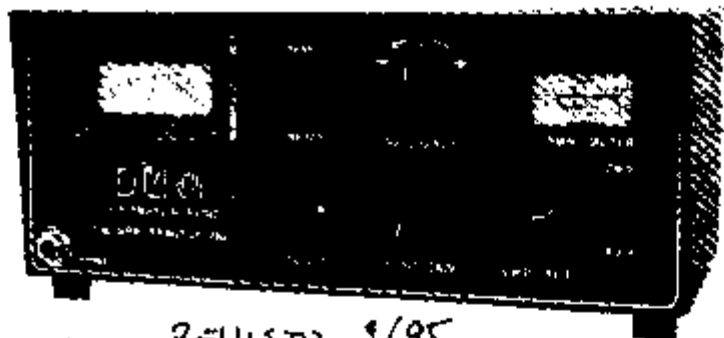


O DM5: Anatomia de um Projeto Bem-Sucedido



REVISTA 1/95

FOTO 1 — Este é o excelente acabamento dado por PY2BOQ ao transceptor DM5 descrito neste artigo.

João Kolar De Marco, PY2FCE

CORRIGIDO JUL/91

J. K. DE MARCO PY2FCE

Se você deseja montar — inteiramente com peças disponíveis no comércio nacional — um transceptor QRP/CW de eficiência já consagrada por mais de uma centena de radioamadores, aqui está a descrição minuciosa de sua última versão (com opção para a faixa de 40 ou a de 15 metros), pelo autor de seu excelente projeto.

Tudo começou em 1982, um ano após meu artigo descrevendo o DM1 (O DM1 — *Eletrônica Popular*, outubro de 1981). Um dia fui procurado pelo Lauro, PY2BOQ; ele possuía um conjunto de integrados Plessey ingleses para a construção de um transceptor SSB e queria encontrar alguém para projetar o "dito cujo". Lendo meu artigo sobre o DM1, decidi me procurar. Topei a parada e alguns meses depois fiz o primeiro teste no ar. Com 5 watts, SSB, na banda de 40m, logo na primeira noite faturei um colega OH, Finlândia. Eu havia montado a parte eletrônica e o Lauro cuidou da mecânica. Foi um sucesso.

O mesmo sucedeu, logo após, com a idéia de criação do DM5. O Lauro sugeriu que fizéssemos um pequeno equipamento QRP nas linhas do DM1, porém sem as limitações deste. Em 1984, então, parti para o projeto, procurando juntar tudo o que sabia, buscando algo que fosse simples, viável para ser reproduzido (ao contrário do SSB, que continha muitos componentes importados), e que, contudo, não fosse "simplificado" como muitas montagens caseiras; ao contrário, fosse dotado de recursos mínimos para a satisfação do operador.

Em julho de 84 o protótipo funcionou. Em 40m CW, com 5 watts de potência, faturei 16 países nas duas primeiras semanas de operação, com minha antena vertical. O Lauro, então, tratou de passar o protótipo a limpo. As placas impressas foram redesenhadas (eu as havia feito à mão); uma caixa conveniente foi providenciada, sintonia do OFV com redução, "dial" com calibração, etc... E fomos montando sob encomenda para os colegas. Já naquela época, por falta de tempo, deixei a coisa com o Lauro. Em abril de 90 ele chegava à centésima unidade.

Entretanto, o projeto não ficou por aí. Ao longo dos anos aperfeiçoamentos foram sendo introduzidos e muitos pequenos problemas que existiam nos primeiros modelos foram sendo corrigidos. E todos que têm a oportunidade de operar com o rádio mostram-se muito satisfeitos, o que para nós tem sido grande recompensa. Como costume dizer, foi um projeto feito com o coração.

Em 1990 retornei o modelo para 15 m. Com minha recente aquisição de um osciloscópio "Tektronix" a coisa ficou mais fácil (menos difícil); até então eu dependia de empréstimos,

para se lidar bem com isso necessita-se um certo sossego. E já então há vários DM5 operando em 21 MHz.

De fato, o projeto foi feito buscando bastante latitude nas possibilidades de acertos; a intenção minha era um esquema básico adaptável a todas as bandas de 1,8 a 50 MHz (160 a 6 metros) e presumivelmente até a faixa de 2m. A principal diferença residindo no método de geração de frequência: 1) OFV direto, oscilando na metade da frequência de trabalho (igual ao DM1), 2) pré-conversão do OFV com um oscilador a cristal e, finalmente, 3) por VXO, oscilador variável a cristal.

Até então, não tentamos o multifaixas. O trabalho que daria e o aumento no custo da produção artesanal do Lauro (não só de QSU, mas de tempo e trabalho mecânico) não animaram, nem a mim, nem a ele. Quem sabe futuramente, ou, talvez, algum colega ousado se disponha a tal!

ESPECIFICAÇÕES GERAIS

O DM5 é um transceptor monobanda para CW com potência de saída igual a 5 watts efetivos em 50 ohms. Possui receptor de conversão direta, filtro de áudio, monitor de transmissão, ("sidetone"), sintonia fina atuando na recepção (clarificador ou "RIT — receiver incremental tuning"), operação "semi" ou "full break-in" (QSK) e medidor de ROE. Toda a comutação transmite-recebe é feita

eletronicamente (sem relés) e o rádio funciona com tensão de alimentação de 11 a 15 volts.

O DM5 EM BLOCOS

Gostaria, inicialmente, de recomendar ao leitor que porventura não tenha lido o citado artigo sobre o DM1 que procure obter uma cópia junto à editora ou, então, de algum colega que possua a citada revista. Muito do que se verá a seguir será quase continuação do trabalho anterior.

Na Fig. 1 temos o diagrama em blocos do DM5. O OFV oscila na metade da frequência de saída; um estágio dobrador de diodos faz com que a frequência final não interfira com o funcionamento do oscilador. Neste estágio encontra-se o clarificador e respectiva comutação. A seguir, o sinal é amplificado e levado igualmente ao bloco transmissor e ao receptor. No primeiro, é amplificado até atingir a potência desejada, é filtrado contra harmônicos e é comutado pela manipulação de CW. No segundo, ele é entregue ao misturador equilibrado. O sinal desejado entregue pela antena é filtrado, amplificado pelo amplificador de RF e entregue ao misturador; o resultado é um sinal de áudio, que é amplificado e filtrado e, depois, entregue ao "jack" de fones altofalante. No último bloco amplificador de áudio se encontram o monitor ("sidetone") e a comutação para emudecimento do receptor durante transmissão. Todos os estágios que são comutados entre transmissão e recepção estão governados numa seqüência conveniente.

Vejamos, agora, detalhadamente, o funcionamento de cada seção.

O OFV

Quem mexe com equipamentos caseiros sabe da dificuldade em se fazer um OFV estável. A dificuldade é maior quando se quer que o resultado valha, não só para um dado OFV, mas que se repita previsivelmente. Nisto gastei inúmeras longas noites, principalmente quando queria um OFV com saída em 21 MHz que fosse suficientemente estável.

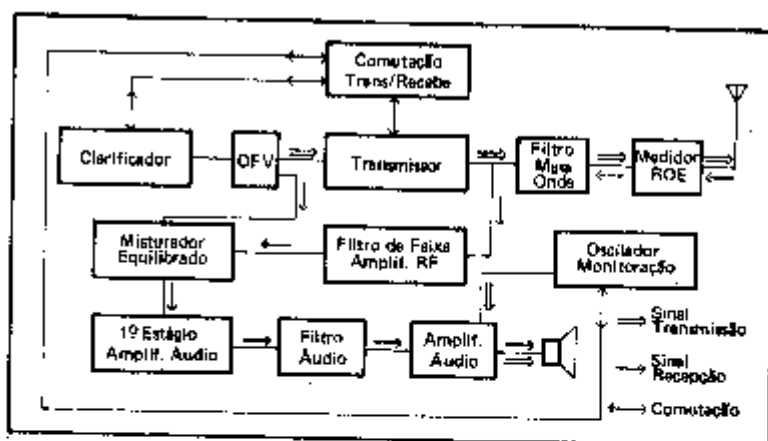


Fig. 1 — Diagrama em blocos do DM5.

No início o resultado foi tão desanimador que parti para um sistema heterodino: um OFV funcionando em 6 MHz heterodinando com um oscilador a cristal em 27 MHz. O resultado foi perfeito quanto ao item estabilidade, porém os inúmeros produtos não desejados, resultantes do processo de heterodinagem, diminuíram a euforia tida com os primeiros resultados. Com este sistema, em transmissão, fica mais difícil a sintonia e é necessário dispor-se de instrumental mais sofisticado para se ter uma saída limpa; em recepção surgem uns "apitinhos" incômodos para quem se habituara com a transparência cristalina, permitida pelo sistema de recepção a conversão direta.

Contudo, o Lauro produziu alguns DM5 para 15 m operando neste sistema com resultados bastante satisfatórios. Eu, entretanto, perfeccionista, voltei a trabalhar no OFV direto e com um pouco de pesquisa consegui "cercar o bicho" e chegar a bom termo.

Além dos macetes já apontados no "DM1", outros dois pude levantar: Primeiro, o núcleo da bobina osciladora, bom mesmo é não usar. Você, leitor, poderá estranhar e argumentar serem tantos os equipamentos importados que utilizam núcleo na bobina osciladora de OFV e não apresentam nenhum problema de estabilidade. Creio que o problema é a falta de informação sobre os núcleos de que dispomos em nosso comércio.

Antes de tudo, é necessário distinguir entre núcleo de ferrita e de pó-de-ferro, ambos têm aparência similar; a ferrita é extremamente dura e quebra-se como cerâmica; tem alta permeabilidade — isto é, aumenta muito a indutância — e costuma ter coeficiente de variação com a temperatura muito alta; pó-de-ferro ("iron-powder") é mais mole, pode ser limado, lixado, furado, e tem menor permeabilidade; o coeficiente de temperatura depende dos materiais empregados.

Nos países desenvolvidos isto não constitui problema, podem-se adquirir núcleos de diversos materiais, nos mais variados formatos e tamanhos (rosca "slug", toroidal, "pot-core" etc...) com coeficientes de temperatura tão baixos como 35 ppm/°C (elevam sua permeabilidade em 35 partes em cada milhão de partes para cada grau centígrado). Este é o caso do núcleo de pó-de-ferro tipo 6 da Amidon Associates, dos EUA.

Para você, leitor, ter uma referência de comparação, num catálogo de capacitores que tenho, está especificado que os capacitores NPO (de coeficiente de temperatura nulo; não variam sua capacidade com a variação de temperatura), a tolerância nesta "invariabilidade" com a temperatura é de +50 ppm/°C.

Por isto tudo, na dúvida sobre o núcleo de que se dispuser, melhor ficar com uma bobina com núcleo a ar, empregando

um material bom como forma, para o OFV.

