

O DM5



Anatomia de um projeto bem sucedido

João Kolar de Marco, PY2WM (ex- PY2FCE) (16.09.1954 - 04.04.2014)

Publicado originalmente na revista Antena- Eletrônica Popular volume 100 n° 2, de agosto de 1990

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 metros 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(SK); ele possuía um conjunto de integrados Plessey ingleses para construção de um transceptor de 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 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 junho de 84 o protótipo funcionou. Em 40 m 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 tem 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 retomei o modelo para 15m. Com minha recente aquisição de um osciloscópio “Tektronix” a coisa ficou mais fácil (menos difícil!); até então eu dependia de empréstimos, e para se lidar bem com isso necessita-se de 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 50MHz (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-conversor 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 QSJ, mas de tempo e trabalho mecânico) não animaram, nem a mim, nem a ele. Quem sabe futuramente, ou talvez, algum colega ousado se disponha para tal!

Especificações Gerais

O DM5 é um transceptor monobanda para CW com potencia de saída igual a 5 watts efetivos em 50 Ohms. Possui recepção 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 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 procura 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.

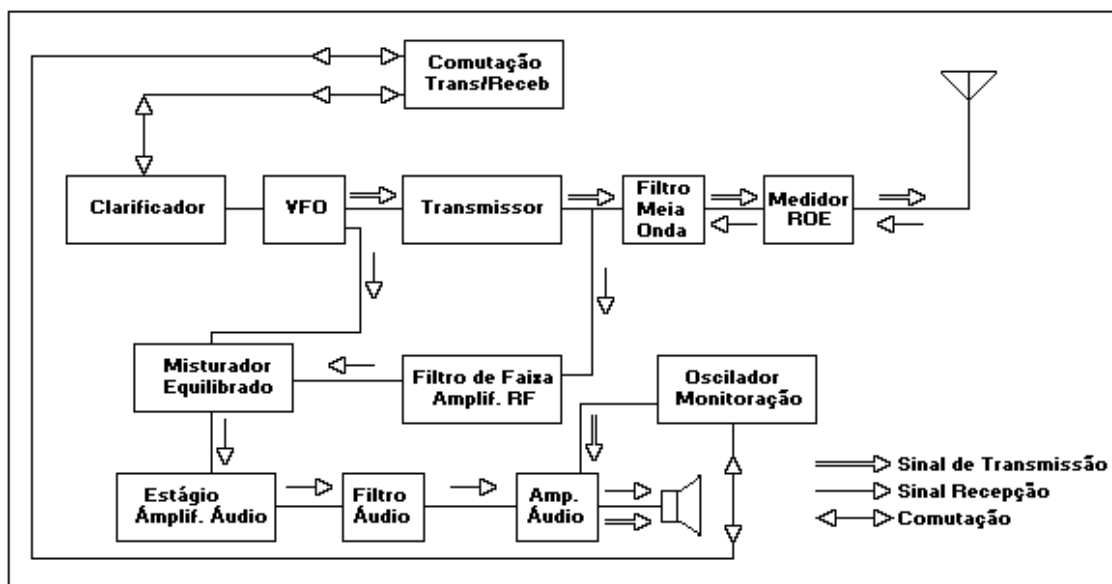


Figura 1 – diagrama em blocos do DM5

Na fig. 1 temos o diagrama em blocos do DM5. O OFV oscila na metade da frequência de saída; um estágio dobrador a 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 potencia desejada, é filtrada 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 alto-falante. No último bloco amplificador de áudio se encontram o monitor (“sidetone”) e a comutação para emudecimento do receptor durante a transmissão. Todos os estágios que são comutados entre transmissão/recepção estão governados numa sequência 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 queira um OFV com saída em 21 MHz que fosse suficientemente estável.

No início o resultado foi tão desanimador que parti para um sistema heteródino: 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 à transmissão 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 ferrite e de pó-de-ferro. Ambos têm aparência similar: a ferrite 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 NP0 (de coeficiente de temperatura nulo; não variam sua capacidade com a variação de temperatura), a tolerância nesta “invariabilidade” com a temperatura é de +- 50ppm/°C. Por isto tudo, na dúvida sobre o núcleo de que dispuser, melhor ficar com uma bobina com núcleo a ar, empregando um material bom como forma, para o OFV.

Nas frequências mais baixas, caso da 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 muito dura 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 influencia 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 de dreno (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 da 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.

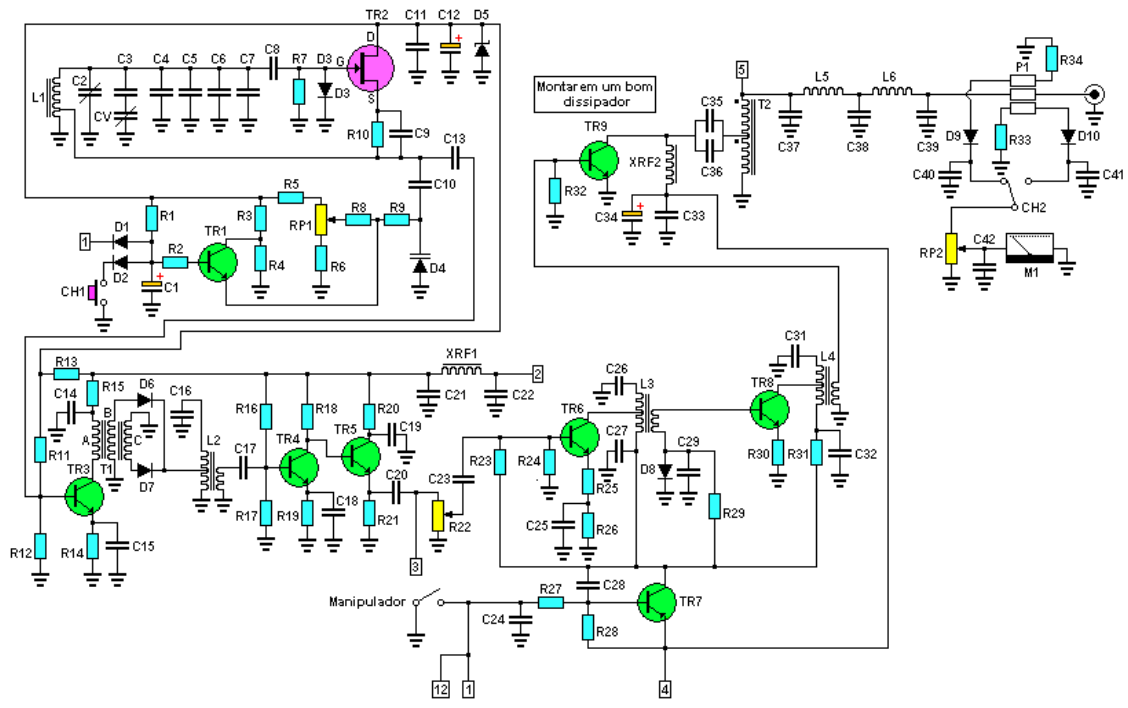


Figura 2 – diagrama do Oscilador de Frequência Variável – os quadrados numerados indicam os pontos de interconexão com outros estágios do DM5. Os valores deste e dos demais diagramas estão relacionados na lista geral de componentes. A Figura 3 (diagrama do transmissor) está incluída nesse layout.

