



## AULA 12

a cargo do  
Prof. Bêda Marques

e-mail: [bedamarq@uol.com.br](mailto:bedamarq@uol.com.br)  
site: <http://sites.uol.com.br/bedamarq>

### APRENDENDO ELETRÔNICA

Ainda estamos dentro do importante tema – OS EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE... Vimos, na Aula anterior, o estudo prático e experimental do eletro-imã (redundando na construção prática e experimental de um relê...). Já na presente Aula 12, faremos o estudo prático do TRANSFORMADOR, outro importante componente que se vale dos efeitos magnéticos da corrente...! Neste nosso cursinho - vocês sabem - procuramos aliar um mínimo necessário de Teoria e matemática, com MUITA prática e Experiências que nos ajudam a entender como funcionam os componentes utilizados na Eletrônica, nas montagens, circuitos e projetos...! Dentro dessa filosofia, vamos até construir um TRANSFORMADOR, para vermos o seu funcionamento, além de outros fundamentos essenciais sobre o tema!

**O TRANSFORMADOR - COMO FUNCIONA - SUA CONSTRUÇÃO BÁSICA - EXPERIÊNCIA: FAZENDO UM TRANSFORMADOR - PRÁTICA: UM MONTE DE INFORMAÇÕES E DETALHES SOBRE OS TIPOS MAIS COMUNS DE TRANSFORMADORES, E DICAS SOBRE SUA CORRETA UTILIZAÇÃO NOS CIRCUITOS...**

Já aprendemos os fundamentos dos EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE e vimos, na sua Teoria básica (e muita Prática) a sua utilização no ELETRO-IMÃ, inclusive construindo-o experimentalmente e aplicando-o na realização de um funcional componente: o RELÊ... Agora chegou a vez de outro importante componente que usa, para seu funcionamento, os mesmos EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE, porém com outras *intenções* práticas: o TRANSFORMADOR. Como é norma no nosso Cursinho, esta é uma Aula essencialmente prática, por isso, com pouco *papo* e muitas imagens, vamos logo ao que interessa:

- FIG. 1 - RECORDANDO O ELETRO-IMÃ - Nas Lições imediatamente anteriores, vimos que enrolando um fio sobre um núcleo de ferro e aplicando uma certa TENSÃO entre os terminais desse fio, fazendo com isso circular por ele uma CORRENTE, obtemos um CAMPO MAGNÉTICO que permanecerá enquanto a dita CORRENTE lá estiver...

Também já foi explicado que o tal CAMPO MAGNÉTICO não se **forma** instantaneamente, levando algum TEMPO para assumir sua máxima intensidade, a partir do instante em que ligamos a CORRENTE... Vimos ainda que, ao desligarmos a CORRENTE, o CAMPO MAGNÉTICO não **some** instantaneamente, mas sim **entra em colapso** segundo um TEMPO mensurável, ao fim do qual -então- desaparece...

Nesses momentos de **formação** e **colapso** do CAMPO MAGNÉTICO ocorre outro importante fenômeno eletro-magnético ao qual chamamos de **INDUÇÃO** e - através do qual - podemos **transferir** energia, além de promover a sua eventual **transformação** (daí o nome que

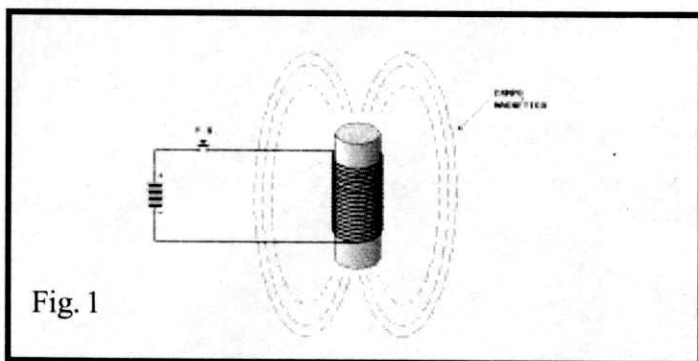


Fig. 1

damos: **TRANSFORMADOR...**

No diagrama da figura, recordamos que ao ser pressionado (fechado) o interruptor, o núcleo fica magnetizado pelo campo, assumindo a condição de um ímã, com polos Norte e Sul...

