

# O Pequeno Polegar: Um QRP AM/CW para 40 metros

Nelson Chimentão, PY 4 BJC

*Descrição, didática e minuciosa, de um transmissorzinho de amadores, para fonia e telegrafia, que apesar de simples e econômico, proporciona bons comunicados na faixa de 40 metros (e, com modificação sugerida, podendo operar na de 80 m).*

Para quem não conhece a estória dos nossos tempos de criança (já faz um tempão), aqui vai um rápido resumo:

Ele era um menino pequeno e magrinho, tão pequenino, tão magrinho que foi apelidado de "Pequeno Polegar".

Apesar de miudinho, "Pequeno Polegar" era ágil e valente, tanto que por diversas vezes, salvou seus irmãos maiores, de situações difíceis, quando foram abandonados pelos pais, na floresta, por não poderem sustentá-los.

Pequenino, ágil e valente, são adjetivos adequados ao nosso transmissorzinho conforme muitas reportagens que temos recebido, por isso resolvemos batizá-lo com a alcunha do herói da estorinha.

O QRP que passamos a descrever, capaz de funcionar em CW, com comutação automática, e também em AM, com comando pela tecla do microfone (PTT), na faixa de 40 m com OFV, foi montado em módulos independentes, pelas diversas vantagens inerentes a esse tipo de montagem, das quais destacamos algumas: Possibilidade de uma melhor distribuição das partes do circuito dentro do 'Rack', a-fim-de evitar interações entre os estágios; montar somente a parte que interessa, como só o OFV, o transmissor completo somente para telegrafia, empregar uma fonte já existente etc. Pode-se, ainda, montar alguns módulos em duplicata e, no caso de um defeito, substituir rapidamente a parte avariada deixando para quando houver tempo, localizar e trocar o componente do módulo defeituoso.

Iniciamos a descrição do circuito pelo OFV que é a parte mais delicada da montagem.

Todos os que estão habituados a lidar com circuitos de RF, conhecem a interação que existe entre os estágios de um transmissor, a ponto de, em alguns aparelhos, o simples ajuste da sintonia de tanque final, faz com que se altere a frequência do OFV, ou ainda, ao se modular o transmissor, a variação de carga, passando de um estágio para outro, acaba se traduzindo também em alteração da frequência, tornando o áudio pastoso e distorcido, devido à componente de FM introduzida.

Pelas nossas experiências, observamos que os transistores bipolares, por serem dispositivos de baixa impedância, são muito mais suscetíveis que as válvulas a esse fenômeno. Notamos que mesmo do-

brando a frequência, recurso muito usado em circuitos valvulados, como separador, em transistores bipolares a interação permanece, se bem que atenuada.

Quando o transmissor é apenas para CW, o problema não é muito grave, pois a variação é bastante rápida, não se apresentando o famoso piado. Este, está geralmente relacionado a variações de tensão, relativamente lentas. Aliás, quando se usam receptores de conversão direta, o fenômeno é até bem-vindo, pois, ao se carregar mais o oscilador, em transmissão, a frequência tende a baixar, dando a diferença para a nota de batimento. Num dos projetos apresentado na antiga E-P, a variação é aproveitada justamente para esse fim.

É preciso, porém, que o operador saiba exatamente qual a frequência em que ele vai transmitir, para não deixar de ser contestado por um colega que use recepção de faixa estreita.

Em AM a deficiência é inadmissível. Mesmo que a variação seja pequena e que não chegue a distorcer o áudio, a transmissão fica difícil de se copiar em receptores de "SSB".

Para se detectar o provável defeito em um OFV existente, liga-se o mesmo, procurando o sinal em um receptor com o OFB ligado e observe-se o tom da nota de batimento. Agora, encoste-se um pedaço de fio mais ou menos comprido, à guisa de antena, à saída do OFV. Se a tonalidade da nota não variar o circuito é bom. Deve-se deixar a nota de batimento num tom bem grave, para que possam mais facilmente perceber pequenas variações.

No nosso circuito, procuramos, além de dobrar a frequência, empregar transistores de efeito de campo, que são de alta impedância, e acoplar o oscilador o mais frouxamente possível, ao estágio seguinte, a-fim-de minimizar o efeito de carga.

---

## O OSCILADOR DE FREQUÊNCIA VARIÁVEL (Fig. 1)

---

Empregamos o oscilador "Clapp" com um TEC BF 245, por suas conhecidas vantagens de boa estabilidade, usando no circuito tanque, capacitores de valores elevados para torná-lo menos sensível a pequenas alterações de indutância e capacitância provocadas por variações de temperatura. Utilizamos capacitores Styroflex porque os de mica pra-

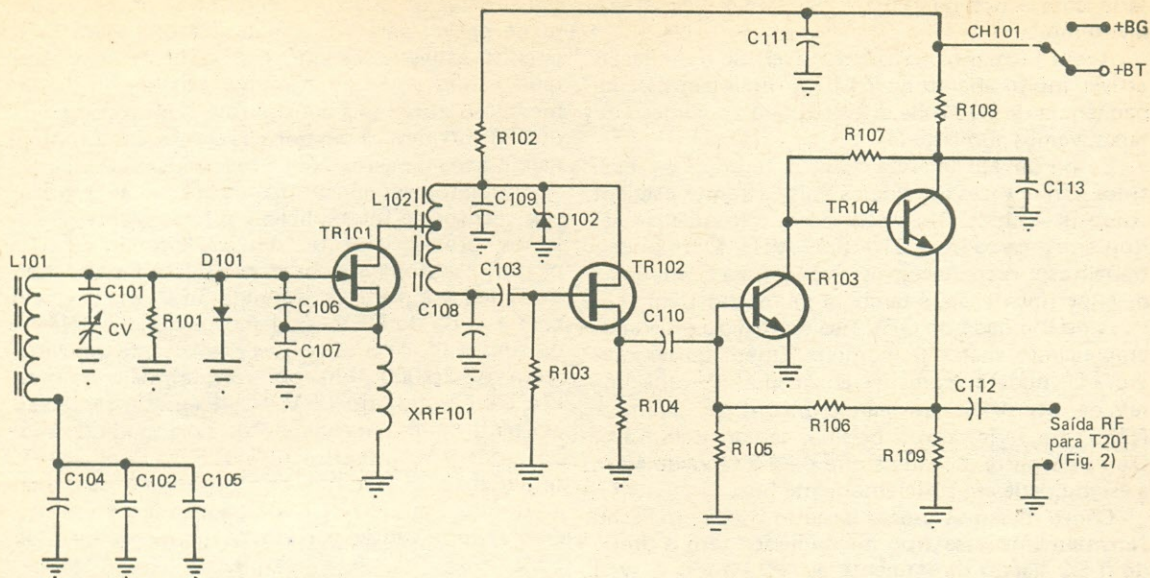


Fig. 1 — Diagrama esquemático do OFV, seguido de estágios dobrador e separadores.

