

1.5) Deteção de nível

A deteção de nível é o princípio de atuação mais simples. A função atua (i.e. percebe uma anormalidade no sistema) quando a grandeza observada ultrapassa um valor pré-fixado (função tipo "sobre") ou cai abaixo desse valor. (função tipo "sub").

1.5.1) Sobrecorrente

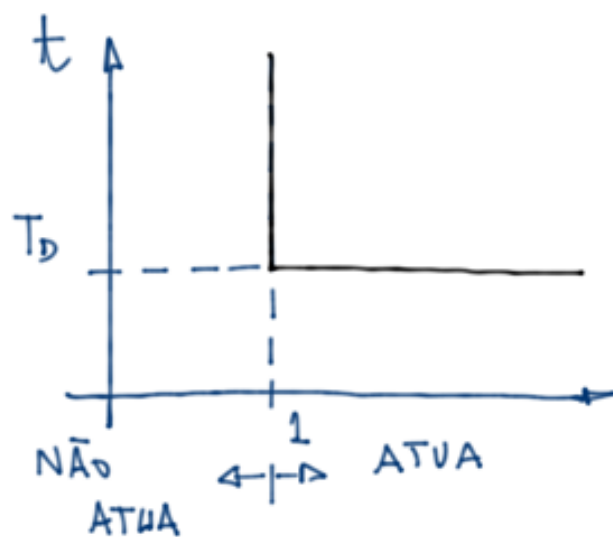
Esse tipo de proteção foi o primeiro a ser desenvolvido e, inicialmente, essa função era desempenhada por fusíveis (responsáveis simultaneamente pela deteção da anormalidade e pela isolação do defeito e o tempo de fusão é inversamente proporcional à magnitude da corrente. As desvantagens são:

- ✓ necessidade de substituição (fusíveis reserva em estoque e equipe qualificada); e
- ✓ Abertura monopolar.

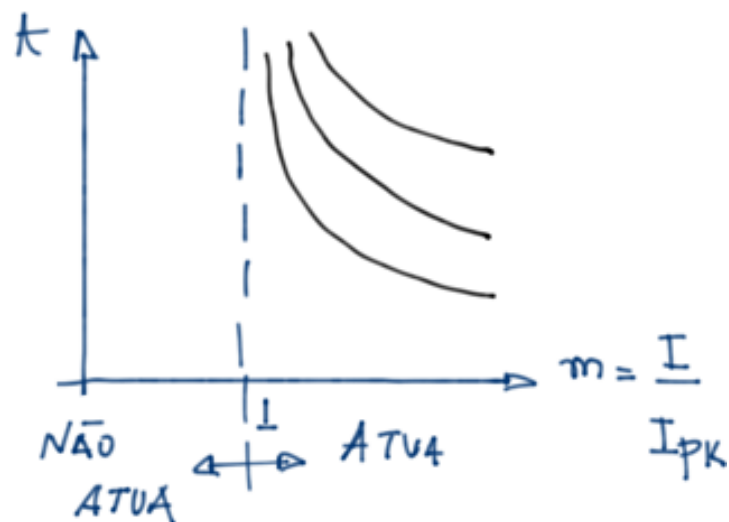
Para tentar resolver (minimizar) essas duas desvantagens foram desenvolvidos os dispositivos de proteção desacoplados do dispositivo primário (disjuntor) dando espaço à criatividade.

As funções de sobrecorrente são:

- Sobrecorrente instantânea: sem atraso intencional, número ANSI 50; e
- Sobrecorrente temporizada: essa função pode ser classificada em função da característica "tempo de atuação x corrente", número ANSI 51



(a) função 51 de tempo independente



(b) função 51 de tempo inverso

Onde: I_{PK} é a corrente de atuação ou pickup (ajustável);
 T_D é o atraso para atuar (ajustável);
 m é o múltiplo da corrente de atuação.

As equações para a curva inversa são:

a) Norma IEEE: $T_a = MT. \left[\frac{A}{m.P-1} + B \right]$, onde

MT. é um multiplicador de tempo ajustável.

