

O "ALFINETE"

Um QRP Ideal para 40 metros



Louis Facen, HB9HW

Embora "fininho" em potência, este transmissor de CW penetra firme no QRM dos 40. É completo, da fonte à saída de antena, fácil de montar com peças do mercado nacional, e sua descrição, altamente didática, ensina muita coisa "que não está nos livros" aos novatos em radioemissão.

Atualmente a operação QRP está na moda. Ela não só evita a TVI, como também oferece a oportunidade para o amador construir seu próprio transmissor. Apresentamos aqui um pequeno transmissor, projetado com componentes de fácil aquisição, comandado a O.F.V., que opera em CW nos 40 metros.

O aparelho foi dividido em 3 unidades separadas (ver Foto 1): a fonte de alimentação, o O.F.V. e o transmissor propriamente dito, como mostra a Fig. 1. Pode ser alimentado com 12 a 15 V C.C. Sua potência varia com o valor da tensão de alimentação e pode chegar aos 5 W de entrada com a fonte apresentada.

O amplificador de potência opera em classe C e utiliza um transistor de baixo custo, o qual pode manejar uma potência de

entrada de até 8 W. A impedância de saída para a antena é de 50 Ω .

Por motivos de estabilidade e de criar a possibilidade de ser usado com outros transmissores, o O.F.V. foi montado em caixa separada.

A operação do transmissor é muito simples e não requer outro ajuste senão o da frequência de operação.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Fonte de Alimentação — Optamos por uma fonte estabilizada com C.I. para garantir tanto a estabilidade de frequência quanto a perfeição do sinal emitido. Originalmente, a idéia era projetar uma fonte de 13,8 V, mas o C.I. desejado, o 78-CB, é difícil de ser encontrado; por isso acabamos montando uma fonte de 15 V

(utilizando o 7815, que poderá ser substituído pelo 7812, se a tensão desejada for de 12 V. Ambos são facilmente encontrados no comércio).

Outro problema foi o transformador de alimentação, que deveria possuir secundário de 16 a 20 V/1A. Estes transformadores, entretanto, são bastante caros e, por isso, resolvemos empregar uma unidade de 2 x 12 V e 2 A, bem mais barata.

A Fig. 2 mostra o diagrama elétrico da fonte de alimentação. Os capacitores C1 e C2 desacoplam eventuais vestígios de R.F. O transformador T1 tem seus secundários ligados em série, obtendo-se, assim, 24 V C.A., que são aplicados a um retificador em ponte formado pelos diodos D1 a D4. A tensão retificada é filtrada por C3. A regulação está a cargo de

Este artigo "nasceu" de um pedido a HB9HW, radioamador suíço radicado no Brasil, para projeto e realização de um transmissorzinho QRP, completo, com fonte e O.F.V., acessível até aos iniciantes na "confraria do ferro-de-soldar". A solução veio excelente, em três módulos funcionais e uma descrição de alto merecimento didático, escudada na longa e intensiva experiência de Louis Facen no ensino de Eletrônica e na elaboração de incontáveis artigos especializados.

As provas iniciais do protótipo, feitas por PY1AFA em seu "shack" de Araruama, seguiram-se medições no "shack"-oficina de PY1CEZ, Capella. Este notável especialista apreciou imensamente o projeto de HB9HW e dedicou um pouco de seu preciosíssimo tempo (!!!) à otimização do estágio de potência, alcançando-a com modificação em XRF1: para compactação, HB9HW o dotara de núcleo de ferrita, mas este (tal como vem ocorrendo em vários transceptores de marcas famosas) era suscetível de saturação; um reator com núcleo de ar, ajustado "individualmente", proporcionou a otimização almejada.

A terceira fase — uma "prova de fogo" em operação intensiva — foi confiada a PY1MHQ, Rhony. Este "colaborador do primeiro escalão" não se limitou à anotação de "distâncias e reportagens"; com sua índole de "perfeccionista", pôde realizar, na tranqüilidade de seu magnífico "shack" friburguense, medições e provas adicionais, de tal forma ficou empolgado com o projeto, a realização e a qualidade didática do artigo de Louis Facen. Durante as mesmas, propôs dois pequenos (mas eficazes) aprimoramentos, visando evitar o risco de "munhecadás" por parte de operadores iniciantes. E, para completar, o abnegado PY1MHQ fez a "editoria" do artigo, aliviando a carga de nossa Redação!

Como vêm, o "Alfinete" é um trabalho de equipe: Louis Facen o idealizou e construiu; Capella aguçou-lhe a ponta; Rhony aumentou a "cabeça" protetora, com vistas a seu uso por parte dos novatos em QRP e transmissores do estado sólido.

Quanto à "prova de fogo", Rhony, QRPista empolgado, diz que o "Alfinete" deu um banho no seu Heathkit HW-8; em um teste tipo "A-B", um colega de São Paulo reportou 559 para o HW-8, contra 599 do "Alfinete"! Que mais é preciso dizer?

Aí está a história completa do (por nós batizado) "Alfinete" e do mais expressivo "OK" que um equipamento poderia receber, pois dele participaram HB9HW, PY1CEZ e PY1MHQ, três destacados "cobrões" da técnica radioamadorística brasileira. Consideramos este artigo um "marco" (no QRPismo) comparável a transmissores famosos divulgados pelo Grupo Editorial Antenna, tais como o "Caxinguelê", o "Pequeno Gigante", o "Grilo", o "Projeto Falcão", o "Curió", e alguns outros, de que ainda existem inúmeros aparelhos em plena operação no Brasil e no exterior.



DEPARTAMENTO TÉCNICO

Eletrônica Popular

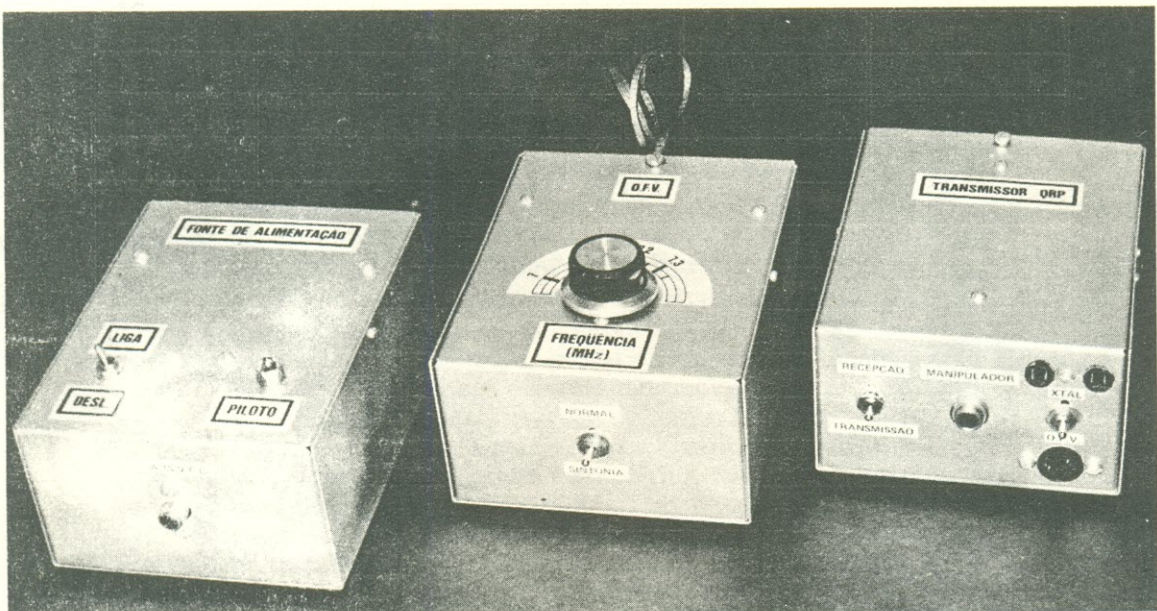


Foto 1 — Os três módulos do "Alfinete" são feitos em caixas idênticas, de alumínio. O rabicho de malha de cobre do módulo central é para interligar os chassis do O.F.V. e do transmissor; quanto mais curto, melhor.

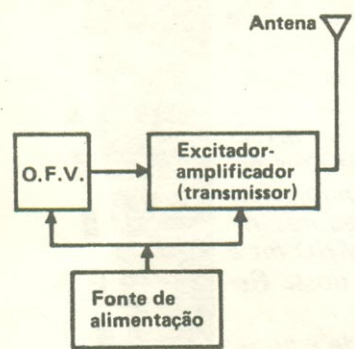


Fig. 1 — Diagrama de blocos das três unidades ("módulos") que constituem o transmissorzinho QRP.

