

O "Diretodino":

Um Receptor para 40 Metros CW/AM/SSB

LOUIS FACEN, HB9HW



Solução para o "gargalo" dos principiantes: um receptor de conversão direta econômico, fácil de construir e de ajustar, em montagem compacta até para operação portátil.

GERALMENTE os receptores super-heterodinos, capazes de apresentar um bom funcionamento com sinais de CW e de F.L.S. (Faixa Lateral Singela ou "SSB"), são dispendiosos e têm projeto mais ou menos complexo, sendo pequeno o número de amadores que conta com os conhecimentos e o instrumental de teste necessários para construí-los e ajustá-los. Por outro lado, os receptores de comunicações de modelos mais antigos e que foram reconicionados, podendo, por isso, serem adquiridos por preços menores, são deficientes na recepção de SSB.

Assim, o receptor de conversão direta constitui uma excelente opção para os iniciantes no radioamadorismo, pois são baratos e fáceis de construir e ajustar. Como podem ser montados

bem compactamente, interessam aos amadores mais experientes, por serem ideais para operação portátil.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Na Fig. 1 estão representados os blocos funcionais de um receptor de conversão direta. Tal como o super-heterodino, ele possui um estágio misturador e um oscilador local. Porém, ao invés de converter o sinal de entrada numa frequência intermediária, converte-o diretamente em áudiofrequência. Este sinal de áudio passa por um amplificador de A.F. de elevado ganho, sendo entregue ao alto-falante. O amplificador de áudio deve ter ganho elevado para garantir uma boa sensibilidade, pois o ganho de conversão é pequeno, ou até inexistente.

Verifica-se que o misturador corresponde a um detector de produto, já que, heterodinando o sinal de entrada com o sinal do oscilador local (que corresponde a um O.F.B. [Oscilador de Frequência de Batimento]), dá origem ao sinal de áudio ouvido através do alto-falante. Em funcionamento, quando recebendo um sinal de AM, a frequência do oscilador local deve ser igual à da portadora recebida (batimento zero). As diferenças, sempre variáveis, entre a frequência do oscilador local e das duas faixas laterais do sinal, darão origem a uma áudiofrequência que é réplica da envoltória de modulação. Quando o sinal recebido é de F.L.S. ("SSB"), a frequência do oscilador local deve ser a mesma que a da portadora que foi suprimida no transmissor; assim, o sinal do

Este é um artigo que seguiu as pegadas do já afamado transmissor QRP "O Alfinete", publicado em E-P de agosto p.p. (vol. 51, nº 2): originou-se de um pedido a HB9HW visando atender aos anseios de incontáveis novatos que não dispõem de Q\$J para comprar um receptor (ou transceptor) comercial, nem de conhecimentos e (sobretudo) de instrumental para a montagem de um super-heterodino de alto desempenho.

Após as provas preliminares, de que participaram PY1AFA e PY110, o "Diretodino" foi encaminhado a PY1CEZ, nosso competente (e prestimoso) amigo Capella. As sugestões por este apresentadas foram remetidas, junto com o protótipo, ao "superversátil" PY1MHQ, Rhony — um colaborador que "não enjeita parada" e está sempre pronto a atender às solicitações de Eletrônica Popular.

Assim, o excelente projeto de Louis Facen foi testado e otimizado pela dupla PY1CEZ/PY1MHQ e, no "shack" deste último, apreciado por PY1AFA, que surpreendeu-se com o rendimento de um simples receptor de conversão direta (que tantos amadores consideram por demais precário), apto a "fisgar" estações DX e, ao mesmo tempo, dotado de dispositivo que impede seu bloqueio pelos "tubarões".

Ai está uma boa solução para quem se inicia ou (mesmo) veteranos que gostam de equipamentos compactos, portáteis, de fácil construção. Não tem pretensões a "dar banho" na linha Collins (Hi...), mas está plenamente aprovado para quem quer obter bastante em troca de pouco dispêndio e trabalho.

oscilador local substitui a portadora. De novo, as diferenças entre a frequência do oscilador local e da faixa lateral dão origem à audiodiferença correspondente à modulação.

Para a recepção dos sinais de CW, a frequência do oscilador local deve ser ligeiramente diferente da frequência do sinal recebido, diferença esta da ordem de 0,7 a 1 kHz, de acordo com a nossa preferência pessoal, para que se origine uma nota de batimento com a tonalidade desejada.

É bom, aqui, destacar certas peculiaridades deste tipo de receptor: a) a seletividade que o mesmo pode apresentar depende inteiramente da faixa passante do amplificador de A.F., e não dos circuitos sintonizados de R.F., como ocorre nos super-heterodinos. Disso resulta que os circuitos de R.F., em geral, são fixos, isto é, não precisam ser retocados ao longo da faixa; isto simplifica a operação e a montagem desses receptores. Por outro lado, para que se tenha uma seletividade razoável, torna-se necessário limitar a faixa passante do amplificador de A.F. em, no máximo, uns 3 kHz, para sinais de intensidade média; b) como o misturador (que é um detector de produto) responde a sinais que ficam dos dois lados da frequência do oscilador local (isto é, até uns 3 kHz acima ou abaixo — limite este imposto pelo amplificador

de A.F.), durante a recepção de CW (e de SSB), estações adjacentes podem causar interferências no sinal desejado. Vamos explicar exemplificando: suponhamos que estamos em QSO com uma estação que esteja emitindo em 7.020 kHz. Como gostamos de uma nota de batimento de cerca de 1 kHz, ajustamos a frequência do oscilador local para 7.021 kHz (poderia ser também 7.019 kHz). Agora, se uma outra estação começar um CQ em 7.022 kHz, o sinal da mesma também dará origem a uma nota de batimento igual a 1 kHz ($7.022 - 7.021 = 1$ kHz), dando-nos a ilusão de que a segunda estação está na mesma frequência que a primeira. Este tipo de "interferência" não pode ser corrigido nem com o uso dos chamados "filtros ativos de áudio", pois de-

corre do fato de não haver seletividade antes do misturador.

A princípio, esta pode parecer uma limitação muito séria para o receptor de conversão direta. Mas verificaremos que não, se levarmos em conta que esta deficiência ocorre também com receptores super-heterodinos de projeto mais simples e de preço mais baixo. Sem dúvida, será uma limitação importante quando houver muitas estações operando pela faixa, como ocorre durante os concursos de CW.

