

Aspectos Práticos da Construção de Bobinas*

ROBERT L. ROCHER

Uma análise detida dos fatores a considerar na produção comercial de indutores.

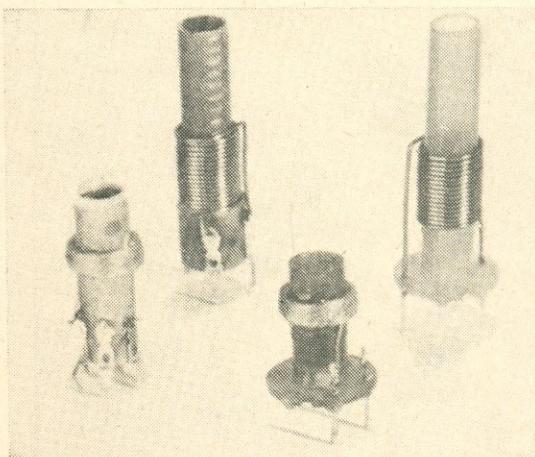
OS reatores e as bobinas empregados hoje em dia nos circuitos eletrônicos mais elaborados padecem de uma falta de padronização desconcertante. E não admira, pois as variáveis que influenciam o projeto de um indutor são verdadeiramente incontáveis. Fatores, como o comprimento da fôrma da bobina, número de enrolamentos, espiras de fio por enrolamento, calibre dos fios, e a configuração dos enrolamentos, têm por efeito frustrar os esforços no sentido da padronização do projeto, produção e acondicionamento das bobinas.

As bobinas usadas na indústria eletrônica variam, desde indutores fixos bem simples, para televisores, aos tipos mais complicados utilizados no serviço de comunicações militares. Podem ser pequenas peças revestidas de Durez (composto plástico termestável para moldagem), ou unidades encapsuladas vistosamente codificadas em cores.

A especificação dos indutores torna-se ainda mais complicada porque os indutores, em contraste com os semicondutores, resistores e capacitores, não podem ser rotulados como se fossem produzir determinada característica elétrica ao serem encaixados num circuito. Isso acontece porque a frequência à qual a bobina é provada tem influência sobre sua indutância e seu "Q". Por outro lado, as bobinas possuem inúmeras características independentemente variáveis — capacitância distribuída, resistência, largura de faixa, frequência de ressonância, impedância, e assim por diante.

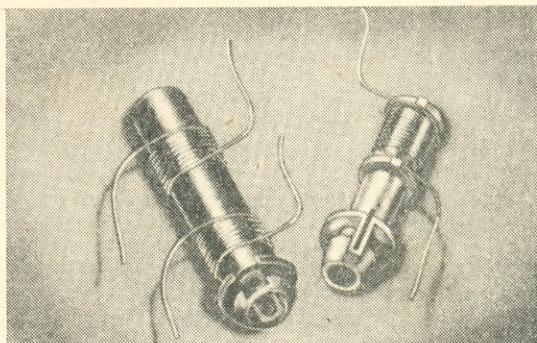
O técnico, ao projetar um circuito, pode começar com unidades padronizadas — válvulas, semicondutores, resistores e capacitores. Ao chegar à fase final do projeto, verifica, então, carecer de determinadas características de indutância e, assim, especifica um reator, ou uma bobina, capazes de produzir exatamente as características desejadas.

Esta ausência de padronização anula necessariamente os esforços no sentido de conservar reduzidos os custos, uma vez que cada novo projeto de bobina representa um dispêndio de capital em ferramental e mão-de-obra especializada. Ainda mais desconcertante é essa tendência de certos projetistas a arquitetar as mais exóticas configurações

