

# UM ESTABILIZADOR DE FREQUÊNCIA DE V.F.O.'S

Por Luiz Amaral  
PY1LL/AC2BR

## **INTRODUÇÃO:**

Alguns transmissores, receptores ou transceptores possuem a terrível característica de instabilidade de frequência de seus osciladores V. F. O.. Muitos, como da série Delta 500/550, têm o comportamento dependente da unidade que se tem em mãos: podem correr a frequência para cima ao aquecer, outros para baixo, outros para cima e, depois mais aquecidos, correm para baixo e ainda outros são razoavelmente estáveis. Devido justamente a esse espalhamento de comportamento, fica difícil se desenvolver uma solução única para todos apenas com substituição de componentes.

Um caso, pelo menos curioso, é a utilização de diodo retificador da série 1N4001 (ou similar) como varicap! É claro que esse diodo, inversamente polarizado, possui características de varicap, mas sua fabricação, não tendo essa finalidade, não se preocupa com a estabilidade térmica de seus parâmetros de varicap. Assim, fica um projeto muito difícil de não ter grande espalhamento em escala industrial!

A idéia de um projeto, para a estabilização da sua frequência, tinha de apresentar certas características básicas, a saber:

- 1 – ser barato, não comprometendo muito o preço total do equipamento.
- 2 – ser de muito fácil instalação, sem a necessidade de muitos conhecimentos técnicos, podendo então ser fornecido a radioamadores em todo o Brasil, esses mesmos executando o trabalho.
- 3 – ser projetado com componentes de fácil aquisição no mercado, sem a necessidade de importação especial.
- 4 – independer do ‘tipo’ de instabilidade apresentada pelo equipamento, servindo para todos eles.
- 5 – ter qualidade de montagem e projeto que lhe garantam um MTBF (tempo médio entre falhas) razoavelmente alto, para não necessitar de consertos periódicos.
- 6 – ocupar o menor volume possível, para não interferir nem ser interferido por outros circuitos elétrica e mecanicamente (eventualmente pode ser até utilizado em outros rádios com V. F. O., diferentes dos Delta’s).
- 7 – baixo consumo
- 8 – baixo nível de geração de espúrios na recepção.
- 9 – cobrir todo o alcance de frequência de todos os modelos do Deltão.

Para satisfazer os itens 1, 3, 7 e 8, foi escolhida a série C-MOS de integrados comuns discretos (contadores, portas, etc) de plástico de 16 ou 14 pinos. Para o item 2, a instalação, como será visto mais tarde, usa apenas chave de fenda, alicate e soldador e poucas soldas são executadas. O item 4 foi satisfeito pelo tipo de solução escolhida. Para a satisfação do item 5, foram usados componentes da melhor qualidade possível, placa de circuito impresso de fibra de vidro, com dupla face e furos metalizados, com máscara de solda e silk-screen dos componentes. Aqui alguém poderia perguntar se isso não contribuiria para dificultar o item 1. A resposta é sim, mas o aumento de custo compensaria para satisfazer ao MTBF, pois só a remessa e retorno via correio do sistema para um eventual conserto custaria muito mais que a diferença a mais devida à qualidade.

Existe há muito tempo um circuito estabilizador de osciladores muito conhecido, inventado por um radioamador holandês (vide artigos sobre ele na revista Radio Communications da RSGB) e chamado de ‘huff and puff’, muito mais simples, barato e de mais fácil operação que o meu, mas com certa restrição: se o V.F.O. é muito instável ou varia muito rapidamente, podem ocorrer saltos de frequência durante a operação; como eu não sabia, a priori, quais instabilidades eu iria encontrar pela frente em todo o país, resolvi não arriscar. O sistema ‘huff and puff’ não necessita de nenhuma ação do operador (o meu sistema necessita) e foi utilizado durante algum tempo até por equipamentos profissionais, como alguns medidores de laboratório!

