

# Um capacitor variável para alta potência feito por você mesmo

Por Paulo Renato F. Ferreira, PY3PR

P.O. Box 15, Xangri-lá, RS 95588-970, Brasil  
py3pr@arrl.net

**C**apacitores variáveis de alto valor capacitivo e tolerantes a elevadas tensões de pico (isolação) para potências acima de 100 watts são componentes indispensáveis para os montadores de amplificadores lineares, acopladores e antenas encurtadas para 80 e 160 m. O problema é que, hoje em dia, se tornaram caros e difíceis de encontrar. Necessitando de um com cerca de 500 pF para sintonizar minha antena de 160 m sob uma potência de 1000 watts, percorri meu arquivo da QST e fontes da internet [ver referências ao final do artigo] e encontrei várias opções caseiras; porém, todas com baixos valores de capacitância e isolamento. Tomando por base as medidas descritas por DL5DBM em seu ótimo artigo (referência 4), parti para um projeto modificado. Ao chegar onde precisava, resolvi compartilhar os bons resultados obtidos com os leitores da Feirinha Digital. Portanto, se você anda atrás de um capacitor variável robusto, eis aqui a descrição completa de um em língua portuguesa e que está inteiramente ao alcance do radioamador mediano, pois não requer ferramentas especiais (tabela 1).

## Descrição do projeto

Esse capacitor variável é do tipo convencional, com isolante de ar, constituído por placas de alumínio recortadas com tesoura. É composto por um rotor e um estator, fornecendo 525 pF e isolamento de cerca de 4,5 kV na frequência de 1,8 MHz (figura 1). E o mais importante: o custo final em materiais foi de R\$ 80.

## Quer calcular o seu próprio capacitor?

Caso você necessite de um capacitor variável com menor capacitância, utilize um número menor de placas. Se você não possui um capacitímetro para lhe orientar, utilize a fórmula abaixo descrita por KD6ED (referência 1) para descobrir o valor da capacitância entre duas placas de metal, antes de começar a montagem:

$$C = \frac{0,224 AK}{D}$$

C= capacitância em picofarads (pF)  
A= área da placa em polegadas quadradas (1 polegada= 25,4 mm)  
D= separação entre as placas em polegadas  
K= constante dielétrica (ar= 1)

Os detalhes construtivos das placas estão mostrados na figura 2. Para saber a isolamento máxima em relação à separação delas, consulte a tabela 2.

## Uma montagem que dá prazer

Obviamente, caso você possa terceirizar o corte das placas de alumínio e dos espaçadores, haverá economia de tempo e paciência. No meu caso, de posse de uma boa tesoura da marca Mundial (após a conclusão, deixou de ser uma ótima tesoura de pescarias...), o trabalho foi quase que inteiramente artesanal. Só recorri a uma oficina com serra circular fina para cortar os espaçadores entre as placas. Entretanto, montar

esse importante componente para a minha antena de 160 m e obter o resultado esperado me deram muita satisfação e orgulho.

A lista de materiais e as instruções de montagem estão descritas na tabela 3.

### **Iniciando o projeto e alinhando o conjunto**

Inicie a construção do seu projeto desenhando um molde das placas do rotor e estator numa folha de cartolina ou de plástico (usei uma de radiografia) com uma caneta de retroprojeto ou um lápis macio. A seguir, repasse o contorno das placas para a folha de alumínio para serem recortadas. No total, recortei 37 placas do rotor e 37 do estator. Concluída essa etapa, certifique-se que todas as placas estejam absolutamente planas; isto é, desfaça qualquer ondulação manualmente ou batendo nelas com um martelo sobre uma superfície lisa e dura. Observe a disposição dos três eixos, das porcas e das placas na figura 3. Utilize dois suportes de acrílico para o conjunto do capacitor, conforme os dados da figura 4.