#### LISTA DE COMPONENTES

##### Semicondutores

TR101, TR102 — TEC BF245  
TR103, TR104 — Transistor  
BF494

D101 — Diodo 1N914

D102 — Diodo Zener, 9,1 V, 0,4 W

**Resistores** (todos de 1/8 W, 10%  
de tolerância, valores em ohms,  
salvo menção em contrário)

R101, R103 — 100 k

R102, R109 — 470

R104 — 300

R105 — 3,3 k

R106 — 22 k

R107 — 1 k

R108 — 47

**Capacitores** (Isolamento de, no  
mínimo, 25 V, salvo especificação  
diversa)

C101 — Styroflex, valor inicial

270 pF (ajustar conforme texto)

C102 — Styroflex, valor inicial

300 pF (ajustar conforme texto)

C103 — Cerâmica, valor inicial 10

(ajustar conforme texto)

C104, C105 — 470 pF, styroflex

C106, C107 — 0,0013 μF, styro-

flex

C108 — 47 pF, cerâmica

C109, C112, C113 — 0,01 μF, ce-

rámica

C110 — 0,001 μF, cerâmica

C111 — 0,1 μF, cerâmica

CV — Capacitor variável miniatura  
(ver texto)

##### Indutores

L101 — Bobina osciladora (construída conforme texto)

L102 — Fôrma 9 mm c/ núcleo de  
ferrita 35 espiras fio 0,20 mm (32  
AWG), derivação na 10ª espira  
a contar do extremo +B.

XRF101 — Reator de RF, 1 mH

##### Diversos

CH101 — Chave inversora de 1  
pólo

teada, além de serem muito grandes, atualmente são difíceis de encontrar. Também os de cerâmica NPO não são fáceis de se encontrar em valores altos.

A bobina osciladora foi enrolada em forma toroidal, sobre o núcleo de ferrita desses com rosca e furo sextavado de uns 6 m/m de diâmetro e 15 m/m de comprimento, passando o fio pelo furo. Essa bobina (L101) depois de ajustada é colada à plaqueta de circuito impresso, com Araldite, não necessitando de blindagem. Para oscilar em 80 m ela tem apenas 13 espiras de fio esmaltado N° 26 AWG. (0,40 m/m). Como a qualidade do núcleo pode variar, convém, inicialmente, fazer a bobina com duas ou três espiras a mais, ver a frequência em que aparece a oscilação e ir retirando, uma a uma, verificando-se a frequência a cada retirada. Se com uma espira a mais, encontramos o sinal abaixo do desejado e com uma a menos, acima, esta última solução deve ser adotada pois é fácil baixá-la, aumentando a capacitância do circuito.

Usamos, para a cobertura da faixa, um capacitor variável, CV, desses de plástico, empregados em receptores transistorizados de AM/FM, com quatro

seções, duas para AM e as outras duas menores para FM. Esses capacitores são facilmente encontrados em oficinas de conserto, em receptores semi-destruídos. As quatro seções são ligadas em paralelo e o conjunto todo fica em série com um capacitor fixo. Poder-se-ia usar apenas um variável de menor valor sem nada em série. Nosso sistema tem duas vantagens: Possibilita ajustar-se a cobertura exatamente desejada, pela escolha adequada do capacitor em série e, ao mesmo tempo, proporciona uma variação mais linear ao longo da faixa.

Como pode ser observado no diagrama, não temos compensadores para ajuste. Eles geralmente são muito grandes e nos obrigariam a aumentar o tamanho da plaqueta de circuito impresso; por isso preferimos optar pelo método de ajuste por meio de substituição de capacitores fixos C101 e C102. Após ter encontrado o número correto de espiras de L101 em que o circuito oscila mais ou menos na frequência desejada, com as capacitâncias relacionadas na lista de componentes, procuremos, com o variável todo aberto, ver se o sinal está abaixo ou acima do fim da faixa. Se estiver abaixo, diminuímos um pouco o valor da capacitância em

série com a bobina (C102). Se estiver acima, aumentemo-la.

Agora fechamos todo o variável. Se a oscilação estiver muito abaixo de 7 MHz, diminuamos a capacitância de C101. Se estiver acima do começo da faixa, vamos aumentá-la.

Como um ajuste afeta o outro, teremos de repeti-los várias vezes até que os dois extremos estejam como desejamos. No nosso caso, a frequência variou entre cerca de 7,31 e 6,99 MHz. É um pouco trabalhoso, reconhecemos. Porém para quem gosta de experimentação, é também muito didático.

A estabilidade do OFV fica dentro do esperado, empregando materiais comuns. Quem quiser melhorá-la, poderá, com paciência, usando capacitores de Styroflex em paralelo, com de cerâmica N750, em série com a bobina, tentar melhorá-la. De nossa parte, achamos que para a faixa de 40 m a estabilidade era suficientemente boa.

Como dissemos, nosso circuito oscila em 80 m. Normalmente esse tipo de oscilador tem o dreno do TEC ligado diretamente ao +B, sendo o sinal retirado do supridor. Preferimos, porém, intercalar entre o dreno e o +B uma bobina sintonizada no dobro da frequência do oscilador (L102), de maneira que o BF245 funciona também como dobrador.

O sinal, com o dobro da frequência, é acoplado frouxamente à porta de um segundo BF245 (TR102) que funciona como separador, tendo o dreno ligado diretamente ao +B, sendo que agora a saída é feita pelo supridor, caracterizando-se por uma alta impedância de entrada e muito baixa na saída. Note-se que, tanto o transistor oscilador, como o separador, são alimentados com tensão regulada pelo diodo zener de 9 V. Assim, qualquer variação provocada pela modulação ou manipulação, não poderá chegar até eles.

A seguir, o sinal retirado do supridor do segundo TEC (TR102), é amplificado por um par de BF494 (TR103 e TR104) acoplados diretamente entre si, num circuito já bastante conhecido. A quem quiser aproveitar o OFV em um transmissor maior, valvulado, informamos que sua saída é suficiente para excitar uma EL 84, funcionando em classe "A", sem sintonia de grade. Se for usado um "link" de três ou quatro espiras, acoplado a um circuito sintonizado, a mesma válvula poderá ser perfeitamente excitada, operando em classe "B".