## **O MEU PROJETO:**

Para a satisfação plena do item 4, o meu projeto possui uma chave de 2 posições e dois frequencímetros (sem nenhum ‘display’ da frequência). Na posição 1 da chave, o frequencímetro está medindo a frequência do V. F. O.. Nessa situação o radioamador está ‘corujando’, procurando a frequência em que deseja trabalhar. Uma vez esta escolhida, ele muda a posição da chave. Nesse instante, o primeiro frequencímetro pára de medir logo

após completar o ciclo de medida memorizando os dígitos da frequência medida e o segundo freqüencímetro passa a medir a frequência do V. F. O.. A cada ciclo de medida, a frequência observada pelo segundo freqüencímetro é comparada com a armazenada no primeiro. Se a segunda for maior que a primeira, o V. F. O. é forçado a baixá-la e vice-versa. Dessa forma, como nenhuma consideração sobre o tipo de instabilidade foi levada em conta, o sistema estabiliza o V. F. O. de qualquer unidade.

O circuito constitui, em instância final, um P.L.L. especial.

Para os freqüencímetros, foram utilizados os contadores binários 4516B (ou equivalente)<sup>1</sup>, no total de 12 CI's; um oscilador a cristal 4060B, uma porta 4001B e 2 duplos flip-flop's tipo 'D' 4013B, um como 'pré-scaler' e o outro como comparador de fase. O último CI é um regulador de tensão 78L15<sup>2</sup>. A escolha da procedência dos CI's, mormente os 4516B e os 4013B, deve ser criteriosa. Muitos CI's do mercado não operam até a frequência estipulada nos manuais (devem ser refugos de fábrica que funcionam, mas não passaram nos testes de qualidade). Dessa forma, as marcas que não apresentaram problemas comigo foram a RCA (não muito comuns atualmente), a GOLDSTAR e a MOTOROLA. Encontrei uns que parecem ser da NATIONAL pelo logotipo, mas são os piores de todos (provavelmente ou os piores refugos ou falsificados realmente!). Na verdade, encomendei de uma importadora paulista aquelas 'tripas' plásticas com dezenas de CI's cada, com procedência garantida (lembrem-se do item 5 acima). Não há, aqui, nenhuma intenção de fazer propaganda a favor ou contra nenhuma marca, mas apenas informar o que eu encontrei nas lojas de eletrônica na cidade do Rio de Janeiro, para ajudar os leitores na escolha dos componentes.

Nenhum outro componente é crítico para o projeto.

O padrão de estabilidade do sistema global é dado por um cristal. Aqui veio uma 'idéia luminosa': um cristal oscilador comum, de corte AT, é um elemento caro, de volume razoavelmente grande (vide item 6) e demorado para ser cortado, se for o caso. Optei por utilizar um cristal de 32.768 Hz, usado nos relógios digitais (de pulso e até de parede), que por ser um tipo garfo (diapasão), apresenta-se muito compacto. Mas (na época!) como conseguir esses cristais? A resposta é simples: não conheço ninguém que não tenha em casa pelo menos um relógio de pulso eletrônico pifado! (normalmente esquecido numa gaveta!). Tais relógios de pulso se estragam com corrosão por vazamento das baterias, maus contatos, chip pifado, etc, mas muito raramente por defeito no cristal (que pode ocorrer se o relógio se estragou após um tombo). Dessa forma o interessado me mandava um relógio pifado e eu retirava o cristal e o aplicava na sua placa estabilizadora! A coisa ficou muito barata para o interessado que aproveitou algo que iria para o lixo e o circuito, além de barato, ficou pequeno (a retirada do cristal tem de ser executada com cuidado para não danificá-lo mecanicamente ou por superaquecimento, já que é soldado no relógio. Por isso EU o retirava e pedia para o interessado não tentar fazê-lo).

O diagrama do circuito impresso em duas faces é apresentado nas Figura 1a e 1b. Como tem uma densidade de linhas relativamente alta, sua execução pode ser um tanto difícil para alguns interessados. Essa densidade grande é necessária para satisfazer os itens 6, 8 e 9 acima. Linhas muito longas, além de criarem maior volume, irradiam com maior eficiência e fazem a frequência máxima de operação cair pela maior capacitância distribuída. O diagrama elétrico está na Figura 2.

