



Inst. Pablo Bosco

# SUBESTAÇÕES

## Sistema Elétrico de Potência - SEP



Desenvolvimento Industrial

# SUBESTAÇÃO

---

## Sistema de proteção em subestações

As proteções são realizadas com o objetivo de diminuir ou evitar os riscos ou danos causados, nos casos de anormalidades durante a operação do sistema.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

A proteção dos sistemas é contra sobrecorrentes (curto circuitos) e sobretensões (internas e descargas atmosférica).  
Em subestações a proteção contra sobretensões é, fundamentalmente, os para raios.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

Um sistema de proteção deve:

- ✓ Salvar a integridade física de operadores e usuários do sistema;
  - ✓ Evitar ou minimizar danos materiais;
- ✓ Retirar de serviço um equipamento ou parte do sistema que se apresente defeituoso;



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

Um sistema de proteção deve:

- ✓ Melhorar a continuidade do serviço;
- ✓ Diminuir despesas com manutenção corretiva;
  - ✓ Melhorar indicadores.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

Um sistema de proteção também deve ter:

- ✓ Confiabilidade - proteger o sistema com segurança e corretamente;
- ✓ Seletividade – reconhecer e selecionar as condições que deve operar;



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

Um sistema de proteção também deve ter:

- ✓ Velocidade - desligar o trecho ou equipamento defeituoso no menor tempo possível.
- ✓ Sensibilidade - responder a anormalidades com menor margem possível de tolerância.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

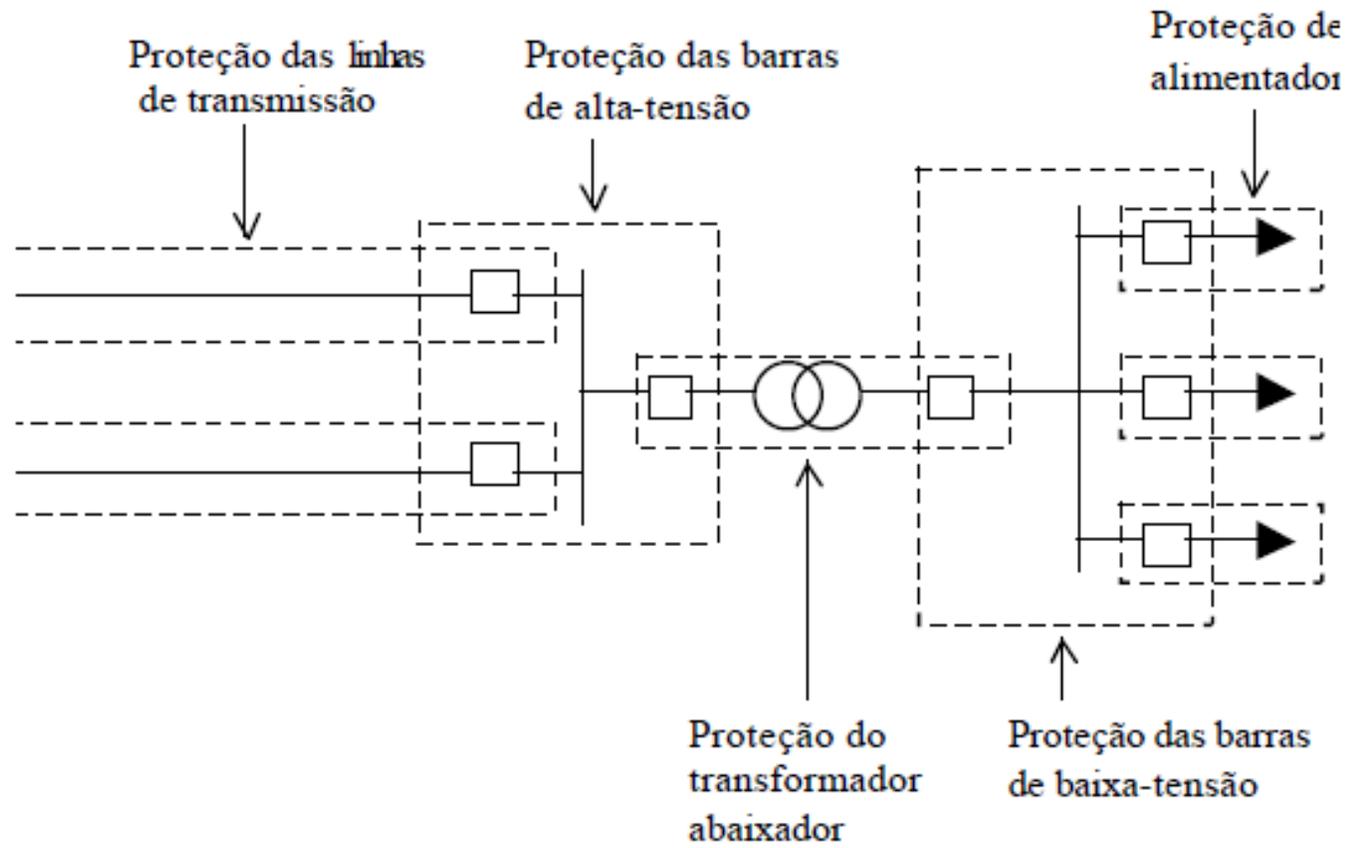
O sistema de proteção atua em três níveis: principal, de retaguarda e auxiliar.

