



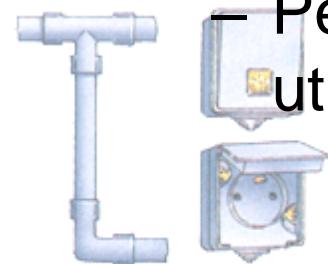
# CTeSP – Instalações eléctricas e Automação

## Aula 06 - Aparelhagem e Medidas Eléctricas

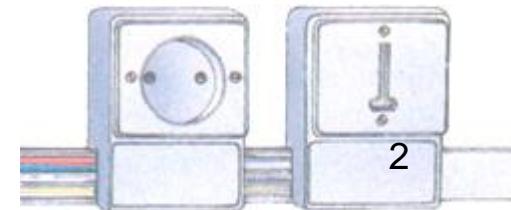


# Sistemas de protecção eléctrica

- Quais as consequências de falta de protecção?
  - Aquecimento dos circuitos;
  - Esfacelamento dos isolamentos;
  - Perfuração dos isolamentos;
  - Carbonização dos isolamentos;
  - Curto-circuitos;
  - Avarias nos equipamentos;
  - Perigos de segurança para utilizadores/manobradores;



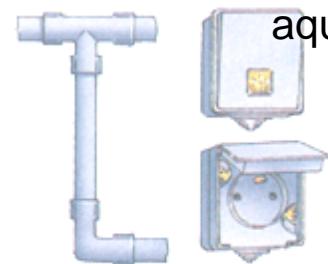
José Saraiva



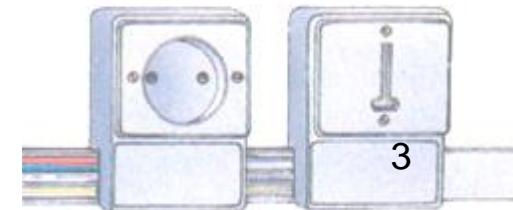


# Sistemas de protecção eléctrica

- Aquecimento dos circuitos eléctricos ao ponto de danificar os isolamentos ou mesmo fundir os condutores (por sobrecarga);
- Esfacelamento dos isolamentos em consequência das fortes acções electrodinâmicas entre condutores, carbonização dos isolamentos e interrupção dos circuitos por fusão dos condutores (por curto-círcuito);
- Perfuração dos isolamentos e perigos de choque e electrocussão para os operadores (por Sobretensão);
- Perigos de choque para os operadores e produção dos curto-circuitos (por falta de isolamento eléctrico);
- Carbonização dos isolamentos e aparecimento de curto-circuitos (por aquecimentos exagerados);



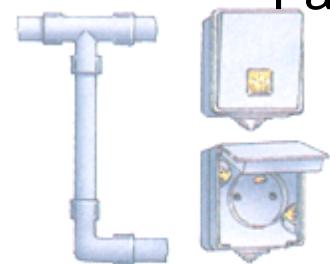
José Saraiva



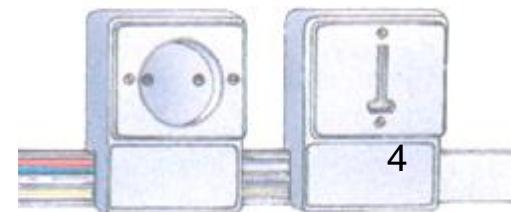


# Sistemas de protecção eléctrica

- Tipos de defeitos:
  - Sobreintensidades:
    - Sobrecargas;
    - Curtos-circuitos;
  - Sobretensões;
  - Falta de isolamento eléctrico;
  - Aquecimento exagerado;
  - Falsa manobra.