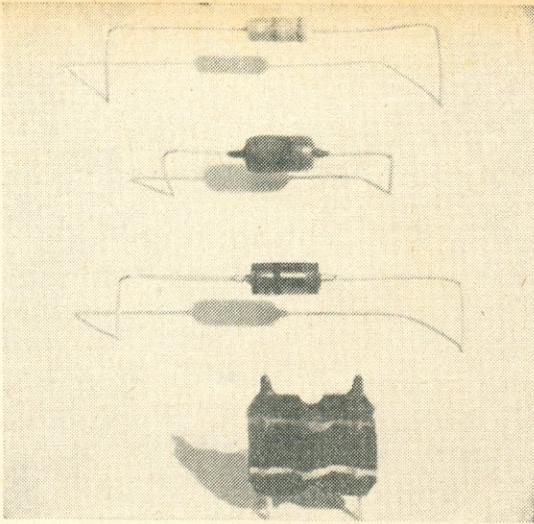


Exemplos de construção de bobinas variáveis para televisores. As duas bobinas da esquerda são tipos convencionais, de fôrma de papelão, "colares" colados e terminais cravados. À direita, indutores sobre fôrma plástica. O enrolamento da extrema direita tem os lides, que são prolongamentos da própria bobina, fixados ao flange da fôrma da bobina, sem terminais. No caso de fios finos, os terminais são embutidos no flange (segunda bobina a partir da direita). Esta técnica é patenteada pela Coilcraft.

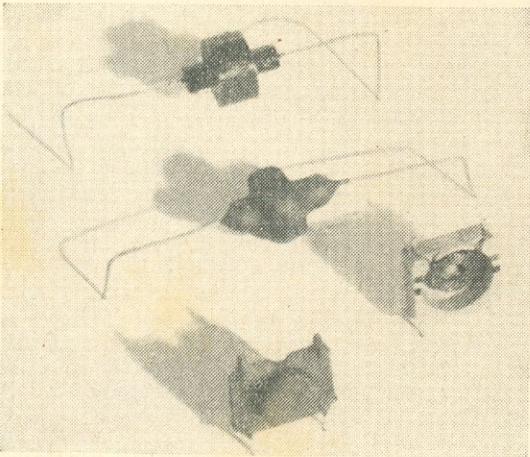
As fôrmas de bobina ilustradas na foto são dotadas de um nariz cônico moldado, que permite o seu encaixe fácil na furação do chassi. Este tipo de fôrma é criação da Hydro Molding Company.



(*) Electronics World, vol. 76, nº 4.



Quatro tipos de acondicionamento de um reator simples em escala decrescente de custo (de alto a baixo). O reator moldado de cima é o mais dispendioso; a seguir, vem a unidade impregnada com Durez, e depois o reator laqueado. O tipo mais barato tem um revestimento de Durez, e o enrolamento é suportado por uma peça de fibra. As pontas salientes da parte superior denotam os pontos de soldagem dos terminais à bobina — longe das extremidades inseridas no painel do chassi.



Métodos de acondicionamento de reatores de enrolamentos universais. A unidade superior é laqueada, e a seguinte tem um revestimento de Durez. As versões desta bobina, de lides paralelos, destinadas a circuitos impressos, acham-se ilustradas abaixo. O reator da esquerda possui um suporte de fibra, e o da direita, um caixilho plástico pré-moldado.

de bobinas, a ponto de, conforme tem acontecido, tornar-se impossível a confecção da peça.

FATORES REFERENTES AO CUSTO

Ao estudar o tipo de construção e acondicionamento de uma bobina, o projetista pode, freqüentemente, evitar dores de cabeça para si e poupar dinheiro para sua companhia, atendendo às seguintes sugestões:

1) Ao avaliar uma bobina do ponto de vista de sua construção, despreze o "fator cosmético". Teoricamente, uma bobina "bonitinha" nem por isso

irá superar em comportamento elétrico a outra de aspecto menos feliz. Julgue o indutor pelo seu desempenho num medidor de "Q" e tendo em vista seus requisitos ambientais, sem atentar para o aspecto físico da peça.

2) Ao projetar um reator, ou uma bobina, para produção em larga escala, solicite a assistência técnica de um fabricante de tais componentes. Os fabricantes podem geralmente oferecer sugestões valiosas, capazes de tornar a versão final de uma bobina prática e econômica, suficiente para a aplicação em vista — e nada mais. As bobinas são freqüentemente projetadas com rigor desnecessário, pelo fato de o projetista basear-se em dados alheios às verdadeiras necessidades do circuito em questão. Ao escolher o fornecedor, certifique-se de que seja um industrial experiente no projeto e fabricação do tipo de indutor desejado.

3) Ao estudar o sistema de acondicionamento de uma bobina, consulte o fabricante para determinar o custo real de um tipo de acondicionamento em relação a outro. O que parece ser mais barato, pode tornar-se, afinal, mais dispendioso.