Vamos, agora, prosseguir com os ajustes. Antes, porém, abramos um parêntese para um comentário: Todas as vezes que fazemos alguma montagem, ao ligá-la pela primeira vez, empregamos um potenciômetro de fio de 500 ohms, instalado na nossa fonte de bancada e intercalando um miliamperímetro; vamos aumentando a tensão, lentamente, observando a corrente drenada. Esta providência, por várias vezes, salvou os semicondutores dos nossos circuitos, pois ninguém é perfeito. É preciso tomar muito cuidado com o TEC oscilador. Com o circuito funcionando corretamente o transistor se auto-polariza. Se o estágio não oscilar, com a tensão normal de trabalho o TEC será danificado. Será conveniente medir a tensão da porta do BF245, com um voltímetro de 20.000 ohms por volt, com

um resistor de uns 20 k ohms em série com a ponta de prova, para não "matar" a oscilação. Se o circuito estiver oscilando corretamente, aparecerá uma pequena tensão negativa, tão logo a da alimentação atinja uns poucos volts. Um consumo de uns 30 mA deverá ser normal com o OFV funcionando corretamente, com a tensão de 13,8 V.

Voltamos aos ajustes. Após acertar as frequências, conforme foi explicado anteriormente, instalamos, provisoriamente, um capacitor de uns 10 pF entre a bobina dobradora (C103 indicado no esquema) e a porta do segundo TEC. Em paralelo com a saída do OFV, soldamos um diodo 1N914, ou similar, e, com as pontas de prova de um voltímetro de 20.000 ohms por volt, também em paralelo com a saída do OFV, verificamos a tensão ali existente, que, dependendo da polaridade do diodo, poderá ser negativa ou positiva. Com o OFV sintonizado mais ou menos no centro da faixa, ajustamos o núcleo de L102 para a máxima tensão que, se tudo estiver correto, deverá ser de cerca de 5 V.

Agora, vamos fazer a experiência proposta anteriormente: Sintonizamos o sinal do OFV em um receptor com o oscilador de batimento ligado. Podemos observar que a frequência ainda varia ligeiramente, ao se aumentar a carga na saída, apesar de estarmos dobrando e usando um separador.

Retiramos, então, o capacitor de 10 pF instalado provisoriamente e verificamos que a tensão de saída cai praticamente a zero (é preciso, ao se confeccionar a plaqueta de circuito impresso, deixar um filete ligado à massa entre esses dois pontos; caso contrário, o acoplamento poderá ser suficiente para prejudicar os ajustes).

Em seguida, soldamos nesses pontos dois pedaços de fio esmaltado N° 22 AWG (0,64mm) de uns dois cm de comprimento e torcemos os dois fios entre si para formar um pequeno capacitor. Observamos que a cada volta, a tensão vai aumentando. O ajuste ideal será o que proporcione na saída alguns décimos de volt a menos do que com o capacitor de 10 pF, para termos a certeza de que estamos empregando somente a capacitância absolutamente necessária; de três a quatro voltas serão o suficiente. Em seguida, cortamos o excesso de fio, com cuidado para não curto-circuitar as extremidades.

Façamos de novo a experiência e poderemos observar que não há variação perceptível.

---

## ESTÁGIO DE POTÊNCIA (Fig. 2)

---

O sinal do OFV excita a base de um transistor BC639 (TR201) através de um transformador (T201) feito com um núcleo de ferrita tipo "balun" miniatura (esses núcleos são encontrados em diversas casas comerciais, em São Paulo, na Rua Sta. Ifigênia. Também podem ser encontrados os de rosca com furo usados na bobina osciladora do OFV), com uma relação de espiras 2x1: 6 espiras de fio esmaltado N° 30 AWG (0,25mm) no primário e 3 espiras de fio N° 28 (0,32mm) AWG no secundário (poderiam ser do mesmo diâmetro. São

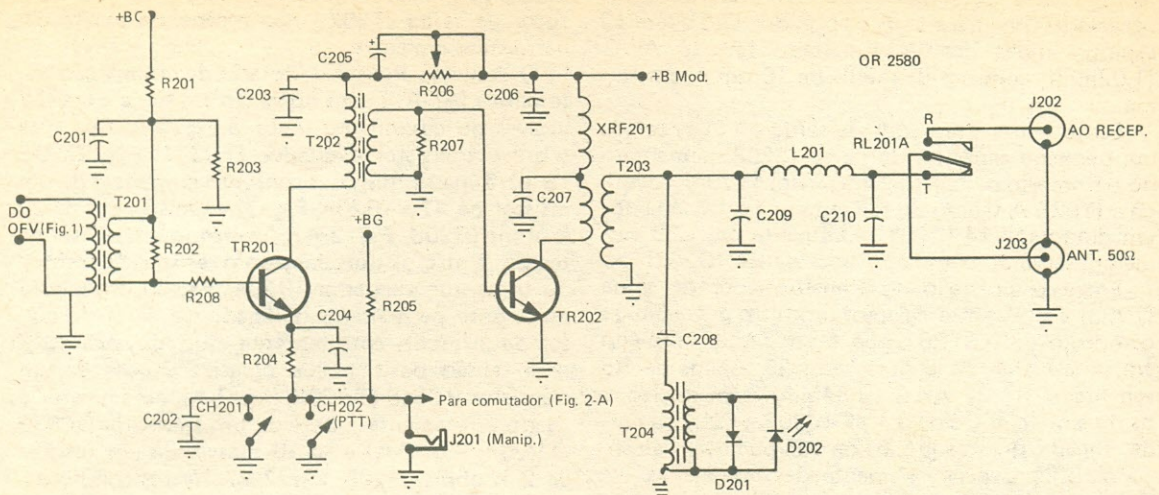


Fig. 2 - Diagrama esquemático dos estágios excitador e amplificador de potência de RF.

LISTA DE COMPONENTES

**Semicondutores**

TR201 - Transistor BC639  
 TR202 - Transistor 2SC2078  
 D201 - Diodo 1N914  
 D202 - Diodo luminescente (LED) vermelho.