Em condições normais, na recepção de CW, uma "interferência" deste tipo poderá ser sanada levando-se a frequência do oscilador local para "o outro lado" do sinal (isto é, para 7.019 kHz, no exemplo); c) devido à característica mencionada anteriormente, os sinais de SSB de faixa lateral superior podem ser copiados da mesma forma que os de faixa lateral inferior,

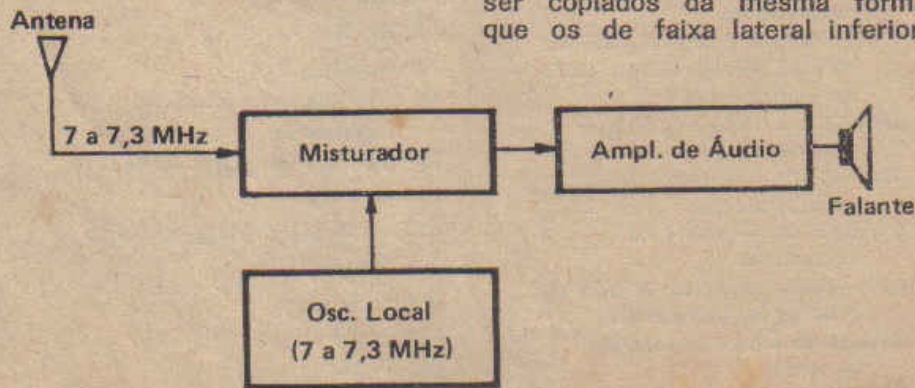


FIG. 1 — Diagrama de blocos de um receptor de conversão direta.

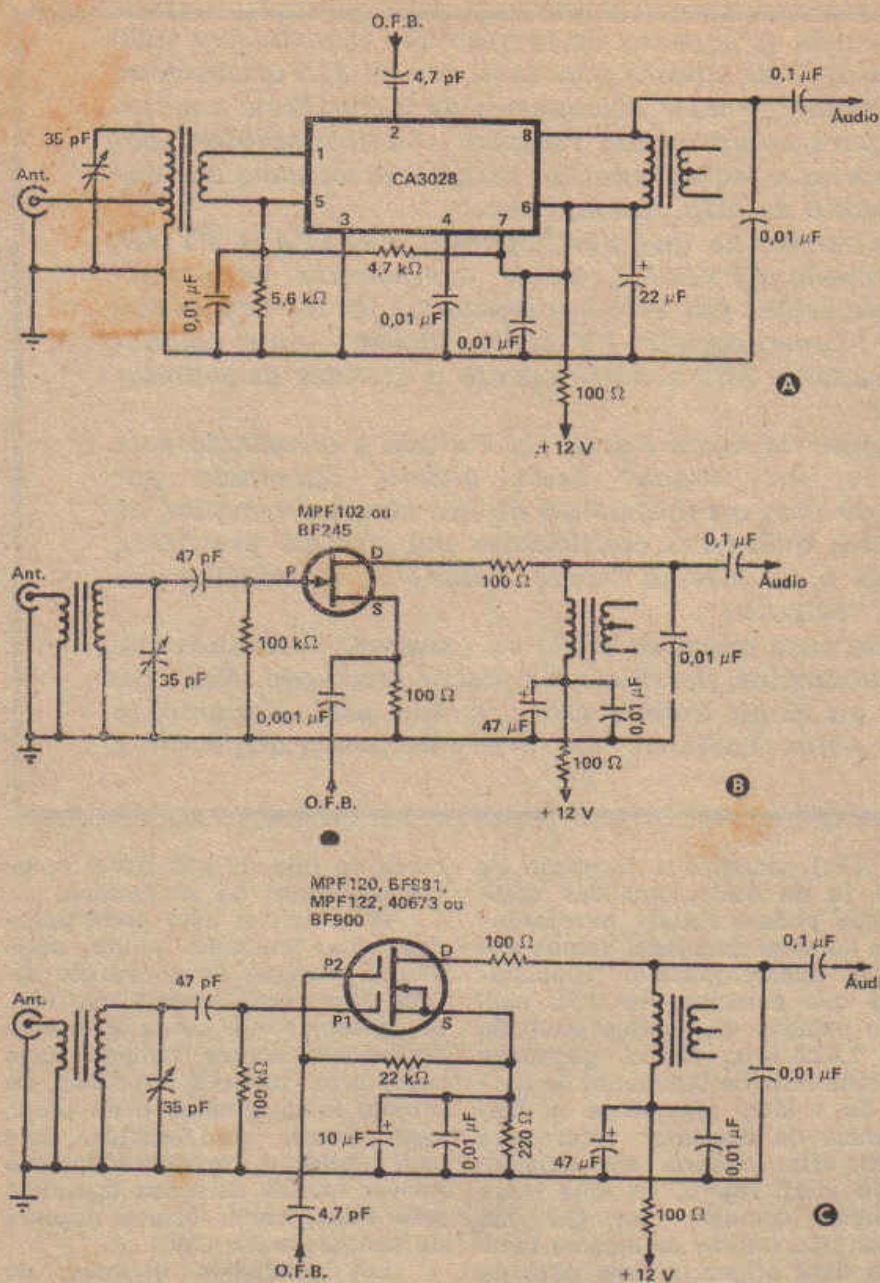


FIG. 2 — Diagramas esquemáticos de três estágios misturadores que poderão ser usados em receptores de conversão direta: a) com circuito integrado; b) com transistor de efeito de campo de junção; c) com transistor de efeito de campo com porta dupla isolada (MOSFET).

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

- TR1 — MPF102, BF245 ou equivalentes
 - TR2 — MPF122, MPF120, MFE121, MFE122, BF900, BF981, 40673, ou equivalentes
 - TR3, TR4, e TR5 — BC548 ou equivalente
 - TR6 e TR7 — MPF102, BF245 ou equivalentes
 - D1, D2 e D3 — 1N914 ou equivalente
 - D4 — Diodo zener de 9,1 V, 1 W (1N4739 ou equivalente)
- Resistores** (todos de 1/4 W, ± 10%)
- R1, R3, R21, R23 — 100 kΩ

- R2, R22, R25 — 330 Ω
- R4, R18 — 22 kΩ
- R5, R7, R15 — 100 Ω
- R6 — 220 Ω
- R8 — 47 kΩ, potenciômetro logarítmico
- R9, R10, R11, R12, R13 — 10 kΩ
- R14 — 1 kΩ
- R16 — 15 MΩ (10 MΩ em série com 4,7 MΩ)
- R17 — 47 kΩ
- R19 — 1,5 kΩ
- R20 — 150 Ω
- R24 — 470 Ω

