

# FONTE DE ALIMENTAÇÃO ACESSÍVEL PARA UM KILOWATT LINEAR\*

Por **BYRON GOODMAN, W1DX**

**O emprêgo de diodos de silício em  
um circuito dobrador de tensão.**

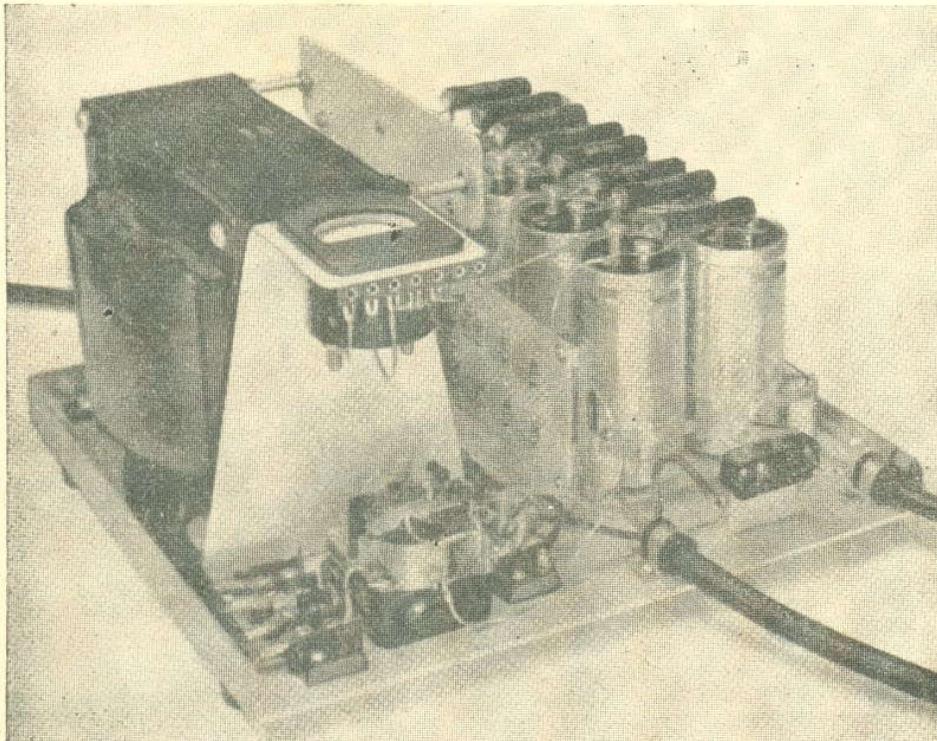
O amplificador de grade em massa 3-1000z descrito no "Radio Amateur's Handbook" de 1963 é uma pequena e compacta fonte de energia ocupando um volume de pouco mais de 27 dm<sup>3</sup>. A fonte de alimentação que pode acompanhá-lo, descrita aqui, utiliza diodos retificadores de silício e é ainda menor. Mesmo que você não pretenda utilizar seu transmissor no limite legal, poderá aplicar os princípios de alimentação aqui expostos.

Todos aqueles que estão acostumados a retificadores de vapor de mercúrio e filtros de fonte de alimentação com entrada a reator saturado, ao verem esta fonte de alimentação a semicondutor de 1 kW dirão: "Cuidado! Vai explodir, se ligarmos esta geringonça!"