Fazendo assim, o corrimento de frequência devido à variação dos parâmetros de TR2 ficará minimizado. Outra dica importante, esta descoberta pelo Lauro, diz respeito ao **zener D5**. Não use os de ½ ou ¼ de watt; prefira em de 1 watt para que ele trabalhe bem folgado, frio. Como o oscilador é sensível a variações de tensão, esta deve ser 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 LM78L08 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 78XX, 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 por 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 “plate”. Não utilize os de poliestireno, conhecidos no comércio como de styroflex. Estes possuem coeficientes de temperatura de -150 ppm; são adequados para todos os demais circuitos sintonizados, ademais por possuírem alto “Q”. Os capacitores de disco NP0 têm em seu corpo marcado NP0 ou, então, possuem uma faixa preta, caso também dos tubulares da 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 disto na frequência fundamental). Em transmissão, ou, também, quando é acionada a chave CH1, TR1 passa a conduzir e estabelece 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 30ms; como veremos adiante, o circuito de conformação de onda da comutação do transmissor utiliza o valor preconizado de 5ms para subida e descida; assim, depois de levantado o manipulador, o transmissor terá sua saída iniciando a decair naquela constante de tempo.

Os primeiros DM5 não possuem C1 (só descobri isto tudo depois!); dependendo da posição em que se encontre P1, eles possuem um sinal característico, parecendo um piadinho, 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 nela, ajusta-se a sintonia do OFV para batimento zero; feito isto, pode-se ajustar no clarificador a tonalidade desejada; a transmissão estará já no lugar certo. Esta foi invenção do Lauro, PY2BOQ.

Experimentei 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 Hartley que escolhi permite um menor 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 as influências térmicas (pequenas lâmpadas próximas podem dar dor de cabeça!).

O transmissor

O transmissor do DM5 (Fig. 3, junto com a Fig. 2) é muito simples e sem mistérios. O leitor familiarizado pode pensar que se poderiam obter os mesmos 5 Watts de saída (37dBm) com apenas dois estágios; há contudo, duas razões para a escolha do projeto com três estágios: primeiro, fazendo-se cada estágio trabalhar com menos ganho consegue-se mais estabilidade, diminuindo o risco de se ter um transmissor onde cada estágio é também um oscilador! Segundo, como o projeto previa a operação em frequências altas, aí sim, seria necessário o estágio a mais, já que encareceria usar transistores de alto ganho em alta frequência (isto é, de Ft alto), além da dificuldade em achá-los. Devo dizer contudo que, não tendo ainda feito um DM5 para 80 m ou 160 m, creio ser bem possível obter funcionamento nestas bandas com a eliminação do estágio constituído por TR8. O **primeiro estágio** é totalmente clássico. O “trimpot” R22 permite regular o nível de excitação para o transmissor. Atuando-se no valor de R25; no emissor de TR6, consegue-se ajustar o ganho deste estágio, ao mesmo tempo que, concomitantemente, se alterará a impedância de entrada. A mesma é aproximada pela seguinte expressão: $Z_{in} = \text{Beta} \times R_e$, onde beta = Ft/freq. de operação e R_e é o resistor de emissor que não está desacoplado.

O **segundo estágio** tem uma particularidade. Você poderá observar o método de polarização e ficar pensando: para que a complicação? Normalmente, se usaria polarização fixa com resistores (como no primeiro estágio), ou, então, em classe C, que utiliza menos peças, como no estágio final. O primeiro método mostrou-se pouco satisfatório nas variações de um transistor para outro, e exigindo um pouco mais de componentes para se chegar a resultados 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 e “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 macia e fácil. Os dois primeiros estágios são comutados pela manipulação por TR7. 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 (TR6, 7, 8), segundo a respectiva corrente de coletor, pelo capacitor C28, C29, D8, por C25 (em pequena monta); pela polarização estabelecida por R27 e R28; e pela variação de impedância de base do três transistores, de acordo com a corrente média de coletor. O resultado (que é o que interessa, pô!) é excelente.

Devo acrescentar que somente em Abril de 1990, com as novas possibilidades trazidas pelo osciloscópio na minha bancada, é que foi possível acertar com tal fineza este circuito. Os DM5 anteriores têm uma manipulação um pouco mais “dura”, com o 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!

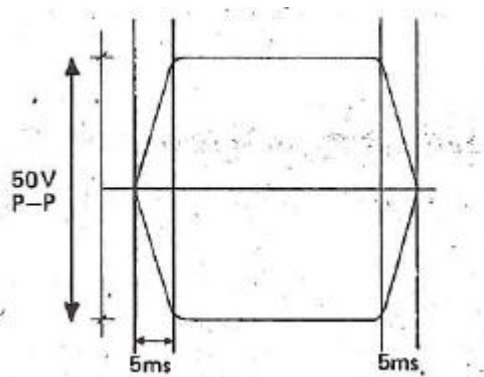


Fig. 4 – forma de onda do sinal de saída do transmissor

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 adaptação 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 potencia, o Lauro aumentou o acoplamento, colocando uma pequena ferrita (rosqueada, 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 duvida a parte mais complexa com maior numero de componentes, foi a que mereceu maior dispêndio de tempo (rivalizando com o trabalho dado pelo OFV para 15 m!). 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; até perceber isto, eu conferi e reconferi inúmeras vezes a montagem e as medições que era esperado, já que o tal capacitor, quando invertido, conduzia e alterava a polarização dos transistores envolvidos: daí que, simplesmente, não funciona nada!

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

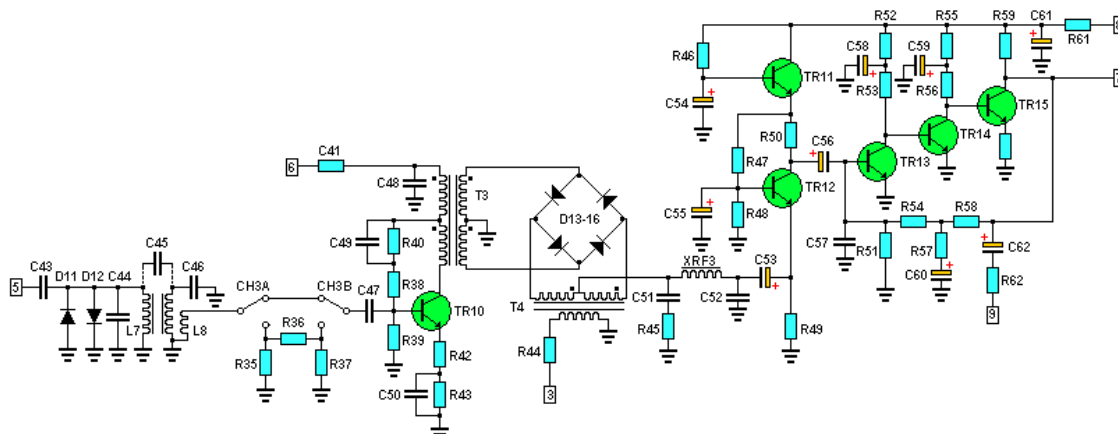


Fig. 5 – diagrama dos estágios do receptor que precedem o sistema de filtro

Primeiramente o sinal passa pelo **filtro PI de meia onda**, que é comum à transmissão (porque 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 ultimo detecta também os sinais de frequências múltiplas à do OFV, 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 C46 e L8, daí, então, voltando ao nível de 50 Ohms através do “*link*” em L8.

C45 só será utilizado se a montagem for feita diferentemente da preconizada. No meu DM5 de 21 MHz utilizei bobinas menores e tive que usar, então, acoplamento capacitivo. Com as bobinas indicadas, contudo, 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 distancia casual determinada pela placa impressa que havíamos feito, estavam próximas ao acoplamento critico, 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 10 dB**, útil quando algum sinal muito forte sobrecarrega o misturador equilibrado, e, depois, o amplificador de RF. Este também já se tornou um clássico, após o trabalho de Hayward, W7ZOI. 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 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 (“*by-pass*”) e ainda não me dediquei mais a este problema.
- 2) O receptor 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.

