

## **Transformadores**

O campo magnético pode induzir uma tensão noutro indutor, se este for enrolado sobre uma mesma forma ou núcleo. Pela Lei de Faraday, a tensão induzida será proporcional à velocidade de variação do fluxo, e ao número de espiras deste indutor.

$$E_2 = N_2 \, df/dt$$

Aplicando aos dois enrolamentos, a lei permite deduzir a relação básica do transformador.

$$E_1/E_2 = N_1/N_2$$

A relação de correntes é oposta à de tensões.

$$I_1/I_2 = N_2/N_1$$

O índice um se refere ao indutor ao qual se aplica tensão, o *primário*, e dois, àquele que sofre indução, o *secundário*.

O transformador é um *conversor de energia elétrica*, de alta eficiência (podendo ultrapassar 99%), que altera tensões e correntes, e isola circuitos.

### **Perdas**

Além das perdas no cobre dos enrolamentos (devidas à resistência), os transformadores e bobinas apresentam perdas magnéticas no núcleo.

*Histerese*: Os materiais ferromagnéticos são passíveis de magnetização, através do realinhamento dos domínios, o que ocorre ao se aplicar um campo (como o gerado por um indutor ou o primário do transformador). Este processo consome energia, e ao se aplicar um campo variável, o material tenta acompanhar este, sofrendo sucessivas imantações num sentido e noutro, se aquecendo. Ao se interromper o campo, o material geralmente mantém uma magnetização, chamada *campo remanente*.

*Perdas por correntes parasitas ou de Foucault*: São devidas à condutividade do núcleo, que forma, no caminho fechado do núcleo, uma espira em curto, que consome energia do campo. Para minimizá-las, usam-se materiais de baixa condutividade, como a ferrite e chapas de aço-silício, isoladas uma das outras por verniz. Em vários casos, onde não se requer grandes indutâncias, o núcleo contém um *entreferro*, uma separação ou abertura no caminho do núcleo, que elimina esta perda.

### **Tipos de transformadores:**

- **Transformador de alimentação:**

É usado em fontes, convertendo a tensão da rede na necessária aos circuitos eletrônicos. Seu núcleo é feito com chapas de aço-silício, que tem baixas perdas, em baixas frequências, por isto é muito eficiente. Às vezes possuem blindagens, invólucros metálicos.

- **Transformador de áudio:**

Usado em aparelhos de som a válvula e certas configurações a transistor, no acoplamento entre etapas amplificadoras e saída ao auto-falante. Geralmente é semelhante ao t. de alimentação em forma e no núcleo de aço-silício, embora também se use a ferrite. Sua *resposta de frequência* dentro da faixa de áudio, 20 a 20000 Hz, não é perfeitamente plana, mesmo usando materiais de alta qualidade no núcleo, o que limita seu uso.

- [Transformador de distribuição:](#)

Encontrado nos postes e entradas de força em alta tensão (industriais), são de alta potência e projetados para ter alta eficiência (da ordem de 99%), de modo a minimizar o desperdício de energia e o calor gerado. Possui refrigeração a óleo, que circula pelo núcleo dentro de uma carapaça metálica com grande área de contato com o ar exterior. Seu núcleo também é com chapas de aço-silício, e pode ser monofásico ou trifásico (três pares de enrolamentos).

- [Transformadores de potencial:](#)

Encontra-se nas cabines de entrada de energia, fornecendo a tensão secundária de 220V, em geral, para alimentar os dispositivos de controle da cabine - *relés de mínima e máxima tensão* (que desarmam o disjuntor fora destes limites), iluminação e medição. A tensão de primário é alta, 13.8Kv ou maior. O núcleo é de chapas de aço-silício, envolvido por blindagem metálica, com terminais de alta tensão afastados por cones salientes, adaptados a ligação às cabines. Podem ser mono ou trifásicos.

- [Transformador de corrente:](#)

Usado na medição de corrente, em cabines e painéis de controle de máquinas e motores. Consiste num anel circular ou quadrado, com núcleo de chapas de aço-silício e enrolamento com poucas espiras, que se instala passando o cabo dentro do furo, este atua como o primário. A corrente é medida por um amperímetro ligado ao secundário (terminais do TC). É especificado pela relação de transformação de corrente, com a do medidor sendo padronizada em 5A, variando apenas a escala de leitura e o número de espiras do TC.

- [Transformador de RF:](#)

Empregam-se em circuitos de rádio-frequência (RF, acima de 30kHz), no acoplamento entre etapas dos circuitos de rádio e TV. Sua potência em geral é baixa, e os enrolamentos têm poucas espiras. O núcleo é de *ferrite*, material sintético composto de óxidos de ferro, níquel, zinco, cobalto e magnésio em pó, aglutinados por um plastificante. Esta se caracteriza por ter alta permeabilidade, que se mantém em altas frequências (o que não acontece com chapas de aço-silício). Costumam ter blindagem de alumínio, para dispersar interferências, inclusive de outras partes do circuito.

- [Transformadores de pulso:](#)

São usados no acoplamento, isolando o circuito de controle, de baixa tensão e potência, dos *tiristores*, chaves semicondutoras, além de isolar um tiristor de outro (vários secundários). Têm núcleo de ferrite e invólucro plástico, em geral.

## [Autotransformadores](#)

Se aplicarmos uma tensão a uma parte de um enrolamento (uma derivação), o campo induzirá uma tensão maior nos extremos do enrolamento. Este é o princípio do autotransformador.

Uma característica importante dele é o menor tamanho, para certa potência, que um transformador. Isto não se deve apenas ao uso de uma só bobina, mas ao fato da corrente de saída ser parte fornecida pelo lado alimentada, parte induzida pelo campo, o que reduz este, permitindo um núcleo menor, mais leve e mais barato. A desvantagem é não ter isolamento entre entrada e saída, limitando as aplicações.

São muito usados em *chaves de partida compensadoras*, para motores (circuitos que alimentam motores com tensão reduzida fornecida pelo autotransformador, por alguns segundos, reduzindo o pico de corrente durante a aceleração) e em *estabilizadores de tensão* (autotransformador com várias derivações - taps - , acima e abaixo do ponto de entrada, o circuito de controle seleciona uma delas como saída, elevando ou reduzindo a tensão, conforme a entrada).

Apostilas de Eletrônica e Informática  
Transformadores



Transformador com núcleo de  
chapas de aço



Transformador com núcleo  
de ferro



Auto-Transformador

**Símbolos**