**Resistores** (todos de 1/8 W, 10% de tolerância, valores em ohms, salvo menção em contrário)

R201 - 1,2 k  
 R202, R203 - 220  
 R204 - 47  
 R205 - 47 k  
 R206 - Potenciômetro de fio, 300 ohms, 2 W

R207 - 10  
 R208 - 5,6

**Capacitores** (isolamento de, no mínimo, 25 V, salvo especificação diversa)

C201, C204 - 0,01  $\mu$ F, cerâmica  
 C202, C203, C206, C207 - 0,1  $\mu$ F, cerâmica  
 C205 - 10  $\mu$ F, 16 V, eletrolítico  
 C208 - 15 pF, cerâmica  
 C209, C210 - 470 pF, cerâmica

**Indutores** (e transformadores?)  
 L201 - Indutor do filtro de saída (construído conforme texto)

T201 - Transformador de R.F. (construído conforme texto)

T202 - Transformador de RF (construído conforme texto)

T203 - Transformador RF (construído conforme texto)

T204 - Transformador de RF (construído conforme texto)

XRF201 - Reator de RF (construído conforme texto)

**Diversos**

CH201 - Interruptor simples  
 CH202 - Interruptor "PTT" do microfone

J201 - Jaque para manipulador (tipo "circuito aberto").

J202, J203 - Jaque coaxial (painel)

diferentes apenas para facilitar a identificação.). Segundo nossas experiências, foi a que deu melhores resultados.

O transistor funciona em classe AB. Seu coletor é alimentado, também através de um transformador (T202) feito com o mesmo tipo de balun de ferrita, com uma relação de espiras de 5x1. 15 espiras de fio esmaltado N<sup>o</sup> 32 AWG (0,20mm) no primário e 3 espiras de fio N<sup>o</sup> 30 AWG (0,25mm) no secundário. Entre o transformador e o +B foi intercalado um potenciômetro de fio de 2 W de 300 ohms (R206), cuja função explicaremos mais adiante. Na junção de R206 com T202 há um capacitor de 0,01  $\mu$ F (C203) para desacoplar a RF. Também aqui fizemos diversas experiências, para chegar a esta relação no transformador.

Note-se que a base do transistor 2SC2078 (TR202) é ligada diretamente à massa, através do enrolamento secundário do transformador sem receber nenhuma polarização. Este é o sistema típico do funcionamento em classe "C", onde o transistor conduz apenas quando a tensão positiva ultrapassa a 0,7 V, com um ângulo inferior a 180<sup>o</sup>.

O sinal amplificado, no coletor do 2SC2078, aparece também no primário de T203 cuja função é casar a baixa impedância do transistor (entre 10 e 15 ohms) com os 50 ohms da antena. O ideal,

seria um núcleo tipo balun ou toroidal para executar esta função. Entretanto, não tínhamos nem um, nem outro. Tentamos usar um desses baluns de TV mas não obtivemos bons resultados. Ele se aquecia muito, provavelmente por ser de tamanho insuficiente. Tivemos, então, que apelar para o "Jeitinho Brasileiro". Após várias tentativas, acabamos obtendo bons resultados com um transformador com núcleo de ar de enrolamento trifilar, para um acoplamento bem cerrado.

Torçemos três pedaços de fio esmaltado N<sup>o</sup> 22 AWG (0,64mm) com cerca de 50 cm cada, fazendo um cabinho e, com esse cabinho, enrolamos 13 espiras unidas sobre uma fôrma de 8mm (pedaço de caneta esferográfica). Um dos fios ficou sendo o primário e os outros dois, ligados em série (fim de um com o começo do outro) o secundário, dando uma relação de impedâncias de 4x1.

Este transformador ainda se aquece um pouco, provavelmente porque o esmalte do fio não é o isolante ideal para RF, porém foi o melhor que pudemos conseguir, com os recursos que possuímos.

Um dos lados do secundário vai à massa e o outro vai à antena através de L201 que, em conjunto com os dois capacitores de 470 pF, forma um filtro em "PI" simples para atenuar os harmô-

nicos. Em se tratando de um QRP, não julgamos necessário um filtro mais elaborado. L201 tem 13 espiras unidas de fio esmaltado N<sup>o</sup> 18 AWG (1,02mm), com um diâmetro de 10mm e sem fôrma.

Entre o transformador de saída e L201, temos um pequeno capacitor de 15 pF (C208) alimentando o primário de um transformador (T204), idêntico a (T02). A tensão do secundário é retificada por um diodo 1N914 (D201) e alimenta um LED vermelho, servindo como indicador de RF (D202).

Entre o primário do transformador de saída (T203) e o +B, intercalamos um filtro passa baixas composto de XRF201 que é um reator enrolado em uma fôrma de 5 m/m com 25 espiras de fio esmaltado N<sup>o</sup> 22 AWG (0,64mm), sem núcleo, e os dois capacitores de 0,1  $\mu$ F (C206 e C207) a fim de impedir que resquícios de RF pudessem alcançar o +B e provocar realimentações indesejadas.

Os transistores do estágio de potência permanecem sempre alimentados, sendo que, tanto em CW como em AM, o emissor do transistor excitador (T201), quando em recepção, fica levantado da

massa, não havendo circulação de corrente. O transistor de saída (T202), não recebendo excitação, permanece em corte.

O Pequeno Polegar é dotado de comutação automática ("T-R") para operação em fonia e em CW através do circuito ilustrado à Fig. 2-A, que atua sobre o transistor excitador (TR201; Fig. 2). Do +B para massa, temos o conjunto composto de um resistor de 47 k (R205, Fig. 2) e um trimpot de 20 k ohms (R208, Fig. 2-A), formando um divisor de tensão. Entre os dois é ligado o resistor de emissor do transistor excitador (R204, Fig. 2). Enquanto este ponto permanecer desligado da massa, no cursor do trimpot, corretamente ajustado, aparecerá uma tensão positiva que polariza a base de um transistor BC548 (TR203, Fig. 2-A), cujo coletor é ligado diretamente à base de um transistor BC639 (TR204, Fig. 2-A) e ao +B através de um resistor de 2 k ohms (R209, Fig. 2-A). Nestas condições, TR203 conduzirá fortemente, fazendo com que a tensão em seu coletor seja pequena e, também, a da base de TR204, de maneira que a corrente deste será insuficiente para ativar o relé (RL201, Fig. 2-A).

Assim que o resistor do emissor do transistor excitador, TR201, é posto à massa, seja pelo PTT (CH202), seja pelo manipulador ou pelo interruptor CH201, a tensão nesse ponto cairá a zero, fazendo com que TR203 fique em corte, subindo a tensão de seu coletor para quase que a da fonte. Conseqüentemente a da base de TR204 também adquirirá este valor, e será a vez deste transistor conduzir fortemente, fazendo atuar o relé RL201, que liga o OFV e também, quando em fonia, o modulador, e o transmissor estará no ar.

