



# Medindo Capacitores com o Multímetro

PAULO BRITES\*

FOTO 1 — Aspecto do painel frontal do capacímetro. Foi empregada uma caixa plástica com tampa metálica encontrada no comércio de eletrônica.

Com um único C.I. de baixo custo, este aparelho fornece as indicações de capacitância através de um multímetro comum.

EMBORA o capacímetro não seja um instrumento indispensável na oficina do reparador, ou no laboratório do experimentador, não seria nada mal se pudéssemos dispor de um, principalmente se seu preço não fosse muito elevado.

O capacímetro que vamos aqui descrever satisfaz este requisito, principalmente pelo fato de aproveitar a escala de corrente do nosso V.O.M., fazendo leituras de capacitâncias linearmente, ficando as mudanças de alcance no próprio "aparelhinho".

## PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Antes de apresentarmos o circuito do instrumento, vamos explicar basicamente como ele funciona, através do diagrama de blocos simplificado da Fig. 1.

No primeiro bloco temos um multivibrador astável funcionando com uma frequência fixa (aproximadamente 100 Hz), que servirá de disparador para um multivibrador monoestável, cujo período será determinado por uma constante de tempo que dependerá do capacitor sob teste ( $C_x$ ); assim, na saída do monoestável teremos pulsos com largura dependente do valor de  $C_x$ . Um voltímetro ligado

neste ponto medirá o valor médio destes pulsos, que será proporcional ao valor de  $C_x$ .

Como vemos, a idéia geral é bastante simples, bastando somente pô-la em prática.

Os dois multivibradores foram realizados com um C.I. da família CMOS que reúne quatro portas "NOU" de duas entradas; o voltímetro ficou a cargo de um multímetro, comutado para o alcance de medição de corrente mais baixo, em série com um resistor.

Vejamos, na Fig. 2, o circuito geral do nosso capacímetro.

As portas C.I.1a e C.I.1b, juntamente com o capacitor C2 e o resistor R6, constituem o multivibrador astável. O multivibrador monoestável é formado pelas portas C.I.1c e C.I.1d, um dos resistores selecionáveis por CH1a (R2 a R5) bem como o capacitor sob teste.

A chave CH1, de dois pólos e quatro posições, selecionará os alcances de medição do capacímetro, sobre os quais falaremos mais adiante.

Tendo em vista o emprego de um C.I. CMOS (o capacímetro apresenta uma baixa solicitação de

(\*) Técnico de Telecomunicações da EMBRATEL.

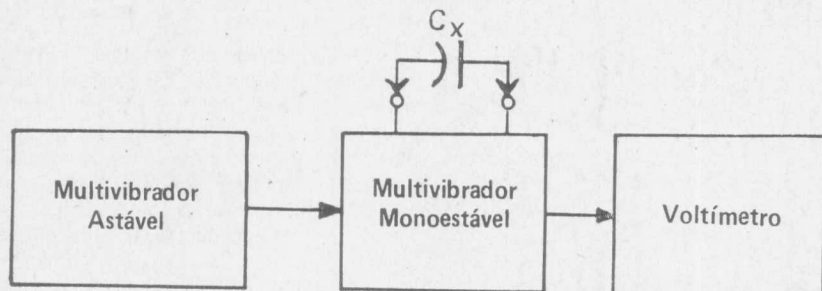


FIG. 1 — Diagrama de blocos que ilustra o princípio de funcionamento do capacímetro apresentado neste artigo.