Capacitores

- C1 — 10 pF, disco
- C2, C5, C23, C24 — 35 pF, capacitor compensador ("trimmer") de compressão
- C3 — 2 pF, cerâmica, disco
- C4 — 0,0022 μF, cerâmica, disco
- C6 — 15 pF, cerâmica, disco
- C7 — 0,0047 μF, cerâmica, disco
- C8, C16, C17 — 10 μF/15 V, eletrolítico
- C9, C11, C13 — 0,01 μF, cerâmica, disco
- C10, C14, C18, C19, C29, C31, C32 — 0,1 μF, disco
- C12, C20 — 100 μF/15 V, eletrolítico
- C15, C21, C22 — 4,7 μF/15 V, eletrolítico
- C25 — Capacitor variável duplo, dos empregados em receptores de radiodifusão transistorizados (usar a maior seção — ver texto)
- C26 — 100 pF, "Stiroflex"
- C27 — 680 pF, "Stiroflex"
- C28 — 150 pF, "Stiroflex"
- C30 — 22 pF, "Stiroflex"
- C33, C34 — 0,0047 μF, cerâmica, disco
- C35 — 4,7 pF, cerâmica, disco

Diversos

- L1, L2, L3 — Ver texto e Fig. 6
 - CH1, CH2 — Interruptor simples miniatura
 - J1, J2, J3, J5 — Tomadas fêmea RCA
 - J4 — Conector fêmea miniatura dotado de contato interruptor para uma terceira via
 - T1 — Transformador impulsor ("driver") miniatura (comprimento do núcleo: 2 cm)
 - T2 — Transformador de saída miniatura em contrafase ("push-pull"). Comprimento do núcleo: 2 cm
 - XRF1 — Reator de R.F. ("choke"), com 0,1 a 1 mH (ver texto)
 - B1 — Bateria formada por seis pilhas pequenas de 1,5 V cada, em série, com suporte
- Demultiplicador "vernier", um "knob" pequeno, caixa de alumínio, plaquetas de circuito impresso universal, fio, solda, etc.

onde comprar

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

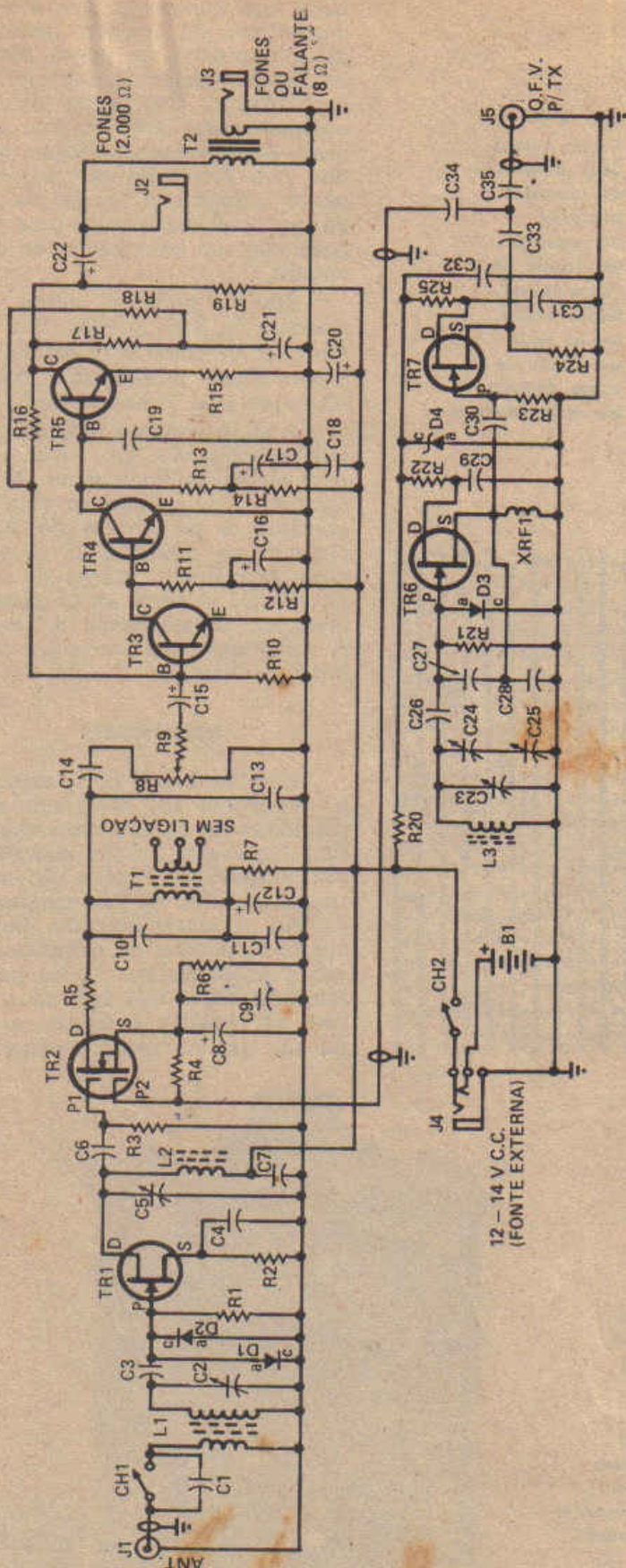


FIG. 3 — Diagrama esquemático do "Diretódino". Trata-se de um receptor de conversão direta destinado à faixa de 40 m, em AM, CW e SSB.

pele simples deslocar da frequência do oscilador local, sem necessidade de comutações. Na Fig. 2 apresentamos diversos circuitos de misturadores que podem ser utilizados em receptores de conversão direta.

UM PROJETO PRÁTICO

Na Fig. 3 temos o diagrama esquemático de um receptor prático, projetado para a faixa dos 40 metros. Foi incluído um amplificador de R.F. antes do mistura-

dor, para garantir uma melhor sensibilidade, mesmo durante os períodos de má propagação. Este amplificador, formado por TR1 e componentes associados, tem sintonia fixa, não necessitando de reajustes durante a operação. A chave CH1 (ganho de R.F.), quando aberta, introduz C1 entre a antena e o receptor, reduzindo o ganho quando a propagação estiver boa, evitando sobrecarregar o detector e o amplificador de A.F. C2 e C5 sintonizam L1 e L2 no centro da faixa. O sinal do oscilador local é injetado na porta 2 (P2) de TR2, enquanto o sinal de entrada é injetado na porta 1 (P1). Como existe boa isolamento entre essas duas portas, e, mais ainda, pela presença de um amplificador de R.F. prévio, não haverá irradiação do sinal do oscilador local pela antena. Tanto o supridor (S) quanto o dreno (D) de TR2 são desacoplados para rádio e audiofrequências por meio de capacitores cerâmicos e eletrolíticos, respectivamente. A carga do dreno de TR2 é dada pelo primário de T1 (o secundário não é utilizado), que tem ligado em paralelo o capacitor C10 que, além de limitar a resposta do amplificador de A.F. para frequências mais altas, no protótipo constitui um circuito sintonizado de cerca de 800 Hz que, embora não muito agudo, melhora a recepção dos sinais de CW, sem deturpar a recepção de SSB e de AM.

