

O Sistema Operacional de uma Estação Elevatória

Eng. JANKEL LEBESCH FUKS (*)
WAGNER BELLINI (**)

1. INTRODUÇÃO

O presente tem por objetivo fornecer as diretrizes básicas para a implantação de um sistema operacional eficiente numa Estação Elevatória (recalque).

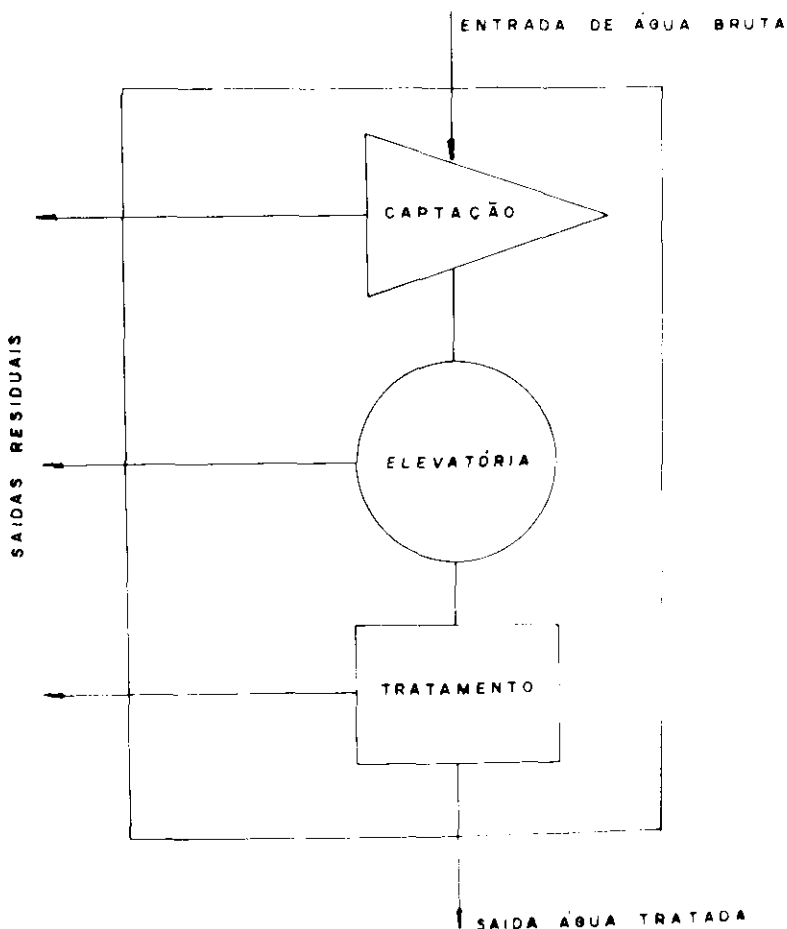
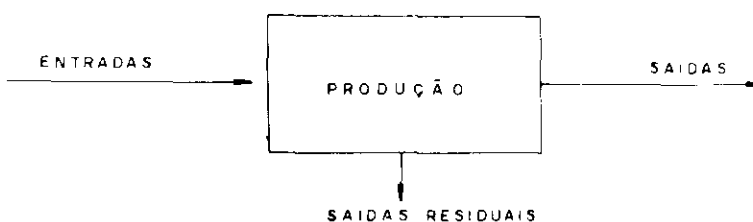
Como aplicação prática do modelo proposto, apresentaremos a ESI — Estação Elevatória Santa Inês, do Sistema Cantareira.

Neste trabalho, procuramos dar um enfoque moderno ao conceito de operação, levando-se em consideração as inúmeras variáveis que exercem influências no sistema operacional.

A operação passa a ser encarada a nível gerencial, sendo que elimina-se o conceito que operar significa somente apertar um botão e cria-se o conceito de algo bem profundo e num alto nível.

2. O SISTEMA PRODUTOR DE ÁGUA

Do ponto de vista de administração, qualquer sistema produtor pode ser enquadrado dentro do seguinte modelo.



(*) Chefe da Divisão de Produção de Água Bruta do Sistema Cantareira — Diretoria de Operação da SABESP.

(**) Encarregado de operação da Elevatória Santa Inês do Sistema Cantareira — Diretoria de Operação da SABESP.

3. A FUNÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Analisando o modelo de um sistema produtor, e observando-se a Estação Elevatória, vemos que a mesma possui as seguintes características:



Portanto, a função de uma Estação Elevatória dentro de um sistema operacional é o de transferir água de um reservatório para o tratamento, usando convenientemente os seus recursos. Deve-se observar a importância da mesma dentro do sistema, pois a sua paralisação ou a sua má operação, pode acarretar sérios problemas, tanto a montante como a jusante, ou seja, nos reservatórios como nas estações de tratamento.

Uma paralisação parcial ou total na Estação Elevatória, provocará uma elevação de nível nos reservatórios e uma falta d'água na estação de tratamento. De forma inversa, um excesso de número de bombas em operação, poderá abaixar o nível dos reservatórios e provocar um excesso d'água na estação de tratamento.

Analisando a Estação Elevatória dentro de um sistema produtor, verifica-se que a mesma não pode operar isoladamente dos outros subsistemas e deve atingir o objetivo do sistema global do qual faz parte, sendo que deve ter os seus próprios objetivos concordantes com os globais.

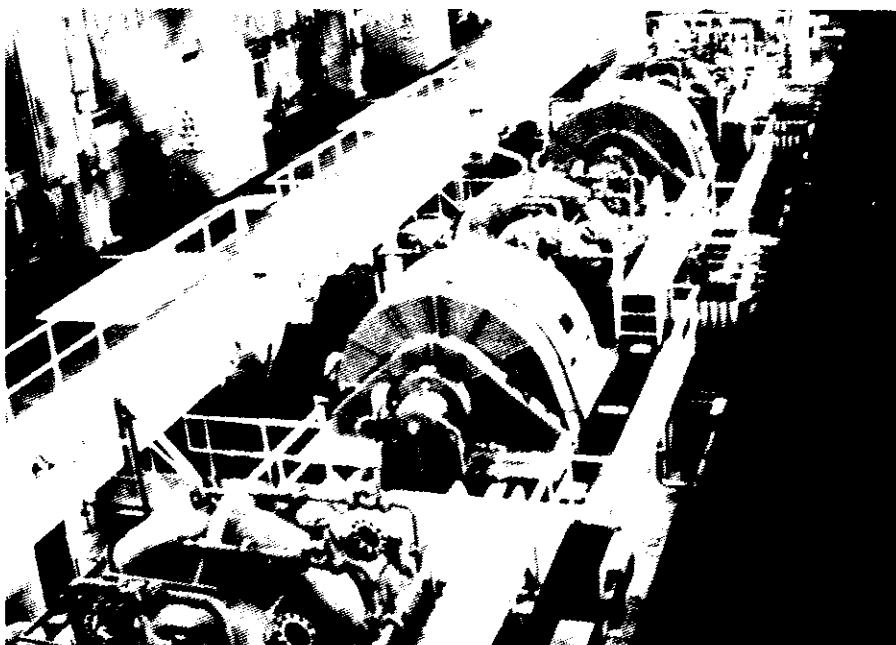
Podemos dizer que o sistema produtor de água, tem o seu próprio objetivo, ou seja:

1.º — Como Sistema de Produção: Fornecer a maior quantidade de água tratada possível ao menor custo.

2.º — Como um Sistema de Utilidade Pública: Fornecer água à população, a maior parte do tempo possível.

4. OBJETIVOS DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

É extremamente importante definir os objetivos a que se propõe a Estação Elevatória.



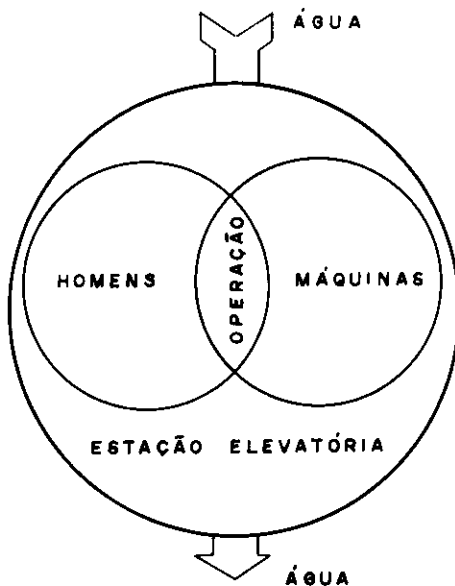
Estação Elevatória de Santa Inês do Sistema Cantareira — Casa das Máquinas, subterrânea onde se encontram instalados 3 conjuntos moto-bomba de 20.000 HP cada um. Em funcionamento pleno poderá recalcar 33 m³/s.

De forma genérica, analisando as funções da Estação Elevatória dentro do sistema produtor de água, podemos definir os seus objetivos da seguinte forma:

"Manter as suas condições de operação o maior tempo possível, transferindo a água do reservatório para a Estação de Tratamento."

5. A FILOSOFIA DE OPERAÇÃO

Uma Estação Elevatória pode ser considerada como a interação eficiente de homens e máquinas para atingir um objetivo.