José Saraiva





# Sistemas de protecção eléctrica

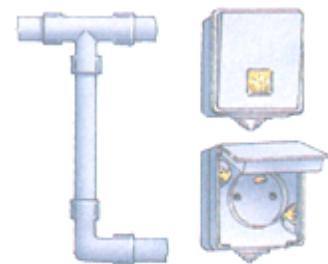
- **Sobreintensidade** é uma solicitação de corrente anormal às condições ideais de funcionamento, o que pode resultar numa sobrecarga ou um curto-circuito;
  - Segundo o RTIEBT
    - 131.4—Protecção contra as sobreintensidades.
      - As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais das temperaturas muito elevadas ou das solicitações mecânicas devidas às sobreintensidades susceptíveis de se produzirem nos condutores activos. Esta protecção pode ser garantida por um dos métodos seguintes:
        - a) Corte automático antes que a sobreintensidade atinja um valor perigoso, tendo em conta a sua duração;
        - b) Limitação da sobreintensidade máxima a um valor seguro, tendo em conta a sua duração.
      - 251.4—Protecção eléctrica contra as sobreintensidades.
        - Protecção eléctrica destinada a evitar que os equipamentos eléctricos sejam percorridos por correntes que lhes sejam prejudiciais ou que prejudiquem o meio envolvente e que inclui:
          - a) A detecção de sobreintensidades;
          - b) O corte em carga do circuito.
      - 251.5—Detecção de sobreintensidades.
        - Função destinada a constatar que a corrente no ou nos condutores em causa ultrapassou um valor pré-determinado num tempo especificado.



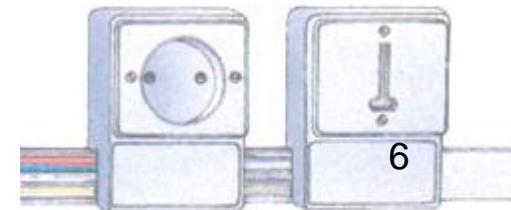


# Sistemas de protecção eléctrica

- Uma sobrecarga corresponde a uma solicitação mais ou menos duradoura de uma potência eléctrica superior à nominal;
- Ou seja, uma corrente superior à corrente nominal, por exemplo:
  - Desgaste num rolamento de um motor;
  - Carga a mais num elevador;
  - Ligação de diversos dispositivos num circuito protegido com um disjuntor de calibre inferior;



José Saraiva





# Sistemas de protecção eléctrica

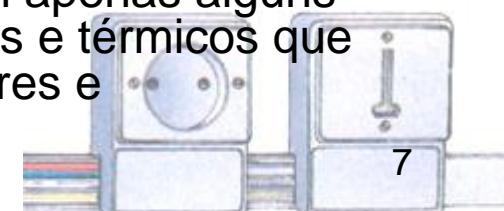
- Um curto-circuito é um contacto directo entre dois pontos com potenciais distintos.
  - Em corrente alternada poderá ocorrer entre fases, entre fase e neutro ou entre fase e terra.
  - Em corrente contínua poderá ocorrer entre os dois pontos ou entre um ponto isolado e a terra.
- As causas podem ser várias tais como, defeitos de isolamento, sobretensão nos cabos, corpos estranhos nos sistemas, depósitos condutores (Humidade ou outros líquidos ou gases condutores) dentro dos receptores ou os defeitos de isolamento, durante o arranque ou durante o funcionamento.
- Sendo que um curto-circuito implica uma resistência nula entre os contactos:

$$\text{Sendo: } I = \frac{U}{R_{\text{Total}}}$$

se  $R_{ab} \approx 0$

$$\text{verm: } I = \frac{U}{R_{ab}} \rightarrow \infty$$

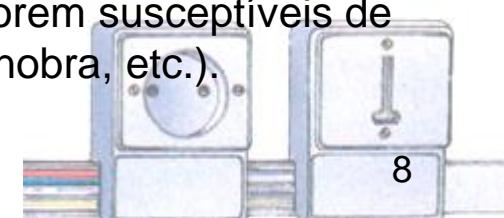
- Durante um curto-circuito existe um aumento brutal da corrente que poderá atingir um valor 100 vezes superior à corrente normal em apenas alguns milisegundos. Esta corrente gera efeitos electrodinâmicos e térmicos que podem danificar gravemente o equipamento, os condutores e equipamentos na vizinhança do curto-circuito.