PARAMETROS	TIPO DE CURVA		
	EXTREMANENTE	MUITO	MODERAD.
A	28,2	19,61	0,0515
B	0,1217	0,491	0,1140
P	2	2	0,02

b) Norma IEC: $T_a = MT. \left[\frac{K}{m^E - 1} \right]$

PARAMETROS	TIPO DE CURVA			
	SHORT INVERSE	A	B	C
K	0,05	0,14	13,5	80
E	0,04	0,02	1	2

Os parâmetros ajustáveis para a função de sobrecorrente são:

✓ Sobrecorrente instantânea: I_{PK} (em termos da corrente secundária do TC)

✓ Sobrecorrente temporizada:

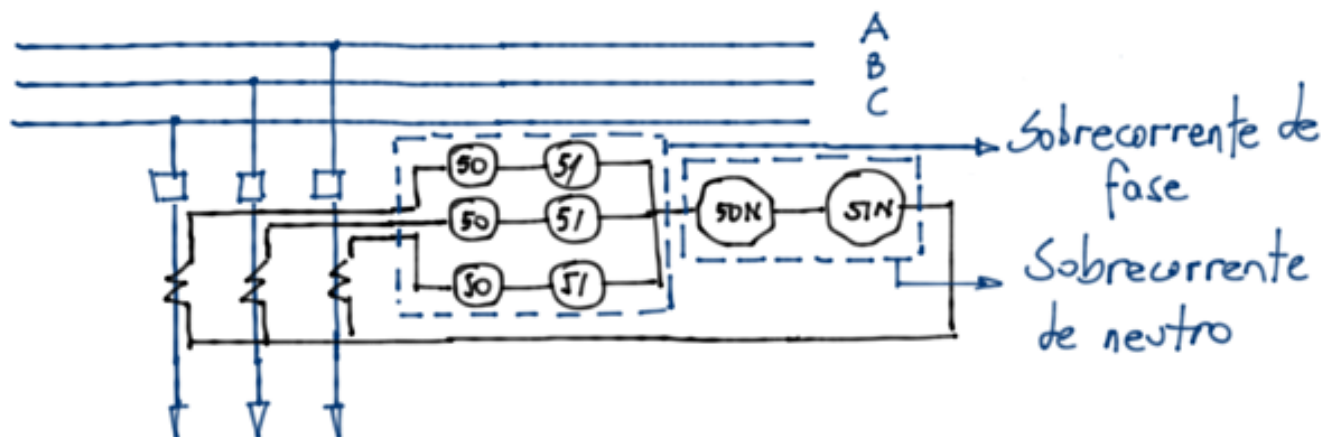
- I_{PK} e T_D p/ tempo definido;
- Tipo de curva, I_{PK} e M^T para tempo inverso.

✓ Ajuste do I_{PK} :



$$\begin{cases} I_{PK} \geq 1,5 I_{MAX, CARGA} \text{ e} \\ I_{MIN, CC} \geq 2,0 I_{PK} \end{cases}$$

Exemplo: proteção de sobrecorrente implementada com tecnologia eletrônica (relés eletromecânicos monofuncionais)



Obs: A utilização de um dispositivo de proteção exclusivo para o neutro torna a proteção mais sensível (melhorando o dependability). Isso porque, em sistemas equilibrados I_{N30} e a proteção observa somente a corrente de falta.

Funções de sobrecorrente disponíveis nas IEDs

50/51P: ($p = \text{phase}$) $\rightarrow$ função de proteção de fase que monitora as três correntes de fase por meio de um ajuste único.

50/51N: ($n = \text{neutral}$) $\rightarrow$ função de proteção que monitora a soma das três correntes, por meio de um ajuste.

50/51Q $\rightarrow$ função de proteção que monitora sequência negativa (permite ajuste mais sensível para detectar curtos-circuitos dupla-fase).

Qual é a conveniência de se utilizar relés 50/51Q?

Em proteção de linhas de transmissão de alta e extra alta tensão, desequilibradas (p.ex. linhas não transpostas), a mútua de sequência zero pode dessensibilizar a proteção, nesse caso é vantagem utilizar essa função de proteção.