4) Ao projetar a configuração básica, conserve-a tão simples quanto possível. Se especificar um indutor sintonizável, que ele realmente tenha de ser sintonizado. Trata-se de componente dispendioso, e será um exemplo de rigor desnecessário nas especificações, se depois de instalado no chassi, não for preciso alterar-lhe a sintonia. Um indutor fixo poderia, talvez, resolver o caso de maneira menos onerosa.

5) Pense duas vezes antes de especificar uma blindagem para bobina. Pode parecer perfeitamente lógico — e mesmo comendável do ponto de vista econômico — que a bobina e respectiva blindagem sejam fabricadas como uma só unidade, pronta para instalação no chassi. Com isso, entretanto, é bem possível que o custo se eleve, por ser mais barato produzir blindagem e bobina separadamente.

No caso de circuitos impressos, a bobina pode ser inserida no chassi e, antes de ser soldada, pode ser protegida por uma blindagem metálica encaixada, de baixo custo. Quando bobina e blindagem são produzidas numa só unidade, a montagem no chassi torna-se às vezes complicada, pela presença da blindagem.

A tendência da indústria de indutores tem sido, de anos para cá, no sentido de simplificar cada vez mais a ligação ao circuito dos elementos da bobina. Antes do advento dos circuitos impressos, as bobinas eram parafusadas ou encaixadas sob pressão no chassi. Os lides tinham de estar livres, para serem soldados à mão ao circuito. E, contudo, a estabilidade estrutural da bobina não era reforçada com a soldagem.

As plaquetas de circuito impresso tornam possível simplificar a construção das bobinas pela ligação dos lides a terminais metálicos, os quais, por seu turno, encaixam-se em olhais da plaqueta. Com isso, a bobina adquire mais rigidez, porquanto passa a fazer parte integrante do circuito.

Mas este sistema — fôrma da bobina de papelão, "colar" de papelão colado e terminais cravados — tem seus inconvenientes, sobretudo pela colagem. As bobinas de papelão convencionais são

(Continua à pág. 556)

Edições "ELECTRA" de Rádio e TV

003 — Cabrera — **Manual de Válvulas Electra** — Série Numérica — Características de Válvulas Nacionais, Americanas e Européias; equivalências e ligações do suporte — Volume abrangendo os tipos cujas designações começam por números — **Cr\$ 100,00.**

035 — Cabrera & Saba — **Aprenda Rádio** — Livro ideal para principiantes: teoria básica, montagem de rádio-receptores e amplificadores de som — Nova edição (no prelo) — **Cr\$ 60,00.**

236 — Cabrera — **120 Esquemas de Rádio-Receptores** — Esquemas e relação de materiais para a montagem de rádios de válvulas e transistores, utilizando bobinas de fabricação comercial — **Cr\$ 60,00.**

388 — Cabrera — **O Transistor** — Teoria, características, circuitos típicos, consertos de rádios transistorizados — Nova edição — **Cr\$ 60,00.**

448-A — Isidro H. Cabrera — **Esquemas Nacionais de TV** — 60 esquemas de fábricas nacionais de TV. Vol. I — **Cr\$ 60,00.**

448-B — Isidro H. Cabrera — **Esquemas Nacionais de TV** — Vol. II — **Cr\$ 60,00.**

448-C — Isidro H. Cabrera — **Esquemas Nacionais de TV** — Vol. III — **Cr\$ 75,00.**

448-D — Isidro H. Cabrera — **Esquemas Nacionais de TV** — Vol. IV — **Cr\$ 60,00.**

448-E — Isidro H. Cabrera — **Esquemas Nacionais de TV** — Vol. V — **Cr\$ 75,00.**

574 — Cabrera & Martins — **Análise Dinâmica de TV** — Livro prático sobre a pesquisa de defeitos em televisores, com roteiro das provas e medições necessárias, de acordo com a natureza da falha. Nova edição — **Cr\$ 80,00.**

611 — Cabrera — **Rádio Reparações** — Localização de defeitos, etapa por etapa, e outros informes para o rádio-reparador. Nova edição — **Cr\$ 70,00.**

667 — Cabrera & Martins — **TV Reparações pela Imagem** — Localização rápida de defeitos; 80 fotografias de imagens, com indicação de causa da falha observada — Nova edição — **Cr\$ 40,00.**

686 — Isidro H. Cabrera — **Televisão Prática** — Livro para preparo dos técnicos de televisão: teoria, esquemas, defeitos — **Cr\$ 80,00.**



**EDITORA
TÉCNICA
ELECTRA
LIMITADA**

DISTRIBUIDORES:

(Atacado e Varejo)

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

RJ: Av. Marechal Floriano 148 — 1.º — RIO

SP: Rua Vitória 379/383 — SÃO PAULO

Reembolso: C. Postal 1131 — ZC-00 — Rio, RJ

ASPECTOS PRÁTICOS...