RF R38 Ω	RE R42 Ω	Ganho dB
180	27	8
220	22	10
330	12	15
560	7.5	20
680	5.6	22

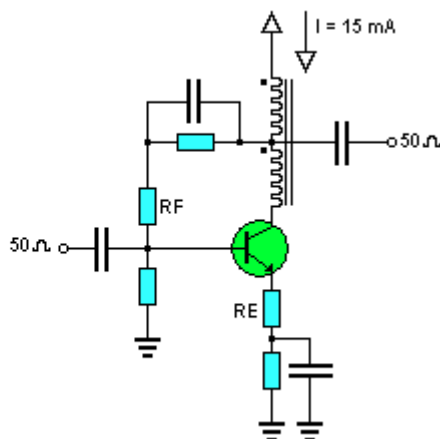


Tabela I – esquema básico do amplificador de RF e os ganhos calculados em função dos valores de RF e RE (R38 e R42 no diagrama da Fig. 5). Fonte: revista CQ japonesa

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; teremos então o ruído interno do receptor. Coloca-se então, a antena; o ruído de faixa deve sobrepor-se ao ruído do receptor apenas na justa medida do necessário. Qualquer ganho, além disto, somente fará diminuir a faixa dinâmica do receptor, aumentando o nível dos sinais entregues ao misturador equilibrado, além de, evidentemente, aumentar o volume na saída de áudio. Isto, se for necessário, deverá ser procurado através de maior ganho nas ultimas 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 Eudgert Diamante que foi melhorado segundo as diretrizes que preconizo; além disto, ele conta com três filtros KVG em cascata, um deles com 250 Hz de largura de faixa.

Como é emocionante poder copiar perfeitamente um sinal fraco, próximo ao nível de ruído de faixa e apenas algumas dezenas de hertz de distancia de sinais fortísimos, às vezes de colegas vizinhos operando no máximo de potencia permitido!

Prosseguindo, temos o **misturador equilibrado**. Procurei 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 12dB/oitava (atenua 12dB o sinal cada vez que este for o dobro da frequência; assim, a atenuação será de 12dB a 6KHz, 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 (bonito, 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 12v, assim como realimentações provenientes do estágio final de áudio via linha de +B. Como a impedância na base de TR13 é de 3 K Ohms, ou mais (dependendo do valor de R57), 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, TR14 e TR15**, 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 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, 1500 Ohms.

Prosseguindo (Fig.6), vem o **controle de volume RP3**, e um **filtro de áudio** constituído pelo integrado quádruplo CI1, um LM 324. 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 potencia, ao aumentar a corrente possível na saída.

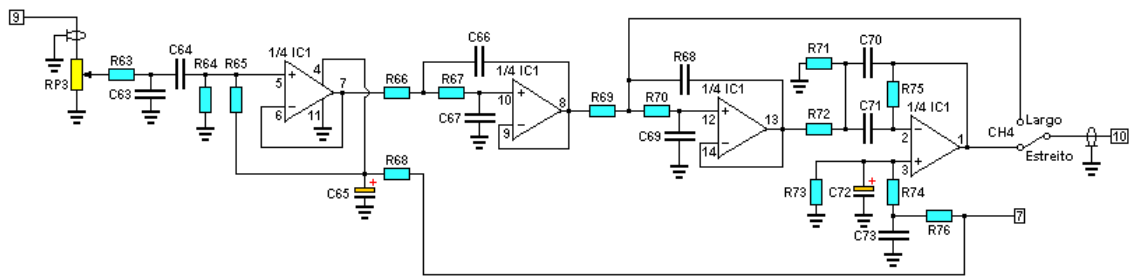


Fig. 6 – sistemas de filtro do receptor

A seguir, dois estágios passa-baixas, com frequência central calculada para 750 Hz. A chave CH4 permite escolher a largura de faixa desejada. A dissipação mostrada foi a mais satisfatória que encontrei. O leitor que quiser montar uma personalizada 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 C74 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, 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 “trimpot” 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 dispões de potencia 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 corujando 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 frequência! (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 potencia 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 ouvidos!

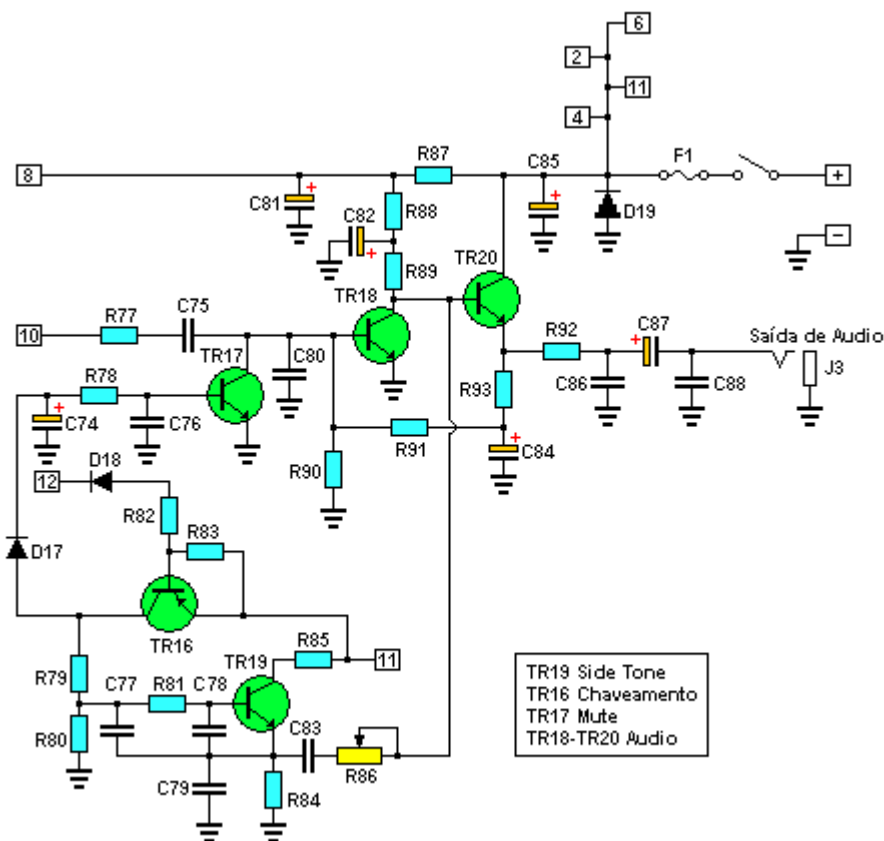


Fig. 7 – circuitos que proporcionam o emudecimento do e o sinal de monitor (“sidetone”, e amplificador de áudio)

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 potencia entregue. (diga-se de passagem: se você acompanhou meu artigo sobre o DM1 e já chegou até aqui, 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 6,5 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 Lauro vem utilizando formas de papel impregnado e não tem tido problemas, contudo. A consideração a ser feita na escolha da forma 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 eletricidade. 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 5 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 LM78L08, LM78M08, LM7808 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 providencia 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 a 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 ultimo. 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 ferrita ou pó-de-ferro.

Apesar da pequena reatância 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 “trimpot”, 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 “trimpot” R22 por um potenciômetro de mesmo valor colocado no painel. Assim, poderá experimentar em QRPP (potencia super reduzida), com a potencia ajustável!