Pelo modelo acima, verifica-se que para atingir os objetivos do sistema, existe uma interação entre homens e máquinas, e que chamaremos de Operação.

É função da Operação, usar os recursos que dispõe (homens e máquinas) da melhor forma possível para atender os objetivos do sistema.

Como as máquinas são construídas, pelo próprio homem, com objetivos bem definidos, então, para fixar os objetivos do sistema, deve-se fixar os objetivos dos homens, que lidam com as máquinas, sendo este uma das principais atribuições da Operação.

Portanto, cabe à Operação manter a Estação em funcionamento, a maior parte do tempo possível, e com os menores custos.

Cabe, aos homens da Operação atingir os objetivos, procurando operar da forma adequada, sem erros que possam prejudicar os equipamentos; devem conhecer a fundo o sistema para poderem decidir a influência de operações no sistema.

A filosofia de operação que se pretende transmitir é que o operador não é um mero "apertador de botões", porém um homem integrado dentro de uma estrutura de operação e que visa o seu perfeito relacionamento com a máquina, para atender os objetivos do sistema e da própria empresa.

6. ORGANIZAÇÃO DA OPERAÇÃO

Uma vez definida a Operação como um órgão atuante, devemos organizá-lo, levando em consideração os seguintes itens:

1. Responsabilidade da Operação

A Operação é responsável pelo perfeito funcionamento e conservação do equipamento a nível operacional. Isto significa que sendo a

SISTEMA

que faz contato direto homem x máquina, deve estar atenta a todos os sintomas do sistema e dos próprios equipamentos. Podemos dizer que a Operação deve ser um órgão atuante dentro do processo de produção.

2. Objetivos da Operação

Manter a Estação em operação o maior tempo possível ao menor custo.

3. Funções da Operação

- a) Estar sempre atenta a sintomas nos equipamentos.
- b) Operar os equipamentos dentro de procedimentos bem definidos, que visam a proteção dos equipamentos.
- c) Operar com segurança.
- d) Acompanhar montagens e testes de aceitação.

Em função destes parâmetros, e em função da complexidade da Elevatória Santa Inês, foi adotado o seguinte organograma:

7. PLANOS DE TRABALHO

É fundamental para operação de uma Elevatória que haja um perfeito entrosamento entre o homem e a máquina, isto é, que o homem que a opere tenha conhecimento do que está fazendo e para que o faz; tendo em vista estes objetivos implantamos o plano de trabalho que se segue:

7.1 FORMAÇÃO DE EQUIPES

Como o trabalho de operação é contínuo, isto é, 24 horas por dia, há necessidade de se trabalhar em equipes se revezando.

Para a formação das equipes, foi usado o teste intitulado "Viagem à Lua", utilizado pela NASA. Este teste permite-nos descobrir: Os líderes de equipes, o pessoal com a mesma linha de pensamento, e os elementos que têm influência sobre o grupo, bem como os que são influenciáveis. Com isso pode-se formar equipes ideais de trabalho.

A prática nos mostra que o tra-

balho em equipe traz vantagens, pois cria uma linha de pensamento uniforme e um desenvolvimento homogêneo das atividades. (Exemplo no ANEXO 1).

7.2 MANUAIS DE OPERAÇÃO

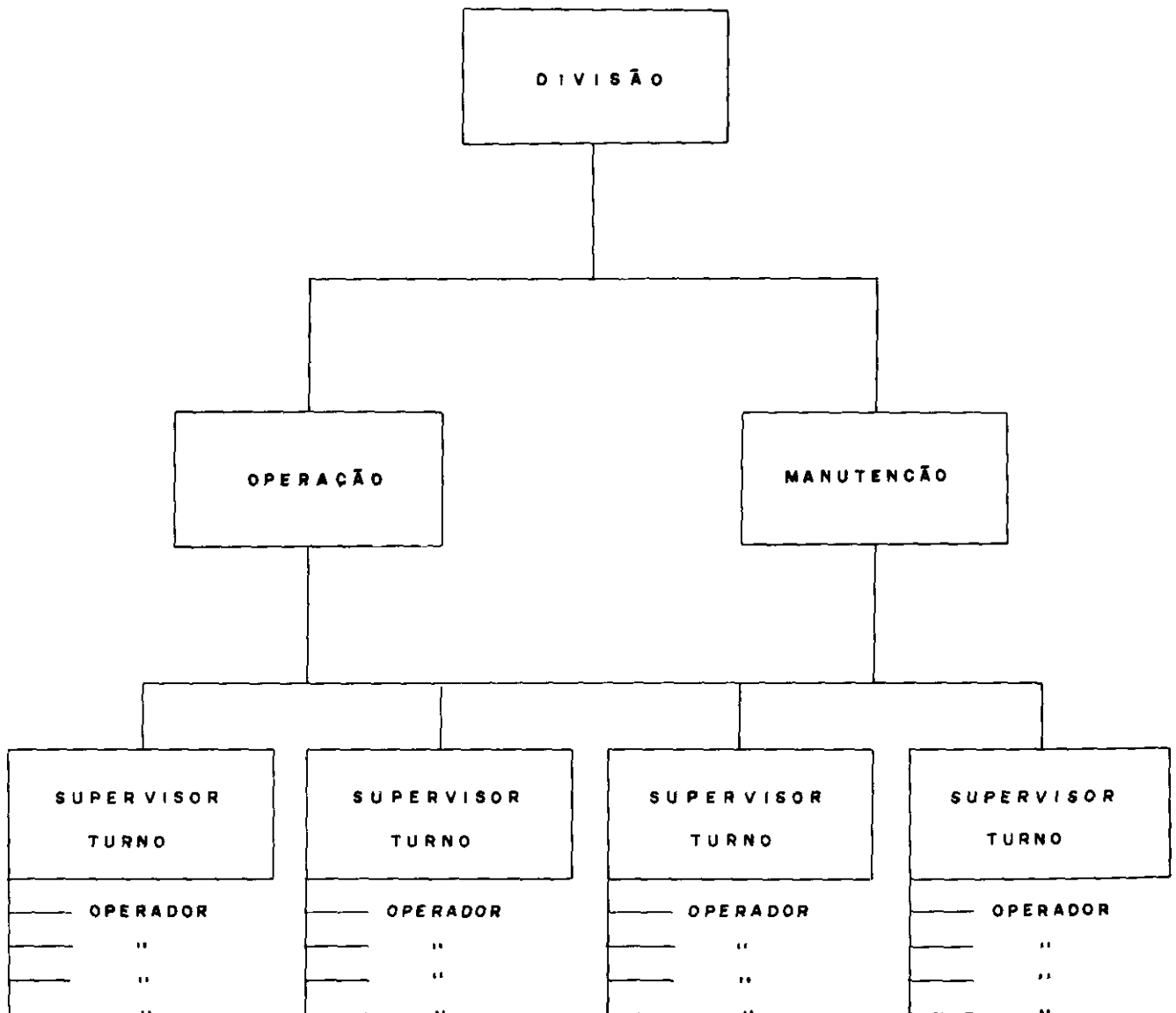
Os manuais de operação devem ser práticos, e redigidos com uma linguagem acessível aos operadores, deve conter o máximo de informações, bem como as operações devem ser bem descritas dentro do roteiro abaixo:

I — Descrição do Sistema

Neste item deve-se descrever o sistema dando a sua função e o seu encaminhamento para facilitar a identificação do sistema e ser operado.

II — Preparação do Sistema

Neste item descreve-se as operações a serem efetuadas para início de operação do sistema, ou quando o mesmo esteja parado para manutenção.



4 equipes que trabalham em turnos

ANEXO 1 - Teste para Formação de Equipes

PERDIDOS NA LUA

Você faz parte de uma tripulação espacial que foi originalmente designada para se encontrar com a nave mãe na face iluminada da lua.

Dificuldades mecânicas, entretanto, forçaram sua nave a se chocar com a superfície em um ponto acerca de 300 quilômetros do ponto de encontro. O pouso desastroso danificou grande parte do equipamento a bordo.

Uma vez que a sobrevivência depende de que se alcance a nave mãe,

os equipamentos mais importantes devem ser escolhidos para a viagem de 300 km. Abaixo, está uma lista de 15 itens que ficaram intactos depois do pouso. Sua tarefa é ordená-los em relação à sua importância para a tripulação em sua intenção de atingir o ponto de encontro. Coloque o número (1) no item mais importante, o número (2) no segundo mais importante, e prossiga assim até o número (15), o menos importante.

Class. Individ.	Dif. Individ.	Dif. do Grupo	Class. do Grupo
Caixa de Fósforos			
Comida concentrada			
15 metros de corda de nylon			
Seda de Pára-quadras			
Unidade Portátil de Aquecimento			
Duas pistolas calibre 45			
Uma caixa de Leite Desidratado			
2 Tanques de Ox. de 50 kg cada			
Mapa das Constelações Lunares			
Barco Salva Vidas Inflável			
Bússola ou Compasso Magnético			
20 Litros de Água			
Tochas de Sinalização			
Estojos de Socorro c/Seringa			
Transceptor FM c/ Pilha Solar			

São descritas as operações de válvulas manuais de isolamento das válvulas automáticas. Com isso o sistema fica pronto para ser operado automaticamente ou através dos Painéis de Controle Remoto.