(Continuação da pág. 545)

igualmente de fabricação onerosa, se comparadas com alguns dos tipos mais avançados e modernos.

As fôrmas plásticas, por exemplo, eliminam, não apenas os tubos de papelão e colares colados, como também, em muitos casos, os terminais cravados. Quando os enrolamentos são feitos com fio grosso (Nos. 20 a 22 AWG), a fôrma plástica suporta as extremidades dos enrolamentos e, assim estas atuam como os próprios lides, dispensando o emprego dos terminais cravados.

Um indutor variável, em sua forma mais simples, pode compor-se de apenas três partes — a fôrma plástica da bobina, o enrolamento, e o núcleo metálico de sintonia. Quando as especificações exigem fio mais fino, a fôrma plástica ainda pode ser usada, porém com as orelhas de ligação metálicas embebidas no flange plástico. As pontas dos enrolamentos, depois de soldadas a esses terminais, são viradas para cima, proporcionando o afrouxamento do fio, tão importante.

Conquanto as fôrmas de bobina de papelão ainda sejam muito usadas, vão pouco a pouco passando para um segundo plano em relação a outros tipos mais modernos.

Em contraste com o que ocorre em vários outros setores da Eletrônica, os projetistas parecem despreocupados com o fato de ainda adotarem métodos de 30 ou mais anos de idade no projeto de reatores e bobinas. Na realidade, em lugar de reclamarem métodos e conceitos mais atualizados para o projeto de indutores, muitos projetistas não raro manifestam-se decididamente contrários a toda e qualquer inovação na matéria. Trata-se, não resta dúvida, de um fato curioso, numa indústria em que a obsolescência constitui problema tão comum.

INDUTORES FIXOS

Nos circuitos mais antigos, soldados à mão, os indutores e reatores fixos tinham de ser estruturalmente rijos, de vez que não raro terminavam pendurados no circuito pelos próprios lides. Os circuitos impressos tornaram possível a inclusão de dois furos no painel impresso para inserção dos lides da bobina.

Os reatores convencionais exigem que seus lides sejam dobrados e cortados, antes da montagem no chassi. Além disso, a bobina fica relativamente desguarnecida, depois da instalação e da soldagem.

Com a introdução de novas técnicas, entretanto, produziram-se unidades estruturalmente fortes e, ainda, sensivelmente mais econômicas para o fabricante, do que os reatores convencionais.

Um desses novos métodos consiste no emprego de um quadradinho de fibra prensada como fôrma para a bobina. Os lides são cravados em fendas nos dois lados da peça de fibra, sendo o enrolamento rebitado no centro. Nos tipos antigos de reatores, o usuário flexiona o mesmo lide ao qual está ligado o enrolamento da bobina. Isso pode ocasionar uma ulterior ruptura da extremidade do enrolamento. O tipo de construção com a peça de fibra tem as ligações entre os lides e a bobina situadas na parte superior da fôrma — distante dos fios a serem flexionados durante a montagem no chassi.

ATENÇÃO!

PEÇAS ORIGINAIS

PHILCO 

AGORA PELO
REEMBOLSO POSTAL

Remeta seu pedido para
Cx. Postal 13043 -- S. Paulo

ELETRÔNICA LOPES

AVENIDA GENERAL ATALIBA LEONEL 2624
TELEFONE 299-6304/7046 — SÃO PAULO

O que você
precisa
saber a
respeito dos
modernos
COMPONENTES
ELETRÔNICOS
está neste
livro



Ref. 780 — Waters — COMPONENTES ELETRÔNICOS: É FÁCIL COMPREENDÊ-LOS — Exemplar com 176 páginas, capa plastificada — Cr\$ 45,00.

Uma obra necessária aos estudantes e aos profissionais e amadores de qualquer ramo da Eletrônica. 12 capítulos sobre Componentes Diversos, Fabricação, Princípios de Funcionamento e Aplicações. Os quadros de Símbolos gráficos usados em Eletrônica facilitam ao neófito a interpretação de esquemas simbólicos dos aparelhos eletrônicos. Questões e respostas para recapitulação da matéria.