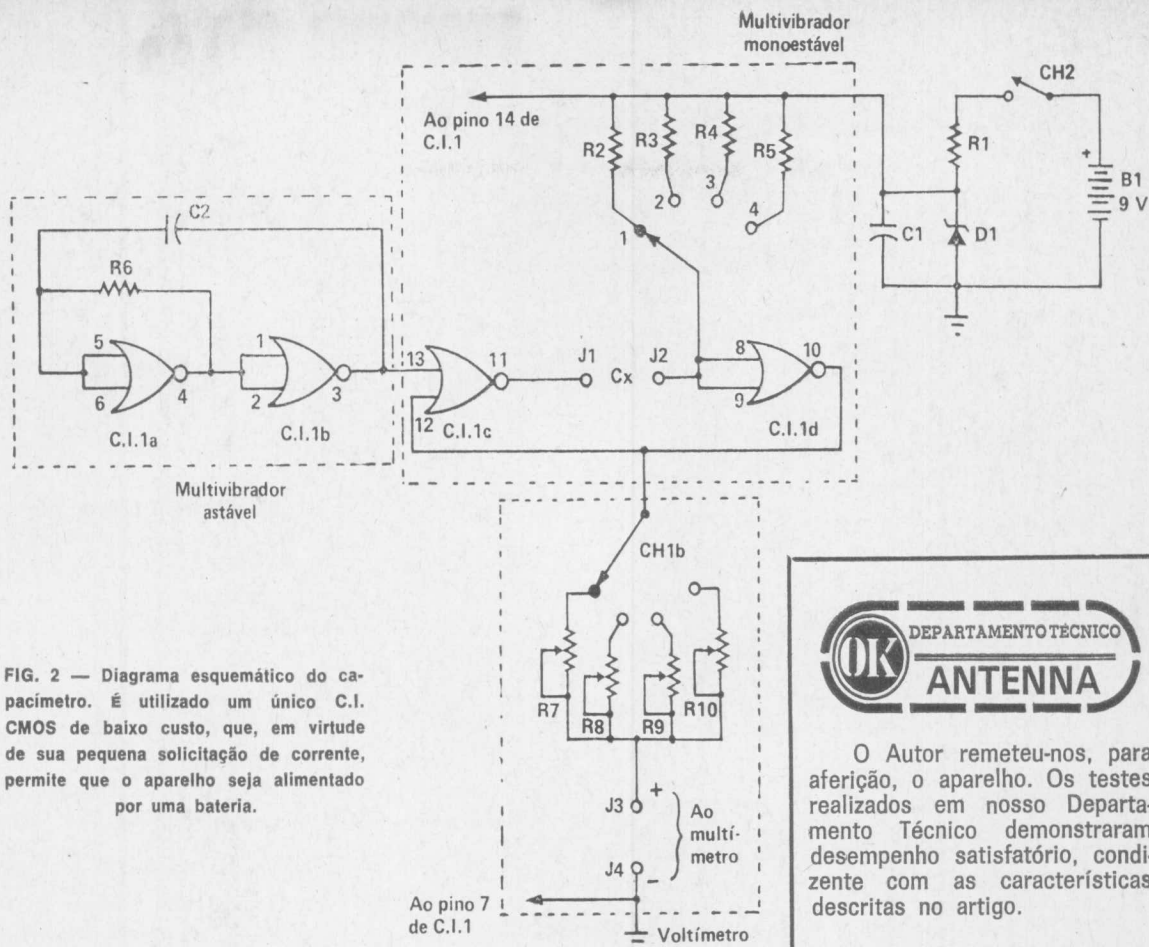


FIG. 2 — Diagrama esquemático do capacitômetro. É utilizado um único C.I. CMOS de baixo custo, que, em virtude de sua pequena solicitação de corrente, permite que o aparelho seja alimentado por uma bateria.

**DEPARTAMENTO TÉCNICO**  
**ANTENNA**

O Autor remeteu-nos, para aferição, o aparelho. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

### LISTA DE MATERIAL

#### Semicondutores

C.I.1 — CD4001 (quatro portas "NOU" CMOS de duas entradas)

D1 — Diodo zener de 7,5 V, 400 mW

#### Resistores (todos de 1/4 W, ± 5%)

- R1 — 680 Ω
- R2 — 8,2 kΩ
- R3 — 82 kΩ
- R4 — 820 kΩ

R5 — 8,2 MΩ

R6 — 56 kΩ

R7 a R10 — 100 kΩ, potenciômetro-miniatura

#### Capacitores

C1 — 100 μF, 12 V, eletrolítico

C2 — 0,1 μF, 250 V, poliéster

#### Diversos

CH1 — Chave de dois pólos e quatro posições

**Falando de Componentes**

Com mais informes sobre esta lista, no final deste número.