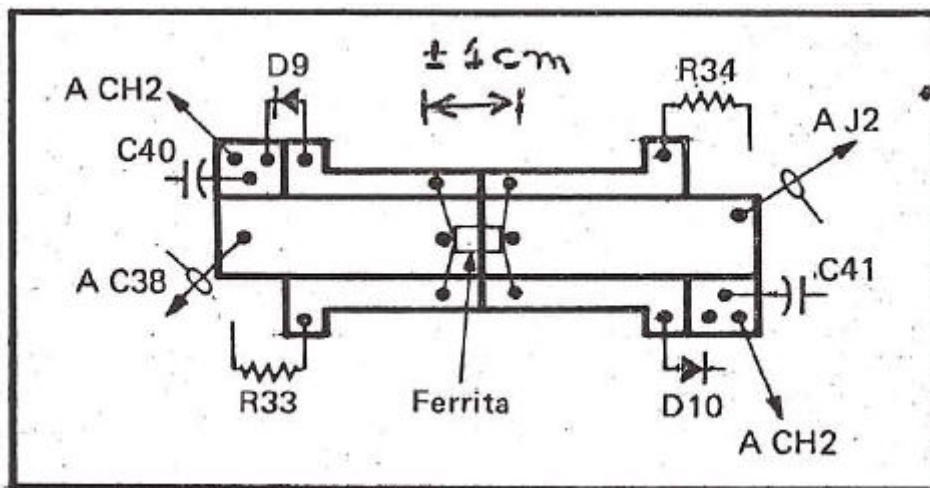


Fig. 8 – Desenho, em tamanho natural da placa impressa (P1) da linha de captação do medidor de ROE na saída do transmissor (Fig. 3). As partes em branco representam áreas cobreadas.

Na parte do receptor, L7 e L8 devem ser montadas paralelamente, com a distancia 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 tabela II são dados os valores respectivos.

Faixa MHz	C43	C44	C45	C46
7	39P	150P	4.7P	180P
14	18P	68P	2.2P	82P
21	15P	47P	1.8P	68P

Tabela II – esquema básico do filtro passa-faixa da Fig.5 e valores em picofarads dos respectivos capacitores de acordo com a versão (faixa) escolhida para a montagem do DM5

O principal cuidado a se ter na montagem do receptor deve-se ao alto ganho da amplificação em áudio. Todo canal de áudio, desde TR10 até a saída para fones/alto-falante, deve acompanhar uma sequência 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 oscilação 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 colocar-se todo o ganho a 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 R92 e, daí seguirá para o restante, assim como para o *jack* de fones/alto-falante (J3). Em suma, as correntes de alimentação devem retornar para a frente e não para trás, para que a resistência da fiação 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 emudecimento do receptor, pode ter seu valor alterado ao gosto do operador. O valor preconizado aqui foi uma estatística do gosto geral. Para operação 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 áudio entrava uma estação de AM. Contudo, se o leitor gostar de fazer DX enquanto ouve musica sertaneja...!

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 ressonímetro (“*grid-dip-meter*”), frequencímetro, 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 frequência 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 que? 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/2watts em paralelo ou outra combinação que resulte em cerca de 50 Ohms – por exemplo, dez resistores 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 potencia 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 potencia começa a decrescer. Este é o ponto ótimo. A sobre-excitação “suja” o sinal de saída. A potencia máxima obtida (valor RMS) foi de 7,7 W com 14 V e 5,7 W 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 inicio do projeto houve a intenção de que o esquema se adaptasse a diversas frequências. O primeiro protótipo do DM5, de 1984, foi também experimentado em 20 m, mudando os circuitos sintonizados, com resultado positivo.

Até recentemente, contudo, somente os 40 m despertou maior interesse. Com o pico no ciclo solar pelo qual passamos em 1990, surgiu o interesse pelas faixas de frequências mais altas. Retomei então, o trabalho no OFV, onde se apresentava a maior limitação às frequências altas, nomeadamente, a estabilidade de frequência do OFV. O circuito heteródino 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. Contudo, algumas experiências já mostraram que pode haver intensa melhora. O Heathkit HW-8 utiliza circuito semelhante, que funciona bem (o OFV heterodino). Também o desenvolvimento de um DM5 multifaixas certamente dependeria de se acertar o OFV heterodino.

Assumindo 3 dB de perda por inserção no filtro, precisaríamos 23 dB de amplificação, que devem ser distribuídos de maneira não muito desigual entre os dois 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 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 formas 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, ela 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), requerendo 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 queria saldar seus pecados (!) 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 MHz e em 72 MHz para saída em 144); pode-se, portanto, esperar uma variação de 100 KHz em 6 m e 300 KHz em 2 metros. O amplificador de RF do receptor precisará ser revisto (por exemplo, um FET em circuito convencional), assim como, talvez, o método de acoplamento entre os estágios no transmissor (para reduzir perdas e maximizar o casamento de impedâncias).

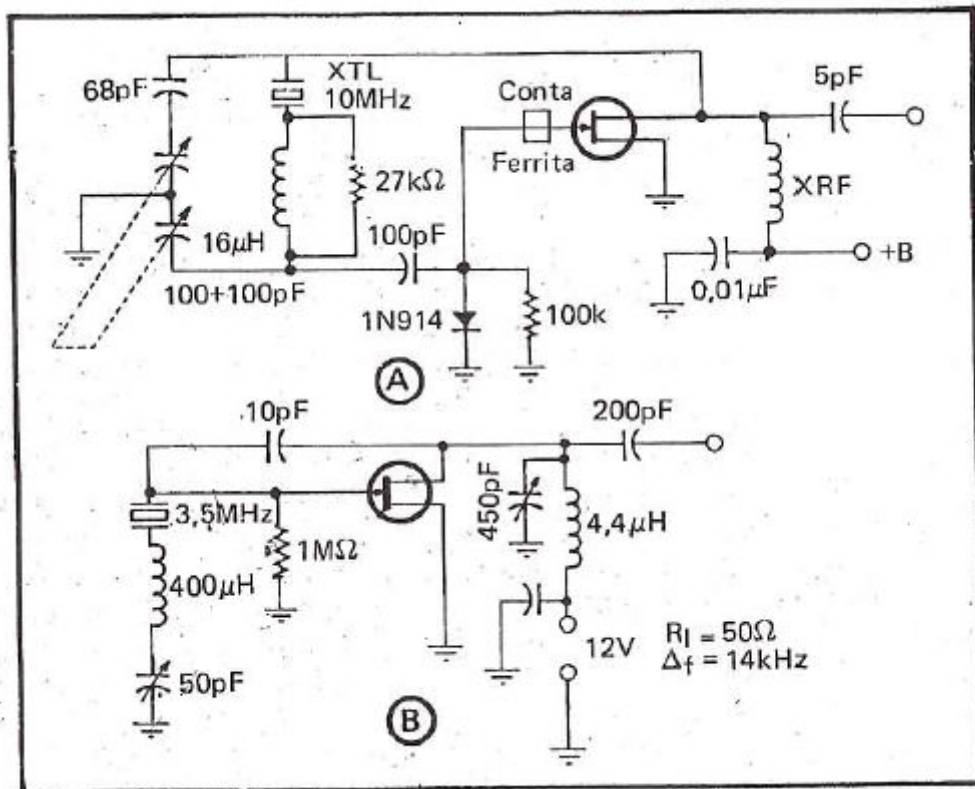


Figura 10 – diagrama de duas versões de oscilador a cristal de frequência variável (VXO) . Em “A”, do livro “*Solid State Design*” ; em “B”, da revista japonesa CQ

Considerações finais

O leitor que for 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 “Deltão”) 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 muito 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 adiante da vontade de dizer: - Bem, agora está bom; não se mexe em mais nada! Sempre há o que 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 ai parece faltarem autores, tanto quanto faltam componentes modernos no nosso comércio, e a literatura, parca, 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 para ajudar?

