

# O.F.V. TRANSISTORIZADO DE ALTA ESTABILIDADE

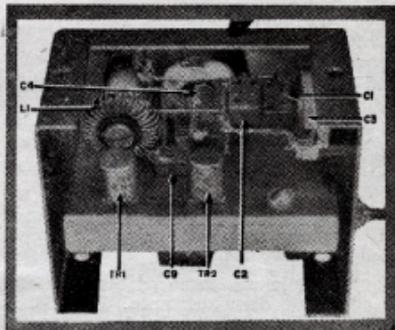
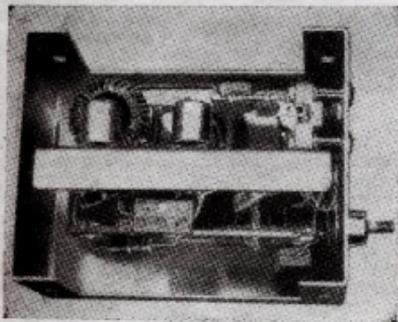
Os transistores podem ser utilizados com vantagem em quase todos os circuitos, com a possível exceção das aplicações de alta potência e alta frequência. Outra exceção era o oscilador de frequência variável transistorizado: até recentemente, era difícil obter-se estabilidade com potência de saída razoável numa frequência utilizável.

Há diversos problemas, em um projeto de oscilador de frequência variável, que são específicos dos circuitos com transistores. Por exemplo, é relativamente fácil fazer uma compensação de temperatura em um oscilador de frequência variável (também conhecido por V.F.O., das iniciais

em inglês de "variable frequency oscillator") a válvula, uma vez que esta e o equipamento associado fazem com que a temperatura fique em um valor elevado e razoavelmente constante. Os circuitos transistorizados funcionam praticamente na temperatura ambiente e são, conseqüentemente, afetados pelas condições externas.

Outro problema é o relativo a alterações da temperatura de junção. Quando o transistor é energizado, a corrente passa através da resistência de junção e cria calor. A temperatura da junção altera a capacitância do coletor, o que, por sua vez, desvia a frequência do oscilador. Esta pequena quantidade de calor não é irradiada

Outra vista interna, podendo-se observar a bobina de sintonia L2 empregada.

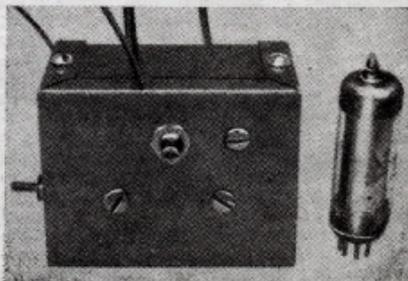


Vista interna do oscilador, vendo-se a bobina toroidal.

Por  
DONALD L. STONER  
W6TNS

Como montar um oscilador compacto de alta estabilidade para a faixa de amadores, adequado para excitar a maioria dos equipamentos de F. L. S. e padrões de frequência.

Vista externa da unidade transistorizada comparada com uma válvula miniatura.



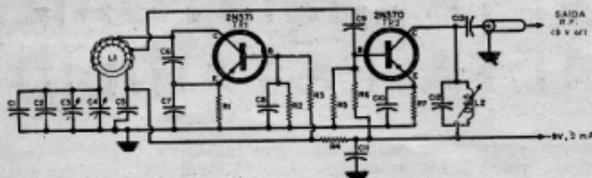


FIG. 1 — Circuito do oscilador transistorizado de alta estabilidade empregado pelo Autor.

#### LISTA DE MATERIAL

##### TRANSISTORES

- TR1 — Transistor de "desvio" p-n-p (RCA 2N371)  
 TR2 — Transistor de "desvio" p-n-p (RCA 2N370)

##### RESISTORES (todos ½ W)

- R1, R7 — 1 000 Ω  
 R2 — 3 900 Ω  
 R3, R6 — 47 000 Ω  
 R4 — 470 Ω  
 R5 — 3 300 Ω

##### CAPACITORES

- C1 — 100 μμF, mica prateada  
 C2 — 50 μμF, mica prateada  
 C3 — 4,5-25 μμF, ajustável, rotativo  
 C4 — 20 μμF, variável, modificado (ver texto)  
 C5, C8, C10, C11 — 0,005 μF, cerâmica de disco

