

## 3.2 - Variando a tensão - transformadores

Quando se precisa de uma voltagem menor ou maior que a da rede, quase sempre se utiliza um transformador. Um transformador é um dispositivo que é capaz de transformar uma tensão alternada de entrada em uma tensão alternada maior ou menor na saída. Transformadores não trabalham com correntes contínuas. O transformador básico, ilustrado na figura 3.15, consiste de dois enrolamentos feitos de fio de cobre esmaltado que partilham um núcleo de ferro laminado comum. O enrolamento de entrada é chamada "primário" e o de saída é chamado "secundário".

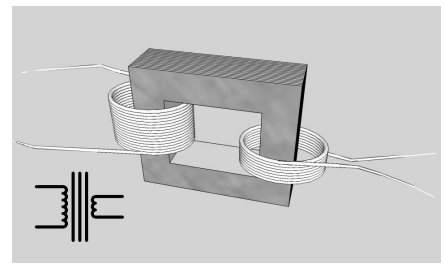


Figura 3.15

Os transformadores comuns possuem uma configuração do núcleo e dos enrolamentos como a indicada na figura 3.16. Normalmente estes núcleos são compostos de chapas de ferro laminado com o formato de um "E" e de um "I", sendo chamados núcleos E-I.

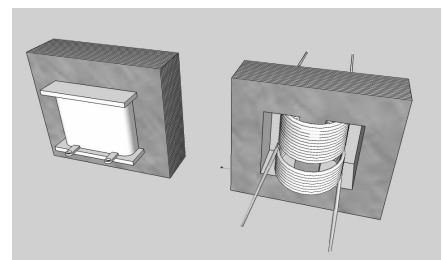


Figura 3.16

A maioria dos transformadores encontrados no mercado brasileiro possui mais de um enrolamento no primário. Nesta configuração, são conhecidos como bi-volt. Isto se deve ao fato do país utilizar regularmente duas tensões, 127 e 220 volts. Conforme a ligação destes enrolamentos, o transformador pode receber em seu primário qualquer destas tensões, fornecendo sempre as mesmas características elétricas no secundário. A figura 3.17 mostra dois transformadores, um com dois enrolamentos no primário, usando fios como ligação, e outro com uma tomada central neste enrolamento, usando contatos para solda. Observe que o uso de fios ou contatos é meramente ilustrativo e não tem relação com o tipo de enrolamento. O esquema para estes transformadores seria o mostrado na figura 3.18:

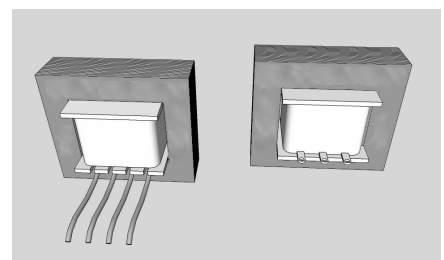


Figura 3.17

Para uma ligação em 127 volts dos transformadores com dois enrolamentos, utiliza-se apenas um deles ou associa-se os dois enrolamentos primários em paralelo. Para a ligação em 127 volts de um transformador com tomada central, faz-se a ligação do primário entre esta tomada central e um dos dois outros terminais, conforme indicado na figura 3.19

Para a ligação em 220 volts, os dois enrolamentos primários são colocados em série ou, no caso daqueles com tomada central, liga-se a rede nas extremidades dos enrolamentos.

Os transformadores podem ter ainda uma tomada central no secundário que, na maioria das aplicações, fica sendo o terra, enquanto cada braço do enrolamento fornece metade da tensão total. Assim, um transformador com saída de 12 volts e tomada central passa a ser chamado de 6+6 volts.

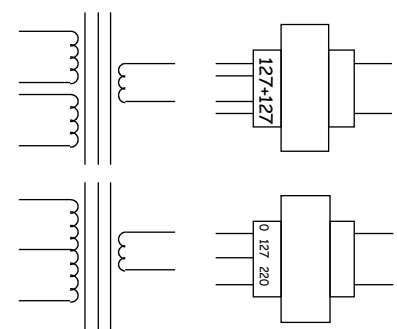


Figura 3.18 – Esquema de um transformador com dois enrolamentos primários e de um transformador com tomada central neste enrolamento.