CH2 — Interruptor simples

B1 — Bateria de 9 V t

Plaqueta de circuito impresso (Fig. 3), fio, solda, etc.

corrente, cerca de 10 mA), pudemos optar por alimentação a bateria, tornando o aparelhinho portátil.

### MONTAGEM

Devido ao pequeno número de componentes, foi possível alojar todo o circuito no interior de uma caixinha plástica comercial. Na Foto I vemos como ficou o painel do instrumento. A chave "H-H", que traz as indicações "X1" e "X2" (não incluída no diagrama da Fig. 2), serve para multiplicar o alcance selecionado por CH1. Falaremos, mais adiante, sobre como introduzir esta chave no capacitômetro.

O C.I., resistores fixos, capacitores, potenciômetros-miniatura ("trim-pot") e diodo zener foram

montados em uma plaqueta de circuito impresso. Na Fig. 3 vemos o desenho da plaqueta (lado cobreado), enquanto que na Fig. 4 temos o chapeado geral do instrumento com a disposição dos componentes sobre a plaqueta. Neste chapeado vemos a chave CH3 e o potenciômetro-miniatura R11, que servem para multiplicar o alcance, conforme explicaremos adiante.

A Foto II mostra o aparelho com sua tampa removida, onde podemos ver como ficaram dispostos os componentes no interior da caixa. Nas Fotos III e IV temos os painéis laterais, onde foram fixados os conectores para o capacitor a ser medido e o multímetro.

Na Fig. 5, finalmente, fornecemos o desenho da caixa com as dimensões ideais para alojar o ca-

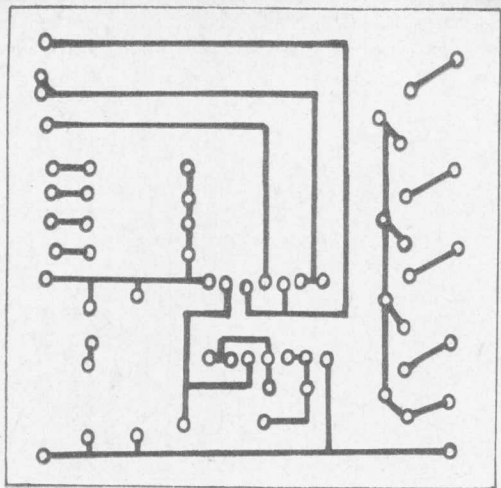


FIG. 3 — Sugestão para o circuito impresso do diagrama da Fig. 2.

pacímetro, bem como uma sugestão para a disposição de CH1, CH2 e CH3.

### CALIBRAÇÃO

As indicações de nosso capacímetro são lineares. Desta forma, as quatro faixas de que ele dispõe serão múltiplas do valor do menor alcance de corrente do V.O.M. que for utilizado. Vejamos o que isto significa, apresentando um exemplo.

A menor escala de corrente do V.O.M. que utilizamos é de 25  $\mu$ A. Assim, procedemos à calibragem de tal modo que com a chave CH1 na posição 1, e utilizando um capacitor de 0,25  $\mu$ F em Cx, tivéssemos a deflexão máxima no ponteiro do V.O.M.,