Um outro contato do relé liga à base do BC639 (TR204) e ao coletor do BC548 (TR203), um capacitor (C211, Fig. 2-A) carregado com a tensão da fonte, de maneira que, quando se desliga o comando, o relé permanece por algum tempo atuado, introduzindo o retardo adequado para a operação em CW. Quando em fonia, CH203 deverá ser desligada, tirando o capacitor do circuito, anulando o retardo.

Quanto mais alta a tensão na base de TR203, mais rapidamente o capacitor se descarregará, de maneira que o trimpot funciona como ajuste do tempo de retardo.

A bobina do nosso relé tem cerca de 150 ohms. Com um relé de resistência inferior provavelmente o transistor se sobrecarregará. Uma bobina com resistência muito superior, poderá tornar difícil o ajuste e possivelmente não terá pressão suficiente nos contatos para suportar a carga de mais de 2 ampères, que é a corrente de pico quando o transmissor está funcionando em AM.

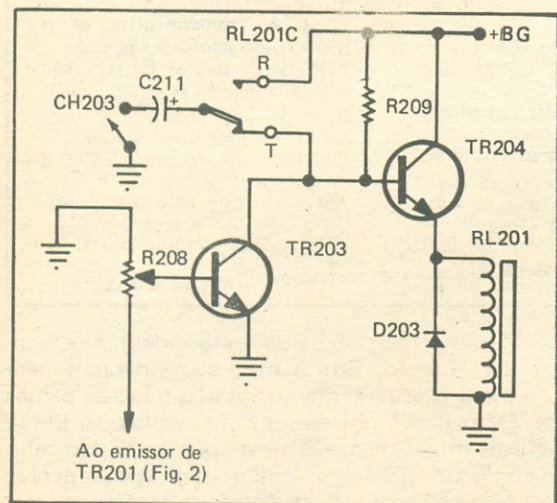


Fig. 2-A - Circuito comutador automático "T-R" (Transmite-Recebe), incorporado ao estágio excitador da Fig. 2.

#### LISTA DE COMPONENTES

##### Semicondutores

TR203 - Transistor BC548

TR204 - Transistor BC639

D203 - Diodo 1N914

##### Resistores

R208 - 20 kohms, "trimpot" (ajuste do retardo)

R209 - 2 kohms, 1/8 W, 10%

##### Capacitor

C211 - 1.000  $\mu$ F, 16 V, eletrolítico

##### Diversos

RL201 - Relé; bobina de 150 ohms (ver texto); 3 contatos reversíveis (relé comutador T-R)

CH203 - Interruptor (comando do retardo)

OBS: RL201 terá um 4<sup>o</sup> par de contatos caso o RX possua alimentação própria, sendo usado para silenciar o receptor.

#### MODULADOR (Fig. 3)

Empregamos para esse estágio, um circuito integrado TDA 2002 (CI301), de maneira que o circuito é bastante simples. Há, no comércio, firmas que vendem o "kit" completo, com exceção do "pré"



pregar verniz para madeira mesmo. Afinal, não estamos lidando com alta tensão...

Depois de pronto o transformador, será preciso destorcer as pontas, cortá-las do tamanho que cada um achar adequado, limpar o esmalte em cerca de um cm, identificar as pontas com um ohmímetro e, se for julgado necessário, marcá-las com etiquetas.

Dois fios serão ligados em paralelo (começo com começo e fim com fim); este será o primário. Os outros três serão ligados em série (fim do primeiro com o começo do segundo e fim do segundo com o começo do terceiro, sobrando o começo do primeiro e o fim do terceiro. Um deles vai ao +B e o outro ao estágio de potência do transmissor. É preciso tomar muito cuidado para não inverter nenhum dos fios, para que o transformador funcione corretamente. Este sistema proporciona um acoplamento bem cerrado entre o primário e o secundário, com uma boa eficiência do transformador.

Na saída do transformador de modulação (T301), instalamos um LED verde (D301) em série com um resistor de 3k9 ohms (R309), tendo, em paralelo com o resistor, um capacitor eletrolítico de 100  $\mu$ F (C313). Este LED tem uma dupla função: Serve para indicar que o transmissor está ligado, acendendo fracamente. Ao se modular, o brilho aumenta, indicando o correto funcionamento do estágio de áudio.

### FONTE DE ALIMENTAÇÃO (Fig.4)

Como pode ser visto no diagrama, empregamos dois reguladores 7812 (CI401 e CI402), ligados em paralelo. Inicialmente, pretendíamos regular ape-

nas o +B da parte de RF. Porém nos defrontamos com um problema: Se a tensão ficasse, com o transmissor ligado, sem modular, em cerca de 18 volts, nos picos de áudio, ela caía para menos de 15 volts e o regulador não funcionava direito. Se fosse maior de 18 V, a proteção interna do CI modulador atuava, desligando-o. Tivemos que regular, também, a parte de áudio. Usamos então os dois reguladores em paralelo (na parte de áudio, um sozinho não agüentava).

O transformador de alimentação (T401) fornece 20+20 V e é dimensionado para 1,5 A. Nos picos de áudio a corrente sobe para mais de 2 A. Mas, segundo nossas experimentações, o transformador suporta bem essa corrente intermitente, sem aquecer muito.

Para quem quiser construir o transformador, aqui vão os dados. Perna central do núcleo 2,5 cm; espessura 3 cm. Primário para 115 V, 650 espiras de fio esmaltado N<sup>o</sup> 26 AWG (0,40 mm). Primário para 220 V, 1.250 espiras de fio esmaltado N<sup>o</sup> 29 AWG (0,28 mm). Secundário, duas vezes 120 espiras de fio esmaltado N<sup>o</sup> 22 AWG (0,64 mm).

### MONTAGEM DO TRANSMISSOR

Muita gente se queixa das dificuldades da confecção das plaquetas de circuito impresso. Confessamos que temos as mesmas dificuldades. Tentamos fazê-las por corrosão pelo percloro, mas não obtivemos bons resultados. As canetas que adquirimos, às vezes não funcionavam e, quando o faziam, o material era corroído, também, onde havia tinta, dando um aspecto desagradável ao serviço.