# Sistemas de protecção eléctrica

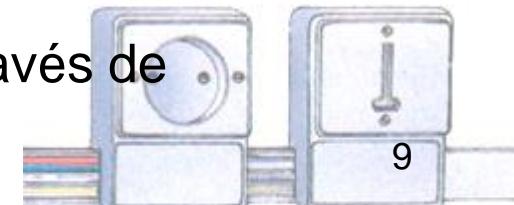
- Uma sobretensão é um nível de tensão superior aos valores nominais de um determinado equipamento ou instalação;
- Embora toda a aparelhagem e instalações estejam por obrigações regulamentares protegidas para suportar pequenos excessos, não estão por certo preparados para suportar grandes excessos ou até mesmo pequenos excesso por períodos prolongados;
- É de perceber que em geral a vida de um determinado equipamento será tão mais curta quanto maior for o excesso e a duração das sobretensões a que é sujeito;
- A sobretensão provoca por norma a perfuração dos isolamentos e em muitos receptores um excesso de intensidade que lhes é prejudicial;
- Segundo o RTIEBT
  - 131.6—Protecção contra as sobretensões.
  - 131.6.1 —As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais de um defeito entre partes activas de circuitos a tensões diferentes.
  - 131.6.2 —As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais das sobretensões devidas a causas diferentes das indicadas na secção 131.6.1 quando essas sobretensões forem susceptíveis de se produzir (fenómenos atmosféricos, sobretensões de manobra, etc.).





# Sistemas de protecção eléctrica

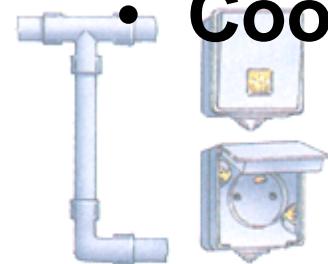
- AS FALSAS MANOBRAS, conforme se pode imaginar, podem ter as consequências mais diversas, dependendo do tipo de instalação.
- As falsas manobras podem ter efeitos prejudiciais para a instalação eléctrica, para as pessoas e objectos, ou para ambos.
  - Exemplo 1
  - Um operador comanda um motor que tem 2 sentidos de rotação. Para executar determinada tarefa, o operador deve pressionar um botão para o motor rodar à direita, para que o motor passe a rodar à esquerda este tem de estar parado e depois pressionar o segundo botão.  
Se ele se o operador inverter o sentido de marcha do motor sem que este estivesse completamente parado, diz-se que houve uma falsa manobra. Isto poderá trazer prejuízos para a instalação, para o motor e para os utilizadores.
  - Exemplo 2
  - Uma falsa manobra poderá acontecer também numa máquina sem que um operador tenha influência directa, imagine-se que um PLC envia uma ordem para arrancar um motor que esteja com o rotor bloqueado por um travão mecânico ou eléctrico e que o sinal de bloqueio do rotor não foi comunicado ao PLC por um corte no condutor .
- As falsas manobras são normalmente evitadas através de encravamentos mecânicos ou eléctricos.



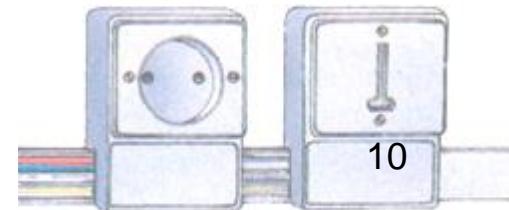


# Organização de um sistema de protecção

- Ao projectar-se um sistema de protecção devem ser devidamente escolhidos todos os elementos eléctricos e mecânicos necessários à função e deve além disso ter-se em conta e boa coordenação entre os vários elementos de protecção de forma a colocar fora de serviço, quando necessário, apenas a parte estritamente indispensável da instalação;
- **Coordenação e selectividade**



José Saraiva





# Organização de um sistema de protecção

- **Coordenação e selectividade**
- Sem estas duas características, o sistema pode não desempenhar cabalmente as funções para que foi concebido.
- Assim, um sistema deve ser projectado de forma que, em caso de defeito, seja interrompida a parte estritamente necessária da instalação, ficando a restante em serviço.
- Além disso, um bom sistema deve prever a situação em que um órgão de protecção não dispare, por deficiência interna, actuando nesse caso o órgão de protecção imediatamente a montante.
- Estas duas características dum sistema de protecção, complementares uma da outra, constituem o suporte de um bom sistema de protecção.

