




# Comitê de Estudo B3 – Subestações

## Força Tarefa - Manutenção Centrada na Confiabilidade

---

MANUTENÇÃO CENTRADA  
NA CONFIABILIDADE DE  
SUBESTAÇÕES

A detailed cutaway illustration of a high-voltage switchgear. The image shows the internal components, including the main busbars, circuit breakers, and insulators. The switchgear is housed in a metal enclosure with a blue access door at the bottom left. The background is a light, hazy image of the same switchgear.



# Comutadores de tap

---

## INTRODUÇÃO

Os comutadores de tap são utilizados para mudar as relações de tensões do transformador e podem ser classificados em dois tipos:

- Comutadores de Derivações sem Tensão (CDST)
- Comutadores de Derivações em Carga (CDC)



# Comutador de Derivações sem Tensão

---

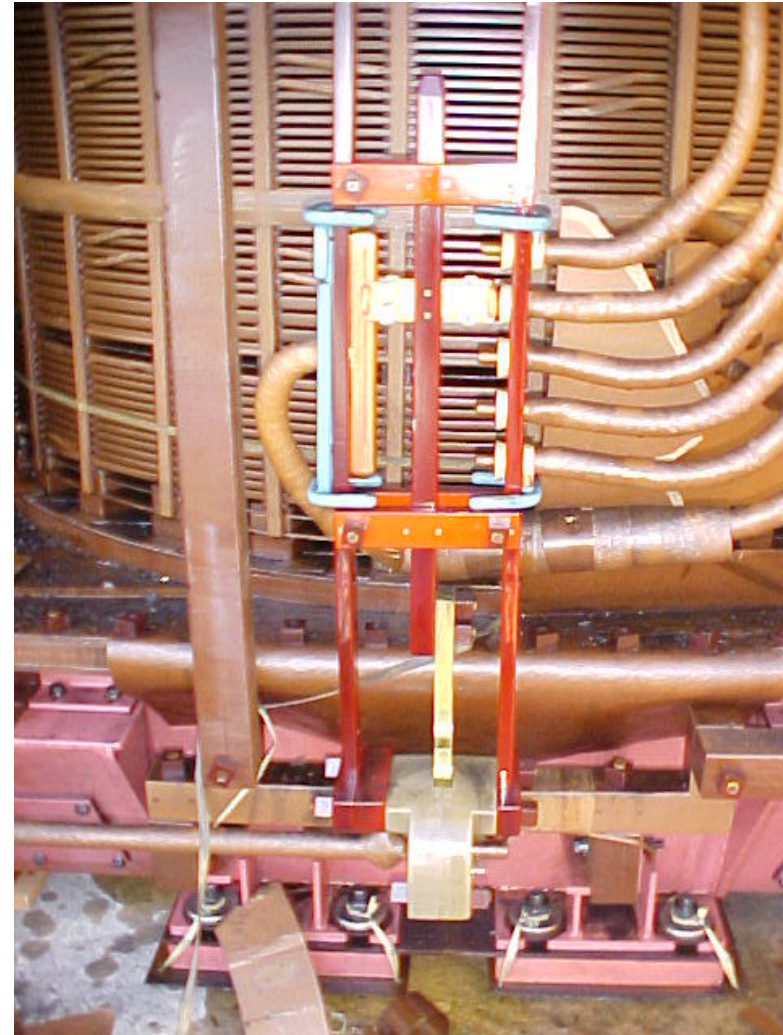
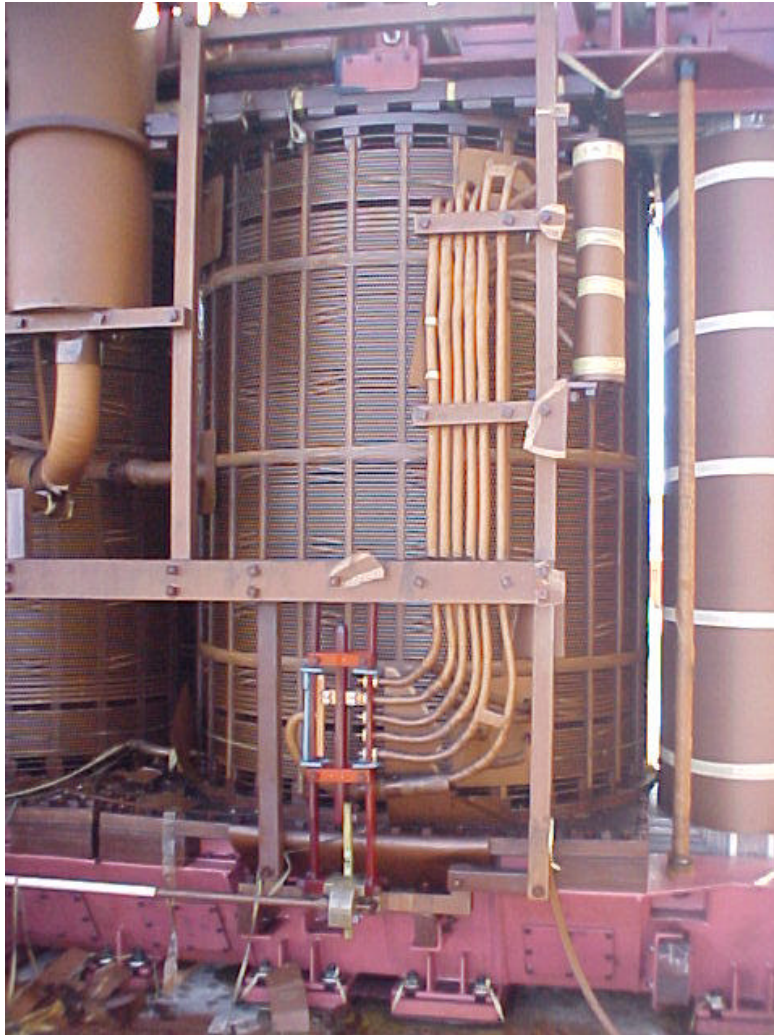
- Comutadores de derivações sem tensão (CDST)

**Função:**

Selecionar ligações das derivações dos enrolamentos com o transformador **DESENERGIZADO**.

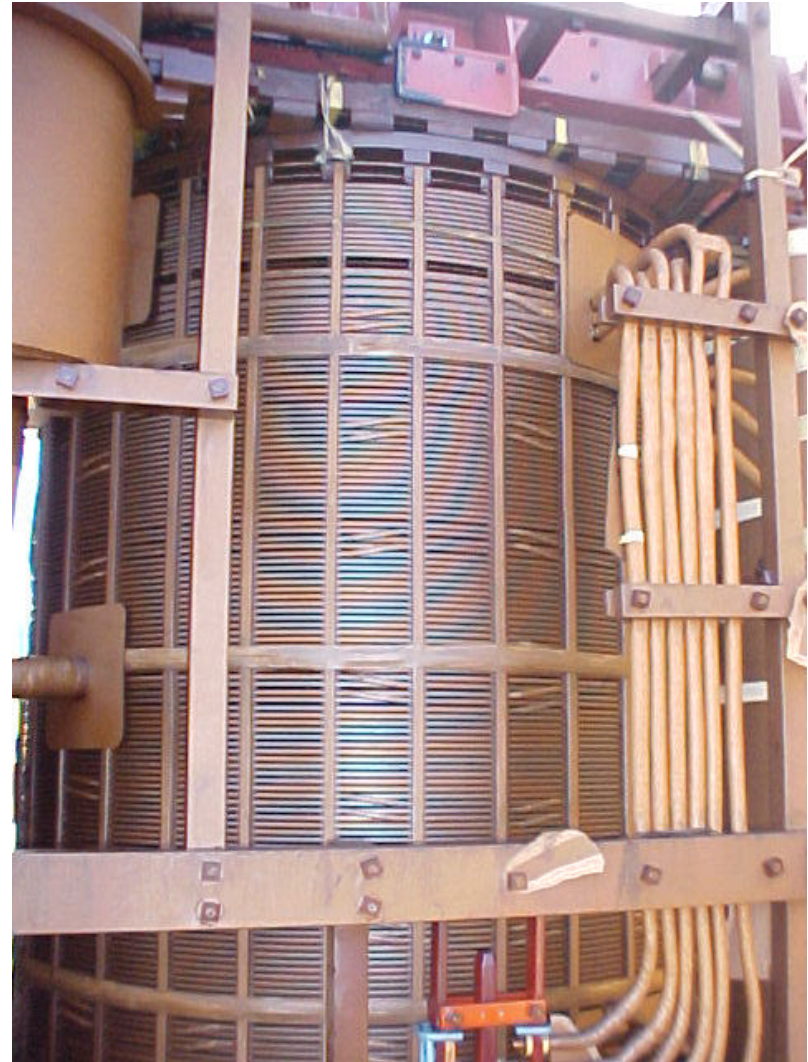
- Tipos construtivos:
  - Linear
  - Circular