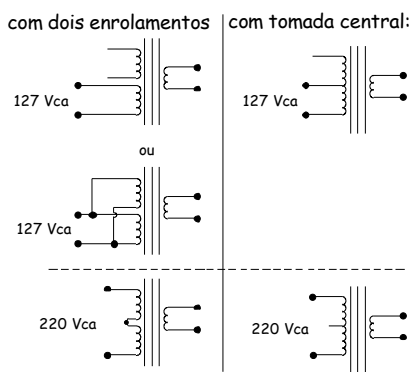


Figura 3.19 – Tipos de ligações em transformadores bi-volt.

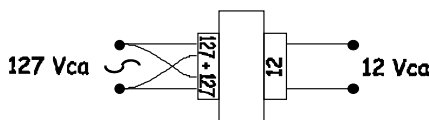


Figura 3.20

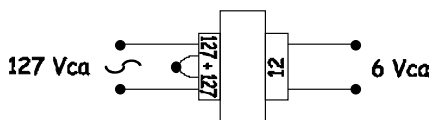


Figura 3.21

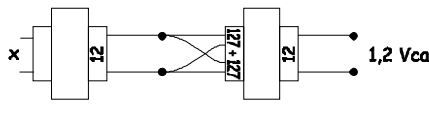


Figura 3.22

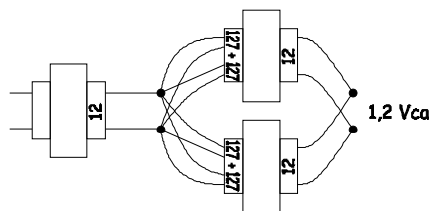


Figura 3.23

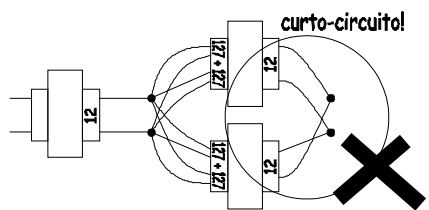


Figura 3.24

Um tipo de transformador bastante comum, encontrado em lojas de material de construção, é o feito para lâmpadas dicróicas de 12 volts. Estes transformadores têm preços razoáveis por serem produzidos em larga escala e são capazes de fornecer 12 Vca com uma corrente de trabalho proporcional à potência da lâmpada para a qual são projetados. O modelo mais comum, de 50 watts, tem uma corrente de trabalho de 4,16A (50W/12V).

Estes transformadores têm sido substituídos por pequenos circuitos eletrônicos (fontes chaveadas) que possuem características especiais que serão vistas mais adiante. Estes "transformadores" eletrônicos não funcionam nas associações que serão vistas a seguir.

### Associação de transformadores

Nem sempre é possível encontrar um transformador com as características que desejamos. Outras vezes este transformador custa mais do que o nosso orçamento permite comprar. Nestes casos, a associação de transformadores pode ser uma solução. Apresentaremos a seguir algumas associações feitas com transformadores para lâmpada dicróica bi-volt, comprados no comércio de materiais de construção. Inicialmente devemos observar que estes transformadores são iguais entre si, e isto é muito importante para evitar consumos exagerados e sobreaquecimento. Observe-se ainda que os valores mostrados não são teóricos, são os obtidos de fato com produtos comerciais.

A figura 3.20 mostra a ligação básica para uma rede de 127 volts. Os dois enrolamentos primários estão em paralelo e temos na saída os 12 volts esperados.

A figura 3.21 mostra a ligação dos enrolamentos primários em série, como se a rede fosse de 220 volts, mas ligados na rede de 127V. Se obtém no secundário 6 volts. Tanto neste caso como no anterior, a corrente de curto-circuito no secundário é muito alta e danifica o transformador em pouco tempo.

Ligando a saída de 12 volts de um transformador na entrada de 127 volts de outro, como mostra a figura 3.22, se obtém 1,2 volts. Neste caso, a corrente de curto-circuito é cerca de 3 ampères e não ocorre dano ao transformador mesmo se a ligação for prolongada.

No circuito anterior, associando os dois transformadores em paralelo na saída, como mostra a figura 3.23, a voltagem obtida continua 1,2 volts, mas é possível obter cerca de 6 ampères.

É preciso cuidado para que a saída e a entrada estejam realmente em paralelo. Se os fios de saída de um dos transformadores forem invertidos, como na figura 3.24, as saídas estarão em fases opostas e o resultado será um curto-circuito. O mesmo ocorreria se invertêssemos os fios de entrada

de um dos dois transformadores “secundários”. Entretanto, se invertêssemos um fio na entrada e um na saída, as fases seriam invertidas duas vezes e o circuito funcionaria normalmente.

