

O ENROLAMENTO

DE IMPEDÂNCIAS DE FILTRO

O cálculo de uma indutância de filtro é bastante difícil, quando for exigida uma exatidão de alguns porcentos somente no seu valor, pois neste caso devem ser considerados todos os fatores que determinam a indutância, inclusive mesmo a corrente contínua que flue pelo componente.

Na prática uma exatidão de 5 a 10% porém raramente é exigida; para a maioria das aplicações comuns é suficiente uma tolerância de 30 a 50%, ou seja uma impedância de 8 henrys pôde ser substituída por outra de 4 ou 12 henrys sem que isto praticamente influencie o funcionamento do circuito de que faz parte.

Devido a esta grande tolerância permissível, o cálculo das indutâncias de filtro pode ser simplificado bastante, através do uso de gráficos. É porém condição o uso de lâminas E e I de formato comum, isto é, nas quais o comprimento da lâmina I seja igual 3 vezes a altura da perna central: Na fig. 1 está

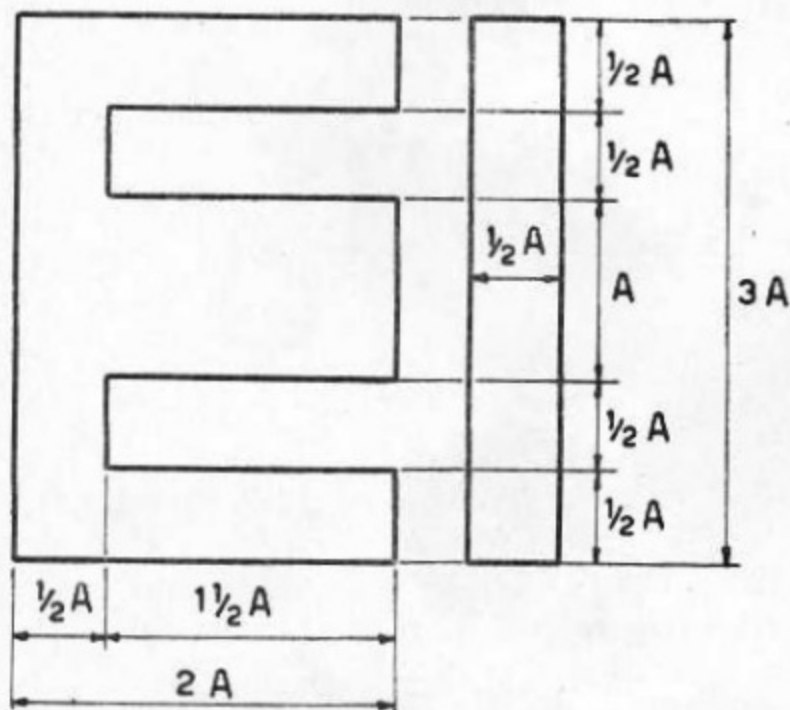


Fig. 1 — Medidas relativas das lâminas padronizadas para núcleos de ferro. A medida base é a altura da perna central (A); todas as demais medidas possuem determinada relação a esta altura. A altura da janela de enrolamento por exemplo, é de $1/2 A$, a sua largura é de $1 1/2 A$ etc.

indicada a relação que existe entre esta última e todas as demais medidas das chapas. A grande maioria de todos os núcleos usados em transformadores e indutâncias de filtro obedecem a este tipo, pois é o sistema mais econômico de corte.

A determinação do número de espiras que deve ter a indutância é feita da seguinte forma:

Multiplica-se a indutância desejada (em Henrys) pelo quadrado da corrente contínua (em Amperes) que flue pelo componente. Em seguida procura-se este fator no eixo horizontal do gráfico 1.

Levanta-se neste ponto uma vertical que cortará a linha oblíqua num determinado ponto.

Através da linha de corte passamos uma horizontal até a escala vertical da esquerda, indicando nesta a secção do núcleo resultante. A altura da perna central da lâmina E deve ser escolhida de tal maneira que resulte uma secção o mais quadrada possível.