- ✓ Proteção Principal - em caso de uma falha é quem atua primeiro;
- ✓ Proteção de retaguarda - atua quando há uma falha no sistema de Proteção Principal;
- ✓ Proteção Auxiliar - são funções auxiliares dos sistemas de Proteção principal e de retaguarda, como sinalização, alarme.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

## Níveis do sistema de proteção.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

A proteção dos sistemas é realizada através de Relés que comandam a abertura de disjuntores.

Os disjuntores são responsáveis por interromper a circulação de corrente e fazer a extinção do arco elétrico.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

Arco elétrico é passagem da corrente elétrica por um dielétrico, material isolante. A intensidade do arco depende do valor da corrente que está percorrendo o circuito no momento da interrupção.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

O modo como o disjuntor faz a extinção do arco elétrico é que define suas características construtivas.

As mais empregadas são:

- ✓ Grande volume de óleo,
- ✓ Pequeno volume de óleo,
  - ✓ Gás,
  - ✓ Vácuo.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

## Disjuntores a óleo

Esses disjuntores empregam óleo mineral como elemento para extinção do arco, o óleo atua como isolante e é capaz de suportar altas temperaturas.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

## Disjuntores a gás

O gás empregado é o SF<sub>6</sub> - hexafluoreto de enxofre, que em condições normais é altamente dielétrico, não inflamável e não tóxico.

O SF<sub>6</sub> pode ser usado em isolação de sistemas de 13,8KV a 500KV.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

## Disjuntor a gás



**SENAI**

# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

## Disjuntores a vácuo

O vácuo é usado para a extinção do arco elétrico, é considerado o sistema mais eficiente.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

Os disjuntores podem ser acionados por três tipos de comando:

- ✓ Manual - realizado no próprio disjuntor, através de botões.
- ✓ Elétrico - realizado por painéis de comando, que podem ser instalados dentro ou fora das subestações.
- ✓ Automático - através de relés de proteção parametrizados, sem nenhuma intervenção humana.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

## RELÉS DE PROTEÇÃO

São equipamentos de proteção, que detecta falhas e outras condições perigosas e intoleráveis para o sistema. Eles dão comando para abertura de disjuntores.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

---

O relé recebe informações permanentemente do sistema que protege, essas informações são corrente, tensão, frequência, impedância, ângulo de fase.



# SISTEMAS DE PROTEÇÃO

## Principais relés

Principais Funções de Proteção	
	Descrição
21	Relé de Distância
27	Relé de Subtensão
50	Relé de Sobrecorrente Instantâneo
51	Relé de Sobrecorrente Temporizado
59	Relé de sobretensão
67	Relé Direcional de Sobrecorrente
87	Relé de Proteção Diferencial



# Relé de Sobrecorrente

---

## RELÉ DE SOBRECORRENTE (50 - 51)

Atua em caso de aumento da corrente nominal de operação do sistema.

Dentro de subestações são ligados indiretamente através de transformadores de corrente.



# Relé de Sobrecorrente

---

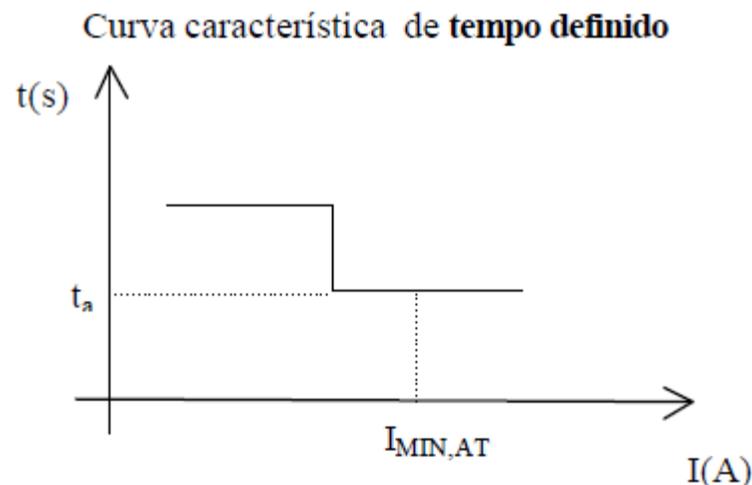
Os relés de sobrecorrente atuam conforme uma corrente pré estabelecida e seu tempo de atuação é programado conforme Curva Característica de atuação do relé, que podem ser de **tempo definido** ou **tempo dependente**.