III — Operação do Sistema

Neste item são descritas as operações manuais automáticas e de controle a distância.

IV — Diagramas de Operação

No diagrama de operação deve-se usar uma simbologia simples e comum a todos os manuais; os equipamentos aparecem o mais próximo possível das condições físicas que estão instalados, sob forma de croquis indicando o local.

Exemplo prático dos manuais elaborado na ESI de dois sistemas auxiliares: ANEXO 2.

7.3 DESCRIÇÃO DE SISTEMAS

Este trabalho é um dos elos principais entre o homem e a máquina, pois é através da descrição que ele chega ao íntimo do equipamento.

O trabalho consiste em uma descrição detalhada de cada sistema, elétrico ou mecânico, atingindo comando, sinalização, proteção, deve

principais, e dos sistemas auxiliares da Elevatória; essa simulação tem facilitado a localização e solução dos problemas rapidamente.

Exemplo no ANEXO 4

7.5 CADASTRAMENTO

O cadastramento é um levantamento de todos os equipamentos instalados na Elevatória, sistema por sistema, a fim de que sejam classificados e avaliados quanto as necessidades de manutenção.

Com este cadastramento tem-se todos os equipamentos codificados com todas as características, todos os dados de placa a sua localização e função no sistema.

Exemplo no ANEXO 5

8. CONTROLE DE OPERAÇÃO

O controle de uma Elevatória consiste nas anotações de leituras nos boletins onde serão analisados e tomadas as decisões, sobre as variações ali apresentadas.

A utilização prática nos mostra que os boletins devem possuir certas características:

Quanto ao formato, tem que ser dispostas em uma sequência lógica de leituras para facilitar as anotações.

Os instrumentos a serem lidos devem ser agrupados, de maneira que as leituras sejam distribuídas, com intervalo entre os grupos para não ficarem todas no mesmo horário.

O controle através de gráfico, é muito eficiente, pois vai se traçando a curva conforme as oscilações, ao mesmo tempo analisa-se as tendências das variáveis controladas.

9. TREINAMENTO

Para o treinamento das equipes de operação, elaboramos um plano de treinamento explodido, onde os supervisores foram preparados para treinarem seus subordinados.

O treinamento dos operadores foi dividido em módulos, cada módulo trata da operação de um sistema auxiliar da Elevatória, onde será ministrada a teoria específica para operação dos equipamentos de cada sistema e a parte prática da operação do sistema.

Estes módulos são:

I — Instrutor de Treinamento

Curso para preparação dos supervisores que são os instrutores dos cursos seguintes.

II — Operação de Subestação

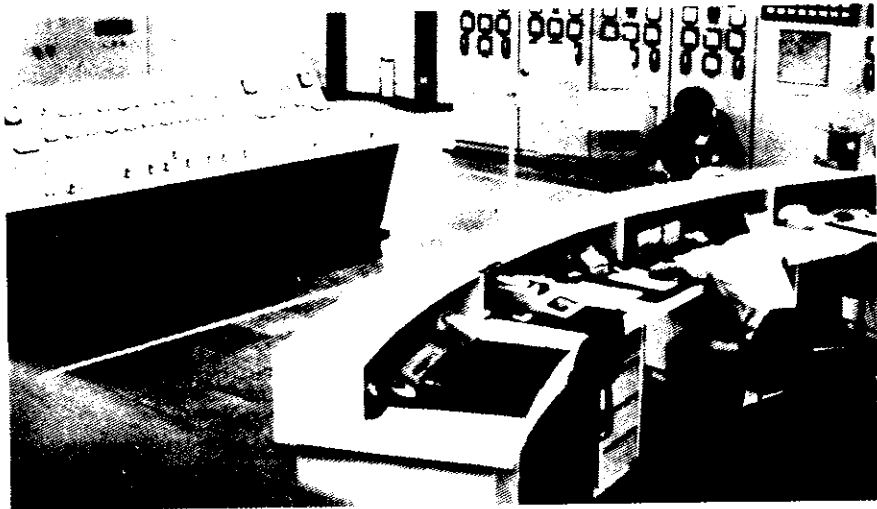
III — Sistemas Hidráulicos Auxiliares

IV — Sistemas Pneumáticos e Óleo Pneumático

V — Eletricidade Básica

VI — Circuitos de Comando

Exemplos: ANEXO 6



Estação Elevatória de Santa Inês do Sistema Cantareira — Sala de Comando.

Abrir a VGA-227, válvula do recalque da bomba E-22, girando o volante no sentido abrir.

Abrir as válvulas dos manômetros do recalque das bombas E-15, E-16, E-21, E-22.

Colocar na posição vertical, o pino do lubrificador conta-gotas das bombas, E-15, E-16, E-21 e E-22.

Abrir a válvula do ar para instrumentação.

Regular o rotametro, para ajustar a vazão do ar no borbulhador, até que a esfera atinja o ponto 10, na escala do instrumento.

3. OPERAÇÃO DAS BOMBAS

3.1 OPERAÇÃO AUTOMÁTICA

As quatro bombas possuem operação automática, comandadas pelo

EDIFÍCIO DE COMANDO

ANEXO 2

Estação Elevatória Santa Inês

MANUAL DE OPERAÇÃO — SISTEMA DE DRENAGEM DA CASA DE MÁQUINAS

1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA
2. PREPARAÇÃO DO SISTEMA
3. OPERAÇÃO DAS BOMBAS
- 3.1 OPERAÇÃO AUTOMÁTICA
- 3.2 OPERAÇÃO MANUAL

1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Toda a água de infiltração da Casa de Máquinas, drenagem das motobombas principais e drenagem das tubulações é colhida na canaleta localizada na galeria de cabos e conduzida ao poço de drenagem. Do poço de drenagem a água é recalçada através das duas bombas de drenagem E-15 e E-16 e também pelas bombas de esvaziamento E-21 e E-22, até a superfície, onde é lançada no canal ao lado do Edifício de Comando.

2. PREPARAÇÃO DO SISTEMA

Na preparação do sistema para operação normal deve-se efetuar as seguintes operações:

Fechar a VGA-223, válvula que liga o conduto de sucção ao sistema de esvaziamento, girando o volante no sentido fechar.

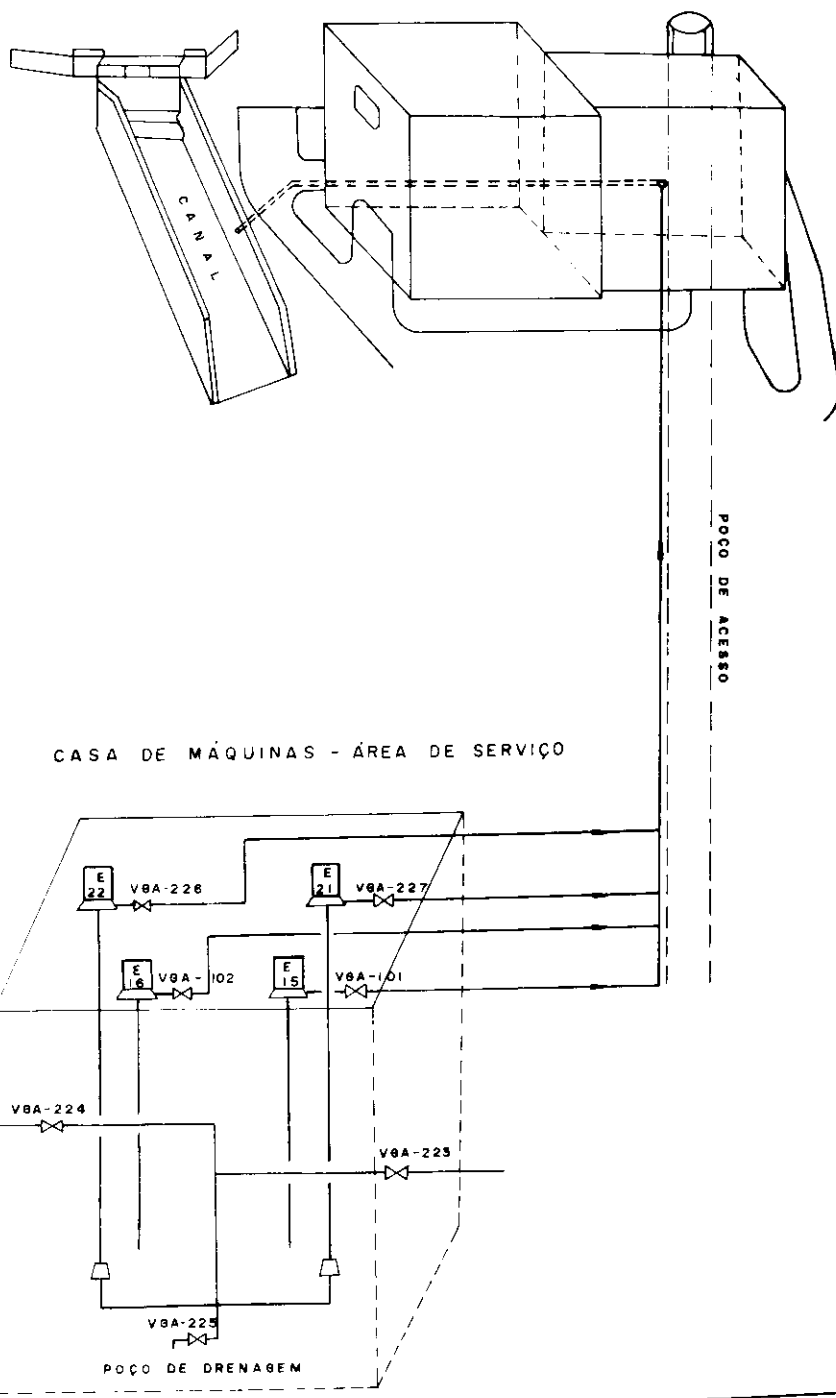
Fechar a VGA-224, válvula que liga o conduto de recalque ao sistema de esvaziamento, girando o volante no sentido fechar.