Nas frequências mais baixas, caso de faixa de 40 m, o problema é bem menor; deve-se, contudo, somente usar núcleo de pó-de-ferro (experimente com uma lima, a ferrita é dura e muito difícil de se desgastar). Procure, também, usar um núcleo pequeno (pode ser cortado) e que sua posição final, depois que estiver devidamente sintonizado o OFV, seja o mais para fora da bobina, de modo a ter pouca influência na mesma e, conseqüentemente, na frequência. Assim, o núcleo servirá para um ajuste "fino".

Em segundo lugar, uma pequena, mas valiosa, "dica" que garimpei no excelente "Amateur Technics" de Pat Hawker, G3VA: trata-se do resistor R10 no supridor de TR2 (Fig. 2). Atuando-se neste resistor, consegue-se obter a polarização mais favorável em TR2, de modo a restringir sua dissipação interna a um nível mínimo; isto funciona muito melhor do que diminuir a tensão de alimentação da etapa (no nosso caso, a tensão do Zener D5). Este acerto, adicionado aos efeitos de casamento de impedâncias permitidos por C8 na porta e pela posição de derivação em L1, no supridor, fazem com que se obtenha a melhor conjugação de níveis de CC e de RF, para máxima estabilidade de frequência.

Se você quiser mesmo caprichar, coloque temporariamente um "trimpot" no lugar de R10 e, medindo o nível de saída do OFV, vá aumentando o valor da resistência até que o nível de saída comece subitamente a descer. Retroceda um pouco e meça o valor da resistência do "trimpot" e substitua por um resistor fixo. Verifique também que o oscilador volte a operar depois de ter sido desligado e ligado novamente. Fazendo assim, o comutamento de frequência devido à variação dos parâmetros de TR2 ficará minimizado.

Outra dica importante, esta descoberta pelo Laura, diz respeito ao zener D5. Não use os de 1/2 ou 1/4 de watt; prefira um de 1 W para que ele traba-

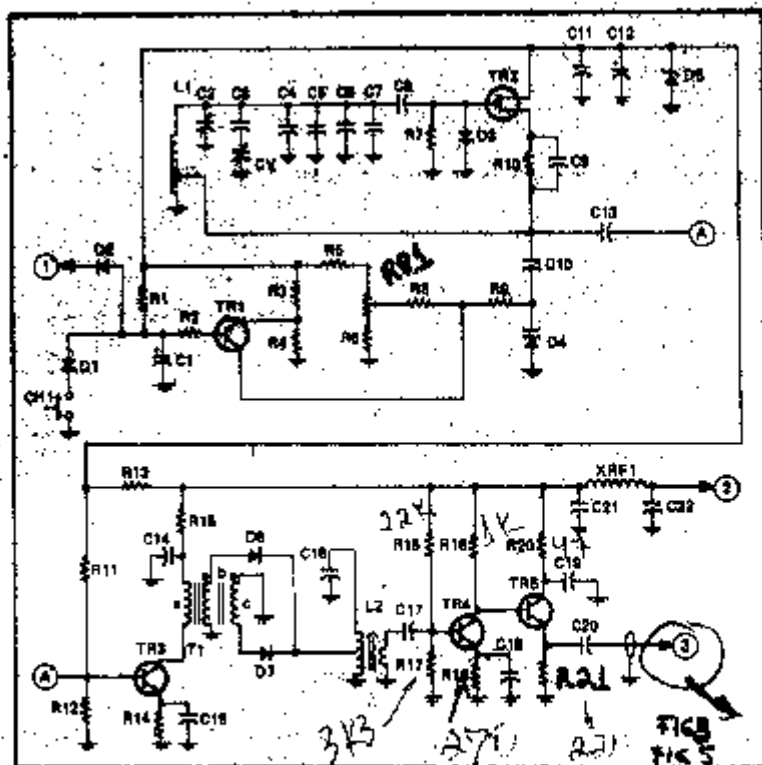


Fig. 2 — Diagrama do Oscilador de Frequência Variável. As setas numeradas indicam os pontos de interconexão com outros estágios do DM6. Os valores deste e dos demais diagramas estão relacionados na lista geral de componentes (página 122).

lhe bem folgado, frio. Como o oscilador é sensível a variações de tensão, esta deve ser muito bem "fixa".

Cheguei mesmo a verificar a sensibilidade do OFV em relação à variação de tensão de alimentação, usando uma fonte variável, com o zener desligado. Infelizmente não registrei o resultado, porém o mesmo me conduziu a levar mais adiante a solução para este ponto; minha solução "perfeccionista" é colocar um integrado tipo 75L08 regulando a tensão para todo o OFV, eliminando-se, então, o diodo zener. Um melhor substituto seria um LM317, que permite ajuste da tensão de saída e tem melhor regulação que a série 75XX, segundo o manual da National (que fabrica os integrados cuja designação começa com "L"). No meu caso, então, o OFV trabalha inteiramente com 8 V.

No artigo sobre o DM1, analisei um pouco o problema dos

capacitores do circuito tanque do OFV. Para pôr a conversa em dia, teria a dizer o seguinte: para os capacitores C4 a C8, C10 e C13, utilize capacitores de disco cerâmico NP0, fabricados no Brasil, ou os "Plata". Não utilize os de poliestireno, conhecidos no comércio como de "stiroflex". Estes possuem coeficiente de temperatura de -150 ppm; são adequados para todos os demais circuitos sintonizados, ademais por possuírem alto "Q". Os capacitores de disco NP0 ou, então, possuem uma faixa preta; caso também dos tubulares de Philips.

De resto, falta falar do clarificador. Em recepção, TR1 está aberto (não conduz) e o potenciômetro P1 permite uma variação de cerca de 4 kHz na frequência final do OFV (ou seja, metade disso na frequência fundamental). Em transmissão, ou, também, quando é acionada a chave CH1, TR1 passa a condu-

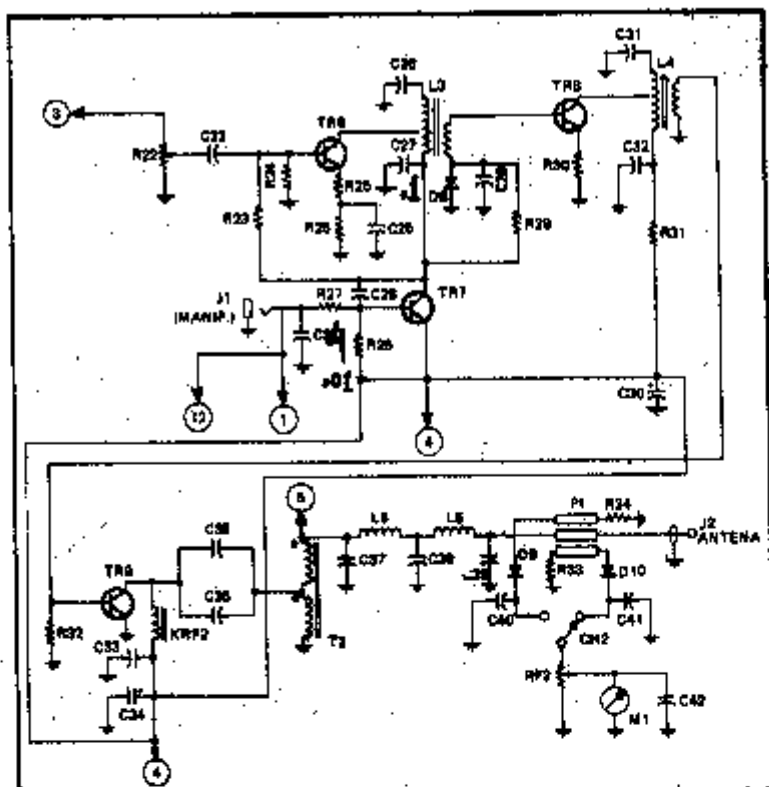
zir e estabeleça uma tensão fixa para o Varicap D4, determinada por R3 e R4; como estes são muito menores que R8, a posição do clarificador não altera a frequência de transmissão. C1 estabelece uma constante de tempo para o retorno do clarificador à situação de recepção, de modo a segurar a frequência cerca de 30 ms; como veremos adiante, o circuito de conformação de onda da comutação do transmissor utiliza o valor preconizado de 5 ms para subida e descida; assim, depois de levantado o manipulador, o transmissor terá sua saída iniciando a decair naquela constante de tempo, sendo necessário que o OFV fique firme neste espaço de tempo.

Os primeiros DM5 não possuem C1 (só descobri isto tudo depois!); dependendo da posição em que se encontra P1, eles possuem um sinal característico, parecendo um pladinho, que é o OFV voltando à frequência de recepção enquanto efetivamente o transmissor ainda está operante. De detalhe em detalhe chega-se lá!

A chave CH1 não é imprescindível. Ela é muito útil em concursos e, principalmente, quando se está "caçando" DX, pois permite mais agilidade na sintonia "beat zero"; com um toque nele, ajusta-se a sintonia do OFV para batimento zero; feito isto, pode-se ajustar no clarificador a totalidade desejada; a transmissão estará já no lugar certo. Esta foi invenção do Lauro, PY2BQQ.

Experimentalmente praticamente todos os circuitos clássicos para OFV. Minha opinião é que não há um grande vencedor; todos eles funcionam dentro de limites parecidos, com resultados semelhantes, desde que se atente para os critérios de cada um. O Hatley que escolhi permite um resistor número de componentes comparado àqueles com derivação capacitiva no circuito tanque.

O importante, mesmo, é a qualidade de cada componente e o ajuste criterioso de cada um, além de uma montagem elétrica e mecanicamente estável, com atenção para influências



tado estável e repetível. O segundo método tem o inconveniente de a sintonia do transmissor ficar mais aguda, já que abaixo de um certo nível de excitação o transistor fica cortado o "morto"; por conseguinte, o estágio final também. Na solução encontrada, o transistor é polarizado para classe B e não AB como se costuma usar este circuito em empregos lineares, SSB por exemplo) e fica engatilhado para conduzir, ou seja, no limiar deste estado; qualquer excitação já produz saída. Como resultado, a sintonia é mais e fácil.

Os dois primeiros estágios são comutados pela manipulação por FT7. O formato de onda obtido é um misto de trapezoidal exponencial, apesar do circuito integrador utilizado. Vários parâmetros aqui interagem: pela variação do Hfe dos três transistores 11H6, 7, 8), segundo a respectiva corrente de coletor, pelo capacitor C28; pela constante R29, C29, D8, por C25 (em pequena monta); pela polarização estabelecida por R77 e R28, e pela variação de impedância da base dos três transistores, de acordo com a corrente média de coletor. O resultado (que é o que interessa, pó!) é excelente.

Devo acrescentar que somente em abril de 90, com as novas possibilidades trazidas pelo osci oscópio na minha bancada, é que foi possível acertar com tal fineza este circuito. Os DM5 anteriores têm uma manipulação um pouco mais "dura", com tempo de ataque muito rápido. O valor preconizado pela ARRL nos "Handbook" é de 5 ms, valor para o qual ajustei o circuito.

Na Fig. 4 temos a saída do DM5 como vista num osciloscópio ("xerox manual"). Se você não está familiarizado pode acreditar, é bem bonitinha!

