento ensaiado

6. Descrição dos ensaios

Nomenclatura usada para disjuntores a gás SF₆:

Cp = Capacitância da câmara de interrupção

Cc = Capacitância da coluna suporte isolante

Para os disjuntores a gás SF₆ (1 câmara) realiza-se os seguintes ensaios por fase:

Ensaio	HV	LV	Chave Seletora	Posição Do Disjuntor	Isolação Medida
1	A1	terra	GROUND	ABERTO	Cp+Cc
2	A2	terra	GROUND	ABERTO	Cc
3	A1	A2	UST	ABERTO	Cp

Überdruck
Gauge value

bar

7.0

6.5

6.0

5.5

5.0

4.5

4.0

3.5

3.0

0

-40

-35

-30

-25

-20

-15

-10

-5

0

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50 °C

MPa

0.70

0.65

0.60

0.55

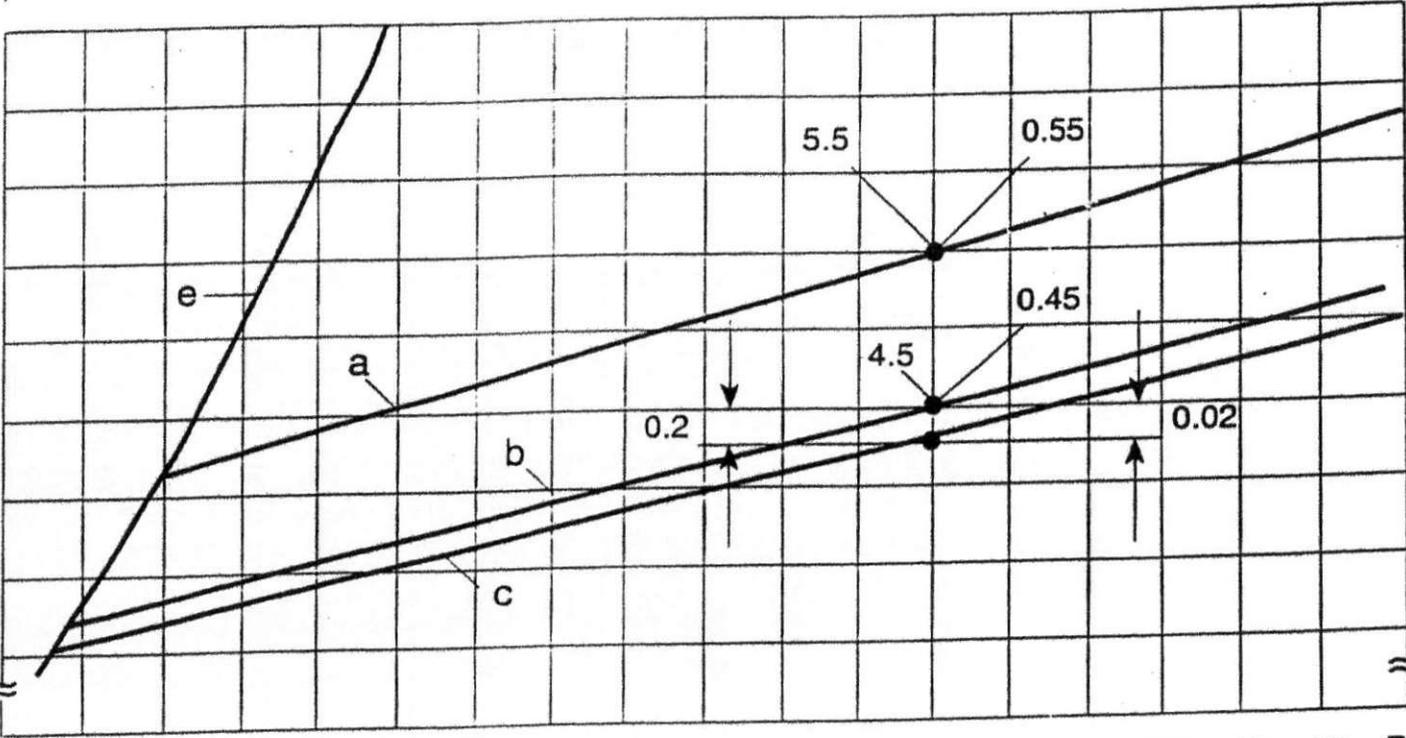
0.50

0.45

0.40

0.35

0.30



ANEXO 04 - CURVA DE PRESSÃO X TEMPERATURA DOS DISJUNTORES

ANEXO 05 - ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE CONTATO PARA OS DISJUNTORES A SF₆