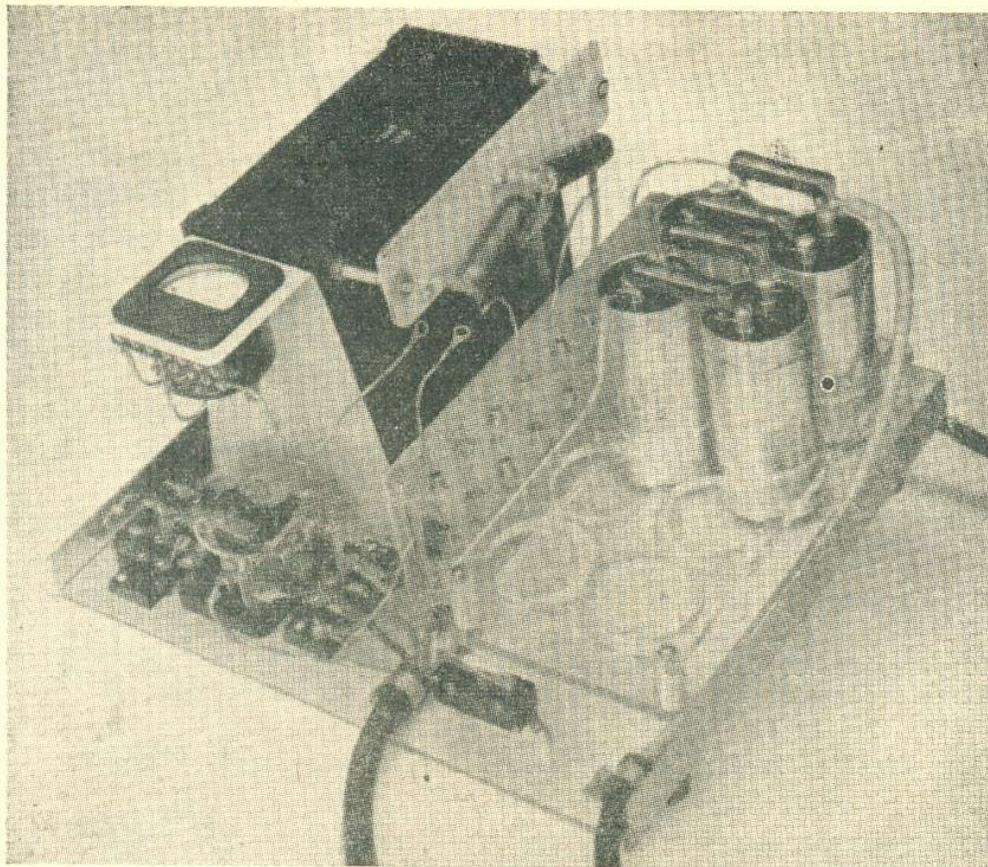
(\*) De QST.

Os retificadores são minúsculos. Não há reatores saturados (na verdade não há reatores de tipo nenhum). Não há transformador de filamento com isolamento de 10 000 V, de dimensões avantajadas, isto sem falar nos problemas de isolamentos adicionais e suportes de válvulas. Se você é do tipo nostálgico, sentirá falta da luminosidade azulada dos retificadores de mercúrio, mas se é de mentalidade prática irá adorar o tamanho reduzido e a economia desta fonte de alimentação a semicondutores.

A fonte de alimentação apresentada nas fotografias tem desempenho excelente, fornecendo a necessária alimentação de placa para um amplificador linear de grade em massa tipo 3-1000Z (3 000 V sobre 330 mA de crista indicada, correspondendo realmente a 500 mA, aproximadamente). A



A fonte de alimentação a semicondutor utiliza uma série de retificadores de silício e um conjunto de capacitores eletrolíticos de 450 V. Os diodos são montados em um terminal preperfurado instalado entre o transformador e os capacitores; nesta vista só podem ser examinados os capacitores e resistores de equalização. O pequeno interruptor à direita é o de segurança, que abre o circuito quando a tampa é removida.



Nesta gravura, 4 capacitores de filtro foram removidos para mostrar como os diodos de silício são montados no painel. O suporte de montagem do medidor é fixado por meio de dois parafusos que atravessam pelos pés do transformador. Normalmente, uma tampa metálica perfurada protege a fonte, havendo um orifício para observação do voltímetro.

fonte de alimentação poderia ser montada com duas unidades retificadoras de silício especificadas em 4 000 V de tensão inversa de crista, mas foi de fato construída com 16 unidades de custo muito menor, com 500 V de tensão inversa de crista. Esta é uma das primeiras lições que aprendemos com retificadores de silício: é mais vantagem utilizar diversas unidades de baixo custo em vez de um par de retificadores de alto preço. Naturalmente há algumas considerações quando empregamos diversos destes dispositivos, o que será visto mais tarde.