Abrir a VGA-225, válvula que liga o sistema de drenagem ao poço de drenagem, girando o volante no sentido abrir.

Abrir a VGA-101, válvula do recalque da bomba E-15, girando o volante no sentido abrir.

Abrir a VGA-102, válvula do recalque da bomba E-16, girando o volante no sentido abrir.

Abrir a VGA-226, válvula do recalque da bomba E-21, girando o volante no sentido abrir.



detetor de nível do poço de drenagem; para que a operação automática transcorra normalmente são necessárias as seguintes providências.

Colocar a chave comutadora de partida, instaladas nos cubículos das bombas E-15, E-16, E-21, E-22, no painel CCM-1, na posição 1.

Colocar a chave comutadora "drenagem-esvaziamento", instalada no painel de instrumentação Q-9, na posição drenagem.

Satisfeitas estas condições as bombas funcionam automaticamente na seguinte sequência:

Quando o poço de drenagem atinge 40% entra em funcionamento a bomba de drenagem E-15; em 50% a bomba de drenagem E-16, em 60% a bomba de esvaziamento E-21 e em 80% a bomba de esvaziamento E-22.

Quando o poço atingir 5% as bombas desligam-se automaticamente.

3.2 OPERAÇÃO MANUAL

Para operação manual das bombas são necessárias as seguintes providências.

Efetuar todas as operações constantes no item — 2. Preparação do Sistema.

Colocar a chave comutadora de partida, instaladas no cubículo das bombas E-15 e E-16, na posição 2.

Colocar a chave comutadora de partida, instalada no cubículo das bombas E-21 e E-22 na posição 1.

Colocar a chave comutadora "drenagem-esvaziamento" instalada no painel de instrumentação Q-9 na posição drenagem.

Para ligar a bomba E-15, pressionar o botão verde no cubículo da bomba E-15, do painel CCM-1.

Para ligar a bomba E-16, pressionar o botão verde no cubículo da bomba E-16 no painel CCM-1.

Para ligar a bomba E-21, pressionar o botão verde no cubículo da bomba E-21 do painel CCM-1.

Para ligar a bomba E-22, pressionar o botão verde no cubículo da bomba E-22, no painel CCM-1.

Para parada das bombas basta pressionar o botão vermelho, no cubículo correspondente à bomba, no painel CCM-1.

Após o ligamento de cada bomba verificar no manómetro do recalque se a pressão está acima de 5kg/cm² se a pressão estiver abaixo desligar a bomba imediatamente.

ANEXO 3 - Exemplo da Descrição de Sistemas - Painel Q-6

NÍVEL BAIXO CAIXA DE ÁGUA INCÊNDIO E-055/6

O transmissor de nível da caixa de água de incêndio, esta localizada num dos compartimentos do reservatório da mesma.

Este transmissor tem a sua identificação como SLA-051 esse aparelho tem por finalidade transmitir o nível da caixa de incêndio para o indicador ML-051 que esta localizado no painel Q-6 na sala de Comando.

Esse transmissor funciona da seguinte maneira: O sensor esta ligado na caixa através de um tubo, este tubo conduz até este sensor a pressão (quanto mais água, maior a pressão) e aumenta o nível da caixa, (quanto menor água, menor pressão) e menor é o nível.

Este sensor recebe esta pressão e transforma em sinais elétricos, estes sinais são transmitidos ao transmissor SLA-51, o qual transporta estes sinais através dos cabos de ns. 2015 e 2016.

Esses cabos são conectados na régua de terminais, com as mesmas identificações, saem da régua e são ligados no indicador de nível ML-051, esse indicador têm sua escala de (0 até 100%).

Do indicador ML-051 já são ligados no relé de alarmes e no anunciador AN-19, que se localiza no painel Q-5 na Sala de Comando.

Este anunciador tem por finalidade de nos indicar o seguinte alarme sonoro. (Nível Baixo-Caixa de Água c/ Incêndio E-55/6).

Estes aparelhos são usados para melhor controle da caixa.

Ainda temos o transmissor de vazão da caixa. (Sistema Ladrão), sua identificação SOA-051, tem a mesma função que o SLA-051, mas só que é de Extra Vazão.

Tem dois cabos que saem do SOA-051 de ns. 2017 e 2018 estes cabos são ligados na régua de terminais do painel Q-6 da Sala de Comando, estes cabos dali são ligados no indicador ML-051 e relé de alarme, dali são ligados no anunciador AN-20 no painel Q-5 ainda na Sala de Comando.

Este anunciador tem por finalidade de soar quando dar extra vazão na caixa (AN-20 alarme sonoro e luminoso).

ANEXO 4 - Exemplo da Simulação de Defeitos

034 — MANCAL CENTRAL TEMPERATURA ALTA

CAUSAS

1. Válvula de Entrada de OLL no mancal desregulada.
2. Nível baixo Reservatório de OLL
3. Bomba de OLL operando com a válvula parcialmente aberta.
4. Vazamento no Sistema de OLL
5. Válvula de AGR do Radiador de óleo fechadas.

MEDIDAS CORRETIVAS

1. Regular a abertura da válvula.
2. Solicitar a Manutenção.
3. Abrir a válvula totalmente.
4. Localizá-lo e saná-lo.
5. Abrir as válvulas.

OPERAÇÃO DE EMERGÊNCIA - Ligar a Bomba de OLL de emergência e de AGR.

Se a temperatura não abaixar, desligar a Moto-Bomba Principal para evitar danos no mancal.

101 — NÍVEL BAIXO CAIXAS DE ÁGUA BRUTA — E-048/49

CAUSAS PROVÁVEIS

1. Bombas de AGB: E-41 e E-42, na posição manual.
2. Bombas E-41 e E-42 em operação com as válvulas fechadas.
3. Válvulas de entrada do Reservatório fechadas.
4. Fusível de comando queimado.
5. Fusível de alimentação queimado.
6. Seccionadora do Painel CCM-1 "aberta".

MEDIDAS CORRETIVAS

1. Passar as bombas para a posição automática.
2. Abrir as válvulas.
3. Abrir as válvulas.
4. Trocar os fusíveis.
5. Trocar os fusíveis.
6. Fechar a Seccionadora na barra que estiver energizada.

OPERAÇÃO DE EMERGÊNCIA - Operar as bombas no manual, para recuperar o reservatório rapidamente.

ANEXO 5 - Cadastramento Extraído do Sistema de Água Resfriamento

TT - 045 B

transmissor de temperatura do duto geral de AGR - entrada - instalado

no duto geral de AGR na área de serviço ao lado do TT - 045A
fabricante: FOXBORO
modelo: DB - 13 N - 227W
Dynatherm, Resistence
Bulbo: série PB 753
reserva do TT - 045A

TT - 045 C

transmissor de temperatura do duto geral de AGR - retorno - instalado na tabulação de retorno de AGR, no poço de sucção da válvula de sucção 1

VGA - 318

válvula gaveta de isolamento da CQV - 041 - (montante) instalada na entrada de AGR para a MB - 1
fabricante: INCOVAL Ø:6"
classe: 150

CQV - 041

válvula pneumática de controle de vazão de AGR - instalada na entrada de AGR para MB - 1
fabricante: FICHER Ø:4"
modelo: 657 - ES

CQI - 041

indicador de posição de CQV - 041 instalado na entrada de AGR sobre a CQV - 041
fabricante: FICHER
modelo: 921OT/RING.
manda sinal da posição da válvula para o painel Q-1

VGA - 319

válvula gaveta de isolamento da CQV - 041 (Jusante) - instalada na entrada de AGR para a MB - 1
fabricante: INCOVAL Ø:4"
classe: 150

VGL - 303

válvula globo de derivação da CQV - 041 - instalada no BA/PASS da tubulação de AGR da MB-1

fabricante: INCOVAL Ø:4"

classe: 150

Detetor de vazão - chave de fluxo instalado na tubulação de AGR da MB-1

fabricante: HONEYWELL
modelo: FS 7-V

o contato fecha quanto a vazão está normal e manda sinal ao painel de proteção e controle no anunciador "Água de Resfriamento Vazão Baixa".