1. Instrumento de Ensaio

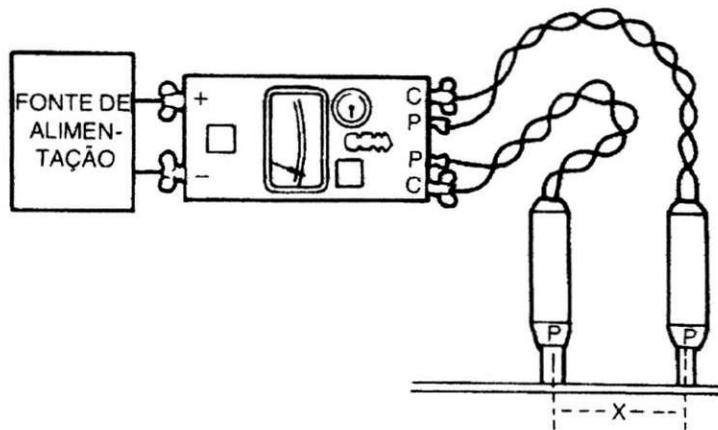
- O ohmímetro “DUCTER” é um instrumento projetado para medir baixas resistências (da ordem de microohms) no campo e em oficinas. Em manutenção elétrica o “DUCTER” é útil para medir resistências de condutores, conexões, contatos e enrolamentos de baixa resistência.
- O “DUCTER” é útil nas inspeções dos disjuntores, pois permite verificar resistências anormais de contato, sem que o equipamento seja desmontado.
- O princípio usado pelo “DUCTER” para medir a resistência de contato é o da queda de potencial. O instrumento é alimentado por retificadores ou baterias.

2. Descrição do Ensaio

- Na manutenção preventiva a *resistência de contato é medida entre os terminais da câmara de interrupção, com o disjuntor fechado.*
- Caso o serviço executado no disjuntor possa alterar o valor da resistência de contato devem-se fazer duas leituras: uma antes do início da manutenção e outra após terminar a manutenção. A primeira leitura serve também de referência para se saber, se após a inspeção os contatos estão em melhores condições.
- Em função dos valores encontrados, o responsável pelo serviço, decidirá sobre a conveniência ou não da abertura da câmara para inspeção e possível substituição de contatos. (Valor de referência 42 +/- 11 $\mu\Omega$). Se for encontrado um valor maior que o anteriormente citado; realiza-se então, uma manobra no disjuntor e faz então uma nova leitura.

Para a realização do ensaio, deve-se obedecer a seguinte rotina:

- I. Colocar o instrumento numa base sólida e nivelada;
- II. Evitar grandes massas de ferro e fortes campos magnéticos ao redor do instrumento;
- III. Posicionar a chave de escala para OFF antes de alimentar o instrumento;
- IV. Ligar o “DUCTER” observando sua polaridade e a da fonte retificadora (ou bateria), + com +, e - com -;
- V. Pressionar os terminais do “DUCTER” nos pontos de contato e fazer com que a marca P dos cabos fiquem frente a frente;



- Antes de fazer as conexões na resistência sob ensaio é aconselhável tocar entre si os terminais de corrente e observar o ponteiro do instrumento, o qual deverá movimentar-se diretamente para zero em qualquer escala. Caso contrário fazer o ajuste.

ANEXO 06

INSTRUÇÕES PARA COLETA DE AMOSTRAS DE ÓLEO ISOLANTE DE EQUIPAMENTOS E TAMBORES PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

INSTRUÇÕES PARA RETIRADA DE AMOSTRAS DE ÓLEO ISOLANTE EM EQUIPAMENTOS E TAMBORES

1. OBJETIVO

O presente documento tem como finalidade estabelecer procedimentos para execução da retirada de amostras de óleo isolante de equipamentos, tambores outros depósitos, para análise físico-química.

