

SUPERMOUSE Rx – RECEPTOR ACOMPANHANTE

PARTE2: MONTAGEM FINAL



Já que muitos colegas torceram o nariz para a montagem SMD, resolvi fazer o Rx usando tecnologia dos anos setenta: circuitos analógicos e componentes normais em placa impressa de face simples. Pode ser até mais fácil de montar, mas o “layout” da placa deu MUITO trabalho! O problema foi conseguir um plano de terra razoável para os circuitos de RF. Aliás, me parece impossível usar SMD em face simples, porque ao contrario dos componentes “trough hole”, os SMD não permitem passar ligações entre os pinos, resultando num monte de jumpers e plano de terra insuficiente. Ainda assim tive de usar alguns jumpers para garantir a continuidade do plano de terra.

Para combinar com o Supermouse Tx, fiz a placa de modo a caber no mesmo tamanho de caixa de alumínio, compondo uma “linha separada”.

É claro que pode-se montar um tranceptor em uma única caixa, mas temos o problema da fonte chaveada do Tx ficar sempre ligada e interferir na recepção. Poderia modificar o Tx para desligar totalmente a fonte durante a recepção, mas os circuitos de controle e VFO teriam de ser alimentados pela fonte linear do Rx, exigindo mais modificações que não estou a fim de fazer.

Para permitir o uso de um único VFO, a placa do Rx tem uma saída de RF que pode ser usada para excitar o transmissor, desde que o VFO tenha a capacidade de deslocar a frequência de FI durante a recepção. O DDS (direct digital synthesis) pode fazer isso com facilidade, mas para um VFO analógico é praticamente impossível.

Para dizer a verdade, não combina muito o VFO digital com este receptor antiquinho, gostaria de ver os colegas usando nele um VFO analógico. Mas cuidado com a estabilidade! Em AM não tem muita importância, mas em SSB...

Segundo o critério de fazer tudo em casa e não usar SMD, as bobinas do filtro de entrada RF são enroladas à mão, e as bobinas de FI e do oscilador de batimento provei-

tadas dos antigos radinhos à pilha, que ainda existem por aí. Apenas é necessário arrancar fora o capacitor cerâmico de sintonia, conforme já foi descrito na Parte1. Qualquer bobina miniatura de 455KHz serve (atenção, existem as sub-miniatura, que não servem). Normalmente elas tem o núcleo pintado de amarelo, branco ou preto, é indiferente porque só iremos usar o enrolamento primário, sem conexão ao tap central ou ao secundário.

Uma opção interessante é fabricar a placa em casa, o que é possível utilizando a famosa técnica do ferro de passar roupa:

- 1- Imprima o desenho **BotInv.pdf** em uma impressora laser, da forma mais forte possível, em papel fotográfico liso;
- 2- Limpe a placa virgem com bom-bril até o cobre ficar brilhante;
- 3- Fixe o papel impresso sobre a placa com fita durex;
- 4- Esfregue com força o ferro de passar roupa bem quente sobre o papel, até que todo o toner seja transferido para a placa;
- 5- Remova o papel com cuidado para não arrancar o toner do cobre.

