

ENCRAVAMENTOS DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS – PRINCÍPIOS BÁSICOS

(Manuel Bolotinha¹)

1. OBJECTIVOS E TIPOS DE ENCRAVAMENTOS

Para evitar a **realização de falsas manobras** nas instalações eléctricas, isto é, *manobras* que, sendo realizadas, podem originar a **destruição do equipamento** e/ou **por em risco a segurança dos trabalhadores e de toda a instalação**, ou evitar o **acesso dos trabalhadores a zonas onde existam peças acessíveis em tensão**, são utilizados **encravamentos**.

Os encravamentos podem ser *eléctricos, mecânicos ou uma combinação de ambos*.

São exemplos de *falsas manobras* a **operação de seccionadores em carga**, a **ligação à terra**, *através de um seccionador de terra*, de uma **instalação em tensão**, o **paralelo não autorizado de transformadores** (o que originará um aumento da corrente de curto-circuito da instalação, que não está preparada para tal) e o paralelo entre uma rede pública e um grupo gerador de emergência.

Cabe aqui referir que nas baterias de condensadores instaladas numa cela de rede, a *porta de acesso da rede de vedação da bateria de condensadores* dispõe de um **encravamento** que apenas permite a sua **abertura após uma temporização**, para garantir a **descarga completa dos condensadores**, com o objectivo de **garantir a segurança do operador**.

2. ENCRAVAMENTOS MECÂNICOS

Os **encravamentos mecânicos** podem ser **pré-construídos num equipamento**, como é o caso das *facas principais e as facas de terra dos seccionadores*, ou realizados com um **jogo de fechaduras e chaves** (ver Figuras 1 e 2), que ficam **prisioneiras** (impedindo assim a manobra de um outro equipamento, que requer, para a sua manobra a chave que está prisioneira num determinado equipamento) ou são **libertas** (o que permite realizar a manobra de um outro equipamento, que requer, para a sua manobra a chave que fica liberta num determinado equipamento).

Este último tipo de *encravamentos mecânicos* é estabelecido de acordo com o **estado de aberto-fechado do equipamento**, tendo em vista as manobras que é necessário realizar.

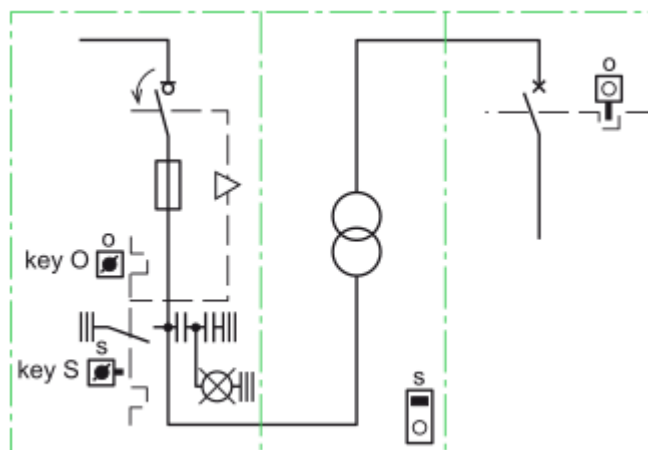


Figura 1 – Diagrama de encravamento por chaves



Figura 2 – Fechadura e chaves de encravamento

3. ENCRAVAMENTOS ELÉCTRICOS

Os **encravamentos eléctricos** utilizam-se em equipamentos com **comando eléctrico** e dependendo do tipo de sistema de *comando e controlo*, podendo ser dos seguintes tipos:

- Por “*hardware*” – realizados por meio de relés e contactos auxiliares dos equipamentos (Figura 3).

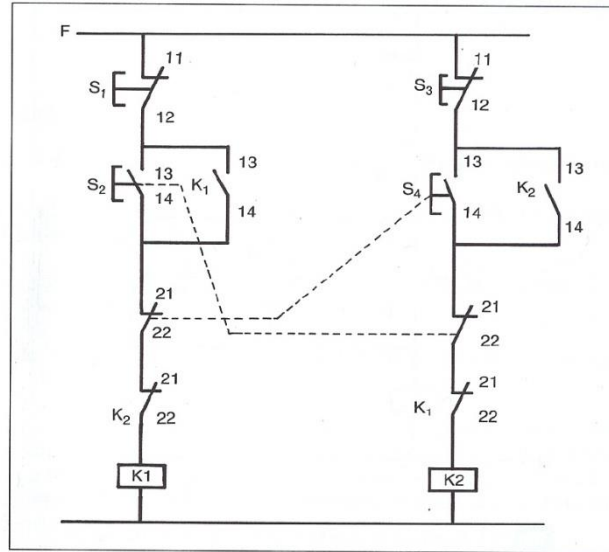


Fig. 32 – Enclavamento eléctrico entre dois contactores
(com os botões de pressão e com os contactos auxiliares dos contactores).

