

EXPERIÊNCIA

09

## TRANSFORMADOR

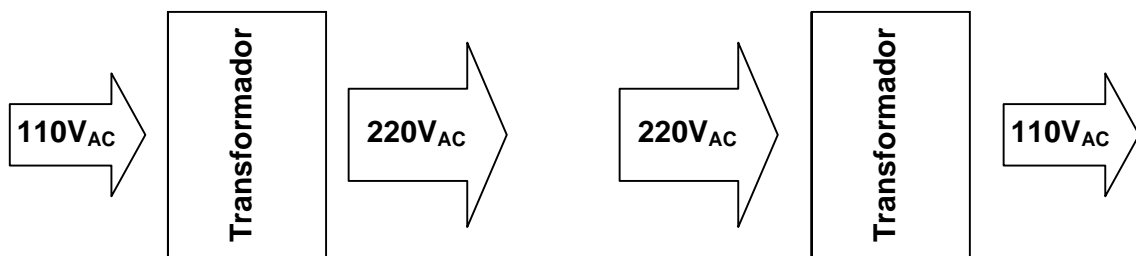
**OBJETIVOS:**

- Verificar experimentalmente, o funcionamento de um transformador;
- Conhecer as vantagens e desvantagens dos transformadores.

### CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Transformador

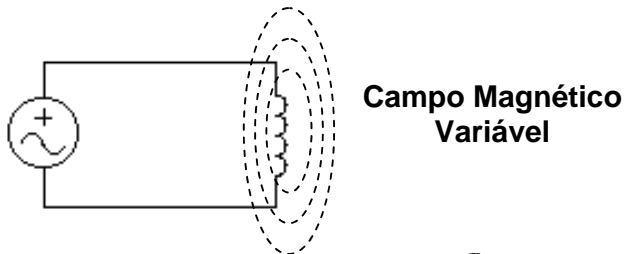
O transformador é um dispositivo que permite elevar ou rebaixar os valores de tensão ou corrente em um circuito de corrente alternada



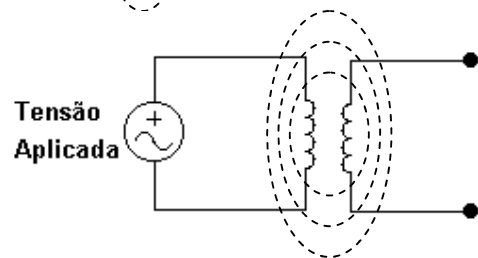
A grande maioria dos equipamentos eletrônicos emprega transformadores, seja como elevador ou rebaixador de tensões.

#### Princípio de Funcionamento

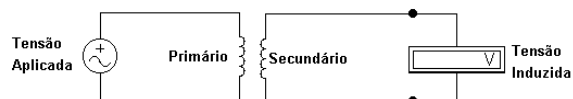
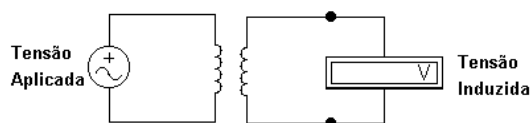
Quando uma bobina é conectada a uma fonte de corrente alternada surge um campo magnético variável ao seu redor como da figura ao lado



Aproximando-se outra bobina à primeira o campo magnético gerado na primeira bobina corta as espiras da segunda bobina conforme modelo ao lado



Como conseqüência da variação do campo magnético sobre suas espiras surge na segunda bobina uma tensão induzida conforme a figura abaixo:



A bobina na qual se aplica a tensão corrente alternada é denominada de primário do transformador e a bobina onde surge a tensão induzida é denominada de secundário do transformador veja na figura acima à direita:

É importante observar que as bobinas primária e secundária são eletricamente isoladas entre si. A transferência de uma para a outra se dá exclusivamente através das linhas de forças magnéticas.

A tensão induzida no secundário de um transformador é proporcional ao número de linhas magnéticas que corta a bobina secundária.

Por esta razão, o primário e o secundário de um transformador são montados sobre um núcleo de material ferromagnético.