- **FIG. 2 - INDUZINDO O MAGNETISMO NUM NÚCLEO PRÓXIMO** - Se, como ilustra a figura, colocarmos junto ao nosso ELETRO-IMÃ, um **outro** núcleo de ferro (apenas para exemplificar - mas não obrigatoriamente - podendo ser igual ao que já está dentro da bobina...), tão próximo que esse segundo núcleo possa ser envolvido pelas LINHAS DE FORÇA geradas pelo ELETRO-IMÃ, tal núcleo extra também ficará magnetizado...

A intensidade desse magnetismo **induzido** vai depender basicamente da proximidade entre os dois núcleos: quanto **mais perto** estiverem um do outro, **maior** será a magnetização induzida no segundo núcleo...!

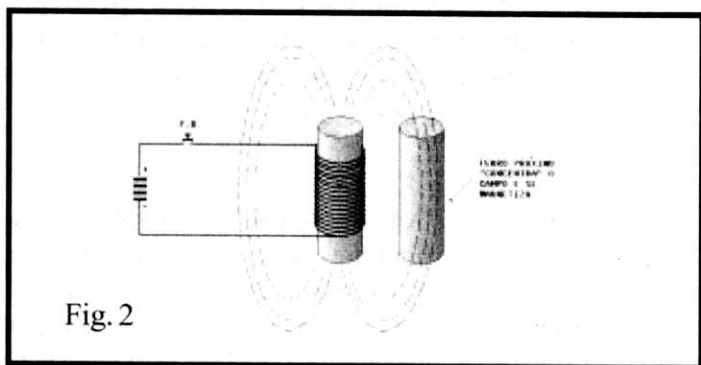


Fig. 2

- **FIG. 3 - A TRANSFERÊNCIA (E TRANSFORMAÇÃO...) DA ENERGIA ENTRE OS NÚCLEOS** - Agora é que a *coisa pega*: se, sobre o núcleo extra também enrolarmos um fio condutor (assim como fizemos sobre o núcleo principal - ELETRO-IMÃ...) e for mantida estreita proximidade entre os dois conjuntos, sempre que a CORRENTE for ligada e desligada no **E.I. 1**, o surgimento ou colapso do CAMPO MAGNÉTICO gerado INDUZIRÁ ou fará surgir no segundo enrolamento (**E.I. 2**) um pulso de CORRENTE...!

É bom, desde já, fixarmos dois aspectos **importantes**: esse fenômeno da INDUÇÃO apenas ocorre na formação e colapso do CAMPO MAGNÉTICO no enrolamento principal

**E.I. 1** (também chamado PRIMÁRIO...). Um CAMPO MAGNÉTICO estável (CORRENTE no enrolamento PRIMÁRIO ligada e fixa...) **não** consegue induzir nenhuma energia no segundo enrolamento (por isso chamado de SECUNDÁRIO...). Outra coisa: ainda que manifestando-se consistentemente nos momentos de criação e desligamento do campo, a energia que surge no SECUNDÁRIO não *chega* até ele por meios sólidos, já que não há ligação metálica ou elétrica convencional entre os dois enrolamentos...! A energia é literalmente *enviada*, à distância (ainda que curtinha, essa distância...) sem que nenhum meio físico a transporte...! Fantástico, mas REAL...! Veremos muito mais a respeito desse *negócio de enviar energia à distância*, por meios eletro-magnéticos, quando estudarmos o RÁDIO, numa futura e específica Aula...

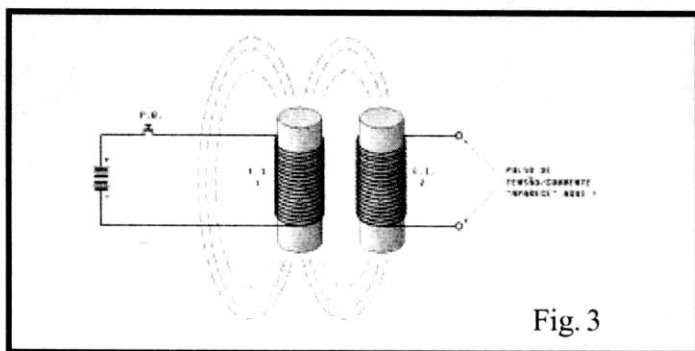


Fig. 3

- **FIG. 4 - OTIMIZANDO A TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ENTRE OS ENROLAMENTOS** - É possível melhorar ainda mais essa transferência indutiva de energia de um enrolamento para o outro se, ao invés de realizarmos cada uma das bobinas sobre um núcleo distinto (colocando-os bem próximos um do outro...), simplesmente enrolarmos das duas bobinas sobre o **mesmo** núcleo!