É claro que não há a necessidade de furos metalizados, podendo-se utilizar pedaços de fio ou mesmo as pernas dos componentes para se levar o sinal de um lado para o outro da placa impressa. O custo cai muito assim porque a placa impressa pode ser feita pelo próprio interessado (que possua recursos para isso, claro)<sup>3</sup>. Não há necessidade também de se usar fibra de vidro como material básico da placa. Isso facilita, e muito, a furação da mesma, por não exigir brocas de dureza especial (se for o interessado o executante da placa).

Aqui cabe um parêntesis: eu parei de fornecer a placa (que era enviada ao interessado montada, testada e pronta para ser instalada) porque, devido ao menor preço das placas impressas (eu não podia produzi-las por possuírem furos metalizados) conseguido na empresa executante com quantidade de 50 placas por vez, nos 320 pontos de solda por placa, eu tinha de soldar 16.000 pontos por conjunto de 50 placas! (vocês já executaram a mão a soldagem de 16.000 pontos alguma vez na vida? Imaginem o que é isso! E foram vários conjuntos de 50 placas!).

---

<sup>1</sup> Binário porque, não existindo a necessidade de se mostrar a frequência, o circuito fica muito mais compacto. Os equivalentes da MOTOROLA têm mais um algarismo 1 na frente. A série A dos C-MOS não serve para esse projeto (por exemplo, 4001A).

<sup>2</sup> A tensão de 15V foi escolhida para que as cadeias contadoras funcionassem com garantia até 7 Mhz.

<sup>3</sup> Existem no Brasil algumas empresas que fornecem todo o recurso necessário à confecção de placas impressas, desde o desenho, com programa de computador em CD, até substâncias como tintas, corrosivos, etc, deixando ao usuário o encargo de adquirir no mercado os outros recursos simples como álcool, esponja, placa de vidro, lâmpadas, etc.

ATENÇÃO: LADO DOS COMPONENTES !

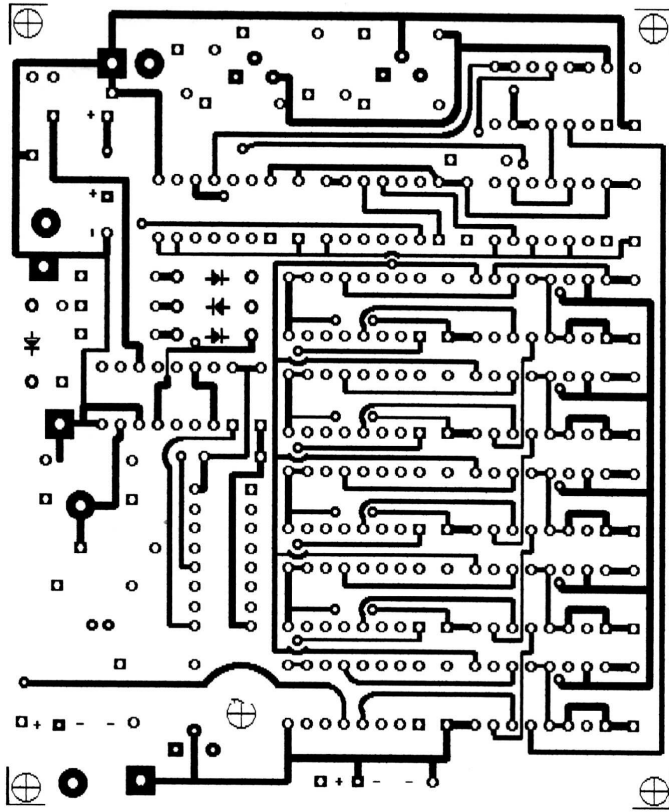


Figura 1a

está 'amarrado').

#### COMENTÁRIOS FINAIS:

Se seu Deltão não for extremamente instável, é possível que você consiga estabilizar sua frequência usando o circuito 'huff and puff' referido. Nunca tentei, já que nunca possuí um Deltão. O circuito original foi projetado com integrados da série TTL 74XX que, apesar de atingirem frequências muito maiores que os CMOS comuns da série 4000, consomem muito mais corrente, gerando, por isso, muitos espúrios difíceis muitas vezes de se eliminar.