# Relé de Sobrecorrente

## Relé de tempo definido

Uma vez definido o tempo de atuação e a corrente mínima de atuação, o relé irá atuar neste tempo para valores iguais ou maiores que a corrente mínima.

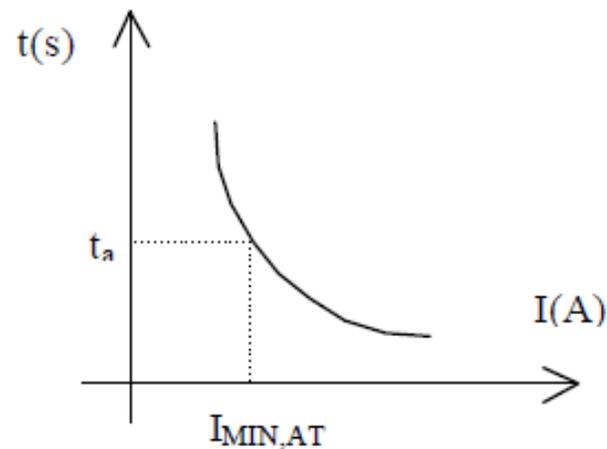


# Relé de Sobrecorrente

## Relé de tempo dependente

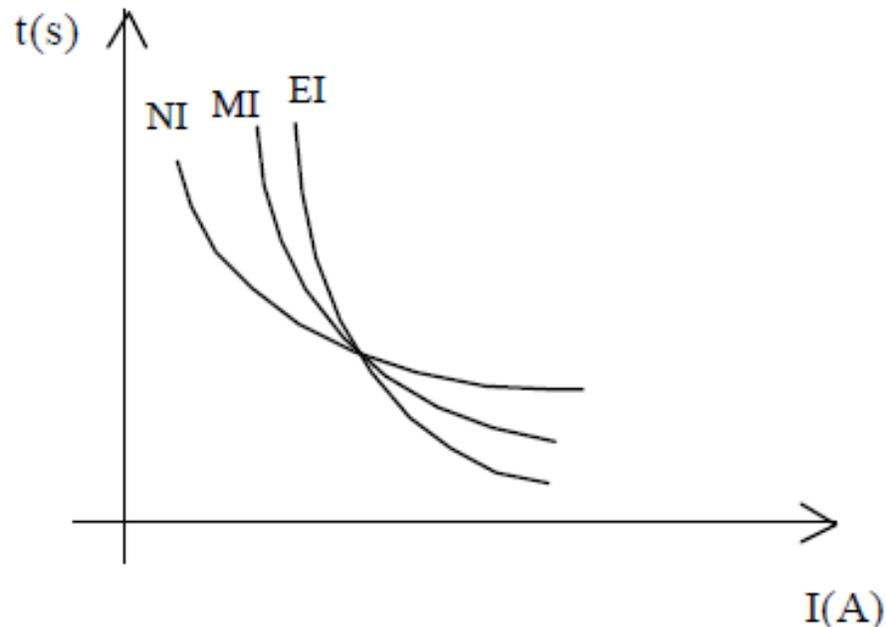
O tempo de atuação do relé é inversamente proporcional ao valor da corrente. Quando maior a corrente, menor o tempo de atuação do relé.

Curva característica de tempo dependente



# Relé de Sobrecorrente

As curvas de atuação por tempo dependente pode ser:  
Normalmente inversa (NI), Muito inversa (MI) e  
Extremamente inversa (EI).



## Relé de Sobrecorrente

---

Os relés são compostos por unidades instantâneas e temporizadas. A unidade instantânea (função 50) atua imediatamente ou por um tempo previamente definido, a unidade temporizada (função 51) atua por tempo dependente ou tempo definido.