C.I.1 e a tensão de saída depende do C.I. regulador empregado, como já explicado. C4 e C5 evitam oscilações parasitas.

Embora C.I.1 seja à prova de curtos-circuitos, danificamos um deles durante as experiências, de modo que não convém abusar com provas deste tipo!... Assim, colocamos o diodo luminescente D5 bem à vista, de maneira que possamos desligar a fonte a tempo de evitar danos. Estando D5 aceso, tudo está direito.

Excitador/Oscilador a Cristal
— A Fig. 3 mostra este setor do transmissor, em conjunto com o amplificador de potência.

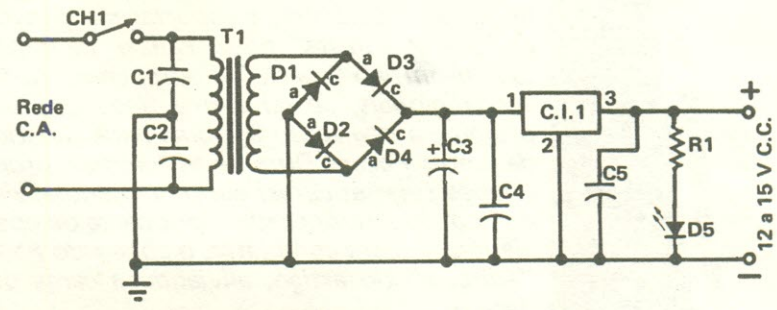


Fig. 2 — Diagrama esquemático da fonte de alimentação. Para maior versatilidade, pode-se usar em T1 um transformador com primário "universal". Os dois secundários de 12 V devem ser ligados em série aditiva.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

- D1, D2, D3, e D4 — BY127 ou equivalente
- D5 — Diodo luminescente FLV110 ou equivalente
- C.I.1 — 7815 ou 78-CB ou 7812 (veja texto)

Resistor

- R1 — 1,2 kΩ, 1/4 W

Capacitores

- 0,01 μF, 500 V, poliéster
- C3 — 2200 μF, 50 V, eletrolítico
- C4, C5 — 0,22 μF, 125 V, poliéster

Diversos

- T1 — Transformador de alimentação (secundário: 12 + 12 V/2A; primário: de acordo com a rede de C.A. local ou "universal")
- CH1 — Interruptor simples
- Caixa, ponte de terminais, cabo de força, tomada RCA, fio, solda, parafusos, pés de borracha, etc.

onde comprar

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

Inicialmente, pensamos em fazer o transmissor operar exclusivamente com o O.F.V. Mas para experimentar a

unidade isoladamente, acabamos por incluir a chave CH2, cuja comutação converte o excitador num oscilador a cristal.

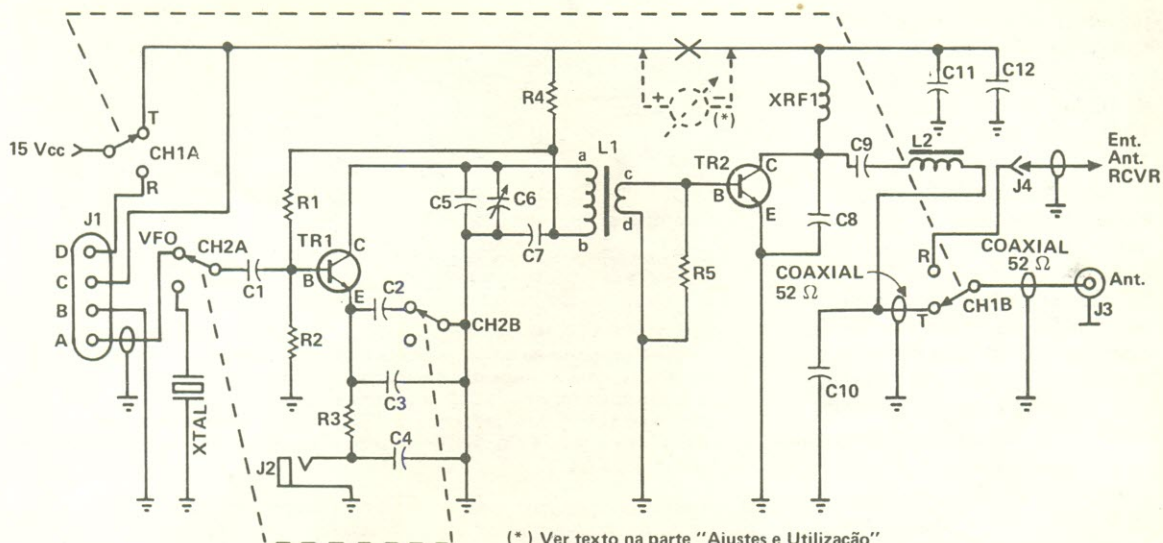


Fig. 3 - Diagrama esquemático do módulo "Transmissor". TR1 poderá atuar como oscilador a cristal ou como excitador ("separador"), ao se operar com o O.F.V., cujas ligações vão ao receptáculo J1; em J2 irá o manipulador telegráfico.

(*) Ver texto na parte "Ajustes e Utilização"

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

- TR1 - BC337 ou equivalente (ver texto)
- TR2 - BD139 ou equivalente (ver texto)

Resistores (todos de 1/4 W)

- R1 - 10 kΩ
- R2 - 4,7 kΩ
- R3 - 220 Ω
- R4 - 330 Ω
- R5 - 39 Ω

Capacitores

- C1 - 0,01 μF, cerâmico, 50 V
- C2, C4, C7, C12 - 0,1 μF, 35 V, cerâmico, disco
- C3 - 100 pF, cerâmico, 50 V

- C5 - 39 pF, stiroflex, 50 V
- C6 - 35 pF, compensador ("trimmer")
- C8, C10 - 470 pF, 500 V, cerâmico
- C9 - 0,047 μF, 125 V, poliéster
- C11 - 100 μF, 25 V, eletrolítico

Diversos

- L1 - Bobina excitadora (veja texto)
- L2 - Bobina do tanque final (veja texto)
- XRF1 - Reator de R.F. (veja texto)
- J1 - Conector de 4 ou mais pinos
- J2 - Jaque para manipulador normalmente aberto

- J3 - Conector coaxial
- J4 - Conector universal (macho e fêmea)
- CH1, CH2 - Chave de dois pólos, duas posições

Soquete para cristal, 4 pés de borracha, 1 dissipador, parafusos, fio, solda, jaque macho e fêmea tipo RCA, circuito impresso, etc.

onde comprar

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

Ligamos um osciloscópio em paralelo com R5, estando desligado o coletor do transistor de potência TR2, e experimentamos diversos transistores funcionando como oscilador a cristal. O BC337 forneceu os melhores resultados. O BC549 e o 2N2222 também funcionaram bem, porém com uma saída um pouco menor.

Quando TR1 trabalha como oscilador, a realimentação é feita através do emissor; ao trabalhar como excitador, o emissor é desacoplado para massa através do capacitor C2.

Tanto se poderia manipular no coletor como no emissor do transistor TR1; demos preferência à manipulação no

emissor porque assim um dos contatos do manipulador (que será intercalado em J2) estará ligado à massa.

L1 foi construída com um toróide de pó de ferro prensado. Estes toróides são encontrados na praça em forma de tubo com um diâmetro de 12 mm e um comprimento de 36 mm. Serrando um tubo destes em 3 pedaços iguais, obtêm-se 3 toróides com cerca de 12 mm de comprimento. São codificados com cores de acordo com suas características, podendo-se usar os marcados em laranja ou branco. Durante as experiências a que procedemos, verificamos que os toróides que obtivemos, conforme descrito, têm

características muito semelhantes ao T-50-2 fabricado pela Amidon nos E.U.A., e que são largamente utilizados em montagens estrangeiras.

Para aqueles que não encontrem os toróides, informamos que fizemos experiências, com excelente resultado, utilizando bobinas comuns de 7 mm de diâmetro e com núcleo de ferro. As melhores fôrmas são as usadas em bobinas de televisores. Tanto servem as do canal de F.I. de vídeo, quanto as de som. Manter a blindagem externa ("caneco") de alumínio, pois este tipo não é "autoblindado" como os indutores toroidais. O emprego dos toróides permite,

portanto, uma montagem mais compacta. Ver Fig. 12 e Foto 2.

A corrente através de TR1 é de 10 mA com alimentação de 12 V, subindo para 14 mA com 15 V.