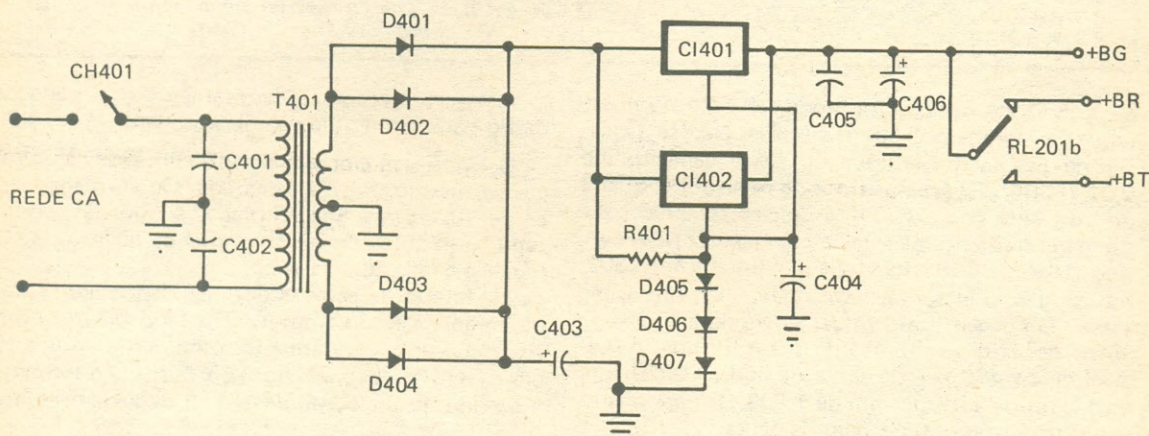


Fig. 4 - Diagrama esquemático da fonte de alimentação.

### LISTA DE COMPONENTES

#### Semicondutores

CI401, CI402 - Circuitos integrados reguladores 7812  
D401 a D404 - Diodos 1N4007  
D405 a D407 - Diodos 1N4001

#### Capacitores

C401, C402 - 0,01  $\mu$ F, 600 V, cerâmica  
C403 - 2.500  $\mu$ F, 40 V, eletrolítico  
C404 - 47  $\mu$ F, 16 V, eletrolítico

C405 - 0,1  $\mu$ F, cerâmica

C406 - 470  $\mu$ F, 16 V, eletrolítico

#### Diversos

R401 - Resistor 2,2 k $\Omega$ , 1/8 W

T401 - Transformador de alimentação. Primário de 127 ou 220 V (conforme rede elétrica); secundário 20 + 20 V, 1,5 A - Poderá ser construído conforme instruções do texto.

CH401 - Interruptor (conjugado ao potenciômetro R305)

Acabamos optando por um método diferente: Desenhamos na plaqueta, a lápis mesmo, ilhas onde seriam soldados os componentes, de formato quadrado, retangular, em forma de "L" de "U", etc. Em seguida, com um estilete de aço (uma pequena lima redonda ou triângulo em que fizemos uma ponta bem aguçada, no esmeril, cuidadosamente para não aquecer o material), riscamos com uma régua de ferro (chapa de núcleo de transformador) sobre as marcas de lápis até que o cobre seja retirado, isolando uma ilha da outra. Onde houver espaço entre uma ilha e outra, o material fica, servindo de pontos de massa e de blindagem. Se um desses espaços ficar isolado dos demais, será interligado por "jampas".

É preciso tomar cuidado para, quando se fizer o desenho, não se esquecer de nenhum componente; caso contrário perde-se a plaqueta.

Convém, primeiro, fazer o desenho em um papel, em tamanho maior, desenhando também, o símbolo do componente, à medida que se vai fazendo o modelo.

Não se esquecer de fazer as ilhas nas distâncias adequadas para que caibam os componentes.

O transmissor foi montado numa caixa feita de alumínio, com as seguintes dimensões: 17 cm de frente, 9 cm de altura e 25 cm de fundo. Não nos preocupamos em fazer a caixa muito pequena, para facilitar a colocação dos diversos módulos comodamente e facilitar a interligação dos mesmos. O módulo do OFV foi instalado na frente e à direita da caixa, aparafusado numa chapa de alumínio, com espaçadores feitos com pedaços de caneta esferográfica. Esta chapa, por sua vez, ficou presa ao fundo do "rack".

Como o eixo do capacitor variável era muito curto, tivemos que emendá-lo. O serviço foi feito aproveitando um tarugo de alumínio retirado de um potenciômetro velho e cuja ponta foi torneada, prendendo-a numa furadeira elétrica, com uma lima, até que essa ponta entrasse, justa, no furo com rosca existente no eixo do capacitor variável. O nosso torneado ficou levemente cônico, de maneira que, quando faltavam cerca de 2 mm, foi preciso forçar um pouquinho, segurando os dois eixos com alicates e torcendo-os. Um pouquinho de rosca foi feita no alumínio, ajudando a fixar os dois eixos. Agora ele ficou suficientemente comprido para se instalar uma polia, sair por um furo na frente da caixa, furo este mais ou menos justo para servir de "mancal" e a fixação de um ponteiro. A escala foi desenhada no painel frontal da caixa.

A plaqueta de circuito impresso do estágio de potência foi aparafusado por meio de duas cantoneiras de chapa de alumínio, diretamente no dissipador do transistor de saída (TR202). Empregamos um dissipador bem grande (metade de um para 2N3055) e além disso prendemos o transistor diretamente em uma pequena chapa de alumínio e esta foi presa, isolada, ao dissipador, aumentando a área de contato. Soldamos o 2SC2078 no lado cobreado da plaqueta, para facilitar sua fixação ao dissipador. Este foi, então, aparafusado ao fundo da caixa.

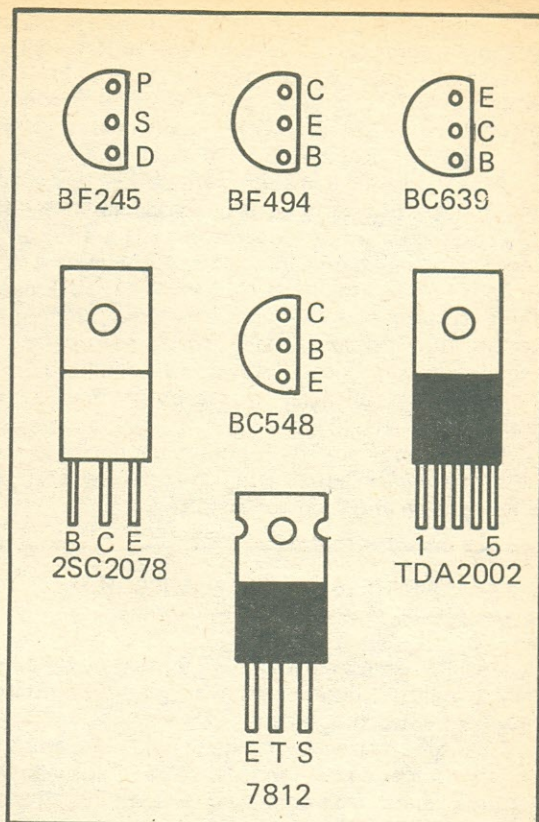


Fig. 5 — Pinagem dos transistores e CI utilizados no Pequeno Polgar.