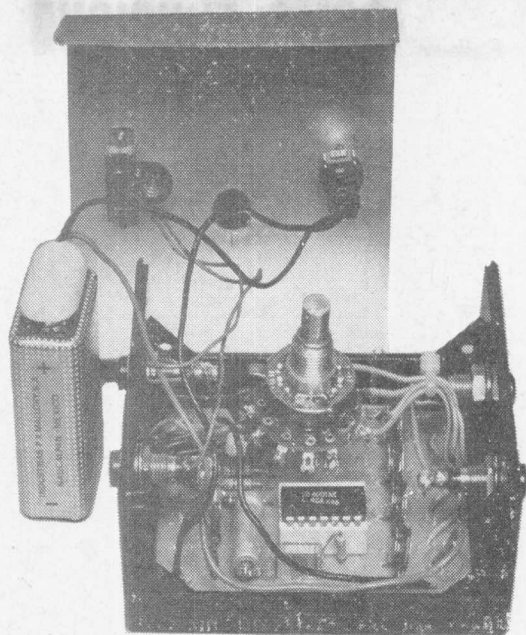
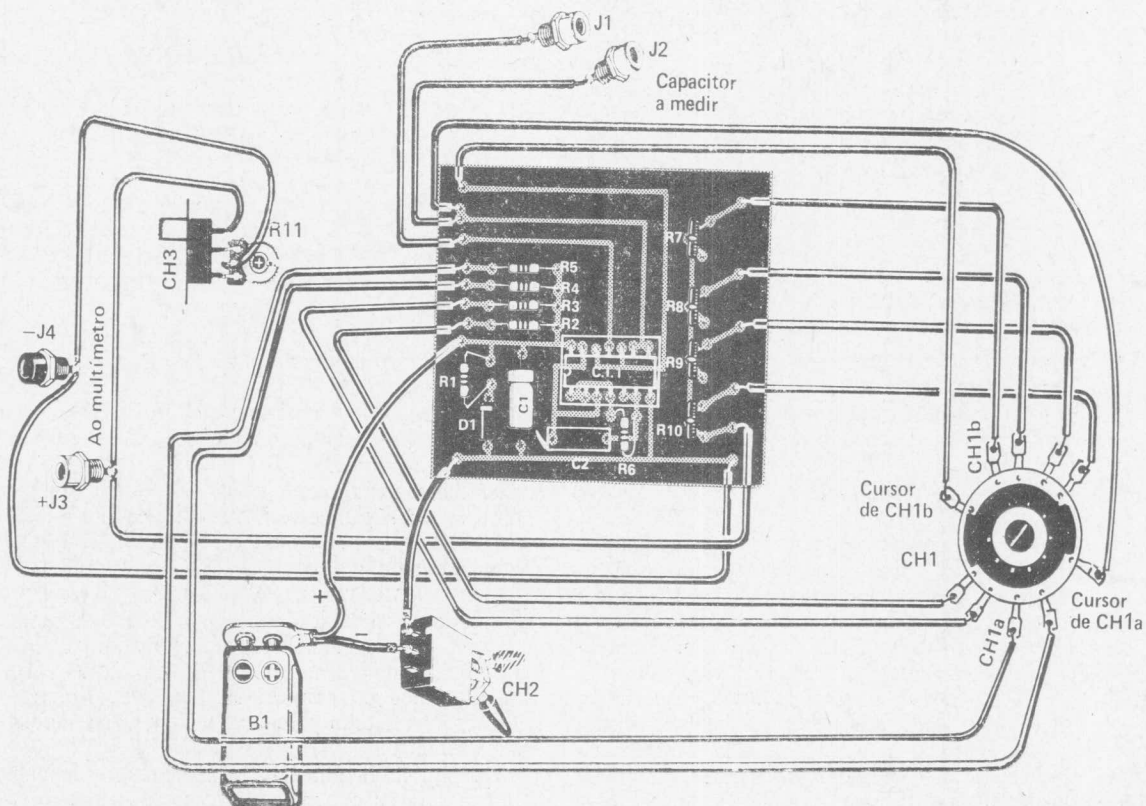


FOTO II — Caixa do capacímetro sem a tampa metálica, deixando ver como foram dispostos os componentes.

sendo o ajuste desta posição feito em R7. Quando passamos a chave CH1 para a posição 2, devemos ajustar R8 de modo que um Cx de 0,025  $\mu$ F forneça a deflexão máxima do multímetro. Na posição 3, o ajuste é feito em R9, para Cx = 0,0025  $\mu$ F e, finalmente, na posição 4 ajustamos R10 com um Cx de 250 pF.