# Comutador de Derivações sem Tensão Linear

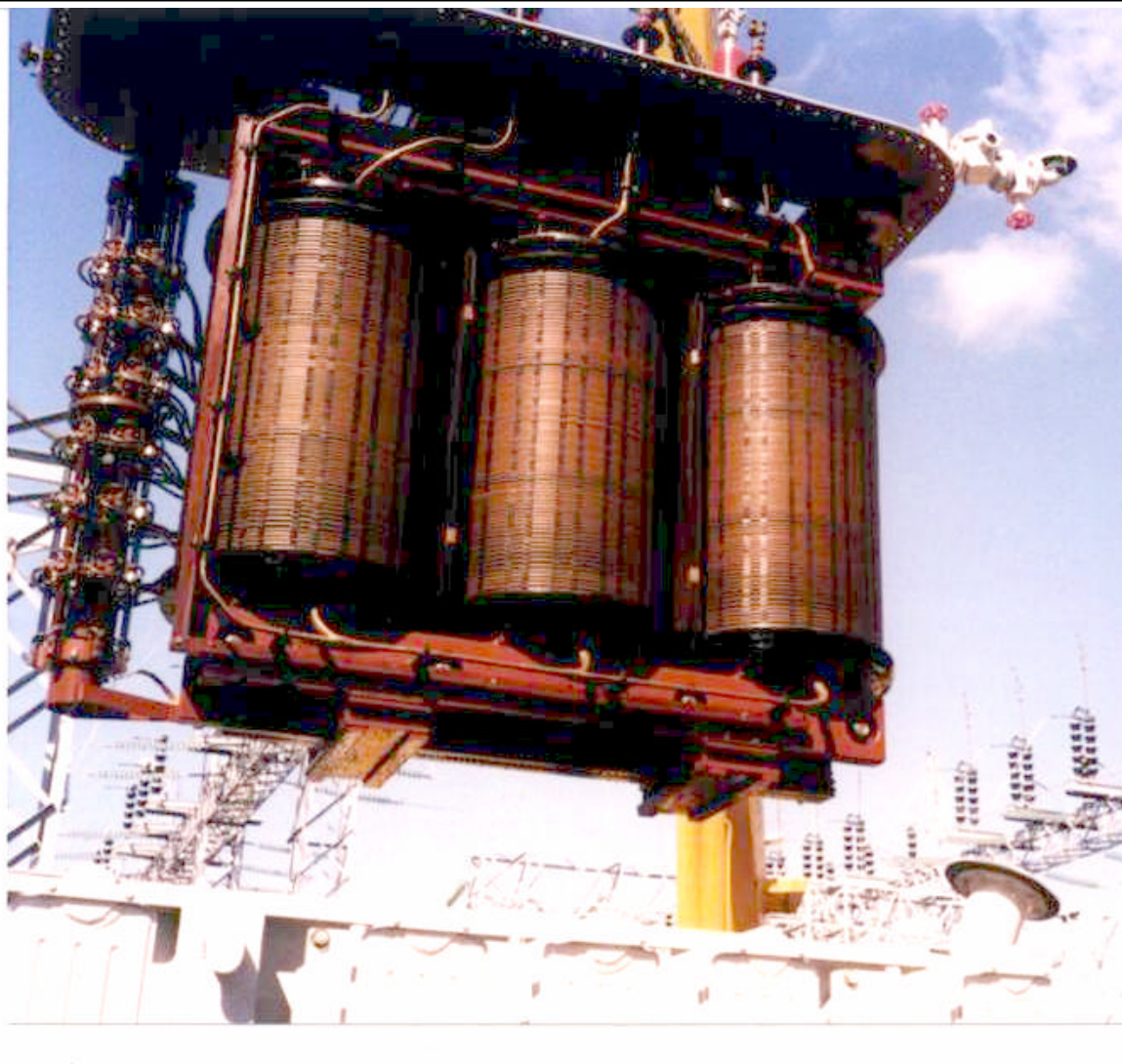


# Comutador de Derivações sem Tensão Linear

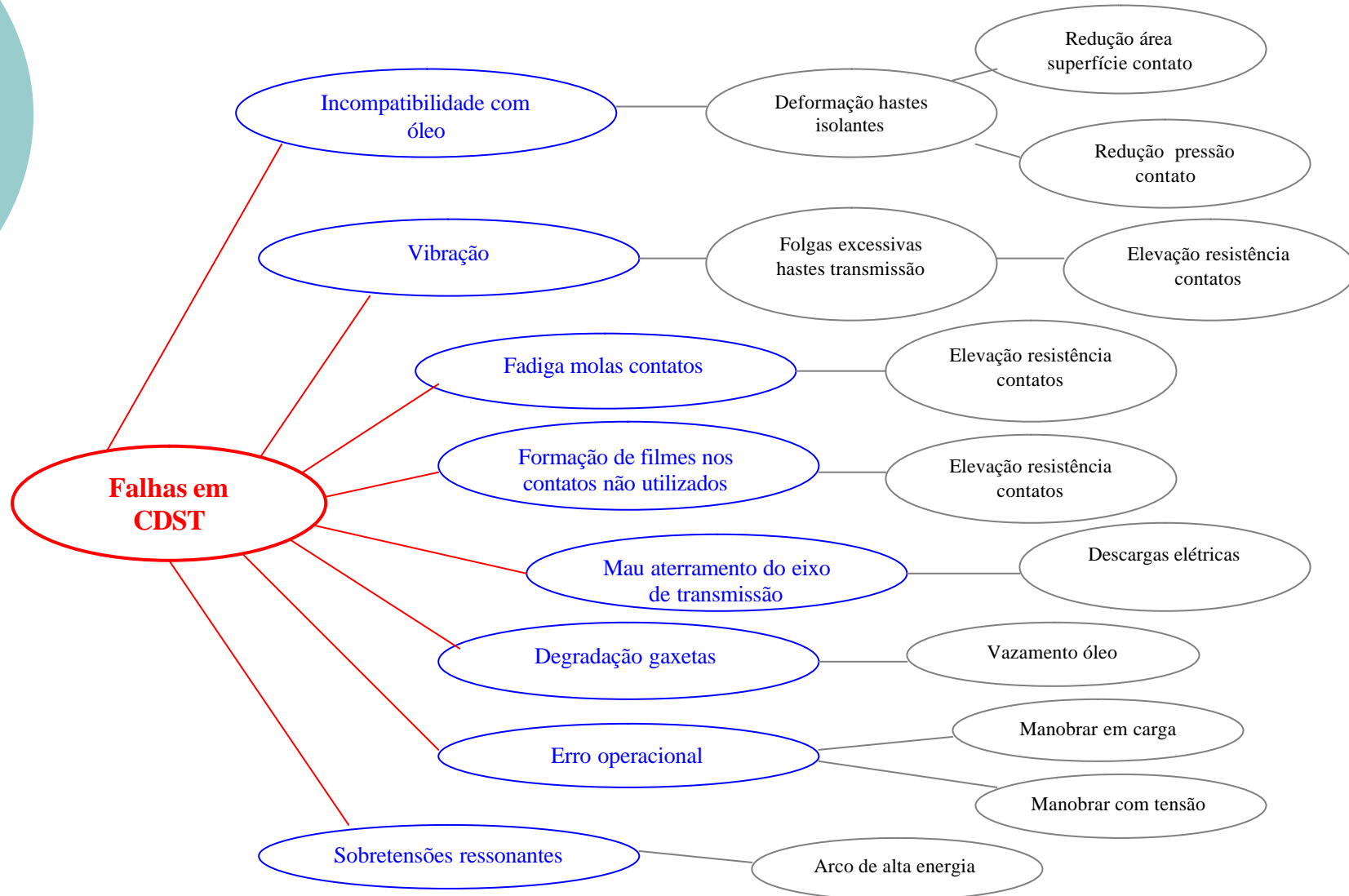
---



# Comutador de Derivações sem Tensão Circular



# Falhas em CDST – Comutadores de Derivações sem Tensão



# Comutadores de Derivações em Carga

---

## INTRODUÇÃO

**Os Comutadores de Derivações em Carga-CDC, que são empregados largamente e praticamente indispensáveis nos grandes sistemas elétricos, começaram a ser empregados a partir de 1925, sendo um equipamento essencial para o controle de tensão e fluxo de potência.**





# Comutador de Derivações em Carga

---

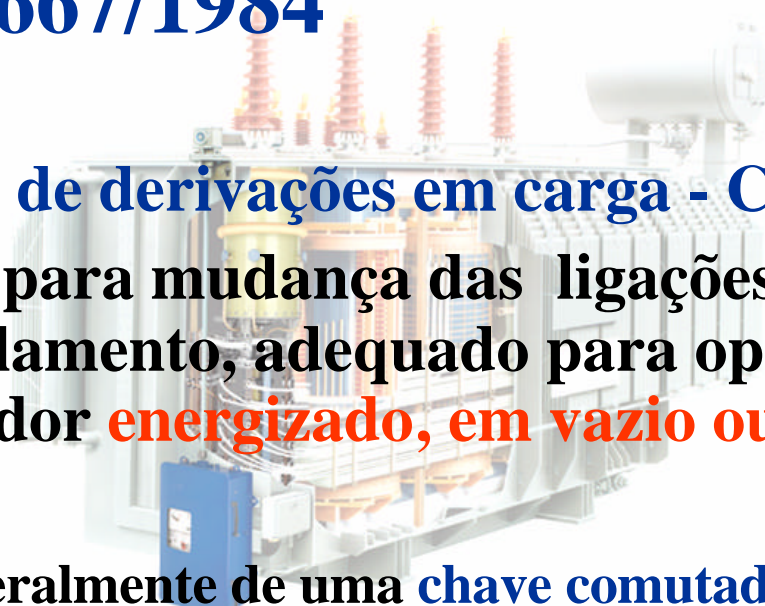
- Terminologia e definições de acordo com a NBR 8667/1984

- Comutador de derivações em carga - CDC

Dispositivo para mudança das ligações das derivações de um enrolamento, adequado para operação com o transformador **energizado, em vazio ou em carga.**

**OBS:** Consiste geralmente de uma **chave comutadora (desviadora)**, com impedidor de transição e um **seletor de derivações**, este último provido ou não de um **pré-seletor**, sendo o conjunto operado pelo **mecanismo de acionamento.**

Em alguns tipos de comutador, as funções da **chave comutadora e do seletor de derivações são combinadas numa chave seletora.**