MP - 441

manômetro de indicação local da pressão de AGR instalado na entrada do resfriamento da MB-1
fabricante: OSAKA
escala: de 0 a 10 kg/cm²

SPA - 045

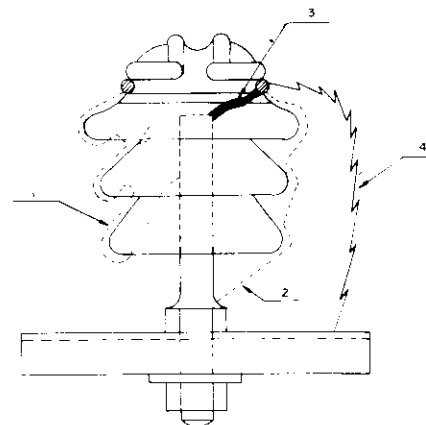
Pressostato de água de resfriamento da MB-1 - instalado na entrada dos resfriadores da MB-1
fabricante: HONEYWELL
modelo: L - 404-A - 1255
Faixa de operação: de 0 a 4 kg/cm²
emite sinal para o painel de proteção e controle
alarme: "Água de resfriamento motor pressão baixa" e para mesa de comando "Resfriamento do motor" - entra na seqüência automática

VGA - 324

válvula gaveta de entrada de AGR no resfriador 1 da MB-1
fabricante: INCOVEL Ø:4"
classe: 150"
função: isolar o resfriador 1

VGL - 326

válvula globo de drenagem do resfriador n.º 1 da MB-1



ANEXO 6 - Curso Prático de Operação de subestação

1. SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA

Chama-se subestação o complexo de estruturas e equipamentos onde se processam as mudanças do regime de tensão e se executam operações para melhor utilização destas mudanças.

Classificação das Subestações
Quanto a função:

Subestações Abaixadoras, são as que abaixam a tensão para ser distribuída ou utilizada por equipamentos, que necessitem de uma tensão de menor valor.

Subestações Elevadoras, são as que elevam a tensão, geralmente instaladas junto a usinas geradoras que geram tensão a baixo valor, e elevam a alta tensão, para facilitar a sua transmissão.

Subestações Interligadoras, são utilizadas para interligação de redes ou sistema de transmissão de energia.

Quanto ao Comando:

Comando Manual, são as subestações em que as operações são efetuadas manualmente.

Comando Remoto, são as subestações em que as operações são efetuadas a distância, isto é, de uma sala de comando.

Comando Automático, são as subestações que possuem religamento inteiramente automático.

Tele Comando, são as subestações operadas através de uma central de controle, geralmente por computador.

2. EQUIPAMENTOS DE UMA SUBESTAÇÃO

2.1 BARRAMENTOS

Barramentos são condutores que ligam dois ou mais geradores, trans-



Estação Elevatória de Santa Inês do Sistema Cantareira -- Sub-estação abaixadora com capacidade de 90 MVA.

formadores, alimentadores ou entrada de energia de uma subestação.

Os barramentos podem ser instalados ao tempo, no patio de manobras de uma subestação, ou abrigados, dentro de painéis ou cubículos de distribuição, alimentação e comando. Podem ser, simples, duplos ou seccionados.

2.2 ISOLADORES

Isoladores são elementos que suportam mecanicamente, condutores energizados e para isso possuem as seguintes características:

a) Resistência Mecânica, para suportarem compressão, flexão, torção, distensão, tendo em vista as varias condições de montagem que estão sujeitos.

b) Forma e Massa, que garantam um isolamento capaz de evitar desvio de corrente à terra seja por contorno, ou por perfuração.

Descarga por contorno, é a descarga através do ar tomando a forma de um arco.

Descarga por perfuração, é a des-

truição total ou parcial do isolador causada pela descarga através dele.

2.2.1. Tipos de Isoladores

Quanto ao material os isoladores são construídos com isolação de vidro e porcelana. Quanto ao tipo ou a utilização os isoladores classificam-se em: isoladores rígidos e de suspensão.

a) Isoladores rígidos, são construídos por um bloco de porcelana ou vidro e fixados por ferragens fixas sendo as porcelanas chumbadas ou aparafusadas em sua haste.

Os tipos mais usados de isoladores rígidos são:

- a) isolador de pino
- b) isolador de pedestal
- c) isolador de suporte
- d) isolador de pilar
- e) isolador de castanha
- f) isolador de carretel

b) Isoladores de suspensão

Para tensões elevadas os isoladores rígidos são substituídos por

cadeia de isoladores de suspensão, com vários elementos, com isso tem-se a vantagem que a linha pode operar mesmo com um dos elementos danificado.

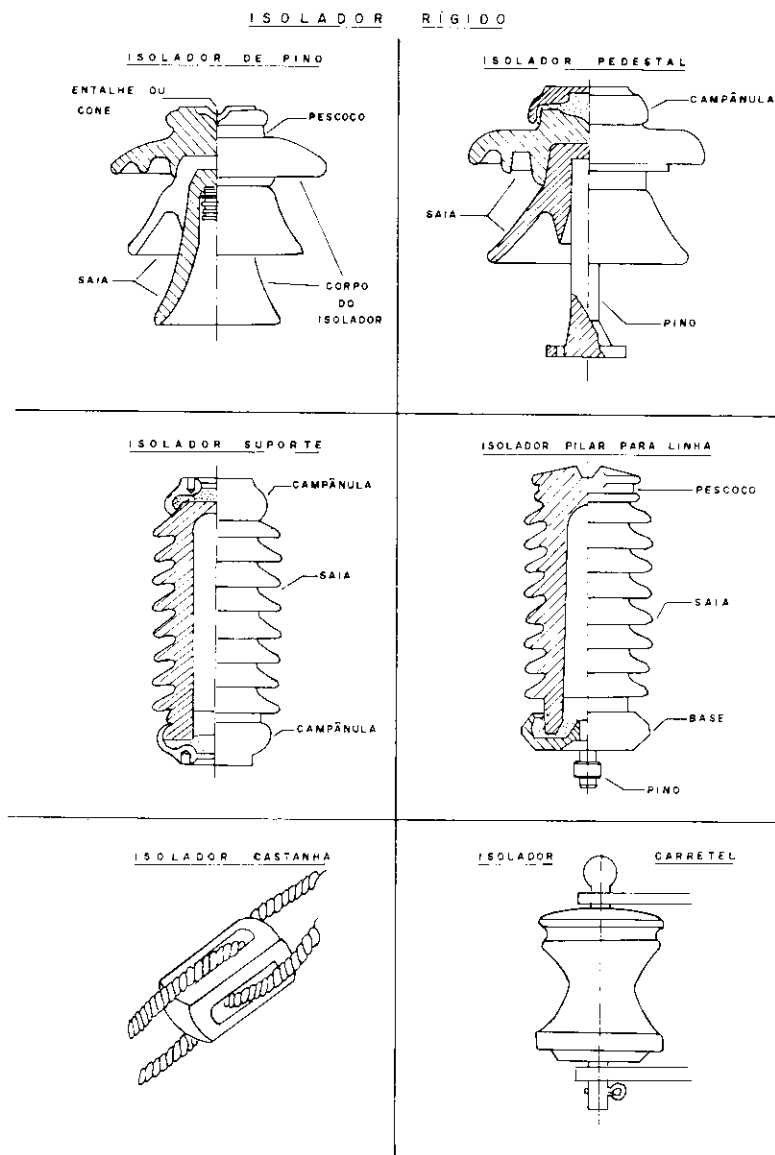
2.3 SECCIONADORAS

Seccionadoras é um equipamento destinado a interromper a continuidade de um circuito elétrico quando nenhuma corrente o percorre.