O retificador utilizado nesta fonte é o 1N1754, especificado em 500 V de tensão inversa de crista com 500 mA C.C. em uma temperatura de 75°C. A corrente de crista é especificada em 5 A e o transiente admissível, durante o instante da ligação, com 2 milissegundos de duração, é de 35 A; tudo isto em uma unidade com o tamanho aproximado de um resistor de 1 W. Os dados fornecidos pelo fabricante do retificador incluem as curvas da Fig. 1 co-

mo “características típicas”. Observe que, com um par de capacitores de 50  $\mu\text{F}$  no filtro a regulação estática não é nenhuma maravilha, mas com 250  $\mu\text{F}$  ela fica bastante plana, não sendo das piores com 100  $\mu\text{F}$ .

Muito bem, dirá você, mas 350 V não são 3 000. Correto, mas não está tão longe quanto você poderia pensar. Imagine, por exemplo, que utilizemos um transformador com uma tensão de secundário de 1 100 V. Isto é 7,25 vezes 150, e como é impossível utilizarmos 7,25 retificadores, vamos para 8. Oito retificadores 1N1764 em série permitem suportar 7,25 vezes o que um sozinho suporta, com um pequeno fator de segurança (há outras considerações a serem discutidas mais tarde). Para limitar o surto de corrente inicial aumentaremos também o resistor limitador 7,25 vezes ( $7,25 \times 6,8 = 50 \Omega$ ), e para termos um pequeno fator de segurança térmica utilizaremos 50  $\Omega$  em série com cada linha de retificadores, em vez de fazermos um

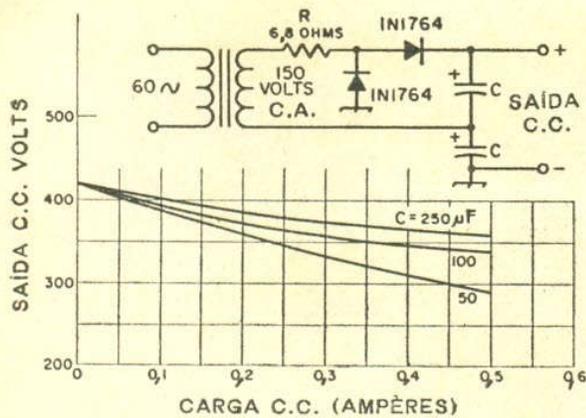


FIG. 1 — Curva fornecida pelo fabricante para o diodo de silício RCA 1N1764 funcionando como circuito dobrador de tensão de onda completa.

único resistor trabalhar nas duas metades do ciclo de C.A.

As “outras considerações” mencionadas antes são os resistores de equalização para