O estágio final não tem novidades. T2 apresenta ao coletor de TR9 uma impedância de 12,5 ohms, que é a divisão por quatro da impedância de saída projetada, 50 ohms. A seguir, vem um filtro pi de meia onda, que é comum ao receptor, e um medidor de ROE, que é uma adap-

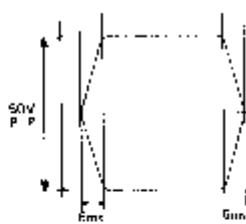


Fig. 4 — Forma da onda do sinal de saída do transmissor.

tação feita pelo Lauro de um esquema clássico que por muitos anos apareceu nos "Handbook" da ARRL. Como a linha de captação, que é impressa na placa (PI), não permitia a excitação adequada do medidor utilizado (M1), devido ao baixo nível de potência, o Lauro aumentou o acoplamento, colocando uma pequena ferrite (rosquinha, com furo sextavado, usada como núcleo), fazendo passar pelo furo três fios: dois para as duas linhas de captação e um para a passagem do sinal (Fig. 8).

O RECEPTOR

O receptor do DM5, sem dúvida a parte mais complexa e com maior número de componentes, foi a que mereceu maior dispêndio de tempo trivalizando com o trabalho dado pelo QFV para 15 mU. No protótipo de 1984 foi a seção que mais teimou em não funcionar, e foi uma "luta de bravos" até a obtenção dos primeiros resultados, aos quais devo em boa parte ao empréstimo que consegui de um osciloscópio Philips de um primo-cunhado. Veja você, leitor, como são estas coisas; um defeito que tomou tempo até ser descoberto tratava-se de um eletrolítico que estava com os terminais invertidos; só perceber isto, eu conferei e reconferi inúmeras vezes a montagem e as medições que fazia não concordavam com o que era esperado, já que o tal capacitor, quando invertido, conduzia e alterava a polarização dos transistores envolvidos; daí que, simplesmente, não funcionava nada!

Vamos agora percorrer o caminho do sinal desde a antena até o alto-falante e examinar o funcionamento de cada seção (Fig. 5).

Primeiramente o sinal passa pelo filtro pi de meia onda, que é comum à transmissão (por que se chama meia onda? — porque, em relação a casamento de impedâncias, ele se comporta do mesmo modo que um trecho de linha de transmissão com comprimento de meia onda). Este filtro atenua as frequências superiores à frequência chamada "de corte" e é muito necessário no nosso caso, já que o amplificador de RF e o misturador são de faixa larga ("broadband"), sendo que o último detecta também os "meios de frequências múltiplas a do QFV, daí, portanto, a necessidade de proteção. C43, C44 e L7 perfazem a transformação da impedância de 50 ohms no filtro pi para o valor característico do filtro constituído por aqueles mais C45 e 46 e L8, daí, então, voltando ao nível de 50 ohms através do "link" em L8.

C45 só está utilizado se a montagem for feita diferentemente da preconizada. No meu DM5 de 21 MHz, usei bobinas menores e tive que usar, então, acoplamento capacitivo. Com as bobinas indicadas contendo, colocadas da maneira especificada, este capacitor é desnecessário. Neste caso, L7 e L8 são acopladas magneticamente, coisa pouco comum em filtros assim, embora bastante usual em circuitos de frequência intermediária em rádios e televisores. O acoplamento capacitivo tem a desvantagem de se degenerar, em altas frequências, em um filtro passa-altas; tem, contudo, a vantagem de se permitir facilmente o ajuste de acoplamento.

No protótipo o acoplamento era capacitivo; o Lauro, entretanto, em suas experiências, descobriu que as bobinas, que usava desprovidas de blindagem e separadas por uma distância casual determinada pela placa impressa que havíamos feito, estavam próximas ao acoplamento crítico, permitindo um desempenho até melhor do

que o previsto no projeto. Parece que nem mais a lei de Murphy é respeitada!

Continuando, temos um atenuador de RF até quando algum sinal muito forte sobrecarrega o misturador equilibrado, e, depois, o amplificador de RF. Este também já se tomou um clássico, após o trabalho de Hayward, W7ZQI. Reúne as vantagens de ser de faixa larga e das impedâncias de entrada e de saída serem controladas, assim como o ganho. Além disso, é incondicionalmente estável.

Para frequências abaixo de cerca de 10 MHz o ideal seria omitir o amplificador de RF, já que ele não é necessário do ponto de vista do fator de ruído e por diminuir a faixa dinâmica ("dynamic range") do receptor; contudo, dois motivos fazem com que ele esteja sendo empregado: 1) Há um acréscimo na captação de zumbido pelo receptor quando não se usa o amplificador de RF (no caso do meu DM5 de 40 m tenho uma chave no painel para desligar o amplificador de RF ("bypass")) e ainda não me dediquei mais a este problema. 2) O receptor na maneira como está é muito "vivo", ao mesmo tempo que possui uma recepção mais limpa que rádios mais complexos, como os Deltões ou o Intraco, para ficar entre os nacionais, coisa que é um forte apelativo entre os colegas. Daí, portanto, o Lauro na sua produção artesanal não ter se interessado também em pesquisar o assunto.

Na Tabela I se encontram alguns valores calculados segundo o ganho desejado no amplificador de RF. Deve-se experimentar buscando o menor ganho compatível com uma recepção satisfatória. Esta última se avalia da seguinte forma: escuta-se o receptor com antena desligada; depois, escuta-se o ruído de fundo do receptor. Seleciona-se então a antena; o ruído de fundo deve sobressair-se ao ruído do receptor apenas na justa medida do necessário. Qualquer ganho além disso, somente fará diminuir a faixa dinâmica do receptor, aumentando o nível

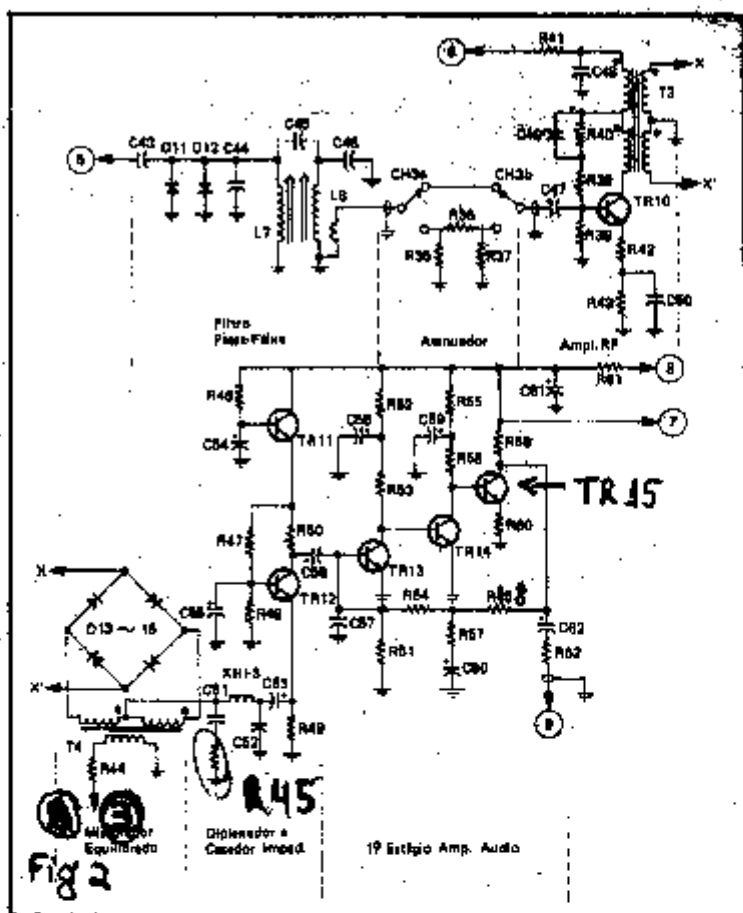


Fig. 5 — Diagrama dos estágios do receptor que precedem o sistema de filtro.

dos sinais entregues ao misturador equilibrado, além de, evidentemente, aumentar o volume na saída de áudio. Isto, se for necessário, deverá ser procurado através da maior ganho nas últimas etapas de áudio, depois de o sinal já estar filtrado. Desta forma, a capacidade do receptor de tolerar sinais fortes fica maximizada.

Para dar a você, leitor, uma ilustração do que disto pode resultar, tenho um Eudger Dia-

manete que foi melhorado segundo as diretrizes que preconizo; além disso, ele conta com três filtros KVG em cascata, um deles com 250 Hz de largura de faixa. Com ele é emocionante poder-se copiar perfeitamente um sinal fraco, próximo ao nível do ruído de fundo e a apenas algumas dezenas de hertz de distância de sinais fortíssimos, às vezes de colegas vizinhos operando no máximo de potência permitido!

RF	R40	R42	Ganho
150	27	8	10
200	22	10	15
300	17	15	20
400	15	20	25
500	12	27	30

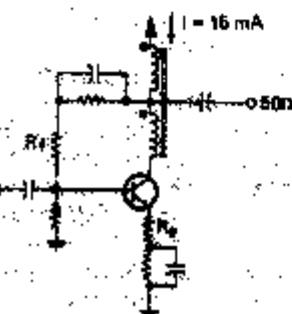


TABELA I — Esquema básico do amplificador de RF e os ganhos calculados em função dos valores de R1 e R2 (R36 e R42 no diagrama de Fig. 5). Fonte: revista "CQ" japonesa.

Prosseguindo, temos o misturador equilibrado. Procurel melhorar o desempenho em relação ao DM1 melhorando a terminação do canal de áudio. Isto foi feito com um diplexador ("diplexer") constituído por C51, C52, XRF3 e R45. Acima de 3 kHz o misturador "enxerga" C51 e a energia se dissipa em R45, sendo que XRF3 apresenta alta impedância; abaixo daquela frequência, o sinal "enxerga" ao contrário: XRF3, permitindo a passagem ao transistor TR12. C52 atenua ainda mais os sinais fora da faixa de passagem desejada e constitui, assim, um filtro de 12 dB/octava (atenua em 12 dB o sinal cada vez que este for o dobro da frequência; assim, a atenuação será de 12 dB a 6 kHz, 24 dB a 12 kHz, etc...).

Portanto, para frequências abaixo de 3 kHz a carga ao misturador é provida pela entrada no emissor de TR12, calculada para 50 ohms. A finalidade do diplexador é para que todas as frequências estejam terminadas pela impedância necessária ao bom funcionamento do misturador, que é de 50 ohms; acima de 3 kHz, o resistor R45; abaixo dela, a impedância de TR12, ambas, aproximadamente, dos 50 ohms desejados (bom, não?).

TR11 constitui um circuito não muito comum, às vezes chamado de multiplicador de capacitância. Ele ajuda a eliminar qualquer traço de zumbido de 60 ou 120 Hz que possa vir pela linha de 12 V, assim como realimentações provenientes do estágio final de áudio via linha de +B. Como a impedância na base de TR13 é de 3 quilohms, ou mais (dependendo do valor de R67), e a amplificação que se seguirá é muito grande (mais de 100 dB, ou seja, 10 000 000 000 vezes!), tem-se que tomar cuidado.