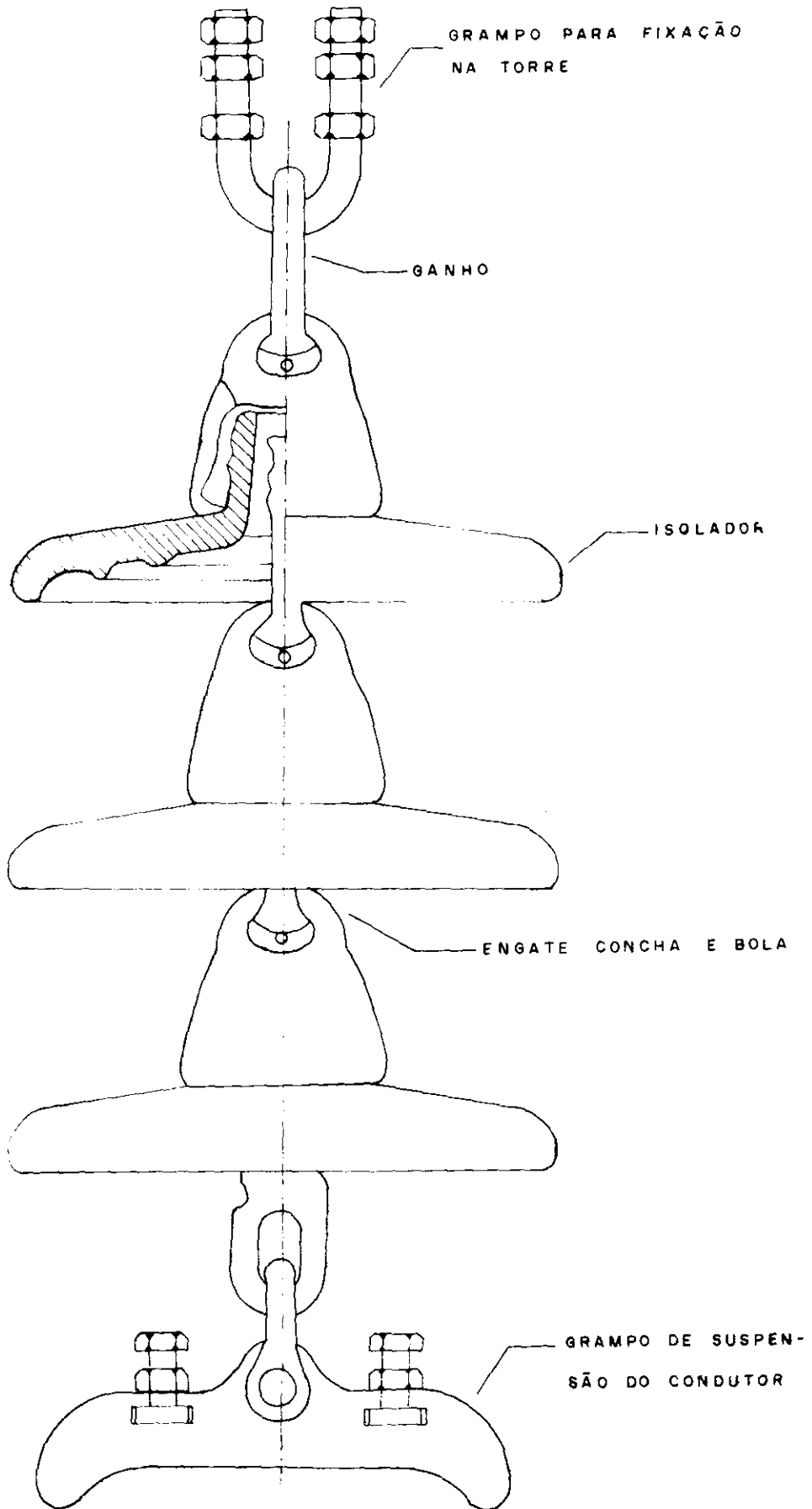
As seccionadoras são utilizadas para isolar um circuito ou um equipamento da fonte de energia que o alimenta. "Em nenhum caso as seccionadoras podem ser operada quando o circuito estiver com carga".

- a) tensão, nominal do circuito
 - b) corrente máxima
 - c) números de polos
 - d) quanto ao mecanismo
 - e) quanto a forma de instalação
 - f) quanto ao local de instalação
- Tipos de Seccionadoras.

Seccionadoras Unipolares comandadas por bastão, são constituídas por uma haste, munida de um olhal, dois isoladores suporte e uma base.



CADEIA DE ISOLADORES



No olhal é introduzido o bastão de manobras.

Seccionadoras Tripolares a comando único, cada haste de acionamento é munida de um braço de acionamento e dois suportes isolantes. Os braços de acionamento são ligados a um mesmo eixo cujo movimento provoca o fechamento ou abertura das três facas simultaneamente.

Estas seccionadoras podem ter comando manual, elétrico ou a ar comprimido, que podem ser acionados do local ou de uma sala de comando.

2.4 DISJUNTORES

Disjuntor é um equipamento capaz de interromper automaticamente um corrente de curto circuito, sob certa tensão, sem danificar os contatos.

Um disjuntor deve obter as seguintes características:

Capacidade de Ruptura, é a capacidade para cortar uma corrente de curto circuito sem danificar os contatos.

Tensão Nominal, é a tensão para qual o disjuntor foi construído, o seu valor determina as dimensões dos isoladores, as distâncias entre fases, e entre fases e terra.

Corrente Nominal, é a corrente que pode circular permanentemente pelas partes condutoras sem causar aquecimentos. Os contatos e conexões são calculados para corrente nominal.

Câmara para extinção do arco

Quando duas partes condutoras, percorridas por uma corrente elétrica se separam, forma-se um arco no ponto de separação. Este arco elétrico é prejudicial ao funcionamento dos equipamentos elétricos, pois provocam a rápida deterioração dos contatos.

Para extinção do arco os disjuntores são providos da camara de extinção de arco.

As camaras de extinção podem ser:

Câmaras de Óleo

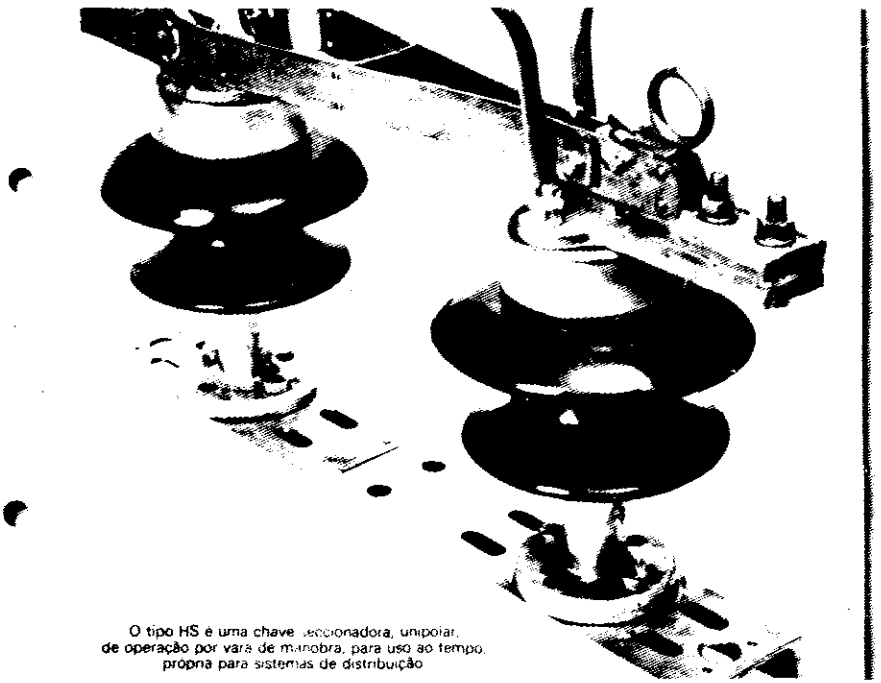
- A grande volume de óleo
 - A pequeno volume de óleo
- Chamados de disjuntores a óleo

Câmara de ar comprimido

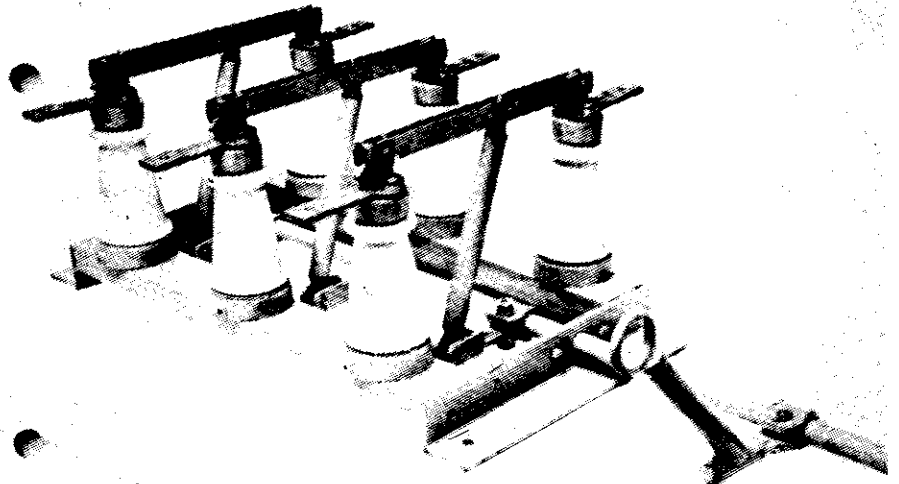
Chamados de disjuntores pneumáticos.

2.5 TRANSFORMADORES DE FORÇA

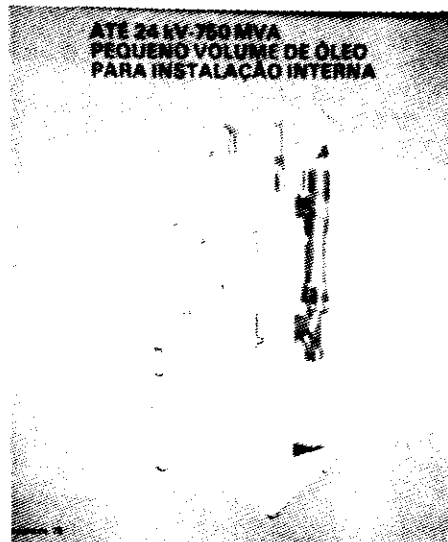
Transformadores de força são aparelhos estáticos, à indução, utilizados nas subestações das usinas, para elevar a tensão ao valor adequa-



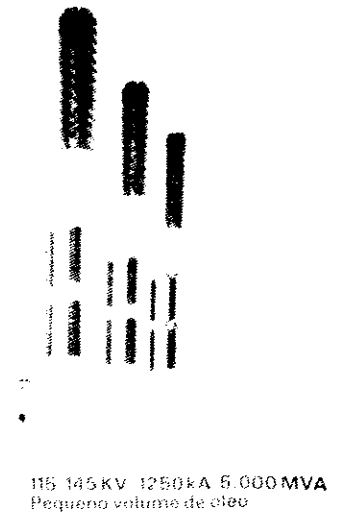
O tipo HS é uma chave seccionadora, unipolar, de operação por vara de manobra, para uso ao tempo, própria para sistemas de distribuição



O tipo TLI é uma chave seccionadora de acionamento simultâneo, trifásica, para uso interno, própria para circuitos de distribuição, postos de transformação, cabines primárias.