José Saraiva

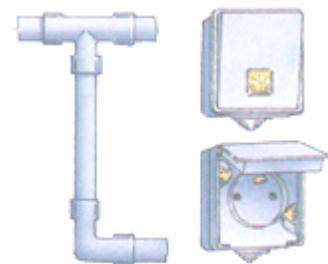




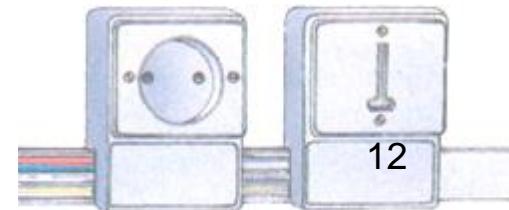
# Organização de um sistema de protecção

- No RTIEBT

- 539.1 — Selectividade entre dispositivos de protecção contra as sobreintensidades.
- Quando forem colocados dispositivos de protecção em série e quando a segurança ou as necessidades de exploração o justificarem, as suas características de funcionamento devem ser seleccionadas por forma a que seja colocada fora de serviço apenas a parte da instalação onde ocorrer o defeito.



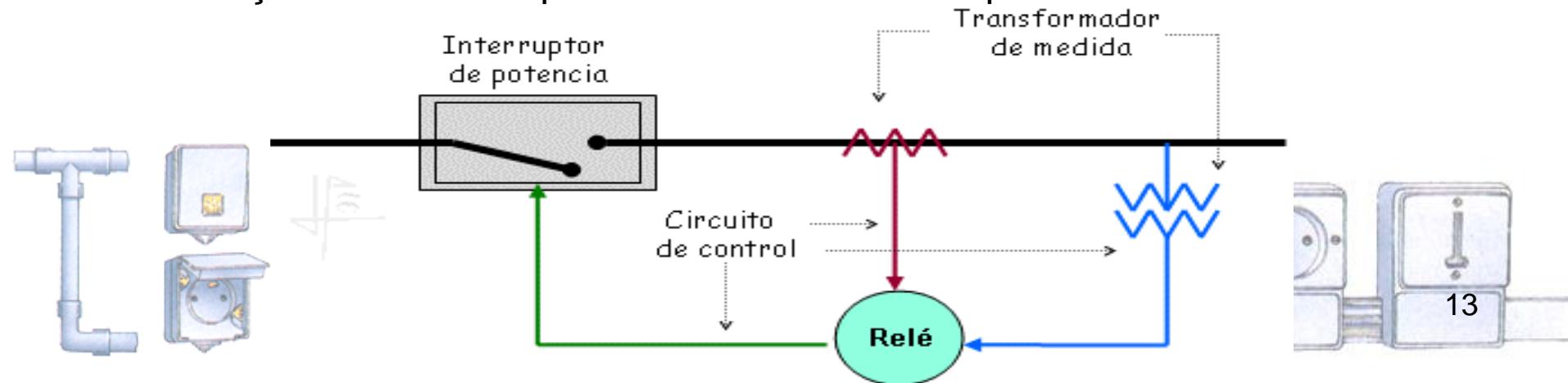
José Saraiva





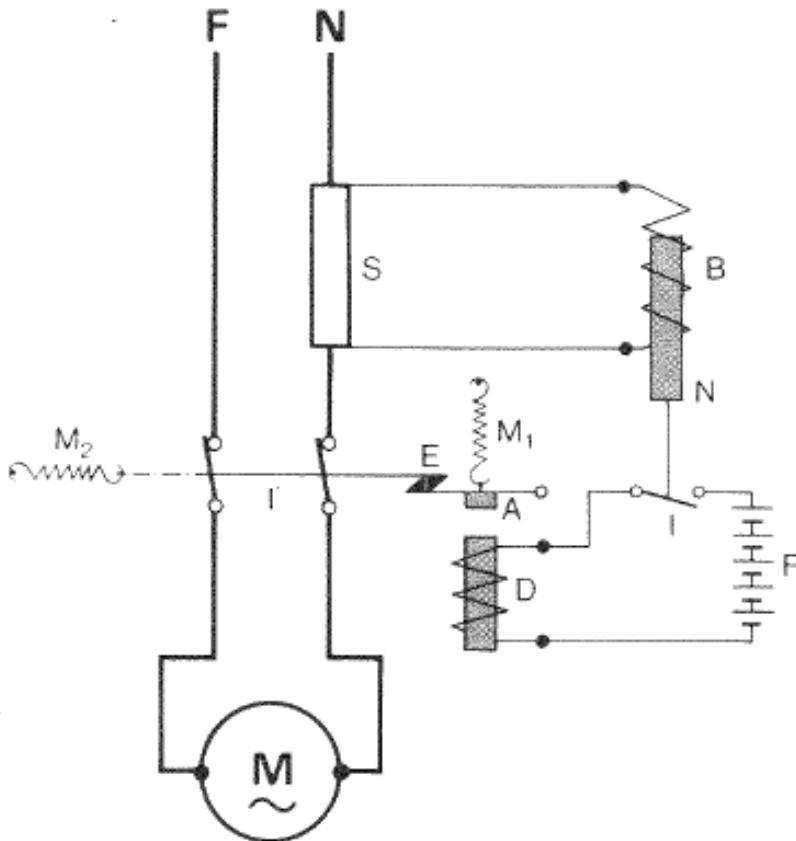
# Organização de um sistema de protecção

- **Transformadores de medida** – São componentes passivos no sistemas de protecção que servem para medir valores de corrente e tensão:
  - Transformadores de tensão;
  - Transformadores de corrente;
- **Relé** – Elemento que recebe a informação dos transformadores de medida e que está regulado para detectar uma situação anormal e actua directamente sobre o interruptor geral para isolar o circuito da rede;
- **Interruptor de potência** – Dispositivo que permite isolar um circuito;
- **Circuitos de Controlo** – Circuito que liga todos os dispositivos do sistema de protecção.
- **Fonte auxiliar de Energia** – Torna o dispositivo independente das flutuações de tensão que alimenta o circuito de potência.





# Organização de um sistema de protecção



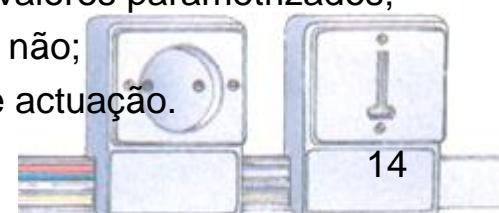
**ORGÃO DE MEDIDA** (relé) é o mecanismo que mede o valor da grandeza actuante (intensidade de corrente neste caso) e a compara com um valor de referência predeterminado.

Na figura, a bobina B e o Shunt S constituem o órgão de medida, logo que a corrente que percorre o Shunt S ultrapassar um dado valor, a bobina B atrai o núcleo N e provoca O fecho do contacto I.

Assim para a actuação de um relé de protecção:

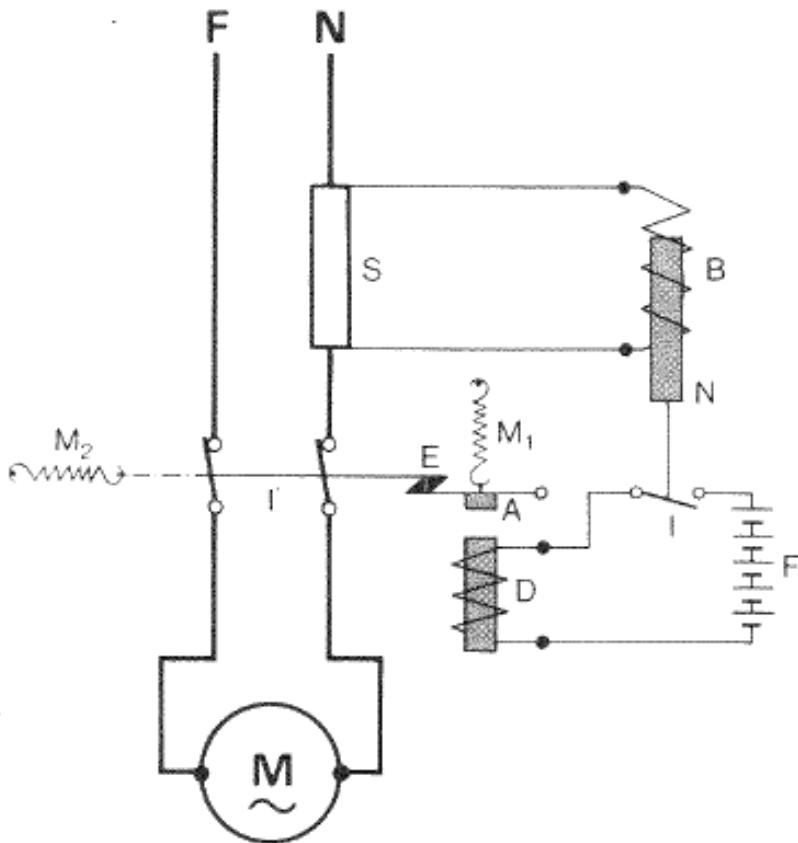
- Medida;
- Comparação com os valores parametrizados;
- Decisão de operar ou não;
- Emissão da ordem de actuação.