O amplificador de A.F., cujos elementos ativos são TR3, TR4 e TR5, possui ganho elevado. Para aumentar sua estabilidade, foi acrescentado um elo de realimentação negativa, através de R16. Este resistor determina, em linhas gerais, o ganho do amplificador: quanto menor seu valor, menor o ganho. Os valores ótimos se encontram entre 5 e 20 MΩ [no protótipo foi empregado 15 MΩ].

A saída do amplificador pode ser ligada diretamente a fones de alta impedância (2.000 Ω, ou mais), através de J2, ou a fones ou alto-falantes de 8 Ω, através de J3.

O oscilador local é do tipo Colpitts, sendo o divisor encarregado da realimentação formado por C27 e C28. A sintonia é feita pelo capacitor variável C25, cujo eixo foi acoplado a um redutor tipo "vernier", para facilitar a sintonia das estações. O variável é do tipo comum, de duas seções, usado nos receptores transistorizados de radiodifusão. To-

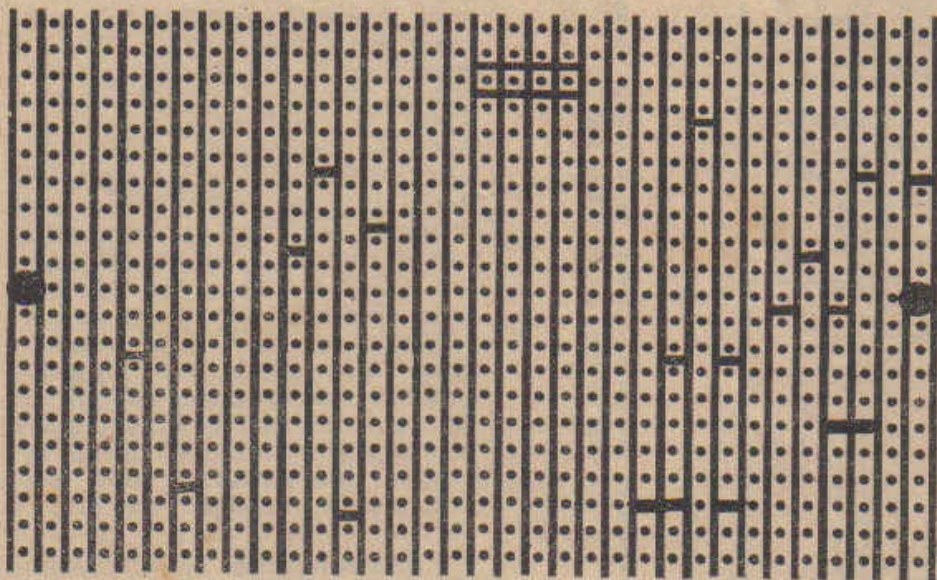
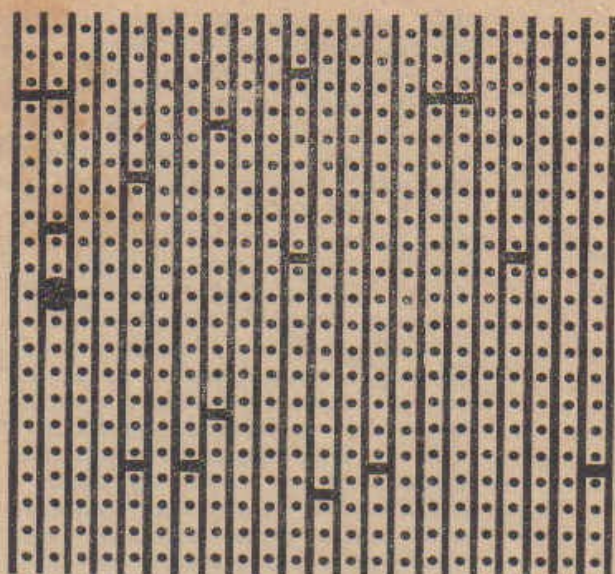


FIG. 4 —
Foram usadas duas plaquetas de circuito impresso universal na montagem do "Diretodino". Nesta figura, vemos onde os filetes de cobre deverão ser interrompidos.

cuito que apresenta uma elevada impedância de entrada, garantindo um mínimo de carga para o estágio oscilador. O capacitor de acoplamento, C30, entre os dois estágios, deve ser o menor possível. Bons resultados foram obtidos com 22 pF. Se este valor for muito reduzido, a tensão de saída torna-se insuficiente para proporcionar um bom ganho de conversão.

Em J5 pode-se obter uma amostra da R.F. gerada, que poderá ser utilizada para excitar um transmissor, propiciando, assim, operação tipo "transceptor".

A alimentação é feita por seis pilhas pequenas, em série. Com esta tensão, o diodo zener D4 não conduz, e a solicitação total de corrente é da ordem de 8 mA. Quando se alimenta o receptor com uma fonte externa de 12 a 14 V C.C., o diodo zener passa a conduzir, estabilizando a tensão. A solicitação de corrente sobe, então, a 30 mA.

MONTAGEM

Para facilidade de construção, a montagem foi feita em duas plaquetas de circuito impresso do tipo "universal", cujas furações e interrupções de filetes são mostradas na Fig. 4. Os chapeados da Fig. 5 mostram como devem ser posicionados os componentes sobre as plaquetas. Todos os filetes de cobre não utilizados devem ser ligados à massa, criando-se, assim, uma espécie de

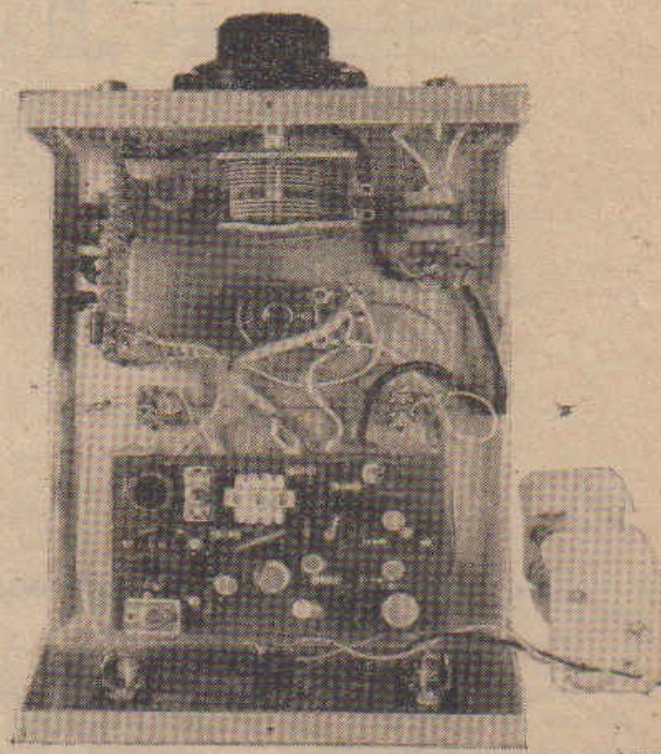
dos os capacitores fixos deste setor do aparelho devem ser do tipo "Stiroflex", os quais substituem com vantagens os de mica prateada. Também poderão, eventualmente, ser utilizados capacitores cerâmicos, ou os do tipo "Plate" — NPO.

