

## 2.3 - Indutores

Quando uma corrente passa por um condutor, cria um campo magnético ao seu redor. Quando a corrente pára de fluir, o campo desaparece. Entretanto, tanto a criação como o colapso deste campo não são instantâneos, e a sua criação "segura" a passagem da corrente assim como seu colapso "tenta manter" o fluxo de elétrons. Este fenômeno se chama indutância, e sua unidade é o henry (H).

A analogia hidráulica de um indutor, mostrada na figura 2.3.2 mostra um tubo em que uma hélice absorve energia do fluxo de água quando sua intensidade aumenta, transferindo esta energia para um volante (campo magnético). Quando o fluxo diminui, a hélice, usando a energia estocada no volante, se opõe a esta redução, tentando manter o fluxo com sua intensidade anterior. Note que estas interações somente ocorrem quando a intensidade da corrente está variando. No modelo hidráulico, quando o fluxo é constante, a hélice gira na velocidade exata que nem se opõe nem empurra a água.

Quando se precisa intensificar estas propriedades do condutor, enrola-se o fio condutor em uma espiral (fig.2.3.3) de modo que os campos magnético se somem, intensificando o efeito de indução.

Como o campo magnético flui com mais facilidade em materiais ferromagnéticos, a proximidade destes materiais ao condutor concentra o fluxo magnético, e este pode estocar muito mais energia, aumentando a indutância. É como se o volante do nosso modelo hidráulico aumentasse de tamanho e massa. A construção usual dos indutores consiste em um fio condutor enrolado ao redor de um núcleo de material magnético (fig.2.3.4).

Os núcleos mais utilizados são os de metais ferrosos, por serem muito baratos. Podem criar um campo magnético até 50.000 vezes mais intenso do que o de um núcleo de ar. Seu maior defeito é fato de serem condutores de eletricidade, funcionando como o secundário de um transformador onde é criada uma corrente que fica girando e desperdiçando energia. São as correntes parasitas ou correntes de eddy. Para contornar parcialmente este problema, os núcleos são construídos com diversas chapas finas isoladas por um verniz (fig.2.3.5). São os chamados núcleos de "ferro laminado". O outro grande problema dos núcleos de metais ferrosos, é que a sua permeabilidade magnética depende da intensidade do campo, ou seja, depende da corrente que flui no condutor. O núcleo chega a saturar, atingindo uma permeabilidade tão baixa como a do ar.

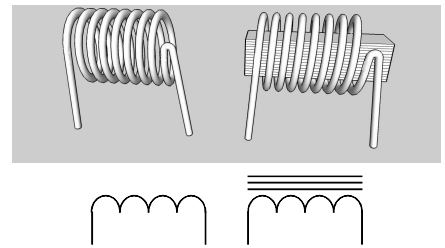


Figura 2.3.1

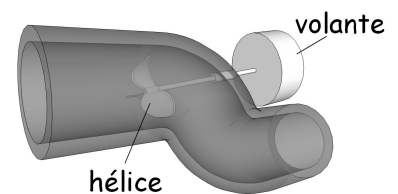


Figura 2.3.2 - Analogia hidráulica de um indutor.

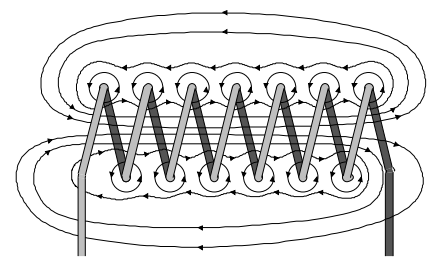


Figura 2.3.3

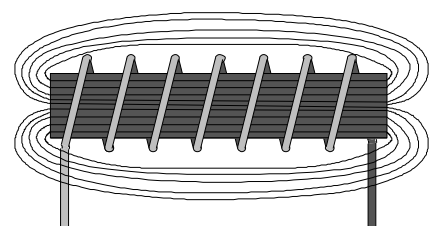


Figura 2.3.4

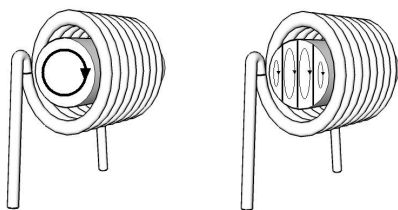


Figura 2.3.5

Para contornar os problemas dos núcleos de ferro laminado, se utiliza um outro material chamado ferrite. Trata-se de um material cerâmico que pode ser fabricado com diversas especificações e é um isolante elétrico, não sofrendo as perdas devidas às correntes parasitas. Além disso a ferrite trabalha melhor com frequências mais altas e é mais leve que os núcleos de ferro laminado. Entretanto, seu custo relativamente mais elevado faz com que não seja um substituto completo daquele material.