No circuito da figura 3.25, onde as saídas foram ligadas em série, é possível obter 24 volts. A entrada foi representada em detalhe apenas para mostrar que aqui também é necessário ligar os fios coerentemente de modo a manter a fase correta.

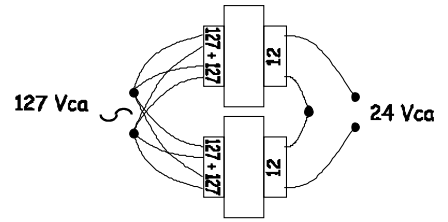


Figura 3.25

## Transformadores de fornos de micro-ondas (TMO)

Com a popularização dos fornos de micro-ondas, é comum encontrar aparelhos quebrados jogados no lixo. Dentro de cada micro-ondas, existem vários componentes bastante úteis, entre eles o TMO ou MOT (Microwave Oven Transformer). Este transformador fornece aproximadamente 2 kilovolts para a válvula magnetron, que cria as micro-ondas.

Trata-se de um componente extremamente perigoso quando utilizado para produzir altas tensões. O uso proposto aqui pressupõe a retirada do enrolamento secundário, reduzindo o risco de choque àquele das tensões usuais da rede, que não deve ser menosprezado mas é de conhecimento geral.

Estes transformadores são compostos por um núcleo de ferro laminado, um enrolamento primário, feito com fio mais grosso, e um enrolamento secundário, feito com fio mais fino, um enrolamento pequeno para o filamento da válvula magnetron, composto geralmente de apenas algumas voltas de fio, e dois shunts magnéticos. Os shunts magnéticos são barras de ferro laminado que fazem um curto-circuito magnético no núcleo, visando atingir as características elétricas necessárias ao bom funcionamento do forno.

Para obter altas correntes usando um TMO, retira-se o enrolamento secundário (de fio fino) com uma serra para metais ou um formão. Não é impossível retirar o enrolamento secundário sem danificá-lo, mas isto apresenta dificuldades que fazem com que o trabalho dificilmente seja compensatório. Retira-se também o enrolamento do filamento.

Os shunts magnéticos limitam a corrente no secundário e devem ser retirados para se obter a máxima amperagem. Entretanto, se for interessante para o projeto que a corrente no secundário tenha alguma limitação adicional, os shunts podem ser deixados como estão.

Fazer um enrolamento secundário com fio muito grosso apresenta diversas dificuldades práticas. É difícil de encontrar e tem um custo proporcionalmente alto. A sugestão é usar três



### 6 razões para não usar um TMO como fonte de alta tensão:

- 1- a alta tensão é fornecida ao magnetron com cerca de 1000W de potência, mais do que suficiente para causar uma parada cardíaca com facilidade;
- 2- a potência é ainda maior em caso de curto circuito ou formação de arco, pois não existe uma limitação à corrente;
- 3- a tensão é alta o suficiente para saltar pequenos espaços ou encontrar caminhos condutivos (p.ex: umidade) nos isolantes comuns, abrindo um arco elétrico inesperado e perigoso;
- 4- não tem mais isolamento do que o necessário para trabalhar nas condições protegidas do interior do aparelho;
- 5- costuma ter o próprio núcleo de ferro ligado à um dos terminais do enrolamento de alta tensão; e
- 6- Os TMOs são projetados para trabalhar sob condições muito específicas, com uma carga de características conhecidas e constantes: a válvula magnetron. É preciso um conhecimento técnico profundo para prever como o TMO vai se comportar em condições diferentes.

fiões de cabo de 6mm<sup>2</sup>. Estes são enrolados lado a lado no núcleo do transformador e seus terminais são ligados à carga em paralelo.

**AVISO:**

Este texto é uma leitura proporcionada por [www.centelhas.com.br](http://www.centelhas.com.br). Seu conteúdo, assim como todo o conteúdo do site, é propriedade intelectual do autor e não pode ser copiado ou modificado sem sua autorização. Não é autorizado o uso comercial deste trabalho. Entretanto, é permitido o download e a distribuição deste arquivo sem modificações para uso pessoal.

Nem o autor nem os administradores do site assumem qualquer responsabilidade sobre o uso das informações deste texto. Muitos procedimentos aqui descritos são potencialmente perigosos. A execução de qualquer destes procedimentos não deve ser tentada por quem não tem o conhecimento e a habilidade necessária. Este texto é um trabalho em desenvolvimento e pode conter erros e lacunas. Verifique no site a existência de versões mais atualizadas.