Aqui cabe um comentário. Eu montei, para os testes, um oscilador semelhante (em frequência) ao V. F. O. do Deltão com estabilidade propositalmente muito pior que a deste último (eu consegui!), isso para garantir que, se meu circuito estabilizasse meu oscilador, o faria também com o do Deltão. Mas eu não possuía nenhum desses rádios para os testes reais, isto é, da operação no próprio transceptor (testes de estabilidade, espúrios, etc tinham de serem efetuados no próprio rádio para serem válidos). O saudoso Santos, o então PY1YM, sem pestanejar, se ofereceu para me emprestar o seu próprio rádio como cobaia! (sinceramente, você faria isso, sem me conhecer muito bem, como era o caso dele na ocasião?). Eu aceitei, o trouxe para minha residência, instalei o estabilizador e o devolvi funcionando (imaginem: ele me agradeceu por eu ter deixado de graça uma unidade do estabilizador no rádio dele!).

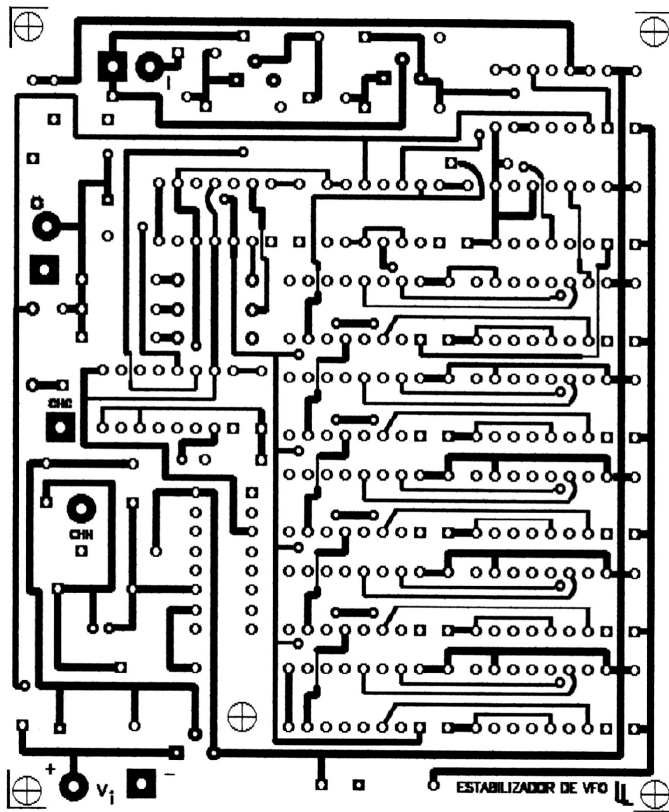
Ele foi uma grande propaganda do circuito nas faixas e, portanto, o 'culpado' por eu ter executado milhares de soldas! Há pessoas que me surpreendem pela simplicidade e companheirismo! Portanto, usuários do meu

A chave que libera e estabiliza a frequência, para não ter de se furar o painel do rádio, foi colocada no próprio controle do clarificador, isto é, o potenciômetro deste foi substituído por um idêntico em resistência, porém do tipo 'push-button', em que, puxando-se/empurrando-se o knob do mesmo para fora/dentro, se comanda uma chave existente na sua parte posterior.

A estabilidade resultante da aplicação do circuito é muito grande, fazendo do Deltão o rádio de V. F. O. (isto é, não sintetizado) mais estável das faixas (pasmem, senhores!). Há um colega do sul do Brasil (na época era um PU3) que fazia rádio pacote com o Delta dele, algo que necessita extrema estabilidade (rádios com V. F. O. importados deixam a desejar nesse modo de operação!).

Se, depois de acionada a chave para estabilização, o operador esbarrar no knob de frequência do rádio, fazendo-a subir ou descer, digamos, 10 kHz, a frequência volta rapidamente à anterior (ela fica amarrada, dentro de grandes limites, à armazenada na primeira cadeia contadora). Assim, mesmo o uso do clarificador fica impossibilitado com a chave na posição de estabilização (por ele atuar também sobre o V. F. O. que

**ATENCAO: LADO DAS SOLDAS !**



estabilizador: agradeçam ao Santos, pois, sem ele o processo global de colocação do circuito na prática teria sido muito penoso e demorado, senão impossível.