# Relé de Sobrecorrente

---

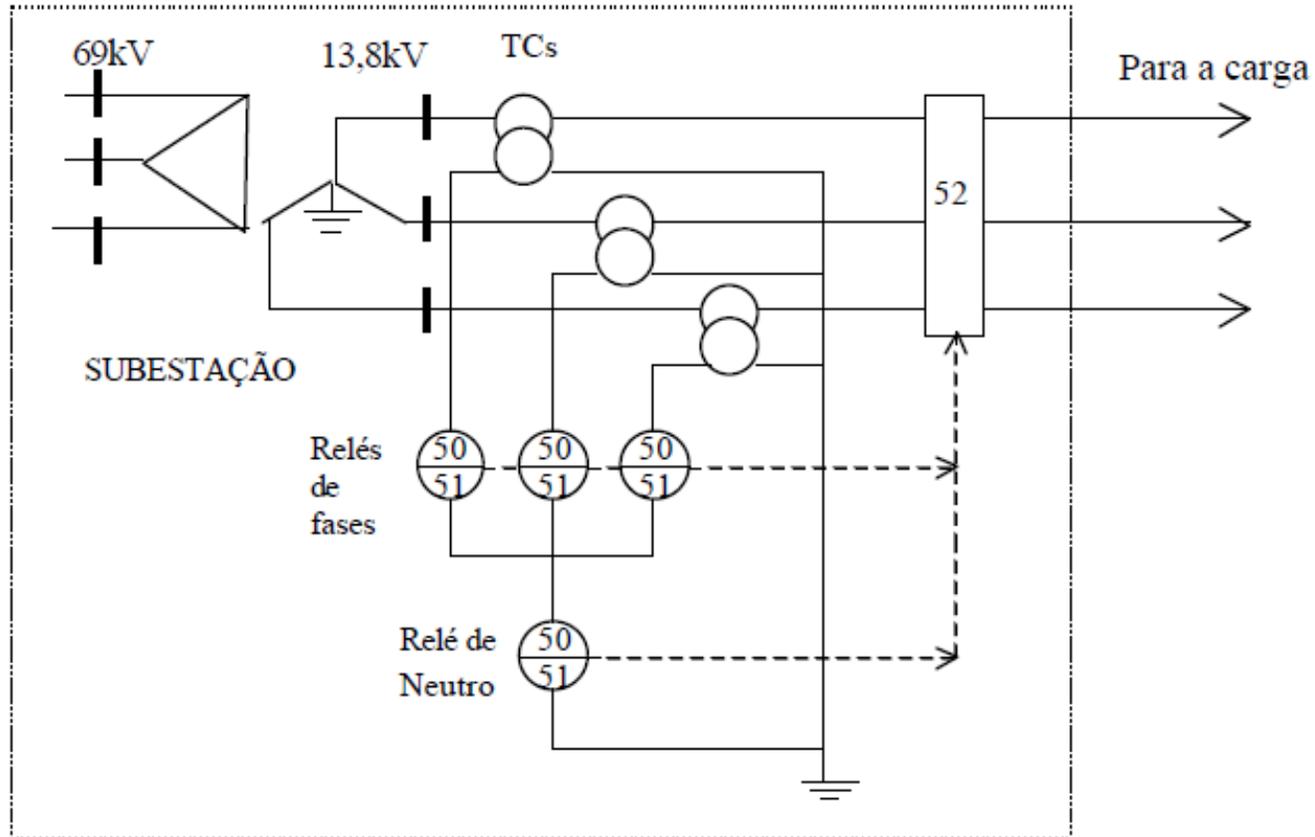
A unidade instantânea possui ajustes para: corrente mínima de atuação e tempo de atuação.

A unidade temporizada possui ajustes para: corrente mínima de atuação e curva de atuação.