## LISTA DE MATERIAL

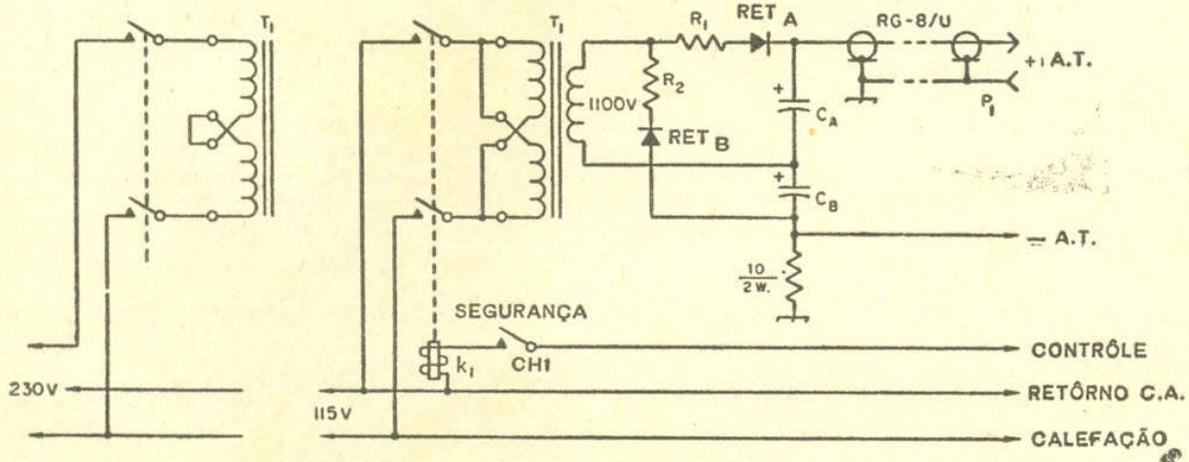
- C1, C4 — capacitores eletrolíticos de  $240 \mu\text{F} \times 450 \text{ V}$
- K1 — relé de 2 pólos simples, contato para 25 A
- P1 — tomada coaxial UG-59B/U
- R1, R2 — resistor de  $50 \Omega$ , 25 W de fio
- R3 — selecionados, 0,47 e 0,68  $\text{M}\Omega$ ,  $\frac{1}{2} \text{ W}$ , em série
- CH1 — chave interruptora miniatura, simples
- T1 — transformador de alimentação. Primário: rede local para 115 ou 230 V. Secundário:  $1100 \text{ V} \times 0,3 \text{ A}$

Os resistores de 470  $\text{k}\Omega$  são de  $\frac{1}{2} \text{ W}$

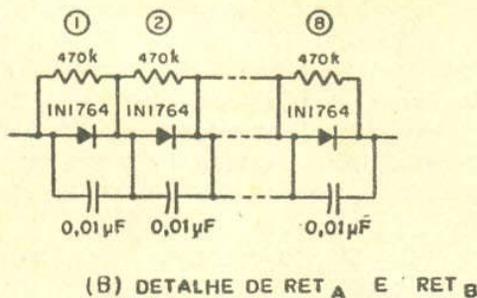
Os capacitores de  $0,01 \mu\text{F}$  são de 1000 V, cerâmica, disco

“acertar” as pequenas variações das resistências inversas, e capacitores de derivação para proteger contra pulsos de tensão. Resistores de  $500\,000 \Omega$  de  $\frac{1}{2} \text{ W}$  e capacitores de cerâmica de disco de  $0,01 \mu\text{F}$

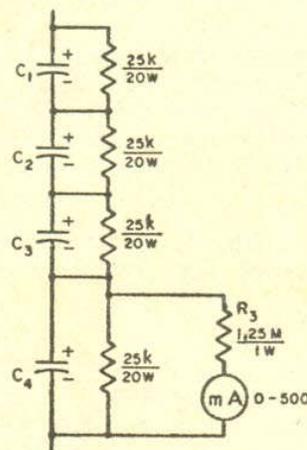
FIG. 2 — Diagrama esquemático da fonte de alimentação de 3000 V.



(A) DIAGRAMA SIMPLIFICADO



(B) DETALHE DE RET A E RET B



(C) DETALHE DE  $C_A$  E  $C_B$ . ( $R_3$  E mA SÓ SÃO USADOS EM  $C_B$ )

devem ser ligados em paralelo com cada diodo retificador.

### CAPACITORES DE FILTRO

Quanto ao estágio de filtragem, o que podemos obter é uma capacitância efetiva de  $30 \mu\text{F}$ , que é o resultante da conexão de 8 capacitores eletrolíticos de  $240 \mu\text{F} \times 450 \text{ V}$  em série. Este filtro é bastante adequado para emprêgo com amplificadores de faixa lateral ou para estágios de saída de CW. Se usado com um transmissor de AM (no modulador ou no estágio modulado) pode ser necessária uma filtragem adicional para que o zumbido seja trazido a um nível aceitável. Em serviço de faixa lateral a fonte com a filtragem indicada funciona perfeitamente, e a tensão indicada cai de 3 000 V sem sinal (180 mA) para não menos do que 2 800 V nas cristas de voz (350 mA).