Amplificador de Potência — Funciona em classe C, tendo-se usado um transistor BD139, que é praticamente igual ao BD135 e BD137. Estes últimos, porém, têm tensão máxima entre coletor e emissor menor que 80 V, e se danificam com mais facilidade. Utilizados com cautela, podem ser empregados em lugar de TR2.

Em alguns projetos é comum instalar um diodo zener de 36 V/1 W entre o coletor e massa, a fim de proteger o transistor de saída contra picos de tensão. Em geral, estes surtos de alta tensão aparecem devido a regeneração parasita ou elevada r.o.e. na saída do amplificador. Assim, se o leitor utilizar em TR2 um transistor cuja Vce máxima não seja elevada, não deixe de colocar o diodo zener, conforme explicado.

Experimentamos muitos outros transistores, como o BD115, o 2N3053, etc. Todos eles exigiram maior excitação, sendo inferiores ao BD139 no presente circuito. O BC639 funcionou muito bem, mas sua potência máxima de coletor é de somente 1 W. Se o leitor optar por um transmissor QRPp, poderá utilizar o referido transistor.

O sinal de entrada para o amplificador de potência é retirado indutivamente através do secundário de 4 espiras enroladas sobre o centro de L1. O fio empregado é grosso, já que a impedância neste ponto é baixa.

Para evitar oscilações parasitas, foi incluído o resistor R5. Melhor solução seria o emprego de uma pérola de ferrita ("ferrite bead") sobre a ligação de base de TR2. Estes componentes são, entretanto, difíceis de encontrar no comércio. São muito usados nos amplificadores de VHF. Têm 6 mm de diâmetro por 6 mm de comprimento, possuindo um furo axial de 1 mm, pelo qual

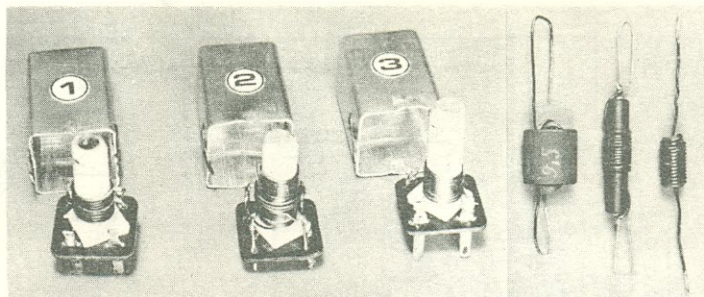


Foto 2 — Em vez de toróides, as bobinas osciladora, excitadora e do tanque final poderão empregar fôrmas de bobinas de F.I. utilizadas em televisores, com as respectivas blindagens, como pode ser visto no quadro esquerdo. Em "1" vê-se a bobina do tanque final; em "2" a bobina do O.F.V. (osciladora); em "3", a do excitador. Os dados de construção estão na Fig. 12. No quadro direito temos a confecção com toróides.

deve passar o condutor a ser desacoplado. É possível encontrar, também, toróides de ferrita de 6 x 2 mm. Fazendo-se uma espira com o fio de ligação de base do transistor sobre um desses toróides, teremos um substituto para a pérola de ferrita (N.R.1).

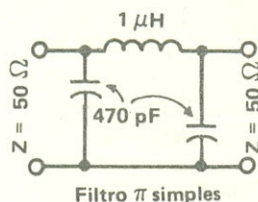
O emissor de TR2 vai diretamente à massa. Em alguns projetos coloca-se um resistor de baixo valor em série com o emissor, o que proporciona um certo grau de realimentação negativa, aumentando a estabilidade do estágio. Mas esta providência fez com que seja necessária maior excitação para a mesma potência de saída. Como no nosso projeto não notamos instabilidade neste estágio, não utilizamos este recurso.

O coletor de TR2 é ligado ao + VCC através de XRF1. A princípio, o Autor construiu um reator de R.F. enrolando 19 espiras de fio 22 AWG (0,64 mm), num toróide de ferrita de 8 mm de altura, 10 mm de diâmetro externo e 6 mm de diâmetro interno, calculado como manda a teoria. Passando à experimentação, notou-se que a potência de saída do transmissor não era a esperada, mostrando que o

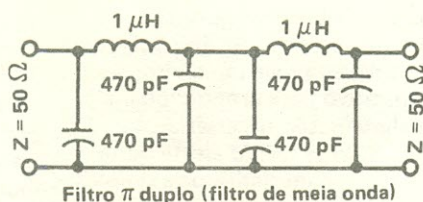
rendimento do amplificador estava baixo. Depois de experimentarem-se outros reatores, ficou comprovado que o melhor rendimento era obtido quando XRF1 era constituído por 9 espiras juntas, auto-suportadas, de fio 20 AWG (0,8 mm) com encapamento plástico e com um diâmetro interno de 6,35 mm (1/4 de polegada). Verificou-se que a indutância deste reator (que no protótipo foi de 0,26 μ H) é algo crítica, e que pequenas variações dela faziam cair o rendimento do amplificador. Por isso, recomendamos ao leitor que ao fabricar XRF1, conforme os dados acima, solde-o no circuito e faça os ajustes no transmissor conforme descrevermos adiante. Depois disto, ainda com as lâmpadas ligadas à saída, ou com o miliamperímetro instalado (ver adiante), procure obter o maior brilho das lâmpadas ou a maior leitura no instrumento, deslocando aos poucos, aos poucos, aproximando ou afastando as espiras de XRF1. Deste modo torna-se fácil ajustar a indutância deste componente. Depois de feito este ajuste, use cola plástica para fixar em definitivo as espiras entre si.

O tanque de saída é calculado para uma impedância de 50 Ω , tanto de entrada quanto de saída. Esta impedância ocorre no coletor com uma potência de entrada de 2 W, mais ou menos, com a tensão de alimentação de 12 a 15 V. Com potências

N.R.1 — As "pérolas" de ferrita são normalmente produzidas pela fábrica nacional Sontag, mas geralmente só são adquiridas pelas indústrias, não sendo encontradas no comércio de varejo.



Filtro π simples



Filtro π duplo (filtro de meia onda)

Fig. 4 — Dois tipos de filtros que poderão ser utilizados na saída do transmissor. Optamos, no "Alfinete", pelo filtro "pi" simples, esquematizado à esquerda.

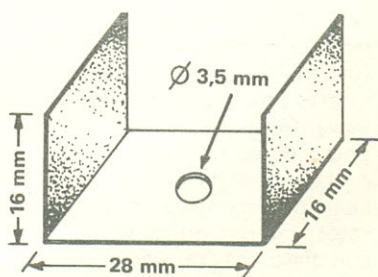


Fig. 5 — Desenho e dimensões do dissipador do transistor de potência. Utilizar chapa de alumínio de (pelo menos) 2 mm de espessura.

maiores, a impedância de coletor cai, mas, mesmo assim, o desempenho do filtro foi satisfatório com antenas de 52 Ω . Com antenas de 73 Ω , como é o caso dos dipolos de meia onda, o descasamento é um pouco mais acentuado, fazendo com que apareçam r.o.e. mais elevadas (foram medidas 1:1,7 a 1:2 em diferentes instalações). No entanto, na prática, o desempenho manteve-se plenamente satisfatório e, num projeto simples como o apresentado, não há justificativa para melhorar o resultado final obtido, complicando-se o circuito.

Para uma atenuação mais acentuada dos harmônicos inevitavelmente gerados em amplificadores como este, poder-se-ia utilizar dois filtros destes em série, numa configuração conhecida como filtro de meia onda, mostrado na Fig. 4. Devido ao nível de potência em jogo, cremos ser desnecessário complicar o projeto.

O circuito de saída possui um fator Q baixo e, devido a isso, não necessita ter sua sintonia retocada quando passa-se de uma frequência a outra, o que, sob o ponto de vista operacional, é muito interessante.

A bobina L2 é enrolada sobre o mesmo tipo de toróide utilizado para L1. Também neste caso, pode-se utilizar uma bobina tipo solenóide enrolada sobre uma fôrma de 7 mm de diâmetro com núcleo, tal como descrito para substituir L1, devendo a mesma estar blindada em seu caneco de alumínio.

Como o transistor de potência dissipa entre 2 e 5 W, aquece-se bastante e tem que ser montado sobre um dissipador térmico, que poderá ser de tipo comercial ou fabricado com uma simples chapa de alumínio de 1 mm de espessura em forma de U, conforme ilustrado na Fig. 5.