No painel frontal, temos, em cima à esquerda, três chavinhas deslizantes, sendo a primeira, (CH101) para ligar o OFV manualmente. A segunda, CH203, para ligar ou desligar o retardo e a terceira, CH301, para a operação AM/CW. No centro, ainda em cima, temos os dois LED e, à direita, a escala do OFV. No meio, à esquerda, o potenciômetro de fio R206, e, à direita o eixo do capacitor variável. Em baixo, da esquerda para a direita, temos: primeiro o controle de volume R305; logo após o jaque de microfone, J301; em seguida o jaque do manipulador, J201, e por último, o botão de sintonia do OFV.

Entre o estágio de potência e o OFV instalamos o relé conjugado com o comutador.

Na parte traseira da caixa, temos, à esquerda, a fonte de alimentação e, à direita, o modulador e o transformador de modulação. Instalamos a plaqueta do modulador na vertical, de maneira que o CI301, preso a um pequeno dissipador, foi aparafusado no fundo da caixa para melhorar a dissipação do calor. (A pequena chapa de alumínio que vem como Kit, é insuficiente para dissipar o calor gerado quando este amplificador funciona com modulador.)

No painel trazeiro, em cima, foram instalados os dois reguladores 7812 (CI401, CI402) presos, diretamente a pequenos dissipadores. Estes, por sua vez, foram aparafusados, isolados, do lado de dentro da caixa. Esta providência é necessária porque, como pode se ver no esquema, a perna central



dos integrados não é ligada diretamente à massa. A fim de aumentar a tensão para 13,8 V, foram instalados nesse ponto os três diodos 1N4001 (D405 a 407), em série, para massa, o capacitor eletrolítico de 47  $\mu$ F (C404) também para massa, e o resistor de 2k2 para o +B (R401).

Ainda no painel trazeiro, em baixo, foram feitos quatro furos; um para o cordão de alimentação, dois para as tomadas de antena e antena do receptor e um para um suporte de válvula octal, onde foram ligados o +B G, o +B R e o +B T para, num receptor acoplado ao transmissor, podermos ter qualquer opção desejada. Ainda no suporte foram ligados dois fios vindos do relé RL201 com a finalidade de silenciar o receptor, quando em transmissão. (RL201-D)

No receptor, o +B T pode, por exemplo, ser empregado para reduzir a sensibilidade de recepção e ser usado como monitor de CW.

## AJUSTES DO TRANSMISSOR

Quando descrevemos o OFV, demos detalhes para seu ajuste, de maneira que agora nos limitaremos aos demais módulos.

Quanto à fonte, basta medir a tensão antes e depois do regulador, antes de ligá-la aos demais estágios, para comprovar o seu bom funcionamento.

Com respeito ao modulador, também pouco há o que dizer. Quem quiser comprovar seu bom funcionamento poderá, antes de ligá-lo ao transformador de modulação, instalar em sua saída um resistor de 2 ohms de 10 watts ou mais (por ex. um pedaço de resistor de chuveiro) e, falando ao microfone ou assobiando, medir a tensão existente entre os extremos do resistor. Estando tudo em ordem, ela deverá ser de uns 4 V. Pode-se, também, ligar um fone de alta impedância em paralelo com o resistor (se for usado fone de baixa impedância, será preciso intercalar em série um resistor), para observar-se a qualidade do áudio.

Descreveremos, detalhadamente, o ajuste do estágio de potência de RF, para que se possa assimilar bem o seu funcionamento.

O módulo do OFV (Fig. 1) deverá ser acoplado ao do transmissor (Fig. 2) por meio de um gabinete blindado. Pode ser usado o do tipo para microfone mesmo, desde que de qualidade razoável.

Com o +B do OFV desligado, deve ser aplicada a tensão apenas ao transistor excitador, em série com um miliamperímetro (ou escala do multímetro) de 0 a 100 mA, com CH201 ligada e o potenciômetro de fio R206 na posição de mínima resistência. Estando tudo correto a corrente deverá ser de cerca de 35 mA. Com um pedaço de fio, deve-se curto-circuitar o secundário de T201, observando-se o miliamperímetro, para ver se há alguma variação de corrente. Em caso positivo, isto indicará que o estágio está oscilando e o valor do resistor de 220 ohms em paralelo com o secundário (R202) deverá ser diminuído usando-se o maior valor possível que permita um

funcionamento sem oscilação para não diminuir muito a excitação.

Estando tudo certo, liga-se agora, o +B do OFV e observa-se que a corrente deverá subir para cerca de 50 mA, indicando o correto funcionamento do excitador.

Antes de ligar o estágio de potência, devemos instalar à saída de antena, uma carga não irradiante de 50 ohms. No pólo vivo de antena, soldamos um capacitor de 100 pF e, deste para a massa, um diodo 1N914 ou similar. Um resistor de 22 kohms será soldado na junção capacitor/diodo e na outra extremidade do resistor será ligada uma das pontas de prova do multímetro comutado para escala de 50 V, mais ou menos. A outra ponta de prova será ligada à massa.

Em seguida, intercalamos um amperímetro de 0 a 1 A (ou mais) entre o +B modulado e o transmissor. Inicialmente, comutaremos CH301 para a posição CW, o potenciômetro de fio na posição de máxima resistência e CH201 na posição desligada.

Ao ligar a alimentação (CH401), nenhuma corrente deverá ser indicada pelo amperímetro. Caso contrário, será preciso pesquisar para encontrar o erro.

Estando tudo normal, vamos, agora, acionar CH201. Se o comutador estiver funcionando corretamente, o relé será energizado, ligando a alimentação do OFV, excitando o transmissor. A corrente no amperímetro deverá ficar entre 200 e 400 mA, o LED da RF (D202) deverá acender, e o voltímetro, ligado à saída, marcar alguma tensão, sinal de que o transmissor está funcionando. Em seguida, devemos ir aumentando a excitação, agindo no potenciômetro de fio, R206, lentamente, observando sempre a corrente drenada e a tensão no voltímetro.

Estando tudo funcionando normalmente, com o potenciômetro R206 na posição de mínima resistência, a corrente deverá estar em torno de 1 A. Nestas condições, medindo com um wattímetro, a saída deverá ser de cerca de 6 a 7 watts. Se não for alcançada a corrente de 1 A, principalmente se foi preciso diminuir o valor do resistor R202 em paralelo com o secundário de T201, poder-se-á aumentar um pouco o do resistor em paralelo com o secundário de T202 (R207) até uns 22 ohms. A corrente não deverá exceder a 1 A, para não forçar o transistor de saída; por isso não se deve tentar obter maior potência. Aliás, para a operação em QRP, a excitação deverá ser ajustada para não ultrapassar os 5 watts.