1.5.2) Sobretensão e subtenção

Em condições normais de operação, os níveis de tensão devem permanecer em uma faixa relativamente estreita (o valor típico definido na RN 414 da ANEEL fica entre 93% e 105%, isto é, de -7% a +5%).

Isto significa que tensões fora dessa faixa indicam situações anormais de operação:

- ✓ Sobretensões: rejeição de carga; atuação incorreta dos reguladores de tensão de geradores ou transformadores. A função de proteção contra sobretensões é a função ANSI 59.

- ✓ Subtensões: normalmente relacionada com faltas (curtos-circuitos). A função de proteção contra subtensões é a ANSI 27.

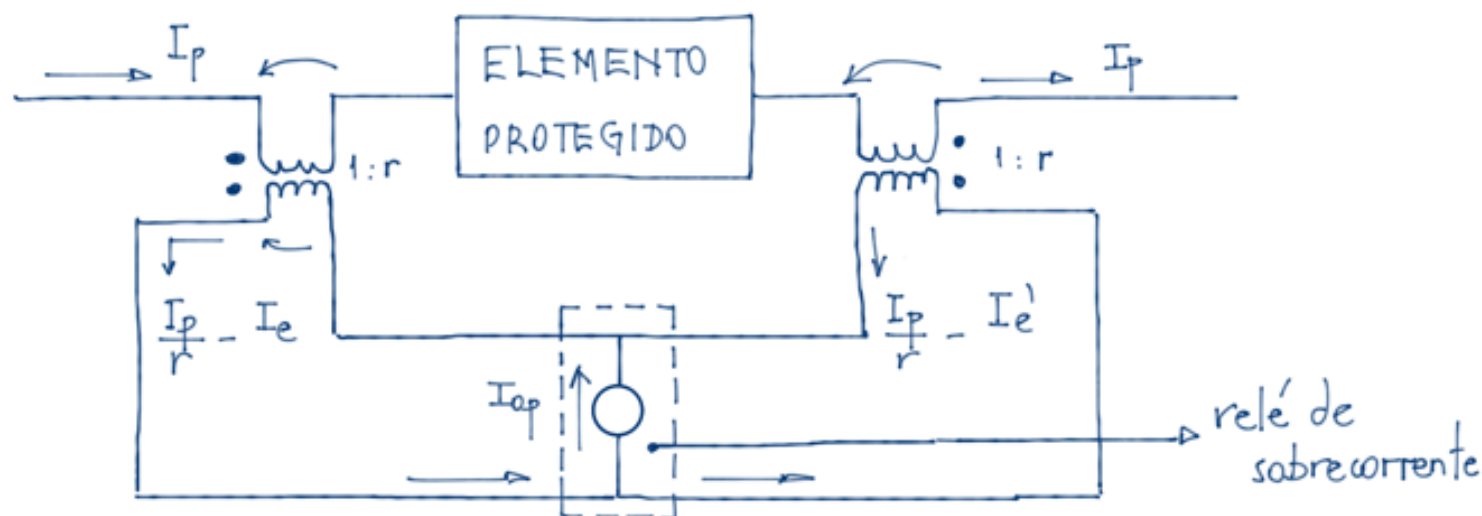
1.6) Proteção diferencial

A proteção diferencial (ANSI 87) é uma das técnicas mais eficientes e precisas para a proteção de equipamentos dos SEP. Nesse tipo de proteção, a posição dos TCs define com precisão a zona de proteção primária.

Ex: a proteção diferencial pode ser empregada, utilizando-se qualquer tipo

de tecnologia para os dispositivos de proteção. Utilizando a tecnologia eletromecânica, tem-se:

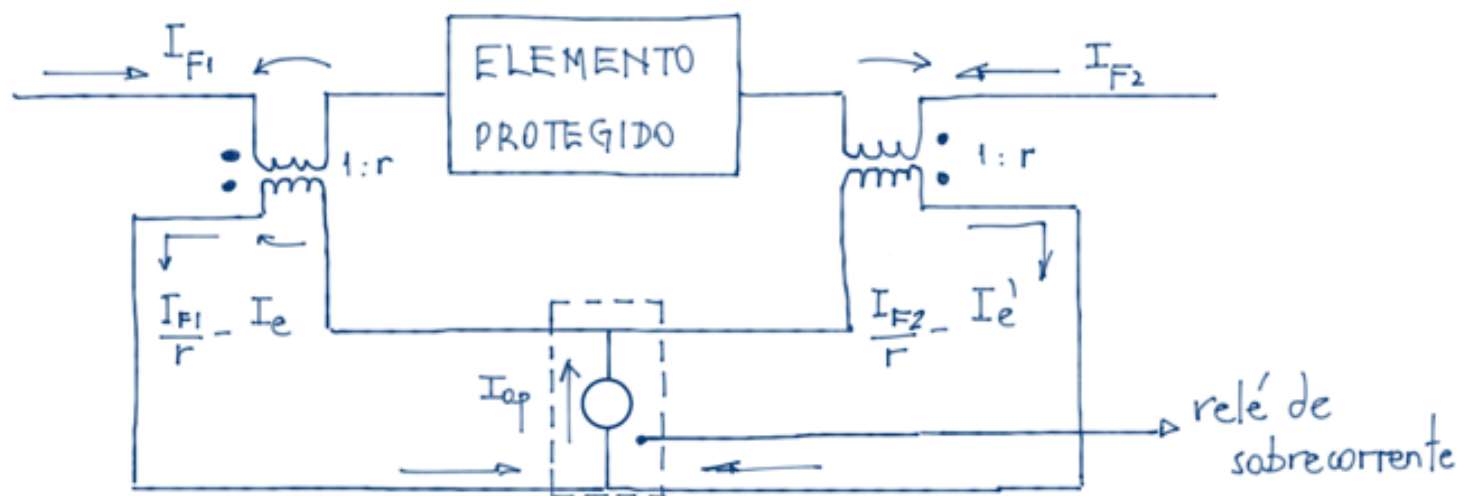
a) Operação normal



Onde: $I_{op} = I_e - I_e' \approx 0$ (não atua)