Determinada a secção do núcleo, acha-se pelo mesmo processo, através do gráfico 2 o produto $N \times I$, isto é o número de espiras vezes a corrente contínua. Para calcular o número de espiras basta dividir o valor determinado pela corrente.

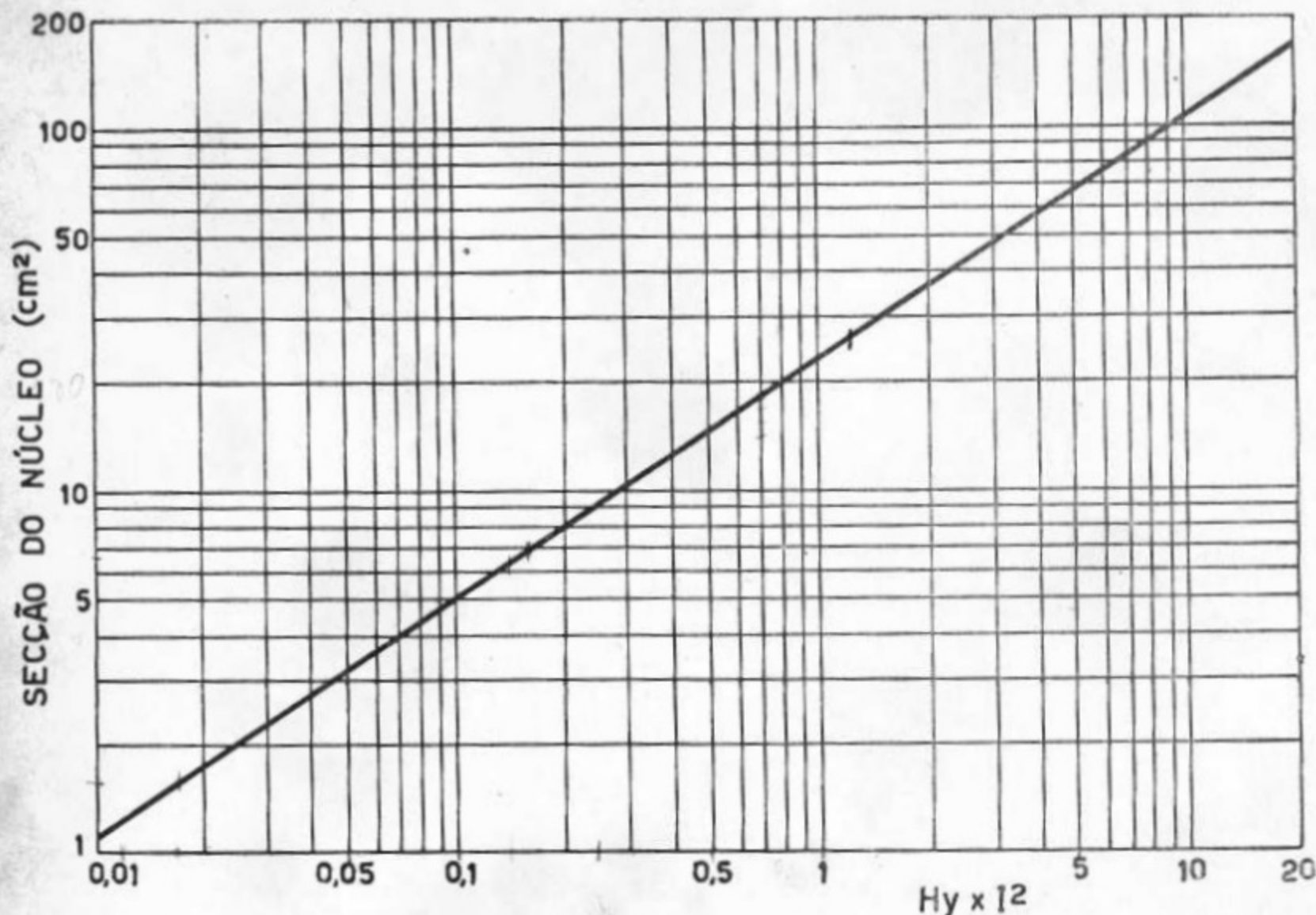
Por último determina-se pelo gráfico 3 a grossura do entreferro, isto é a grossura do papel que é intercalado entre as lâminas E (que ficam todas de um lado) e as de forma I que ficam do outro lado (fig. 2). A grossura do fio é escolhida por intermédio de uma tabela de fios, de acordo com a corrente circulante.