É fácil entender isso: já que o requisito para um bom aproveitamento é que os dois ELETRO-IMÃS estejam o **mais próximo possível** um do outro, nada mais lógico que ambos os enrolamentos compartilhem o **mesmo** núcleo, para o máximo aproveitamento das LINHAS DE FORÇA...!

Para relembrar o que já foi dito aí atrás, o enrolamento **principal**, que recebe diretamente a energia da fonte elétrica (no caso do diagrama, as pilhas...) é chamado de PRIMÁRIO,

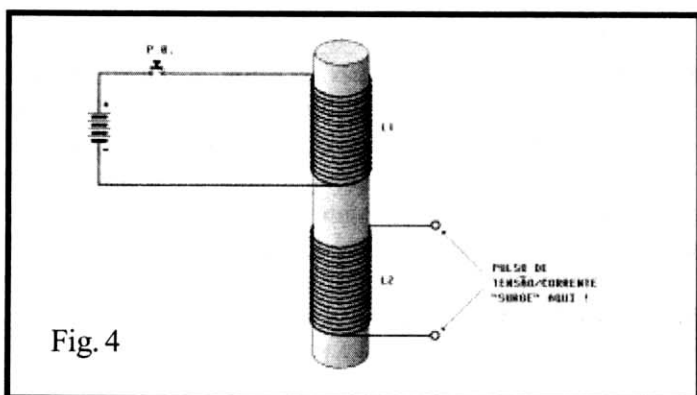


Fig. 4





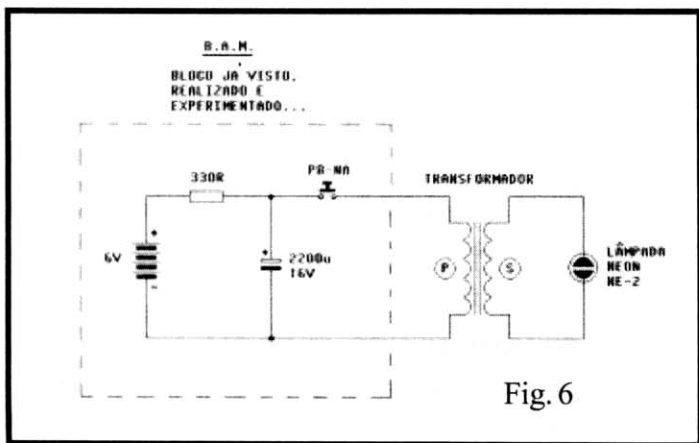


Fig. 6

- **FIG. 7-A** - Aparência e símbolo da lâmpada de Neon. Detalhes teóricos do seu princípio de funcionamento serão vistos em futura e oportuna Aula do nosso Cursinho...

- **FIG. 7-B - EXPERIMENTANDO O TRANSFORMADOR** - O diagrama mostra o *chapeado* (vista real dos componentes, conforme interligados no circuito...) e a seqüência de operações... Por enquanto, convém saber que uma lâmpada de Neon precisa de TENSÃO relativamente elevada para iluminar-se (normalmente, um mínimo de 70 volts...), requerendo, contudo, uma CORRENTE muito pequena...

Já sabemos que o B.A.M. é capaz de gerar um pulso de - no máximo - 6 volts (revejam a Aula anterior, para lembrar...). Entretanto, no arranjo da **FIG. 7-B**, ao ser premido o botão do B.A.M., a lampadinha de Neon manifesta um nítido pulso luminoso...! *A coisa* será melhor percebida numa ambiente pouco iluminado (o brilho natural da NE-2 é relativamente fraco...). Vamos analisar as razões desse fenômeno:

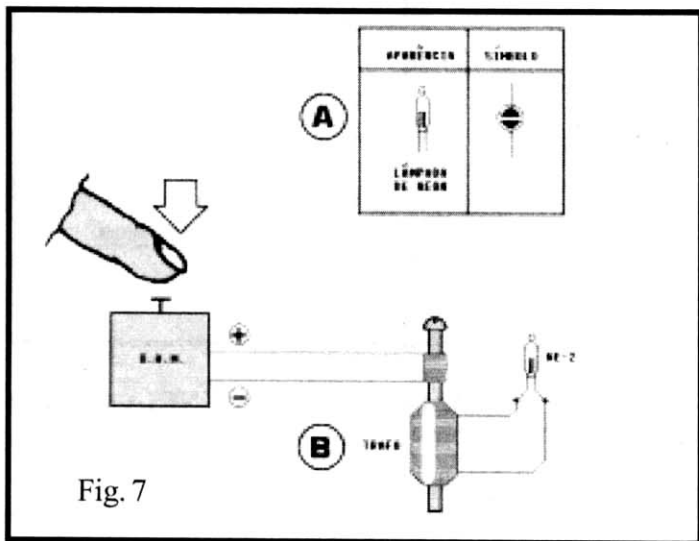


Fig. 7

O enrolamento SECUNDÁRIO do nosso trafo, com seus 8 metros de fio fino de cobre esmaltado, deve ter umas 300 voltas ou espiras (o número exato não é tão importante, no caso...), enquanto que o PRIMÁRIO agora acrescentado

tem apenas 10 voltas... Isso nos dá uma **RELAÇÃO DE ESPIRAS** de pelo menos 30 (300 dividido por 10). É exatamente este o fator pelo qual a TENSÃO aplicada ao PRIMÁRIO é **multiplicada**, quando se manifesta induzida no SECUNDÁRIO...!

Temos, assim, cerca de 180 volts (6 volts multiplicados pela **RELAÇÃO DE ESPIRAS**, que é de 30...) num breve pulso no SECUNDÁRIO, TENSÃO esta suficiente para gerar o lampejo na lâmpada de Neon...!

A EXPERIÊNCIA pode, certamente, ser repetida várias vezes (basta que o botão do B.A.M. seja premido também várias vezes, em rápida seqüência...). Só será necessária uma pequena pausa (1 segundo é suficiente...) entre cada dois acionamentos, para *dar tempo* ao capacitor interno do B.A.M. de carregar-se com a suficiente energia para cada pulso...

Um lembrete **IMPORTANTE**: é possível obter-se facilmente uma **CORRENTE** que se liga e desliga *sozinha*, para convenientemente excitar um **TRANSFORMADOR**...! Para os Alunos que ainda não perceberam o truque, trata-se da já estudada **CORRENTE ALTERNADA** (revejam as Aulas anteriores...). **CUIDADO**, entretanto! O caro Aluno **NÃO PODE E NÃO DEVE** tentar ligar o PRIMÁRIO do nosso trafinho experimental a uma tomada da parede! A RESISTÊNCIA muito baixa do enrolamento PRIMÁRIO permitiria - no caso - uma **CORRENTE ELEVADÍSSIMA**, que causaria a imediata *queima* do enrolamento (além da quase inevitável *queima* também de um fusível, lá na caixa de entrada de força do imóvel...)! Portanto, **NUNCA SE ESQUEÇAM DA IMPORTANTE LEI DE OHM**...! Pensem antes, calculem e... **NÃO FAÇAM LOUCURAS** ou ações perigosas...!



### OS MODELOS MAIS COMUNS DE TRANSFORMADORES DETALHES PRÁTICOS E DICAS TÉCNICAS...

Da mesma forma que acontece com os RELÊS (estudados na Aula anterior) também os TRANSFORMADORES são fabricados e vendidos no varejo de componentes em **muitos** modelos e parâmetros específicos, quanto às TENSÕES e CORRENTES que podem manejar, POTÊNCIAS, tipos de utilização, impedâncias dos enrolamentos e outros quesitos...

Nos diversos itens da **FIG. 8** damos uma série de informações preciosas para o iniciante e - no final - algumas dicas de enorme valia para a boa utilização dos trafos...