A eficiência teórica que se pode esperar para um amplificador operando em classe C, situa-se entre 60 a 80%. Na prática, entretanto, e levando-se em conta a simplicidade do circuito adotado, foi medida uma eficiência de 54% com carga de 52 Ω , e com uma potência de entrada de cerca de 5 W (saída de 2,7 W). Caso o leitor deseje uma potência maior, poderá utilizar dois transistores BD139 em paralelo, e chegar a obter uma potência de entrada superior a 10 W, mas... já não mais estará na categoria QRP! A Fig. 6 mostra esta versão QRO. A excitação fornecida por

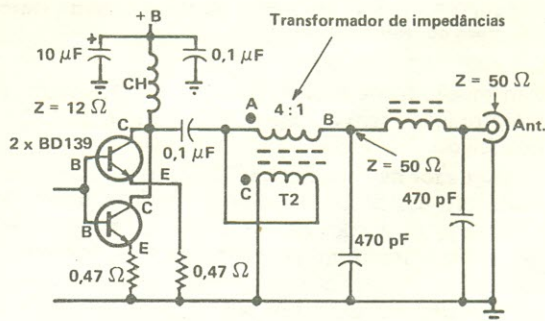
TR1 é suficiente para operar o amplificador com dois transistores. O uso de resistores de carvão de 0,47 Ω em série com cada emissor visa equilibrar eventuais diferenças no H_{FE} dos transistores.

A impedância de coletor neste caso cai para cerca de 12 Ω , tornando-se necessária a inclusão de um transformador de impedâncias (T2) de relação 4:1 entre o coletor e o filtro em pi de 50 Ω . Este transformador é enrolado bifilarmente sobre um toróide de ferrita. A Fig. 7 mostra exemplos práticos de transformadores como estes.

Chave TR — A chave CH1 fica encarregada de comutar a antena do transmissor ao receptor e vice-versa, ao mesmo tempo que corta a alimentação de TR1 e de TR2 durante os períodos de recepção, evitando, assim, que o amplificador possa ser danificado se o manipulador for acionado acidentalmente (TR2 estaria sem carga). As conexões que vão a CH1B devem ser feitas com cabo coaxial de 52 Ω , tal como consta no esquema, tendo as malhas das extremidades bem aterradas, a fim de que não ocorram realimentações indesejáveis.

Utilizamos no protótipo uma chave tipo alavanca de duas seções. Se o leitor desejar, poderá usar uma chave rotativa com mais uma seção, aproveitando a terceira seção para cortar o "Stand-by" de receptor ou para curto-circuitar seus terminais de entrada de antena. Com um pouco de sorte, pode ser que o leitor encontre no comércio uma chave tipo alavanca de 3 seções... Preferimos deixar o circuito como está, pois o sinal captado no receptor durante a

Fig. 6 — Esta é a versão QRO do estágio final do "Alfinete" — mas ele aí não fará mais jus à categoria QRP, nem ao nome. Será "Prego" ou "Alfinetão"... O O.F.V. e o estágio excitador permanecerão inalterados.



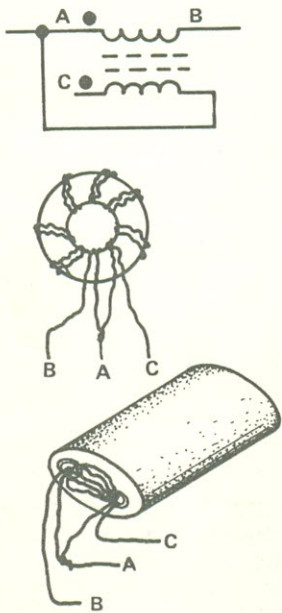


Fig. 7 — O balun com relação 4:1 necessário à versão QRO da Fig. 6: em cima o diagrama esquemático com identificação dos terminais; no centro, enrolamento em núcleo toroidal, com cerca de 12 mm de diâmetro; embaixo, utilizando-se um núcleo para balun de TV. Será utilizado fio esmaltado, calibre 24 AWG (0,51 mm); a bobinagem será do tipo bifilar, retorcendo-se os dois fios 5 vezes para cada centímetro de comprimento. Qualquer dos tipos (toroidal ou TV) terá 13 espiras. Muita atenção às ligações, como identificadas pelas letras nesta e na Fig. 6.

oscilador Colpitts porque o mesmo, ao invés de derivação na bobina, emprega um divisor capacitivo para proporcionar a realimentação necessária, tornando-se fácil o ajuste desta última característica pela simples troca de capacitores.

A bobina osciladora deve ter um Q elevado para garantir a obtenção de uma forma de onda perfeita na saída. Uma forma de onda distorcida gera muitos harmônicos indesejáveis, os quais, nem sempre, podem ser eliminados nos demais estágios, e podem causar interferências e ineficiência do amplificador de potência.

A Fig. 9 mostra nosso circuito. Verificar não ter sido utilizado um diodo zener para estabilização da tensão de alimentação, pois, durante os testes, não verificamos variações nesta tensão, tendo o regulador da fonte de alimentação dado, sozinho, conta do recado.

Também L1 é enrolada sobre um toróide semelhante aos utilizados nas bobinas do excitador e do amplificador final. Como nos outros casos, L1 poderá ser feita com uma fôrma com núcleo de 7 mm de diâmetro, devidamente alojada em sua blindagem de alumínio.

do variável, obtendo-se, deste modo, a cobertura de 7.000 a 7.300 kHz.

A tensão de R.F. de saída obtida no supridor do transistor oscilador depende muito da transcondutância (gm) deste. Com os valores adotados para os componentes do protótipo, foram medidos de 0,3 a 0,8 V pico-a-pico.

Convém mencionar que quando o transistor oscilador (um FET) não oscila, a corrente através do mesmo eleva-se bastante, já que fica sem polarização. Esta corrente excessiva danifica o transistor. Ou, como acontece em certos casos, não o danifica por completo, mas faz baixar muito a gm do componente e, se, por exemplo, tinha-se 0,6 V na saída, passa-se a ter somente 0,2 V.

Portanto, se a tensão de saída for baixa, insuficiente para excitar devidamente o transmissor, desconfie do transistor e substitua-o. Também diminuindo-se o valor de C6, obtém-se maior tensão de saída; com o transistor em bom estado, isto não será necessário.

Como o estágio excitador do transmissor apresenta uma carga variável ao ritmo da manipulação, ao estágio oscilador, torna-se necessário empregar um ou mais estágios isoladores entre este e o excitador.

Na prática, constatamos que melhor isolamento obtém-se com um transistor de efeito de campo em circuito de seguidor de supridor. Daí o circuito adotado (TR2 na Fig. 9), que é seguido por um estágio amplificador, que proporciona uma saída de alguns volts pico-a-pico de R.F. A tensão de saída, ou seja, a excitação do transmissor, é ajustável pelo potenciômetro-miniatura ("trim-pot") R9.

Incluimos uma chave eletrônica, cujo principal componente é o diodo D2, para permitir que a frequência do O.F.V. desvie-se uns 100 kHz da frequência de operação durante os períodos de recepção.

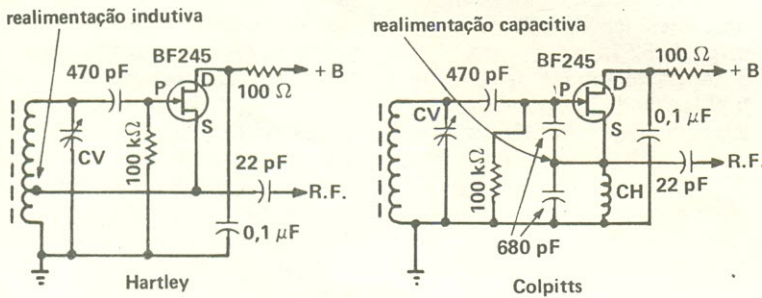


Fig. 8 — Estes são os dois circuitos osciladores básicos mais utilizados em O.F.V. do estado sólido: Hartley e Colpitts. Observar os diferentes tipos de realimentação.

transmissão fornece uma ótima monitoragem, sem volume excessivo.