José Saraiva





# Organização de um sistema de protecção

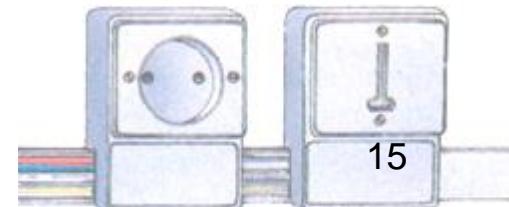


**ORGÃO DE DISPARO** é o dispositivo que actua, por ordem do órgão de medida, no órgão de corte do circuito de potência (e o electroíman D).

Logo que o interruptor I fecha, o disparador D é alimentado por F, atraindo e armadura A, desfazendo o engate E.

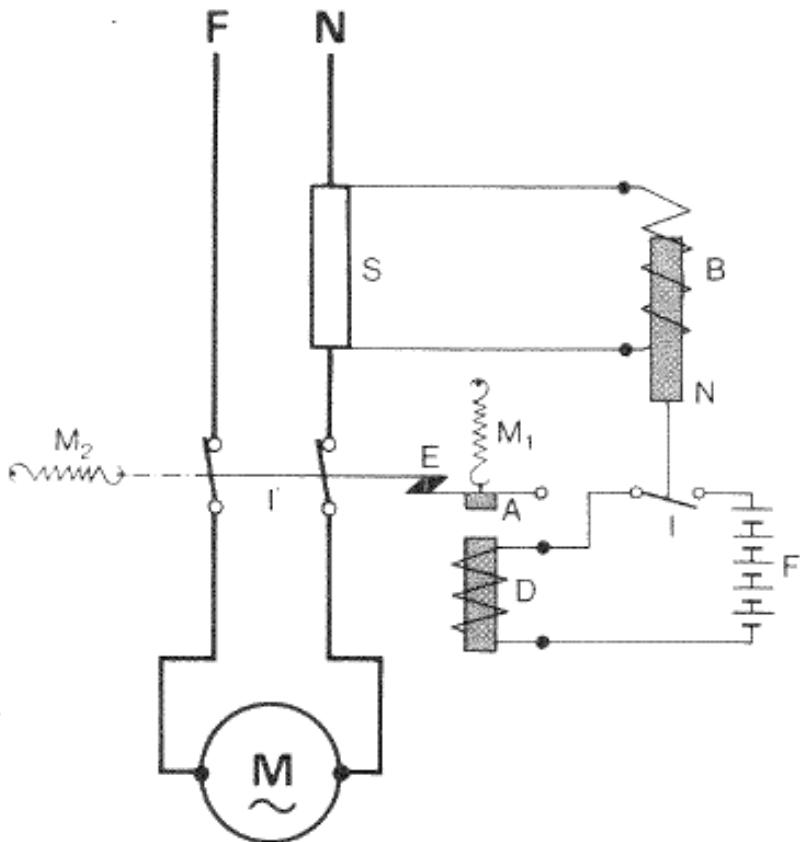
A mola M2 desloca os contactos do interruptor I', desligando o circuito de alimentação do motor.

**ORGÃO DE CORTE** é o elemento do dispositivo de protecção que se encarrega de interromper o circuito principal (o interruptor I').





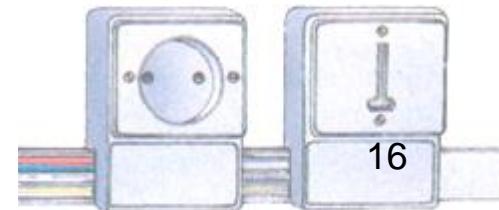
# Organização de um sistema de protecção



**FONTE AUXILIAR DE ENERGIA**, a utilização de uma fonte auxiliar de energia, tem a vantagem de tornar o dispositivo independente das flutuações da tensão de rede que alimenta o circuito de potência (dispositivo F).

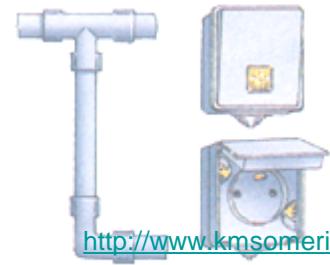
Desta forma assegura-se que só é dada ordem de abertura do I' quando o conjunto S+B dão ordem ao interruptor I e não aquando de uma flutuação na linha de alimentação do próprio circuito.