Finalizando, gostaria de fazer registro ao estímulo constante do 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(SK), 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- PY1PE -SK) e a Emilio Alves Velho (SK), dois grandes mestres de páginas passadas de ANTENNA e E-P, minha especial homenagem ao Mart, PY2RCM, ao Muniz PY2OE (SK), o reconhecimento pelo apoio e estímulo. À ARRL, que, com suas publicações muito ajuda os “órfãos” em países como o nosso. Ao Gil, PY1AFA (SK), e á sua Editora, que adota e acolhe todos os dedicados.

Bibliografia:

- **Solid State Design** – Wes Hayward, W7 ZOI e Doug DeMaw W1 FB – ARRL
- **The Radio Amateur’s Handbook** – Edições 1986, 1982 e 1968 – ARRL.
- **An Optimized QRP XCVR** – Lewalleen, 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!!! HI!), ed.1982.
- **O DM1 – J.K.De Marco, PY2WM** (Ex - PY2FCE) – Eletrônica Popular, outubro 1981.

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 a D18 – Diodo **1N4148** ou 1N914.
- D4 – Diodo **BA102** ou equivalente.
- D5 – Diodo **Zener 7,5 Volts, 1W**.
- D8, D19 – Diodo **1N4007**.
- D9, D10 Diodo **1N270**.
- TR1, TR16 – Transistor **BC558**.
- TR2 – Transistor **BF245C**.
- TR3, TR4, TR5, TR6, TR10 – Transistor **BF199**.
- TR7 – Transistor **BC327**.
- TR8 – Transistor **BC337** ou **2N3866** (2N3866).
- TR9 – Transistor **2SC1969**.
- TR11, TR14, TR15, TR17, TR18, TR19 – Transistor **BC548C**.
- TR12, TR13 – Transistor **BC549C**.
- TR20 – Transistor **BD135** ou **BD137** ou **BD139**.
- C11 – Circuito integrado **LM 324** ou **TL084**.

Resistores (valores em Ohms; 1/4W, salvo indicação diversa).

R1, R12, R23, R27, R48, R50, R51, R52, R78, R90 – **10K** (marrom-preto-laranja)
R2, R47, R75 – **100K** (marrom-preto-amarelo)
R3, R4, R24 – **4,7K** (amarelo-violeta-vermelho)
R5, R6, R79, R80 – **15K** (preto-verde-laranja)
R7, R8, R9 – **1M** (marrom-preto-verde)
R10, R13, R19 – **270** (vermelho-violeta-marrom)
R11, R16, R54, R72 – **22K** (vermelho-vermelho-laranja)
R14, R15, R41, R43, R85 – **100** (marrom-preto-marrom)
R25 – **100 (47)** (marrom-preto-marrom) ou (amarelo-violeta-preto)
R17, R40, R84 – **3,3K** (laranja-laranja-vermelho)
R18, R28, R39, R49, R62, R63, R71, R77, R88 – **1K** (marrom-preto-vermelho)
R20, R44, R45, R68, R76 – **47** (amarelo-violeta-preto)
R21, R61 – **220** (vermelho-vermelho-marrom)
R26 – **330** (laranja-laranja-marrom)
R29, R59, R82 – **2,2 K** (vermelho-vermelho-vermelho)
R30 – **2,7** (vermelho-violeta-dourado)
R31 – **10** (marrom-preto-dourado)
R32 – **12** (marrom-vermelho-dourado)
R33, R34 – **180** (marrom-cinza-marrom)
R35, R37 – **82** (cinza-vermelho-preto)
R36 – **68** (azul-cinza-preto)
R38 – **220 (560)** (vermelho-vermelho-marrom) ou (verde-azul-marrom)
R42 – **22 (6,8)** (vermelho-vermelho-preto)
R46 – **220 K** (vermelho-vermelho-marrom)
R53, R58, R93 – **47 K** (amarelo-violeta-laranja)
R55, R56 – **5,6 K** (verde-azul-vermelho)
R57 – **1,5 K (180)** (marrom-verde-vermelho) ou (marrom-cinza-marrom)
R60, R87 – **150** (marrom-verde-marrom)
R64, R65, R66, R67, R69, R70, R91 – **33 K** (laranja-laranja-laranja)
R73, R74 – **27K** (vermelho-violeta-laranja)
R81 – **18K** (marrom-cinza-laranja)
R83 – **470** (amarelo-violeta-marrom)
R89 – **2,7 K** (vermelho-violeta-vermelho)
R92 – **82 1/2W** (cinza-vermelho-preto)
R86 – **220 K** ajustável (“trimpot”)

R22 – **2K2** ajustável (“trimpot”)

RP1 – potenciômetro Linear **33 K**

RP2 – Potenciômetro Linear **22 K**

RP3 – Potenciômetro Logarítmico **47 K**

Capacitores (Valores em **pF**, salvo indicação diversa; isolamento: 25v ou mais)

C1, C62 – **4,7 μ F, 25V**, eletrolítico

C2 – **3 a 30 pF** - ajustável (“trimmer”)

C3 – **22 (18)**

C4, C5, C6, C7 – **82 pF NP0** (mesmo valor; omitir um deles – 3 X 82 pF)

C8 – **3,9 pF NP0**

C9, C15, C18, C20, C21, C22, C23, C24, C25, C29, C35, C40, C41, C42, C47, C49, C50, C63, C76, C86 – **0,01 μ F**

C10 – **82 pF (33)**

C11, C14, C19, C27, C32, C33, C36, C48, C64, C73, C75, C77, C78, C89, C88 – **0,1 μ F (100 n -104)**

C12, C30, C34, C54, C55, C60, C82, C84 – **10 μ F, 25V** eletrolítico

C13 – **8,2 NP0**

C16, C26, C31 – **100 pF (33)** disco ou styroflex

C17, C80 – **1000 pF (1 n - 102)**

C28 – **0,33 μ F (330 n – 334)**

C37, C39 – **470 pF (150 pF)** disco ou styroflex

C38 – **1000 pF (330 pF)** disco ou styroflex

C43 – **39 pF (15)**

C44 – **150 pF (47)**

C45 – **4,7 pF (1,8)**

C46 – **180 pF (68)**

C51, C52, C56, C74 – **1 μ F, 25V**, eletrolítico

C53, C87 – **47 μ F, 25V**, eletrolítico

C57 – **470 pF**

C58, C59 – **22 μ F, 25V**, eletrolítico

C61, C65, C72 – **100 μ F, 25V** eletrolítico

C66, C68 – **0,01 μ F (10 n - 103)**

C67, C69 – **200 pF**

C70, C71 – **0,022 μ F (22 n – 223)**

C81, C85 – **2200 μ F, 25V**, eletrolítico

C83 – **0,047 μ F (47 n - 473)**

CV – **50 pF** capacitor variável

Reatores e transformadores

XRF1, XRF3 – reator de RF, 1 mH (marrom-preto-vermelho)

XRF2 – 4 espiras de fio esmaltado 24AWG (0,5mm de diâmetro), sobre núcleo de ferrita tipo “binocular” medindo 14 X 14 X 9 mm e furos de 4 mm – ver Fig.11

T1 – Enrolamento A: 12 espiras de fio esmaltado 28 AWG (0,32mm); enrolamento B e C: 3 espiras bifilares fio 28 AWG sobre núcleo de ferrita “binocular” – Fig.11

T2 – 5 espiras bifilares de fio esmaltado 28 AWG (0,32mm) sobre núcleo de ferrita “binocular” – Fig. 11

T3 – Dois enrolamentos bifilares com 5 espiras de fio esmaltado 28 AWG (0,32mm) sobre núcleo de ferrita “binocular” – Fig.11

T4 – 5 espiras trifilares de fio 28 AWG (0,32mm) sobre núcleo de ferrita “binocular” – Fig.11

OBS: nos diagramas simbólicos está indicado com um ponto ° 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 (0,36mm) em forma com núcleo de pó-de-ferro – ver texto; derivação na 10ª espira a contar do extremo de retorno à massa. Para 15 metros: 14 espiras de fio esmaltado 22 AWG (0,64mm). Derivação na 4ª espira; sem núcleo.