O núcleo diminui a dispersão do campo magnético, fazendo com que o secundário seja cortado pelo número de linhas magnéticas possível, obtendo uma melhor transferência de energia entre primário e secundário.

Com a inclusão do núcleo o aproveitamento do fluxo magnético gerado no primário é maior. Entretanto, surge um inconveniente: o ferro maciço sofre grande aquecimento com a passagem do fluxo magnético. Para diminuir este aquecimento utiliza-se ferro silicoso laminado para a construção do núcleo.

Com a laminação do ferro se reduzem as “correntes parasitas” responsáveis pelo aquecimento do núcleo.

A laminação não elimina o aquecimento, mas reduz sensivelmente em relação ao ferro maciço.

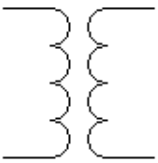
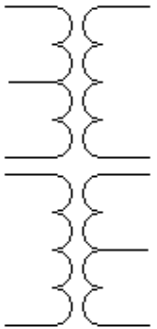
### **Tipos de transformadores de acordo com as bobinas**

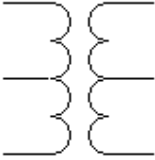
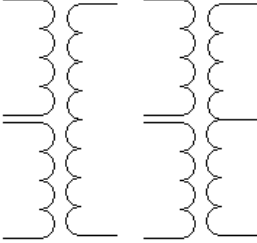
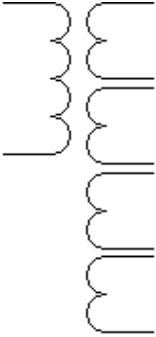
Os transformadores como já visto anteriormente é formado por duas bobinas de fio esmaltado. De acordo como esta bobina é enrolada no núcleo do transformador estabelece qual o tipo de transformadores de acordo com suas bobinas, pois são as bobinas que vão determinar quais tensões possuirá este transformador.

Vejamos a tabela a seguir com os tipos mais comuns de transformadores com suas configurações de bobinas.

#### **Observação**

Como exemplo, vamos utilizar a tensão da rede elétrica para melhor exemplificar os tipos.

| <b>Símbolo</b>  | <b>Descrição</b>   |
|---|--|
|  | <b>Transformador – primário e secundário simples</b><br>Este tipo de transformador só trabalha com uma única tensão<br>Exemplo: 110V por 12, 220V por 6V.  |
|  | <b>Transformador – primário com derivação e secundário simples ou vice e versa</b><br>Este tipo de transformador na sua construção, na metade do número de espiras de uma das bobinas é retirado uma derivação onde divide a bobina em duas fazendo com que o transformador possa ter duas tensões diferentes neste caso o primário ou vice e versa.<br>Exemplo: 110V/220V por 12. |

|  |   |
|--|---|
|   | <p><b>Transformador – primário e secundário com derivação central</b><br/> Este tipo de transformador na sua construção, na metade do numero de espiras das duas bobinas é retirado uma derivação onde divide as bobinas em duas fazendo com que o transformador possa ter duas tensões diferentes tanto no primário como no secundário.<br/> Exemplo: 110V/220V por 12+12, 110/220V por 15+15.</p>                   |
|   | <p><b>Transformador – primário duplo e secundário simples ou com derivação</b><br/> Este tipo de transformador tem no primário duas bobinas enroladas isoladamente para receber a tensão do primário, quando queremos permitir uma maior tensão no primário pode-se associar as duas bobinas transformando-as em uma única bobina para receber uma tensão maior.<br/> Exemplo: 110V / 110V por 12+12</p>              |
|  | <p><b>Transformador – primário simples e secundário múltiplo</b><br/> Este tipo de transformador possui no secundário varias bobinas enroladas com vários números de espiras diferentes, cuja finalidade é fornecer diferentes tipos de tensão no mesmo. Muito utilizado no flyback dos televisores para fornecer as diversas tensões necessárias para alimentação da mesma.<br/> Exemplo 110V por 6V – 12V – 15V</p> |

### Relação de Transformação

A aplicação de uma tensão CA ao primário de um transformador resulta no aparecimento de uma tensão induzida no seu secundário. Aumentando-se a tensão aplicada ao primário, a tensão induzida no secundário aumenta na mesma proporção. A relação entre as tensões no primário e secundário depende fundamentalmente da relação entre o número de espiras no primário e secundário.