ATE 24 KV 750 MVA
PEQUENO VOLUME DE ÓLEO
PARA INSTALAÇÃO INTERNA



115 145 KV 1250kA 5.000 MVA
Pequeno volume de óleo

SISTEMA

do de transmissão e nas subestações abaixadoras para baixar a tensão a um valor adequado para a distribuição em alta tensão, através das redes e dos alimentadores das cidades.

Os transformadores de força são classificados de acordo com o número de seus enrolamentos, podendo ser monofásicos ou trifásicos.

ACESSÓRIOS DOS TRANSFORMADORES

Em geral os transformadores são munidos dos seguintes acessórios:

- Tanque de expansão
- Termômetros
- Indicadores de nível de óleo

2.6 TRANSFORMADORES DE MEDIÇÃO

Nas subestações são efetuadas medições de tensão, corrente, energia, fator de potência e alimentações de circuitos de proteção, essas medições não são efetuadas diretamente nos barramentos pois os valores são muito elevados.

Para reduzir os valores de corrente e tensão, a valores convenientes para serem manuseados utilizamos os transformadores de medidas, que são:

- Transformador de Potência = TP
- Transformador de Corrente = TC

2.7 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

É um equipamento destinado a reduzir a tensão a valores convenientes a medição e a proteção, além de isolar os instrumentos das tensões elevadas e perigosas.

Os transformadores de potencial são empregados para medir: tensão (V) — frequência (Hz) — energia ativa (KWh) — energia reativa (KVAR) — fator de potência (COS ϕ), e para proteção no acionamento dos relés de subtensão, sobretensão, tensão fase invertida, fator de potência, etc.

2.8 TRANSFORMADOR DE CORRENTE

É um equipamento destinado a reduzir a corrente a valores convenientes a medição e a proteção além de isolar os instrumentos das correntes altas.

Os transformadores de corrente são empregados para medir: corrente, energia ativa e reativa, potência, e para proteção no acionamento dos relés de sub corrente, sobre corrente, relés diferencial, etc.

3. OPERAÇÃO DE SUBESTAÇÃO

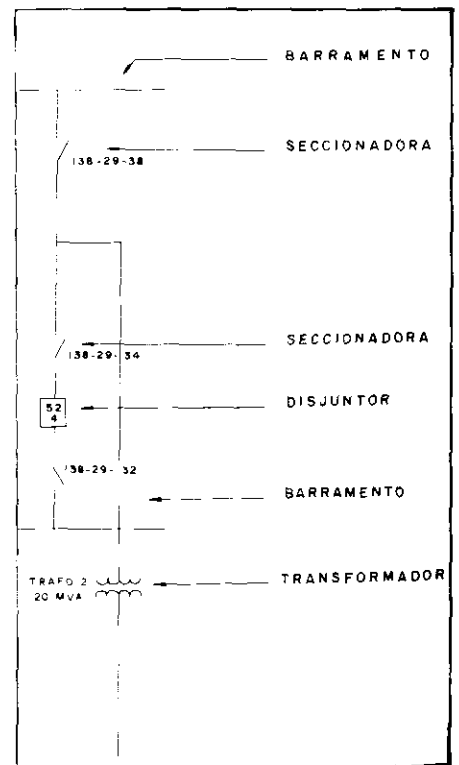
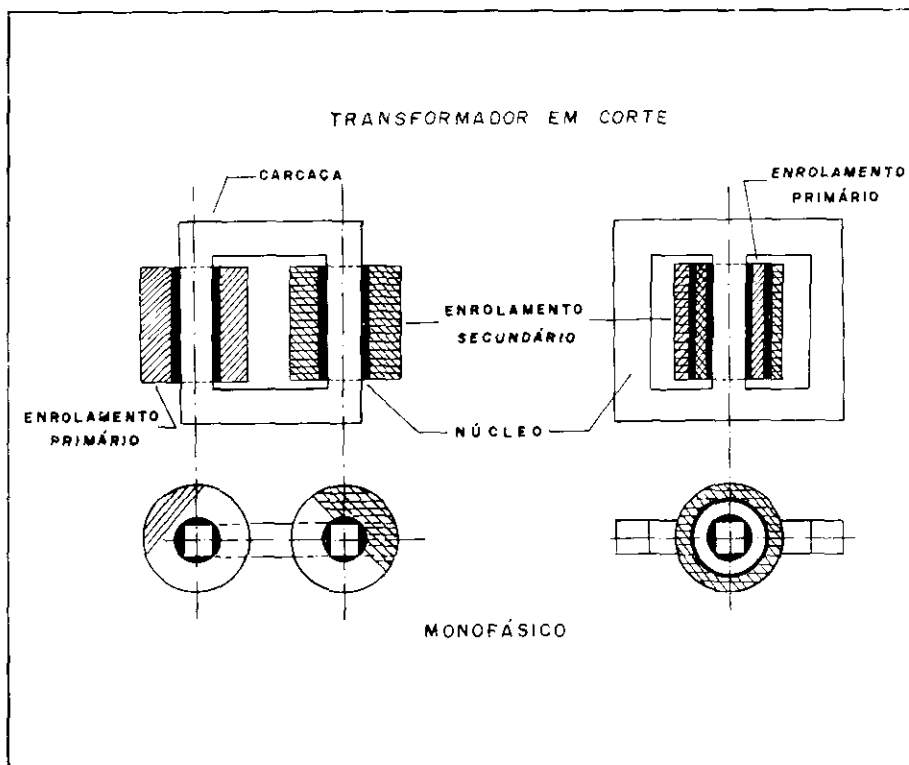
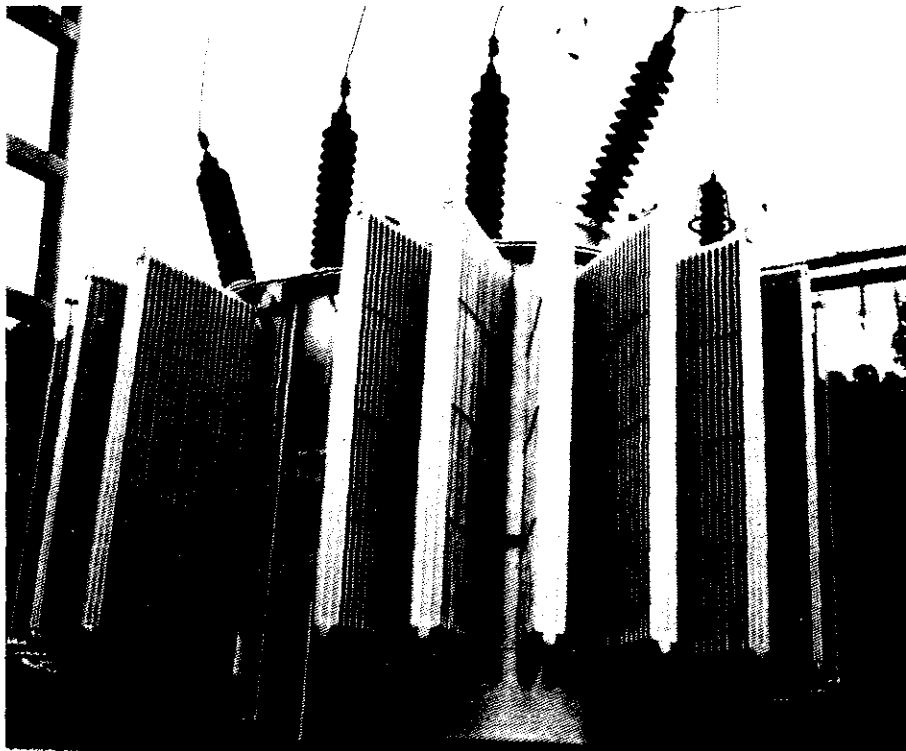
3.1 DIAGRAMAS DE OPERAÇÃO

Identificação dos equipamentos no diagrama.

Para identificação nas subestações quando realiza-se as operações adota-se as seguintes numerações:

Para identificar Seccionadoras n.º 29.

Para identificar Disjuntor n.º 52.



SUBESTAÇÃO COM UM BARRAMENTO

Duas entradas e duas saídas

Diagrama de uma subestação compreendendo um barramento B alimentado por intermédio de duas chegadas: A1 e A2, e a alimentação de duas saídas Y1 e Y2.

ALIMENTAÇÃO DO BARRAMENTO B

Cada chegada é composta de:

1. seccionadora de chegada
1. disjuntor
1. transformador trifásico de conexão estrela triângulo com neutro primário. A terra.