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

L3 – Para 40 metros: Igual a L2, porém com a 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 a derivação na 10ª espira a contar do extremo de +B e elo de 3 espiras. Para 15 metros: Igual a L2, porém com derivação na 6ª espira a contar do extremo de +B e elo de 1 e 1/2 espiras.

L5, L6 – Para 40 metros: 10 espiras de fio esmaltado 27 AWG (0,36mm); sem núcleo. Para 15 metros: 8 espiras de fio esmaltado 22 AWG (0,64mm); 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 6mm 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 Ampéres

PI – Placa de circuito impresso conforme Fig. 8

J1 – *Jack* para manipulador

J2 – Conector coaxial fêmea, para antena

J3 – *jack* para fones

M1 – microamperímetro 0 a 200uA (podendo ser um “medidor de VU”)

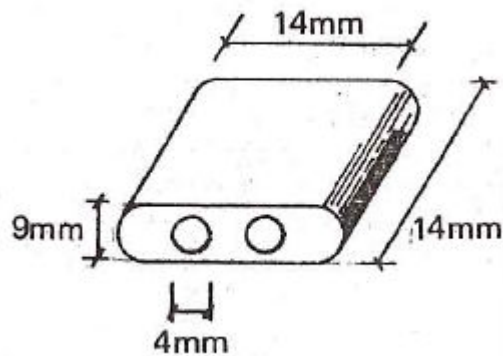
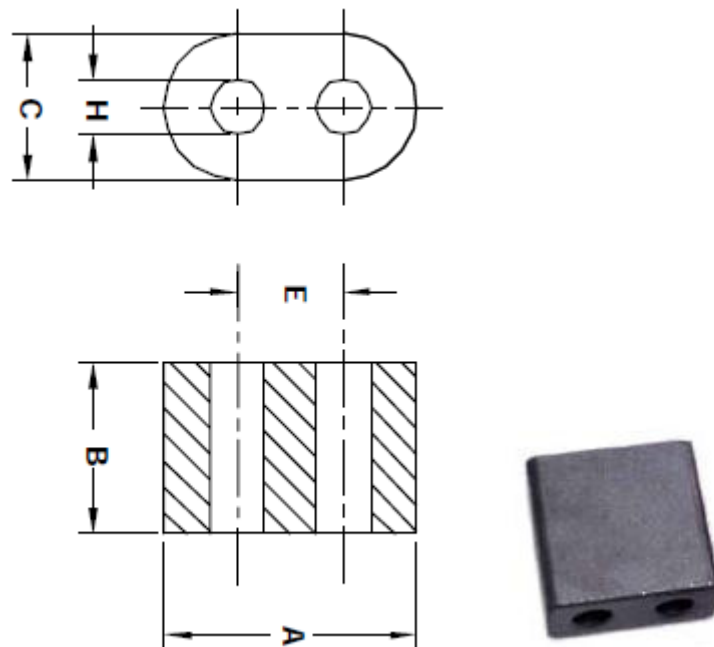
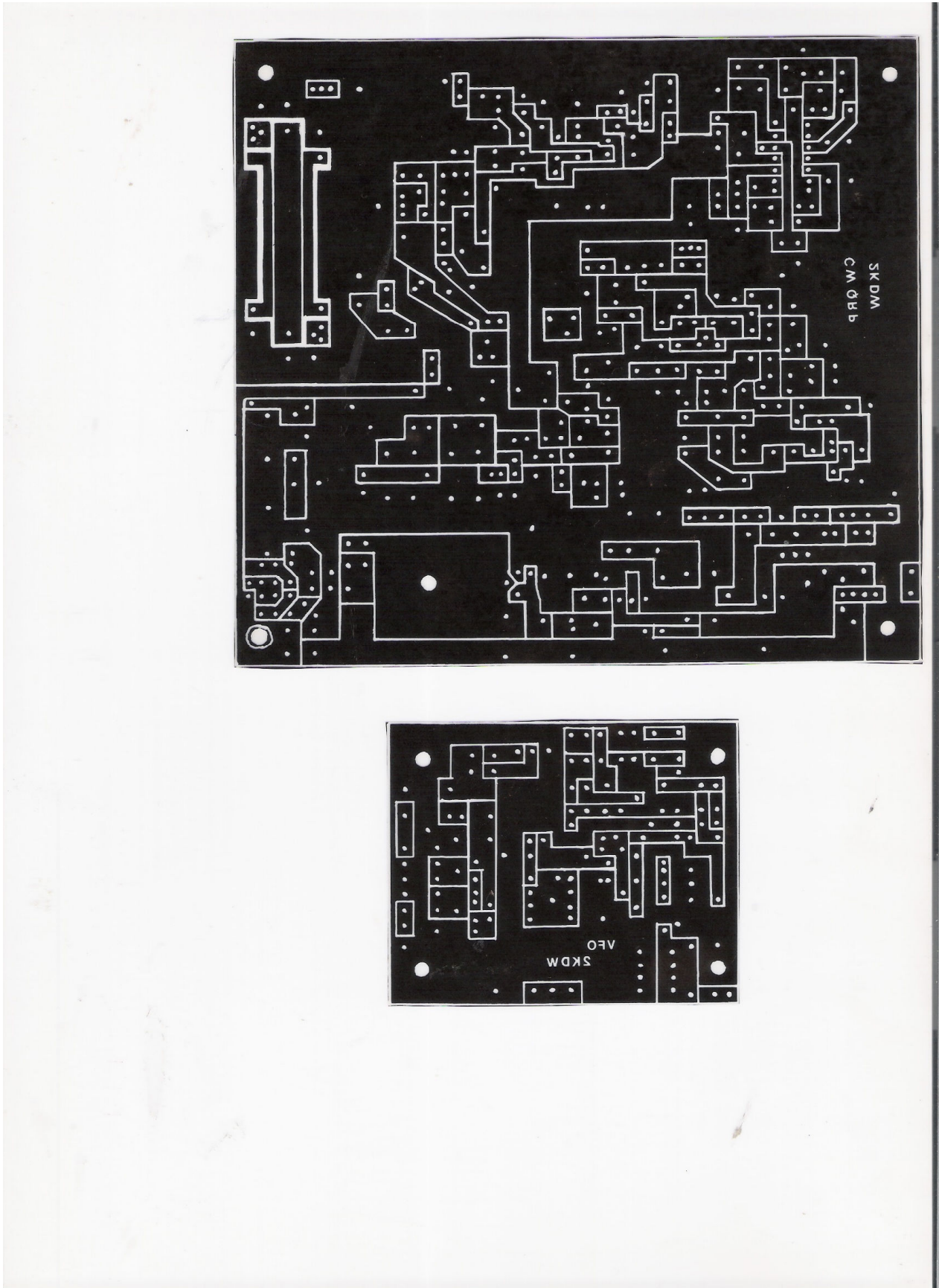