A seguir, o estágio constituído por TR13, 14 e 15, que, somente ele, é capaz de 100 dB de ganho. Este pode ser controlado por R57, que determina a realimentação CA deste estágio. Deve-se, também aqui, cuidar para dosar o ganho necessário, pois somente depois do

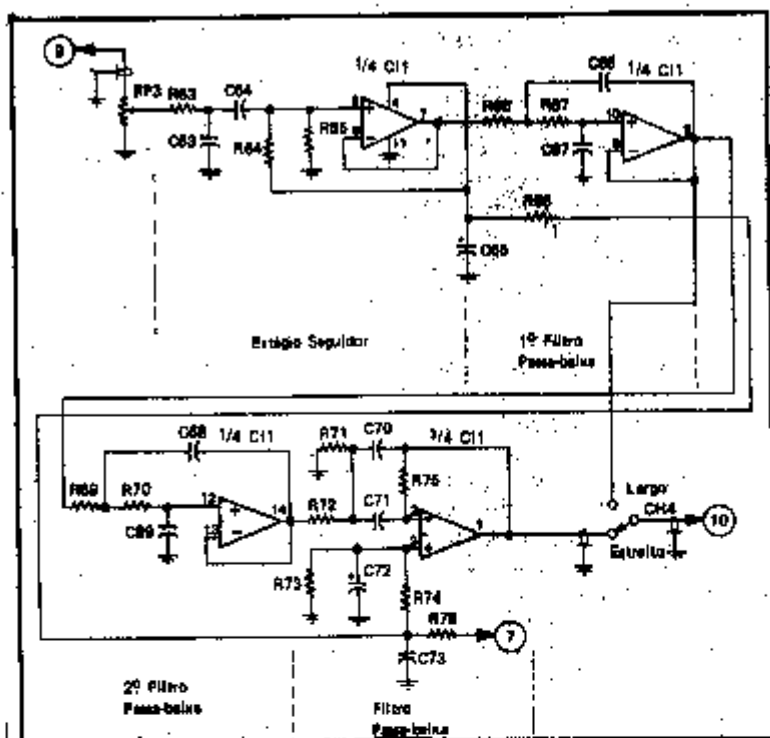


Fig. 6 — Sistemas de filtro do receptor.

filtro que vem a seguir o espectro de sinais estará limitado à faixa de passagem desejada. No meu DM5 para 21 MHz utilizei em R57 o valor de 180 ohms; no de 7 MHz, 1 500 ohms.

Prosseguindo (Fig. 6), vem o controle de volume RP3, e um filtro de áudio constituído pelo integrado quádruplo C11, um LM324. O primeiro operacional funciona como separador ("buffer"); o sinal de saída tem a mesma tensão que a entrada; somente a impedância é transformada para um valor baixo — a entrada é de alta impedância — e, portanto, apesar do estágio "buffer" não aumentar a tensão ele aumenta a potência, ao aumentar a corrente possível na saída.

A seguir, dois estágios passa-baixas e, depois, um passa-faixa, com frequência central calculada para 750 Hz. A chave CH4 permite escolher a largura de faixa desejada. A disposição mostrada foi a mais satisfatória que encontrei. O leitor que quiser montar uma versão perso-

nalizada pode mexer à vontade. Nos "handbook" mais recentes, assim como no "Solid State Design" encontram-se as receitas para tal.

Minha sugestão, que ainda pretendo adotar, é de usar mais um integrado, com cinco estágios passa-baixas e dois passa-faixa, com chave de diversas posições para se escolher a melhor curva de resposta, segundo a situação:

Após o sinal ter sido convenientemente filtrado, segue para o estágio de áudio final (Fig. 7). TR17 controla o emudecimento do receptor durante a transmissão e C25 controla o tempo de retenção do estado emudecido. Antes, este controle era feito no primeiro estágio (aquele que precede o filtro com integrado), e embora funcionasse satisfatoriamente, produzia um "clique" no retorno, e este era bastante abrupto. Com esta configuração, o receptor volta suavemente depois da transmissão.

TR16 fornece +B durante a transmissão e TR19 é o oscilador de monitoração, cujo volume é ajustado por R86, um "trim-pot" que pode ser substituído por um potenciômetro no painel, para maior comodidade.

A saída de áudio é suficiente para fones ou alto-falante, mas não dispõe de potência para "encher o ambiente". Embora pudesse facilmente ter colocado algo mais forte, há uma boa razão em contrário: como o receptor não dispõe de CAG ou qualquer outra limitação automática, imagine o leitor cortando um DX que está com o sinal bem lá no fundo do poço e, subitamente, seu vizinho resolve sintonizar seu linear de 1 kW bem na mesma freqüência! (é verdade que hoje em dia isto está se tornando raro: os novos equipamentos dispensam sintonia, como o DM5 — o que prova que pelo menos os equipamentos estão se tornando mais educados!). Com o circuito ilustrado, a potência foi criteriosamente pensada e ajustada. Ao passar de certo nível, o amplificador final simplesmente ceifa o sinal de saída, dando uma medida de segurança aos ouvintes!

De qualquer modo, um integrado tal como o LM380, LM386, TBA810, TBA820 etc... pode ser ligado à saída, cuidando porém do problema de realimentação, que será discutido mais adiante.

Outro fato digno de nota é que, ao contrário dos citados integrados, e de todos os amplificadores de áudio usuais, o do DM5 trabalha totalmente em classe A. Daí, não existir problemas como distorção de "crossover". O áudio é limpo e cristalino. O que se perde em troca é a eficiência, que é baixa; o circuito funciona "a todo vapor", drenando cerca de 200 mA, independentemente da excitação, ao contrário dos classe AB comuns, que trabalham com uma corrente quiescente baixa e só drenam corrente proporcionalmente à potência entregue. (Diga-se de passagem: se você acompanhou meu artigo sobre o DM1 e já chegou até

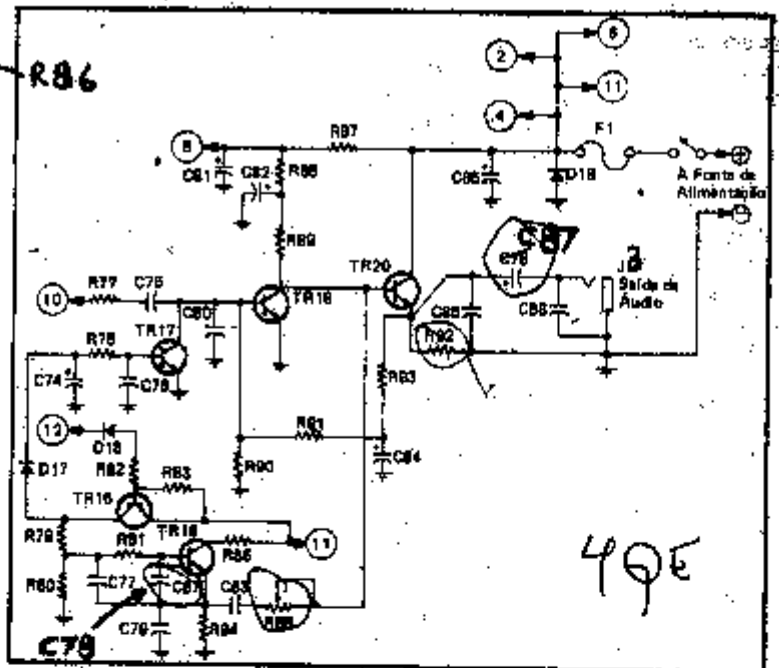


Fig. 7 — Circuitos que proporcionam o embelezamento e o sinal monitor ("sintonia"), e amplificador final de áudio.

equi, seu "manual de dicas" já deve estar bem gordinho!).

MONTAGEM DO DM5

O circuito do DM5 foi montado em duas placas impressas; uma abriga o OFV e clarificador, até a saída em C20. A outra placa recebe o restante. A primeira mede 8,5 x 8 cm; a segunda, maior, mede 14,5 x 16 cm. O DM5 foi colocado numa caixa medindo 10,5 x 15,5 x 20 cm e sobra bastante espaço na vertical.

L1, do OFV, deve ser feita com bastante capricho. No meu DM5 para 21 MHz utilizei um vidro pequeno, usado para amostra de perfume (deste modo o OFV fica bastante "agradável"). O vidro foi colado com Araldite numa base dotada de pinos, para ser colocado na placa impressa. O Leuro vem utilizando fôrmas de papel impregnado e não tem tido problemas, contudo.

A consideração a ser feita na escolha de fôrma para a bobina do OFV é quanto à estabilidade mecânica e térmica, assim como à característica dielétrica.

Teflon é ótimo candidato, e, também, cilindros de cerâmica para aplicações em eletrônica. Vidro é perfeito (embora já seja exagero!).

Deve-se recobrir a bobina, depois de pronta, com uma camada de material que atenda também a estas especificações, para maior estabilidade mecânica e térmica do enrolamento. Tenho utilizado tanto Durepoxi, como Araldite tipo lento, a cura sendo feita em forno aberto (forno de cozinha mesmo!) com temperatura de cerca de 80°C.

Eventualmente, pode acontecer de o OFV não oscilar. Depois de tudo verificado, pode-se aumentar um pouco o valor de C8 e, também, diminuir R10. Desconfie se houver dificuldade para oscilar. O culpado pode ser TR2.

A variação total do clarificador pode ser ajustada pelo valor de C10; 3 a 6 kHz de batente a batente é o ideal.

Se for desejado colocar um integrado regulador de tensão no OFV, coloque-o no lugar de XRF1 e elimine R13 e D5. O integrado pode ser um 75L08,

75M08, 7508 ou, então, um LM317 mais dois resistores, podendo-se, neste caso, ajustar a tensão para o valor que se quiser.

No DM5 para 15 m o OFV foi colocado numa pequena caixa. No meu caso, soldei placas para circuito impresso. O Lauro utiliza caixinhas de alumínio. Sem esta providência o OFV fica sensível a correntes de ar ou radiações de calor e também altera a frequência quando se retira a tampa do rádio ou, mesmo, quando se o pressiona.

No transmissor, devem-se evitar acoplamentos indesejáveis entre os circuitos para evitarem-se oscilações.

TR8 e TR9 necessitam de dissipadores de calor, especialmente o último. TR20, do receptor, fica um pouco morno, mas não é necessário dissipador.

O medidor de ROE recebeu uma modificação em relação ao circuito original americano, para poder trabalhar no nível QRP sem um medidor muito sensível. Na Fig. 8 temos o desenho da placa impressa. No original, as três linhas são contínuas. No DM5, são seccionadas no meio e ligadas por meio de três "jumpers", que, na parte superior da placa, atravessam o furo de um núcleo de ferrite ou pó-de-ferro.