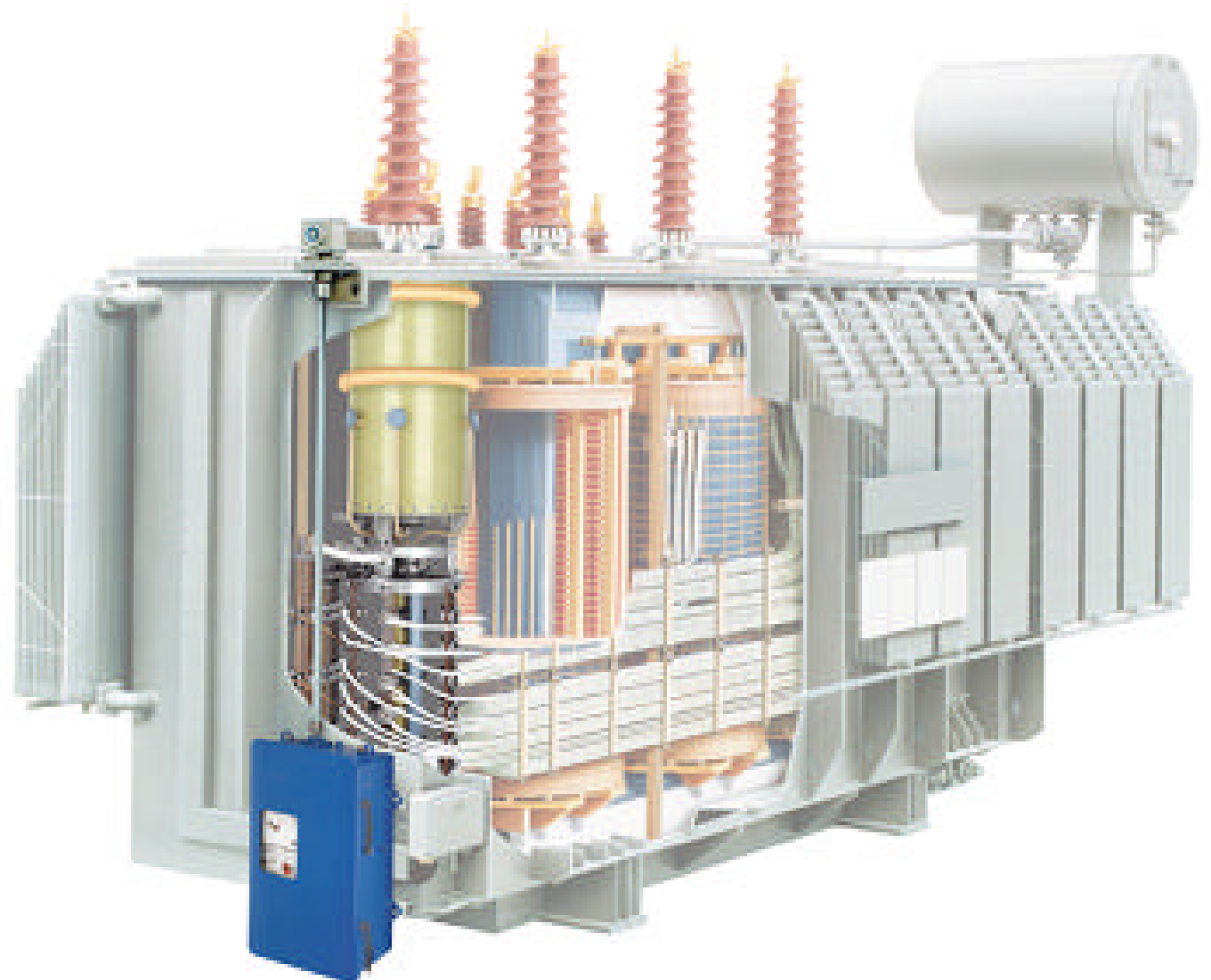


# Comutador de Derivações em Carga

---

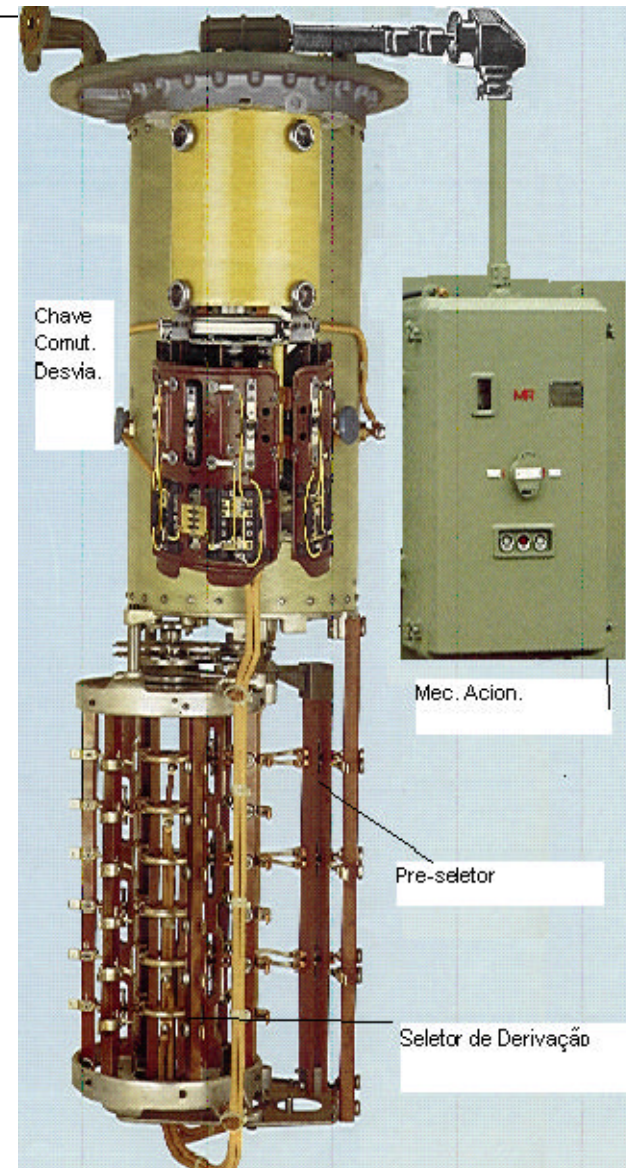
## Principais Partes

- Mecanismo acionamento
- Hastes de transmissão
  - Caixa 90°
- Seletor de derivações
  - Pré-seletor
- Chave comutadora (Desviadora)
- Membrana de proteção
  - Relé de proteção
  - Conservador
- Indicador nível de óleo



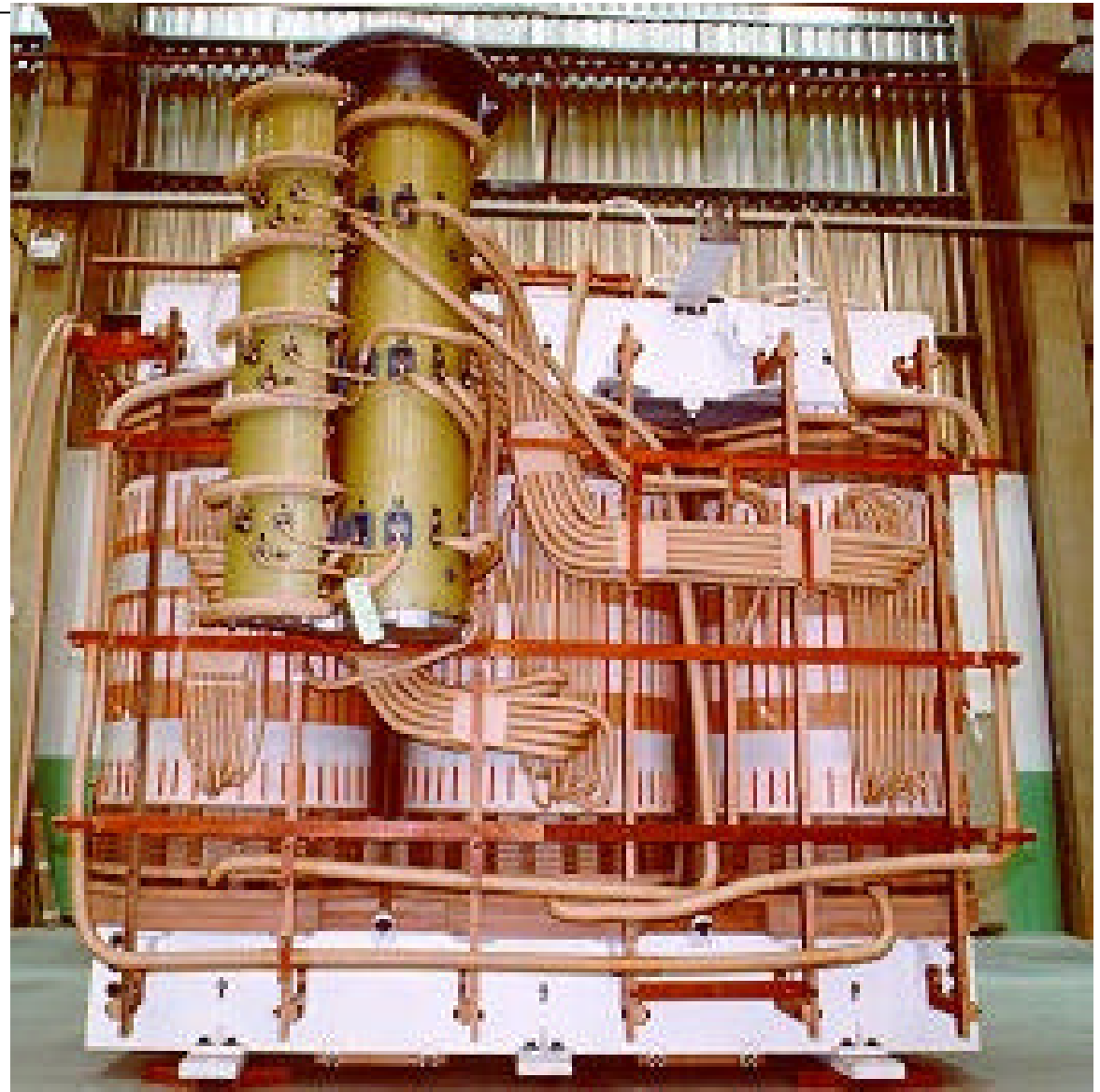
# Comutador de Derivações em Carga

## PRINCIPAIS PARTES DE UM COMUTADOR



# Comutador de Derivações em Carga

**CHAVE COMUTADORA E  
SELETOR DE  
DERIVAÇÕES  
COMBINADAS NUMA  
CHAVE SELETORA**



# Comutador de Derivações em Carga

---

## - Seletor de derivações

Dispositivo destinado a conduzir corrente, **porém não a estabelecer ou interrompê-la**, usado em conjunto com uma chave comutadora (desviadora) para selecionar ligações das derivações.