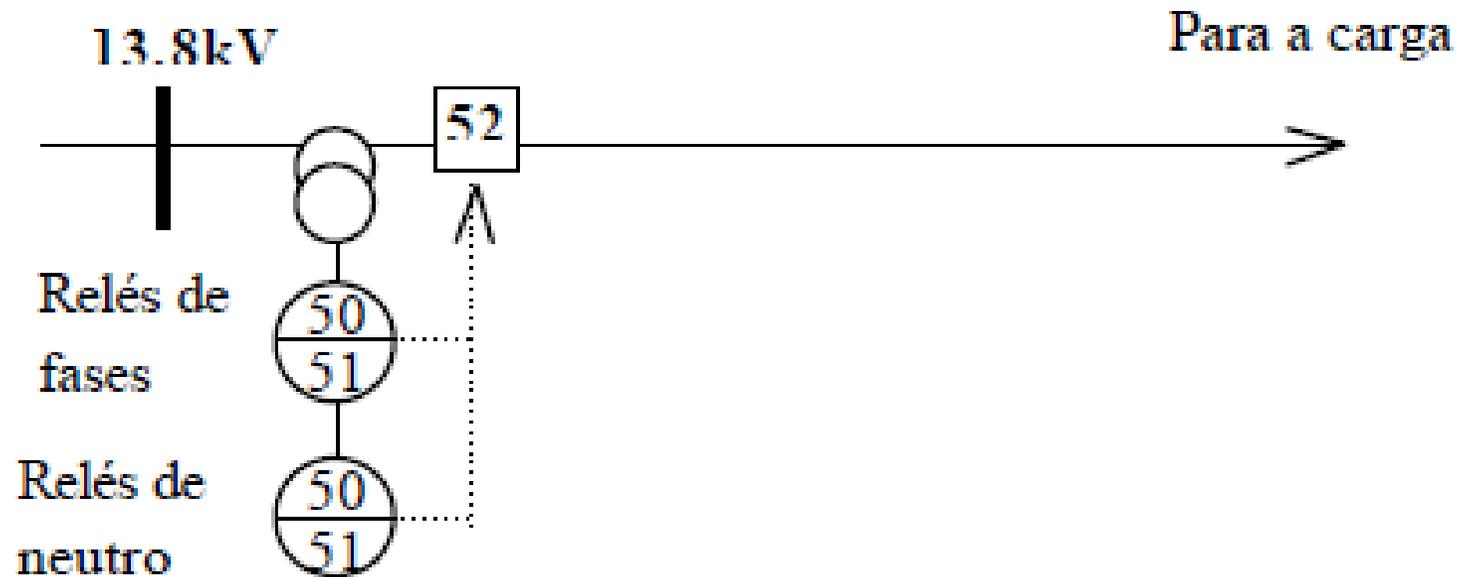
# Relé de Sobrecorrente

## Esquema de ligação dos relés



# Relé de Sobrecorrente

## Representação em diagrama unifilar



# Relé de Sobrecorrente Direcional

---

## RELÉ DE SOBRECORRENTE DIRECIONAL (67)

Em sistemas em anel, ou dois pontos de tensão em extremidades, somente o relé de sobrecorrente não é suficiente, pois em caso de falhas o relé terá que atuar montante e jusante. Para esse tipo de falha usa o relé direcional.



# Relé de Sobrecorrente Direcional

---

O relé direcional possui sensibilidade para atuar apenas em direção a um sentido em relação ao fluxo de corrente pela circula pelo sistema.