Apesar da pequena resistência introduzida ("line bump"), o circuito funciona direitinho e é obra do Lauro. Como opera numa única frequência (faixa), o medidor pode ser diretamente calibrado em watts de saída,

substituindo-se o potenciômetro P2 por um "trim-pot", ou adicionando-se mais posições em CH2 para terem-se ambas as funções diretas, sem necessitar cálculo. Prático, não? Se ainda quiser brincar mais, substitua o "trim-pot" R22 por um potenciômetro de mesmo valor colocado no painel. Assim, poderá experimentar em QRPp (potência super reduzida), com a potência ajustável!

Na parte do receptor, L7 e L8 devem ser montadas paralelamente, com a distância entre centros igual a 1,4 cm. Para o caso em que for utilizada disposição diferente, ou bobinas diferentes, deve-se, então, proceder ao acoplamento capacitivo. Na Tab. II são dados os valores respectivos.

O principal cuidado a se ter na montagem do receptor deve-se ao alto ganho de amplificação em áudio. Todo o canal de áudio, desde TR10 até a saída para fones/alto-falante, deve acompanhar uma seqüência nas duas linhas de alimentação, isto é, do +B e de massa. Por muito tempo, o DM5 teve uma limitação no ganho possível, devido à ocorrência de oscilações no canal de áudio que eu, até então, não tinha localizado. Por outro lado, o resultado obtido até então havia ficado plenamente satisfatório, ou seja, o que fora obtido bastava.

Já no DM5 para 15 m, com a necessidade de maior amplificação (e seria desastroso para a faixa dinâmica do receptor co-

locar-se todo o ganho e mais no amplificador de RF, antes do misturador equilibrado), voltei a atacar o problema. E localizei as origens nas duas linhas citadas. Descoberto o remédio, a receita é simples: a alimentação de +B que vem da fonte de alimentação passando por CH5 e F1 deve ir diretamente ao coletor de TR20. Daí, deve seguir para TR18; depois, para o filtro de áudio..., exatamente na ordem inversa percorrida pelo sinal.

Igualmente, o fio negativo que vem da fonte não deve ser ligado ao primeiro parafuso disponível! Deverá ser ligado a B9 e, daí, seguirá para o restante, assim como para o jaque de fones/alto-falante (J3). Em suma, as correntes de alimentação devem retornar para a frente e não para trás, para que a resistência de ligação não estabeleça divisores resistivos que, devido ao alto ganho, propiciariam oscilações.

Depois que isto foi feito, tornou-se possível um maior ganho no canal de áudio, o que é obtido reduzindo-se o valor de R57. Sem estas providências, só era possível um valor de 1k5; depois, com as mudanças, pode-se até mesmo ligar direto em R57, o que, contudo, aumenta o ganho exageradamente, assim como o ruído interno. No meu caso, 180 ohms foi o menor valor para que isso não ocorra e é usado no DM5 para 15 m, deixando-o bastante "vivo". No DM5 para 40 m pode-se usar 1k5, já que a necessidade de ganho é bem menor.

C74, que controla o tempo de amudecimento do receptor, pode ter seu valor alterado ao gosto do operador. O valor preconizado aqui foi uma estatística do gosto geral. Para operação em QSK ("full break-in") deve-se experimentar um valor menor para C74 (N.A.1). C76 não deve ser modificado; descobri que por ali entrava no canal de

(N.A.1) — Posteriormente pesquisei sobre esse capacitor. Com 0,33 em C74, obtém-se operação em QSK. Um valor menor introduz cliques que incomodam o operador. O valor preconizado (1µF) já é bastante "rápido".

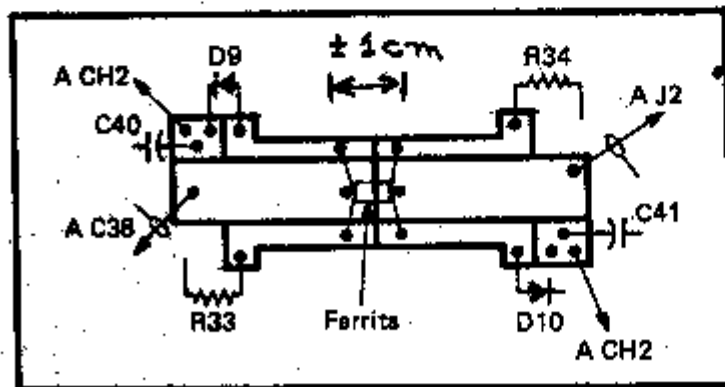


Fig. 8 — Desenho, em tamanho natural da plaqueta impressa (PI) de linhas de captação do medidor de ROE na saída do transmissor (Fig. 3). As partes em branco representam áreas cobreadas.

Faixa MHz	C43	C44	C45	C48
7	39	150	4,7	180
14	18	68	2,2	82
21	18	47	1,8	68

TABELA II — Esquema básico do filtro passa-faixa de Fig. 5 e valores em picaforada dos respectivos capacitores de acordo com a versão (faixa) escolhida para a montagem do DM5.

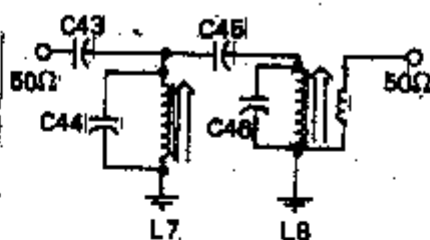
áudio uma estação de AM. Contudo, se o leitor gostar de fazer DX enquanto ouve música serena...

COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO E AJUSTES

Supondo que tudo tenha sido montado corretamente, não deverá ser difícil ter o DM5 operando corretamente também. Deve-se recrutar todo o equipamento de teste que for possível, como ressonâmetro ("grid-dip-meter"), freqüencímetro, um receptor para a faixa desejada, etc... Porém não se deve desanimar se isso não for possível, embora, seguramente, vá tornar mais demorado e menos confiável o processo. Evidentemente, uma fonte de alimentação confiável ou bateria de carro será imprescindível, assim como uma carga não reativa ("antena fantasma") para 50 ohms, fones, manipulador e antena.

Localize, inicialmente, a freqüência do OFV. Com uma certa sorte, poder-se-á ouvir algum sinal com a antena ligada. Ajuste C2. Feito isso, procure um sinal na faixa e sintonize L7 e L8 para máxima saída de áudio. Aproveite e verifique o funcionamento do filtro de áudio.

Após isso, insira um multímetro com escala de 2 ampéres (o quê? o seu não tem? calcule um "shunt" para a menor escala de tensão!) em série com o positivo do +B que vem da fonte. Desligue a antena e ligue a carga não reativa (também não tem? coloque dois resistores de 100 ohms/2 W em paralelo ou outra combinação que resulte em cerca de 50 ohms — por exemplo, dez de 470 ohms



etc...). Ligue o manipulador. Com R22 colocado no máximo, aperte o manipulador e observe a corrente drenada; ajuste L3, L4 e, depois, L2 para máxima corrente, simultaneamente observando o medidor de ROE para máxima saída; diminua R22 e retoque as bobinas.

Repita algumas vezes esse processo, sempre diminuindo em R22. Feito isso, verifique a atuação de R22; aumentando-se a excitação, a potência de saída aumenta até um certo ponto e, depois, se estabiliza, embora a corrente drenada ainda continue a aumentar. Retroceda R22 para o ponto em que a potência começa a decrescer. Este é o ponto ótimo. A sobreexcitação "suja" o sinal de saída. A potência máxima obtida (valor RMS) foi de 7,7 W com 14 V e 5,7 com 12 V, tanto em 40 como em 15 m. O consumo

chega a 1,8 A no primeiro caso, e a 1,3 A no segundo. O consumo na recepção é de cerca de 250 mA.

Verifique o funcionamento do oscilador de monitoração e ajuste seu volume em R88. Pronto! A fera está pronta para ir ao ar! Os DX e os colegas o esperam!

OPERAÇÃO EM OUTRAS BANDAS

Como já foi dito, desde o início do projeto houve a intenção de que o esquema se adaptasse a diversas freqüências. O primeiro protótipo do DM5, de 1984, foi também experimentado em 20 m, mudando os circuitos sintonizados, com resultado positivo.

Até recentemente, contudo, somente o de 40 m despertou maior interesse. Com o pico no ciclo solar pelo qual passamos em 1990, surgiu o interesse pelas faixas de freqüências mais altas. Retomei, então, o trabalho no OFV, onde se apresentava a maior limitação às freqüências altas, nomeadamente, a estabilidade de freqüência do OFV.

O circuito heterodino funcionou satisfatoriamente, embora com os inconvenientes já citados. Na Fig. 9 temos o esquema do OFV heterodino como está, até a data em que escrevo. Con-

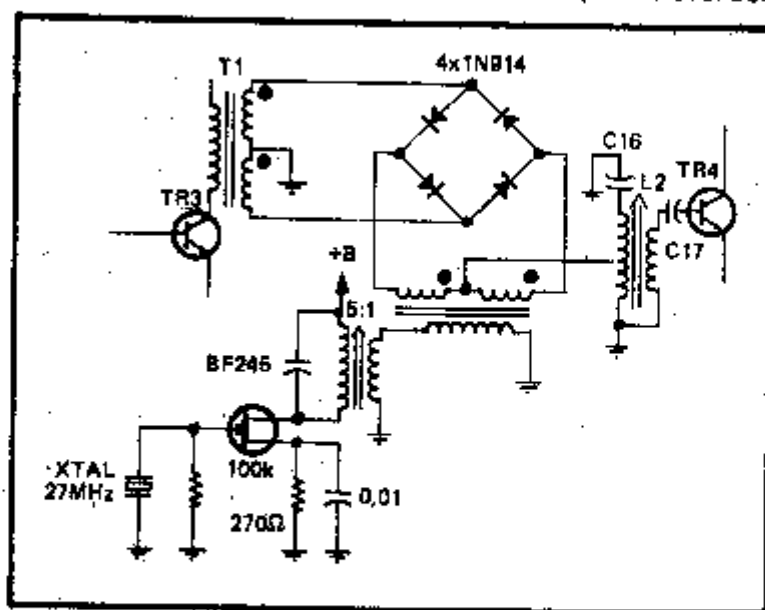


Fig. 9 — Diagrama do OFV heterodino objeto da experimentação do Autor.

LISTA DE COMPONENTES — Os tipos ou valores entre parênteses são os indicados para a versão em 21 MHz (15 metros).