Podemos, agora, inserir o plugue do manipulador no jaque correspondente e num receptor com a sensibilidade reduzida, observar a qualidade dos sinais.

Está na hora de ajustar o retardo do comutador ao gosto de cada um. Para o nosso gosto, o tempo é adequado com o capacitor de 1.000  $\mu$ F. Quem desejar maior retardo pode experimentar aumentar o valor daquele capacitor para 2.000  $\mu$ F.

Em seguida, vamos experimentar o transmissor em fonia. Passando CH301 para a posição de AM, falando ao microfone, devemos ajustar o controle

de excitação (R206) na posição correta. Se o controle estiver muito avançado, podemos observar que a corrente, no amperímetro, cai ao se modular. Se estiver atrasado, a corrente sobe com o áudio. A posição correta é a que o amperímetro varie o menos possível com a modulação. No nosso caso, o melhor funcionamento foi encontrado com cerca de 800 mA.

Com o potenciômetro na posição de mínima excitação, em fonia, o transmissor funciona como de portadora semicontrolada. Embora a qualidade do áudio não seja tão boa, nestas condições, é uma opção interessante para, por exemplo, excitar um amplificador linear de maior potência, onde as condições deste tipo de funcionamento se aproximam bastante das dos transmissores de "SSB". Neste caso, pode-se, até, tentar aumentar o valor da resistência de R206 para diminuir a portadora.

Pode-se observar que o coletor do transistor excitador, TR201, também recebe o +B modulado. Esta condição é imprescindível para que se atinjam os 100% de modulação. Com a diminuição da excitação e da tensão de coletor do transistor excitador, com o áudio, a tensão aumentando, faz aumentar a portadora, pois ela varia mais no sentido positivo do que no negativo, porque o transistor logo entra em corte.

Conforme dissemos no início, tivemos excelentes reportagens dos nossos sinais, com a propagação razoável e sem ruídos excessivos na recepção dos colegas com os quais fizemos contato. Falamos com: Brasília, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Paraná. Todos nos deram boas reportagens, durante o dia, das 9 às 15 horas. Um colega do Rio Grande do Sul reportou ter-nos ouvido. Ficamos em dúvida pois ele chegava mal por aqui, com um transmissor muito maior. O transmissorzinho é excelente, por exemplo para QSO de esquina. A economia de energia elétrica será bem grande. Fizemos poucas experiências em telegrafia e sempre durante o dia (o nosso CW anda meio enferrujado, estamos tentando pô-lo em dia). A maioria dos colegas nos deu 599. Não se esqueçam que a operação QRP exige sempre uma boa antena!

Como pode ser observado, ao se manipular, o primeiro sinal transmitido pode ser um pouco diferente dos demais, pois é nesta ocasião que o relé atua, ligando o OFV. Como este começa a oscilar nesse instante, embora ele já venha na frequência, sem piados, uma pequena diferença pode ser notada, porém ela é insignificante e não acreditamos que chegue a comprometer nosso projeto.

Os demais sinais, enquanto o relé se mantiver ativado, serão límpidos e cristalinos. Se for feita uma pausa na manipulação, a ponto de o relé desligar, o fenômeno se repetirá. Não foram todos os colegas capazes de observar a pequena falha; daí pode-se concluir como ela é mesmo pequena.

O ideal seria empregar um OFV com conversão, onde o oscilador permanecesse funcionando e a comutação fosse feita no misturador. É nossa intenção fazer experiências com um OFV desse tipo; assim poderíamos empregá-lo, também na

## O MICRO...

(conclusão da pág. 222)

relação de espiras (isto é, de impedâncias) entre seus dois enrolamentos, tanto melhor. No meu caso (transformador de sucata), procurei um "saída" que tivesse a maior resistência ôhmica no primário original; medido na função ohmímetro de um multímetro, usei um "saída" que apresentou entre 600 e 700 ohms no primário.

O outro item de influência no desempenho é o relé RL1. Empreguei um relé com primário para 6 volts CC (Schrack RU 101 006 ou 110 006); contudo, se o relé for para 5 V CC, tanto melhor. Se o relé tiver contatos inversores (como é mais comum), empregar somente o contato normalmente aberto. Não meto o bedelho na parte de manipulação do transmissor ou transceptor; só digo que os contatos do relé devem ser aptos a operarem com a tensão e a corrente do circuito de manipulação — ou então utilizar um segundo relé (comandado por RL1) que agüente o rojão...

Este circuito, acionado pela saída "ear" de qualquer microcomputador que disponha da função "sound", tanto pode ser utilizado para acionar um radiotransmissor telegráfico, como para discar telefones, comandar aparelhos elétricos, etc., dependendo do programa armazenado no micro.

Para concluir: gostaria que os PY (ou outros leitores) que montassem e experimentassem este arranjo, enviassem à AN-EP opiniões ou sugestões sobre melhoramentos.

recepção, para um transceptor. Se obtivermos bons resultados (ainda estamos engatinhando com transistores), futuramente faremos sua divulgação, se houver interesse. (NR — Que dúvida: O interesse é imenso!)

Em tempo: As chavinhas que usamos, CH101, CH201, CH203, CH301, são todas de dois pólos duas posições, porém somente em CH301 foram usadas as duas seções. CH201 foi instalada no painel, no centro, logo abaixo dos dois LED.

Para terminar, queremos relatar uma experiência que fizemos: Ligamos em paralelo com o capacitor existente em L102 (C108) mais um outro, agora de 100 pF. O transmissor continuou funcionando normalmente, ligado na carga não irradiante. A saída até aumentou um pouquinho, só que... em 80 m!

Naturalmente não experimentamos no ar, pois não acreditamos que pudéssemos obter bons resultados com o OFV funcionando e excitando na fundamental. Apenas relatamos a experiência para mostrar como o amplificador é de faixa larga. Quem quiser experimentar, pode tentar fazer um OFV (apenas o transistor oscilador) funcionando em 160 m e dobrando para 80, acoplando-o ao mesmo separador. Uma chave ligaria a alimentação ora de um, ora de outro oscilador, e o transmissor provavelmente funcionará nas duas faixas. Será preciso empregar, também, na saída um filtro ajustado para os 80 m a fim de atenuar o segundo harmônico de 40 m. Boa sorte para quem quiser tentar. (□OR-2580)