Fórmula de pedidos na primeira página desta revista.

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

RIO DE JANEIRO | SÃO PAULO
Av. Mal. Floriano, 148 | Rua Vitória, 379/383
Reembolso: Caixa Postal 1131 — ZC-00 — Rio de Janeiro

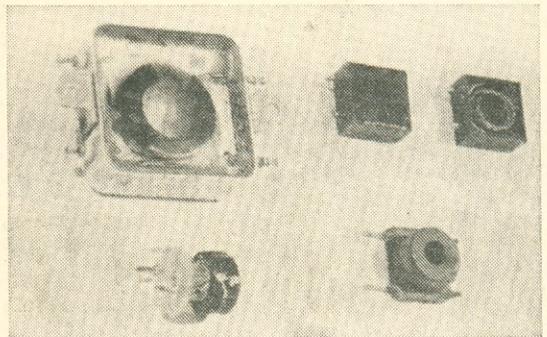
Para proteção da bobina, e respectivos lides contra avarias, por ocasião da inserção no painel impresso, aplica-se uma demão de Durez com impregnação de cera. Mediante a padronização da construção de muitos indutores fixos — lides estanhados de 6,35 mm (1/4") em centros de 12,7 mm (1/2"), como é comum — foram eliminadas totalmente a aparação de lides e outras operações secundárias.

EVITAR O SUPERDIMENSIONAMENTO

Os técnicos, ao projetar um indutor, geralmente elaboram especificações de produção ou então, especificações para compra. As primeiras contêm todos os detalhes sobre o indutor, inclusive uma lista de material, características físicas e elétricas, etc. As especificações para compra focalizam apenas os requisitos funcionais da bobina e, às vezes, nem têm desenhos.

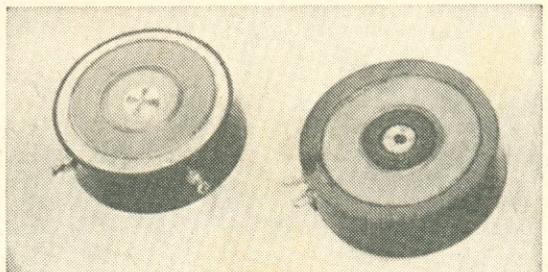
Muitas vezes, o autor da especificação superdimensiona a bobina. As tolerâncias podem ser amplas demais, ou demasiado restritas. Mas uma vez efetuado o pedido, o fabricante produz a bobina, muito embora talvez custe ao cliente o dobro do que deveria, tendo em vista o fim a que se destina.

Muitos projetistas colocam, sem querer, o fabricante numa camisa de força, pela inclusão de um excesso de dados nas especificações de produção. E ainda complicam o problema, às vezes, ao deixar de combinar devidamente com o industrial



Três modalidades de encapsulamento. No alto, à esquerda, vemos um enrolamento toroidal encapsulado em caixilho metálico, que custa mais caro. Embaixo, uma toróide menor montada em forma plástica, com as mesmas características elétricas, mas de custo médio. No alto, à direita, uma toróide em seu caixilho, antes e depois de encapsulada. Embaixo, outra toróide ainda mais barata, em acondicionamento mais simples.

Vistas em corte de uma toróide encapsulada (esquerda) e de outra moldada. Em caso de deslocamento da toróide durante o encapsulamento, pelo menos a bobina ficará protegida pela espessura da carcaça metálica.



as características de indutância que desejam exatamente conseguir.

Por outro lado, certos projetistas não dão a mínima importância ao aspecto físico da bobina, ou reator, desde que obtenham as características elétricas desejadas. Esses elementos expedem especificações de compra que só contêm dados relacionados com a indutância. De posse de tais informes restritos, todavia, muitos fabricantes de bobinas ficam habilitados a produzir um indutor com as características elétricas requeridas, a um custo bastante reduzido.

O fato é que um bom fabricante de bobinas está em condições de oferecer ao exame do cliente diversas soluções para cada problema de indutores que lhe seja apresentado — e dentre estas, o projetista escolherá a que melhor se adaptar ao seu problema.

TORÓIDES

As bobinas toroidais costumavam ser moldadas em baquelita, ou encapsuladas em resina epóxica. Não raro, o custo da moldagem do componente excedia o da própria unidade. Afinal, alguém houve por bem indagar: "Todas as toróides terão de ser moldadas ou encapsuladas?".