- C6, C12 — 24 μμF, mica prateada  
 C7 — 510 μμF, mica prateada  
 C9 — 30 μμF, mica prateada  
 C13 — 470 μμF, cerâmica de disco

##### DIVERSOS

- L1 — Bobina toroidal, 41 espiras de fio esmaltado n.º 24 em enrolamento cerrado sobre uma fôrma toroidal de núcleo de ferrite de 17 mm. Tomada na espira n.º 16 para TR1, e na espira n.º 10 para TR2, a partir da extremidade "fria". (Pode ser utilizada a fôrma Miller n.º 7 501)  
 L2 — 36 espiras de fio esmaltado n.º 36 com enrolamento desordenado sobre uma fôrma com núcleo de ferrite de 21 mm de diâmetro (pode ser usada a fôrma Miller n.º 7 502)  
 1 Caixa para chassi de alumínio de 67 × 54 × 41 mm

para os componentes do circuito tanque, não sendo possível artifícios de compensação de temperatura.

Há ainda um outro problema bastante curioso e desconcertante. Experiências iniciais (Fig. 3) usando transistores de baixo custo trouxeram à luz um efeito surpreendente. O sinal do oscilador transistorizado parecia ter uma modulação superposta à portadora, em comparação com o sinal equivalente de um oscilador a válvula. A única maneira de se descrever o som resultante era dizer que ele parecia "gargarejar". Não há dúvida que o nível era baixo, mas ainda suficiente para ser notado quando o sinal era detetado por um receptor de boa seletividade. Tal oscilador não seria satisfatório para aplicações em faixa lateral singela ("SSB") ou em aplicações de padronização de frequência. A razão deste efeito ainda não nos é muito clara, mas parece ser consequência da chegada desordenada de portadoras no coletor. Este efeito não foi notado com osciladores transistorizados controlados a cristal ou quando o oscilador de frequência variável era detetado com um receptor de faixa larga. Podemos presumir,

portanto, que a natureza desordenada das portadoras produz uma componente de frequência modulada devido às rápidas variações na capacitância do coletor.

Em comparação com uma válvula, o transistor é um dispositivo de baixa impedância. O circuito tanque do O.F.V., que deveria ser de alto "Q" para melhor estabilidade, não satisfaz a esta exigência. A não ser que os elementos do transistor sejam "derivados" na bobina tanque (para se obter um casamento de impedâncias), o transistor irá "carregar" a bobina e reduzir sua estabilidade. Os circuitos amplificadores-separadores ("buffer amplifiers") podem também afetar o oscilador, uma vez que têm pouco isolamento entre a entrada e a saída, semelhantemente a um triodo.

Estávamos prestes a desistir, quando encontramos em uma publicação especializada um artigo referente a um O.F.V. de alta estabilidade.

O circuito apresentado na Fig. 1 é uma variação do mesmo, com algumas modificações. Além disto, seu volume foi reduzido a cerca da quarta parte pelo emprego de componentes miniaturizados. Em todos

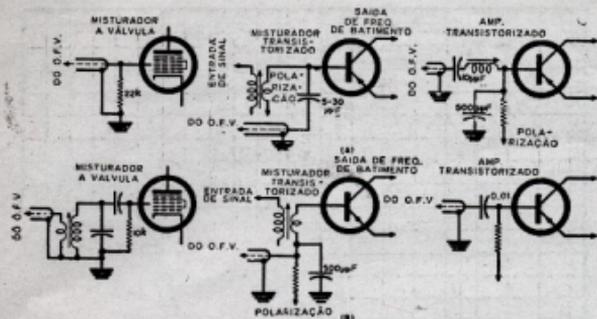


FIG. 2 — Circuito de acoplamento para utilização no O.F.V. (A) circuitos utilizando linhas curtas de alta impedância. (B) circuito usando linhas mais longas e acoplamento por ele.

os aspectos o desempenho deste O.F.V. supera o de seu equivalente a válvula, à exceção da potência de saída.