Por último verifica-se se as espiras cabem todas na janela do núcleo.

Para melhor ilustrar o uso dos gráficos, daremos 2 exemplos:

1) Queremos enrolar uma impedância de filtro de 15 H, para corrente de 120 mA, ou sejam 0,12 Amperes. O produto da indutância vezes o quadrado da corrente resulta em $15 \times 0,12 \times 0,12 = 0,216$.

Levantamos então uma vertical na escala horizontal do gráfico 1, um pouco além da marcação 0,2 e no ponto de corte desta vertical com a linha oblíqua, traçamos uma horizontal até a escala da esquerda. O ponto de corte marcará um pouco mais que 8 cm², a secção da perna central do núcleo.



Este gráfico correlaciona a indutância, a corrente contínua que deve ser filtrada e a seção do núcleo de ferro. No eixo horizontal está marcado o produto da indutância (em Henrys) vezes a corrente contínua (em Amperes); o eixo vertical indica a seção resultante do núcleo em centímetros quadrados.

Para resultar uma seção praticamente quadrada, teremos que usar lâminas de 1 1/8", pois nestas o comprimento da perna central é de 2,86 centímetros. Empilhando tantas chapas até resultar a altura de 2,8 a 2,9 cm, teremos portanto uma seção de $2,86 \times 2,9 = 8,35 \text{ cm}^2$, ou seja o valor requerido.

Levantamos agora uma vertical no ponto de 8 cm^2 no gráfico 2, resultando um produto de 430 na escala da esquerda deste mesmo gráfico. Dividiremos este produto pela corrente (0,12 amp) quando resultará:

430 dividido por 0,12 = 3580 espiras (praticamente 3600 espiras).

Numa tabela de fios escolhemos o fio que corresponde aos 0,12 amperes e achamos 30 ou 31. Teremos ainda de controlar se as 3600 espiras de fio n.º 30 cabem na janela do núcleo. As dimensões desta última podemos tirar da figura 1, pois o comprimento é de 1 1/2 A e a altura de 1/2 A. Como A no nosso caso é de 2,86 cm (1 1/8"), o comprimento resulta em $1,5 \times 2,86 = 4,3 \text{ cm}$ e a altura em $2,86 \times 0,5 = 1,4 \text{ cm}$. A área da janela é de $1,4 \times 4,3 = 6 \text{ cm}^2$. Descontando 20% desta área para o carretel de enrolamento e isolamento lateral, restam ainda $4,8 \text{ cm}^2$ úteis, para o enrolamento.

Se na tabela de fios estiverem indicadas as espiras por cm^2 , basta multiplicar este número

por 4,8, para resultar o número de espiras que cabem nesta janela. No nosso caso (fio 30 esmaltado) achamos o número 915 (para enrolamento em camadas isoladas) e portanto devem caber $4,8 \times 915 = 4400$ espiras, ou seja mais que o suficiente.