A experiência tem demonstrado que muitas aplicações não exigem semelhante acondicionamento de larga duração. O enrolamento toroidal pode ser fácil e economicamente encaixado numa forma plástica de bobina, sendo os lides delgados soldados a terminais metálicos embutidos no flange da forma plástica. Eliminadas as operações de moldagem ou de encapsulamento, os custos para este tipo de toróide podem sofrer uma drástica redução.

ENCAPSULAMENTO × MOLDAGEM

Quando os requisitos ambientais ou estruturais ditam o emprego de um sistema de acondicionamento durável, alguns projetistas desprezam o encapsulamento, em favor da moldagem, na suposição de que esta última seja mais econômica.

Embora a experiência varie naturalmente de fabricante a fabricante, muitos deles têm constatado que, depois de apurado o custo global, a bobina encapsulada é mais econômica do que a moldada.

A mesma situação se aplica a outros processos relacionados com o projeto e confecção de bobinas e reatores. Ao ser confrontado com a necessidade de tomar uma decisão de certa importância, relativamente à construção ou acondicionamento de uma bobina, o projetista muitas vezes pode poupar tempo e dinheiro consultando o fabricante de bobinas.

MOLDAGEM × LAQUEAMENTO OU IMPREGNAÇÃO COM DUREZ

A moldagem é reputada por muitos técnicos como um sistema de acondicionamento atraente, resistente e econômico. Em contraste, o reator revestido de laca ou Durez perde longe em matéria de aparência, e por isso, é às vezes considerado inferior.

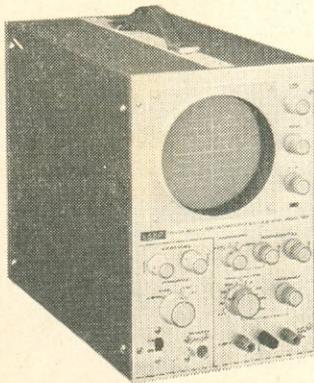
Contudo, do ponto de vista estrutural, a moldagem não confere ao reator grande melhoria, e por

OSCIOSCÓPIOS

Para
Múltiplas
Aplicações

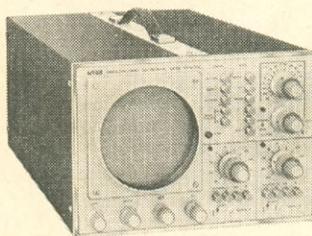
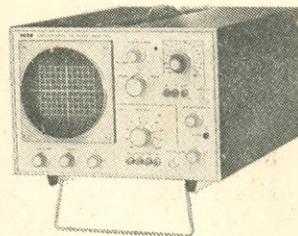


Especializada em instrumentos eletro-eletrônicos de medida, LABO possui uma versátil linha de Osciloscópios para múltiplas aplicações na indústria, escolas, assistência técnica e laboratórios eletrônicos.



MOD. 134 — Osciloscópio de uso geral, totalmente transistorizado. Vertical desde C.C. até 4,5 MHz. Insensível a sobrecargas na entrada vertical. MOD. 134-C — Mesmas características, mas com atenuador vertical calibrado.

MOD. 1311 — Osciloscópio portátil transistorizado. Insensível a sobrecargas na entrada vertical. Resposta de frequência: C.C. a 10 MHz (-3 dB). Gerador da base de tempo: 18 degraus calibrados, de 0,1 μ s/divisão até 50 ms/divisão. Gatilhamento automático.



MOD. 1315/F2 — Osciloscópio de duplo feixe. Tubo de 13 cm com 3 kV de aceleração. Dois amplificadores verticais idênticos. Resposta: C.C. a 15 MHz (-3 dB). Gerador da base de tempo com atenuador calibrado desde 5 μ s/divisão até 50 ms/divisão, com vernier. Gatilhamento automático, com possibilidade de ajuste manual.

À VENDA NAS BOAS CASAS
DO RAMO

LABO INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS
ELETRÔNICOS LTDA.

Rua Madeira n.º 28 — Fone: 228-0224 — Canindé
C.E.P. 03033 São Paulo, SP

Saiba Consertar e Fazer a Manutenção de Geladeiras

Princípios de funcionamento, compressores, motores, refrigerantes e demais elementos dos refrigeradores domésticos. Doze lições, abrangendo tudo o que o mecânico deve saber para a instalação, manutenção, diagnóstico e reparação de defeitos.