## - Chave Comutadora (desviadora)

Dispositivo utilizado em conjunto com um seletor de derivações para **conduzir, estabelecer e interromper corrente** em **circuitos já selecionados**.

# Comutador de Derivações em Carga

---

## - Chave seletora

Dispositivo capaz de **estabelecer, conduzir e interromper corrente**, combinando as funções de um seletor de derivações e de uma chave comutadora.

## - Pré-seletor

Dispositivo destinado a **conduzir corrente, mas não a estabelecê-la ou interrompê-la**, utilizado em conjunto com um seletor de derivações ou com uma chave seletora para permitir utilizar os seus contatos e as derivações a eles ligadas, **mais de uma vez no decorrer do deslocamento de uma posição extrema a outra**.



# Comutador de Derivações em Carga

---

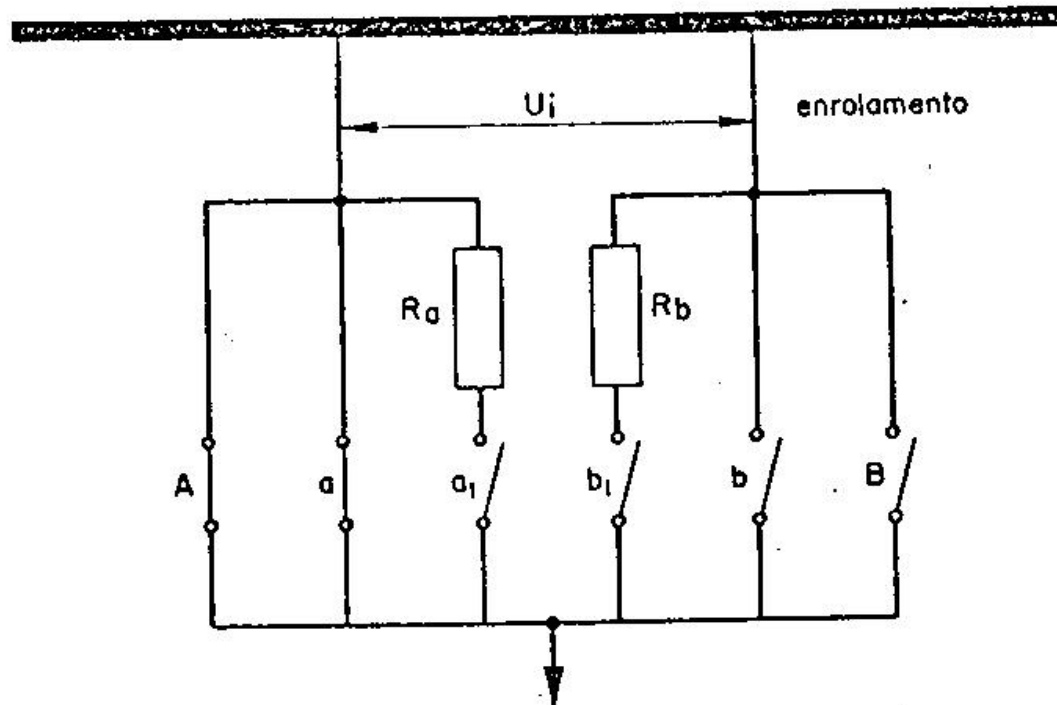
## - Impedor de transição

**Resistor ou reator** que compreende um ou mais elementos que ligam a derivação em uso à derivação adjacente, a fim de transferir a carga daquela para esta **sem interrupção** ou modificação sensível da corrente de carga, **limitando ao mesmo tempo a corrente de circulação** durante o tempo em que ambas as derivações são utilizadas .

## -Conjunto de contatos

Par, ou combinação de pares, de contatos individuais, **fixos e móveis**, cuja operação é **substancialmente simultânea**.

# Comutador de Derivações em Carga



**A, B contatos (principais) paralelos (sem arco)**

**a, b contatos (principais de comutação)**

**a1, b1 contatos de transição**

**Ra, Rb resistores de transição**



# Comutador de Derivações em Carga

---

- **Contatos (principais) paralelos**

Conjunto de contatos que não tem impedor de transição em série entre o enrolamento do trafo e os mesmos e **não interrompendo corrente.**

- **Contatos (principais) de comutação**

Conjunto de contatos que não tem impedor de transição em série entre o enrolamento do trafo e os mesmos e que **interrompe corrente.**

- **Contatos de transição**

Conjunto de contatos que tem impedor de transição em série entre o enrolamento do trafo e os mesmos.



# Comutador de Derivações em Carga

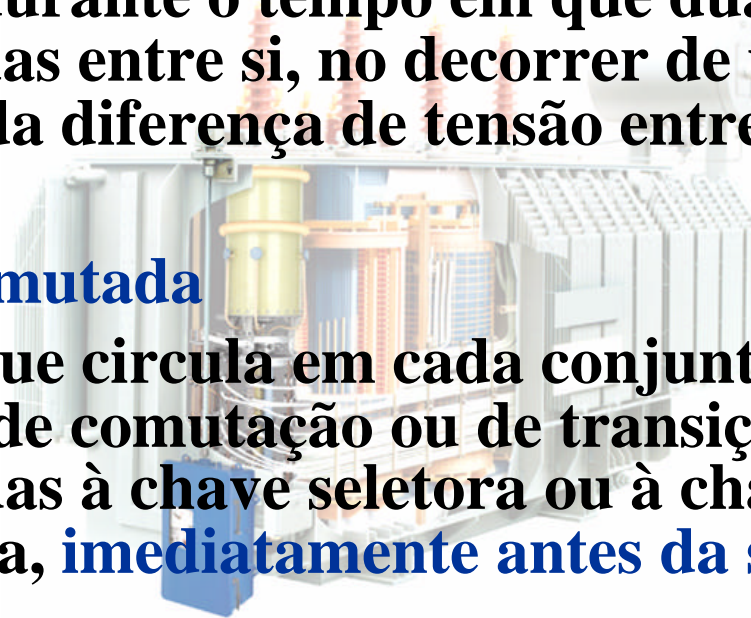
---

## - Corrente de circulação

Parte da corrente que passa pelo impedor de transição durante o tempo em que duas derivações ficam ligadas entre si, no decorrer de uma comutação, por efeito da diferença de tensão entre as mesmas.

## - Corrente comutada

Corrente que circula em cada conjunto de contatos principais de comutação ou de transição, incorporadas à chave seletora ou à chave comutadora, **imediatamente antes da separação dos contatos.**



# Comutador de Derivações em Carga

---

## - Comutação

Seqüência completa de operação desde o início até a conclusão da transferência da corrente de uma derivação do enrolamento à adjacente.

## - Ciclo de operação

Seqüência de operações do comutador, a partir de uma extremidade da sua faixa de regulação até a outra, e de retorno à sua posição inicial.



# Comutador de Derivações em Carga

---

## - Princípios de Operação conforme impedor:

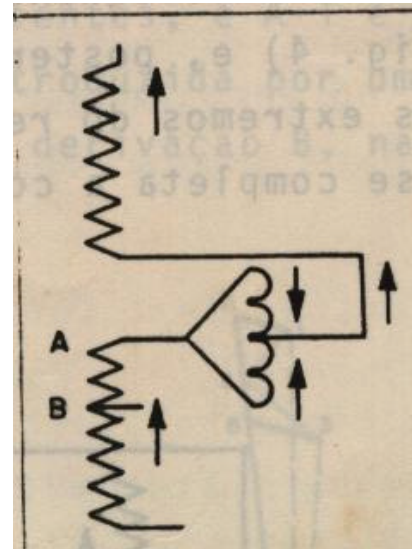
- **Comutador com Reator** (projeto norte-americano);
- **Comutador com Resistor** (projeto europeu).

# Comutador de Derivações em Carga

## Comutador com Reator (projeto norte-americano)

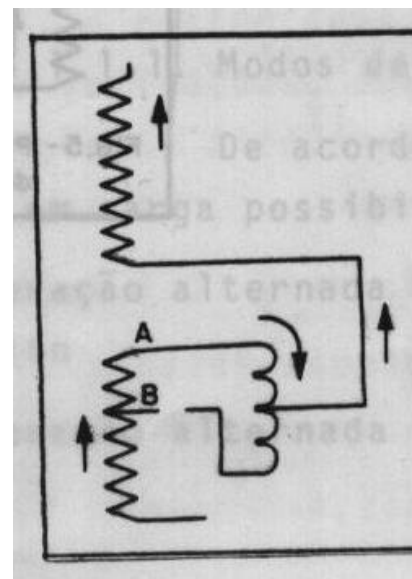
Posição simétrica  
na derivação A  
(sentidos opostos  
de magnetização)