2. MATERIAL NECESSÁRIO PARA A RETIRADA DE AMOSTRAS

Em geral os seguintes materiais deverão ser utilizados na coleta de amostras de óleo isolante:

- 2.1. Pano limpo e seco, isento de fiapos, para limpeza da torneira de amostragem no caso do equipamento, ou da tampa dos tambores;
- 2.2. Depósito de plástico para o óleo não utilizado como amostra;
- 2.3. Termômetro e Higrômetro para medir a temperatura ambiente e umidade relativa do ar, respectivamente;
- 2.4. Etiqueta de Identificação das Amostras. Modelo e instruções para preenchimento em anexo;
- 2.5. Frasco para colocação do óleo a ser utilizado;
- 2.6. Caixa para acondicionamento e transporte dos frascos;
- 2.7. Amostrador para retirada de amostras em equipamentos (Fig. 1);
- 2.8. Tubo amostrador para retirada de amostras em tambores (Fig. 2);
- 2.9. Solvente isento de água e de fácil evaporação (benzina de petróleo, toluol, etc.) para limpeza dos amostradores;

3. NÃO DEVERÃO SER COLETADAS AMOSTRAS PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA quando se apresentarem as seguintes condições:

- 3.1. Em dia de chuva, muita poeira, ventos fortes, durante a noite e quando o tempo estiver nublado.
- 3.2. Quando houver umidade relativa do ar muito elevada. Procurar, sempre que possível, coletar a mostra quando a umidade do ar estiver abaixo de 75%.
- 3.3. Antes das 09:00 e depois das 17:00 horas.

4. RETIRADA DE AMOSTRAS DE EQUIPAMENTOS

Os seguintes passos devem ser seguidos para a retirada de amostras de óleo isolante em equipamentos:

- 4.1. Limpar a válvula de amostragem do equipamento com pano limpo e seco. (É desaconselhável o uso de bucha pela facilidade que este material apresenta de soltar fiapos).
- 4.2. Abrir a válvula do equipamento e deixar escoar para depósito, o volume de óleo necessário para eliminar as impurezas existentes junto à válvula de amostragem. O volume drenado deve ser tal que o óleo amostrado seja representativo do que está em contato com a parte ativa do equipamento. De um modo geral, o volume de cerca de dois litros de óleo é suficiente, dependendo do volume do tanque.
- 4.3. Após certificar-se que o amostrador (Fig. 1) está isento de qualquer sujeira, invertê-lo e derramar um pouco de solvente sobre os tubos e parte superior do dispositivo. Após esta operação não mais tocar nas partes que entrarão em contato com o óleo. Esperar alguns minutos para que o solvente se evapore.
- 4.4. Adaptar o amostrador ao equipamento (cuja válvula de saída do óleo deve estar fechada), providenciando a união conveniente. Salvo casos especiais, o ponto de amostragem será o fundo do tanque principal.
- 4.5. Lavar o amostrador com o óleo a ser analisado abrindo a válvula de amostragem e drenando mais um pouco do óleo o suficiente para eliminar eventuais impurezas remanescentes na mangueira de plástico e tubulação de cobre enchendo-as com o óleo.
- 4.6. Somente depois da lavagem completa do amostrador deve ser coletada a amostra. Para isso, sem fechar totalmente a torneira de saída do óleo do transformador (para que não fique ar na tubulação de entrada de óleo no frasco), adaptar este ao

amostrador e aumentar a vazão de entrada do óleo no frasco, evitando contudo a formação de bolhas. À medida que o óleo penetra o ar é expulso.

- 4.7. Encher o frasco até o óleo começar a sair pela tubulação de dreno.
- 4.8. Fechar a válvula de amostragem do equipamento, retirar o frasco e colocar imediatamente a tampa cuidando que a vedação fique perfeita e deixando apenas um pequeno espaço vazio para a expansão do óleo caso o mesmo venha a sofrer elevação de temperatura durante o transporte.
- 4.9. Limpar externamente o frasco e colar a etiqueta de identificação de amostra, devidamente preenchida.
- 4.10. Colocar o frasco na caixa de transporte, tendo o cuidado de não expor a amostra à luz solar.

5. RETIRADA DE AMOSTRA EM TAMBORES

Para a retirada de amostra de óleo isolante em tambores os seguintes procedimentos deverão ser obedecidos:

- 5.1. Escolher aleatoriamente os tambores que serão amostrados de acordo com o número, previamente estabelecido, de amostras representativas do lote (segundo tabela constante da Norma ABNT-NB-920). Arrumá-los de modo que o acesso às tampas seja fácil. Deixar em repouso pelo menos oito horas antes da amostragem.
- 5.2. Marcar à tinta cada tambor escolhido para a amostragem com um número que o identifique.
- 5.3. Limpar a tampa do tambor com um pano limpo e seco.
- 5.4. Lavar o dispositivo para a retirada da amostra (Fig. 2) interna e externamente com solvente. Para isso, preencher parcialmente o dispositivo com o solvente utilizado, usando um funil e agitá-lo com ambas as extremidades fechadas. Para limpá-lo externamente é bastante derramar o solvente sobre sua superfície externa e aguardar cerca de cinco minutos para que o solvente se evapore. As partes do dispositivo que entrarão em contato com o óleo isolante não deverão ser mais tocadas.
- 5.5. Retirar a tampa do tambor.
- 5.6. O dispositivo para a retirada da amostra deve ser lavado com o próprio óleo a ser amostrado. Para isso, é necessário fechar com o polegar seu orifício superior e introduzi-lo no tambor a uma profundidade aproximada de 30cm. Retirar o dedo, permitindo a entrada de uma pequena quantidade de óleo no dispositivo. Fechar novamente sua extremidade superior e retirá-lo do tambor. Incliná-lo em ambos os sentidos, com movimentos lentos, de modo que o óleo entre em contato com toda

