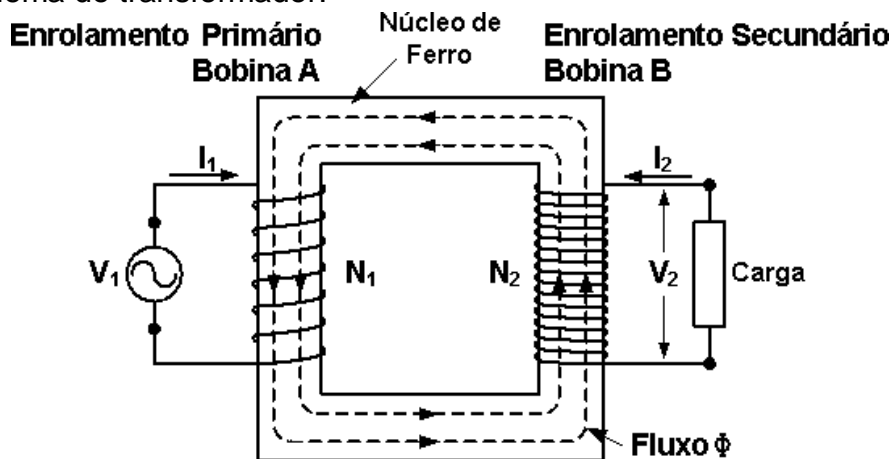
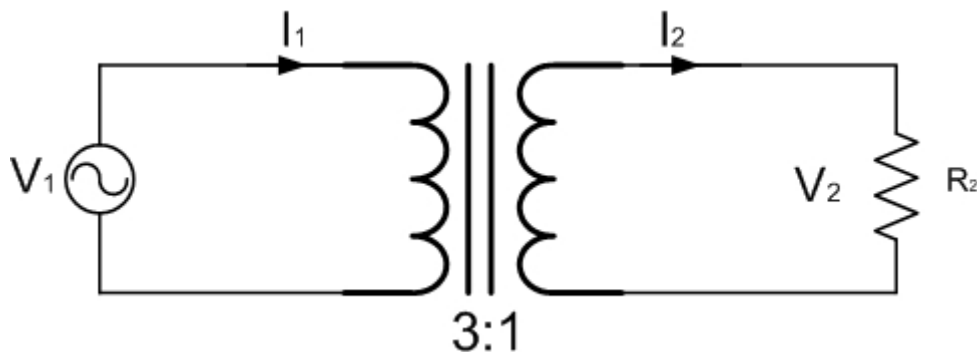


Transformadores

- A rede elétrica fornece fixos valores de tensão eficaz. Assim, o isolamento, aumento ou redução desse sinal deve ser adequado conforme diferentes projetos, e é realizada pelo transformador.
- O transformador consiste em dois enrolamentos (fios condutores em configuração de solenoide) e um núcleo ferromagnético, na prática, são dois indutores que dividem o mesmo núcleo.
- Um enrolamento é chamado de primário e recebe tensão da rede elétrica, assim, criando um campo eletromagnético cujo fluxo permeia o núcleo ferromagnético, que por sua vez, o fluxo que permeia o núcleo chega ao enrolamento secundário, assim induzindo uma tensão que produz uma corrente nele. Essa tensão pode ser de intensidade igual, maior ou menor.
- O secundário é regularmente ligado a uma carga, assim, há condução de corrente elétrica em uma carga ligada indiretamente à rede elétrica.
- Esquema do transformador:



- Abaixo temos um comparativo do transformador real com um circuito equivalente:



- Assim, algumas grandezas são relevantes para o esquema:

- V_1 : Tensão Eficaz do Enrolamento Primário (Ou também, tensão de alimentação da rede elétrica)
 - V_2 : Tensão Eficaz do Enrolamento Secundário (Ou também, tensão da carga)
 - I_1 : Corrente Eficaz do Enrolamento Primário (Ou também, corrente de alimentação da rede elétrica)
 - I_2 : Corrente Eficaz do Enrolamento Secundário (Ou também, corrente da carga)
 - N_1 : Número de Espiras do Enrolamento Primário (Ou também, espiras do indutor L1)
 - N_2 : Número de Espiras do Enrolamento Secundário (Ou também, espiras do indutor L2)
 - P_1 : Potência do Enrolamento Primário
 - P_2 : Potência do Enrolamento Secundário
- Idealmente, o rendimento η de um transformador deve ser de 100%, portanto $P_1 = P_2$.
 - Pela relação tensão-corrente do indutor se tratar de:

$$V(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

- Nota-se uma relação de proporcionalidade entre a indutância e a tensão ($V \propto L$).
- Assim como tal relação entre a indutância de um indutor relacionado às suas propriedades geométricas:

$$L = \frac{\mu N^2 S}{l}$$

- Referência boa: <http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/o-que-e-indutancia/>
- A conclusão que se tem é a de que quanto mais espiras um indutor tem, maior sua tensão, decorrente da proporcionalidade entre a indutância e a quantidade de espiras ($L \propto N$).
- Assim, $V \propto N$ e já que no transformador ocorre $P_1 = P_2$, idealmente; obtém-se as seguintes expressões:

$$\boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}} \wedge \boxed{P = V \cdot I} \rightarrow \boxed{V_1 I_1 = V_2 I_2} \vee \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}}$$

$$\boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}}$$

- Conforme a expressão acima indica, há proporção inversa da tensão em relação às correntes do transformador. Um transformador elevador ($N_1 < N_2$) tem tensão primária menor que a secundária, a consequência é uma

corrente maior na primária que na secundária. O impacto dessa tensão maior se dará no diâmetro dos condutores utilizados no enrolamento secundário, que serão de diâmetros menores que o do enrolamento primário. No caso de um transformador redutor ($N_1 > N_2$), a tensão secundária acaba sendo menor que a primária, assim como a corrente é maior que a da primária, exigindo condutores de maiores diâmetros que o enrolamento primário.

- Um transformador real apresenta perdas por 3 motivos:
 - Dispersão do Fluxo Magnético (Histerese Magnética)
 - Correntes de Foucault (Correntes parasitas no núcleo)
 - Efeito Joule (Resistência elétrica dos enrolamentos primário e secundário).
- Portanto, $\eta < 1$, assim a expressão correspondente às potências do enrolamento na verdade são:

$$P_2 = \eta \cdot P_1$$

- Bons transformadores têm rendimento acima de 90%. A unidade utilizada para potência em transformadores é o Volt-Ampère (VA) equivalente ao W para cargas resistivas. Uma observação é que as contas de corrente e tensão se tratam de valores eficazes:

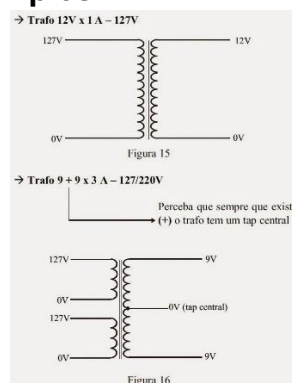
$$P = V_{rms} \cdot I_{rms}$$

- O custo de um transformador é proporcional a capacidade de corrente máxima que passa por ele.

• CONFIGURAÇÕES DE TRANSFORMADORES

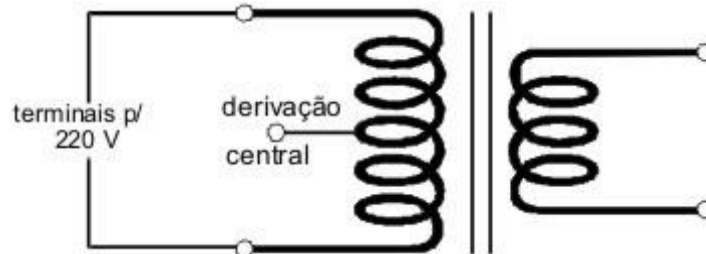
- As seguintes configurações são as mais usuais para o contexto de transformadores em fontes de alimentação
- Fonte bacana: <http://eletrotecnicaatual.blogspot.com/2015/02/transformadores-como-calculas-e.html>