A tensão adequada do eixo do rotor é dada por uma arruela de metal comum que exercerá a função de mola (figura 5). Para ser feita, ela é inicialmente presa numa morsa de bancada e cortada radialmente por uma serra tico-tico. A seguir, angule as lingüetas resultantes cerca de 45 graus para criar um efeito de mola. A disposição da mola, espaçadores, porcas, eixos, suportes de acrílico e pontos de conexão é mostrada na figura 6.

O ponto mais crítico dessa montagem consiste no alinhamento das placas do rotor. Posicione o eixo do rotor na vertical prendendo a extremidade inferior na morsa e dê uma tensão moderada nas porcas. Para facilitar esse trabalho prenda uma das extremidades na morsa. O alinhamento das placas é individual e pode ser feito de várias maneiras. Eu usei uma régua paralela ao eixo, de forma a que cada extremidade de placa mantivesse a mesma distância até a superfície da régua. Tente manter uma equidistância também entre as placas do estator e do rotor, evitando centelhas no momento da transmissão devido à excessiva proximidade. Gire lentamente o eixo do rotor em 360 graus e se certifique que a distância entre as placas permanece a mesma.

### **Boa superfície de contato é fundamental**

Para assegurar uma boa capacitância e estabilidade no desempenho, e para evitar centelhas na hora da transmissão com alta potência, todas as porcas devem ser apertadas no limite seguro da tolerância do material. Eu usei porca e contraporca nos pontos de maior necessidade de tensão. Exerça o seu bom senso. Ao final do projeto, revise se todos esses itens estão adequadamente apertados.

Observe que, na extremidade do rotor oposta ao botão de acionamento, o contato entre o eixo do rotor e o borne de solda do capacitor a uma ligação externa foi facilitado pela colocação de uma chapa dupla de alumínio em forma de “U” (figura 7), encaixada em ambos os lados do suporte de acrílico, o mais aderida possível à arruela de pressão (figura 6). Os bornes do rotor e estator são constituídos por ponteiros de cobre ou outro material com boa aderência à solda de estanho. Deixe pelo menos 3 ou 4 mm de separação entre os pontos que fazem contato com o estator e o rotor.

### Se precisar, aumente o valor final com capacitores fixos

Os dois pares de bornes (figura 7) atendem a uma dupla finalidade: um para as ligações externas normais do capacitor e outro para ser soldado em paralelo a um capacitor fixo adicional de cerâmica ou mica, caso a capacitância total necessária seja maior do que a obtida somente pelo variável. Observe que a isolação desse capacitor fixo deve ser da mesma ordem que a do variável, a fim de evitar centelhas e superaquecimento.

### Conclusões

Por um preço bem mais em conta do que o pedido no mercado, esse capacitor variável mostrou-se relativamente fácil de confeccionar, estável, tolerante e útil. Caso você não queira se aventurar logo de saída numa peça robusta como essa, inicie por uma menor até pegar experiência. Se desejar, entre em contato comigo para comentários, dúvidas e sugestões. E bom trabalho!

### Referências

1. A homemade high-power tuning capacitor. QST junho 1983, pag. 25, por KD6ED.
2. <http://www.crystalradio.net/beginners3/cap.shtml>
3. <http://www.eham.net/articles/5217> , por N4DFP.
4. [http://www.metaphoria.us/hamradio/DL5DBM\\_cap\\_plans.pdf](http://www.metaphoria.us/hamradio/DL5DBM_cap_plans.pdf) , por DL5DBM.