José Saraiva





- **Relés**
- Podem ser agrupados por reles:
  - De protecção;
  - De comando;
  - Auxiliares de sinalização.



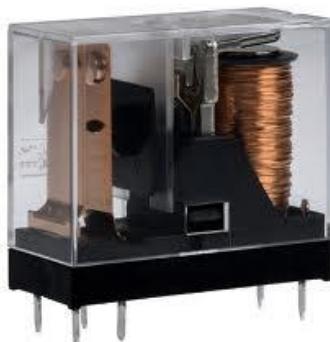
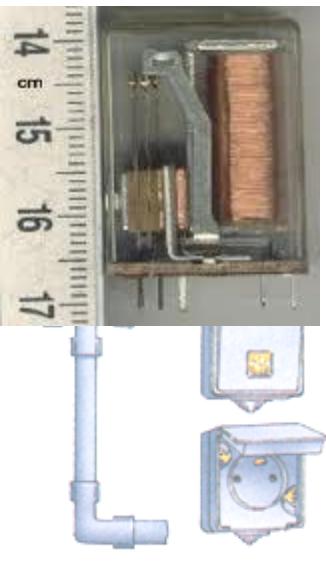


# Aparelhagem eléctrica

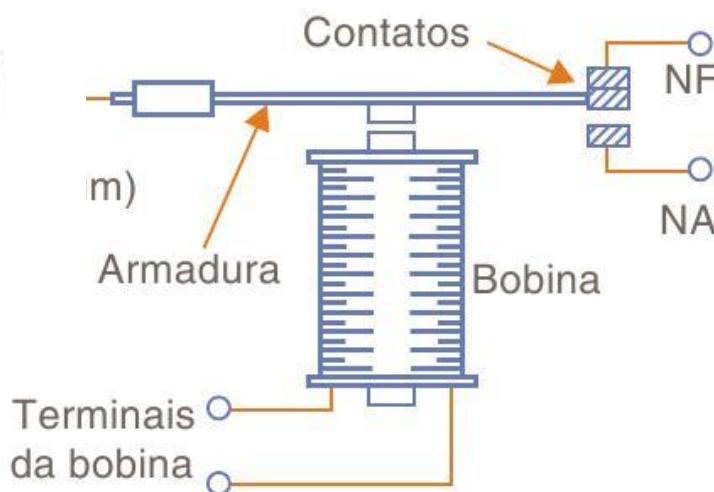
## Relés de comando

### • Relé eletromecânico

- É um dispositivo eletromecânico, que funciona como um interruptor controlado por um circuito eléctrico/electrónico e que, por meio de um, eletroíman, aciona um ou vários contatos que permitem abrir ou fechar vários circuitos elétricos independentes.
- Os relés convencionais são os eletromecânicos, formados por um eletroíman (parte elétrica) que ao receber uma corrente elétrica, desloca uma lâmina móvel de metal (parte mecânica) que encostará numa segunda lâmina fixa fazendo um contato elétrico entre elas.