○ Transformador Simples



- Correspondente ao primeiro esquema de transformador, no qual, tem valores definidos de V_1, V_2, I_2 . Sendo:
 - $V_1 = 127V$
 - $V_2 = 12V$
 - $I_2 = 600mA$

- **Transformador com Derivação no Primário**



- Aplicável para contextos de alimentação em 127V ou 220V, assim, com uma chave na primária, é possível reduzir ambos os tipos de alimentação para 12V na secundária, dependente de contextos. Essa chave na primária tem 3 polos e duas posições para serem escolhidas.
- **Transformador com Primários Independentes**
- Nesse tipo de configuração, o enrolamento primário corresponde a dois indutores, que podem produzir efeitos diferentes quando associados em série ou em paralelo.
- Em série:
 - Tensão dobrada de 127V em cada indutor para 220V no conjunto, a corrente corresponde a I .

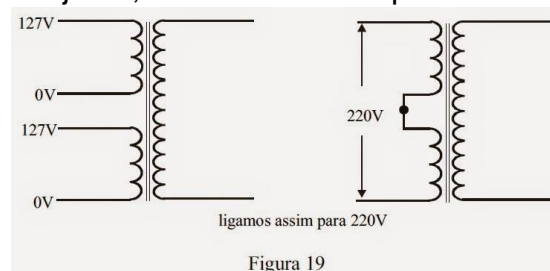


Figura 19

- Em paralelo:
 - A tensão em cada indutor é 127V e a corrente que passa por cada um deles corresponde a $I/2$.

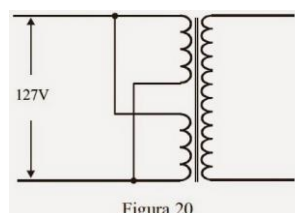


Figura 20

- Ao invés de realizar as associações de indutores manualmente, é possível utilizar uma chave H-H para fazer chaveamento de tais configurações:

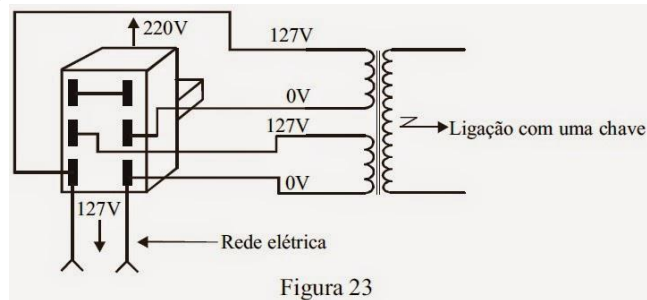


Figura 23

- **Transformador com Derivação no Secundário**

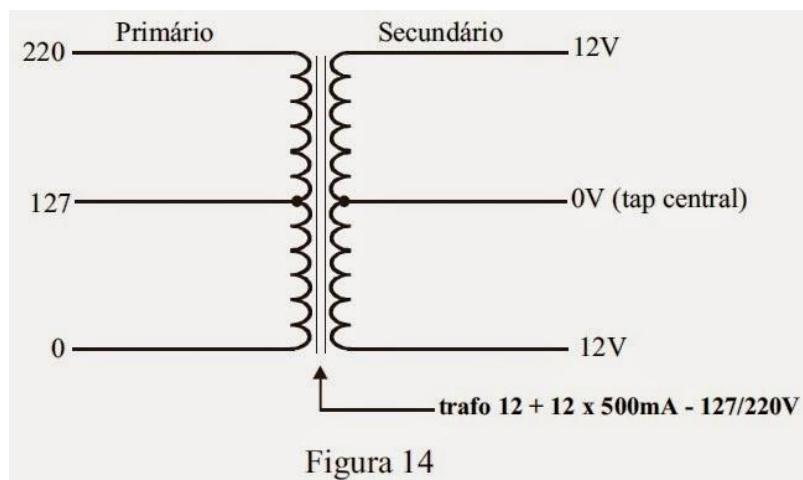


Figura 14

- Tipo de transformador utilizado para fornecer (12 + 12V) ou o próprio 24V para utilização do secundário, por meio de uma alimentação de 110V.