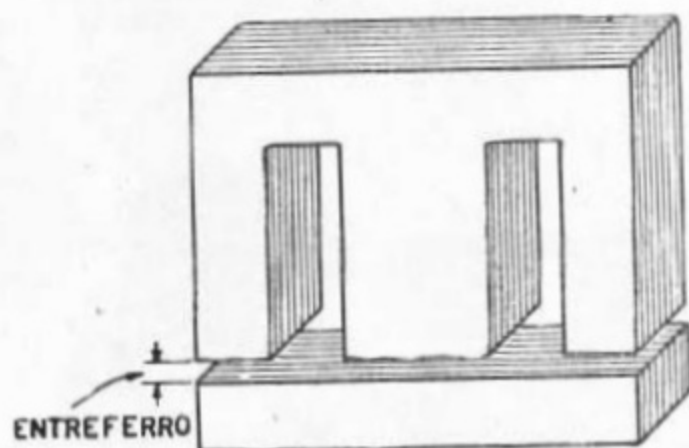


Fig. 2 — Nas impedâncias de filtro, ao contrário dos transformadores de força, todas as lâminas E devem ficar de um lado e todas as de formato I do outro. Entre os dois tipos de lâmina deve existir um espaço, o entreferro. Esta separação é conseguida, colocando um papel de grossura adequada entre os dois tipos de lâminas.

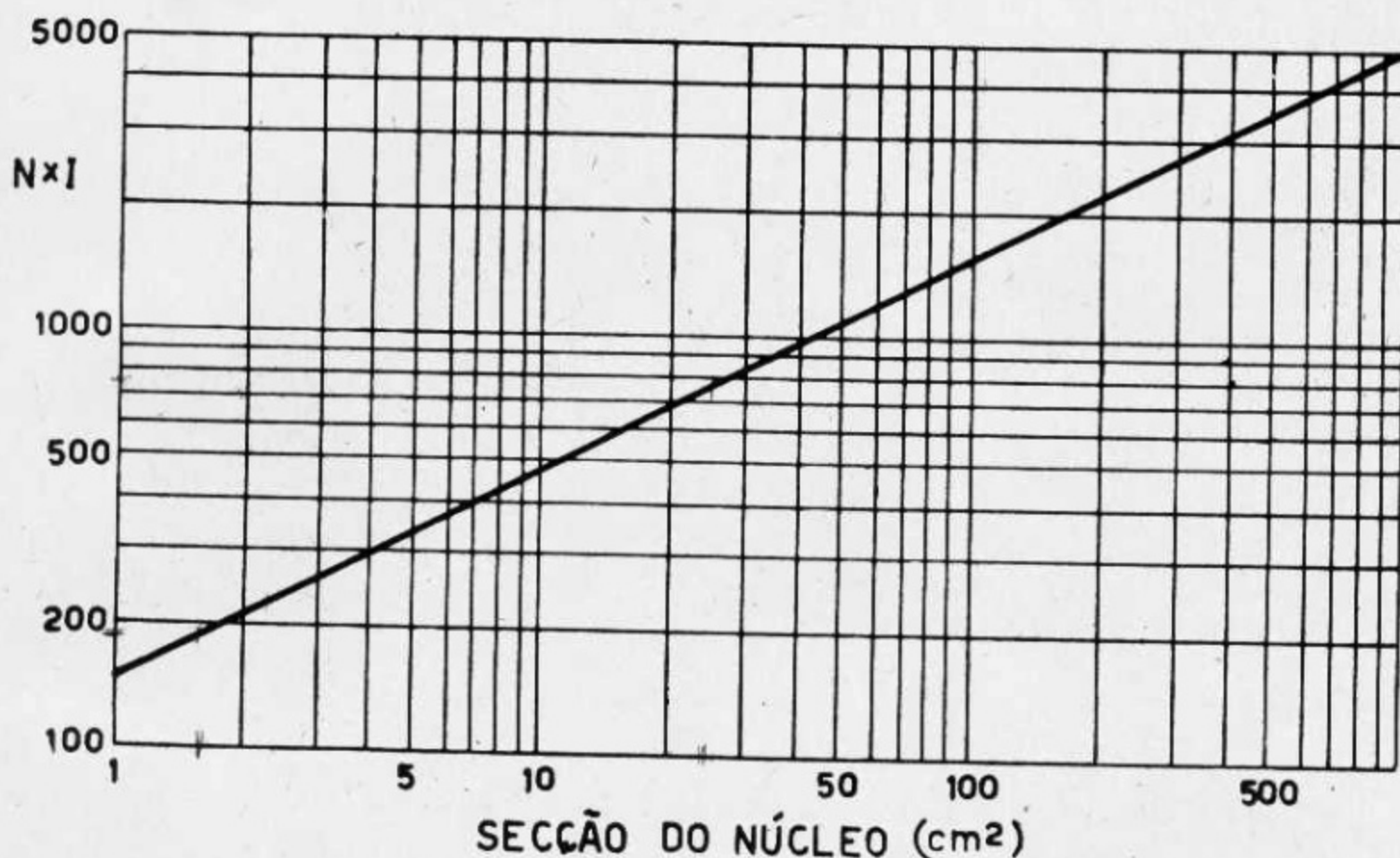
Se na tabela não constarem os números de espiras por cm^2 , temos que calcular quantas espiras cabem em cada camada, podendo então determinar quantas camadas são necessárias (Cont. na pág. 87)