José Saraiva



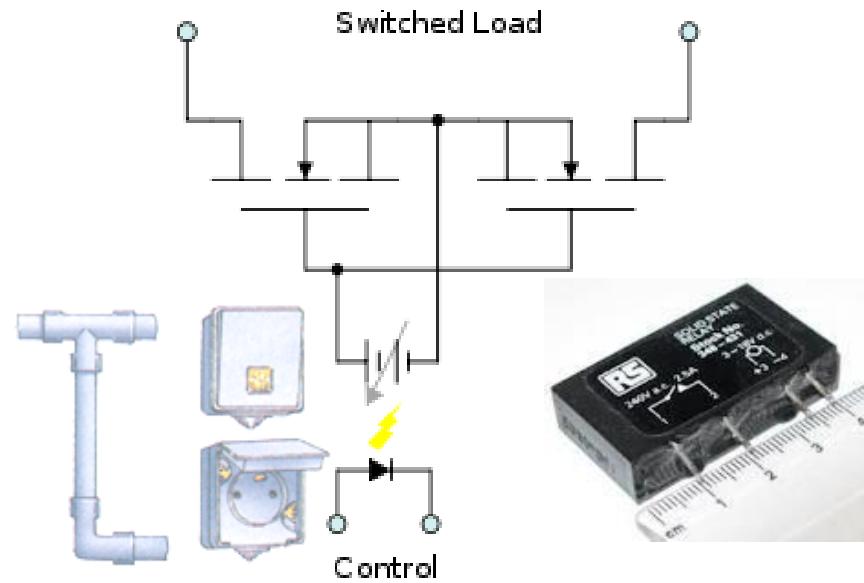


# Aparelhagem eléctrica

## Relés de comando

- Rele de Estado Sólido ou Solid State Relay (SSR)**

- No rele de estado sólido a bobina é substituída por um Led emissor de luz ,que devidamente interligados a um led recetor ótico faz conduzir uma corrente elétrica por uma pastilha de cristal semicondutora.
- Podemos ter vários tipos de elementos semicondutores como transistores, tiristores, IGBT, mosfets entre outros.



osé Saraiva

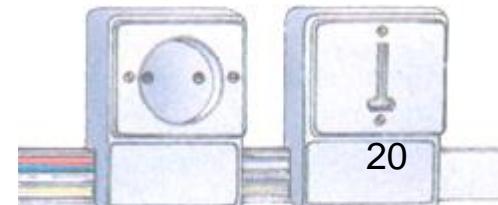




# Aparelhagem eléctrica

## Relé de proteção

- Classificação dos relés quanto à grandeza
  - Relé de Intensidade
    - Em que a grandeza actuante é uma corrente, pode ser de máxima ou de mínima e do tipo electromagnético, térmico ou magnetotérmico.
  - Relé de Tensão
    - Em que a grandeza actuante é uma tensão
      - De máxima tensão » tipo electromagnético;
      - De mínima tensão » tipo electromagnético ou de indução.
  - Relé diferencial
    - Actua quando a diferença entre dois ou mais valores da mesma grandeza excede um valor predeterminado.
  - Relé de Potência
    - Actua quando a potência ultrapassa o valor regulado, aplica-se em alternadores, motores potentes e linhas de transporte.
  - Relé de Impedância
    - Compara a corrente com a tensão no ponto da linha onde é instalado, actuando no caso de curto-círcuito a jusante.
  - Relés de Frequência
  - Relés de Velocidade
  - Relés de Temperatura
  - Relés de Pressão



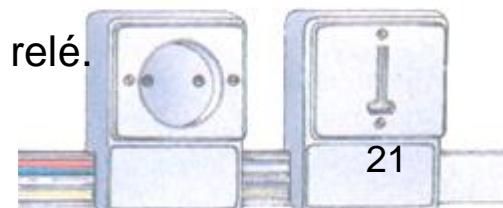


# Aparelhagem eléctrica

## Relé de protecção

- Características dos relés de protecção

- Valor Nominal (Gn)
  - Valor da grandeza actuante projectada
- Valor de Funcionamento (Gf)
  - Valor da grandeza para o qual o relé entra em acção, regulável entre Gn e um valor inferior ou superior;
    - » Se inferior – Relé de mínima;
    - » Se superior - Relé de máxima.
- Poder de Corte
  - Corrente máxima que o relé pode cortar sem destruição térmica.
- Poder de Fecho
  - Corrente máxima que o relé pode ligar sem destruição térmica.
- Consumo
  - Potência consumida pelo relé.
- Tempo de funcionamento
  - Tempo entre a excitação e a actuação do relé.
- Temporização
  - Atraso introduzido no tempo de funcionamento do relé.





# Aparelhagem eléctrica

## Relé de proteção

- Classificação dos relés quanto ao tipo de resposta:
  - Relé instantâneo
    - Com tempo de actuação muito curto (centésimos de segundos) e constante.
  - Relé de tempo independente
    - Com tempo de actuação independente do valor de grandeza actuante e regulável.
  - Relé de tempo dependente
    - Em que o tempo de actuação depende do valor da grandeza actuante:
      - De tempo inverso » Com curva tendente para valor de tempo de actuação instantâneo (curva a).
      - De tempo inverso com mínimo definido » Com curva tendente para o valor de tempo regulável (curva b).
  - Relé de característica combinada
    - Actua por tempo inverso até determinado valor e depois como instantâneo ou de tempo dependente.