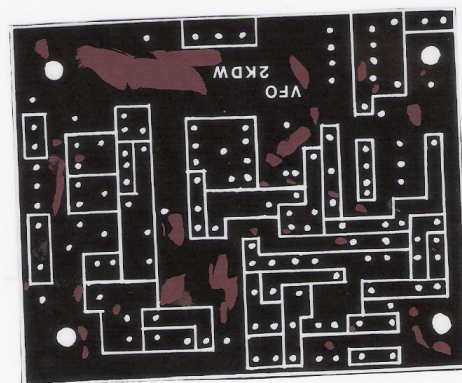
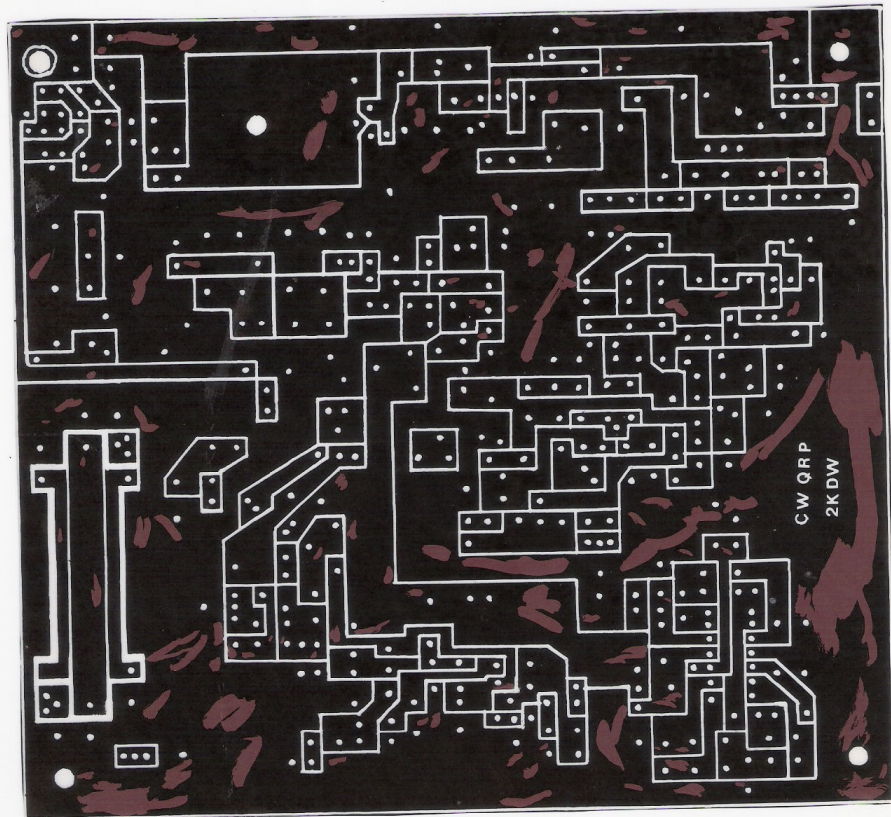
Figura 11 – dimensões (em mm) do núcleo de ferrita “binocular” ou “candelabro”



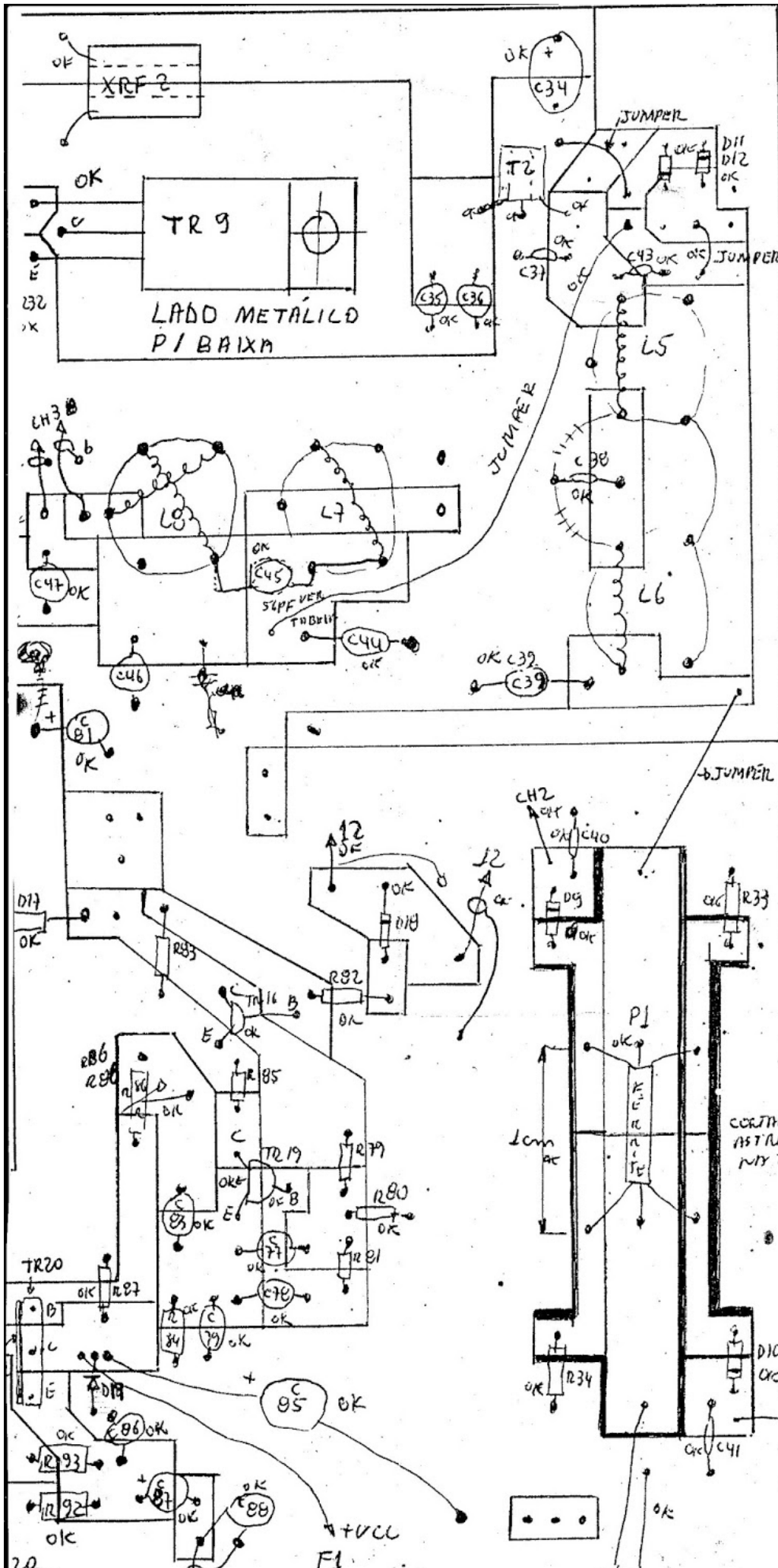


layout invertido das placas do DM-5
medida da placa principal: 145mm X 160mm

medida da placa do VFO: 65mm X 80mm



layout normal das placas do DM-5
medida da placa principal: 145mm X 160mm
medida da placa do VFO: 65mm X 80mm