Tabela 1: Lista das principais ferramentas para construção do capacitor variável:

| Quantidade | Descrição  |
|------------|--|
| 1          | Morsa pequena de bancada.  |
| 1          | Furadeira elétrica com brocas de aço rápido de bitola entre 1- 5 mm. |
| 1          | Lima grande.   |
| 1          | Serra tico-tico.   |
| 1          | Chave inglesa # 8.   |
| 1          | Chave de fenda média.  |
| 1          | Tesoura grande de costura ou pescaria.                               |

Tabela 2: Tensões de pico conforme o espaçamento entre as placas\*:

| Espaçamento | Tensão de pico |
|-------------|----------------|
| 0,4 mm      | 1000 V         |
| 0,5 mm      | 1200 V         |
| 0,8 mm      | 1500 V         |
| 1,3 mm      | 2000 V         |
| 1,8 mm      | 3000 V         |
| 2,8 mm      | 3500 V         |
| 3,0 mm      | 4500 V         |
| 3,8 mm      | 6000 V         |
| 4,4 mm      | 7000 V         |
| 6,3 mm      | 9000 V         |
| 8,9 mm      | 11000 V        |
| 12,7 mm     | 13000 V        |

\*Fonte: KD6ED (referência 1)

Tabela 3: Lista de materiais para o capacitor variável e instruções de montagem:

| <b>Quantidade</b> | <b>Descrição</b>   |
|-------------------|--|
| 1                 | Barra metálica rosqueada com comprimento de 100 cm e diâmetro de 4 mm para um eixo do rotor e dois eixos do estator. Corte-a em 3 segmentos de 31 cm para cada eixo. Ao final, caso o comprimento exceda o necessário, encurte-o de acordo, utilizando uma serra tico-tico.  |
| 8                 | Arruelas metálicas com 15 mm de diâmetro externo e diâmetro interno de 5 mm, a serem colocadas em contato com as placas de acrílico e com a placa de contato dos bornes.   |
| 1                 | Arruela metálica com 15 mm de diâmetro externo compatível com a barra rosqueada acima e destinada à mola de tensão do eixo do rotor.   |
| 16                | Porcas com diâmetro interno compatível com a barra rosqueada e diâmetro externo compatível com chave inglesa # 8 .   |
| 1                 | Folha de alumínio com cerca de 70 cm <sup>2</sup> , espessura de 0,8 a 1 mm. Desenhe e corte 37 placas para o rotor, 37 para o estator (figura 2) e 1 para a placa dupla de contato dos bornes (figuras 6 e 7).  |
| 1                 | Knob plástico com cerca de 4 a 5 cm de diâmetro, com orifício interno central metálico e parafuso interno de fixação (figura 1).   |
| 2                 | Parafusos com 2 cm de comprimento e 1,8 mm de circunferência para fixação da placa de contato dos bornes ao suporte de acrílico (figura 7). Corte os excessos.   |
| 4                 | Porcas compatíveis com os parafusos do item acima.   |
| 1                 | Tubo de alumínio com 84 cm de comprimento, 7 mm de diâmetro externo e 5 mm de diâmetro interno, compatível com a bitola da barra rosqueada. Corte o tubo em cerca de 120 segmentos de 7 mm de comprimento cada: 37 para a separação das placas do rotor e 74 para a do estator (nesse caso, duas para cada eixo). Veja a figura 6. |
| 2                 | Placas de acrílico transparente formando dois suportes para o conjunto, medindo cada uma 110 mm x 110 mm, com espessura de 4 a 5 mm, conforme a figura 4.  |



Figura 1: Foto do capacitor montado com 3 eixos e 37 placas no estator e 37 no rotor.