Oscilador de Frequência Variável — Os circuitos Colpitts e Hartley, mostrados na Fig. 8, são os mais usados atualmente nos O.F.V. Ambos proporcionam bons resultados. Optamos pelo

A sintonia do oscilador está a cargo de C3, que é um capacitor variável metálico dos usados em receptores transistorizados, com duas seções de 300 pF. Somente uma das seções é utilizada. Como a variação de capacitância é muito grande, foi instalado C2 em série com a seção utilizada

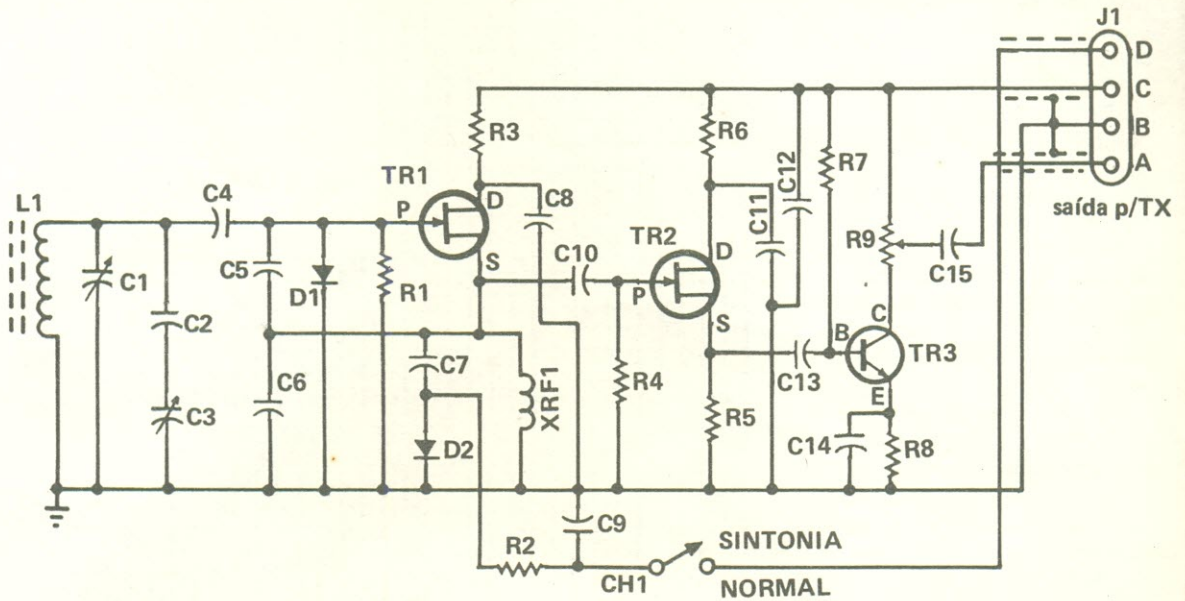


Fig. 9 – Diagrama esquemático do oscilador de frequência variável. De L1 até C10 estão os elementos do oscilador; entre C10 e C13 os do estágio separador; de C13 em diante, o amplificador. C1 é o compensador (“trimmer”) de posicionamento de faixa; C3 é o capacitor variável de sintonia; R9 é o controle de excitação. Mediante o interruptor S1, selecionam-se “sintonia” (S1 aberto) e “normal” (fechado); esta é a posição de operação e mantém o estágio oscilador funcionando em uma frequência deslocada, para não prejudicar a recepção quando a chave TR do módulo de potência estiver na posição R.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

- TR1, TR2 – BF245 ou equivalente (ver texto)
- TR3 – BC549 ou equivalente (ver texto)
- D1, D2 – 1N914 ou equivalente

Resistores (todos de 1/4 W)

- R1, R4 – 100 kΩ
- R2 – 2,2 kΩ
- R3, R5, R6, R8 – 330 Ω
- R7 – 220 kΩ
- R9 – 220 Ω, potenciômetro-miniatura (“trim-pot”).

Capacitores (todos com tensão de trabalho igual ou maior que 25 V)

- C1 – 35 pF, ajustável (“trimmer”)
- C2 – 47 pF, stiroflex
- C3 – 300/300 pF, variável metálico (usar uma só seção)
- C4 – 470 pF, stiroflex
- C5, C6 – 680 pF, stiroflex
- C7 – 100 pF, stiroflex
- C8, C11, C12, C14 – 0,1 μF, cerâmico
- C9 – 0,01 μF, cerâmico
- C10, C13 – 22 pF, stiroflex
- C15 – 0,001 μF, cerâmico

Diversos

- CH1 – Interruptor simples
- L1 – Bobina osciladora (veja texto)
- XRF1 – Reator de R.F. de 0,1 a 0,5 μH (“peaking coil” de TV)
- J1 – Conector de 4 pinos
- Botão, caixa, 4 pés de borracha, circuito impresso, fio, solda, parafusos, etc.

onde comprar

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

A comutação é feita por CH1A na Fig. 3. Com este expediente, o O.F.V. pode permanecer operando o tempo todo, o que muito contribui para sua estabilidade.

Esta chave eletrônica funciona da seguinte maneira: quando em transmissão, CH1A da Fig. 3 comuta o + VCC para o transmissor propriamente dito, não havendo, pois, nenhuma tensão de polarização sobre D2, que, portanto, não conduz, mantendo eletricamente desligado do circuito o capacitor C7. Quando CH1A é comutada para recepção, o + VCC passa a

polarizar D2, que entra em condução e, praticamente, coloca C7 em paralelo com C6 (ambos da Fig. 9), fato que ocasiona o desvio da frequência do O.F.V. para longe da frequência de recepção.

Por fim, a chave “Normal-Sintonia” (CH1 na Fig. 9), quando aberta, isto é, na posição “Sintonia”, corta a polarização de D2, permitindo que o O.F.V. possa ser sintonizado para a frequência de recepção sem ser necessário atuar sobre a chave “Transmissão-Recepção” e, portanto, sem comutar a antena do receptor para o

transmissor. Trata-se, no presente caso, de um “luxo” dispensável, mas que prestará serviços quando quisermos ajustar nossa frequência de transmissão com a máxima precisão (para atender ao CQ daquela figurinha cujos sinais estão fraquinhos...). Durante um QSO, é claro, esta chave deve permanecer na posição “Normal”.

MONTAGEM

Para facilitar a realização prática deste projeto, montamos os circuitos do O.F.V. e do excitador/amplificador sobre

plaquetas de circuito impresso universal, cuja furação e recortes aparecem na Fig. 10.

Como em todos os circuitos de R.F., a disposição dos componentes deve ser a que adotamos, pelo menos em linhas gerais. É importante que todos os filetes de cobre não utilizados sejam ligados à massa, ganhando-se com isso uma espécie de blindagem extra. A Fig. 11 mostra como os componentes devem ser posicionados nas plaquetas.

Para a montagem da fonte de alimentação, usamos somente uma barra de terminais (Foto 3).

O enrolamento de todas as bobinas deve ser feito como mostra a Fig. 12. O fio para os enrolamentos pode ser adquirido em oficinas de enrolamentos de motores e/ou transformadores. No nosso caso, aproveitamos o fio de um transformador de sucata.

As bobinas toroidais são coladas com cola epóxica ("Araldite", por exemplo) na plaqueta depois de soldadas. As espiras das mesmas devem ser fixadas também com este tipo de cola.

A identificação dos lides dos semicondutores pode ser feita pela Fig. 13.

Ao soldar os transistores de efeito de campo do O.F.V. (TR1 e TR2, Fig. 9), não esqueça de colocar uma bolinha de palhinha de aço (tipo Bom Bril) curto-circuitando seus lides, para não danificá-los. Mesmo com essa providência, é aconselhável, no momento da soldagem, desligar da tomada o ferro de soldar.

O transistor de potência e o circuito integrado devem ser untados com graxa de silicone antes de serem montados, para garantir um bom contato térmico. O circuito integrado é montado diretamente sobre a caixa de alumínio.

Todas as ligações externas às plaquetas devem ser curtas. No O.F.V. as ligações para o capacitor variável são feitas com fio rígido (Foto 4).