XRF1, em série com o supridor de TR6, é um reator miniatura, cujo valor é de 50 a 1.000 μ H (1 mH). As bobinas de aguçamento dos amplificadores de vídeo de televisores ("peaking coil") têm valores entre 100 e 300 μ H e servem perfeitamente.

O diodo D3 foi incluído para aumentar a estabilidade e prevenir a geração de harmônicos, uma vez que o diodo não permite que os semiciclos positivos ultrapassem certos limites, impedindo alterações da capacitância da junção interna do transistor.

A isolamento com respeito à carga é conseguida com um estágio seguidor a supridor, cir-

FOTO 1 —
Disposição das duas plaquetas de circuito impresso no interior da caixa de alumínio. A plaqueta do O.F.V. fica afastada da plaqueta maior, e fixada formando um ângulo de 90° em relação a esta.



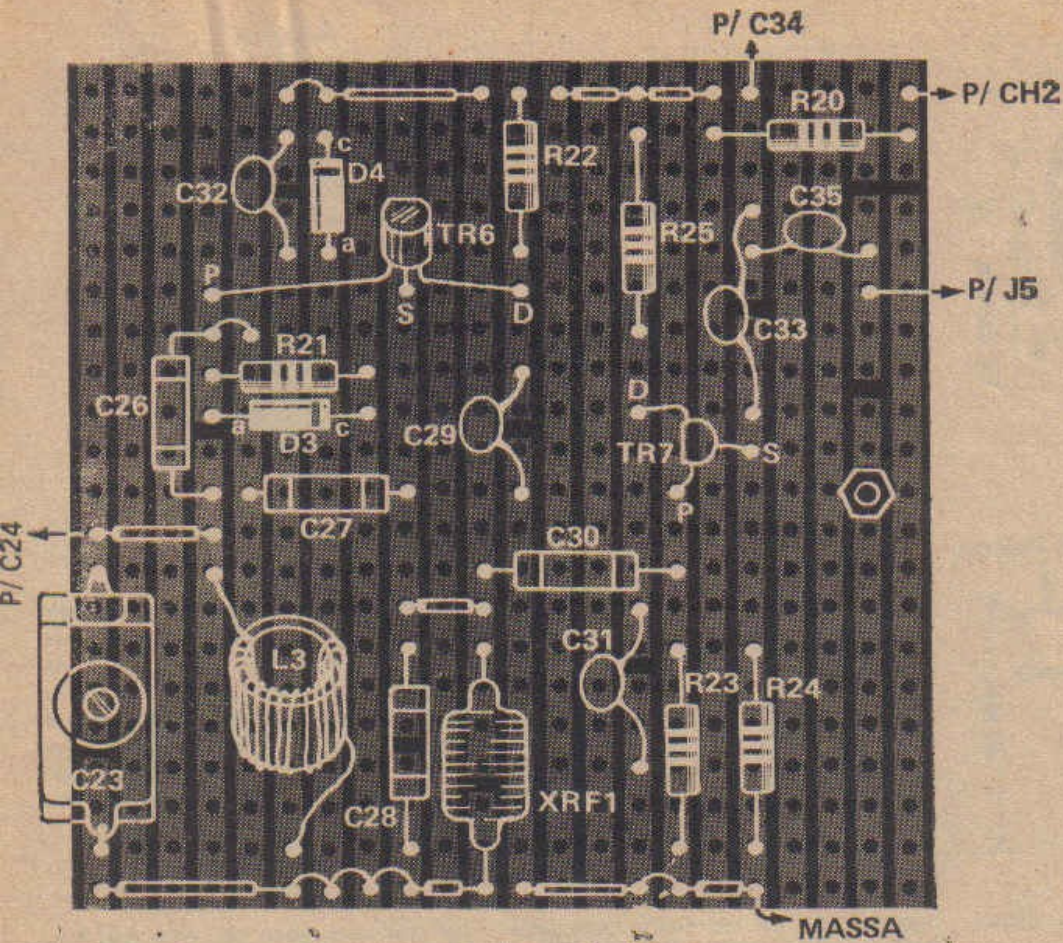
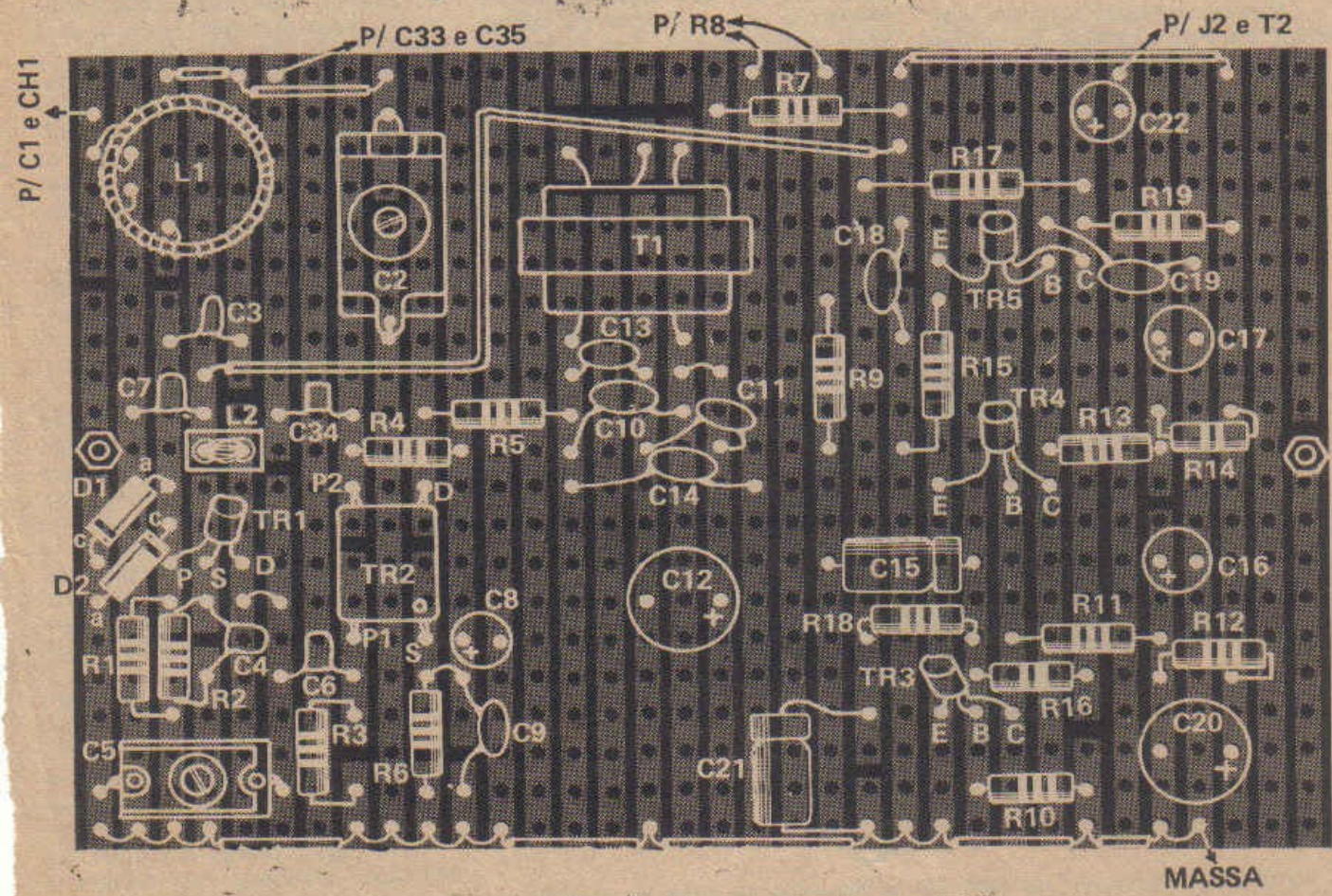