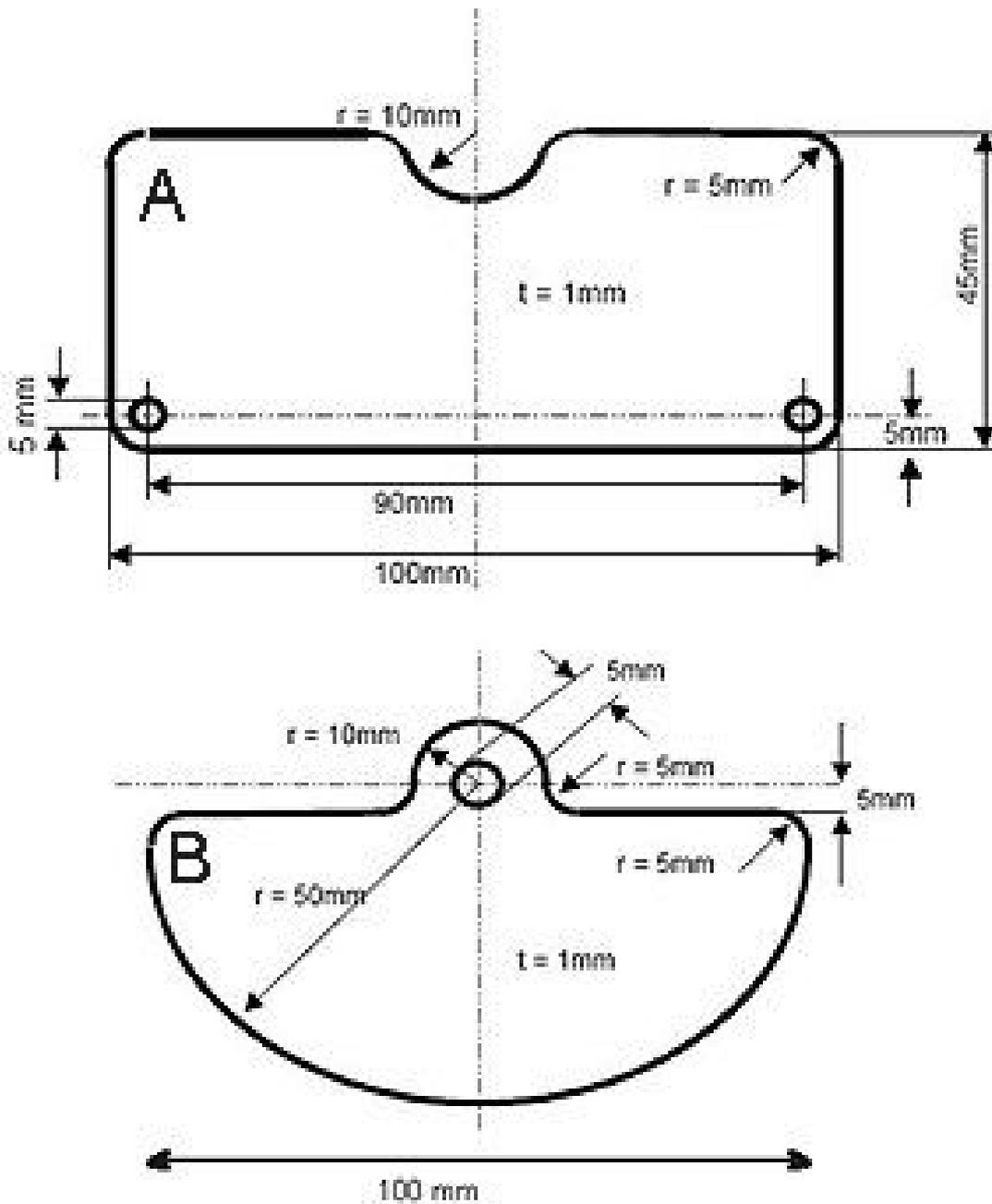


Figura 2: Dimensões das placas do estator (A) e do rotor (B).