Exemplo:

Num transformador com primário de 100 espiras e secundário de 200 espiras a tensão do secundário será sempre o dobro da tensão no primário.

A relação de transformação tem a seguinte expressão:

$$A = \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

Através da relação de transformação podemos conhecer os três tipos de transformadores existentes

### Transformador Elevador

Denomina-se transformador elevador todo transformador com uma relação de transformação maior que 1 ( $N_s > N_p$ ), isto ocorre devido o número de espiras do secundário ser maior que a do primário, obviamente a tensão no secundário será maior que a do primário.

Este transformador é muito utilizado nas usinas de energia, poste de iluminação pública, etc.

### Transformador Rebaixador

Denomina-se transformador elevador todo transformador com uma relação de transformação menor que 1 ( $N_S < N_P$ ), isto ocorre devido ao fato que o número de espiras do secundário é menor que a do primário, que obviamente a tensão no secundário será menor que a do primário.

Os transformadores rebaixadores são os mais utilizados na eletrônica, para rebaixar a tensão das redes elétricas domiciliares.

### Transformador Isolador

Denomina-se transformador elevador todo transformador com uma relação de transformação igual à 1 ( $N_S = N_P$ ), isto ocorre devido ao fato que o número de espiras do secundário ser igual a do primário, que obviamente a tensão no secundário será igual a do primário.

Este tipo de transformador é utilizado para isolar eletricamente um aparelho da rede elétrica. Os transformadores isoladores são muito utilizados em laboratórios de eletrônica para que a tensão presente nas bancadas seja eletricamente isolada da rede.

Veja a seguir a representação esquemática desses três tipos de transformadores.

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <b>Transformador Elevador</b>   | <b>Transformador Rebaixador</b>   | <b>Transformador Isolador</b>   |

### Especificando um transformador

A especificação técnica de um transformador em que o secundário tenha derivação central deve ser feita da seguinte forma:

| <b>Transformador</b>        |  |                        |
|-----------------------------|--|------------------------|
| <b>110/220V</b>             | <b>12+12</b>   | <b>1A</b>              |
| Características do Primário | Indica a tensão do secundário de 24V com derivação central (12V entre a derivação e cada extremo). | Corrente do Secundário |

### Fusível

Dispositivo de proteção que cuja função é romper-se caso a corrente absorvida pela rede se eleve, devido a alguma anormalidade.

O fusível é dimensionado para um valor de corrente um pouco superior a corrente necessária para o primário do transformador esse valor é de 15% do valor de corrente real calculada, isso é feito para que o fusível não seja rompido por qualquer variação de corrente provocada pelas variações da rede elétrica.

### Chave HH

É uma chave que tem como característica visual de uma letra H e é bastante utilizada em aparelhos eletrônicos como seletor de voltagem.

### Ligação de transformadores em 110 e 220V

Os aparelhos eletrônicos modernos são fabricados de tal forma que podem ser usados tanto em redes de 110V quanto de 220V. Isso é possível através da seleção feita por meio de uma chave situada na parte posterior do aparelho.

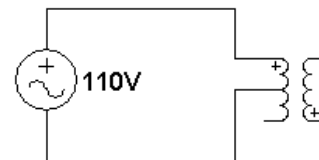
Na maioria dos casos, essa chave é ligada ao primário do transformador onde esta chave é preparada para receber 110 ou 220V da rede elétrica e fornece o mesmo valor de tensão ao secundário.

Existem dois tipos de transformadores para conectar a chave seletora de tensão, eles são:

- Transformadores 110/220V com primário de três fios;
- Transformadores 110/220V com primário de quatro fios.