- **FIG. 8-A - O JEITÃO DO COMPONENTE**... - Externamente, a maioria dos trafos é muito parecida, já que os princípios mecânicos da sua construção são idênticos: dois ou mais enrolamentos de fio de cobre esmaltado sobre um carretel plástico padronizado, tudo envolvendo um núcleo metálico geralmente formado **NÃO** por um tarugo sólido, mas

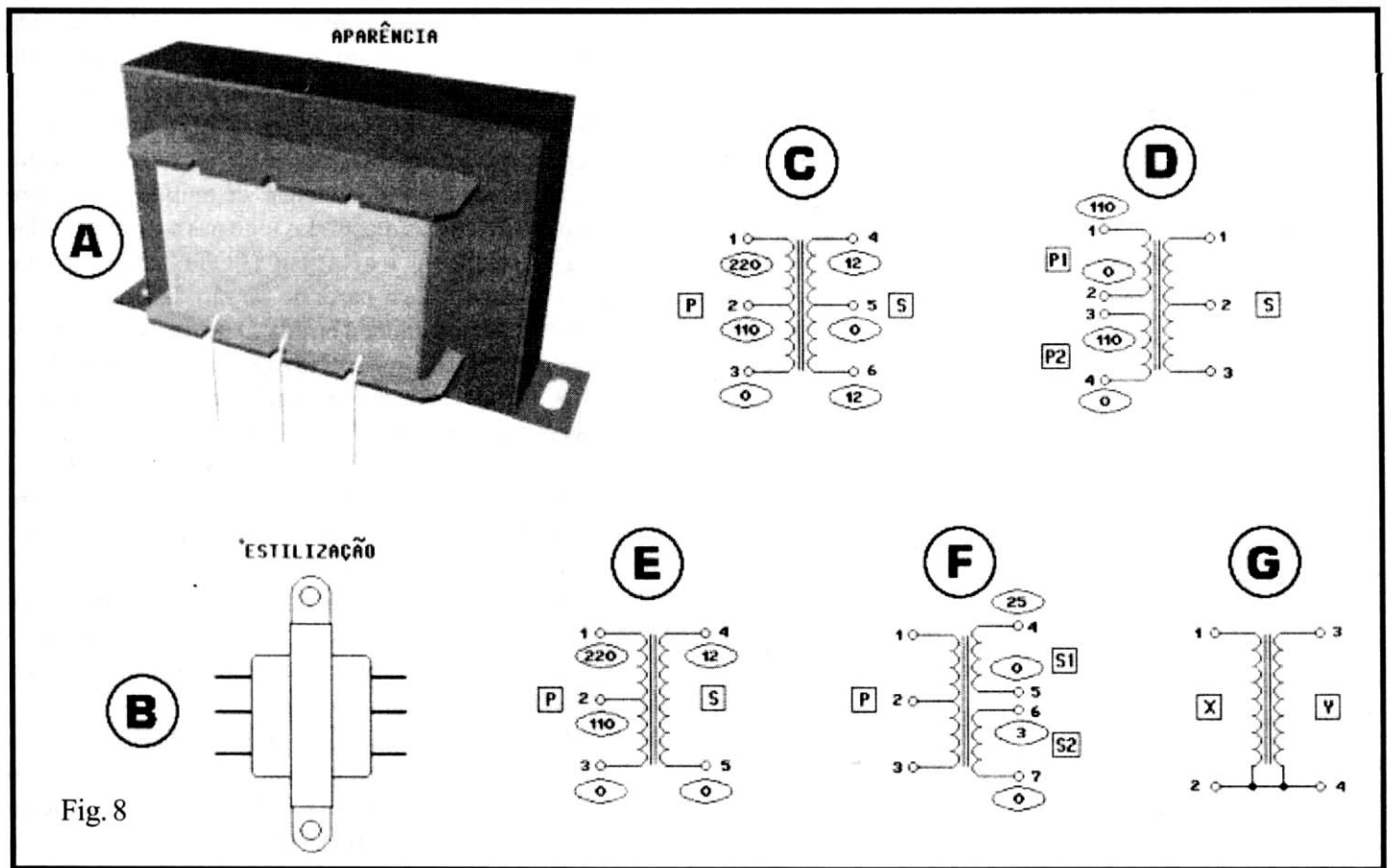


Fig. 8

sim por um conjunto ou *sanduíche* de lâminas de ferro-silício. Esse conjunto de lâminas, empilhadas ou *ensanduichadas*, costuma apresentar formatos correspondentes às letras “E” e “I” ou “F”... Quem quiser comprovar isso poderá simplesmente dismantelar um transformador velho e *queimado*, separar as lâminas do núcleo e verificar o seu formato...