# Relé de Sobrecorrente Direcional

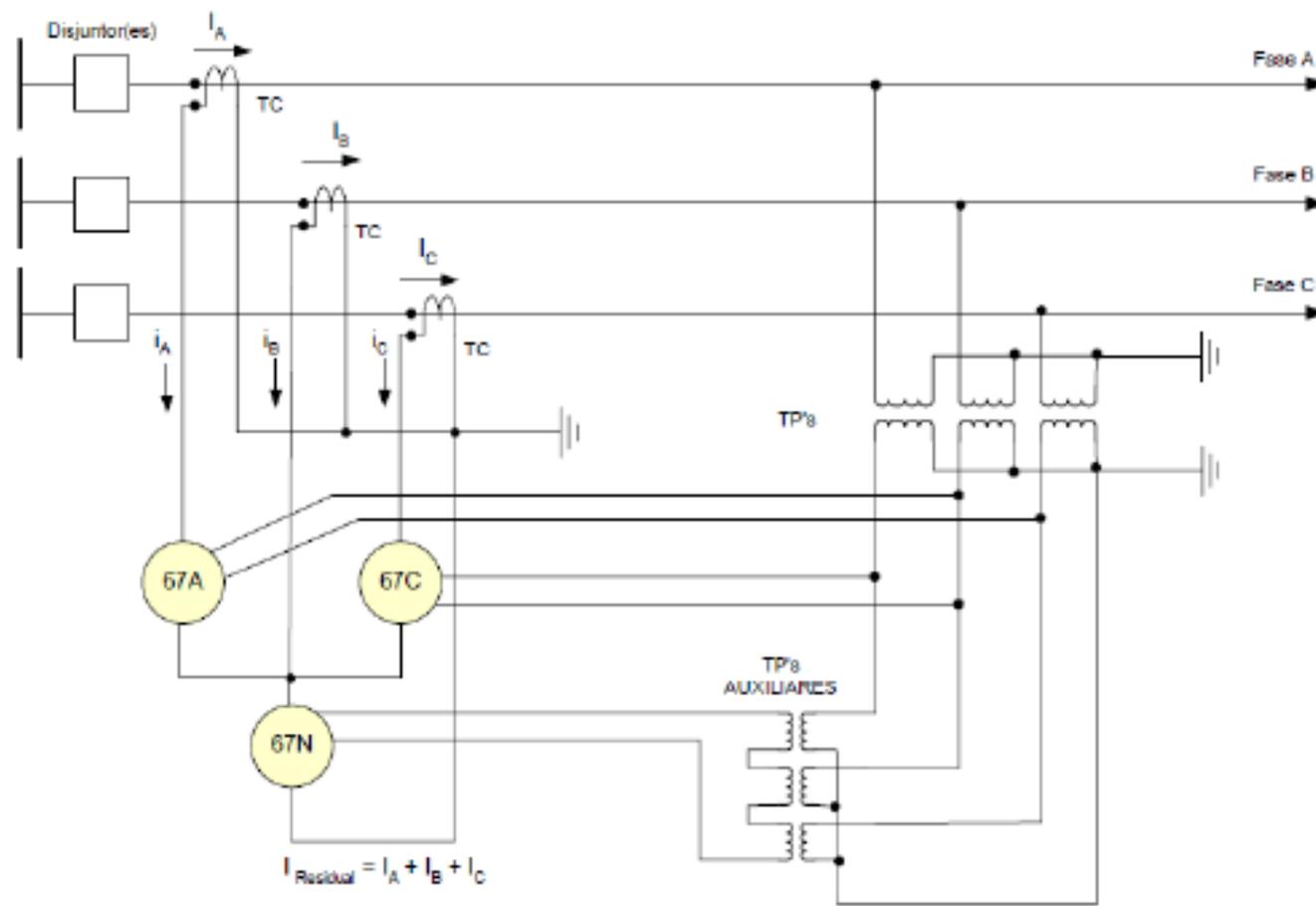
---

O relé usa duas grandezas de referência:  
uma de polarização, caracterizado por sinal de tensão;  
outra de atuação, medida por uma relação de referência,  
caracterizado por um sinal de corrente.



# Relé de Sobrecorrente Direcional

## Relé direcional para proteção entre fases



**SENAI**

## Relé de Distância

---

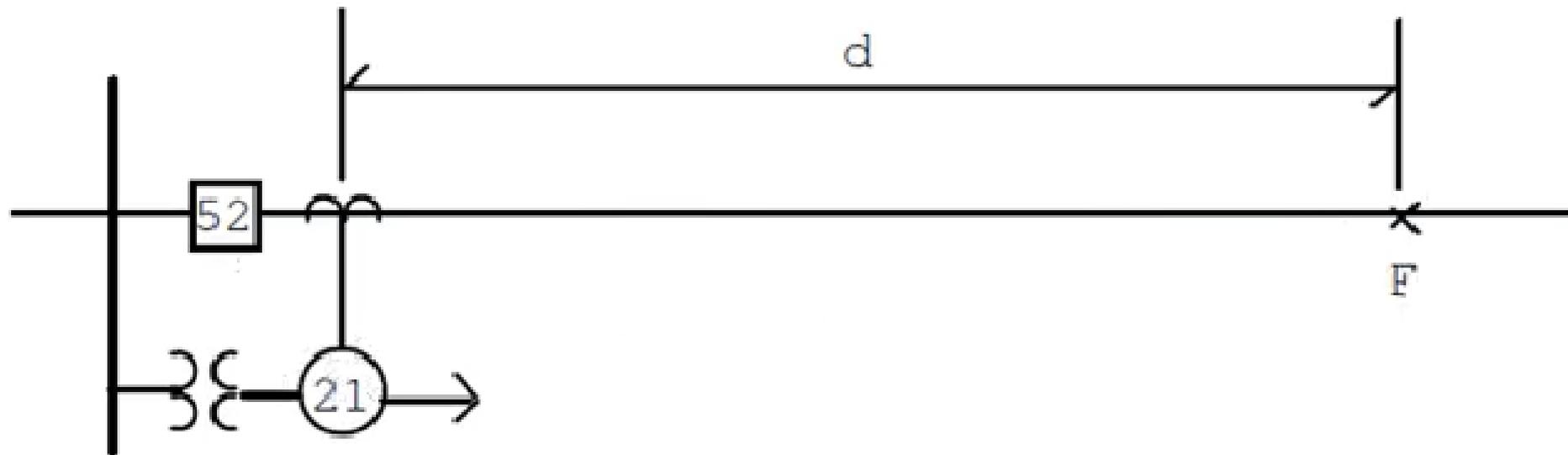
### RELÉ DE DISTÂNCIA (21)

O relé de distância atua em função de uma falha, seu monitoramento é realizado em função da impedância entre o ponto de instalação do relé e o comprimento de linha protegida.