Figura 1b

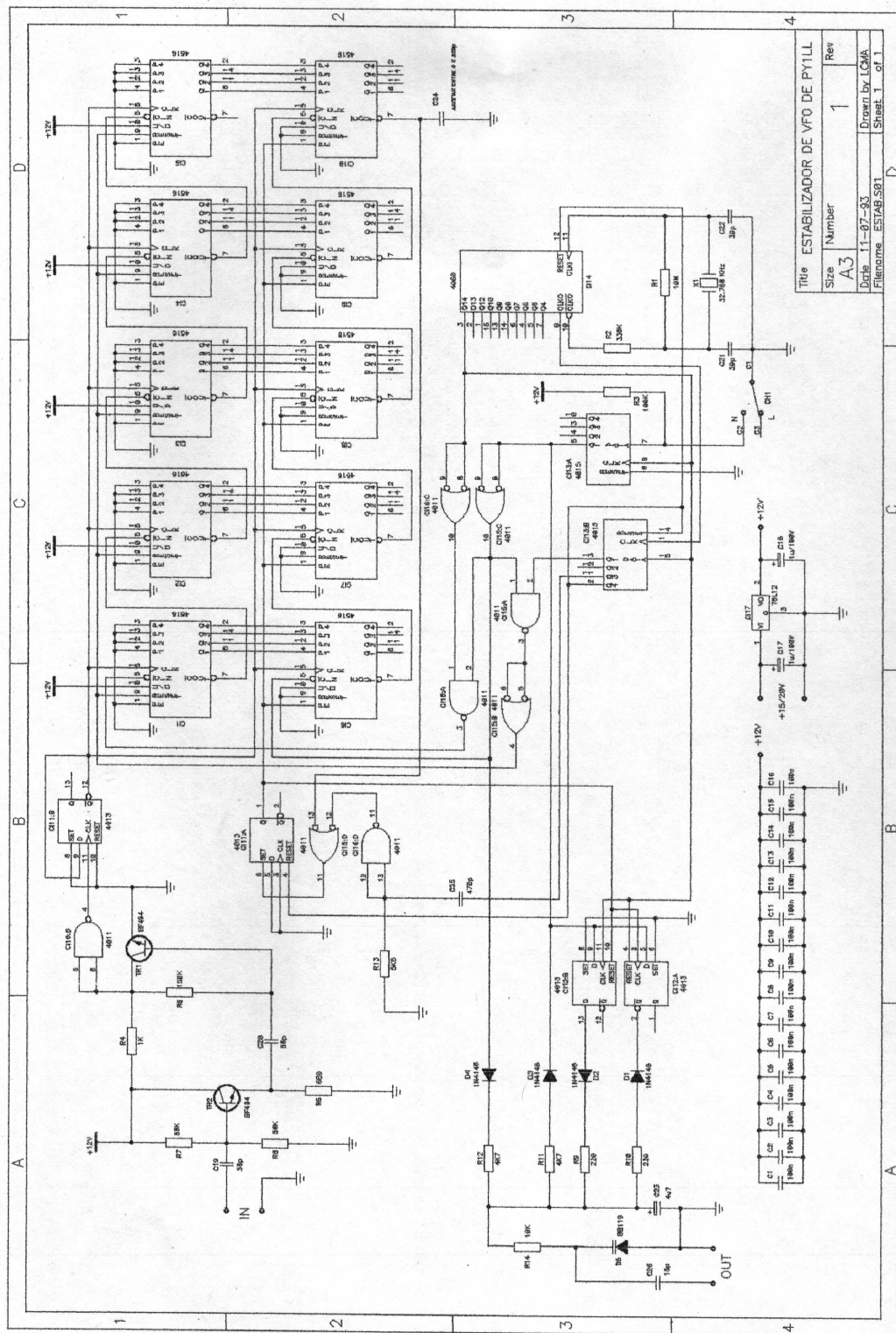


Figura 2