$V = 138\text{kV}/13,2\text{kV}$ — $P = 20\text{ MVA}$.

1. seccionadora de isolamento do disjuntor
1. disjuntor
1. seccionadora

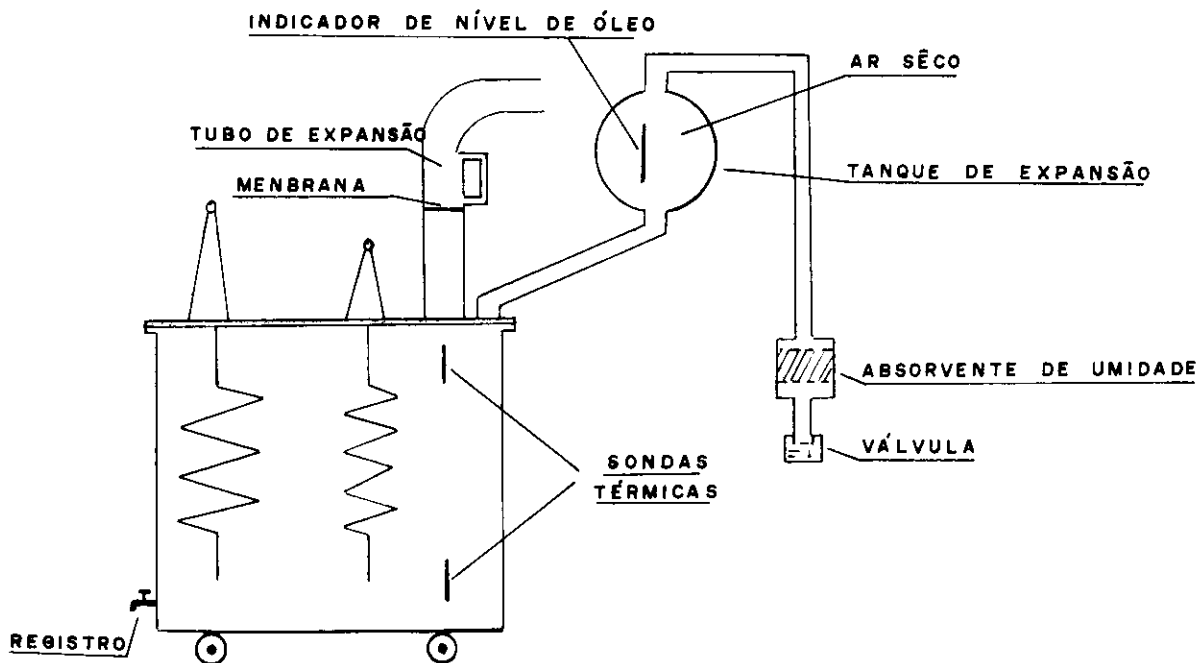
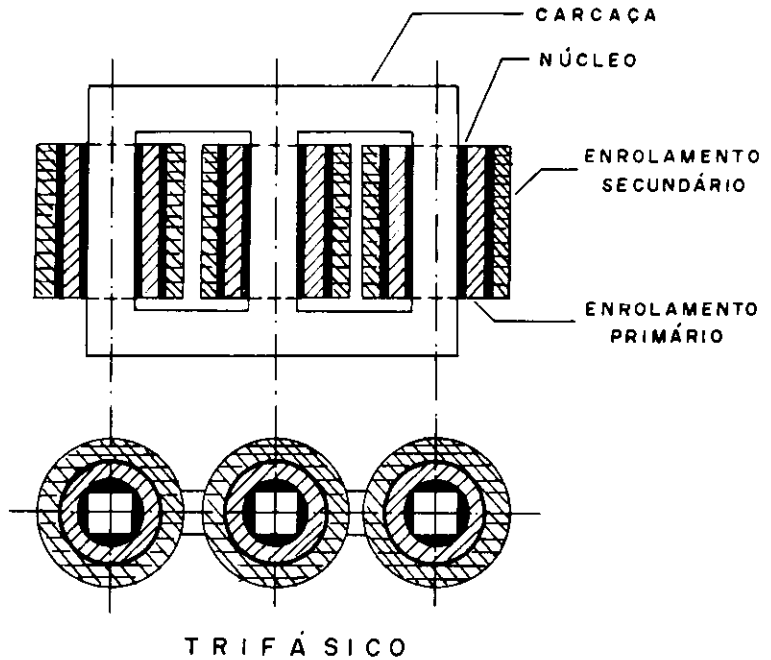
ALIMENTAÇÃO DA SAIDAS

Cada saída é composta de:

1. seccionadora de ligação ao barramento
1. disjuntor
1. seccionadora cabeça de linha

OBS.: Quando operamos uma subestação primeiro devemos fechar as seccionadoras e por último os disjuntores.

Nunca devemos operar uma seccionadora com o disjuntor fechado.



ACESSÓRIOS DOS TRANSFORMADORES

SUBESTAÇÃO COM UM BARRAMENTO

DUAS ENTRADAS E DUAS SAIDAS

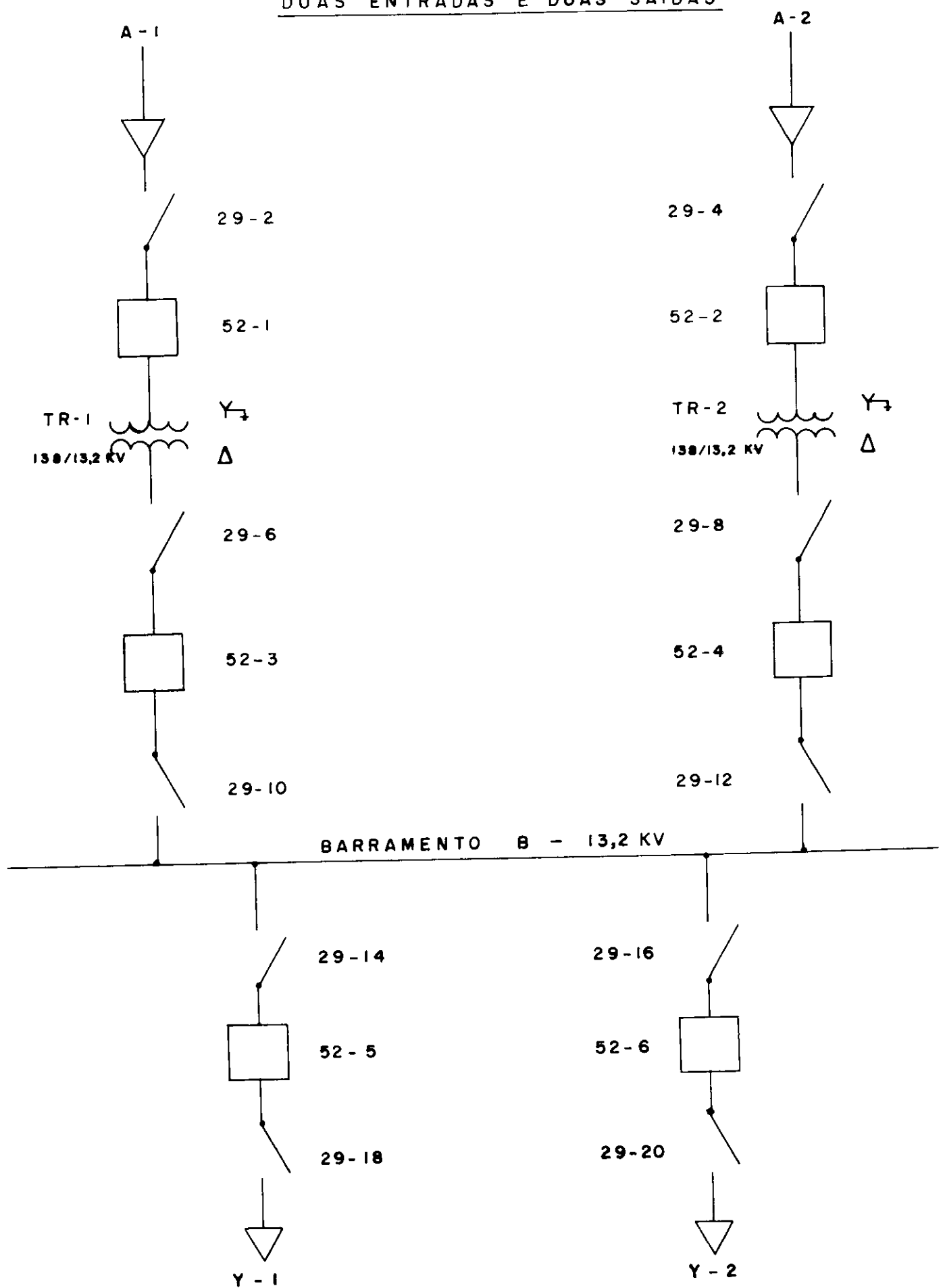


DIAGRAMA DE OPERAÇÃO

EXECUTAR AS SEGUINTE OPERAÇÕES

1 - Alimentar o barramento B através da chegada A1.

2 - Alimentar o barramento B através da chegada A2.

3 - Estando o barramento B energizado Alimentar a saída Y1.

4 - Estando o barramento B energizado Alimentar a saída Y2.