Verificou-se que o aquecimento da junção estava em relação direta com a corrente do oscilador e, consequentemente, com a amplitude da oscilação. Como o problema do aquecimento da junção não poderia ser superado, foi necessário “viver com ele”, e reduzir ao mínimo seu efeito. Por esta razão, a solução mais lógica foi a de se utilizar um oscilador de potência muito baixa juntamente com um amplificador-separador classe A. Foi utilizado um circuito tanque com um “Q” mais alto do que o normal, sendo a “tomada” de coletor feita próximo à extremidade “fria” da bobina. Assim, as variações na capacitância da junção não chegam a acarretar 50 c/s de desvio.

A modulação de corrente da capacitância do coletor, descrita anteriormente, continua a existir, mas não é audível em virtude do coletor (e as variações de sua capacitância) ficar derivado em um ponto de baixa impedância na bobina. Além disso, cremos que as excelentes características de alta frequência do tipo de transistor utilizado (transistor de “desvio”) também contribuem para a estabilidade geral do circuito.

#### DETALHES DO CIRCUITO

A bobina L1 é enrolada em um toróide de ferrite, sendo o valor do “Q”, sem carga, de aproximadamente 400. A tomada mais alta é na espira 16, de um total de 41 espiras. O emprêgo de um toróide (que tem um campo externo muito pequeno ou nulo) permite que o oscilador de frequência variável seja fisicamente compacto, uma vez que a bobina fica com menos de 2,5 cm de diâmetro, podendo ele ser montado a uma distância de apenas 3 mm do chassi metálico. Se fôssemos

tentar fazer isto com uma bobina convencional, a proximidade da chapa metálica iria reduzir o “Q” e causar desvio, devido ao aquecimento do chassi.

Os capacitores C1 e C2 são de mica prateada, enquanto C3 é um ajustável de calibração (“trimmer”) e C4 o de sintonia. A relação entre C4 e os outros capacitores determina a largura do “espalha faixa” (“bandspread”). A realimentação é efetuada entre o coletor e o emissor através do capacitor C3. C7 estabelece uma baixa impedância de emissor. A estabilização C.C. é proporcionada pelo resistor de emissor R1, de valor elevado. A polarização direta para o oscilador é obtida do divisor de tensão R2-R3.

A excitação para o amplificador classe A, TR2, é tomada de um ponto de baixa impedância na bobina do oscilador, sendo acoplado através do capacitor C9. A tomada de baixa impedância e o pequeno tamanho do capacitor de acoplamento (30  $\mu\text{F}$ ) isolam efetivamente a saída do separador do tanque do oscilador. Um isolamento adicional é obtido por meio do resistor de desacoplamento R4 no circuito de -B. A polarização direta para o

FIG. 3 — Oscilador de frequência variável transistorizado simples que tem todas as falhas mencionadas no texto.

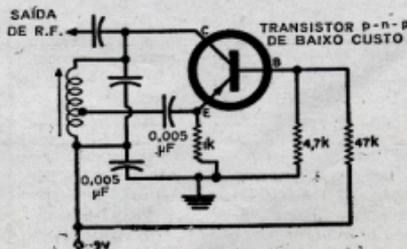
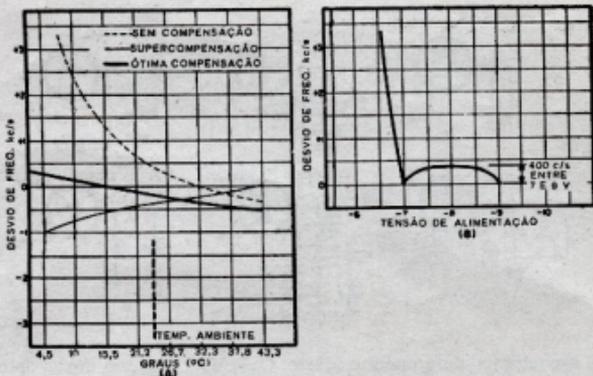


FIG. 5 — Gráficos mostrando a estabilidade de frequência em função da temperatura e tensão de alimentação. Os métodos de compensação utilizados estão descritos no texto. Pela adição de uma dosagem adequada de capacitores de coeficiente de temperatura negativo, o desvio de frequência que existe pode ser quase completamente neutralizado.



amplificador-separador é obtida através de um outro divisor de tensão, constituído de R5 e R6. O resistor R7 serve para degeneração C.C. no estágio de saída. O circuito tanque de saída consiste na bobina L2, nos capacitores C12 e C13, e na capacitância do cabo coaxial. Obtém-se aproximadamente 9 V de R.F. (eficazes), o que é mais que suficiente para os amplificadores a válvula ou a transistor e misturadores.