A fonte, o O.F.V. e o transmissor foram acondicionados em 3 caixas de

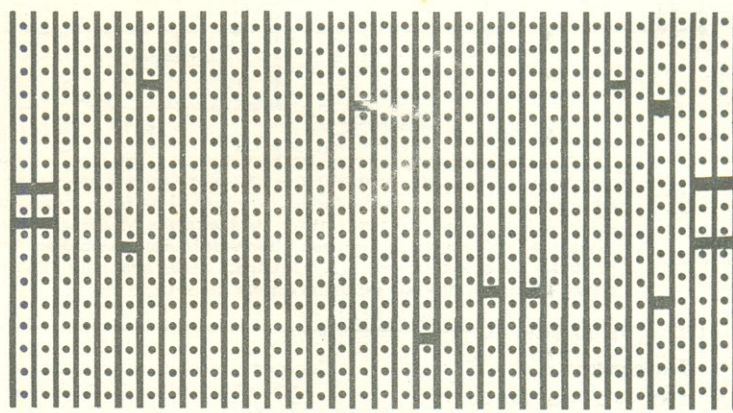
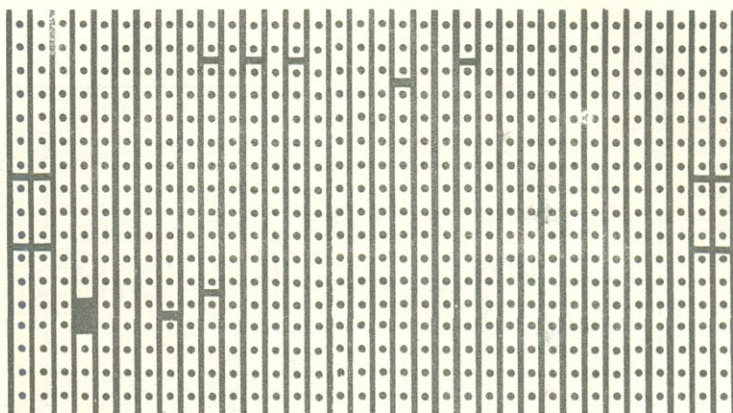
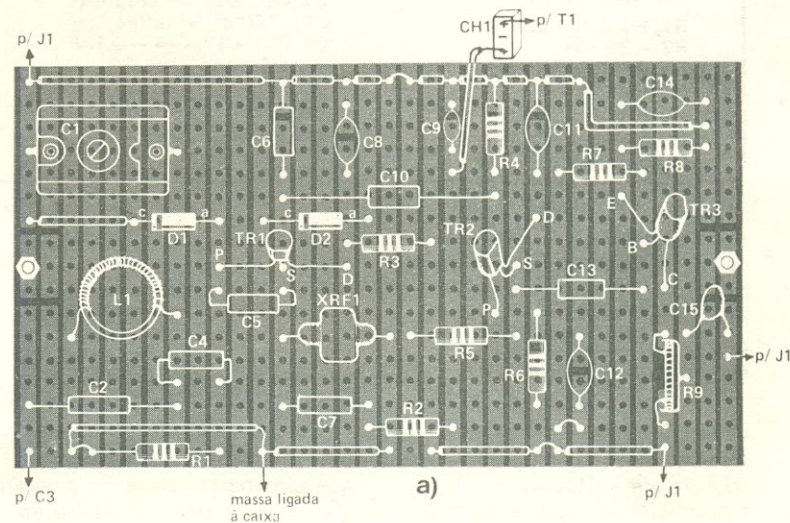


Fig. 10 — O protótipo foi montado utilizando placas impressas do tipo padronizado. Nos desenhos estão indicados os recortes e furações da plaqueta do O.F.V. (a) e as da plaqueta do módulo "transmissor" (b).



alumínio iguais, adquiridas no comércio, com as seguintes dimensões: 60 x 100 x 130 mm.

No fundo da caixa do transmissor, foram feitos vários

orifícios para melhorar a ventilação. Seria até mesmo aconselhável fazer uns orifícios nas laterais da caixa, nas proximidades do dissipador de calor.

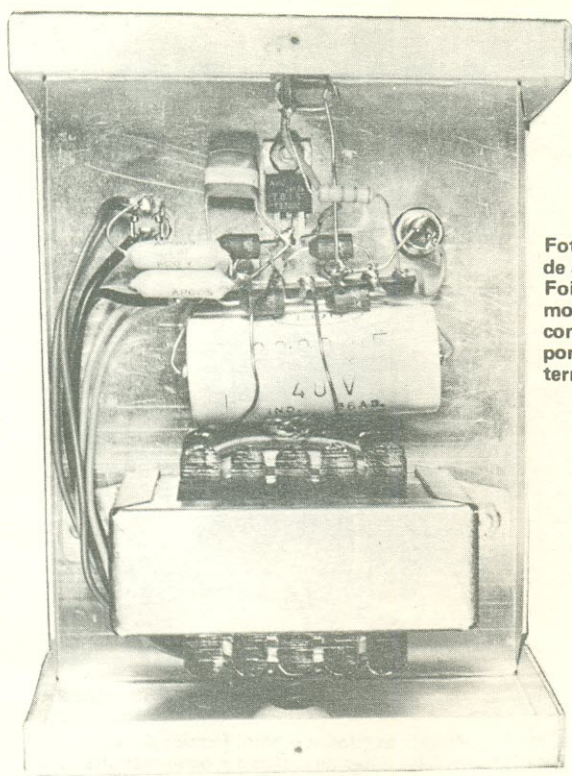


Foto 3 - Módulo de alimentação. Foi adotada montagem convencional, com pontes de terminais.

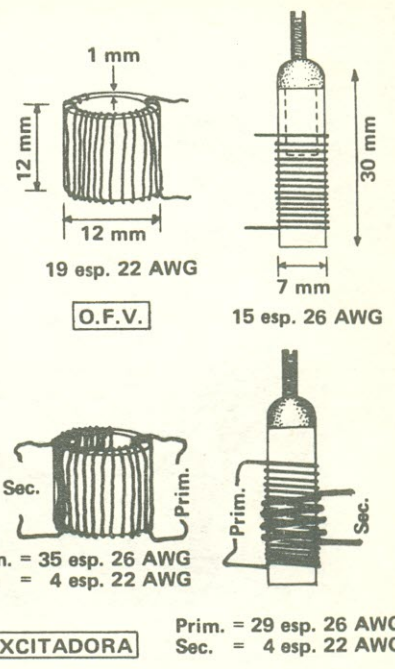


Fig. 12 - Dados para construção das bobinas do O.F.V., excitadora, e do tanque final, nas duas versões: com núcleo toroidal e com forma de F.I. de TV, como explicado no texto e ilustrado na Foto 2. A segunda versão torna obrigatório o uso da blindagem convencional de alumínio, medindo 2 x 2 x 3 cm. O fio calibre 22 AWG é de 0,64 mm de diâmetro; o 26 AWG é de 0,40 mm.

Completada a montagem, faça uma boa revisão de todas as ligações. Certifique-se de que o dissipador de calor do transistor de potência não encosta em nenhum componente (Foto 5), e que o parafuso de fixação do mesmo não faz contato com

algum filete de cobre que esteja ligado à massa. Para evitar curtos-circuitos, passe a ponta de uma faca pequena entre os filetes de cobre adjacentes. Se o leitor dispuser de uma lupa, observe com ela todas as soldas e

conexões. Depois de certificar-se de que tudo está realmente em ordem, aplique uma camada de breu dissolvida em álcool sobre a face cobreada das plaquetas de circuito impresso, para protegê-las de umidade e dar-lhes bom acabamento.

Uma ressalva: a montagem "modular" do protótipo foi feita visando a máxima versatilidade para os leitores. Alguns podem interessar-se apenas pelo O.F.V. (por já possuírem QRP a cristal); outros pretenderão aproveitar o excitador/amplificador de potência, para emprego com

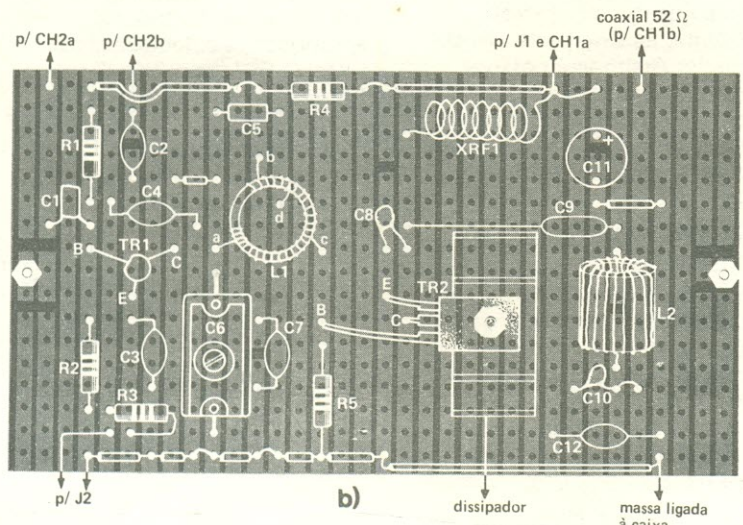


Fig. 11 - Desenho chapeado da disposição de componentes sobre as plaquetas do O.F.V. (a) e do transmissor (b), de acordo com os componentes utilizados no protótipo do "Alfinete".