sua parte interna, usando apenas uma das mãos na operação. Desprezar o óleo de lavagem.

- 5.7. Abrir o frasco onde será colocada a amostra, deixando a tampa em local livre da possibilidade de contaminação, em posição invertida.
- 5.8. Colher a amostra definitiva, introduzindo vagarosamente o dispositivo no tambor, com o orifício superior vedado, até que sua extremidade inferior toque o fundo do tambor na parte central. Deixar livre o orifício de modo que o dispositivo para retirada de amostras fique totalmente preenchido com o óleo. Fechar novamente a extremidade superior e retirar o dispositivo do tambor.
- 5.9. Deixar escoar para o frasco o óleo do dispositivo, mantendo a extremidade deste em contato com a parte interna da boca do frasco, evitando turbilhonamento e conseqüente formação de bolhas de ar. Encher o frasco até à borda.
- 5.10. Colocar imediatamente a tampa cuidando que a vedação seja perfeita.
- 5.11. Fechar o tambor.
- 5.12. Limpar externamente o frasco e colar a etiqueta de identificação de amostra, devidamente preenchida. Não esquecer na etiqueta o número de identificação do tambor.
- 5.13. Colocar o frasco na caixa para transporte, tendo o cuidado de não expor a amostra à luz solar.
- 5.14. Manter o dispositivo na posição vertical, de modo que sua superfície fique livre de qualquer contato. A sua extremidade inferior poderá ficar apoiada sobre um pano limpo e seco.

NOTA: Em se tratando de amostras de um mesmo lote, não há necessidade de lavar o dispositivo com solvente para a retirada de amostras dos demais tambores.

ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DE AMOSTRA

Análise Físico-Química	
EMPRESA: _____	DATA: _____
SE: _____ EQUIP. _____	Nº SÉRIE: _____
POT. _____ MVA(r). TENSÃO _____ kV. FABRICANTE. _____	VOL. DO ÓLEO _____
Ano fab./ Início. Operação _____ / _____	REG. OPER: contínua _____ outros _____
T. EXPANSÃO? _____ COBERTURA: N ₂ ? _____	Ar? _____ SELADO? _____
COMUTADOR: sob carga _____ sem carga _____	não tem comutador _____
ÓLEO: Novo _____ Recondicionado _____	Regenerado _____ Incerto _____
RECONDICIONAMENTO: Termo-Vácuo? _____	Empresa/Data: _____
REGENERAÇÃO: Campo? _____ Oficina? _____	Empresa/Data: _____
SECADOR DE SÍLICA? _____	Cor da Sílica _____ CONDIÇÃO DO TEMPO _____
EQUIP ^{to} . OPERANDO: sim _____ não _____	TEMP: ambiente _____ óleo _____
EQUIPAMENTO JÁ SOFREU AVARIA? SIM _____	NÃO _____ Especificar no verso
PONTO DE AMOSTRAGEM _____	RESPONSÁVEL _____

ETIQUETA PARA IDENTIFICAÇÃO — INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

1. A Etiqueta de Identificação das Amostras de óleo isolante para análise físico-química possui o formato indicado na página 5 das Instruções para retirada de amostras. O conhecimento de todos os dados nela referidos é de fundamental importância para se definir qual condição da carga de óleo, se serviços efetuados sobre a mesma foram satisfatório e ainda para estabelecer o prazo ideal de reamostragem.

OBSERVAÇÃO

Todas as informações contidas na Etiqueta devem ser verificadas pelo Supervisor responsável pela Manutenção.