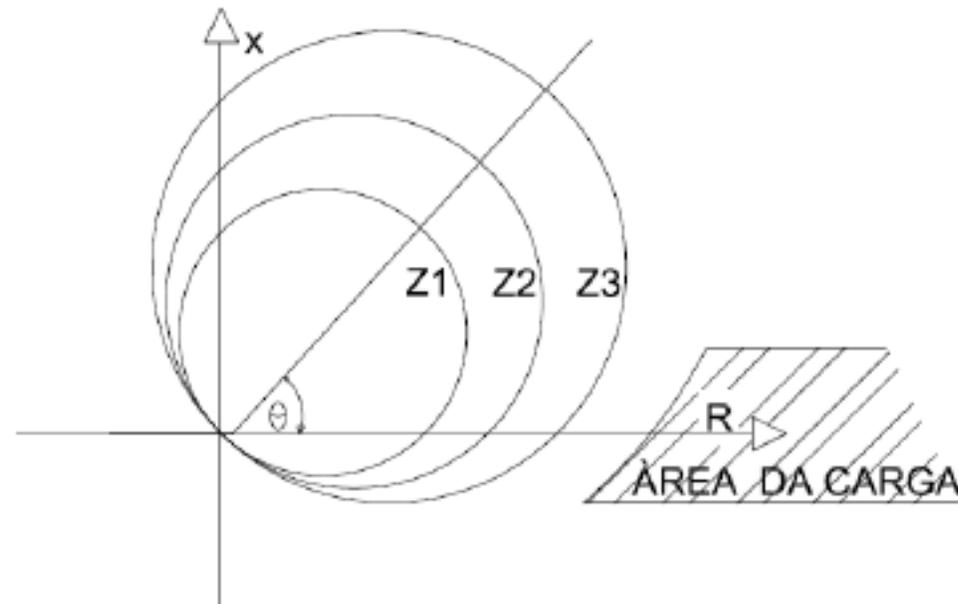
# Relé de Distância

## Esquema unifilar



## Relé de Distância

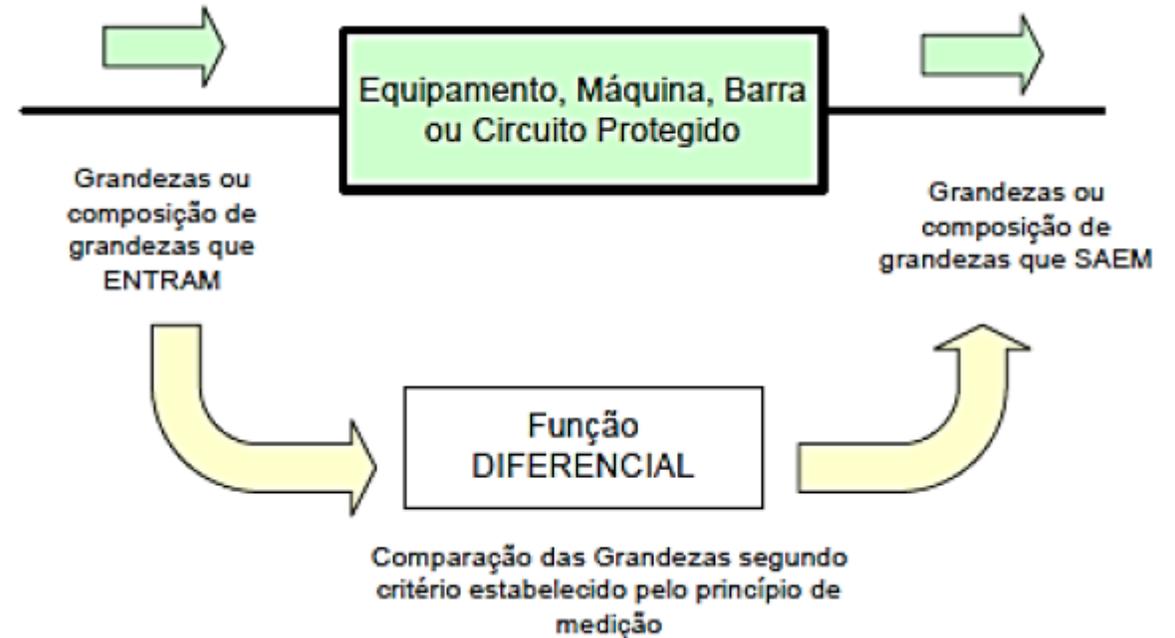
O relé de distância pode atuar em zonas de alcance, que são pre ajustadas conforme valores de tempo de atuação