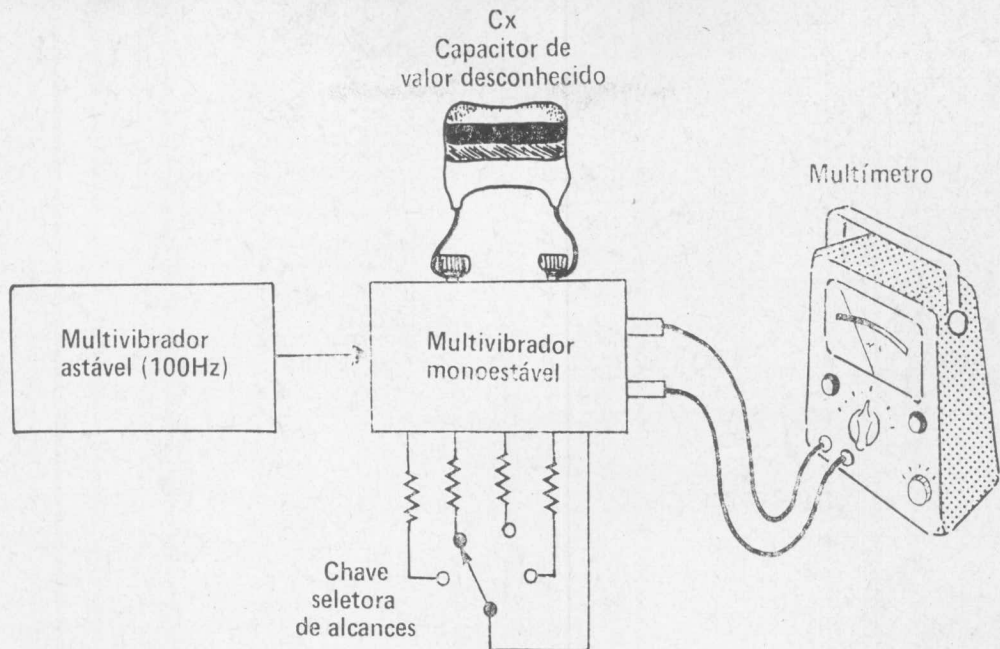
Suponhamos, agora, que o menor alcance na medição de corrente do V.O.M. que você vai utilizar

FIG. 4 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta e ligação desta com os demais componentes fixados à caixa do capacímetro.





# COMO FUNCIONA



O capacímetro apresentado neste artigo é de concepção muito simples e eficiente.

Um multivibrador astável, oscilando em uma frequência fixa de cerca de 100 Hz, fornece pulsos de disparo para um multivibrador monoestável. Este, por sua vez, tem o período determinado por uma rede RC, da qual faz parte o capacitor a ser medido (Cx).

Desta forma, os pulsos à saída do monoestável terão uma "largura" (duração) que irá depender do valor de capacitância de Cx. O valor médio dos pulsos do monoestável é então medido por um voltímetro, no caso um multímetro externo conectado ao instrumento.

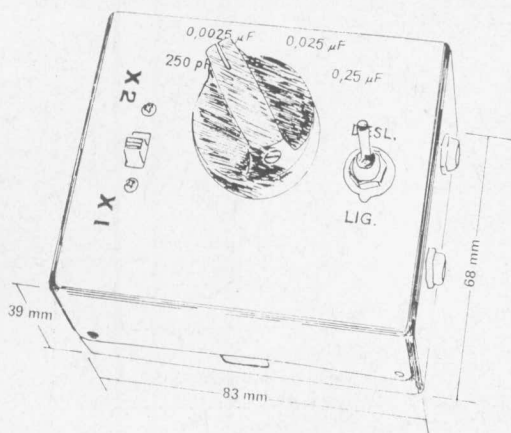
A chave seletora de alcances permite a verificação de capacitores em quatro faixas de capacitância.