- **FIG. 8-B** - Estilização do componente, conforme utilizamos nas representações gráficas, ilustrações e chapeados convencionais... Notar que embora o diagrama mostre (como simples exemplo...) um trafo de 6 fios (3 de cada lado...) o mesmo *lay out* ou jeitão da figura é costumeiramente utilizado para representar trafos com qualquer quantidade de fios ou terminais...

- **FIG. 8-C** - Símbolo ou representação esquemática utilizada para um TRANSFORMADOR DE FORÇA (alimentação) comum. O PRIMÁRIO (P) normalmente apresenta 3 fios, ou seja: o enrolamento tem uma tomada ou *tap* central (0-110-220), o que possibilita a sua ligação à rede C.A. de 110 volts (usando-se os terminais 0-110) ou de 220 volts (terminais 0-220). O SECUNDÁRIO (S) também apresenta 3 fios, sendo o *tap* central correspondente ao “zero”, enquanto que os dois extremos correspondem à TENSÃO NOMINAL de saída do trafo (no caso, 12 volts). Notar, aqui, algo importante: se a saída for recolhida entre o terminal central do

SECUNDÁRIO é qualquer dos seus extremos, obteremos 12 volts... Entretanto, se tomarmos a saída entre os dois fios extremos, teremos 24 volts (12 + 12 volts...).

- **FIG. 8-D** - Alguns TRANSFORMADORES DE FORÇA usam um sistema diferente para adequar o seu enrolamento PRIMÁRIO à ligação em redes de 110 ou 220 volts... Nesse caso, temos **dois** PRIMÁRIOS (P1 e P2), cada um dimensionado para trabalhar com 110 volts... Operando numa rede C.A. de 110 volts, esses dois PRIMÁRIOS são simplesmente *paralelados*: emenda-se o terminal 1 com o 3 e o 2 com o 4, ligando-se essas junções a cada “polo” da C.A. Já para redes de 220 volts, os dois PRIMÁRIOS devem ser *seriados*, ou seja: emenda-se o terminal 2 com o 3 e ligam-se os terminais 1 e 4 à rede... O SECUNDÁRIO, no caso, tem estrutura semelhante ao mostrado na **FIG. 8-C**...

- **FIG. 8-E** - Também existem trafos de força (principalmente em modelos mais antigos ou mais simplificados...) dotados de SECUNDÁRIOS mais simples, **sem** o terminal central... No caso do exemplo, o trafo tem só **dois** fios no SECUNDÁRIO (medindo-se, entre eles, 12 volts).

- **FIG. 8-F** - Para algumas aplicações específicas, em circuitos que eventualmente exijam várias TENSÕES de alimentação diferentes, os TRANSFORMADORES DE FORÇA também podem apresentar-se com **mais de um**

enrolamento SECUNDÁRIO. No exemplo, o trafo tem **dois** SECUNDÁRIOS (**S1** e **S2**), um deles oferecendo 3 volts (nos terminais **6-7**) e outro 25 volts (terminais **4-5**). É comum encontrar-se tal disposição nos velhos transformadores dos *arqueológicos* circuitos valvulados, uma vez que as válvulas precisam de uma TENSÃO baixa para seus filamentos aquecedores (normalmente 6,3 ou 12 volts) e outra TENSÃO, muito mais alta, para suas polarizações de funcionamento (normalmente entre 200 e 450 volts).

- **FIG. 8-G** - Um exemplo muito específico de TRANSFORMADOR DE FORÇA é o do chamado **conversor** 110/220 (ou 220/110) que, na verdade, tem uma estrutura interna de **auto-transformador** (os enrolamentos do PRIMÁRIO e do SECUNDÁRIO são realizados em sequência, com um só fio...). É bom notar que - na prática - os **auto-transformadores conversores** são, na maioria das vezes - **reversíveis**: se aplicarmos 110 volts no lado **X** (terminais **1-2**) obteremos 220 VCA no lado **Y** (terminais **3-4**). Já se aplicarmos 220 VCA no lado **Y**, teremos 110 volts no lado **X**, sem problemas...!