Fig. 1



Posição assimétrica  
Reator introduzido  
no circuito

Fig. 2

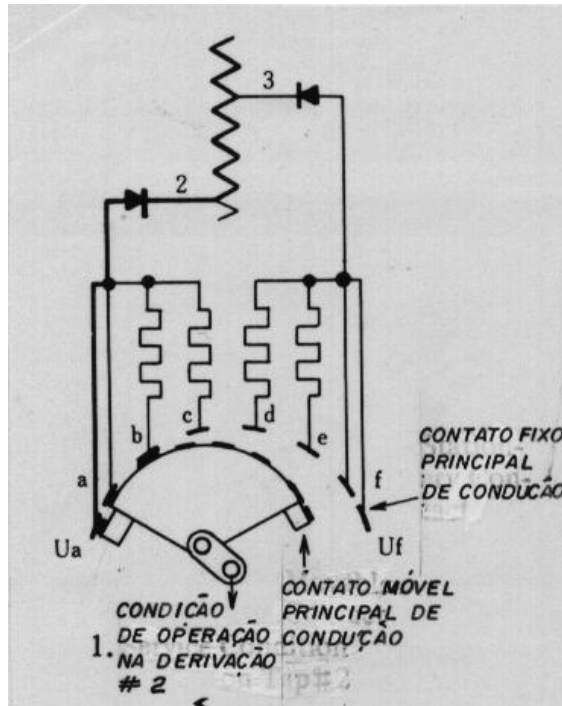


# Comutador de Derivações em Carga

## Comutador com Resistor (projeto europeu)

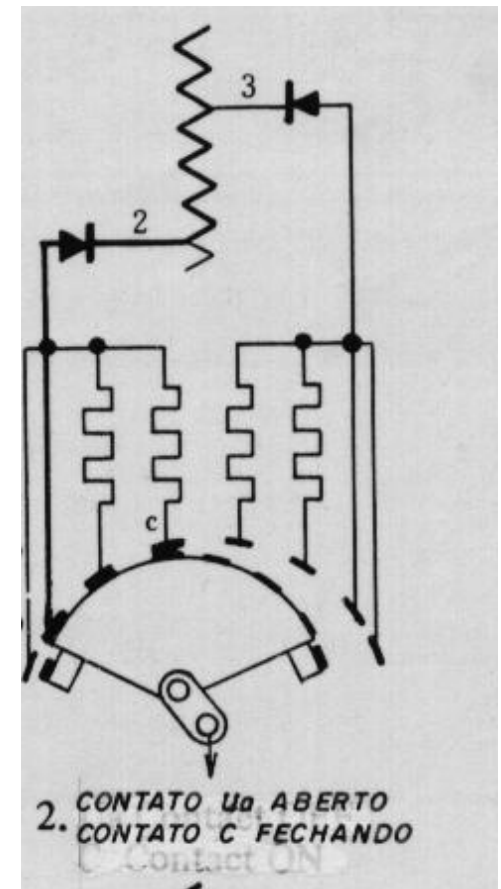
Posição  
na  
derivação  
2

Fig. 1



Abertura contato  
paralelo e fechamento  
contato transição c

Fig. 2

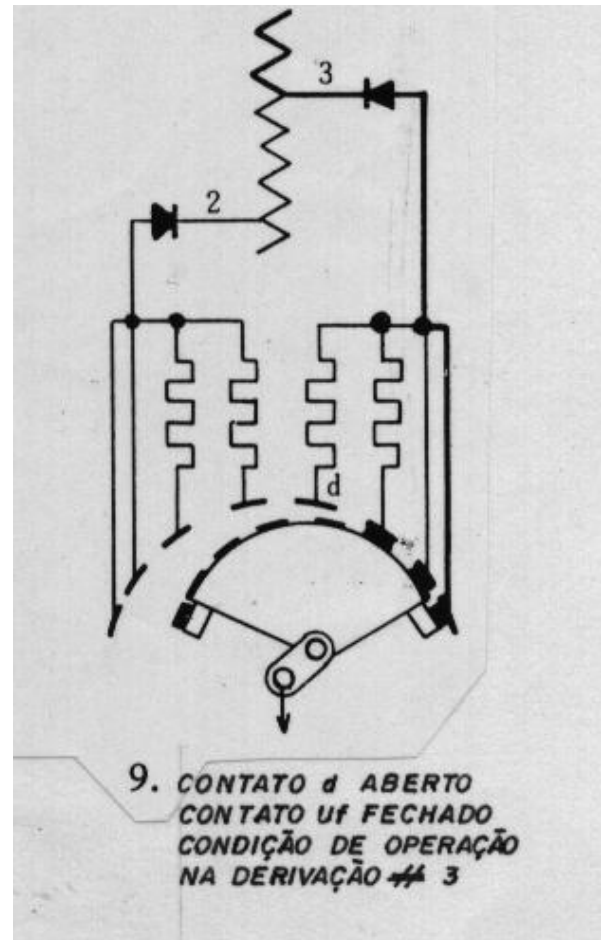


# Comutador de Derivações em Carga

## Comutador com Resistor (projeto europeu)

Abertura contato b  
fechamento contato  
paralelo

Fig. 9





# Comutador de Derivações em Carga

---

**Classificação quanto a aplicação :**

**Comutador de Neutro (classe I) – Para uso no NEUTRO dos enrolamentos**

**Comutador de Linha (classe II) – Para uso em qualquer posição que não seja o neutro dos enrolamentos**





# Falhas em Chaves Comutadoras

---

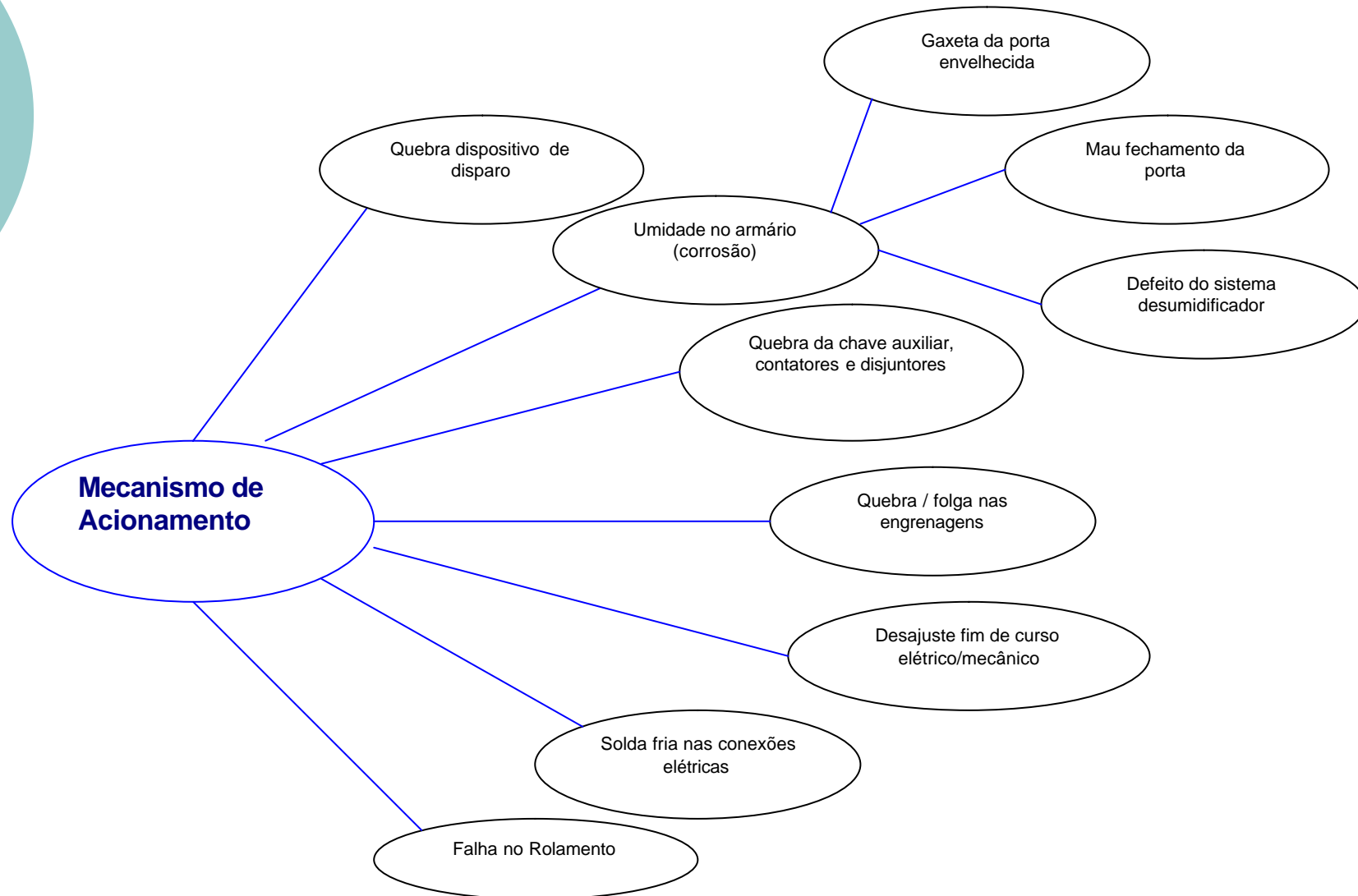
- As principais falhas em comutadores podem ser resumidas em três causas fundamentais que são:
  - Desgaste mecânico
  - Baixa rigidez dielétrica
  - Falha de manutenção
  
- A seguir mostramos outra forma de agrupamento das falhas:

# Falhas em CDC

---

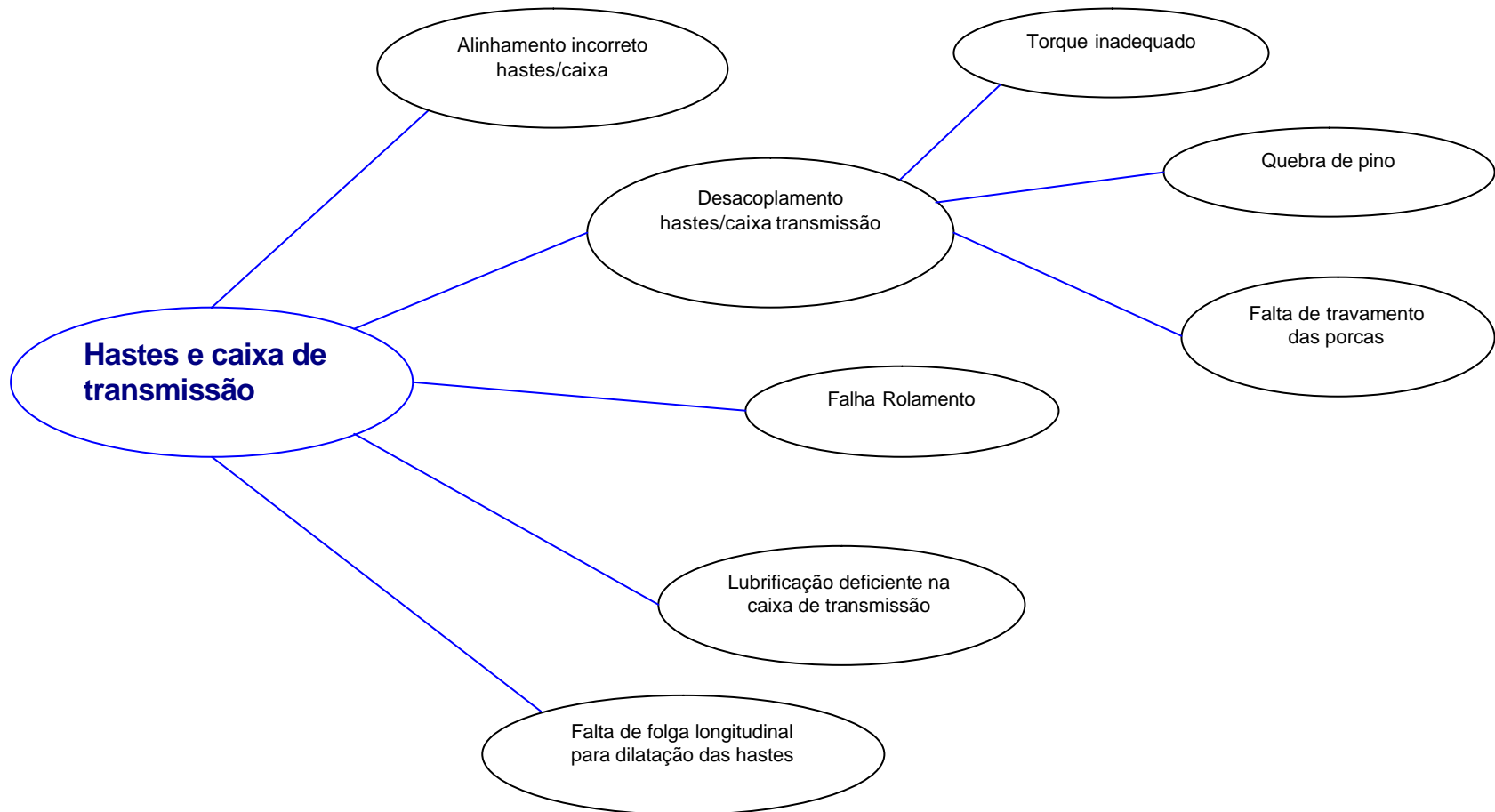


# Falhas em CDC

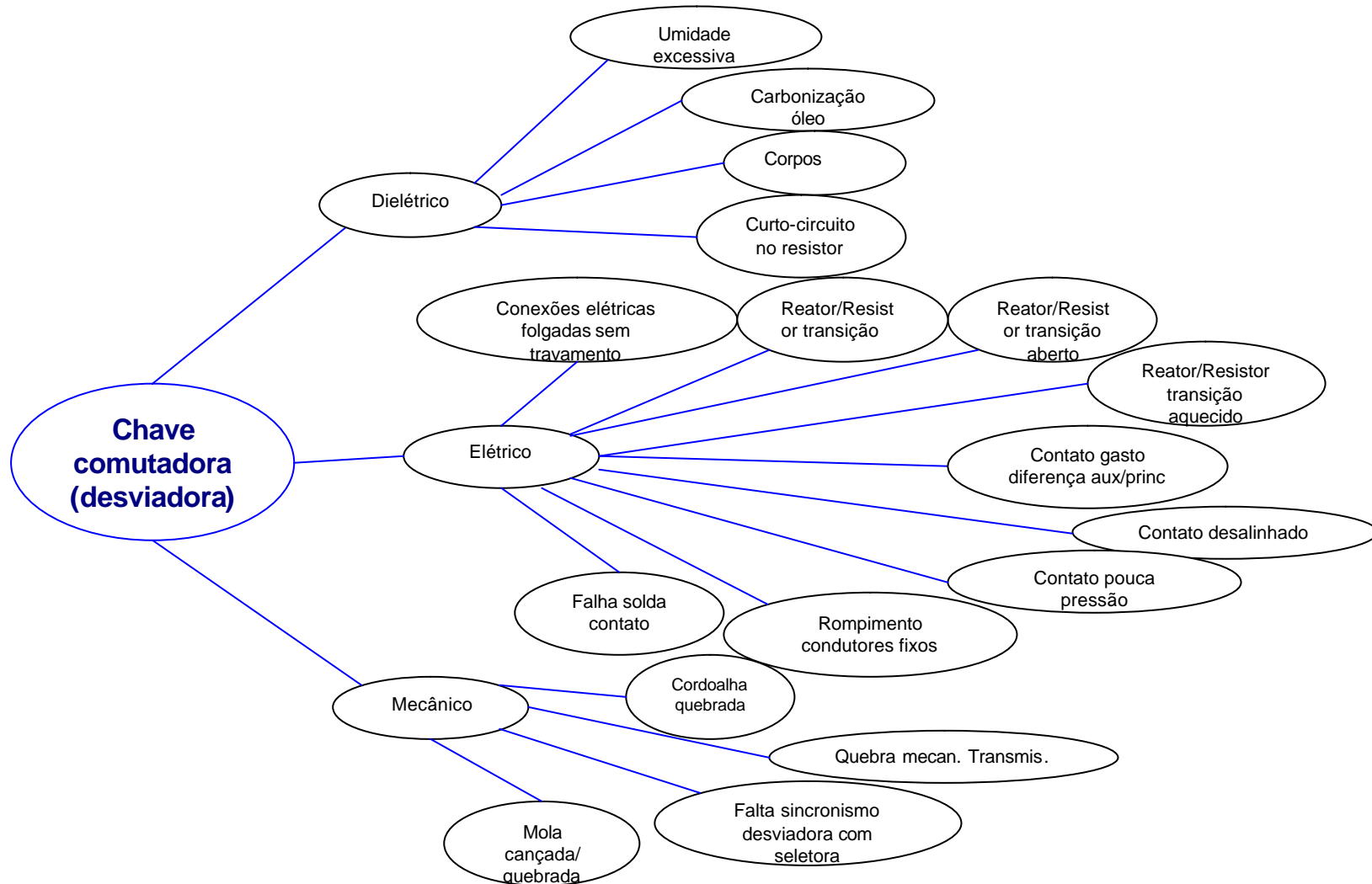


# Falhas em CDC

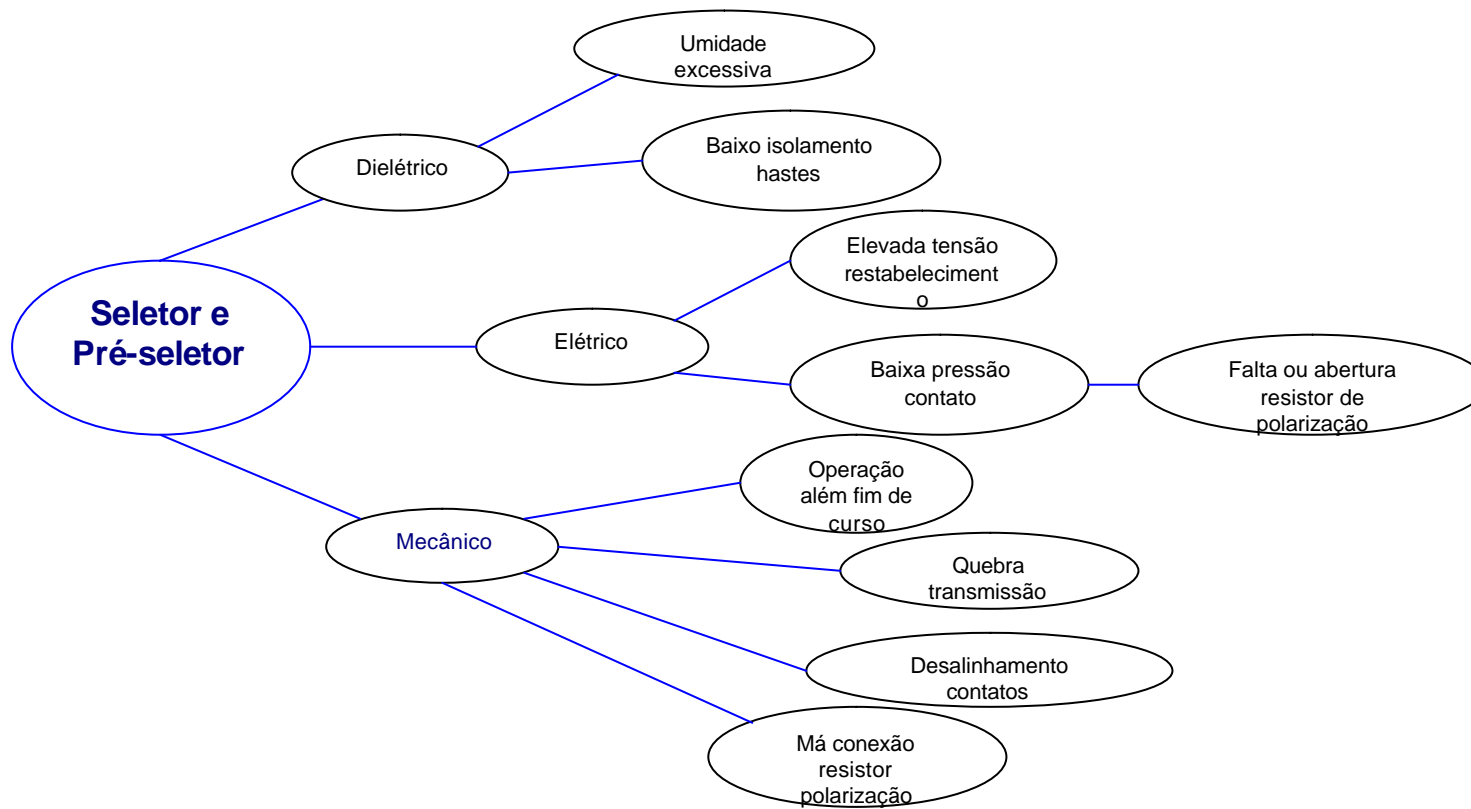
---



# Falhas em CDC

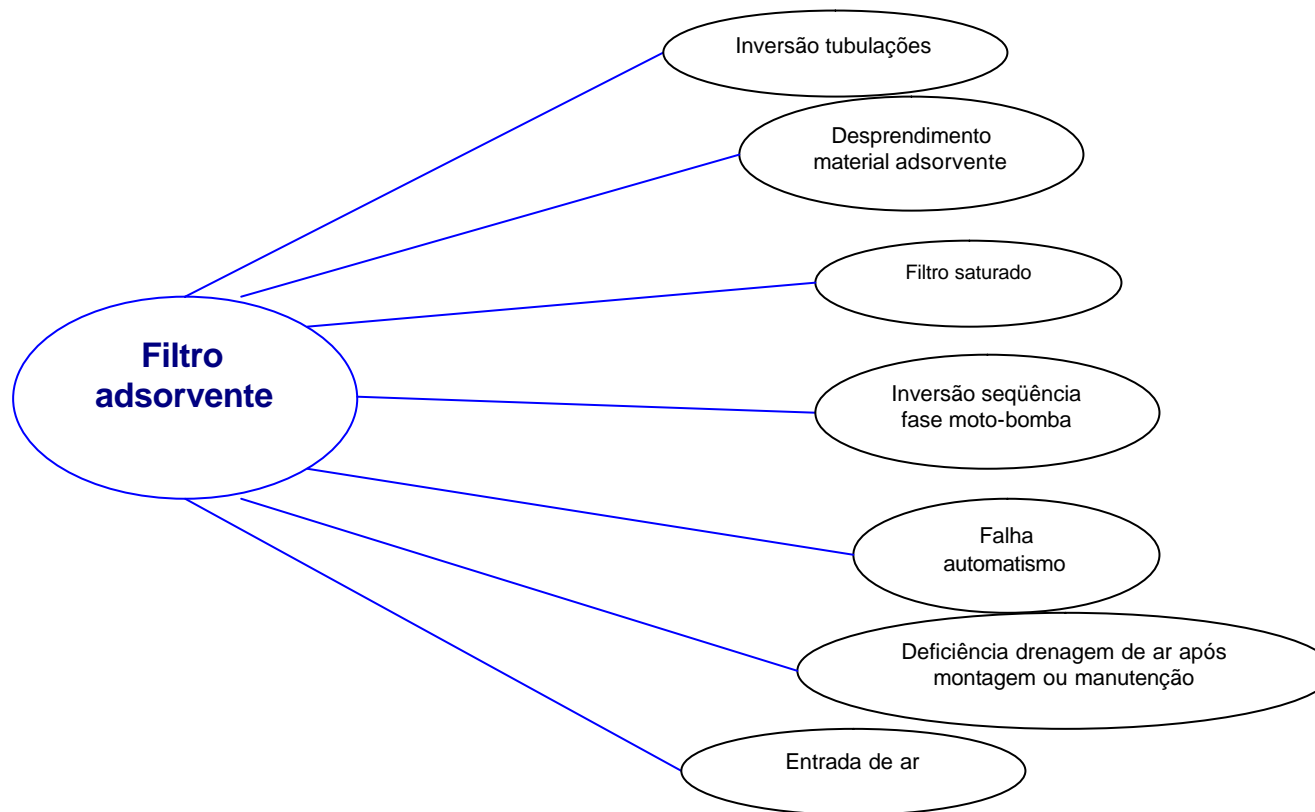


# Falhas em CDC



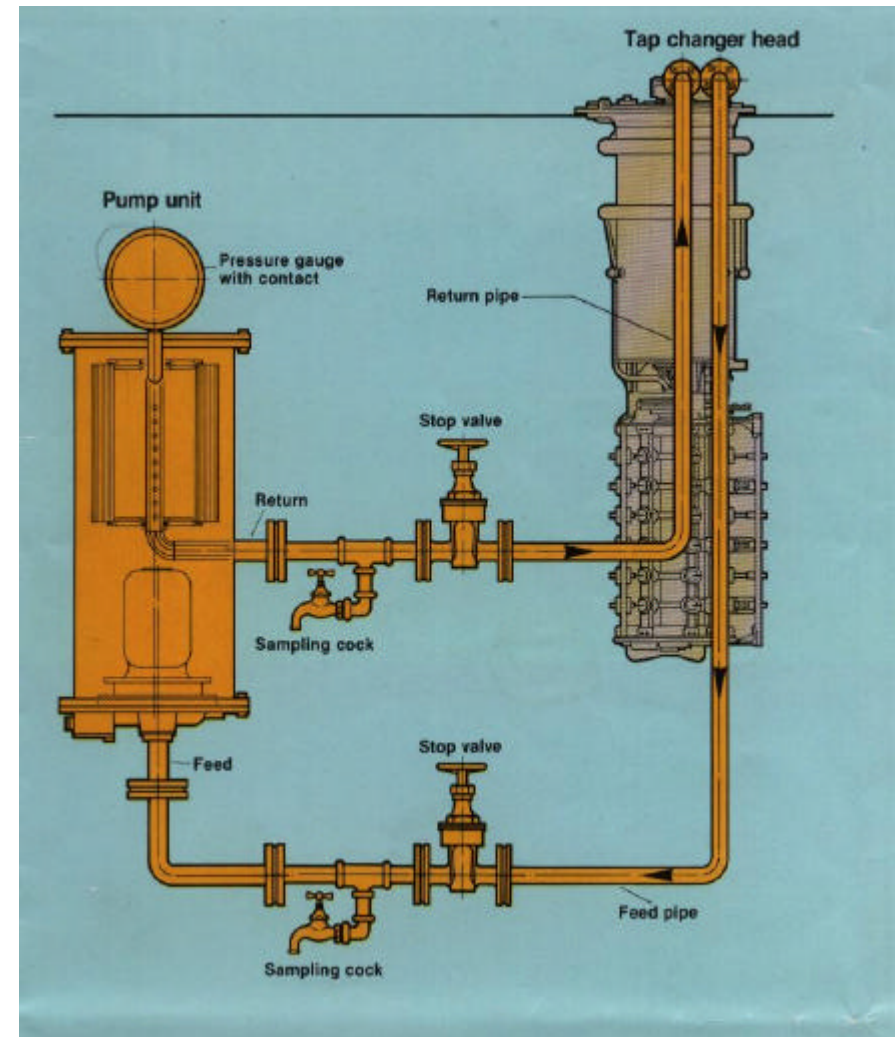
# Falhas em CDC

---



# Filtro de óleo para comutador

- **Função:**
- **Retirar umidade e impurezas, comutadores e derivações em carga**