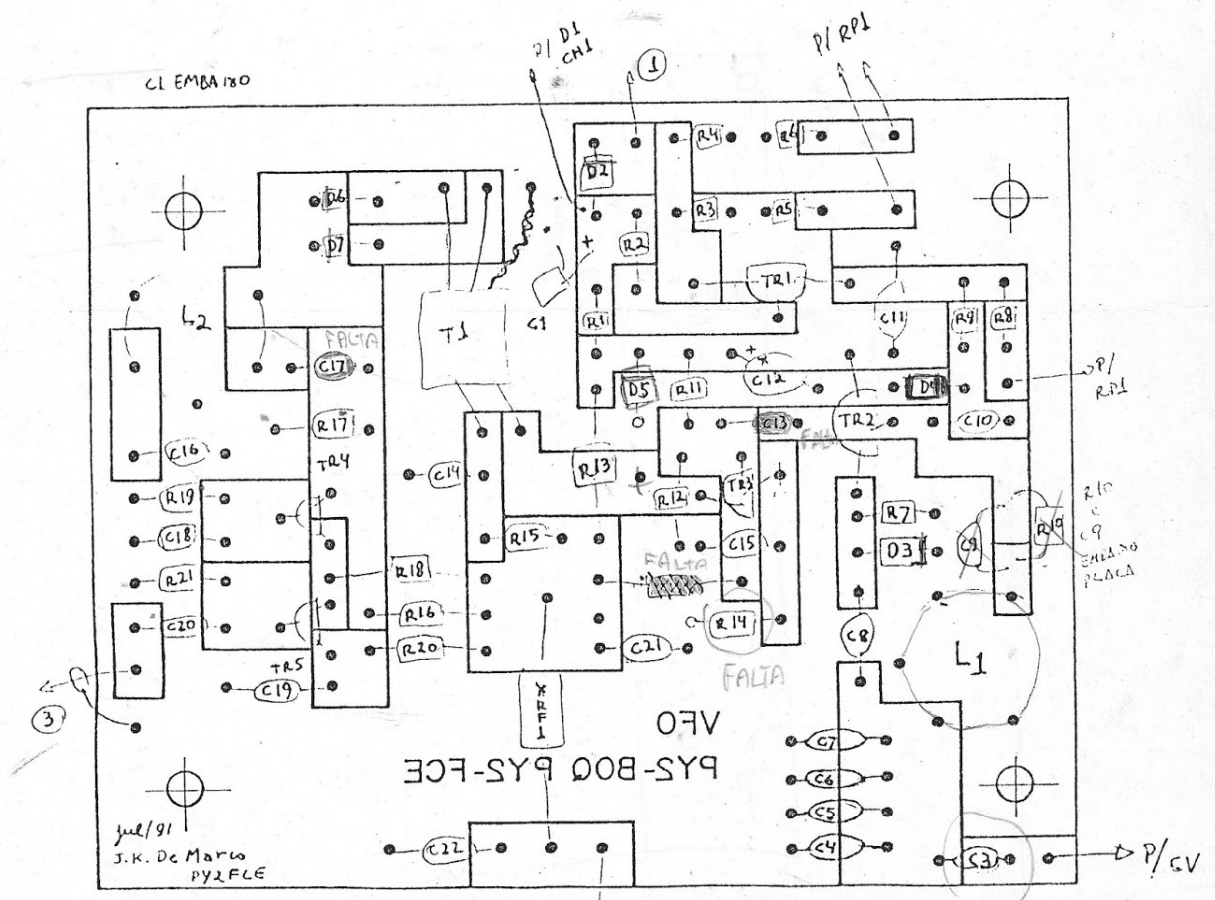


OK - POSICAO DOS TRANSISTORES ESTAO CORRETOS

CORRETA ASTRUÇÕES NUNCA MEXER

+VCC F1

LADO DAS PEÇAS



OBSERVAR POLARIDADE DE D4

Jul/91
J.K. De Marco
PYS-FCE

- C3 → 22
- C13 → 8,2 NPO
- R14 →
- C8 → 3,9 NPO
- C17 → 1000

LADO DA
DETECÇÃO
E SINAL

disposição dos componentes na placa do VFO do DM-5 (Duarte PU2KDW)

João Kolar De Marco, PY2WM (16.09.1954 – 04.04.2014)



De Marco PY2WM em foto de 2009

No dia quatro de abril de 2014 nosso grande amigo João Kolar De Marco PY2WM nos deixou. Uma perda lastimável, não só para nós que éramos seus amigos mais próximos, mas também para o Radioamadorismo brasileiro, que perde um de seus mais brilhantes expoentes!

Radioamador desde o ano de 1969, o De Marco tinha apenas 60 anos de idade. Inicialmente detentor do indicativo PY2FCE, ainda jovem lançou o projeto **DM-1** (lançado na revista Eletrônica Popular de outubro de 1981), e logo em seguida, o **DM-5** (lançado na revista Antenna-Eletrônica Popular de agosto de 1990), que até hoje continua sendo o mais renomado transceptor de CW brasileiro. Posteriormente trocou seu indicativo para PY2WM, mais adequado ao CW, modo que mais operava.

Embora muitos imaginassem que ele fosse graduado em engenharia eletrônica, o De Marco era um dos mais renomados professores universitários de (pasmem!) **Psicologia** da USP! Mas como um brilhante estudioso, o De Marco sempre esteve atualizado com os mais modernos avanços da eletrônica, tanto é que junto com o também brilhante Edson PY2SDR desenvolveram o **SDRZero**, lançado no ano de 2006.

O De Marco vinha lutando incansavelmente a cerca de dois anos contra uma terrível enfermidade, que o deixou praticamente paralisado numa cama em seus últimos meses de vida. Mesmo assim com todos esses problemas e enfrentando fortes dores a fadiga provocada pela quimioterapia, ele acompanhava com o iPhone as mensagens da lista QRP-BR, pela qual tinha tanto carinho.

Em sua última visita aqui em casa (há cerca de um ano) o De Marco já aparentava estar muito debilitado, pois havia emagrecido muito. Mesmo assim se mostrava animado e perseverante, e fez questão de vir até aqui para realizar um contato em CW (de DM-5 para DM-5!) com meu filho Gabriel PU2GAB, pois queria ter a honra de ser seu padrinho de rádio (mal sabia ele que essa foi a maior honra que eu e meu filho poderíamos ter!). Como presente, nos trouxe o protótipo do DM-5, que havia ficado antes com o Lauro PY2BOQ, e um kit intocado do DM-5, que estão hoje entre as mais preciosas peças da nossa coleção.

No início desse ano ele teve uma conversa franca com seu médico, onde ficou sabendo que sua situação era realmente irreversível, pois “*já havia passado a curva de Gauss*” e não havia mais nada a fazer, a não ser alguns procedimentos paliativos para tentar minimizar a dor, que era violenta. Apesar da chocante notícia, ele se mostrou sereno e conformado, tratando de se despedir ainda em vida dos amigos mais próximos e tentar aproveitar os últimos momentos com a família que tanto amava. Nos últimos dias sua situação se agravou, tendo que ser sedado com pesados medicamentos.

Para quem não teve a honra de conhecê-lo pessoalmente, postamos esta singela homenagem, divulgando seu mais conhecido projeto entre os Radioamadores: o transceptor **DM-5**, que mesmo após um quarto de século de quando foi lançado, continua atual e reputado como um dos maiores clássicos projetos brasileiros.

O De Marco nos deixa um grande vazio, pois além de ser um amigo brilhante e extremamente inteligente, também era ao mesmo tempo simples, humilde e carismático. Nossos sentimentos á sua família que ele tanto amava e a seus amigos a quem também muito estimava.

Descanse em paz, meu amigo!

Adinei, PY2ADN.