Alguns pontos de grande importância prática, sobre os TRANSFORMADORES DE FORÇA (alimentação) e que o Aluno deve fixar desde já:

- São sempre produzidos industrialmente com PRIMÁRIO para as TENSÕES convencionais de rede (110 ou 220 volts), porém com SECUNDÁRIOS para um **grande** número de TENSÕES específicas (desde uns 3 volts até centenas ou mesmo milhares de volts). Um trafo com SECUNDÁRIO de 12 volts **não pode** ser usado **diretamente** na alimentação de um circuito que exija, a princípio, 6 volts, e nem num outro circuito que demande - por exemplo - 25 volts (existem blocos circuitais específicos, internos às fontes de alimentação, capazes de converter TENSÕES em valores específicos e diferentes daqueles fornecidos pelos trafos a eles acoplados... Contudo, esse é um assunto tecnicamente denso, e que será eventualmente abordado em futura e específica Aula do nosso Cursinho...).

- Um parâmetro tão importante quanto a TENSÃO de saída (SECUNDÁRIO) de um trafo, é a CORRENTE que o dito cujo é capaz de fornecer. Podemos encontrar trafos com SECUNDÁRIOS (em qualquer TENSÃO...) com capacidade de CORRENTE desde cerca de 100mA até muitas dezenas, ou mesmo centenas, de ampères... Sempre lembrando das Fórmulas mostradas logo nas primeiras Aulas do nosso Cursinho, a **wattagem** (POTÊNCIA, já que "wattagem", embora faça parte do jargão da Eletrônica, é uma palavra academicamente errada...) de um trafo de força é obtida pelo produto da sua TENSÃO pela sua CORRENTE de SECUNDÁRIO... Assim, um trafo com saída de 12 volts x 2 ampères tem uma POTÊNCIA de 24 watts (12 x 2) e assim por diante... Os parâmetros de TENSÃO, CORRENTE e WATTAGEM no SECUNDÁRIO de um trafo são sempre determinados pelos requisitos da carga ou circuito que o dito cujo deva alimentar...

- Se a TENSÃO no SECUNDÁRIO do trafo for **maior** do que os requisitos do circuito alimentado, este poderá queimar-se...

- Se a TENSÃO for **menor**, o circuito alimentado não funcionará corretamente...

- Se a CORRENTE disponível no SECUNDÁRIO do trafo for **maior** do que a requerida pelo circuito alimentado, tudo bem...! O circuito usará apenas a CORRENTE que realmente precisa, ficando uma *sobra* de CORRENTE, que não causa problemas (muito pelo contrário: às vezes é até preferível operar com certa *sobra*...).

- Se a CORRENTE oferecida pelo SECUNDÁRIO for **menor** do que a realmente requerida pelo circuito a ser alimentado, este não funcionará corretamente (além de poder ocorrer a *queima* do trafo...).

- RESUMINDO:

- Sobra de TENSÃO - **NÃO** pode.

- Falta de TENSÃO - **NÃO** pode.

- Sobra de CORRENTE - **PODE**.

- Falta de CORRENTE - **NÃO** pode.

## FIM DA DÉCIMA SEGUNDA AULA

Nesta Lição, encerramos os conceitos principais do bloco de Aulas sobre os EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE... O tema, contudo, é **muito** extenso e continuará a ser abordado, eventualmente, na sequência do nosso Cursinho. Existem outros componentes que se valem dos EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE, como os ALTO-FALANTES, os GALVANÔMETROS, os MOTORES e DÍNAMOS ou GERADORES... Todos eles, na devida oportunidade, receberão suas explicações teóricas e práticas, dentro do cronograma pouco ortodoxo do nosso Cursinho que - como vocês sabem - privilegia a abordagem prática e o conceito de aprender fazendo, em detrimento de excesso de Teoria e de uma organização convencional e acadêmica dos ensinamentos... Na nossa próxima Aula começaremos outro tema fascinante (e que ensinará muitas EXPERIÊNCIAS super-interessantes...): os **LEDS (DIODOS EMISSORES DE LUZ)**. Novamente alertamos: todos os temas são inevitavelmente interligados e a perfeita assimilação exige que **nenhuma** Aula seja *perdida ou pulada* pelos Leitores Alunos! Garantam a sequência das suas Lições, encomendando a sua **ANTENNA-EP** no jornaleiro ou, de preferência, fazendo a assinatura da Revista...! Aos que só agora estão chegando ao Curso, recomendamos que providenciem também a imediata aquisição das Revistas contendo as Aulas anteriores... O bom aproveitamento do nosso Cursinho requer que o Aluno tenha acesso a **todas** as Aulas, sem lapsos. Até a próxima... (• OR 1261 - An-Ep)