FIG. 5 —
 Situação dos
 componentes
 sobre as
 plaquetas
 da Fig. 4.



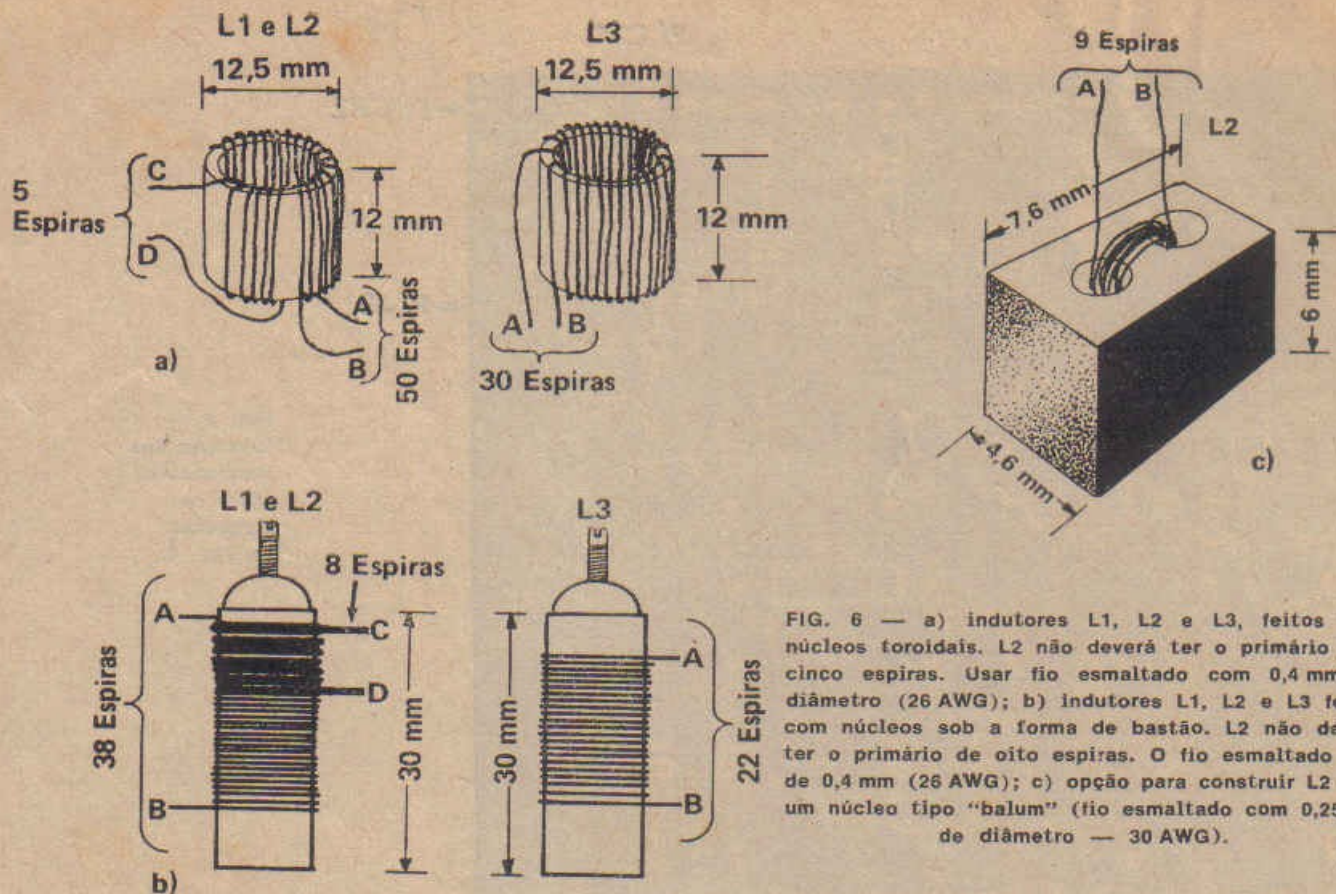


FIG. 6 — a) indutores L1, L2 e L3, feitos com núcleos toroidais. L2 não deverá ter o primário com cinco espiras. Usar fio esmaltado com 0,4 mm de diâmetro (26 AWG); b) indutores L1, L2 e L3 feitos com núcleos sob a forma de bastão. L2 não deverá ter o primário de oito espiras. O fio esmaltado é o de 0,4 mm (26 AWG); c) opção para construir L2 com um núcleo tipo "balun" (fio esmaltado com 0,25 mm de diâmetro — 30 AWG).

blindagem entre os vários setores do circuito.