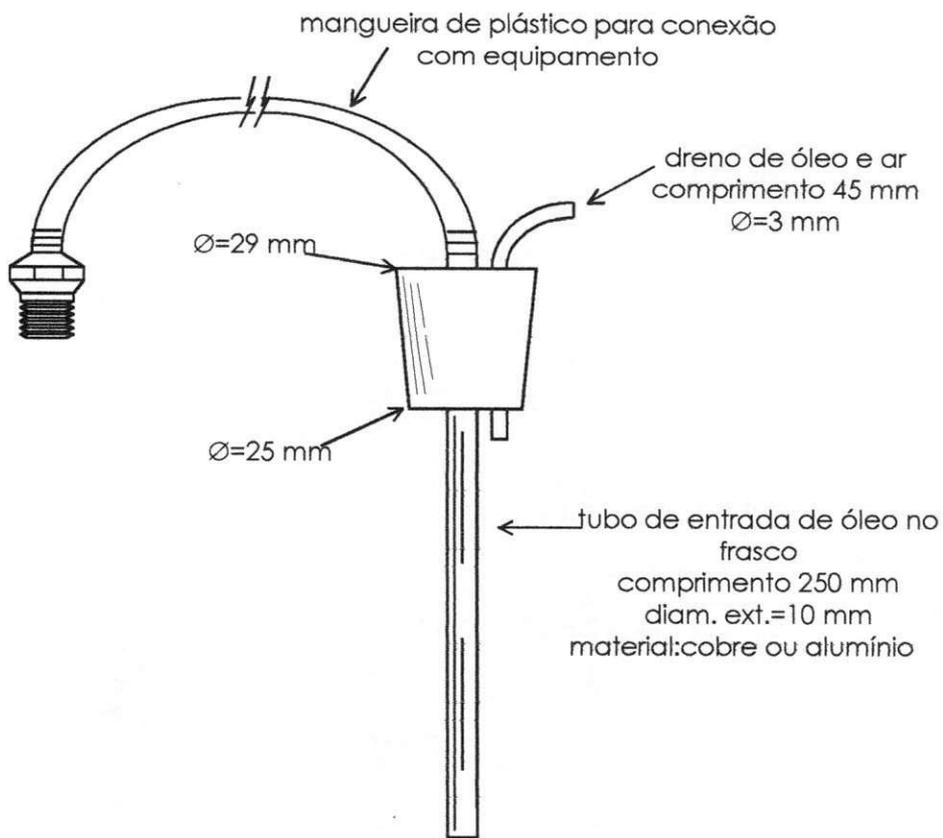


FIG 1

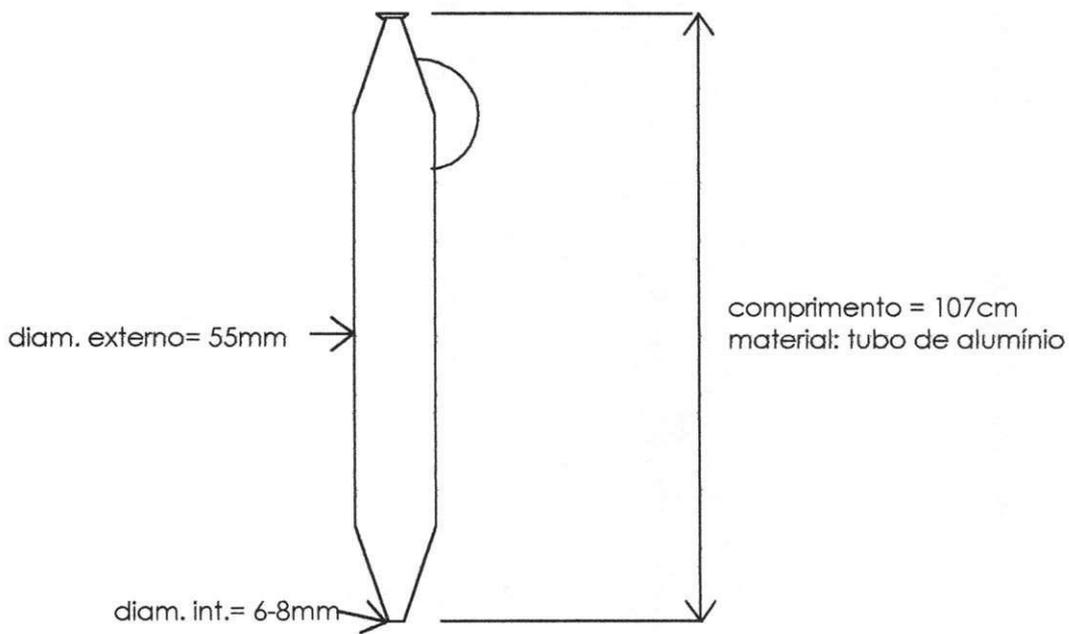


FIG 2