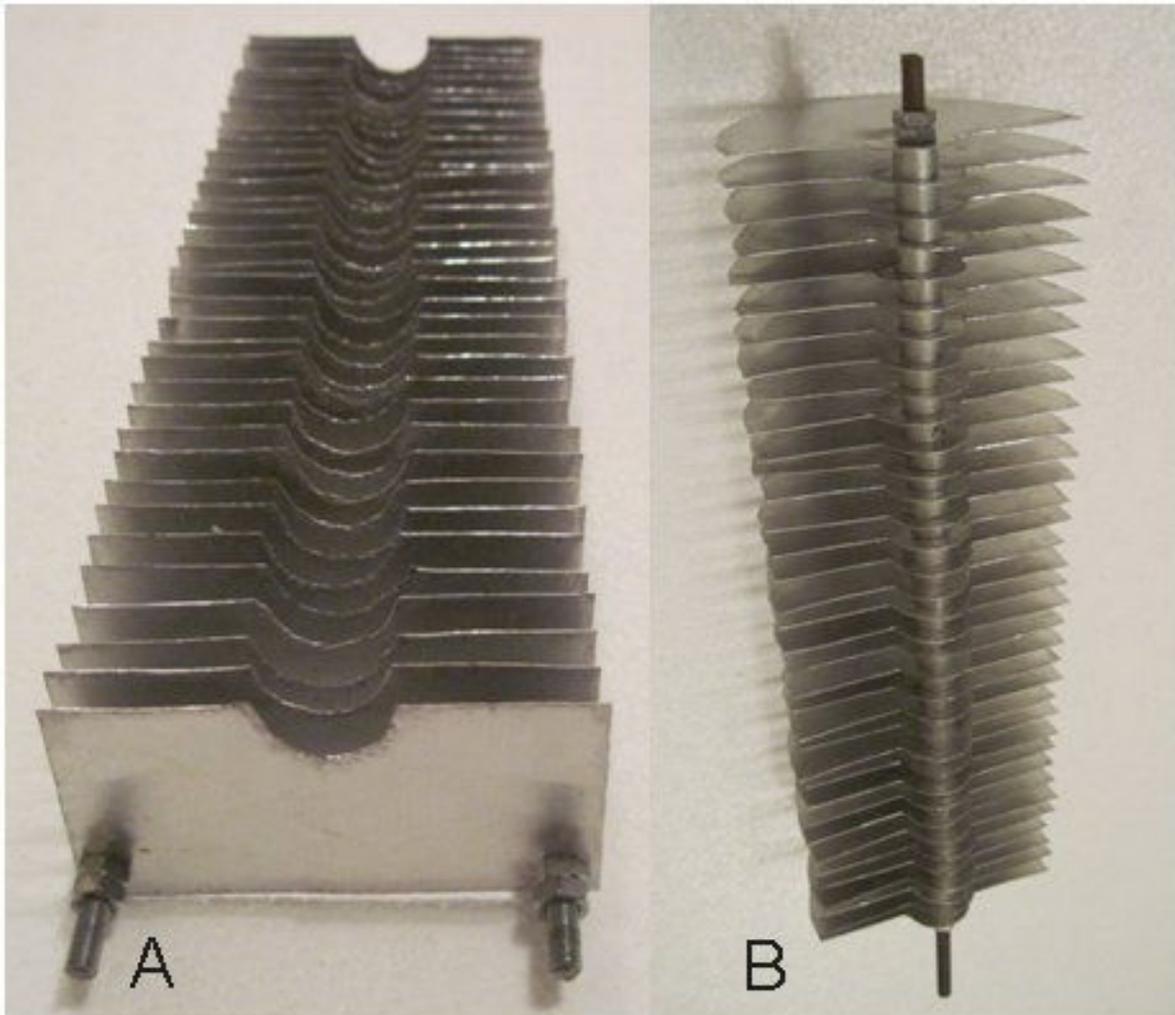


Figura 3: Fotos do estator (A) e rotor (B).