O ENROLAMENTO...

(Cont. da pág. 43)

rias. Em seguida calculamos a altura do conjunto de camadas, aumentamos 20% a esta altura e verificamos se a altura resultante é menor que a altura da janela.

Agora podemos preparar o carretel de enrolamento, enrolar no mesmo as 3600 espiras de fio 30 e encaixar de um dos lados todas as lâminas E. Sobre estas colocamos um papel com grossura de 0,6 mm e depois colocamos todas as lâminas I. Prendemos o conjunto na armação e a impedância de filtro estará pronta.

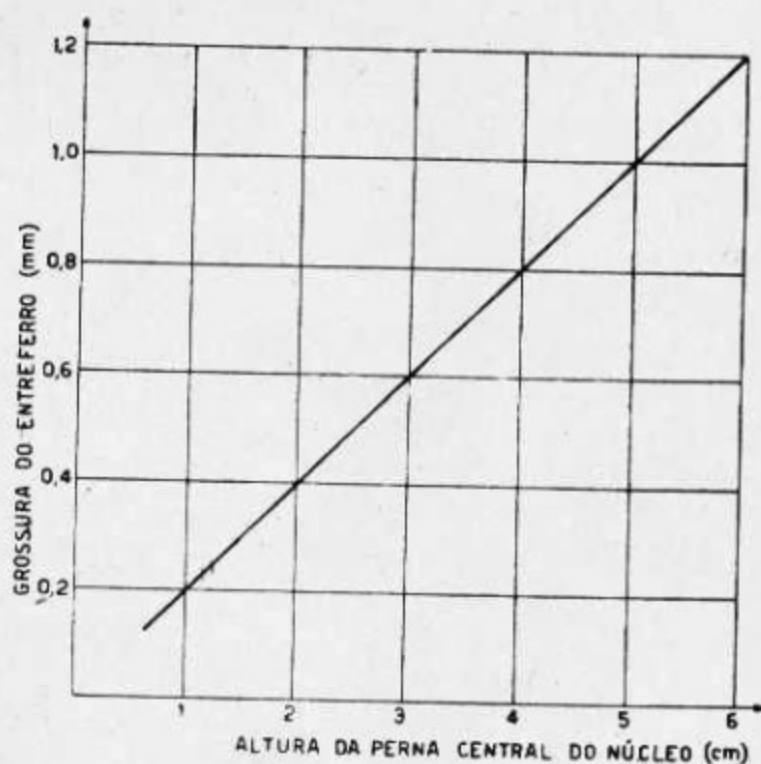


Este gráfico permite determinar, a partir da seção do núcleo, o produto do número de espiras, vezes a corrente contínua. Dividindo este último resultado pela corrente contínua, resulta o número de espiras.