Semicondutores

D1, D2, D3, D6, D7, D11 e D18 — Diodo 1N4148 ou 1N914
 D4 — Diodo BA102 ou equivalente
 D5 — Diodo zener 7,5 V, 1 W
 D8, D19 — Diodo 1N4001
 D9, D10 — Diodo 1N270
 TR1, TR16 — Transistor BC658
 TR2 — Transistor BF245B
 TR3, TR4, TR5, TR8, TR10 — Transistor BF199
 TR7 — Transistor BC327
 TR8 — Transistor BC337 ou 2N3866 (2N3866)
 TR9 — Transistor 2SC1908
 TR11, TR14, TR15, TR17, TR18, TR19 — Transistor BC548B
 TR12, TR13 — Transistor BC649C
 TR20 — Transistor BD135 ou BD137 ou BD139
 CI1 — Circuito integrado LM324

Resistores (Valores em ohms; 1/8 W, salvo indicação diversa)

R1, R12, R23, R27, R48, R50, R51, R52, R76, R80 — 10 k
 R2, R47, R75 — 100 k
 R3, R4, R24 — 4,7 k
 R5, R6, R78, R80 — 15 k
 R7, R9, R9 — 1 M
 R10, R13, R19 — 270
 R11, R16, R54, R72 — 22 k
 R14, R15, R41, R43, R85 — 100
 R25 — 100 (47)
 R17, R40, R84 — 3,3 k
 R18, R28, R39, R49, R62, R63, R71, R77, R88 — 1 k
 R20, R44, R45, R66, R76 — 47
 R21, R81 — 220
 R22 — 2,2 k, ajustável ("trim-pot")
 R26 — 330
 R29, R59, R82 — 2,2 k
 R30 — 2,7
 R31 — 10
 R32 — 12
 R33, R34 — 180
 R35, R37 — 82
 R38 — 68
 R36 — 220 (500)
 R42 — 22 (5,8)
 R46, R86 — 220 k
 R63, R58, R83 — 47 k
 R55, R56 — 5,6 k
 R57 — 1,5 k (180)
 R60, R87 — 150
 R84, R85, R86, R67, R88, R70, R91 — 33 k
 R73, R74 — 27 k
 R81 — 18 k
 R83 — 470
 R89 — 2,7 k
 R92 — 82, 1/2 W
 RP1 — Potenciômetro linear 33 k
 RP2 — Potenciômetro linear 22 k
 RP3 — Potenciômetro logarítmico 47 k

Capacitores (Valores em pF, salvo indicação diversa; isolamento: 16 V ou mais)

C1, C82 — 4,7 μ F, 16 V, eletrolítico
 C2 — 3-30 ajustável ("trimmer")
 C3 — 32 (18)
 C4, C5, C6, C7 — 82 NPO (mesmo

valor; omitir um deles — 3 x 82 pF)

C8 — 3,9 NPO
 C9, C15, C18, C20, C21, C22, C23, C24, C28, C29, C35, C40, C41, C42, C47, C49, C50, C83, C78, C88 — 0,01 μ F
 C10 — 82 (33)
 C11, C14, C15, C27, C32, C33, C38, C48, C84, C73, C75, C88 — 0,1 μ F
 C12, C30, C34, C54, C55, C60, C82, C84 — 10 μ F, 30 V, eletrolítico
 C13 — 8,2 NPO
 C16, C26, C31 — 100 (33) disco ou stiroflex
 C17, C80 — 1 000
 C28 — 0,33 μ F
 C37, C39 — 470 (150) disco ou stiroflex
 C38 — 1 000 (330) disco ou stiroflex
 C43 — 39 (15)
 C44 — 150 (47)
 C45 — 4,7 (1,8)
 C46 — 180 (68)
 C61, C62, C66, C74 — 1 μ F, 16 V, eletrolítico
 C63, C87 — 47 μ F, 16 V, eletrolítico
 C57 — 470
 C88, C89 — 22 μ F, 16 V, eletrolítico
 C67, C85, C72 — 100 μ F, 16 V, eletrolítico
 C66, C88 — 0,01 μ F, $\pm 10\%$
 C87, C89 — 2 200, $\pm 10\%$
 C70, C71 — 0,022 μ F, $\pm 10\%$
 C77, C78, C79 — 0,1 μ F, $\pm 10\%$
 C81, C85 — 2 200 μ F, 16 V, eletrolítico
 C83 — 0,047 μ F
 CV — 50, variável

Resistores e Transformadores

XRF1, XRF3 — Reator de RF, 1 mH
 XRF2 — 4 espiras de fio esmaltado 24 AWG (0,5 mm de diâmetro), sobre núcleo de ferrita do tipo "binocular" medindo 14 x 14 x 9 mm e furos de 4 mm — Ver Fig. 11
 T1 — Enrolamento a: 12 espiras fio AWG 28 (0,32 mm); enrolamento b e c: 3 espiras bifilares fio AWG 28 sobre núcleo de ferrita "binocular" — Fig. 11.
 T2 — 6 espiras bifilares de fio esmaltado 28 AWG (0,32 mm) sobre núcleo de ferrita "binocular" — Fig. 11
 T3 — Dois enrolamentos bifilares com 5 espiras de fio esmaltado 28 AWG (0,32 mm) sobre núcleo de ferrita "binocular" — Fig. 11
 T4 — 5 espiras trifilares fio AWG 28 (0,32 mm) sobre núcleo de ferrita "binocular" — Fig. 11.
 OBS.: Nos diagramas simbólicos está indicado com um ponto e o início dos enrolamentos.

Indutores ("Bobinas") — Todos em forma de 7 mm de diâmetro

L1 — Para 40 metros: 40 espiras de fio esmaltado 27 AWG (0,38 mm) em forma com núcleo de pó-de-ferro — Ver texto; derivação na 10: espira a contar do extremo de retorno à massa. Para 15 metros: 14 espiras de fio esmaltado

22 AWG (0,64 mm), derivação na 4: espira; sem núcleo.

L2 — Para 40 metros: 31 espiras de fio esmaltado 27 AWG (0,38 mm), derivação na 6: espira; elo ("link") da 1 espira. Para 15 metros: 17 espiras de fio esmaltado 22 AWG (0,64 mm), com derivação na 3: espira; elo de 1 espira.

L3 — Para 40 metros: igual a L2, porém com derivação central e elo de 4 espiras. Para 15 metros: igual a L2, porém com derivação central e elo de 2 espiras.

L4 — Para 40 metros: Igual a L2, porém com derivação na 10: espira a contar do extremo de +B e elo de 3 espiras. Para 15 metros: igual a L2, porém com derivação na 6: espira a contar do extremo de +B e elo de 1 1/2 espiras.

L5, L6 — Para 40 metros: 10 espiras de fio esmaltado 27 AWG (0,38 mm); sem núcleo. Para 15 metros: 8 espiras de fio esmaltado 22 AWG (0,64 mm); sem núcleo.

L7, L8 — Para 40 metros: igual a L2; elo sobre L8: 3 espiras. Para 15 metros: igual a L2; elo sobre L8: 2 espiras.

OBS.: Os núcleos para L2, L3, L4, L7 e L8 são do tipo rosca com furo hexagonal, medindo de 5 a 6 mm de diâmetro por 9,5 mm de comprimento.

Diversos

CH1 — Chave tipo botão, com retorno sem trava
 CH2, CH4 — Chave de 1 pólo, 2 posições.
 CH3 — Chave de 2 pólos, 2 posições (H-H ou alavanca)
 F1 — Fusível de 2 ampères
 Pl — Placa de circuito impresso, conforme Fig. 8
 J1 — Jaque para manipulador
 J2 — Conector coaxial fêmea, para antena
 J3 — Jaque para fones
 M1 — Microamperímetro 0-200 μ A (pode ser um "medidor de VU").

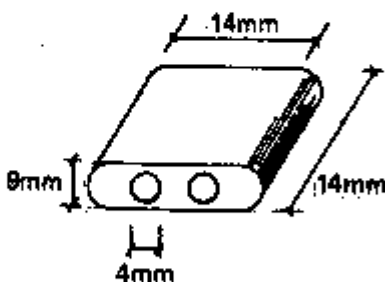


Fig. 11 — Dimensões (em mm) do núcleo de ferrita "binocular" ou "candelabra".

tudo, algumas experiências já mostraram que pode haver intensa melhora. O Heathkit HW8 utilizou um circuito semelhante, que funciona bem (o OFV heterodino). Também o desenvolvimento de um DM5 multifaixas certamente dependeria de se acertar o OFV heterodino.

Aqueles que quiserem prosseguir no desenvolvimento aqui vão alguns dados das experiências que fiz: 1) O nível de excitação do oscilador LC no misturador está muito alto; em T1 obtém-se cerca de 10 dBm (10 mW), quando o ideal seria de, no máximo, 0 dBm (1 mW). Por outro lado, deve-se garantir uma terminação melhor para o misturador. A solução seria um divisor resistivo, tipo pi ou T, de 10 dB, para 50 ohms. T1 seria dividido em dois transformadores, com o "pad" (divisor) no meio. A excitação do oscilador a cristal, cerca de 13 dBm (20 mW) está ótima. 2) Teríamos, então, cerca de -7 dBm na saída do misturador. A placa principal precisa de, no mínimo, 7 dBm e é vantajoso dispor de mais potência (13 dBm seria perfeito para o misturador de recepção, e dá uma folga no ganho necessário na parte transmissora). Portanto, cerca de 20 dB de amplificação.

Descobri que um estágio igual ao que é usado no amplificador de RF do receptor é melhor que o estágio "buffer" de dois transistores do OFV, sendo mais linear e com impedâncias de entrada e saída mais facilmente controláveis (menos dependentes de parâmetros dos transistores).

Deve-se levar em conta que é necessário um filtro com, pelo menos, dois circuitos ressonantes igual ao da entrada do receptor, e que este precisa estar terminado na impedância característica em ambos os portos. O misturador precisa estar terminado com uma impedância de 50 ohms. Da minha sugestão de um estágio seguindo o misturador (garantindo a terminação a este), o filtro e outro estágio amplificador.

Assumindo 3 dB de perda por inserção no filtro, precisaria-mos 23 dB de amplificação, que

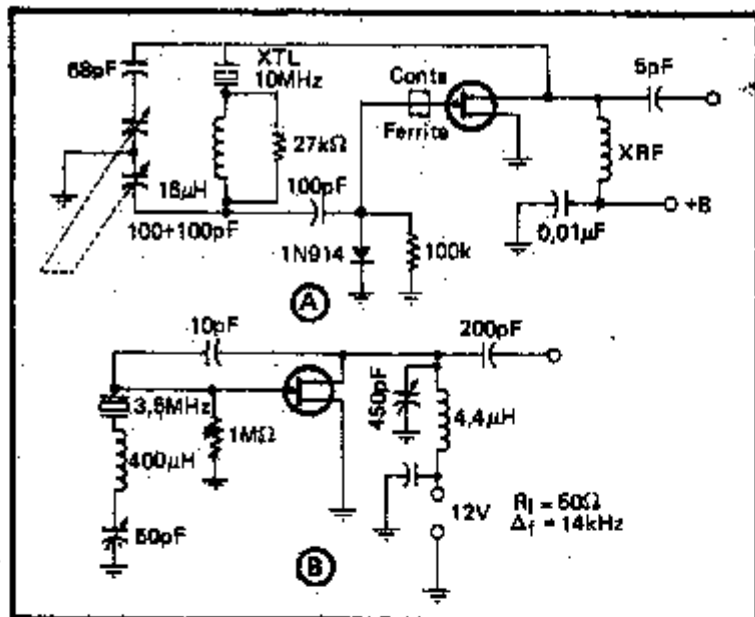


Fig. 10 — Diagramas de duas versões de oscilador a cristal de frequência variável (VXO). Em "A", do livro "Solid State Design"; em "B", da revista japonesa "CQ".

devem ser distribuídos de maneira não muito desigual entre os dois estágios citados. O primeiro estágio operará com cerca de 20 mA no coletor e o segundo com, pelo menos, 50 mA para manter a linearidade e a capacidade de potência. No livro "Solid State Design" há todo o formulário (que é simples) para estes cálculos, assim como tabelas de filtros. As últimas também são encontradas nos "handbooks" mais recentes.