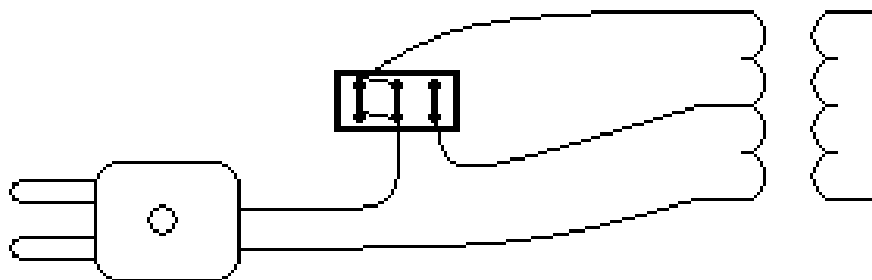
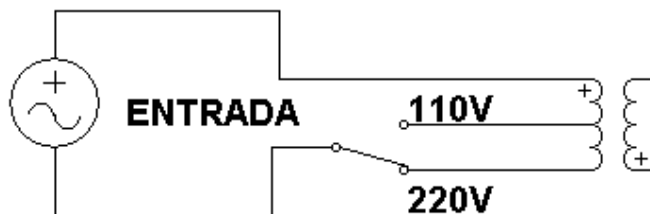
### Ligação da chave seletora para transformador com primário de três fios

O primário do transformador a três fios é constituído por uma bobina de 220V com derivação central. Através desta derivação que é possível realizar o chaveamento onde se pode utilizar somente uma metade da bobina do primário e com isso poder alimenta-la na metade de sua capacidade, ou seja, na tensão de 110V. Conforme a figura ao lado.

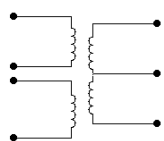


Veja na figura a seguir a representação esquemática desta ligação.

A chave usada para seleção 110/220V é normalmente deslizante, de duas posições e dois pólos. É também conhecida como HH. Quando esse tipo de chave é usado, a ligação do transformador fica de acordo com a figura a seguir.



Normalmente as duas seções da chave são utilizadas em paralelo.



### Ligação da chave seletora para transformador com primário de quatro fios

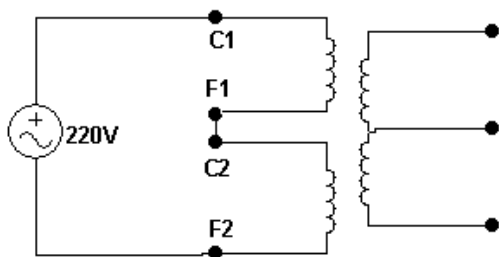
Este tipo de transformador tem duas bobinas para 110V, isoladas eletricamente entre si.

### Ligação em 220V

Em um transformador para entrada 110/220V com o primário a quatro fios, a ligação para o 220V é feita colocando as bobinas do primário em série, observando a identificação dos fios, ou seja,  $C_1$  para a rede,  $C_2$  e  $F_1$  em ponte e  $F_2$  para a rede.

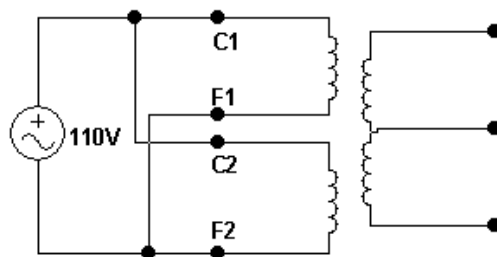
### Ligação em 110V

Em um transformador para entrada 110/220V com primário a quatro fios, a ligação para 110V é feita colocando as duas bobinas primárias em paralelo respeitando a identificação dos fios, ou seja,  $C_1$  em ponte com  $C_2$  na rede,  $F_1$  em ponte com  $F_2$  na rede.