### O CIRCUITO PRÁTICO

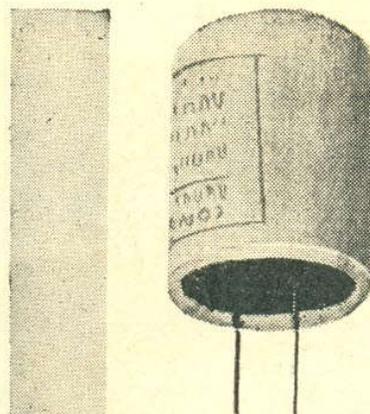
O circuito para a fonte de alimentação, a que nos referimos neste artigo, está apresentado na Fig. 2. O transformador deve obedecer às especificações indicadas. Seu primário permite a ligação em 115 ou 230 V, sendo esta segunda solução a mais recomendada, quando disponível.

Os resistores de  $25 \text{ k}\Omega$  em paralelo com os capacitores de filtro servem de drenagem e de equalização. Em funcionamento, a corrente de repouso do amplificador (180 mA) também serve de drenagem da fonte. O voltímetro de 0-5 000 V está previsto por determinação legal. É uma boa idéia habituar-se a observar como a tensão vai caindo quando a fonte é desligada: desta maneira há menos probabilidade de você sofrer algum acidente com a carga residual dos capacitores. Um comutador instalado em série com o relé de segurança faz com que seja necessário colocar a tampa da fonte antes de ligá-la.

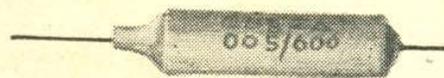
O resistor de  $10 \Omega$  entre o terminal negativo e o chassi permite a medida da corrente de placa no lide negativo sem que haja diferença de tensão entre o chassi da fonte e o do amplificador.

### A MONTAGEM

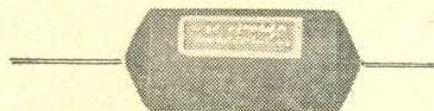
A montagem desta fonte não é crítica, naturalmente, e as considerações principais são as de isolamento e segurança adequados. Conforme pode ser observado pelas fotografias, a linha de retificadores de silício que se vê, e os capacitores e resistores associados, é montada em uma tira preperfurada de painel de terminais,



Tipo CP: Invólucro de alumínio, herméticamente fechado e isolado. Capacidade de 0,5 até 2 mF.



Tipo AP: Invólucro de alumínio herméticamente fechado, a prova de quaisquer condições climáticas. Capacidade de .001 a .47 mF.



Tipo BP: Economico, envolvido de betume. Capacidade de .001 a 1 mF. Temperatura de trabalho até  $70^{\circ}\text{C}$ .



Tipo TB: Tamanho miniatura especial para circuitos com transistores, tensão de serviço 100 Volts sómente, capacidade de .01 a .1 mF.

# COBRA

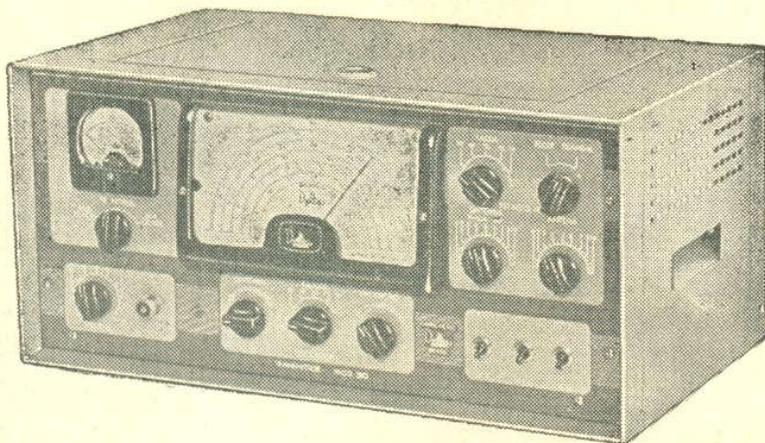
CONDENSADORES COBRA DE ALTA QUALIDADE PARA RÁDIO E TELEVISÃO.