# Sistema de proteções próprias de comutadores

---

## ○ TIPOS

- RELÉ DE FLUXO
- RELÉ DE PRESSÃO
- MEMBRANA COM FACA
- MANÔMETRO ( FILTRO DE ÓLEO)

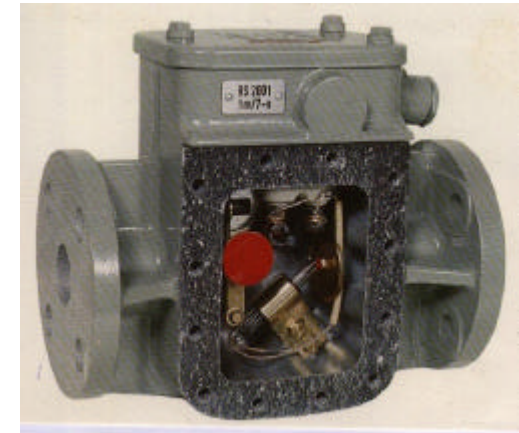


# Sistema de proteções próprias

---

- **RELÉ DE FLUXO**

- **1- Tipo RS – 1000**
  - **10 mm ( A, B, C, D, M ) – 0,9m/seg**
  - **20 mm ( E, F, G, K ) – 2,2 m/seg**
- 
- **2-Tipo RS – 2001**
  - **7 mm ( A, V, H, MS, M ) – 1 m/seg**
  - **13 mm ( T, F, G ) – 3 m/seg**