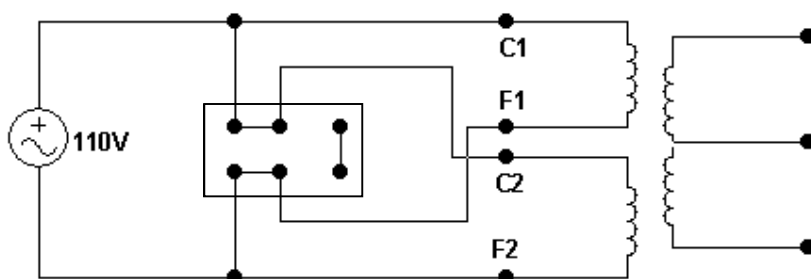


**Ligação em 220V**

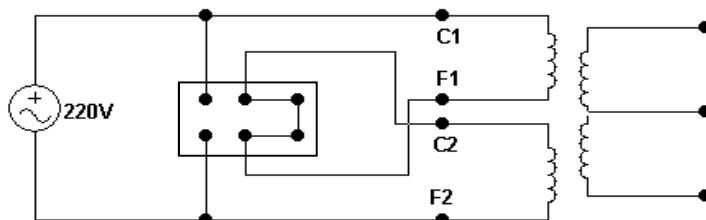
Quando a chave HH é instalada e ligada na posição 110V, os terminais C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> são conectados em paralelo às redes.



**Ligação em 110V**



Quando a chave HH é posicionada em 220V, os terminais C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, ficam conectados à rede pela chave.

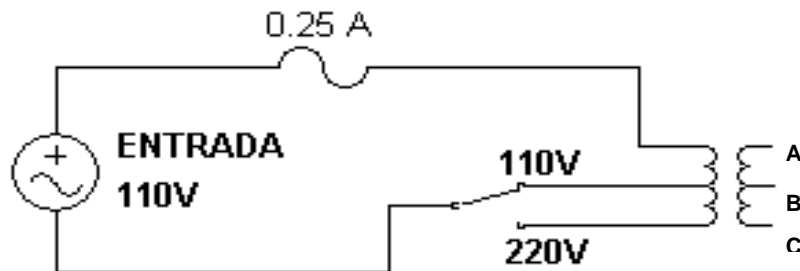


## EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

| Qtde. | Descrição     | Especificação                   |
|-------|---------------|---------------------------------|
| 1     | Osciloscópio  | Kikusui / Kenwood 40 MHz        |
| 1     | Multímetro    | Analógico                       |
| 1     | Transformador | 110/220V 12 + 12V 1A ou 6+6V 1A |
| 1     | Fusível       | 0,25A                           |
| 1     | Chave HH      | Seletora de voltagem            |

# CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – Observar o kit do transformador montado em sua bancada.



CPMA2 – Calcular a relação de transformação do transformador usando o método abaixo:

Então podemos dizer que para 1V alternado aplicado no primário teremos \_\_\_\_\_V no secundário do transformador.

$$A = \frac{V_s}{V_p} \quad A = \frac{I_p}{I_s} \quad A = \frac{V_s \times I_s}{V_p \times I_p}$$

CPMA3 – Calcular agora o fusível de proteção do primário usando a relação entre tensão e corrente do transformador utilizado no experimento e anotar na tabela abaixo:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} \quad I_p = \frac{V_s \times I_s}{V_p} \quad I_p = \frac{V_s \times I_s}{V_p}$$

CPMA4 – Posicionar a chave em 220V e medir com o multímetro a tensão nos pontos AC

| Trecho | Tensão medida |
|--------|---------------|
| AC     |               |

CPMA5 – Posicionar a chave em 110V

CPMA6 – Com o multímetro medir as tensões nos pontos AB, BC e AC no secundário do transformador.

| Trecho | Tensão medida |
|--------|---------------|
| AB     |               |
| BC     |               |
| AC     |               |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

CPMA7 – Com o osciloscópio medir a tensão e o período nos pontos AB e AC e anotar na tabela abaixo e desenhar a forma de onda obtida no quadro ao lado

| Trecho | Tensão medida | Período |
|--------|---------------|---------|
| AB     |               |         |
| BC     |               |         |
| AC     |               |         |

CPMA8 – Pelas medidas realizadas no transformador utilizado nesta experiência podemos concluir que o mesmo é um transformador \_\_\_\_\_. Completar a frase com a alternativa correta:

Rebaixador       Elevador