# Relé Diferencial

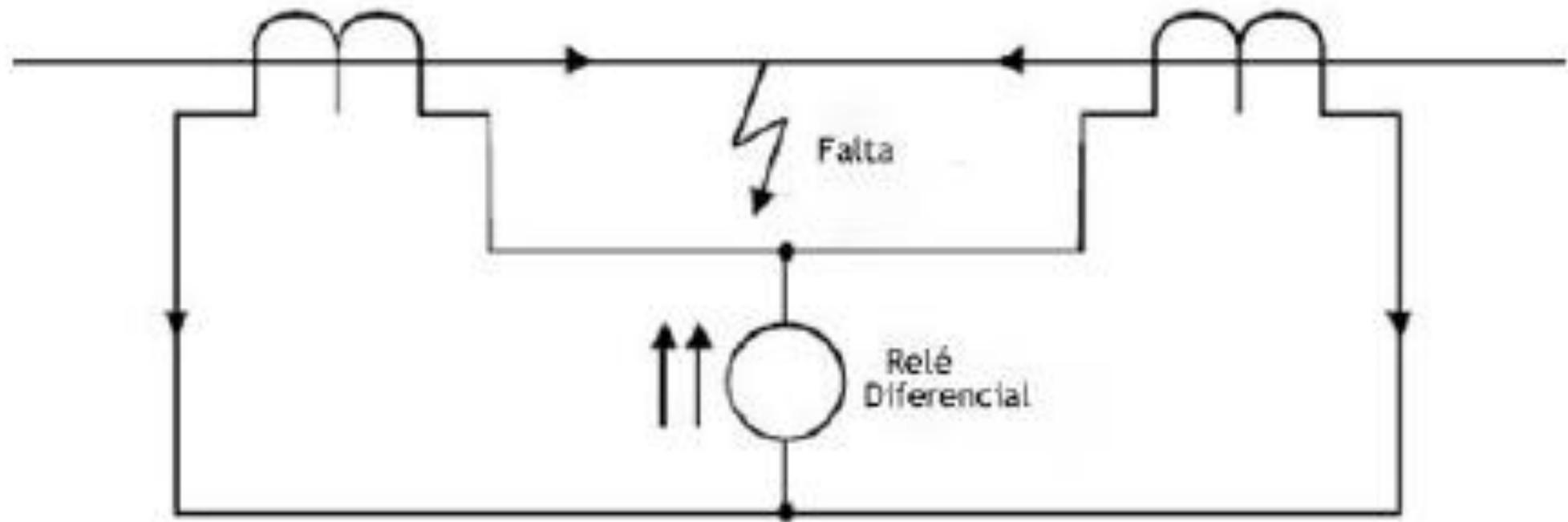
## RELÉ DIFERENCIAL (87)

Este relé atua exatamente como os disjuntores diferencial (DR) aplicados na proteção elétrica predial.

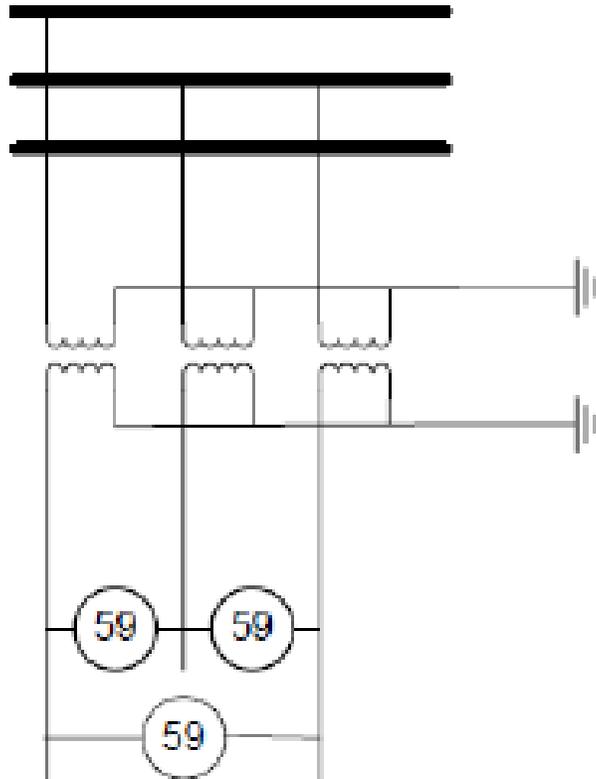


# Relé Diferencial

## Esquema elétrico



# Relé de Sub e Sobtensão



Os relés de proteção contra subtensão (27) e sobretensão (59) atuam quando a tensão fica abaixo ou acima dos valores de tensão aceitáveis para a operação do sistema.

# Perguntas



**SENAI**