é de 50  $\mu\text{A}$ ; neste caso, as escalas do capacímetro passarão a ser:

- posição 1 — 0,5  $\mu\text{F}$
- posição 2 — 0,05  $\mu\text{F}$
- posição 3 — 0,005  $\mu\text{F}$
- posição 4 — 500 pF

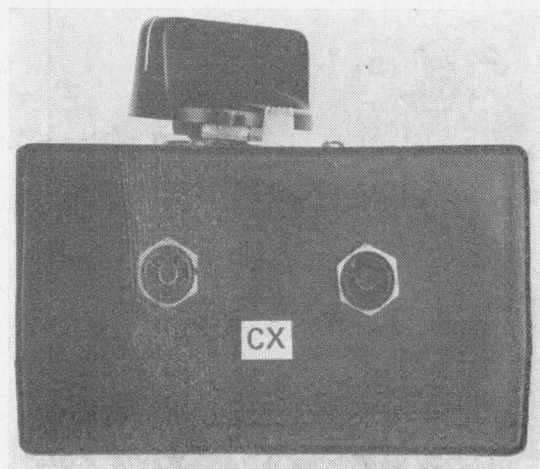
Não é necessário modificar nenhum valor de componentes do circuito para alterar a leitura, bas-

FIG. 5 — Dimensões ideais para a caixa do capacímetro e disposição das chaves e conectores nos painéis desta.



tando proceder ao reajuste dos respectivos potenciômetros-miniatura. Todavia, esteja certo de que, antes de ligar o circuito e começar os ajustes, todos os potenciômetros estejam na posição de máxima resistência, pois, caso contrário, uma corrente excessiva poderá danificar seu V.O.M.

FOTO III — Um dos painéis laterais, com os conectores para se ligar o capacitor a ser medido.



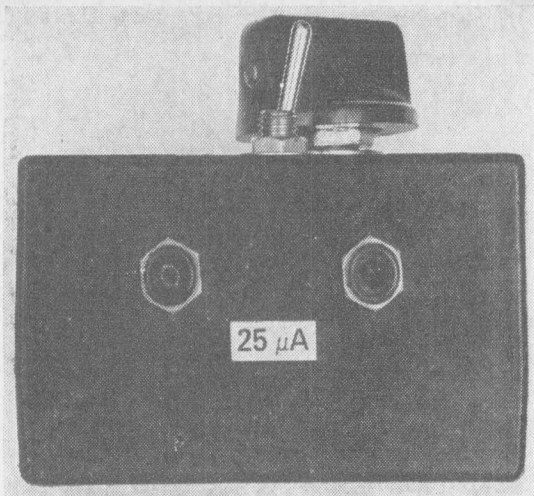


FOTO IV — O multímetro, comutado para o alcance mais baixo na medição de corrente (no caso, 25  $\mu$ A), é ligado a estes terminais da caixa do capacitmetro.

### MODIFICAÇÕES

Em nossa versão incluímos uma chave multiplicadora por 2, e assim temos:

	normal ou x 1	x 2
posição 1	0—0,25 $\mu$ F	0—0,5 $\mu$ F
posição 2	0—0,025 $\mu$ F	0—0,05 $\mu$ F
posição 3	0—0,0025 $\mu$ F	0—0,005 $\mu$ F
posição 4	0—250 pF	0—500 pF

Na Fig. 6 mostramos como esta chave foi acrescentada ao circuito.

Quando a chave CH3 está aberta, temos leitura direta, ou seja, x 1; quando a chave se encontra fechada, as leituras são multiplicadas por 2 (x 2).