No nosso exemplo temos um comprimento de enrolamento de 4,3 cm; temos, porém, que descontar de cada lado 3 milímetros para a isolação lateral, resultando assim um comprimento útil de 3,7 cm. Em cada centímetro podemos enrolar 35 espiras de fio 30 esmaltado (dado fornecido pela tabela de fios) e portanto teremos por camada $35 \times 3,7 = 129$ espiras. O total de camadas será de 3580 dividido por 129 = 27,7 camadas (praticamente portanto 28 camadas). O diâmetro de fio 30 é de 0,25 mm e a grossura do papel oleado para a isolação das camadas pode ser estimada em 0,1 mm. Cada camada terá portanto uma altura de 0,35 mm e 28 camadas terão 9,8 mm. A esta altura temos que acrescentar 20% de segurança, resultando $9,8 + 2,0 = 11,8$ mm. Como temos 1,4 cm de altura de janela, o enrolamento caberá perfeitamente.

É necessário ainda determinar a grossura do papel que determina a altura do entreferro. Para este fim serve o gráfico 3. Como o comprimento da perna central do núcleo é de 2,9 cm, a altura do entreferro resulta em 0,58 mm (praticamente 0,6 mm).

Calculemos rapidamente outro exemplo: uma impedância de 6 Hy, 70 mA. O produto de $H \times I^2$ é de $6 \times 0,07 \times 0,07 = 0,0294$.



Determinação da grossura do entreferro, ou seja a grossura do papel que é intercalado entre os pacotes das lâminas E e I.

Este produto corresponde a uma secção de 2,2 cm², pelo gráfico 1.

Escolhemos uma lâmina com 12 mm de comprimento da perna central (1/2") e temos que empilhar tantas chapas, de modo a proporcionar uma grossura de 2,2 dividido por 1,2 = 1,8 cm.

Por intermédio do gráfico 2 determinamos o produto N x I, que neste caso (2,2 cm²) resulta em 220. Como a corrente é de 0,07 Amp, o número de espiras resulta 220 dividido por 0,07 = 3140 espiras.

O fio a ser usado (de acôrdo com a tabela de fios) é o n.º 33 ou 34.

A área da janela do núcleo é de 0,6 x 1,8 cm = 1,08 cm². Descontando 20% dêste valor resulta praticamente 0,85 cm². O número de espiras por cm² do fio 33 é de 1733 e portanto não caberão as 3.140 espiras na janela. Mesmo usando fio 34, as espiras não caberão na área da janela.

Repetimos o cálculo com um núcleo um pouco maior, por exemplo 3/4" (19 mm). Para resultar a secção de 2,2 cm², teremos que usar uma grossura de 2,2 dividido por 1,9 = 1,2 cm. As dimensões da janela dêste núcleo serão de 9 x 28 mm, ou sejam 2,5 cm². Descontando 20%, teremos uma área útil de 2,0 cm². Como em

cada cm² cabem 1733 espiras de fio 33, poderemos enrolar no espaço de 2 cm² 3466 espiras, ou seja mais que as 3140 espiras necessárias.

O entreferro determinamos pelo gráfico 3, resultando para 1,9 cm uma altura de entreferro de 0,35 até 0,4 mm.

CONTROLES FOTOELÉTRICOS

(Cont. da pág. 60)

tomáticamente a aproximação de um cliente.

Na fig. 9B, vê-se um abridor automático de portas. Quando uma pessoa ou veículo se aproxima da porta, de ambos os lados, a interrupção do feixe luminoso faz operar o relé que controla o mecanismo de abertura da porta. Um feixe de segurança, localizado junto à porta, conserva-a aberta, até que o veículo a desimpeça completamente.

Um detector automático de quebras está mostrado na fig. 9-C. Uma quebra da fita faz acionar um alarme, podendo também ser interrompido o movimento da máquina. Há muitos outros sistemas de controle, muito mais complexos, para máquinas que manejam uma grande extensão do material, mas o tipo mostrado, é um alarme simples, ou dispositivo de segurança.

(Cont. no prox. número)