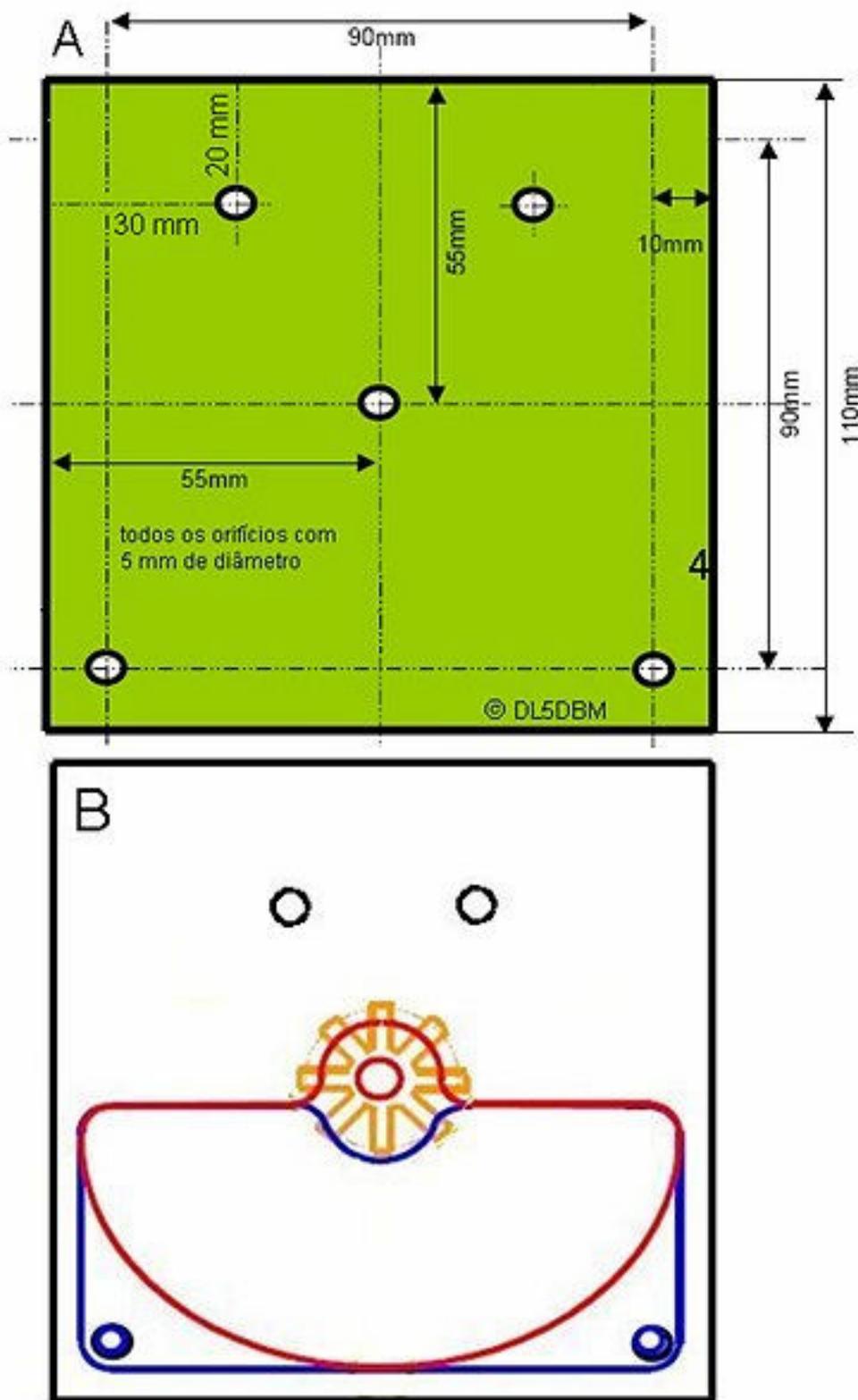


Figura 4: Dimensões e furos no suporte de acrílico (A) e disposição da mola e placas do estator e rotor para a máxima capacitância (modificado de DL5DBM).



Figura 5: Mola tensionadora do eixo do rotor formada por cortes radiais e lingüetas anguladas em uma arruela.



Figura 6: Posição da mola tensionadora do eixo do rotor .



**Figura 7** Posição do suporte de acrílico e da placa dupla de contato dos bornes do rotor e estator. Observe a utilização de porca e contra-porca para evitar folgas nos eixos.