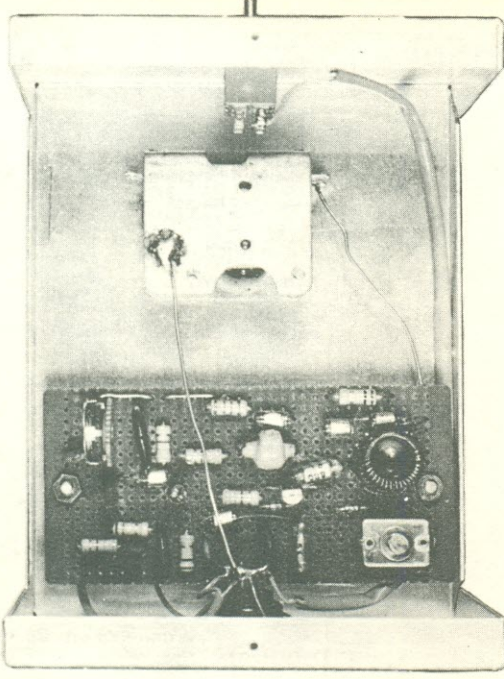


Foto 4 – Unidade O.F.V.; pode-se observar a simplicidade de sua montagem e as posições do capacitor de sintonia e do comutador "normal/sintonia".

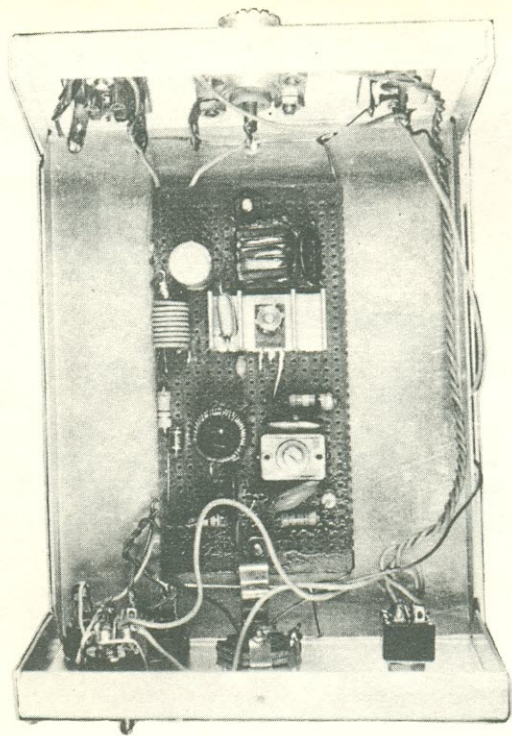


Foto 5 – Módulo excitador e amplificador de potência. Esta foto foi feita antes de realizadas pequenas alterações destinadas à otimização do QRP, como, por exemplo, o uso de XRF1 com núcleo de ar (em vez de ferrita) e alteração no circuito de comutação "TR".

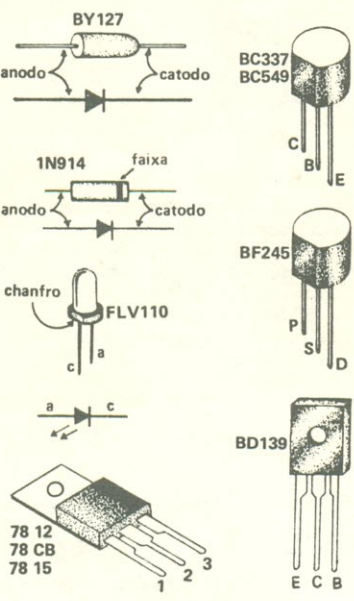


Fig. 13 – Identificação dos terminais dos semicondutores utilizados no "Alfinete".

posicionamento dos conectores e respectivos cabos de interligação. Estes poderão ser dispostos de modo diverso, para encurtar conexões ou melhor adequá-los à distribuição (receptor/transmissor/equipamentos auxiliares) inerentes ao caso particular do usuário. Assim será possível evitar "cruzamentos" desnecessários e proporcionar uma distribuição mais "estética" do nosso versátil "Alfinete".

AJUSTES E UTILIZAÇÃO

Inicialmente, ligue a fonte de alimentação à rede. Se o diodo luminescente acender, é sinal de que a fonte está em ordem. Com um voltímetro, o leitor poderá verificar se a tensão de saída corresponde à tensão nominal do circuito integrado regulador empregado.

Citaremos, a seguir, três maneiras de proceder ao ajuste de equipamento, uma das quais pode ser adotada pelo leitor, de acordo com sua disponibilidade de equipamentos de prova.

A maneira mais simples é fazer uma carga artificial conectando duas lâmpadas de 6,3 V/0,3 A em série e ligando-as na saída do transmissor, tal como mostra a Fig. 14. Encaixe um cristal para a subfaixa de CW dos 40 metros no suporte apropriado, e coloque a chave "Xtal-O.F.V." em "Xtal" (ver Foto 6). Aperte o manipulador, o que deverá fazer acender as duas lâmpadas. Retoque C6 da Fig. 3 até que o brilho das lâmpadas chegue a um máximo. Deixe C6 no ponto exato em que o brilho máximo é alcançado. Durante estes ajustes, mantenha sob vigilância o diodo luminescente (D5 na Fig. 2) da fonte de alimentação. Se ele se apagar, desligue rapidamente a fonte, pois algo entrou em curto-circuito. Verifique e corrija o que estiver errado, antes de prosseguir.

A seguir, faça as conexões entre o O.F.V. e o transmissor, passe a chave "Normal-Sintonia" para a posição "Sintonia" e, atuando sobre C1 da Fig. 9, faça

O.F.V. já existente. Ainda, os que não precisam da fonte de alimentação, por já possuírem uma de características adequadas.

Em qualquer hipótese, são admissíveis "variantes" na montagem, inclusive (e principalmente) quanto ao

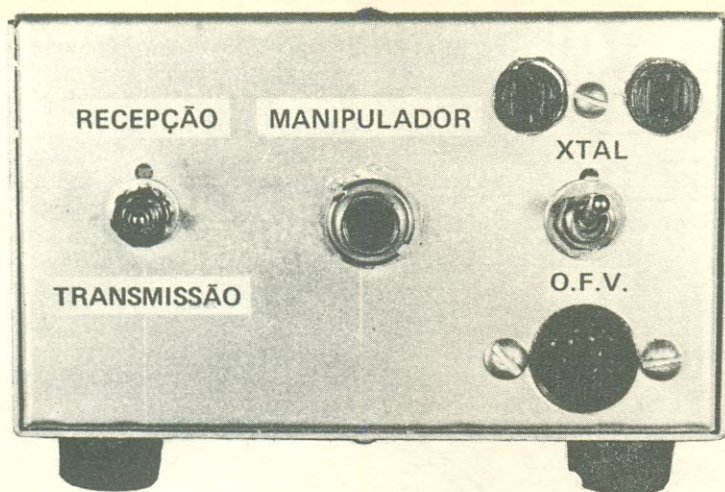


Foto 6 - Painel frontal do módulo excitador/amplificador de potência. Para uso de cristal oscilador, este será encaixado nos receptáculos acima da chave comutadora XTAL/O.F.V.

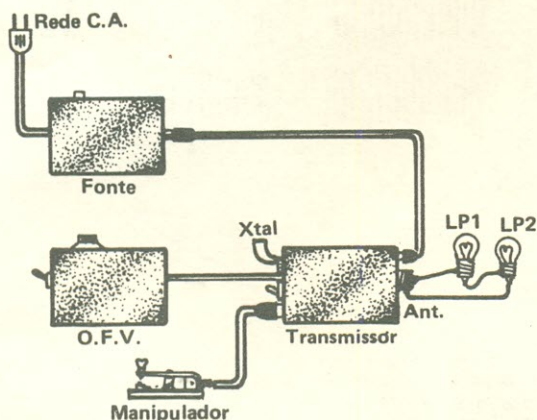


Fig. 14 - Interligação dos módulos e complementos do "Alfinete" para ajuste do TX mediante emprego de uma carga fictícia luminosa: LP1 e LP2, duas lâmpadas-piloto de 6,3 V, 0,3 A, em paralelo, ligadas no receptáculo de antena (J3 da Fig. 3).

com que o O.F.V. cubra a faixa de 7.000 a 7.300 kHz, monitorando o sinal num receptor. Coloque R9 (Fig. 9) a meio curso.