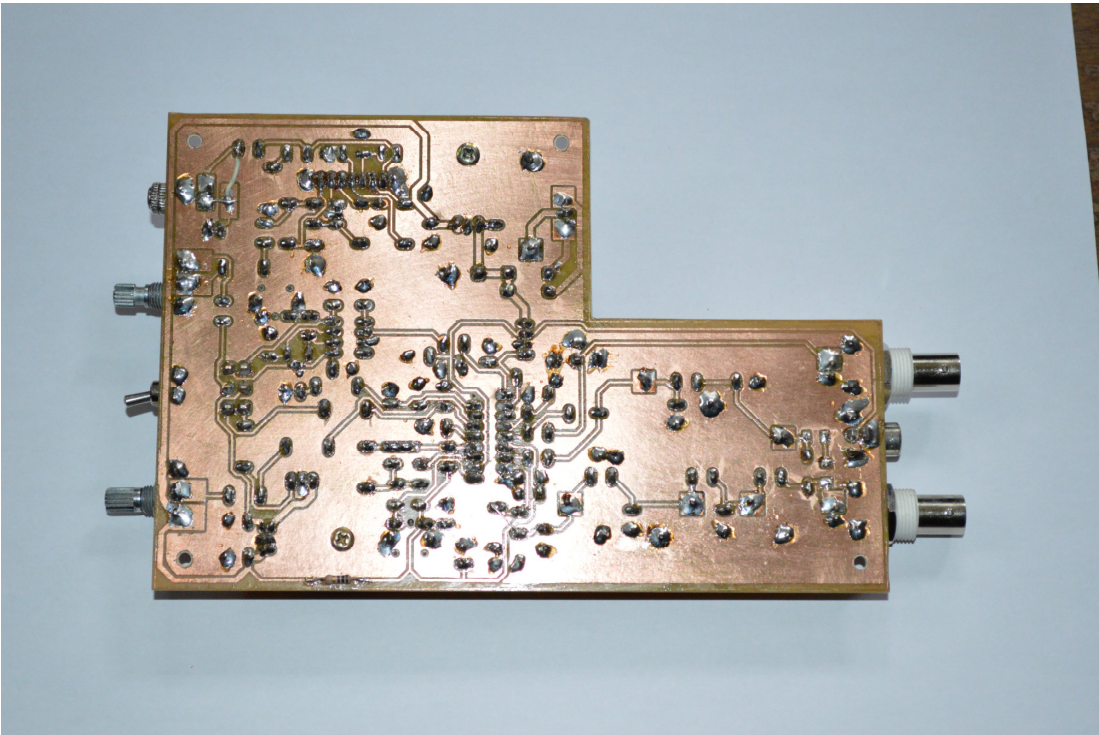
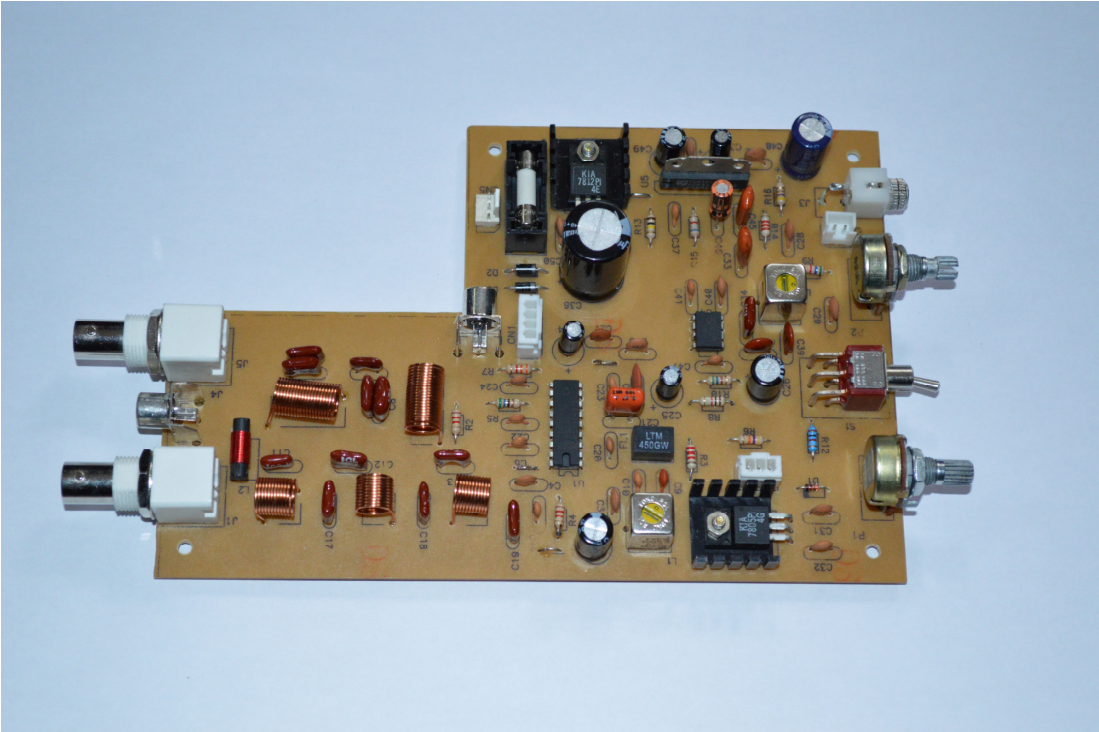
É possível que você tenha de repetir este processo várias vezes, até pegar o jeito e a transferência seja feita sem falhas.