correntes de magnetização dos TCs

b) Falta dentro da zona

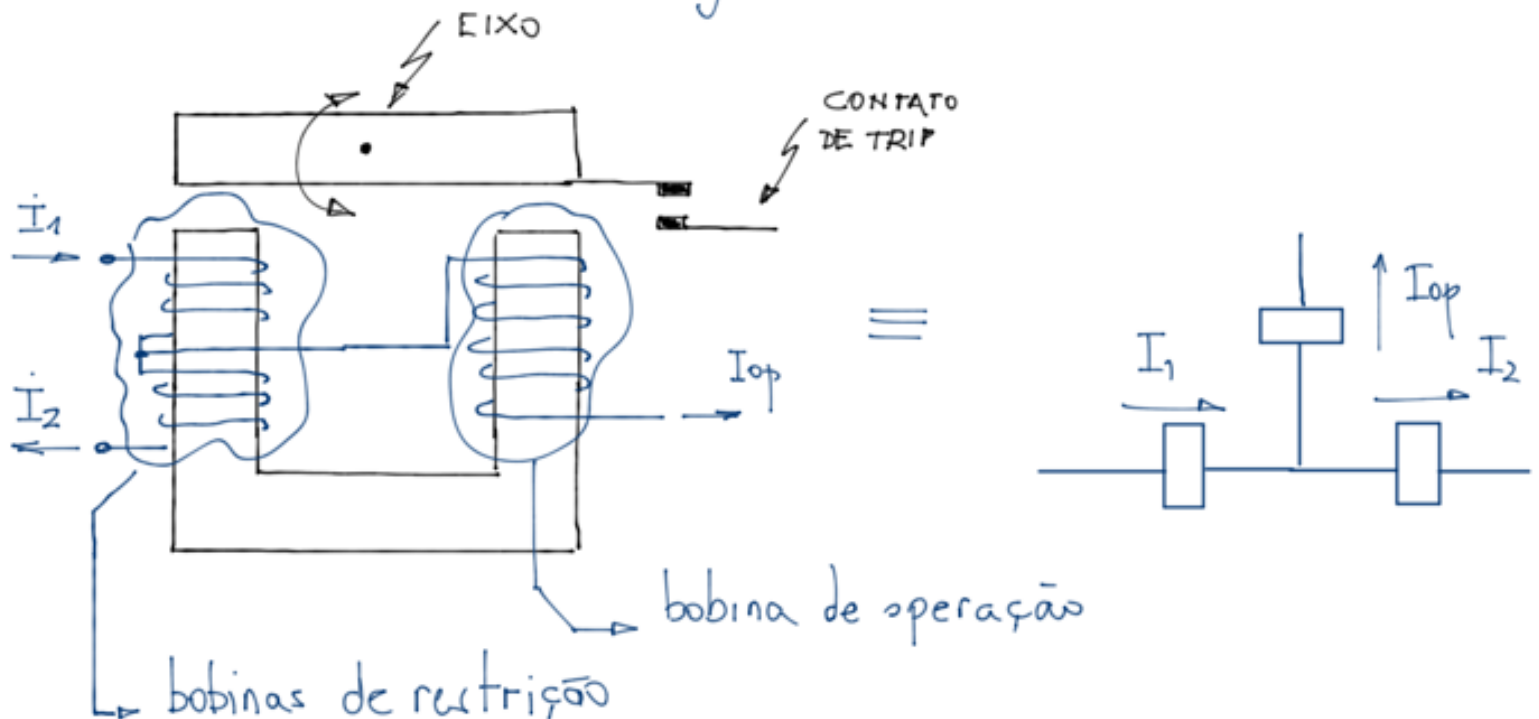


Neste caso: $I_{op} = \frac{I_{F1} + I_{F2}}{r} - (I_e + I_e') \gg 0$ (atua)

Embora seja uma função de proteção bastante precisa, podem ocorrer falhas de segurança, principalmente decorrente dos seguintes fatores:

- ✓ Saturação do TC: é a principal causa de erro porque resulta em uma corrente de operação elevada.
- ✓ Na proteção de transformadores: no caso específico desses equipamentos há outras fontes de erro (corrente de magnetização; mudança automática de TAP do trafo).

Para mitigar esses erros, normalmente a função 87 é implementada como uma função percentual. Para exemplificar essa função, pode-se observar o relé eletromecânico a seguir:



Para o relé atuar, o torque de operação deve ser maior do que o torque de restrição, isto é:

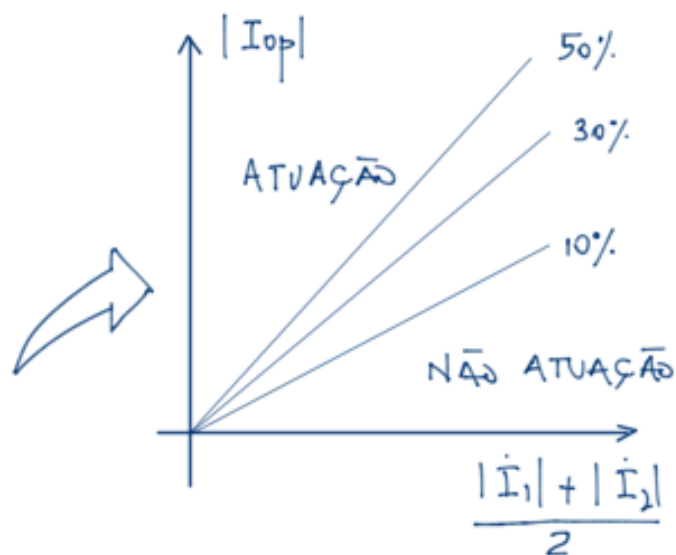
$$T_{\text{operação}} > T_{\text{restrição}}$$

$$K_1 |I_{op}| > K_2 (|I_1| + |I_2|)$$

$$|I_{op}| > \left(\frac{2K_2}{K_1} \right) \frac{|I_1| + |I_2|}{2}$$

$$|I_1 - I_2| > K \cdot \frac{|I_1| + |I_2|}{2}$$

corrente de operação
corrente de restrição



Uma característica de 50% significa que uma corrente passageira (de restrição) de 10 [A] requer uma corrente de operação de 5 [A], para que o relé atue.

Nos relés digitais, existem dois cartões de entradas de corrente, a função diferencial pode ser mais elaborada.