Devem ser usados cabos blindados para as ligações de antena, do controle de volume e da saída de R.F. para o transmissor.

L1, L2 e L3 podem ser bobinas toroidais enroladas sobre

núcleos de pó de ferro prensado (não ferrita). São encontrados no comércio sob a forma de tubos, com comprimento de 36 mm e com diâmetro externo de 12,5 mm. Um desses tubos, serrado em três segmentos de cerca de 12 mm de comprimento, fornece

os núcleos para as três bobinas. De acordo com suas características, esses núcleos recebem uma marca colorida. Verificamos, na prática, que os marcados em laranja e branco podem ser utilizados com bom resultado. Os dados para as bobinas estão na Fig. 6. Observe que L2, semelhante a L1, não possui o enrolamento primário.

No protótipo, L2 foi enrolado na perna central de um núcleo miniatura para balun, pois, acidentalmente, partiu-se o terceiro segmento do tubo de pó de ferro que adquirimos.

Caso o leitor não encontre os núcleos de pó de ferro, poderá enrolar as bobinas em fôrmas de fenolita, de 7 mm de diâmetro, com núcleo de ferro, e dotadas de "caneco" de blindagem. A maioria dos transformadores de F.I. de vídeo ou de som de televisores servirá. Na Fig. 6 fornecemos os dados para os enrolamentos.

As bobinas são coladas com cola epóxica ("Araldite" ou similar) nas plaquetas de circuito impresso; as espiras das bobinas são fixadas com esta mesma cola.

Na Fig. 7 temos a identificação dos terminais dos diodos e dos transistores. TR2 é um MOSFET cujas portas são prote-

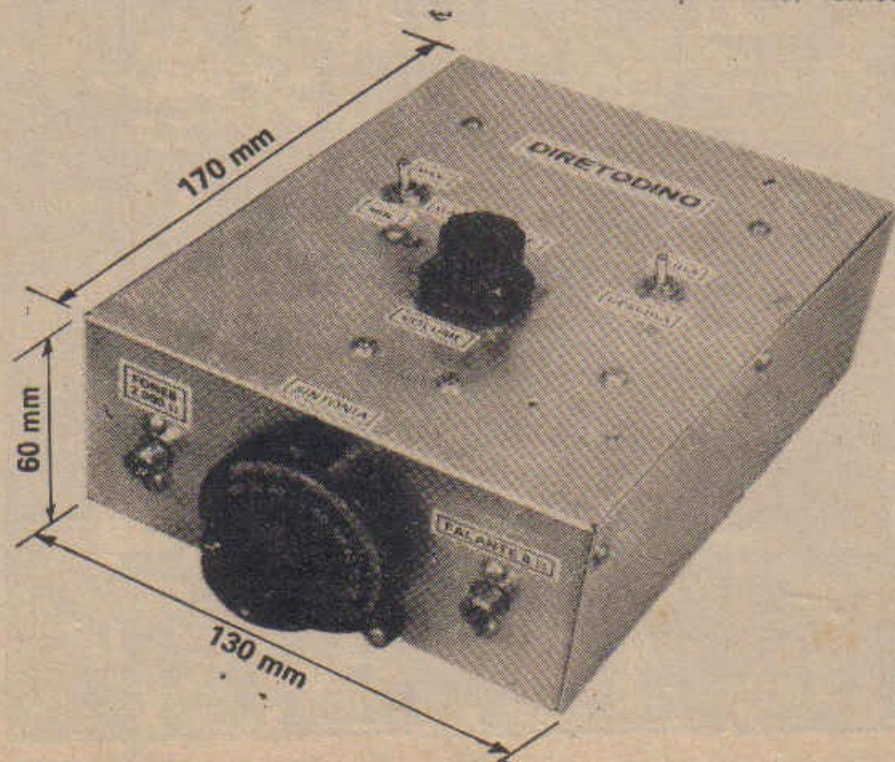


FOTO II — Disposição dos controles e dimensões da caixa de alumínio empregada no "Diretodino".

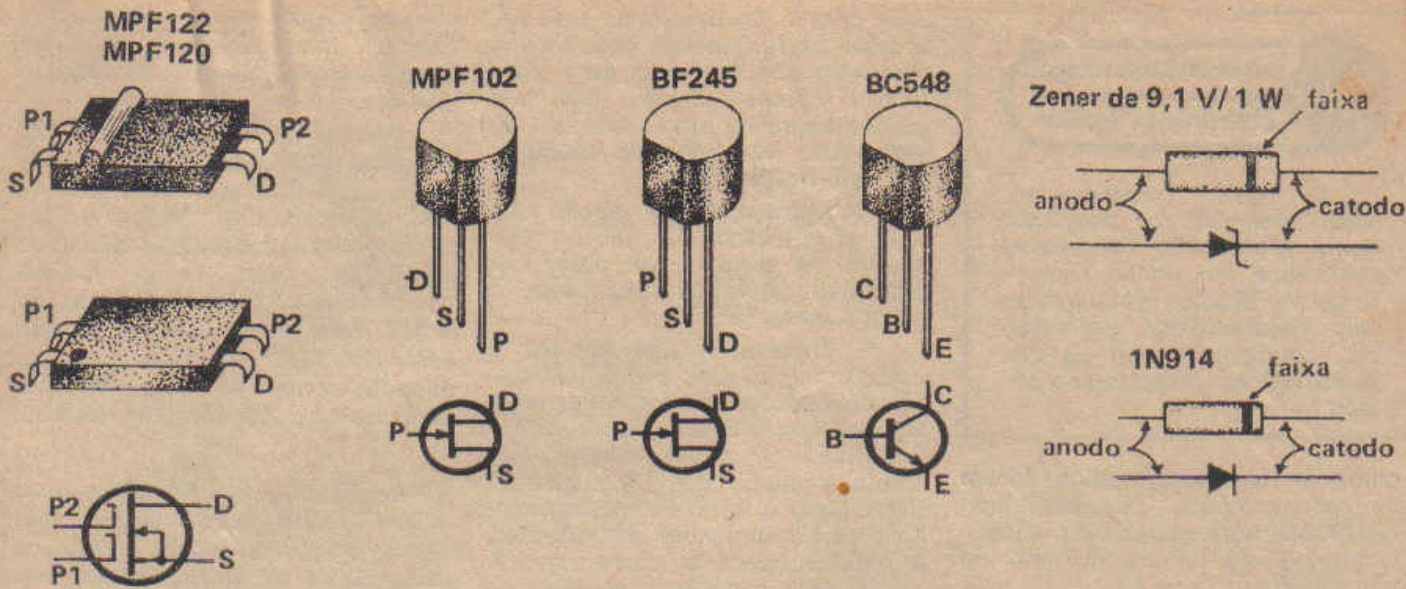


FIG. 7 — Identificação dos terminais dos semicondutores utilizados na construção do "Diretodino".

gidas internamente por diodos e, por isso, dispensa cuidados durante a sua montagem. TR1, TR6 e TP7, entretanto, não têm este tipo de proteção e, quando forem soldados no circuito, recomenda-se que tenham seus terminais curto-circuitados com uma bolinha de "palhinha de aço" ("Bom Bril"). No momento da soldagem, deve-se desligar o soldador da rede elétrica.