- 6- Faça a corrosão usando solução de percloroeto de ferro, movimentando sempre a placa na bandeja para corroer por igual;
- 7- Lave bem e remova o toner com bom-bril deixando o cobre limpo;
- 8- Faça a furação usando brocas apropriadas em uma fresadora Dremel ou similar, usando os furos no cobre como guia;
- 9- Recorte a placa nas suas dimensões finais;
- 10- Transfira para o lado oposto da placa o desenho **TopSilkInv.pdf** dos componentes usando o mesmo processo do ferro de passar, ajustando o melhor possível a coincidência do desenho com os furos;
- 11- Aplique no lado do cobre uma camada bem fina de tinta automotiva spray transparente. Existe na praça um verniz especial para este fim, que facilita a soldagem, embora não proteja tão bem contra o manuseio.

A bonita placa do protótipo na foto abaixo foi fabricada pelo Cardoso PY2AZ utilizando este processo. Se você não conseguir fazer uma, fale com ele!

A placa pode ser de fenolite, como no protótipo, ou de fibra de vidro. A de fenolite tem maior perigo de soltar as trilhas durante a solda, mas é mais fácil de furar e cortar.

O desenho da placa final anexo tem algumas diferenças em relação ao protótipo: alguns componentes foram acrescentados, algumas posições mudadas e o conector de áudio J3 também não é o mesmo. O protótipo da foto foi gambiarrado para ficar de acordo com o esquema atual, por isso tem uns resistores pendurados e ligações com fios.



Note o detalhe das bobinas, foi necessário abrir um pouco para ajusta-las, ver o procedimento de ajuste mais adiante. Mas não é crítico: o ajuste é desejável mas não obrigatório, já que o circuito é bem tolerante a variações, afetando apenas o ganho ao longo das faixas.

A idéia do filtro de áudio funcionou muito bem: Em AM o filtro cerâmico de 9kHz fica centrado em relação a portadora, resultando em banda passante de áudio de 4,5kHz, porque tem as duas bandas laterais. Em SSB, o oscilador do detetor de produto fica posicionado na borda superior do filtro, a 4,5kHz acima do centro dele, portanto em 459,5kHz. Como já comentamos na Parte1, isso resulta numa largura de banda para LSB de 9kHz, permitindo a passagem de estações logo abaixo do sinal sintonizado, emitindo chiados e ruídos de frequência alta no áudio. A inclusão do filtro de áudio de 4,5kHz resolveu esse problema, permitindo uma recepção bem agradável nos dois modos. É claro que o filtro de áudio não vai “segurar” um sinal super forte logo abaixo do sinal sintonizado, que ainda irá produzir ruídos e dessensibilizar o rádio por acionamento do AGC, mas esta é uma situação um tanto rara e a solução adotada compensa pela simplicidade: A alternativa “correta” seria usar outro filtro cerâmico mais estreito e comutá-lo, que daria bem mais trabalho e custo do que o filtro ativo de áudio, para o qual usei o pré-amplificador já existente no TDA1015 e mais meia dúzia de pecinhas comuns.

Mais simples ainda seria fazer o batimento no centro do filtro, em 455kHz, mas isso deixa passar a banda lateral superior, o que demonstrou ser bem chato porque os sinais interferentes são de baixa frequência, além de aumentar o ruído em 3dB (lembra que o ruído depende da largura de banda?)

Tive algum problema com a estabilidade do oscilador de produto, resolvido com a adoção de capacitores de mica prateada e NP0. No esquema tem a relação dos capacitores que precisam ter variação zero com a temperatura (estes do oscilador) e baixa perda (no caso dos filtros de RF). Capacitores de mica prateada, cerâmicos NP0 e styroflex reúnem as duas características e podem ser usados indiferentemente. Para os de maior valor há na placa a previsão de montar dois em paralelo.

Outra modificação em relação ao projeto original foi que o ganho do filtro de áudio resultou excessivo e instável, resolvido baixando o ganho do pré amplificador com um resistor de shunt (R19). O filtro teve de ser recalculado segundo os novos parâmetros abaixo:

Tipo chebyshev passa baixas de 3ª ordem, topologia Sallen-Key
1dB de ripple
6dB de ganho na banda passante
freq. de corte: 4,5kHz

O nível de injeção de sinal do VFO deve ser observado: pode provocar aumento do ruído quando muito alto ou dessensibilizar o rádio se muito baixo. O melhor valor é cerca de 0,3Vrms no pino 14 do TDA1572, para tanto incluí um atenuador de 10dB (R5, R20 e R21), já que a saída do VFO DDS é de 1Vrms. Se alguém for usar um VFO com potência diferente, deve modificar o divisor para obter o valor correto.

Apareceu um pepino, desses que você só percebe quando é tarde demais: A placa não entrava na caixa! Os conectores na parte traseira saem pra fora da placa, assim como os potenciômetros de volume e ganho de RF na parte dianteira. Como a caixa tem as paredes de frente e fundo fixas, e ainda tem as bordas de fixação da tampa pra atraparlar, a placa montada não entra. A solução foi abrir um rombo na parede traseira da caixa, de modo a passar a placa com conectores e tudo: enfia-se a traseira da placa no buraco, encaixa-se a parte dianteira nos furos, desloca-se a placa para a frente e fixa-se com os parafusos. Ficou meio porco, mas resolveu.

O alto-falante foi montado na tampa da caixa, um oval de 2" x 3.5" do tipo usado em TVs LCD, que tem desempenho muito bom apesar do tamanho. Forrei a tampa com uns pedaços de plástico colados com fita dupla-face grossa, com a finalidade de reduzir as ressonâncias da caixa.

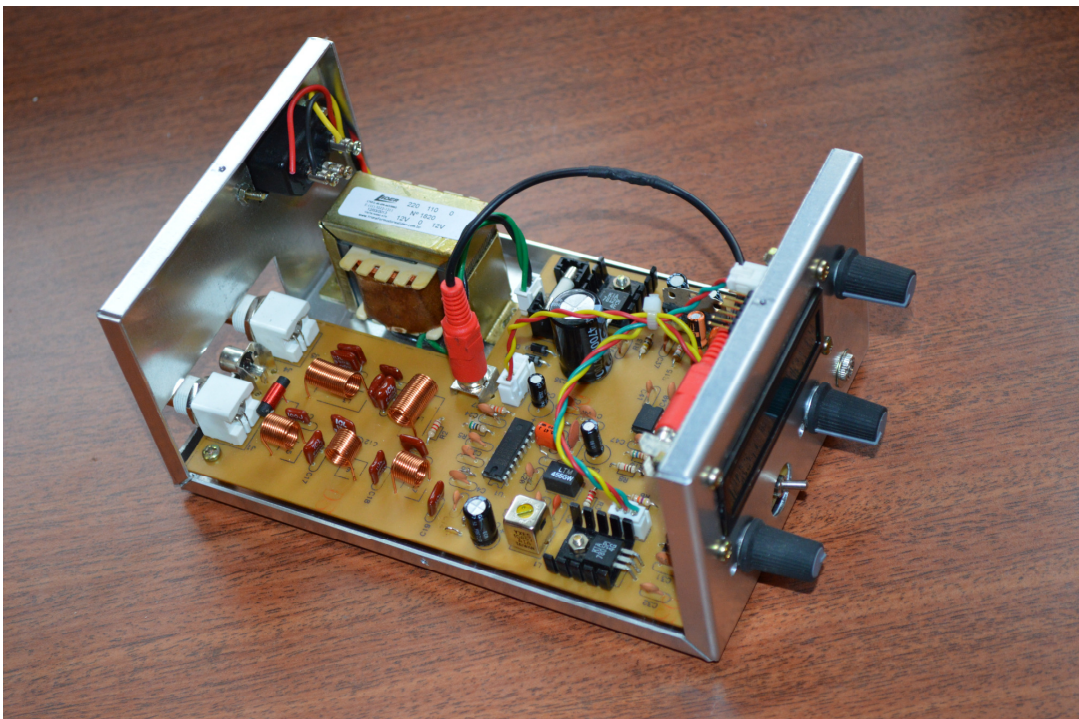
Se você quiser alta fidelidade, pode ligar um falante externo no plugue do fone.