Figura 3 – Enclavamento eléctrico entre contactores

- Por “software” – utilizados em sistemas de comando através de PLC (*Progamable Logic Controllers*), que são parametrizados com recurso a equações de manobra, baseadas na álgebra de Boole, ou a esquemas lógicos. (Figura 4).

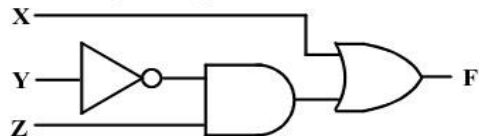
Logic Diagrams and Expressions

Truth Table			Logic Equation
X	Y	Z	$F = X + \bar{Y} \cdot Z$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Logic Equation

$$F = X + \bar{Y} Z$$

Logic Diagram



- Boolean equations, truth tables and logic diagrams describe the same function!
- Truth tables are unique, but expressions and logic diagrams are not. This gives flexibility in implementing functions.

Logic and Computer Design Fundamentals, 4e
PowerPoint® Slides
© 2008 Pearson Education, Inc.

Boolean Algebra

Figura 4 – Equação de manobra e esquema lógico

- Por uma *combinação de ambos* os tipos.

4. ENCRAVAMENTOS ELÉCTRICOS E MECÂNICOS

Nos casos em que os equipamentos permitem a execução de duas manobras que devem estar encravadas entre si, como os *seccionadores com facas de terra*, em que quer os contactos principais quer os contactos de terra têm **comando eléctrico**, as *manobras de ambos os contactos* estão **encravadas eléctrica e mecanicamente** (encravamento pré-construído).

Na Figura 5 representa-se o esquema de inversão de marcha de um motor com encravamento mecânico (EM) e eléctrico (contactos 31-32 de KM6 e KM5) dos contactores.

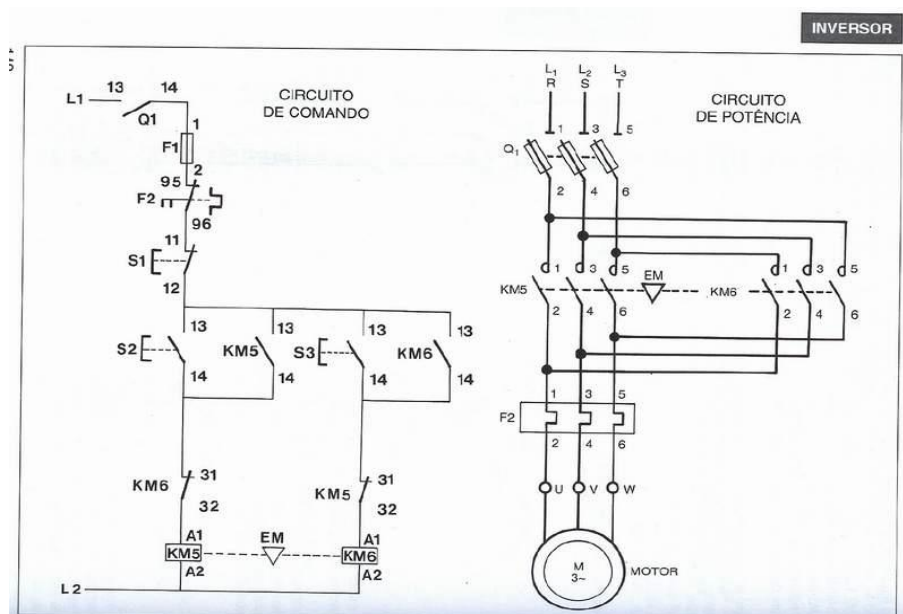


Figura 5 – Esquema de inversão do sentido de marcha de um motor com encravamento mecânico e eléctrico dos contactores

5. DESENCRAVAMENTO DAS INSTALAÇÕES

Em certas circunstâncias, dependendo dos trabalhos a realizar, alguns daqueles *encravamentos podem ser anulados*. Neste caso, **antes** de colocar a *instalação em serviço*, os referidos **encravamentos devem ser repostos**.

Os encravamentos instituídos *só podem ser anulados* por **pessoal devidamente autorizado** para o efeito:

- Encravamentos eléctricos por “hardware”: por meio de *comutadores de chave*, só acessível a pessoal autorizado.
- Encravamentos eléctricos “por software”: por meio de “*palavra chave*”, permitindo o acesso ao desencravamento apenas a pessoal autorizado.
- Encravamentos mecânicos por fechadura e chaves: por meio de uma chave mestra, só acessível a pessoal autorizado.

ⁱ Engenheiro Electrotécnico – Energia e Sistemas de Potência (IST – 1974)
Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (FCT-UNL – 2017)
Consultor em Subestações e Formador Profissional

O Autor não utiliza o Novo Acordo Ortográfico