Os circuitos ressonantes não oferecem grande problema. Querendo-se operar em, por exemplo, 14 MHz, diminui-se o valor dos capacitores ressonantes pela metade e, também, as indutâncias pela metade (e não o número de espiras, já que não é proporção direta). As bobinas podem ser calculadas em função das fórmulas de que se dispuser, assim como do fio que se tiver à mão. Sabendo a indutância necessária, calcula-se uma bobina para quase metade daquele valor de indutância, assumindo que, com o núcleo de pó-de-ferro, ele irá dobrar (costumo utilizar um fator de 0,6 ou 0,7).

Para frequências abaixo de 10 MHz pode-se usar ferrita, que aumenta ainda mais a indutância (e geralmente o Q), re-

querendo uma menor indutância inicial (menos espiras). As exceções ficam por conta do OFV (sem núcleo, calcular para valor final desejado) e do capacitor C10 do clarificador, que deve ser achado empiricamente (ou calculado, se você for pior que eu!). As derivações nas bobinas, assim como os "links", devem seguir a mesma proporção (por exemplo, derivação a um terço deve continuar sendo a um terço).

O terceiro método de geração de frequência, caso você queira saldar seus pecados (1) é experimentar um VXO em 50 ou 144 MHz. Nesse caso, o circuito é o básico do DM5; no lugar do OFV LC, será, contudo, um oscilador VXO. Como sugestão, repito aqui o esquema do "Solid State Design" e um outro de um XCVR de 21 MHz aparecido numa revista CQ japonesa. Conforme o autor do primeiro, pode-se esperar um desvio de frequência da ordem de 0,2%; considerando que a frequência será dobrada (oscilador em 25 MHz para saída em 50 e em 72 MHz para saída em 144); pode-se, portanto, esperar uma variação de 100 kHz em 8 m e 300 kHz em 2 m. O amplificador de RF do receptor precisará ser revisado (por exemplo, um FET em

circuito convencional), assim como, talvez, o método de acoplamento entre estágios no transmissor (para reduzir perdas e maximizar o casamento de impedâncias).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leitor que fôr consultar a bibliografia mencionada no artigo poderá localizar as fontes de onde cada sugestão ou circuito foi tirado. As únicas duas coisas de fato "inventadas" foram a comutação do clarificador (que eu já havia experimentado num "Deitão") e a comutação do emudecimento do receptor. E, no entanto, posso dizer, e o Lauro com certeza também, que um projeto é apenas parte do trabalho, ainda que seja a soma de projetos já feitos e dados como "acertados". Acertar cada item, e no DM5 há muitos estágios onde cada componente foi longamente pesquisado, leva muito, muito tempo, e só mesmo a paixão consegue empurrar o executante por sobre as dificuldades e adianta de vontade de dizer:

— bem, agora está bom; não se mexe em mais nada! Sempre há o que se melhorar!

Por outra parte, o leitor não deve se deixar impressionar muito, caso o esteja. Ainda que um equipamento assim esteja na ordem do dia, é de se lamentar a falta de coisas mais modernas, e aí parece faltarem autores, tanto quanto faltam componentes modernos no nosso comércio, e a literatura, perca, cara e só acessível a quem, no mínimo, saiba o inglês. De minha parte, tenho um palpite para a próxima década, em relação a um DM? Que tal um pequeno tupiniquim caseiro acessando os satélites em 1296 MHz? Alguém pra ajudar?

Finalizando, gostaria de fazer registro ao estímulo constante de Lauro, PY2BOQ, que na soma de esforços e talentos, possibilitou que hoje outros colegas se beneficiem de nosso trabalho. A Wes Hayward, W7ZOI, e Doug DeMaw, W1FB, cujo trabalho se tornou uma bíblia do assunto, o agradecimento pela disseminação num livro acessível de anos de experiências.

A Albino de São João (ex-PY1 PE) e a Emilio Alves Velho (SK), dois grandes mestres de páginas passadas de Antenna e E-P, minha especial homenagem. Ao Mar, PY2RCM, ao Muniz, PY2OE, o reconhecimento pelo apoio e estímulo. À ARRL, que, com suas publicações muito ajuda os "órfãos" em países como o nosso. Ao Gil, PY1AFA, e à sua Editora, que adota e acolhe todos os dedicados.

BIBLIOGRAFIA:

- Solid State Design — Wes Hayward, W7ZOI e Doug DeMaw W1FB-ARRL.
- The Radio Amateur's Handbook — Edições 1986, 82 e 68 — ARRL.
- An Optimised QRP XCVR — Lawalleen, W7EL — QST, Agosto 1980 — ARRL.
- Amateur Radio Techniques — Pat Hawker, G3VA — RSGB, ed. 1980.
- Revista "CQ", japonesa (o Autor confessa que só entende as figuras [!!! H!!!]), ed. 1982.
- O DM1 — J.K. De Marco, PY2FCE — Eletrônica Popular, Outubro 1981. (□OR2733)

O DM5: Anatomia de um Projeto Bem-Sucedido



(ERRATA E ADITAMENTOS)

Carta recebida de PY4QE, Carlos Alberto da Silva, assinalou alguns "gatos" e omissões no excelente artigo publicado em AN-EP Vol. 100, nº 2, Ref. 1121/1990, páginas 122 a 134. Foram registrados (e confirmados pelo Autor, PY2FCE), os seguintes:

1. Fig. 2, página 124: não está indicada a saída de RF do OFV para o misturador equilibrado. É a mesma que vai ao trimpot R22, ou seja, a extremidade do resistor R44 (Fig. 5, pág. 127); também é ligada à saída "3" da Fig. 2. Na mesma Fig. 2, entre R5 e R6 faltou designar o potenciômetro: é RP1. O resistor entre o emissor de TR5 e a massa é R21.

2. No texto, 3ª coluna da pág. 130, está dito que o fio negativo da fonte é ligado a R89. O correto é: R92 (82 ohms, 1/2 W).

3. No texto, 1ª coluna da pág. 129, está dito que o volume do "sidetone" é ajustado por R88; o correto é R86. Na lista de peças, R86 está como resistor fixo; na realidade é um trimpot de 220 mil ohms.

4. Na Fig. 5, pág. 127, no diplexador, há um resistor em série com C51 sem indicação: é R46 (de 47 ohms).

5. Na Fig. 7, pág. 129, C76 e C87, no diagrama, estão com designações invertidas; na lista de peças, estão corretos os valores.

6. Página 128, 3ª coluna, último parágrafo: onde consta C76, deverá ser C74.

Já o dissemos em AN-EP: os "gatos" são inidiosos! Pois tivemos o máximo cuidado na revisão do excelente artigo de PY2FCE, tendo, inclusive, remetido provas para verificação prévia do Autor — e mesmo assim escaparam os erros acima relacionados.

Em sua carta, PY4QE lembra aos leitores que os núcleos "binoculares" de ferrita utilizados em alguns indutores do DM5 vêm a ser os corriqueiros núcleos dos baluns empregados na entrada dos seletores de canais de televisores.

A respeito do capacitor variável, o Autor enviou-nos as seguintes informações:

"O capacitor variável CV, utilizado no oscilador de frequência variável (Fig. 2) não deve preocupar o leitor. Não é de modo algum necessário usar um modelo especial. Temos utilizado, até o PY2BQQ, um modelo fabricado para receptores de ondas médias, facilmente encon-

trado no comércio. É fabricado tanto pela Evetron, de São Paulo, como pela Castelo, de Bragança Paulista, SP. Esta última, que também fabrica chaves de onda, faz sob encomenda um tipo especial agora utilizado por PY2BQQ, para reduzir o trabalho e tempo dispendido na montagem dos DM5. Fomos muito bem atendidos pelo pessoal da Castelo; o oposto do que se deu comigo na Evetron: pessoalmente, esta entrou para minha "lista negra".

O variável comum para receptores de onda média possui duas seções iguais de cerca de 200 pF cada; é todo de metal. Devem-se retirar, com exceção de apenas duas, as placas do rotor, com a ajuda de um alicate. Será utilizada somente uma seção.

Também pode-se usar qualquer outro variável que se tenha à mão, com capacitância entre a mínima necessária (50 pF) e 400 pF. A única diferença é que os tipos antigos são maiores. De resto, o leitor pode ficar confiante em que não será este item que o impedirá de possuir um OFV de alta qualidade.

Comentei sobre a estabilidade do OFV, mas não dei nenhum dado numérico; venho, assim, preencher esta lacuna. No gráfico aqui apresentado pode-se observar a variação de frequência do OFV, tanto em 7, como em 21 MHz. O teste foi feito com frequencímetro de precisão. Como se pode observar, após 10 minutos a estabilidade é totalmente satisfatória — melhor, até, do que a de muitos afamados..."

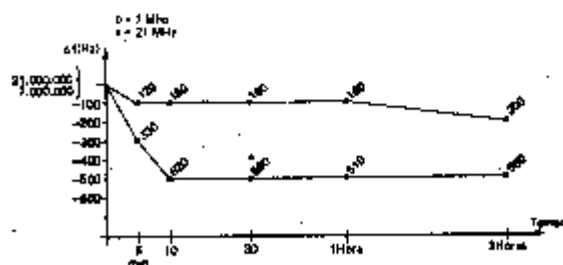


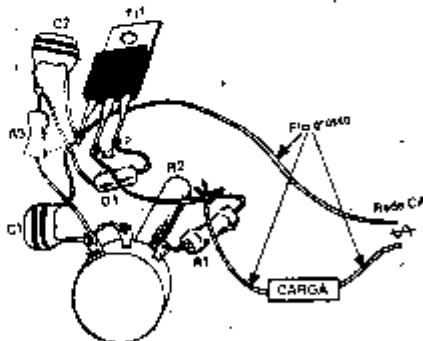
Gráfico da variação de frequência, em função do tempo inicial de funcionamento, do OFV do transceptor DM5 (frequências em hertz). Pode-se observar que, após dez minutos de funcionamento, a estabilidade é ótima.



CONTROLE DE LUMINOSIDADE DE LÂMPADAS INCANDESCENTES

Nosso leitor Rubens Fanini detectou um erro no chapado do "Controle de Luminosidade de Lâmpadas Incandescentes" publicado na seção "mini-montagens" de AN-EP vol. 100, nº 1.