#### VENDAS:

São Paulo - Aplicações Eletrônicas ARTIMAR Ltda. - Tel. 35-2452  
 Rio de Janeiro - Honorato A. Gonçalves - Tel. 43-6583  
 Recife - E. Lima Representações Ltda. Pça. do Carmo, 40 - s/306  
 Belo Horizonte - Alípio Andrade - Tel. 2-6216  
 Salvador - Nelcastro Ltda. - Tel. 3-2-29  
 Porto Alegre - Representações Gaucha de Produtos Eletrônicos Ltda. -  
 Rua Voluntários da Pátria n.º 323.

FÁBRICA DE CONDENSADORES  
 COBRA LTDA.

RUA MISSIONÁRIOS, 292 — STO. AMARO  
 TEL. 61-0791 — CAIXA POSTAL 7053  
 São Paulo — Brasil



**Transmissores e Receptores "Delta-Geloso". A Maravilha da Técnica Moderna. Orgulho da Indústria Eletrônica Brasileira.**

● Transmissor n.º 310 — 25 watts ● Unidade de potência n.º 370 — 170 watts ● Receptor n.º 209 — Sômente para faixas de amadores ● Receptor n.º 208 — Para broadcasting e amadores ● Cabo coaxial, fio de antena, microfones, conectores, relés, gravadores, pedestais, etc.

Temos antena direcional "Telestar" — com Traps — Tri-banda para pronta entrega  
Cr\$ 75.000,00

CONVERSORES, ONDAMETROS, FONE PATCH, VFO DA AFAMADA MARCA "A R S"

**ARNALDO MEIRELLES — PY2FC — (Casa Meirelles)**

RUA MAUA, 574 — Telefone: 34-8729 — SÃO PAULO

ENVIA-SE LISTA DE PREÇOS

com cêrca de  $8 \times 23$  cm e com terminais de encaixe servindo de pontos de apoio. Os retificadores estão colocados em um dos lados da tira, e os resistores e capacitores do outro. Esta tira é montada em uma placa-base de alumínio de  $30 \times 33 \times 0,3$  cm pcr meio de um par de suportes para painel.

O par de resistores de  $50 \Omega$  é montado em uma placa preperfurada de aproximadamente  $19 \times 4,5$  cm suportada por dois parafusos de 6 mm de diâmetro com 12,5 cm de comprimento que substituem os parafusos originais do transformador. Esta placa também serve como batente para impedir que a tampa e os resistores entrem em contato.

O conjunto de oito capacitores de  $240 \mu\text{F}$  é isolado da placa-base por uma fôlha de plástico transparente de  $12 \times 23 \times 0,6$  cm. Uma lâmina similar, com orifícios de passagem, é montada mais alta e mantém os capacitores no lugar. Os resistores de drenagem de  $25\ 000 \Omega$  ficam fixados nos próprios terminais dos capacitores.

O cabo de alta tensão que vai para o amplificador é um pedaço de cabo coaxial RG-8/U que termina em uma tomada co-

xial de alta tensão (UG-59B/U). Do lado da fonte a blindagem é removida por cêrca de 30 cm sôbre o material isolante, para proporcionar um percurso de fuga suficientemente longo. Se êste pequeno ponto não fôr observado, poderá haver um centelhamento de alta tensão ao longo da superfície do material isolante. A blindagem é ligada à placa-base que serve como massa. A fiação para a linha C.A. deve ser de fio n.º 14 ou mais grosso (servindo fio n.º 16 para a fiação de contrôle).

Para R3, multiplicador do voltímetro, pode ser utilizado um resistor de precisão. Em nosso caso, entretanto, apenas selecionamos entre diversos resistores comuns de 20% de tolerância o que nos deu o valor de leitura mais correto.