Quando se trabalha com frequências muito altas, é comum não se utilizar nenhum tipo de núcleo. Esta configuração é chamada "núcleo de ar". O ar não concentra o fluxo magnético como o ferro ou a ferrite, mas permite a mudança de direção deste fluxo com mais facilidade, causando menos perdas para frequências mais altas.

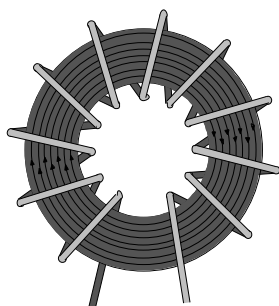


Figura 2.3.6

O formato do núcleo também é importante. O núcleo deve conduzir o fluxo magnético em um circuito fechado. Um núcleo com forma de barra é pouco eficiente, pois o fluxo magnético faz a maior parte do percurso através do ar. O núcleo com formato toroidal (fig.2.3.6) é o que apresenta melhores resultados, pois conduz o fluxo magnético em um círculo fechado sem interrupções. Os transformadores com núcleos toroidais possuem a melhor relação volume/potência, mas o enrolamento do condutor é complexo, dificultando sua montagem e encarecendo o produto final.

### Altas tensões em indutores

Indutores provocam um súbito aumento de tensão em seus terminais quando o fluxo de corrente que os percorre é interrompido. O equivalente hidráulico desse fenômeno seria o golpe-de-ariete, que arrebenta os encanamentos quando uma válvula é fechada muito rapidamente. É como se os elétrons que fluem pelo indutor tivessem uma inércia muito grande e se acumulassem no final do indutor quando se interrompe o circuito (fig.2.3.7). Por isso, é comum se colocar um diodo em paralelo com enrolamentos controlados por circuitos eletrônicos, como a bobina de um relê, por exemplo. Quando se interrompe a corrente, esta bobina provoca um pico de alta tensão que pode danificar os componentes do circuito controlador. Quando existe o diodo, entretanto, a tensão súbita é descarregada através dele sem provocar danos.

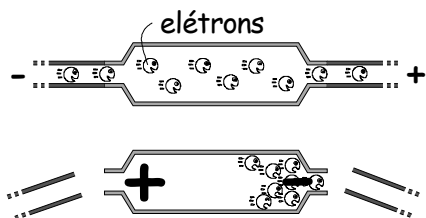


Figura 2.3.7

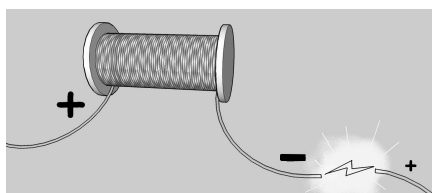
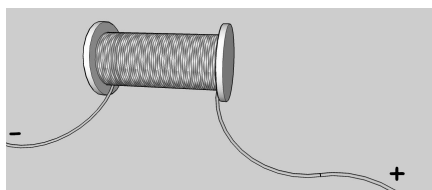


Figura 2.3.8

### Reatância indutiva

Os indutores, ao contrário dos capacitores, permitem a passagem de corrente contínua e, uma vez que se opõe a variações de corrente, oferecem dificuldade à passagem de corrente alternada proporcional à frequência. Esta resistência, se chama reatância indutiva e, assim como a reatância capacitiva, é medida em ohms, apesar de não dissipar potência. A energia estocada em

uma parte do ciclo é simplesmente devolvida ao circuito na parte seguinte. A reatância de um indutor ideal sob uma tensão alternada senoidal é dada pela fórmula:

$$\text{Reatância indutiva} = 2 \times \pi \times \text{hertz} \times \text{henry}$$

Os indutores oferecem mais resistência às frequências mais altas e menos às frequências mais baixas. Um indutor colocado em série com um alto-falante fará o som sair mais grave, mais abafado.

**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 precedimentos 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.