Passe, agora, a chave "Normal-Sintonia" para "Normal", e a chave "Xtal-O.F.V." para "O.F.V.". O O.F.V. deve estar operando numa frequência mais ou menos próxima de 7.025 kHz, embora isso não seja crítico. Aperte o manipulador. Com isso, as lâmpadas devem acender com brilho semelhante ao obtido com o cristal. Um brilho excessivo indica a presença de oscilações parasitas, devido a erro nas ligações, conexões demasiadamente compridas ou disposição inadequada de componentes. Se ocorrer brilho excessivo, desligue o equipamento, pois o transistor de

potência poderá ser danificado. Faça uma revisão no circuito.

O passo seguinte consiste em ajustar o controle de excitação (R9, Fig. 9), que foi deixado a meio curso. Ao avançar este controle, o brilho das lâmpadas aumenta gradativamente até um ponto em que o avanço do controle não mais aumenta o brilho, o que indica que o ponto de saturação do amplificador foi atingido. Deixe o controle ajustado um pouco abaixo do ponto de saturação, para que este nunca chegue a ser atingido ao se operar em outras frequências. Acima do ponto de saturação, o amplificador gera harmônicos em excesso, podendo causar interferências desnecessárias. Lembre-se que 10% a mais ou a menos na potência de saída não farão

diferença durante seus QSO. É preferível ter uma transmissão mais "limpa".

Um segundo procedimento para realizar os ajustes descritos, e que é muito mais recomendável, será ligar um miliamperímetro (de um V.O.M., por exemplo) entre o + VCC e o reator de R.F. (XRF1 na Fig. 3), desta maneira podendo medir a corrente de coletor do amplificador. À saída do transmissor deve-se ligar uma carga não irradiante de 52 Ω , que pode facilmente ser fabricada com dois resistores de carvão de 100 Ω , 2 W, ligados em paralelo e soldados com os lides bem curtos à saída (Foto 7).

Com essa disposição, observaremos que não há corrente de coletor com o manipulador aberto. Ao apertar o manipulador, mede-se a corrente de coletor que deverá estar por volta dos 220 mA, se a tensão de alimentação for de 12 V, e de cerca de 330 mA com 15 V. Pode-se determinar o ponto de saturação atuando sobre o controle de excitação do O.F.V., deixando este, como já foi dito, ajustado para que a corrente de coletor fique um pouco abaixo do ponto de saturação.

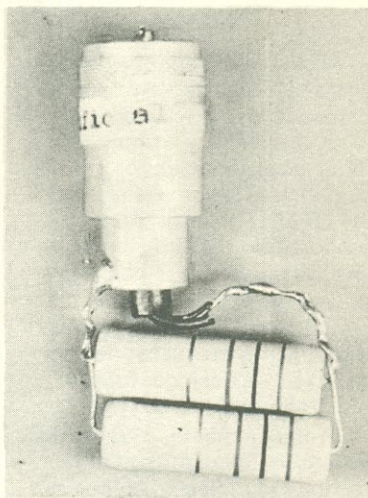


Foto 7 - Carga não-irradiante: um conector coaxial macho e dois resistores de 100 Ω , 2 W, ligados em paralelo. Os resistores são de carvão (fio não serve!) e as ligações devem ser bem curtas. A carga terá cerca de 50 Ω (dependendo o valor exato da precisão dos resistores).

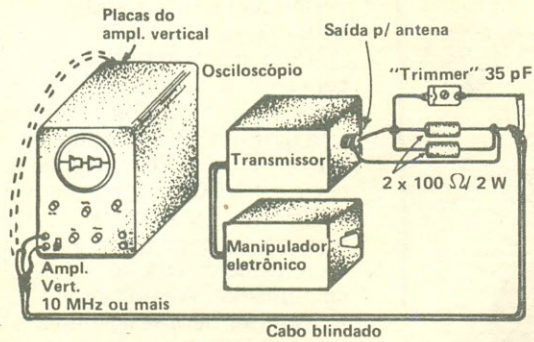


Fig. 15 – Interligação para verificação dos sinais de CW com o emprego de um osciloscópio.

por um curto segmento de malha fina de cobre, o que diminuirá muito a irradiação direta do O.F.V. Diminua o ganho do receptor, atuando sobre o controle de ganho de R.F., de modo que o sinal do transmissor dê uma leitura em torno dos S9, ou que o volume ouvido no altofalante seja um pouco menor do que o normal.

Variando-se agora a frequência de recepção, enquanto manipula-

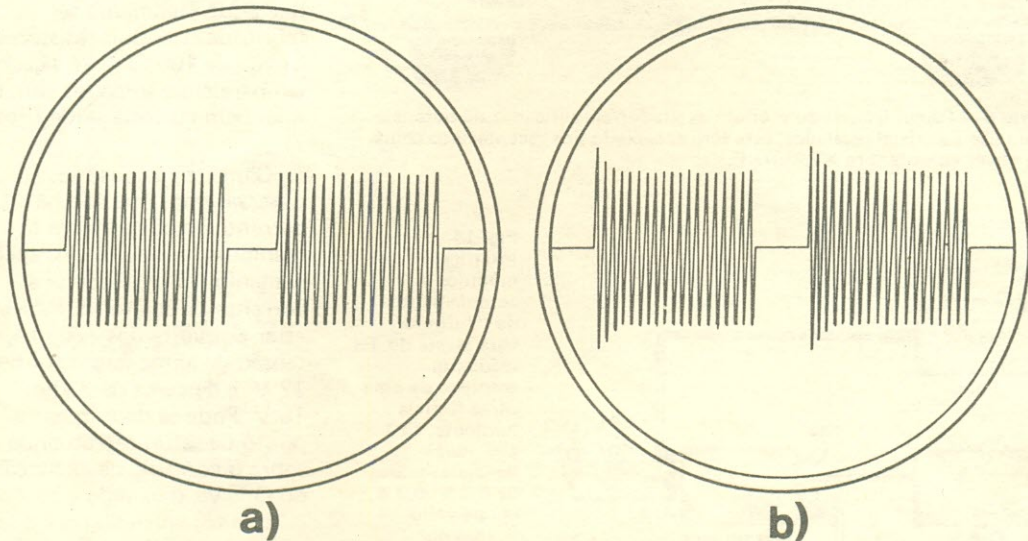


Fig. 16 – Aspecto que apresentarão na tela de um osciloscópio dois casos típicos de sinais telegráficos. Em a) temos a manipulação adequada para um TX do tipo de baixa potência (QRP); já em b) temos o caso de sinais defeituosos, passíveis de causar cliques e recepção desagradável. (Aconselhamos a leitura do artigo "O Sinal de CW" – E-P de dezembro 1980, janeiro e fevereiro 1981.)

Não esqueça o leitor de fazer, agora, o ajuste de XRF1, como descrevemos anteriormente.

O ajuste ficará completo se o leitor dispuser de um osciloscópio cujo amplificador vertical opere até 10 MHz ou mais. Se o osciloscópio disponível não tiver esta característica, ainda assim poderá ser utilizado, conectando-se a saída de R.F. do transmissor diretamente nas placas de deflexão vertical, conforme mostrado na Fig. 15.

Preferivelmente, o transmissor deverá ser operado com um manipulador eletrônico que o faça emitir uma série de pontos. Ajuste a base de tempo do osciloscópio até que em sua tela apareçam os pontos destacados entre si. A forma de onda mostrada no detalhe A da Fig. 16 pode ser considerada

satisfatória para este transmissor, que é de pequena potência. O ideal é que os bordos de ataque e de decaimento sejam um pouco arredondados para que não sejam gerados cliques em excesso. Caso sejam observadas anormalidades na modelagem do sinal (detalhe B da Fig. 16), retoque os ajustes de excitação e do C6 da Fig. 3.

Modificar para mais ou para menos o valor de C4 da Fig. 3, também permite chegar a uma modelagem adequada do sinal.

Faça um teste final, monitorando o sinal num receptor, que a estas alturas já estará ligado ao conector apropriado do transmissor (J4, Fig. 3). Mantenha ligada a carga não irradiante e uma a caixa do O.F.V. à caixa do transmissor

se o transmissor, pode-se examinar a possível presença de espúrios. No protótipo foram encontrados alguns sinais espúrios a partir de cerca de 90 kHz da frequência de transmissão, mas sempre mais de 50 dB abaixo da portadora, tanto operando com o O.F.V., ou apenas com o cristal. Este número é perfeitamente satisfatório com o nível de potência em jogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como podemos ver, é fácil entrar na moda QRP, com um equipamento construído pelo próprio leitor, que terá, ainda, a facilidade de fazer a sua manutenção, o que não acontece com a maioria das "maravilhas" importadas.

© (OR 1800)