

Proteção e Automação de Sistemas Elétricos de Potência I

Proteção eletrônica

Giovanni Manassero Junior

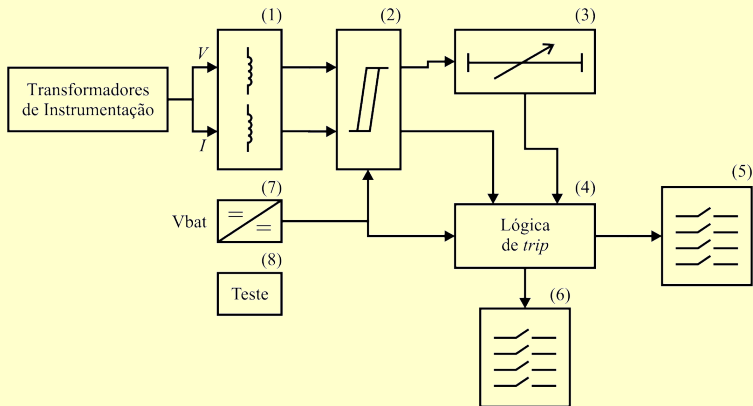
Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas
Escola Politécnica da USP

20 de outubro de 2017

Introdução

- Os relés de proteção estáticos possuem vantagens sobre os relés eletromecânicos:
 - Maior precisão;
 - Menor carga elétrica sobre os transformadores de medição;
 - Maior velocidade;
 - Características ajustáveis;
 - Menos sensíveis a poeira e vibrações;
 - Ocupam menor espaço.
- As desvantagens desta tecnologia são:
 - Sensíveis às interferências eletromagnéticas;
 - Requer uma fonte auxiliar de alimentação, resultando na diminuição da confiabilidade do dispositivo como um todo.

Principais componentes dos Relés Estáticos



Principais componentes dos Relés Estáticos

- 1 Transformadores auxiliares de entrada + Retificador: acondicionamento do sinal de entrada e redução das interferências eletromagnéticas;
- 2 Detector de nível: circuito responsável pela constituição do sinal utilizado para a lógica de *trip*;
- 3 Temporizador: ajustado para garantir que os sinais que trafegam são efetivamente sinais que representam curtos-circuitos no sistema;
- 4 Lógica de *trip*: verifica se a condição de *trip* ainda é satisfeita, mesmo após o fim da contagem de tempo pelo temporizador;

Principais componentes dos Relés Estáticos

- 5 Contatos de *trip*: relés com contatos auxiliares;
- 6 Bloco de sinalização: relés com contatos auxiliares;
- 7 Fonte de alimentação: empregada na alimentação do circuito eletrônico do relé;
- 8 Módulos de monitoramento e teste: monitora os módulos mais importantes do dispositivo de proteção e, nas versões mais simples, consistia apenas de um monitoramento da fonte de alimentação.

Funções de proteção

- Os relés estáticos podem utilizados para implementar as seguintes funções:
 - Detetores de nível (p. ex. sobrecorrente);
 - Proteção diferencial;
 - Comparação de ângulo de fase (Direcional);
 - Proteção de distância;
- Estas funções podem ser obtidas através de unidades de medição de uma ou duas grandezas;
- As unidades de medição de duas grandezas (corrente x corrente ou tensão x corrente) se baseiam em dois princípios básicos:
 - Comparação de amplitude;
 - Comparação de fase.

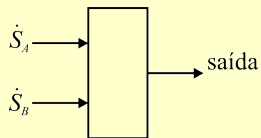
Detetores de nível – Proteção de sobrecorrente

- Em alguns casos, o detector de nível pode fornecer apenas uma corrente de medição (I_m) a partir das correntes trifásicas, economizando módulos de medição. Neste caso:

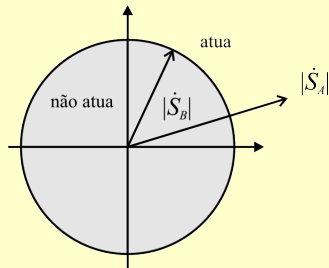
	Fases envolvidas	$\frac{I_m}{I_{fase}}$
Curto 3 – ϕ (carga equilibrada)	ABC	$\sqrt{3}$
Curto 2 – ϕ	AB	2
	BC	1
	CA	1
Curto $\phi - T$	AN	5
	BN	3
	CN	4

Unidades de medição de duas grandezas

- Comparação de amplitude:

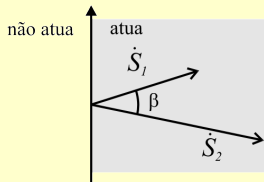
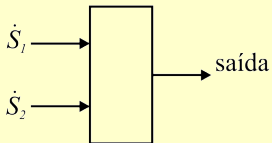


$$\text{saída} = 1 \text{ para } |S_A| > |S_B|$$



Unidades de medição de duas grandezas

- Comparação de fase:



saída = 1 para $-90^\circ < \beta < 90^\circ$, onde $\beta = \arg(S_1/S_2)$

Aplicação de comparadores em Relés de Distância

- O Relé de distância pode ser implementado utilizando um comparador de fase:
- Genericamente, \dot{S}_1 e \dot{S}_2 podem ser:

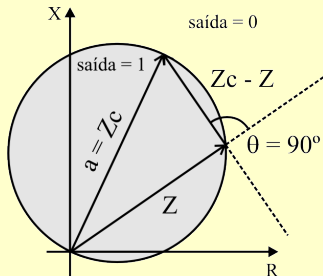
$$\begin{cases} \dot{S}_1 = K_1 \dot{V} + K_2 \dot{I} \\ \dot{S}_2 = K_3 \dot{V} + K_4 \dot{I} \end{cases}$$

- Limiar de atuação $-\gamma \leq \theta \leq +\gamma$:

$$\frac{\dot{S}_1}{\dot{S}_2} = Me^{j(\pm\gamma)}, \forall M$$

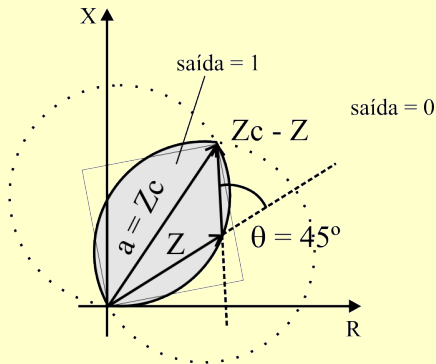
Aplicação de comparadores em Relés de Distância

- O relé de distância do tipo Mho: $\gamma = 90^\circ$:



Aplicação de comparadores em Relés de Distância

- O relé de distância do tipo Mho: $\gamma = 45^\circ$ – Característica *lente*:



Aplicação de comparadores em Relés de Distância

- O relé de distância do tipo Mho: $\gamma = 135^\circ$ – Característica *tomate*:

