

BITX

Um transceptor de SSB de 6 watts para 14MHz fácil de construir.

Autor: **Ashhan Farhan, VU2ESE** (ex VU2FAX e VU3ICQ)



Página onde está o artigo original: <http://www.phonestack.com/farhan/bitx.html>

O **BITX** é um transceptor de fácil montagem para o novato com um desempenho muito bom. Usando componentes eletrônicos comuns e improvisando onde componentes específicos como toróides não são disponíveis, ele tem um número mínimo das bobinas a serem construídas.

O alinhamento “não é crítico” e pode ser conseguido facilmente mesmo sem equipamentos sofisticados. As instruções completas para montar o equipamento são dadas aqui junto com a teoria relevante. (N.T.: na verdade, o alinhamento não é tão simples assim, pois requer um pouco de experiência por parte do montador. Os pontos mais críticos são **o filtro de banda passante**, que requer um bom instrumental para ajustes e **o filtro ladder**, que requer uma meticulosa seleção dos cristais, sequer comentada neste artigo. Leia atentamente a descrição de montagem do Miguel, PY2OHH para maiores esclarecimentos).

Os radioamadores indianos freqüentemente estavam inoperantes por falta de um equipamento do baixo custo para colocá-los no ar. Um rádio mono-banda utilizando estágios bi-direcionais empregando transistores NPN comuns foi desenvolvido para suprir esta demanda. O projeto pode ser adaptado para qualquer faixa de radioamador mudando as bobinas da seção do RF, os capacitores e a freqüência do VFO.

O **BITX** evoluiu a partir do artigo do excelente receptor S7C descrito no livro “*Experimental Methods in RF Design*” (uma publicação da ARRL) num transceptor bi-direcional. Diversos radioamadores do mundo todo contribuíram para o projeto.

Troquei uma série de e-mails com o colega Wes Hayward (W7ZOI) durante a evolução deste projeto. Suas contribuições foram imprescindíveis. Ele me estimulou a buscar um alto desempenho com um projeto simples. O equipamento resultante tem o receptor sensível e ao mesmo tempo capaz de receber um sinal forte e um transmissor estável e limpo suficientemente capaz de poder fazer contatos ao redor do mundo todo.

Todas as peças usadas no **BITX** são componentes eletrônicos comuns de reposição. Em vez dos “caros e difíceis de achar” toróides, nós usamos (na Índia) arruelas de *nylon* de torneira (NT: aqui no Brasil, o Celso PY2XT usou botões de paletó furados no centro). Os transformadores banda-larga usam núcleos binoculares de baluns de TV (conhecidos como “focinho de porco”). O transceptor inteiro pode ser montado na Índia por menos do que 300 rúpias (N.T.: algo em torno de 7 dólares ou 15 Reais, valor este para a Índia). Eu projetei duas placas de circuito impresso de face única com trilhas largas que podem ser facilmente elaboradas em casa ou em qualquer empresa de circuitos impressos. Elas também estão disponíveis através do colega **Paddy (Padmanabhan Cattamanchi, VU2PEP)**, que as vende pela internet (pepindia@aroba.yahoo.com). (N.T.: ele se refere à primeira versão das placas, e não a versão 3, mais moderna e compacta, cujo kit (placas, bobinas e o transistor 2SC2570A) pode ser adquirido do colega indiano **Sunil Lakhani, VU3SUA** por apenas US\$ 10,00, através do e-mail sunillakhani123@aroba.gmail.com).

Para aqueles que não lêem artigos longos...

Existem algumas coisas que você deve saber antes de começar a montar o circuito:

- O mesmo circuito do amplificador modificado é usado para várias funções no circuito, mas os resistores do emissor variam em alguns lugares. Verifique duas vezes os valores. Se você trocar valores, o circuito ainda irá funcionar, mas não em condições ideais. Isto poderá ser um pouco difícil de diagnosticar no final. Verifique os valores do resistor do emissor e os resistores que vão entre a base e o coletor.

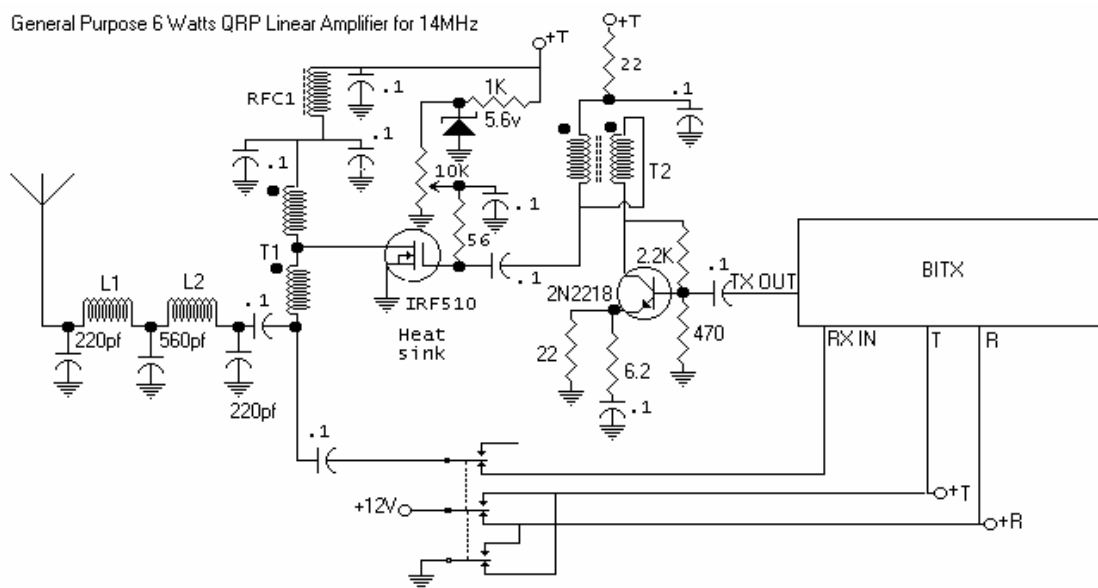
- O amplificador de f.i. de recepção entre o filtro e o detector de produto é acoplado ao detector de produto por um capacitor de 100pf (e não 0.1uf).

- No filtro de cristais que montei, usei cristais do comércio local da marca KDS. Estes são os mais baratos e funcionam com os valores de capacitores dados no filtro. Seus cristais podem requerer valores diferentes de capacitores. Tente os valores dados aqui, mas se você encontrar uma largura de faixa demasiadamente estreita, diminua os valores de capacitância, e se ficar demasiadamente larga então aumente as capacitâncias.

Todos os transistores são do tipo BC547, 2N3904 ou 2N2222 (NPN, uso geral)
 Todos os diodos são 1N4148 ou 1N4152 (diodos de sinal, chaveamento rápido)
 Todos os capacitores estão especificados em microfarads, exceto os especificados em pF
 Todos os resistores são de ¼ de watt
 Todos os cristais são de 10 MHz (o autor utilizou da marca KDS)
 O circuito integrado IC1 é um LM386

Bobinas L1, L2, L3 : 2 uH , 36 espiras de fio 28 numa arruela de nylon para torneira
 Bobina L4 : 20 uH, enrole 150 espiras de fio 32 numa arruela de nylon para torneira
 Bobina L5 : 5 uH , 70 espiras de fio 32 numa arruela de nylon para torneira (NT: no diagrama acima esta bobina está marcada erroneamente como L3, junto ao transistor Q8)
 Transformador T1 e T2 : 13 espiras trifilares de fio 32 num balun binocular de ferrite
 Transformador 3 : 13 espiras bifilares de fio 32 num balun binocular de ferrite

P.A. de 6 watts do BITX para 14 MHz :



Para comutar RX e TX, utilize um relé ou uma chave
 Transformador T1 : 15 espiras bifilares de fio 32 num núcleo binocular de balun de TV
 Transformador T2 : 40 espiras bifilares de fio 28 em arruela de torneira (3 uH 14 MHz)
 L1 e L2 : 20 espiras de fio 28 numa arruela nylon de torneira (0,55 uH para 14 MHz)
 RFC1 : 7 espiras de fio 28 num núcleo binocular de ferrite de balun de TV
 OBS: utilize dissipadores nos transistores 2N2218 e no IRF510

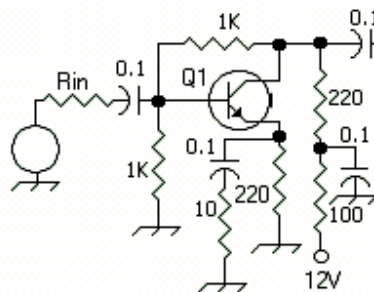
Notas de desenvolvimento

Quase todas as modalidades de radio comunicação compartilham de um princípio natural de que os receptores e os transmissores operam usando a mesma linha de circuito em blocos a não ser quando o sentido do sinal for invertido. O transceptor de CW de conversão direta é o exemplo mais simples deste princípio. Um exemplo mais complexo é o transceptor bi-direcional de SSB.

Os transceptores bidirecionais de SSB são comuns na literatura do radioamadorismo. Um transceptor foi descrito no *ARRL SSB Handbook* usando transistores bipolares. O projeto de W7UDM do amplificador bi-direcional (como a base do transceptor bi-direcional) é referido por *Wes Hayward* e *Doug De Maw* em seu livro “*Solid State Design*” . Os circuitos bidirecionais são freqüentemente complexos e não aprovados por experimentadores com modesto potencial (como eu).

O amplificador bi-direcional banda-larga

Meu interesse atual em transceptores bidirecionais surgiu após ter visto um amplificador bi-direcional com acoplamento RC no livro “*Experimental Methods in RF Design*” (p. 6.61). Um circuito fácil, com simplicidade e robustez. Nasceu assim como um amplificador banda-larga comum:



Em todo o transistor bipolar, a circulação de corrente do coletor ao emissor é função da corrente da base ao emissor. Assim, se houver uma pequena mudança na base, há uma mudança maior na corrente no coletor. O que segue é uma explanação altamente simplificada do funcionamento do amplificador acima.

No circuito acima, imagine que um pequeno sinal de RF é aplicado sobre R_{in} a base de Q1. Também imagine que a tensão de R_f está oscilando. O transistor normalmente amplificará e aumentará a corrente do coletor causando maior corrente através da carga do coletor em R_l (220 ohms). Isto fará com que caia a tensão no coletor.

A queda de tensão no coletor resultará também em uma queda na base (a tensão da base é uma fração da tensão de coletor devido à maneira que a base é alimentada). Este circuito encontrará finalmente o equilíbrio quando o aumento de corrente na base circulando por R_{in} for compensado pela redução da corrente decorrente da queda de tensão de R_l .

Em efeito a corrente de entrada de RF de R_{in} (flui para fora) através da resistência de realimentação (R_f). A impedância vista na base é efetivamente muito baixa e a fonte do sinal verá uma impedância de entrada aproximada de R_{in} .

$$\text{Assim, } V_{in} / R_{in} = V_{out} / R_f \text{ (Eq. 1)}$$

Um outro fator a considerar é que o emissor não está aterrado. Nas frequências de rádio, será como um resistor de 10 ohms entre o emissor e o terra. Assim, quando a tensão da base oscilar, o emissor a seguirá. As variações da tensão AC Através de R_e (10 ohms) serão mais ou menos as mesmas que aquela através da base.

A corrente de passagem no emissor consistirá na corrente do coletor (corrente muito pequena na base). Assim, se a corrente do emissor igualar com a corrente do coletor,

$$I_e = V_{in} / R_e = V_{out} / R_l \text{ (Eq. 2)}$$

Nós podemos combinar estas duas equações para chegar em:

$$V_{out} / V_{in} = R_f / R_{in} = R_l / R_e. \text{ (Eq. 3)}$$

Esta é uma equação importante. Significa diversas coisas. Especialmente se você considerar apenas esta parte:

$$R_f / R_{in} = R_l / R_e. \text{ (Eq 4)}$$

Vamos ver algumas coisas interessantes:

1 - O ganho de tensão, e as impedâncias de entrada e de saída estão todos relacionados aos valores do resistor e não dependem das características individuais do transistor.

Acreditamos que o ganho do transistor é suficientemente alto em todas as frequências de nosso interesse. As características do transistor limitarão somente a frequência superior da largura de faixa utilizável de tal amplificador. Esta é uma propriedade útil e significa que nós podemos substituir um transistor por outro.

2 - O ganho de potência não é uma função de um tipo particular do transistor. Nós usamos um ganho muito menor do que possível se o transistor estiver funcionando “fora da faixa”. Mas o ganho é controlado em todas as frequências para este amplificador. Isto significa que este amplificador será incondicionalmente estável (não exibirá o ganho incomum em frequências diferentes).

3 - Você pode resultar a equação 3 como $R_f * R_e = R_l * R_{in}$. Isso significaria que para um valor fixo dado de R_f e R_e , a impedância de saída e de entrada são interdependentes. Aumentar uma diminui a outra e vice-versa ! Por exemplo, em figura 1 $R_f = 1000$, $R_e = 10$, se nós tivermos R_{in} de 50 ohms, a impedância de saída será $(1000 * 10)/50 = 200$ ohms. Inversamente, se nós tivermos uma R_{in} de 200 ohms, a impedância de saída será de 50 ohms!

A fim de fazer amplificadores bidirecionais, nós juntaremos dois transistores amplificadores, lado a lado. Aplicando alimentação a um ou outro dos amplificadores, nós poderemos controlar o sentido da amplificação. Esta é a topologia usada na linha do sinal deste transceptor. Os diodos nos coletores previnem contra o resistor do coletor do transistor (220 ohms) de carregar a entrada do outro transistor.

Uma olhada de perto revelará que a resistência de retorno de AC consiste em dois resistores 2K2 em paralelo, trazendo a efetiva resistência de retorno a 1K. Assim, a análise acima é verdadeira para todos os três estágios da amplificação bidirecional.

Misturadores a diodos

Os misturadores a diodos são inerentemente banda-larga e bidirecionais por natureza. Isto é bom e ao mesmo tempo ruim. É bom porque o projeto não é crítico e por 8 ou 20 espiras no transformador do misturador não fará muita diferença no desempenho exceto nas bordas do espectro de operação. O lado ruim é um pouco mais difícil de explicar. Imagine que a saída de um misturador hipoteticamente está sendo aplicado ao estágio seguinte que não é ajustado corretamente à frequência de saída. Em tal caso, a saída do misturador não pode ser transferida ao estágio seguinte e remanesce no misturador. Ordinariamente, se o misturador for um FET ou um transistor bipolar, geralmente apenas aquecerá as bobinas de saída.

No caso de misturadores com diodos em anel, você deve recordar que estes dispositivos são capazes de aceitar entrada e saída em qualquer porta (e estas entradas e saídas podem ser em uma parte grande do espectro de HF), portanto se a saída do misturador em frequências de não de f.i. permanecer no misturador e misturar uma vez mais iria criar uma “confusão” terrível e gerar apitos, sinais estranhos e distorcer o sinal original por saturação.

Um simples filtro LC de banda passante após o misturador com diodos em anel funcionará bem somente nas frequências em que for ajustado. Em outras frequências, oferecerá uma impedância reativa que pode causar os problemas acima mencionados. Isto requer que as entradas e as saídas do misturador de diodos “enxerguem” os 50 ohms requeridos na terminação em todas as frequências. Em outras palavras, requerem terminação banda-larga apropriada. Usar amplificadores banda-larga é uma maneira boa e simples de assegurar isso. Um duplexador e uma rede híbrida de acoplamento ficariam muito melhor, mas isto seria demasiadamente complexo para este projeto.

Descrição do Circuito

Embora simples, todo esforço foi feito para conseguir tanto desempenho quanto era possível dado as limitações de manter o circuito simples e de baixo custo.

O receptor

O *front-end* de RF usa um filtro de banda passante triplo para uma forte rejeição de imagem e f.i. . O filtro de três pólos é bastante adequado e a resposta fora-de-banda do receptor é limitada apenas por blindagem externa e captação indesejada de RF.

O amplificador de RF após o filtro de banda passante de RF (transistor Q1) é alimentado por uma pequena corrente. Uma corrente maior iria requerer um transistor mais caro. Há 8 mA no amplificador de RF e no amplificador pós-misturador para manter a capacidade de sinal do circuito acima. O amplificador pós-misturador (transistor Q2) faz o trabalho de manter o filtro a cristal bem como o misturador de diodos estarem terminados corretamente. Um amplificador pós-misturador inadequado degradaria facilmente a forma do filtro a cristais e introduziria sinais espúrios e apitos do misturador de diodos. Observe que o misturador é do tipo de balanceamento simples e está ligado de modo a anular o VFO e não a porta de RF na ausência de pré-seleção adequada, portanto sinais de 10 MHz podem facilmente entrar na linha da f.i. .

O VFO excita o misturador de balanceamento simples por meio de um amplificador de banda-larga num único misturador balanceado. Nós usamos o VFO o mais simples possível com um mecanismo de sintonia com dois *knobs*. Funciona muito bem e para aqueles que (como eu) gostam de ajustar a sintonia rapidamente, fica melhor nas duas formas, com ajuste lento através do varactor ([N.T.: no caso, o diodo zener de 36 volts, que é usado neste circuito como varactor](#)) e o ajuste rápido através do capacitor sem nenhuma movimentação lenta. Sintonizar com movimentos lentos é mais difícil e esta foi a “solução elétrica” para este problema.

Um comentário sobre o VFO: todos têm um circuito predileto de VFO, dependendo da disponibilidade dos componentes, das habilidades e das preferências. Fique a vontade para usar o que você quiser. Apenas alerta que a saída do coletor do transistor Q7 tenha menos de 1.5 volt (se aparecer um traço “clipado” no osciloscópio, estará o.k.). Para operação em 20 metros, você necessitará um VFO que cubra de 4 a 4.4 MHz. O VFO dá um baixo ruído, mas “escorrega” um pouco, mas eu não tive nenhum problema com QSOs comuns. Após 10 minutos de aquecimento, o *drift* não foi perceptível, durante QSOs em PSK31.

Um VFO com oscilador Hartley usando um FET como BFW10 ou U310 funcionará muito melhor. Você pode substituir este VFO com outro projeto que você possa querer usar. Se você estiver usando o *layout* de placa PCB, “pule” a parte do VFO na placa se você quiser usar um VFO diferente e monte-o numa caixa externa separada.

O único amplificador de f.i. tem um ganho fixo. Anteriormente notei que o amplificador de f.i. estava contribuindo com ruído em frequências de áudio. Depois rastreei o ruído verificando que vinha da fonte de alimentação e coloquei um capacitor de 47 uF, sanando o problema. O amplificador de f.i. tem uma saída de acoplamento de 100 pf para diminuir o ganho nas frequências de áudio.

O BFO é um simples oscilador a cristal com acoplamento RC e um amplificador do tipo seguidor de emissor. O estágio seguidor de emissor foi alimentado com 6 volts para impedir achatamentos.

O detector também atua como o modulador durante o modo de transmissão; assim é devidamente terminado com um circuito atenuador. Não tem nenhum impacto na figura de ruído total porque há bastante ganho antes do detector. O pré-amplificador de áudio é um amplificador de único estágio. O capacitor 220 pf entre a base e o coletor proporcionará uma resposta de frequência baixa. O receptor não tem AGC. O controle manual do ganho permite que você controle o nível do ruído do receptor e pessoalmente acho muito mais útil quando procuro por sinais fracos ou sintonizo fortes sinais locais.

TRANSMISSOR

O amplificador do microfone tem acoplamento DC com o microfone. Isto foi feito para roubar alguma polarização da corrente contínua que é necessária ao usar um microfone de eletreto do tipo de *headset* de computador. Se seu microfone não precisar de nenhuma polarização, introduza um capacitor eletrolítico de 1uF em série com o microfone.

O amplificador do microfone é um amplificador de áudio de um único estágio simples. Não existem componentes para limitação de banda, já que o filtro de SSB cuidará disso adiante. Um capacitor de 0.001 uF na entrada do microfone e outro na saída do modulador fornecem o desvio para qualquer captação indevida de RF.

O modulador balanceado de dois diodos usa tanto o balanceamento resistivo quanto o balanceamento reativo. Um capacitor de 10 pF fixo em um lado do modulador é balanceado precisamente por um capacitor variável (trimmer) de 22 pF no outro lado. Um resistor variável miniatura (trimpot) de 100 ohms permite o balanço resistivo da portadora. A parte atenuadora na saída foi necessária para terminar corretamente o modulador de diodos e manter o “vazamento” da portadora em torno do amplificador de f.i. a um mínimo. Embora isso possa parecer excessivo, produzirá um DSB limpo com portadora com quase 50db com ajustes cuidadosos no osciloscópio.

O restante do circuito de transmissão é exatamente o mesmo que o receptor. Há um estágio extra de amplificação (transistor Q14) para amplificar o sinal de muito baixo nível de 14MHz SSB da saída do microfone ao nível de entrada do excitador. O amplificador de saída amplifica o sinal de SSB ao nível de 300mV, suficiente para excitar o estágio do *driver*.

O estágio de potência

O estágio de potencia é simples e consiste em um transistor de média potência NPN de baixo custo (2N2218) que excita um IRF510 para 6 watts de potência em 14MHz. A saída do IRF510 usa um toróide de arruela de torneira (N.T.: [na versão original indiana](#)) como um transformador da saída. O transformador de saída tem 40 espiras de enrolamento bifilar ; isto pode criar alta capacitância inter-espiras o que poderá afetar o desempenho apropriado como um transformador. O filtro de meia onda na seqüência do transformador absorve estas capacitâncias como parte do acoplador.

O autor usou este estágio de potência porque funcionou adequadamente para sua necessidade, ou seja, 6 watts em 14MHz. Ele não usou maior potência porque não precisava mais que isso e nem tinha uma fonte de alimentação que pudesse sustentar essa condição. Se você necessitar maior potência, há um número de coisas que você pode fazer, como simplesmente aumentar a tensão de fonte no IRF510 até 30 volts e extrair quase 15 watts do potencia nessa mesma configuração. Com 30 volts, a saída do dreno estará em 30 ohms de impedância e o filtro em PI terá que ser projetado para combinar diretamente o dreno a uma carga da antena de 50 ohms. Alternativamente, você poderia tentar dois IRF510s em *push-pull*. Estas são as variações que você pode fazer. Um alerta: a potência de RF nestes níveis pode lhe causar uma queimadura grave. As queimaduras de RF podem ser mais dolorosas do que as de fogo ou de vapor. QRP não é somente diversão, mas também segurança.

NT: o FET **IRF510**, bem como o **IRF530N**, que pode substituí-lo devem ser da marca **IR** (International Rectifier), pois os de outras marcas não apresentaram bons resultados em estágios de RF).

Construção

O autor recomenda que você construa o BITX sobre uma placa cobreada lisa soldando as extremidades dos componentes aterradas ao cobre e das outras extremidades dos componentes entre si. Olhe as fotos para ver como foi feita minha montagem. Se você não conhece este método de montar circuitos do RF, você deve ler sobre ele, pois existem diversos artigos escritos na Internet sobre este método da experimentação com RF. Não requer nenhum *layout* de placa PCB, é completamente robusto e muito estável. (N.T.: O artigo se refere ao projeto original, montado inicialmente nesse estilo, chamado “ugly” ou “feio”, parecido com o sistema conhecido como “aranha”, e não em placa de circuito impresso com *layout*)

Montando a placa

Para aqueles que sentem intimidados por este método feio do estilo “ugly”, o autor desenhou uma placa PCB. A disposição da placa PCB (lado dos componentes) é fornecida com este artigo (NT: não é o mesmo *layout* da versão 3 !). É uma placa PCB de face única com trilhas largas que pode facilmente ser feita em casa. Eu estou fazendo uma porção dessas placas PCB, mas o envio delas ao exterior (para fora da Índia, onde moro) talvez seja um problema. Escreva-me um e-mail se você estiver planejando fazer algumas placas PCB, que postarei sua informação neste *web site*. Não registrei nenhum copyright sobre essas placas PCB, o circuito ou mesmo este artigo, sinta-se livre para copiá-lo e distribuí-lo.

A placa PCB é colocada numa linha comprida. Ela mede 21,6 centímetros de comprimento e 6,4 centímetros de largura. A placa é grande para o circuito que vai nela. Isto foi feito de modo que a placa não fosse crítica e funcionasse bem. Todos os amplificadores bidirecionais são colocados similarmente lado a lado.

Antes de montar sua placa PCB, inspecione-a completamente, preferencialmente no sol. Verifique para ver se não há rachaduras pequenas nas trilhas. Verifique para ver se não há trilhas que possam se tocar ou tocar no plano-terra. A disposição da placa PCB foi feita para minimizar isto, mas verifique novamente de qualquer forma. Verifique especialmente para ver se há trilhas que funcionam diagonalmente à base de cada transistor nos circuitos bidirecionais. Elas estão muito próximas e propensas a curtos.

Em quase todas as instruções de montagens se pede que você solde os transistores no final. Eu recomendo que você solde primeiramente os transistores e os diodos. Você fica mais atento quando começa um projeto e se você colocar os transistores corretamente, o resto do circuito pode ser soldado a partir dele. Tenha muito cuidado sobre o posicionamento de cada transistor. A face do transistor do amplificador do microfone (transistor Q10) está em sentido oposto ao resto dos transistores e aos pares de transistores em amplificadores bidirecionais estão face a face (NT: na versão original da placa do autor). Os diodos têm um anel para indicar de que lado estão apontados.

Depois que os transistores forem soldados, termine o BFO. Se você estiver montando este para 14MHz ou acima, o BFO necessitará uma bobina em série com o cristal (modo USB), se você for operar LSB, você necessitará previamente de um capacitor para ajuste (veja o diagrama esquemático). Aplique a potência ao BFO e você deve poder ouvi-lo em seu rádio de ondas curtas em torno da faixa de 31 metros. Soará como uma estação de rádio silenciosa. Deve ser bastante forte. Ligue a fonte de alimentação do BFO e ajude a identificar seu sinal de BFO no rádio. Se você tiver uma ponta de prova do RF, ou um osciloscópio, você deve poder ver as oscilações. Espere 2 volts de RF ou mais.

Em seguida, monte o VFO. Enrolar as 150 espiras da bobina do VFO é um dos trabalhos dos mais tediosos ao montar este equipamento. Mas tem que ser feito, pois não funcionará sem ela. Você não deverá ligar o capacitor variável de 365 pF ainda. Verifique as oscilações em um receptor ou em um frequencímetro. Você pode ter que diminuir o número de espiras. Sem o capacitor variável de 365 pF, o trimer de 22pf deve ser ajustado no VFO a 4.3MHz ou mais. Se o VFO estiver oscilando em uma frequência mais baixa, remova então algumas espiras da bobina. Se o VFO estiver em uma frequência mais elevada, adicione 22 pF sobre o trimer de 22pf (se você está usando a placa PCB, solde no lado cobreado). Você precisará ligar um *jumper* na fonte entre o VFO e o BFO. São os únicos estágios que permanecem em funcionamento durante transmissão e recepção.

Monte o pré-amplificador de áudio e o amplificador de potência de áudio e ligue o potenciômetro de volume. Quando a alimentação for aplicada aos estágios de áudio, toque com o dedo a base do transistor Q4, devendo assim produzir um ruído de estática no alto-falante.

No próximo passo, monte todos os três estágios bidirecionais! Isto envolve muitos pontos de solda. Mas todos os seis estágios são exatamente os mesmos. Termine um estágio de cada vez. Os capacitores são colocados simetricamente lado a lado e todos são de 0.1uF com uma exceção (100pf na saída do transistor Q3).

Lembre-se de que os resistores de polarização do emissor são de 100 ohms, 220 ohms ou 470 ohms. Se você misturar os valores, o equipamento até funcionará, mas terá um péssimo desempenho na presença de sinais fortes, e a transmissão ficará saturada. Há ligações de *jumpers* para a linha de TX e de RX sobre o filtro de cristal. Solde-os e alimente a linha de RX e então a linha de TX alternativamente. Os emissores dos estágios bidirecionais devem mostrar 2 volts aproximadamente e os coletores devem mostrar que ao redor 8 volts e o transistor não chaveado deve mostrar a tensão de zero volt em todas as três ligações.

Para finalizar, solde as três bobinas, os trimmers e os capacitores do filtro de RF, conecte uma antena e ligue-o ! Verifique se os estágios estão funcionando partir da extremidade de áudio. Se você tocar no pino de controle de volume, você deve ouvir o ruído de 60 Hz e a estática de corrente alternada. Se você tocar na base do transistor Q4, deve haver um ruído de estática bem forte. Pegue uma ponta de prova de seu voltímetro e toque no transistor Q3, você deve ouvir uma estática muito alta, misturada provavelmente com a transmissão local de radiodifusão AM. Toque na base de Q2 com a ponta de prova e você deve ouvir pouca estática porque o filtro permite somente 3 quilohertz dos 10MHz de passagem.

Por fim, conecte a antena corretamente na entrada do filtro de banda passante de RF e ajuste os três trimmers para o máximo ruído atmosférico. Conecte o capacitor variável de 365 pF e comece ajustando-o em torno da faixa, ajuste o *front-end* de RF em um sinal forte e ajuste-o então com um sinal fraco para a máxima clareza (não som máximo).

Um aviso importante: Verifique se você conectou uma carga apropriada de 50 ohms na antena. O filtro de RF trabalha corretamente somente em 50 ohms. Se você usar uma antena *longwire* para fazer um teste inicial, você terá que ajustar outra vez os trimmers para a antena apropriada.

Prove-o, passe a noite escutando seu novo equipamento caseiro. Se os sinais de sintonia de CW ajustarem com batimento zero e se levantarem do outro lado novamente, seu BFO estará precisando de um ajuste de frequência. Para USB, adicione mais espiras à bobina do BFO, para LSB, ajuste o trimer. Você deve ter um único e perfeito sinal de recepção. Se você ajustar após o batimento zero de um sinal de CW, o sinal deve desaparecer completamente.

Montando o amplificador do microfone (transistor Q10) e o amplificador de saída (transistor Q14) terminará a parte do excitador do transceptor. Para pôr o transceptor dentro do modo transmissão, aterre a linha de RX e aplique 12 volts na linha de TX. Conecte a saída do transistor Q14 a um osciloscópio, mas não conecte o microfone ainda. Anule a portadora com o trimpot de 100 ohms e o trimmer de 22pf. Cada um afeta o outro assim você terá que ajustar alternativamente um e outro controle. Agora conecte o microfone e fale nele. Você deve ver um SSB limpo entre de 200 e 300 mV no osciloscópio na saída do transistor Q14. Em vez do osciloscópio você pode usar um outro receptor 14MHz para testar sua qualidade de transmissão. Desligue o AGC do outro receptor ao ajustar o zero da portadora. Um pequeno assobio (se você puder controlar) no microfone deve resultar numa portadora forte na saída. Em seguida, monte o estágio de potência.

Neste momento, você necessitará uma caixa apropriada para abrigar seu projeto. Qualquer caixa de metal servirá. Se você não tiver nenhuma, poderá improvisar uma, soldando partes de placas cobreadas (como o autor) e fazer um chassi em forma de "U". Manter o VFO em ar aberto o fará variar um bocado. Uma caixa fechada será realmente mais adequada. Uma lata grande de biscoitos tem o tamanho ideal. Com uma furadeira manual você pode facilmente fazer furos para fixar as duas placas PCB dentro dela. A lata é fácil de ser soldada. Use o maior *knob* que você encontrar para o ajuste principal de sintonia. Os capacitores variáveis de plástico geralmente têm um eixo muito curto que não permite fazer uso de um knob grande. Faça uma pequena extensão com um pequeno cilindro plástico e prenda-o no eixo do capacitor. Prenda o cilindro no capacitor variável, aperte a fenda do parafuso de retenção e com cola epóxi, afixe um *knob* de tamanho grande no cilindro. Isto fará seu mecanismo de ajuste principal.

Eu uso uma chave simples de um pólo e três posições para comutar entre transmissão e recepção. Se você preferir operar com PTT, pode facilmente substituir esta chave por um relé. Certifique-se de soldar um diodo em paralelo com a bobina do relé para impedir que a tensão reversa entre na linha de alimentação do transceptor. Use cabo blindado com malha para todas as conexões entre o amplificador de potência e a placa principal.

Sintonia e operação

Ajuste o VFO para cobrir corretamente de 4.0 a 4.4MHz (NT: [trata-se da descrição da versão para 20 metros](#)). Se puder, pegue outro equipamento de radioamador, para que você possa monitorar seu VFO nesse equipamento na banda de 80 metros que é a faixa em 4.0MHz. Ajuste o trimmer de modo que você possa ouvir o VFO quando o receptor for ajustado a 4.0MHz e seu capacitor variável for inteiramente fechado (tanto quanto irá anti-horário). Após isto, conecte a antena e ajuste as bobinas de RF para o ruído máximo no alto-falante. Se você puder sintonizar um sinal fraco, ajuste então as bobinas do RF para a melhor recepção. Tenha em mente que se você puder sintonizar estações de CW mas for incapaz de ouvir corretamente as estações de SSB, isto indica que seu BFO não está ajustado corretamente. Nós faremos isso em seguida.

Nas faixas de radioamador acima de 10MHz, SSB é transmitido na faixa lateral superior (USB) e nas faixas abaixo de 10 MHz, é transmitido na faixa lateral inferior (LSB). Para ajustar um sinal de USB, seu BFO tem que estar na borda inferior do filtro de cristal. Você precisará de um indutor (para USB) ou de um trimmer (para LSB) em série com o cristal do BFO. Se os sinais parecerem abafados, o BFO está ajustado então no centro de filtro de cristal, adicione mais espiras à bobina (USB), ou ajuste o trimer (LSB). Se os sinais parecerem agudos e você for incapaz de ajustá-los com *beat-zero*, então o BFO está demasiadamente afastado da frequência do filtro - diminua as voltas da bobina (para o USB) ou ajuste o trimmer (LSB).

O ajuste do transmissor envolve essencialmente ajustar o zero da portadora. É melhor ajustar o transmissor em uma carga fictícia. Eu uso 8 resistores de 220 ohms, 2 watts em paralelo como carga não irradiante. Vale a pena e custa poucos centavos para ter uma carga não irradiante apropriada. Conecte a carga não irradiante no transmissor e conecte uma ponta de prova de RF à carga (ou a um osciloscópio). Quando você falar, você deve ter 20 volts ou mais de tensão de pico na carga fictícia quando você assobiar ou dizer “alôooooo”. Em um outro receptor no mesmo recinto, conecte um fio curto como antena e monitore seu próprio sinal. Você poderá provavelmente ouvir também sua própria portadora. Anule-a ajustando o trimpot de 100 ohms e ajuste o trimer de 22 pF. Ambos se interagem, assim você terá que ajustar alternativamente um e outro controle.

Uma advertência: os misturadores de diodo são propícios para gerar harmônicos ímpares. O terceiro harmônico de 4 MHz está em 12MHz. Assim, se você simplesmente ajustar as bobinas para a saída máxima de transmissão, você poderá ajustar erroneamente o *front-end* de RF em 12 MHz (até o autor fez isso). O filtro de banda passante de RF ficará mais bem ajustado no modo de recepção com um sinal fraco em 14.150MHz.

Conclusão

Pode ser que faça um kit (com componentes e placa PCB) em breve (NT: [comentário feito em 2004](#)). Eu pessoalmente não tenho tempo para fazer estes kits. Se alguém estiver interessado em fazer isso, apenas siga em frente e faça-o. O projeto é livre, e você não necessita pedir qualquer outra permissão nem pra mim nem pra ninguém. Se você puder me telefonar ou me escrever, eu o listarei como um fornecedor de kits em meu site.

e-mail do *Ashhan Farhan*, VU2ESE : [farhan \(arroba\) phonestack.com](mailto:farhan@phonestack.com)

endereço :

Ashhan Farhan VU2ESE
71, Huda Heights Banjara Hills
Hyderabad
INDIA

Nota do tradutor :

Este artigo, datado de 2004, se refere ao texto inicial do radioamador indiano *Ashhan Farhan*, VU2ESE, ex-VU2FAX / VU3ICQ, descrevendo seu famoso transceptor de SSB **BITX** para a faixa de 14 MHz. O artigo original pode ser encontrado na página do autor:

<http://www.phonestack.com/farhan/bitx.html>

Importante : a descrição deste texto refere-se a um equipamento para a faixa de **20 metros**. Para adaptação desta montagem para a faixa de 40 metros ou outra faixa, recomendo ler o excelente e detalhado artigo do colega Miguel Ângelo Bartié, PY2OHH, que descreve minuciosamente a montagem deste projeto :

<http://py2ohh.w2c.com.br/trx/bitx/bitx.htm>

O transceptor **BITX** é um projeto voltado para os humildes e sofridos radioamadores da Índia, que não tinham condições de comprar um equipamento comercial. Naquele país, seu custo não ultrapassa U\$ 7,00 dólares, algo em torno de 15 Reais. Por utilizar componentes simples e “encontráveis” até em sucata, acabou sendo muito difundido em todo o sudeste asiático, fortalecendo o radioamadorismo naquela região. Acabou se tornando um projeto de tamanho sucesso que até foi tema de uma longa reportagem da CNN, pois na tragédia do tsunami no oceano pacífico em 2005, muitas ilhas e locais isolados apenas não ficaram sem comunicação graças a este transceptor, muito popular naquela região que havia sido devastada.

Existem várias listas de discussão sobre o **BITX**, em diversos idiomas. A mais movimentada, em inglês, está nos grupos do Yahoo, e nela podem ser encontrados diversos artigos com dicas, informações, esquemas, *layouts*, adaptações e tabelas sobre o **BITX**:

<http://groups.yahoo.com/group/BITX20/>

Nesses arquivos do grupo **BITX-20** também estão os *layouts* de placas da **Versão 3**, feitas pelo colega indiano **Rahul Srivastava**, VU3WJM, sendo esta a versão mais popular do **BITX**. Também postei estes mesmos diagramas nos arquivos grupo QRP-BR e num artigo em minha página, onde descrevo a detalhada montagem feita pelo colega KCOWOX :

www.py2adn.com/BITX/versão3.pdf

Se procurarmos o termo “BITX” no *google*, encontraremos nada menos que **32.700** páginas, mas podemos refinar a busca, acrescentando os termos “*schematic*”, “PCB”, “*homebrew*” ou “IRF510”, teremos melhores resultados.

Para facilitar, posto aqui algumas das páginas mais interessantes sobre este projeto:

<http://www.phonestack.com/farhan/bitx.html> (página original do projeto)

<http://py2ohh.w2c.com.br/trx/bitx/bitx.htm> (página do Miguel, PY2OHH)

<http://br.geocities.com/py2ha/bitx40/bitx40.htm> (página do colega Luis, PY2HA)

<http://www.golddredgervideo.com/bitx20/> (excelente página do Leonard, KC0WOX)

<http://golddredgervideo.com/kc0wox/bitxver3/bitx20version3.htm> (excelente página com diversas informações avançadas sobre o BITX na versão 3 do VU3WJM, com instruções muito bem detalhadas e *layout* meticulosamente comentado)

<http://golddredgervideo.com/kc0wox/> (excelente página do KC0WOX - tutoriais em vídeo)

<http://groups.yahoo.com/group/BITX20/> (grupo de discussão do BITX no Yahoo)

<http://www.cqbitx.blogspot.com/> (blog sobre montagem do BITX)

<http://www.mydarc.de/dl8fal/html/ssb-401.html> (excelente versão do BITX para 40 metros)

<http://home.hetnet.nl/~brink120/bitx17se.htm> (versão holandesa do BITX para 17 metros)

<http://home.versatel.nl/laar60/> (primeira parte versão holandesa do BITX para 17 metros)

<http://www.shorties.be/2006/entrepot/art01/artl017.html> (versão holandesa para 20 metros)

<http://www.geocities.com/indrasep/> (BLEKOK, versão Indonésia do BITX para 80 metros)

yb1zdx.arc.itb.ac.id/data/orari-diklat/homebrew/yd1jjj/blekok-qrp-ssb-transceiver.pdf
(manual do BLEKOK em pdf)

[http://yb1zdx.arc.itb.ac.id/data/orari-diklat/homebrew/bitx20/modifications/LIST%20\(9-24-04\).txt](http://yb1zdx.arc.itb.ac.id/data/orari-diklat/homebrew/bitx20/modifications/LIST%20(9-24-04).txt) (idéias para modificações no BITX)

<http://www.tacallbook.org/~ta1cd/bitx/bitx.htm> (página do colega turco TA1CD)

<http://www.qrpkits.com/bitx20a.html> (página do BITX da QRP-KITS norte-americana)

www.qrpkits.com/files/BITX20_Assembly_Manual.pdf (manual do BITX da QRP-KITS)

http://www.qrpkits.com/files/BITX20A_spanish.pdf (manual **em espanhol** da QRP-KITS)
www.radioamator.ro/articole/view.php?id=277 (página romena sobre o **BITX**)

<http://arvevans.livejournal.com> (página do Arv Evans sobre o **BITX**)

<http://bitx20a.livejournal.com/> (página do Hendricks sobre os kits do **BITX**)

msr.zapto.org/descarga/bitarx.pdf (excelente versão multibanda do **BITX** do EA7ARX)
<http://bitarx.blogspot.com/> (blog do Manolo, EA7ARX sobre o BITARX, versão espanhola do **BITX**)

http://www.df5sf-qrp.de/redaxo/index.php?article_id=29 (página alemã sobre o **BITX**)
<http://myweb.tiscali.co.uk/mkars/MKARS80.htm> (MKARS-80, versão 80 metros do **BITX**)

<http://www.radiowymsey.org/BITX20A.htm> (página do M0WYM, dicas sobre o **BITX**)

<http://lu7yw.blogspot.com/> (blog argentino sobre a montagem do **BITX** na versão 3)

http://f6feo.homebuilder.free.fr/transceiver_simple_20m.html (versão em francês)

<http://st2nh-blogger.blogspot.com/> (blog em árabe do ST2NH sobre o **BITX**)

http://www.cqham.ru/BITX_rus.htm (versão em russo da página do **BITX**)

<http://f6bcu.monsite.orange.fr/> (página do F6BCU, apresentando o BINGO)

<http://web.inter.nl.net/users/cpotma/bascom%20and%20avr/bitx%20til311%20display/index.html> (frequencímetro para o **BITX**)

Como você poderá observar nos links acima, existem dezenas de versões para o **BITX**, desde VLF (montada pelo Arv Evans, K7HKL) até 6 metros, e até versões multibanda, como o espanhol BITARX, do EA7ARX. Existem também outros projetos baseados no **BITX**, com a adição de alguns incrementos, como o SSB-401, do DL8FAL, o BLEKOK, do Indrasep, YD1JJJ e o Bingo, do F6BCU.

O intuito de deste artigo foi de não apenas traduzir um texto, mas também reunir informações para que os colegas interessados tenham dados suficientes e informações detalhadas para poderem montar este projeto.

Este trabalho é dedicado aos verdadeiros radioamadores experimentadores da confraria do ferro de solda, muitos deles sem acesso a internet e com limitações com outros idiomas, mas que mesmo assim continuam sendo os grandes heróis do radioamadorismo, pois são eles que representam nossa verdadeira essência, que é a radio-experimentação.

A tradução livre deste artigo sobre o **BITX** foi feita inicialmente de forma amadora, muito simplista e despretensiosa, com adaptações de termos e expressões. No artigo original existem muitas gírias e expressões regionais do inglês falado na Índia, que foram adaptadas ao português.

No entanto, a tradução foi revisada por “feras” como o De Marco, PY2WM, o Rubens, PY2QE, o Luciano, PY2BBS e o Josias, PY2JCM, que corrigiram inúmeros erros e me ajudaram na adaptação do texto. A todos eles, meus agradecimentos !

Boa sorte na montagem e um forte abraço !

Adinei PY2ADN [py2adn \(arroba\) yahoo.com.br](mailto:py2adn@yahoo.com.br)

Lista de componentes do BITX (versão original, para 20 metros) :

Capacitores :

0.001 uF (1 K)	2
0.1 uF (100 K)	44
100 pF	3
10 pF	4
2,2 pF	2
220 pF	5
47 pF	3
560 pF	3
56 pF	1
1 uF X 25 volts	2
47 uF X 25 volts	6
Trimmer 22 pF	6 (verde)
variável 365 pF	1

Resistores ¼ Watt :

6,2	1
10	9
22	3
56	1
100	13
220	14
470	3
10 k	4
120 k	2
1 k	14
220 k	1
2k2	2
2k2	9
4k7	3

trimpot linear 100 Ohms 1

potenciômetro linear 10k 2

Cristais (versão para 20 metros) :

10 MHz	5
--------	---

Transistores :

BC547 (ou 2N2222 ou 2N3904) 14 (caso escolha o BC547, procure usar o BC547C)
IRF510 ou IRF530N 1
2N2218 1

Circuito integrado :

LM386 1

Diodos :

zener 36 volts 1
zener 9,1 volts 1
zener 5,6 volts 1
1N4148 13 (caso queira otimizar o misturador de diodos, utilize 4 **BAT43**)

Diversos : microfone de eletreto , auto falante de 8 Ohms, relé de 12 volts, dissipadores, soquete para c.i. de 8 pinos, fios esmaltados 28 e 32, núcleos binoculares de balun de TV, arruelas de *nylon* de torneira (ou botões de paletó furados no centro)

Dados dos indutores da placa principal :

Bobinas L1, L2, L3 : **2 uH** , **36 espiras de fio 28** numa **arruela de nylon para torneira**
Bobina L4 : **20 uH**, enrole **150 espiras de fio 32** numa **arruela de nylon para torneira**
Bobina L5 : **5 uH** , **70 espiras de fio 32** numa **arruela de nylon para torneira**
Transformador T1 e T2 : **13 espiras trifilares de fio 32** num **balun binocular de ferrite**
Transformador 3 : **13 espiras bifilares de fio 32** num **balun binocular de ferrite**

Dados dos indutores da placa do P.A. :

Transformador T1 : **40 espiras de fio 28** numa **arruela de torneira (3 uH para 14 MHz)**
Transformador T2 : **15 espiras de fio 32** num **núcleo binocular de balun de TV**
L4 e L5 : **20 espiras de fio 28** numa **arruela de torneira (0,55 uH para 14 MHz)**
RFC1 : **7 espiras de fio 28** num **núcleo de ferrite de balun de TV**

Veja também o artigo sobre a montagem do **BITX** Versão 3 na página :

www.py2adn.com/BITX/versão3.pdf