Ref. 372 — Tullio & Tullio — CURSO SIMPLIFICADO PARA MECÂNICOS DE REFRIGERAÇÃO DOMÉSTICA — 11ª edição — Cr\$ 75,00.

Está neste livro o que você precisa saber sobre Motores Elétricos



Ref. 114 — Torreira — Manual Básico de Motores Elétricos — 104 págs., form. 16 X 24 cm — Cr\$ 40,00.

Dez capítulos, em linguagem direta e acessível, abrangendo os conhecimentos essenciais sobre motores elétricos, desde os minúsculos tipos para barbeadores elétricos, até as grandes máquinas para aplicações industriais. Conceitos Fundamentais — Geradores de Corrente Contínua — Motores de C.C. — Tipos de Motores de C.C. — Motores Elétricos de C.A. — Motores Síncronos — Motores Universais — Manutenção de Máquinas Elétricas — Defeitos em Motores Elétricos.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

RJ: Av. Marechal Floriano 148 — 1º — RIO
SP: Rua Vitória 379/383 — SÃO PAULO
Reembolso: C. Postal 1131 — ZC-00 — Rio, RJ

outro lado, os requisitos ambientais podem não exigir moldagem.

No decorrer do processo de moldagem, os lides e o enrolamento são submetidos a tensão, o que pode alterar as características elétricas do reator. Além disso, a matriz, ao fechar durante a moldagem, pode "beliscar" algum lide e o fato traduzir-se mais tarde pela ruptura franca do lide. Com o sistema de laqueamento ou impregnação com Durez, naturalmente, não há pressão em jogo, e portanto, lides e enrolamentos não são afetados.

ALGUMAS CONCLUSÕES

Como é bem de ver, só trouxemos à baila alguns detalhes referentes a bobinas e reatores, e fatores referentes à construção, acondicionamento e custo. Uma das razões por que muitos técnicos ainda não se dispõem a encarar com seriedade o projeto de indutores é talvez o considerarem reatores e bobinas como produtos de baixo preço.

Realmente, um reator de excelente qualidade pode ser projetado para determinado circuito, a um custo ínfimo produzido em grande escala. Mas se a companhia consome um milhão desses componentes no período de alguns anos, o dispêndio com esses componentes é verdadeiramente respeitável. Tivesse o projetista, com base na experiência de um fabricante de bobinas idôneo, arranjado uma bobina de idêntica confiabilidade e desempenho elétrico, de custo ainda menor, sua companhia pouparia bom dinheiro.

Um exemplo frisante de superdimensionamento é o do catedrático eletrônico, que, em lugar de confessar suas deficiências em matéria de conhecimento sobre indutores, lança-se ao projeto de uma bobina, de forma tão desastrada, que se torna quase impossível fabricá-la. Isso sem saber que vários fabricantes de bobinas poderiam ter solucionado facilmente o seu problema com uma bobina de baixíssimo custo.

O fator mais importante, talvez, na obtenção de soluções práticas para problemas de indutância é encontrar o fabricante ideal. A indústria de produção de bobinas tem suas peculiaridades. O que pode representar grave problema para determinado fornecedor constitui às vezes o feijão com arroz de outro.

O que, para um fabricante de bobinas, pode significar grandes dores de cabeça — meses de cálculos, ensaios e aparelhamento de suas linhas de produção — para um seu colega será talvez tão simples, que a bobina poderá ser entregue em larga escala no prazo de dois ou três dias.

Uma palavra, agora, sobre a questão dos reatores "de estoque", em contraposição às unidades confeccionadas por encomenda. Muitos técnicos entendem que a bobina de estoque é sempre mais econômica do que as outras. É o caso, talvez, da associação natural do termo "de estoque" à noção de economia, e da expressão "sob medida", a grandes dispêndios. A experiência tem demonstrado, no entanto, que as bobinas fabricadas sob especificações especiais, em se tratando de grande volume de produção, podem ser fabricadas a custo igual ou inferior ao das unidades do comércio. E ainda há a vantagem de o engenheiro não se ver obrigado a adotar soluções de conciliação; recebe um produto com as características exatamente recomendadas para o seu circuito

o o o — o —