R1 não é ligado em paralelo com R2, mas sim de um dos extremos deste à junção carga/A2 (de T1). Para maior clareza, reproduzimos novamente a Fig. 6 devidamente corrigida, com os nossos agradecimentos ao amigo Fanini.



"O DM5: ANATOMIA DE UM PROJETO BEM SUCEDIDO"

Uma nova "caçada" (após a divulgação à página 299 de AN-EP Vol. 100, Nº 4 — Ref. 1123/1990) foi feita no artigo publicado no Nº 2 do mesmo volume (Ref. 1121/

1990). Quem assinalou novos "gatos" foi PU2AOI, Klaus:

— Na Fig. 3, o capacitor ligado ao jaque do manipulador é C24 (e não C27).

— Na Fig. 5, o resistor em série com R54 é R56 (e não R46). O último transistor (sem designação no esquema) é TR15.

— Na Fig. 8, o catodo de D10 é ligado ao ponto "vago" para onde convergem as ligações de CH2 e C41; ainda na mesma figura, onde está "A C38", feia-se: "A C39".

A propósito desta mesma Fig. 8, PU2AOI indagou: "Naquela figura, o tamanho dos componentes, principalmente o da ferrita, é bem menor que o apresentado, impondo que os pontos de soldagem dos fios que a atravessam sejam deslocados. Isso é correto? Deveria a placa ser maior? Deveríamos cortar a ferrita no tamanho apresentado na figura?"

O Autor, João Kolar De Marco, PY2FCE, assim respondeu:

"Quanto à utilização de ferrita nas bobinas L2, L3, etc., informo que na realidade utilizei núcleos de pó de ferro. Experiências posteriores à publicação do artigo comprovaram que o uso de núcleos de ferrita diminui muito a precisão, razão pela qual deverão ser utilizados exclusivamente núcleos de pó de ferro.

Sobre a placa impressa mostrada na Fig. 8, informo que o seu desenho original da furação é que não foi caprichado: como a modificação que consistiu em sectionar as três linhas para intercalar o núcleo foi feita depois que eu e o Lauro já tínhamos o silk-screen pronto, a interseção era feita à mão e os furos também feitos à mão, com furadeira. Para ficar certinho, deve ser assim: cada três furos devem estar alinhados e paralelos ao alinhamento dos outros três, sendo a distância entre as duas linhas igual a cerca de 1 cm; o núcleo tem comprimento de 0,95 cm. Quanto à placa, o desenho da Fig. 8 está em escala 1:1 (natural)."

N.R. — Aos interessados na montagem do DM-5 sugerimos consultarem a "Mini-Bolsa dos Leitores" desta revista (pág. 92), onde se oferecem alguns semi-kits deixados pelo saudoso PY2BOQ ("SK").

de no SRC: a
de terminação".
L' estiver sendo
rio não requerer
continuará em vi-

referido QTC (e
nos) é de que as
io ser cuidadosa-
- para eventual-
i entre nós: que
sangunjos" Sou
ganentos e situa-

ARTY

ciation fará reali-
sou tradicional en-
características de
s SSB e CW, fai-
as "novas"), bem
xer regulamento
funderegado + 1
sociation -
21741 - USA

TADOS

di PYZCEA, da
io do Saborio no
bro de 1992. Dos
m-se nos três pri-
do Ar "Brigadeiro
sintomas e o 106.0

Associação Nacio-
Class A: forum
E: Na Classe B:
Na Classe C:
Na categoria de

DMS: "GATOS" RETARDADOS...

Apesar de ter sido publicado há quase três
anos (foi na Ref. 1121, de agosto de 1990), com
Errata na edição Ref. 1123 de novembro/desembro,
e outra na Ref. 1128, de setembro/outubro de
1991, um lote de *hichosos retardados* nos é comu-
nicado pelo tutor do artigo "O DMS: Anatomia de
um Projeto Bem Sucedido", João Kolar De
Marco, PYZCE. Quem fez a *capçada* foi PYILN,
Adir, que a comunicou ao PYZCE.

- Página 49, Fig. 7, na interligação de C85
e F1, onde consta D14, deve estar D19.

- Mesmo Fig. 7, na saída de áudio deve es-
tar J3, e não J1.

- Página 48, Fig. 6: os pinos 13 e 14 de
CII estão trocados. Como eles são interligados
(teria faltado um pingo de interligação?) PYZCE
assinala que o erro não compromete o
funcionamento, mas poderia levar a enganos um
leitor que utilizasse a Fig. 6 para orientar-se sobre a
pirangaw do integrado LM734.

Sugerimos que os selecionadores de AN-
EP façam a correção no próximo exemplar em que
foi publicado o *hichos*, sem esquecer das que sai-
ram nos dois números inicialmente mencionados.

(N.B. - Como os *gatos* são inidiosos! As provas
do *hichos* foram submetidas a várias revisões, inclu-
sive a de Adir do artigo!)

CVA 1993

Ofício do Comandante da Escola de Co-
municações do Exército, Cel. Afonso Linsbras da
Silva Sarmento, comunica-nos calendário da reali-
zação do tradicional e prestigioso Concurso Verde-
Aparelo deste ano:

- A modalidade CW terá início às 18h00
(PTZ) do dia 21 de agosto e será encerrada no
mesmo horário do dia 22.

ATIVIDADES QRPistas

Neste mês logramos trabalhar as seguintes estações:

FK8GJ — 09h32 UTC — 14 MHz — CW — 589/529
— QSL F6CXJ
FY/DJ0PJ/QRP — 17h48 UTC — 21 MHz — CW
— 459/559
V31KX — 00h48 UTC — 14 MHz — CW — 599/579
— QSL KR5N
VP2EOH — 01h05 UTC — 07 MHz — CW —
599/559 — QSL K8BL
9M2ZA — 09h59 UTC — 21 MHz — CW — 579/529
T77LL — 00h02 UTC — 14 MHz — CW — 559/529
— QSL DIRETO
4S6UW — 09h34 UTC — 21 MHz — CW — 559/539
4K2OT — 00h02 UTC — 14 MHz — CW — 579/599
— QSL UB5KW
6W1QB — 09h56 UTC — 21 MHz — CW — 579/559

Colegas: mandem informações sobre suas atividades para que possamos enriquecer mais esta seção, pois assim os outros colegas poderão ter uma melhor idéia da propagação nos seus Estados.

ENCONTRO DE QRPistas

Nestes horários e QRG é onde vamos encontrar um grande número de colegas operando QRP.

TCN — 14 060 kHz — 23h00 UTC — domingos
— W5LXS
SEB — 7 030 kHz — 00h01 UTC — quartas —
K3TKS
NEN — 7 040 kHz — 12h00 UTC — sábados —
WA1JXR
WSN — 7 040 kHz — 16h00 UTC — sábados —
W6RCP
VE-QRP — 14 060 kHz — 18h00 UTC — domingos
— VE6BLY

O encontro QRPista, 'EVERY SUNDAY QSO Party' faz uso das seguintes frequências e horários:

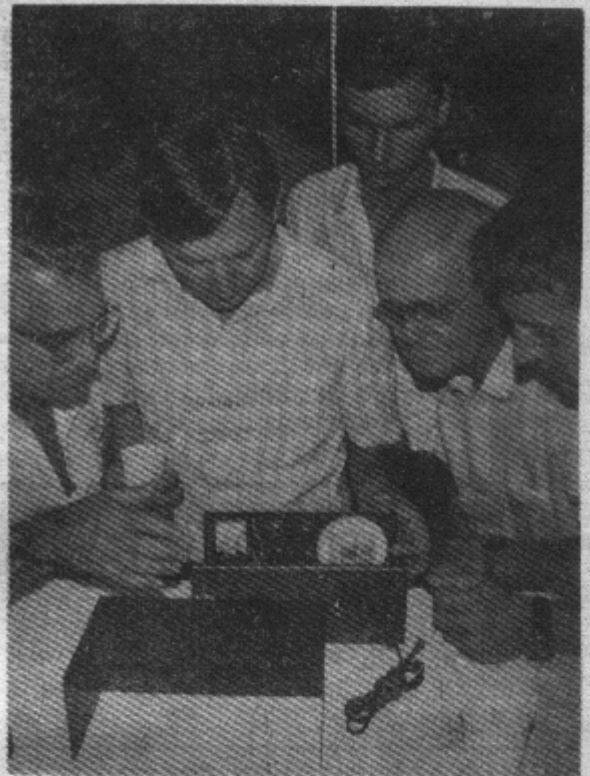
14h00-16h00 UTC — 14 060 kHz
16h00-17h00 UTC — 21 060 kHz
17h00-18h00 UTC — 28 060 kHz
18h00-19h00 UTC — 7 040 kHz
19h00-20h00 UTC — 14 060 kHz
20h00-21h00 UTC — 21 060 kHz
21h00-22h00 UTC — 28 060 kHz
22h00-23h00 UTC — 7 040 kHz
23h00-00h00 UTC — 14 060 kHz
00h00-01h00 UTC — 7 040 kHz
01h00-03h00 UTC — 3 560 kHz

CONCURSOS QRP

— SUMMER HOMEBREW SPRINT — Dia 15 de julho, das 20h00 às 24h00 UTC, todas as bandas.

— FALL QSO PARTY — Início às 12h00 UTC do dia 20/10 e término em 21/10 às 24h00 UTC.

— HOLIDAY SPIRITS HOMEBREW SPRINT — Dia 2/12 de 20h00 UTC às 24h00 UTC do mesmo dia.



Projetado por PY2FCE, o pequeno transceptor DM-5 é produzido artesanalmente por PY2BOQ e tem proporcionado excelentes resultados aos QRPistas que o possuem. Vejam o interesse com que participantes do II ENCEBRA, realizado no ano passado em Florianópolis, examinam o pequeno aparelho ali apresentado pelo seu fabricante. (N.R.1)

(N.R.1) — Acabam de ser recebidos pela Redação os originais do artigo "O DM5: Anatomia de um Projeto Bem Sucedido", no qual João Kolar De Marco, PY2FCE, descreve minuciosamente o seu projeto DM5 (derivado do DM1, divulgado em *Eletrônica Popular* de outubro de 1981), com dados para sua montagem nas versões para 40 e para 15 metros. O magnífico artigo será brevemente publicado em *AN-EP*.

AS MANCHAS SOLARES SÃO AS MELHORES AMIGAS DO QRPista — (WE2 P).



GRUPO QRP

Não há taxas. Não há burocracias. Não há exigências. Há, isto sim, muito entusiasmo. Para se inscrever, basta remeter ao Coordenador um QSL, anotando no verso o equipamento QRP utilizado. Inscreva-se: você só se obriga a divulgar a operação em baixa potência. É fácil, colega!

Endereço: Av. Mal. Mascarenhas de Moraes, 5.865 — Imbiribeira — 51031 Recife, PE.

SEJA ASSINANTE DE AN-EP, beneficiando-se de muitas vantagens e apoiando quem luta por você. (Use o formulário da última página desta revista)