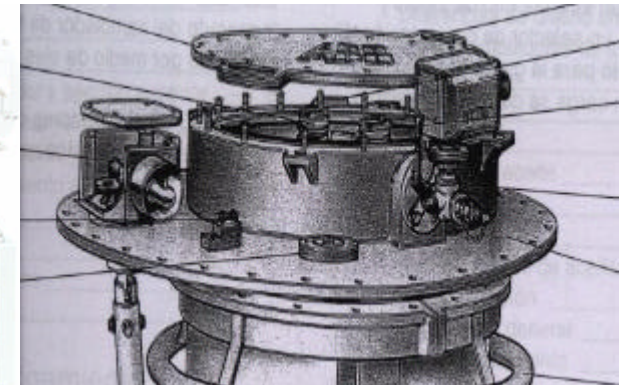
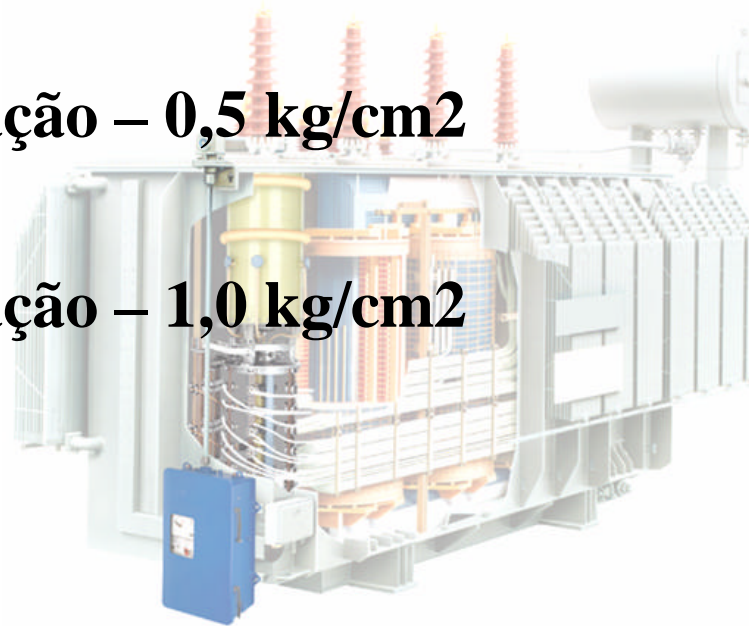
# Sistema de proteções próprias

---

- **RELÉ DE PRESSÃO**

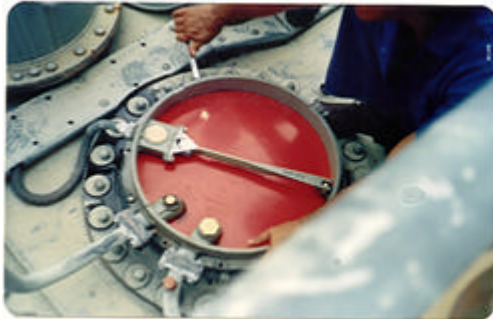
- **Atuação – 0,5 kg/cm<sup>2</sup>**

- **Atuação – 1,0 kg/cm<sup>2</sup>**

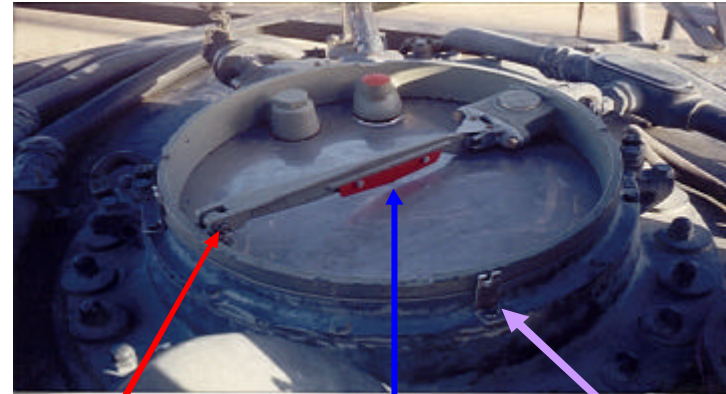


# Sistema de proteções próprias

## Membrana com faca



### AJUSTE DA FACA

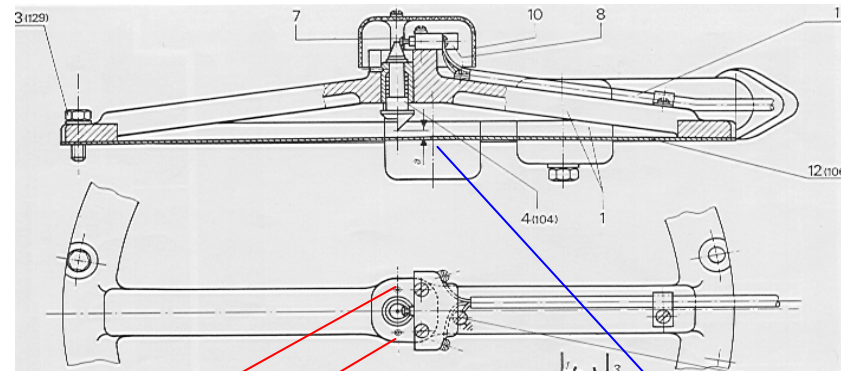


**AJUSTE:**  
O ajuste é feito girando o parafuso de fixação da faca.

**MEDIÇÃO:** (5mm) Trafo 230 kV  
**MEDIÇÃO:** (15mm) Auto trafo 500kV  
Medido com o comutador com óleo (nível normal no conservador)

Na remontagem da tampa do cabeçote, caso necessário providenciar prolongador para facilitar o encaixe da tampa.

### AJUSTE DO PINO



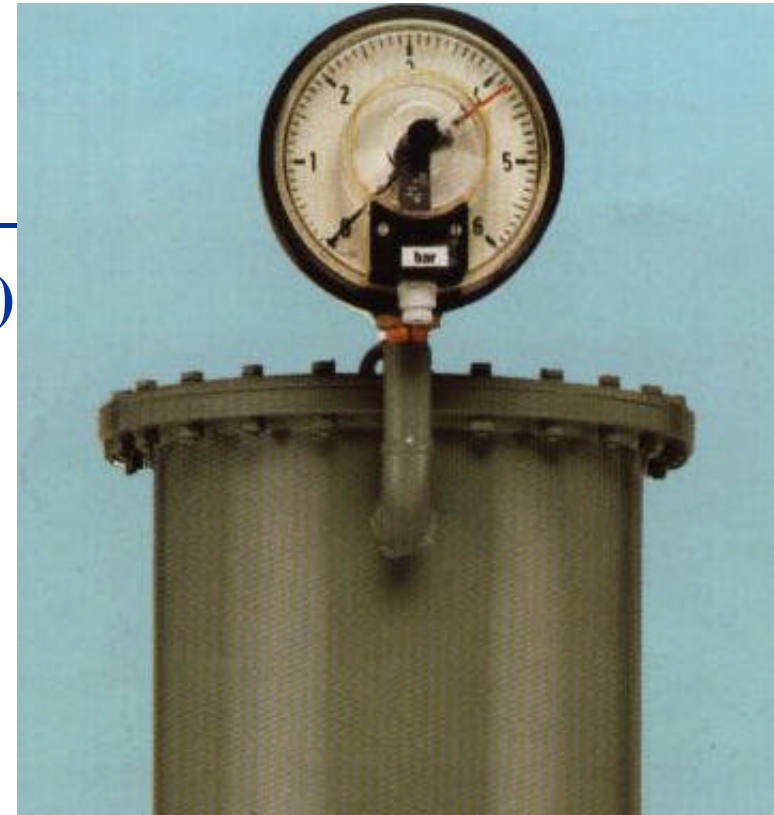
**AJUSTE:**  
O ajuste é feito girando os dois parafusos de fixação do pino

**MEDIÇÃO:** (5mm) Trafo 230 KV  
**MEDIÇÃO:** (15mm) Auto trafo 500 KV  
Medido com o comutador com óleo (nível normal no conservador)

# Sistema de proteções próprias

---

- **Manômetro**
- **Alarme: 4 bar (substituir elemento de filtro)**
- **Umidade: Acima de 15 ppm – (substituir elemento de filtro)**



# Mecanismo de Acionamento

---

- **Função**
- **Permitir o acionamento a motor ou manual com bloqueio elétrico e mecânico do motor**
- **Interromper o funcionamento do motor após o final de cada comutação**
- **Permitir a operação passo a passo**
- **Permitir a operação do motor nos dois sentidos(horário e anti-horário) de rotação.**



# Mecanismo de Acionamento

---

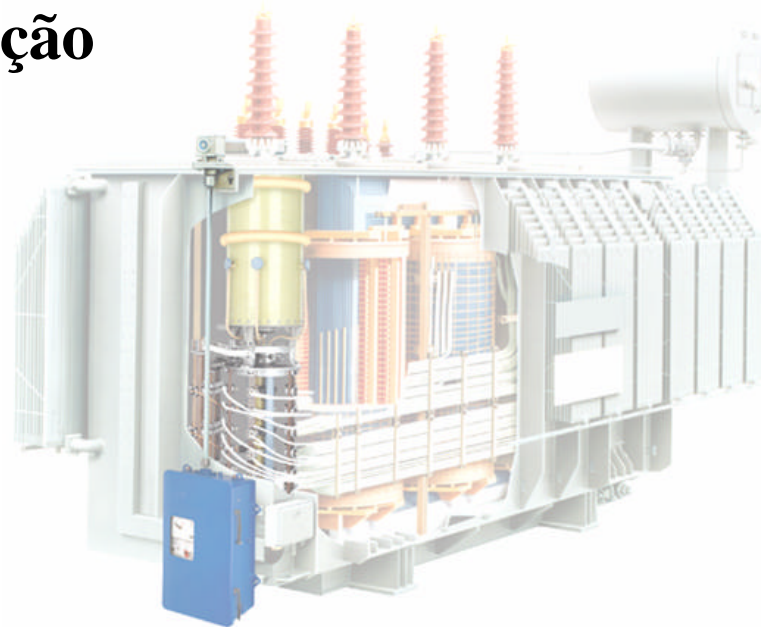
- **Ter bloqueio elétrico e mecânico ao final de cada série de comutações + / -(fim de curso)**
- **Indicar posição do comutador**
- **Não permitir acionamento simultâneo do motor nos dois sentidos de operação**
- **Permitir a interrupção intencional do funcionamento em caso de emergência**



# Mecanismo de Acionamento

---

- **Registrar o número de operações do comutador**
- **Sinalização**







# Comitê de Estudo B3 – Subestações

## Força Tarefa - Manutenção Centrada na Confiabilidade

---

**F I M**

Miguel Carlos Medina Pena

Fone: 81 xx 32292167

[medinap@chesf.gov.br](mailto:medinap@chesf.gov.br)