Inicialmente, temíamos que ao ligar a fonte poderiam ocorrer surtos de corrente que excederiam as especificações dos diodos retificadores. Entretanto, medindo estas correntes com um osciloscópio, verificamos que se situavam entre 12 e 15 A, bem abaixo de suas especificações. Os resistores de  $50 \Omega$  e as reatâncias dos enrolamentos do transformador desempenham um bom papel na limitação do surto de

corrente sem causarem regulação excessiva.

### CUIDADOS A SEREM TOMADOS

É desnecessário acentuar que uma fonte de alimentação de 3.000 V, com um capacitor de filtro de 30  $\mu$ F, é um aparelho que oferece risco de vida. Não há algo como "um pequeno choque" de uma fonte dessas. Assegure-se de que a indicação do voltímetro caiu para zero antes de remover a tampa de proteção ou tocar em qualquer coisa que esteja ligada, mesmo remotamente, ao lide de alta tensão. Mesmo assim é uma boa idéia aplicar, em paralelo com a saída, um fio "curto-circuitador", sistematicamente, ao ter que trabalhar dentro do equipamento.

□ (863Q22)

### TRANSCÉPTOR...

(Continuação da pág. 16)

fôrma e mantendo-os no lugar com pedacinhos de fita adesiva. Enrole a bobina de forma desencontrada, sobre o lápis, a meio caminho entre as extremidades dos fios. Torça os dois fios de saída da bobina e amarre as extremidades de cada fio de linha de coser bem apertadas, e simplesmente deslize a fôrma completada para fora do lápis. É melhor enrolar próximo a extremidade da fôrma, de maneira que não tenha que ser deslizada por um percurso longo ao ser removida. Um pouco de cola para bobina pode ser aplicada à fôrma final, de modo que ela não perca a sua forma.

Os núcleos (com diâmetro aproximado do 3 mm) para as bobinas foram obtidos de velhos transformadores miniatura de F.I. Estes núcleos têm cerca de 10 mm de comprimento. Eles são filetados ao longo de todo o seu comprimento, e têm uma fenda para chave na outra extremidade. Um pequeno orifício, para receber o parafuso, pode ser perfurado no centro de cada área onde uma bobina deva ser montada, e o orifício é filetado por meio de um parafuso de latão ou ferro correspondente. Centre cuidadosamente a bobina sobre o orifício e cole-a no lugar. Aparafuse o núcleo no orifício filetado e a bobina estará pronta, exceto quanto à sintonia inicial, que será feita com um ressonômetro (grid-dip oscilator), e a sintonia final que será feita sob condições de funcionamento. O núcleo de ferro irá baixar a frequência quando fôr mergulhado mais no centro da bobina. Se fôr necessário elevar a frequência, ao invés de



Tubos de televisão fabricados com o maior rigor da técnica eletrônica moderna.

## 7 RAZÕES PARA MERECEER A SUA PREFERÊNCIA

- **Luminosidade intensa** — Tela fluorescente C-702
- **Aluminização espessa** — proteção iônica
- **Foco profundo** { imagem
- **Melhor contraste** { mais nítida
- **Linearidade perfeita**
- **Características técnicas dentro dos padrões internacionais**
- **1 ano de garantia.**

— **TODOS OS TIPOS DE CINES-CÓPIOS PARA REPOSIÇÃO INCLUSIVE OS METÁLICOS**

— **REFABRICAÇÃO DE TUBOS DE TV E DE VÁLVULAS TERMIONICAS INDUSTRIAIS**

### REVENDEDORES

SÃO PAULO:

**Eletrônica Nascimento**

R. Gonçalves Dias, 266 • Fone: 93-8340

**Elétrica Ubirajara**

R. Padre Adelino, 281 • Fone: 93-3236

JUIZ DE FORA

**Lídio TV HI-FI Com. e Indústria Ltda.**

Rua São João 129 • Tel.: 3-345



**Eletrônica  
Carioca S.A.**

AV. MEM DE SÁ, 89 - RIO - GB  
Telefones: 52-0330 - 32-0025