Para ajustar o potenciômetro-miniatura R11, de 10 k $\Omega$ , que vemos na Fig. 6, procede-se do seguinte modo:

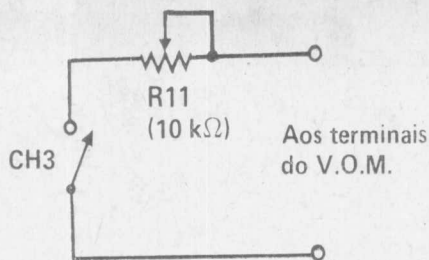


FIG. 6 — A inclusão desta chave e potenciômetro-miniatura ("trim-pot") permite multiplicar por 2 a leitura de capacitância, ampliando, desta forma, os alcances do capacitmetro.

te modo: 1) coloca-se o capacitmetro em qualquer alcance que já foi previamente calibrado (por exemplo, posição 2); 2) deixa-se CH3 aberta; 3) coloca-se entre os bornes Cx um capacitor de valor correspondente ao alcance selecionado no item 1 (no exemplo, Cx = 0,025  $\mu$ F); 4) fecha-se CH3 e ajusta-se o potenciômetro R11 para que a leitura caia para a metade.

Isto significa que se colocarmos um capacitor de 0,05  $\mu$ F, com o instrumento na posição 2 e com CH3 fechada, teremos deflexão máxima e, analogamente, o mesmo ocorre nas outras posições.

Para os instrumentos de 50  $\mu$ A (que constituem a maioria), esta opção é desnecessária, e por isso apresentamo-la em separado.

Um outro ponto para o qual queremos chamar a atenção é que a precisão de leitura do capacitmetro dependerá da precisão dos capacitores utilizados para a aferição, devendo-se, portanto, empregar para este fim capacitores da melhor qualidade possível.

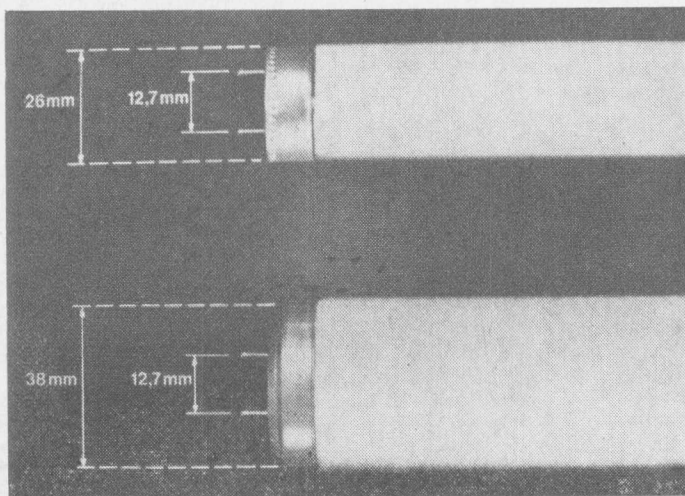
Agora, só resta partir para a montagem do capacitmetro aqui apresentado, e começar a aproveitar os capacitores "anônimos" de nossa sucata.

o o o — o — (OR 1474)

## NOVOS PRODUTOS

### LÂMPADAS FLUORESCENTES MAIS ECONÔMICAS

Novas lâmpadas fluorescentes de 26 mm de diâmetro — as atuais têm 38 mm — vão proporcionar uma economia de energia elétrica da ordem de 10%. Desenvolvidas pela Philips, elas foram mostradas pela 1ª vez na Feira de Hannover, em 1978.



A partir do próximo ano serão lançadas na Europa, não demandando nenhum investimento adicional quando da substituição dos atuais sistemas. A tonalidade obedece aos padrões normais de luz fria e luz do dia, nas potências de 18, 36 e 58 watts, que substituem as de 20, 40 e 65 watts atuais, mantendo-se seus fluxos luminosos.

As novas lâmpadas podem operar com os sistemas atuais para 20, 40 e 65 watts, não necessitando de nenhum equipamento adicional; têm instalação e manutenção iguais às atuais lâmpadas de 38 mm e economia de 40% em volume, o que permite mais lâmpadas estocadas no mesmo espaço e mais volumes transportados pelo mesmo veículo, barateando os custos de transporte.

o o o — o —

As novas lâmpadas fluorescentes (em cima) não necessitam de quaisquer equipamentos e acessórios diferentes dos que são utilizados com as anteriores, de 38 mm (embaixo).