Para evitar microfonia, as ligações entre o capacitor variável de sintonia e a plaqueta do oscilador devem ser feitas com fios rígidos.

Ao montar o "vernier", assegure-se de que seu eixo esteja bem alinhado com o eixo do capacitor variável. Isto visa evitar curtos entre as placas do componente, causados por torções devido ao desalinhamento. Caso o variável utilizado pelo leitor possua duas seções desiguais, deve ser usada a de maior valor capacitivo.

A plaqueta do oscilador deve ser montada afastada da plaqueta do restante do receptor, como mostra a Foto I.

O aparelho pode ser acondicionado numa caixa de alumínio, cujas dimensões são dadas na Foto II. A caixa deve ser bem rígida (faça alguns reforços, se necessário).

Completada a montagem, faça uma revisão geral das conexões, e certifique-se de que as soldas estão bem feitas. Passe a ponta de uma faquinha entre os filetes das plaquetas de circuito impresso para retirar qualquer excesso de solda ou fragmentos de fios que possam estar entre eles.

Depois desta revisão, aplique uma camada de breu dissolvido em álcool sobre a face cobreada das plaquetas, para protegê-las e dar bom acabamento.

Na Foto III vemos o painel traseiro da caixa que abriga o "Diretodino", onde foram instalados os jaques J5 (saída para o O.F.V.), J4 (alimentação externa) e J1 (antena).

AJUSTES

Com a antena desconectada do receptor, coloque seis pilhas no suporte e fones, ou alto-falante, nos conectores apropriados. Estando CH1 fechado (posição de maior ganho de R.F.), ligue CH2. Abrindo o controle de volume, será ouvido um chiado. Coloque o capacitor variável de sintonia, C25, a meia capacitância, e C23 e C24, à capacitância máxima.

Neste ponto, é necessário contar-se com um receptor auxiliar. Sintonize o receptor auxiliar no centro da faixa de 40 metros. Utilizando uma ferramenta não metálica, vá diminuindo lenta-

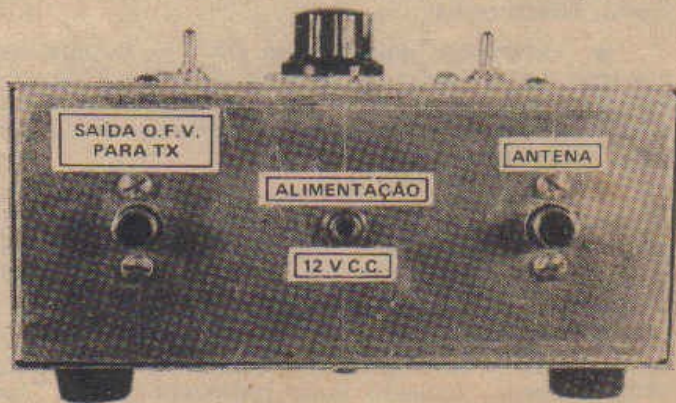
mente a capacitância de C23 no "Diretodino", até ouvir o sinal do oscilador no receptor auxiliar. Se isto não for possível, diminua um pouco a capacitância de C24 e volte a tentar localizar o sinal do oscilador com o receptor auxiliar. C24 deve ser deixado na posição que permita C25 sintonizar de 7,0 a 7,3 MHz.

A seguir, conecte uma antena ao receptor. Dê preferência a uma boa antena externa, sendo ideal o dipolo de meia onda da estação. Ajuste C2 e C5 para máximo ruído de fundo. Procure sintonizar uma estação mais ou menos no meio da faixa (em torno dos 7,15 MHz) e retoque estes dois "trimmers" para a máxima saída. Se o sinal estiver saturando o receptor, abra CH1 (menos ganho de R.F.).

Se for notada alguma instabilidade no amplificador de A.F., diminua o valor de R16, até um mínimo de 5 MΩ.

Para testar a estabilidade do oscilador, deixe o receptor ligado por uns quinze minutos e, depois, sintonize a batimento zero uma estação de radiodifusão. Se os

FOTO III — Painel traseiro da caixa. Nele foram fixados os jaques J1, J4 e J5.





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

componentes empregados forem os recomendados, a estabilidade resultante será muito boa, observando-se um desvio máximo de uns 100 Hz.

UTILIZAÇÃO

Ao sintonizar uma estação de AM, procure obter o batimento

zero com a portadora da mesma, o mais perfeitamente possível. A recepção não será boa se a portadora sintonizada não tiver boa percentagem de modulação, ou se apresentar vestígios de modulação em frequência.

Na recepção de sinais em SSB, atue lentamente sobre o capacitor de sintonia até obter reprodução perfeita. Isto, com a prática, será fácil.

É importante não saturar o estágio misturador e o amplificador de áudio do receptor. Por isso, sempre que a recepção se tornar deturpada ou muito ruidosa, diminua o ganho de R.F., abrindo CH1. Logo o leitor ficará habituado com os comandos do receptor, e poderá operá-lo corretamente.

Se for utilizado alto-falante, prefira os de melhor rendimento (evite os de pequeno diâmetro). Como o amplificador de áudio não apresenta grande potência, o

volume sonoro não será nenhum "berro", mas perfeitamente adequado para ambientes de relativo silêncio.

Apesar da simplicidade deste receptor, seu desempenho é bastante bom. Com antena dipolo de meia onda para 40 metros, à noite, foram ouvidas muitas estações europeias, bem como muitas transmissões QRP oriundas do Brasil. Não temos dúvida de que este receptor será um sucesso, especialmente se em conjunto com um transmissor QRP (N.R.1).

N.R.1 — O artigo a que nos referimos na apresentação do "Diretódino", também de autoria de HB9HW, descreve a construção de um transmissor QRP "sob medida" para a utilização em conjunto com o "Diretódino": "O 'Alfinete'. Um QRP Ideal para 40 metros".

© (OR 1888)