Design minimalista



O furo na traseira



Montagem e conexões



A “Linha Separada”

Modificação de última hora:

Mesmo com os capacitores NP0, o oscilador do detetor de produto dá uma variação de algumas dezenas de hertz a longo prazo e o ajuste é muito crítico. A modificação consiste em utilizar um ressonador cerâmico de 455KHz e “puxá-lo” para a frequência correta, uma vez que a estabilidade destes é pelo menos dez vezes melhor do que o oscilador LC.

Usei um desses amarelinhos com 2 pinos (CRB455E), que são fáceis de achar na praça e no ebay, em série com um capacitor “trimmer” e um capacitor fixo NP0.

O problema é que o capacitor série diminui a frequência de ressonância nominal em vez de aumentar, e não dá para ajustar em 459,5kHz. Mas é fácil o ajuste para 450,5kHz, posicionando o oscilador no “canto inferior” do filtro de 9kHz.

Para inverter o uso do filtro em SSB (usar a metade inferior em vez da superior), tive de fazer o batimento por cima, levando o VFO acima da frequência de recepção. Funcionou às maravilhas, indicando sempre no display a frequência exata em SSB depois de ajustado.

Os ajustes abaixo foram modificados para a nova configuração, bem como os desenhos anexos da placa e do esquema.

Ajustes

Para quem tem prática é possível ajustar o SMrx “na orelha”, sem nenhum tipo de instrumento, mas um transceptor com display digital calibrado e um voltímetro ajudam muito para quem quer tudo nos conformes:

Ligue o transceptor na antena, transmitindo em 3700kHz AM ou CW , baixa potência;
Conecte um resistor de 47 ohms em J1, junto com um pedaço curto de fio;
Ligue o voltímetro entre a saída de S Meter (pino 1 de CN1) e o terra, para ter mais precisão que as barrinhas do display;
Sintonize o SMrx em 3700kHz em AM, ganho de RF na posição média;
Ajuste L1 para a máxima indicação do SMeter;
Ajuste L3 e L4 para obter a máxima indicação, afastando e aproximando as espiras na extremidade. O ajuste é interativo, repita-o até obter o maior sinal;
Sintonize o transceptor e o SMrx em 7200kHz;
Ajuste L5, L6 e L7 de modo semelhante ao ajuste anterior;
Mude o SMrx para SSB, e ajuste TR1 para “beat zero”.
Note que este último ajuste vale para o VFO dds, que diminui a frequência de saída em 4,5kHz quando em SSB, sem mudar o display. Outro VFO que não faça isso automaticamente deverá ser ajustado para 7195,5kHz.

Resumo das frequências no ajuste:

AM, 40 metros:

Display VFO: 7200kHz

Portadora do sinal: 7200kHz

Saída VFO: 7655kHz

LSB, 40 metros:

Display VFO: 7200kHz

Portadora suprimida: 7200kHz

Saída VFO: 7650,5kHz

Oscilador de batimento: 450,5kHz

AM, 80 metros:

Display VFO: 3700kHz

Portadora do sinal: 3700kHz

Saída VFO: 4155kHz

LSB, 80 metros:

Display VFO: 3700kHz

Portadora suprimida: 3700kHz

Saída VFO: 4150,5kHz

Oscilador do detetor de produto: 450,5kHz

Operação

Tendo poucos controles, o SMrx requer uma certa ginástica, porque o encoder do VFO acumula várias funções:

- Apertando o knob e girando, escolhe-se o dígito;
- Soltando o knob e girando, muda a frequência a partir do dígito escolhido;
- Em LSB, para “clarificar” muda-se para o dígito para centenas ou dezenas de hertz e ajusta-se para o melhor áudio.

Normalmente uso a sintonia de AM e SSB em kHz, e mudança de banda em 100 kHz. A estabilidade do detetor de produto com o ressoador cerâmico é ótima, e como as transmissões em SSB costumam ter precisão de frequência, dificilmente é necessário clarificar e pode-se manter o dígito em kHz.

O AGC é um tanto rápido para SSB: O controle de ganho de RF deve ser reduzido até o ponto em que o ruído de fundo fique em nível razoável.

Mesmo com o falante interno o áudio é bastante agradável e inteligível, com reforço de médios e agudos, tanto em AM como em SSB.

A seletividade é boa, nem muito aberta, nem muito fechada. Com a faixa congestionada em SSB (situação meio rara nos últimos tempos), realmente um sinal muito forte 5kHz abaixo provoca algum ruído, mas não vi caso em que impedisse a recepção.