Cada transistor demanda aproximadamente 1 mA da fonte, o que permite operação do O.F.V. com bateria, mesmo

quando utilizado com um equipamento não portátil.

A estabilidade de tensão é surpreendente. Uma variação na tensão da fonte entre 7 e 11 V acarreta um desvio de frequência de 700 c/s. Um regulador de tensão Zener é desnecessário, mesmo em instalações móveis. O lide da bateria pode ser "manipulado" sem que ocorra centelha ou desvios.

A estabilidade mecânica, que decorre do tipo de construção adotado, é excelente. Um impacto com uma força de 5 G (5 vezes a aceleração da gravidade) não produz desvio perceptível na frequência. Fizemos recentemente uma demonstração desta unidade em um clube de rádio local. A frequência foi ajustada para fazer batimento zero com a estação WWV; depois o equipamento foi agarrado pelos seus lides e batido com força na mesa. Ouviu-se apenas um ligeiro pipilar no receptor, mas a frequência não saiu do batimento zero! Em consequência, este O.F.V. é ideal para operação móvel, podendo ser montado na coluna de direção de automóveis ou barcos (para controle remoto da frequência) sem efeitos prejudiciais.

Este pequeno oscilador está sendo utilizado por nós, normalmente, em conjunto com um excitador de faixa lateral singular nas faixas de 75 e 20 metros. Proporciona uma excitação adequada e ocupa um volume de aproximadamente 1/25 do oscilador de frequência BC-458 a válvula que ele está substituindo. No futuro pretendemos montar um excitador transistorizado para todas as faixas, e um transceptor.

#### CONSTRUÇÃO E PROVAS

Conforme pode ser visto nas fotografias, este oscilador é extremamente com-

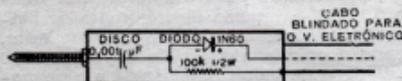
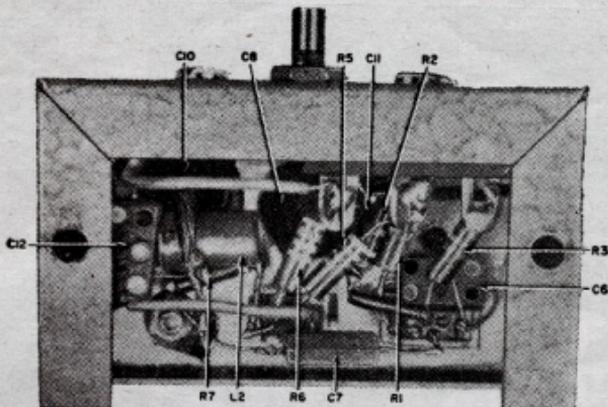


FIG. 4 — Ponta detetora de R.F. empregada.

Tabela 1 — Tabela de tensões. Os valores em cima são tensões de R.F. medidas com a ponta de prova. Os valores inferiores são tensões negativas obtidas com uma pilha de 9 V.

|            | C    | B    | E    |
|------------|------|------|------|
| TR1 (osc)  | 3,5* | 0    | 0,03 |
|            | 8,7  | 0,64 | 0,53 |
| TR2 (comp) | 9,4  | 0,12 | 0    |
|            | 9,0  | 0,54 | 0,48 |

Bobina L1: extremidade superior —4,5 V\*  
R.F.; tomada de TR2: —2,2 V\*  
\* Realmente melhor, mas reduzido devido à carga da ponta de prova.



Vista do chassi do lado do amplificador-separador. A maioria dos componentes está soldada em uma ponte de 3 terminais.

pacto, mas certamente não é projeto para um principiante. Não apresentamos aqui as dimensões exatas para a disposição das peças, porque o mais prático é ir verificando com os componentes no lugar. Damos, por outro lado, detalhes minuciosos do circuito, e por meio deles e das fotografias o montador não terá dificuldade em reproduzir esta unidade.

Este oscilador foi montado em uma caixa de alumínio com chassi de  $67 \times 54 \times 41$  mm. O tamanho é aproximadamente o de dois maços de cigarros comuns. Montamos na linha central da caixa um pequeno chassi de alumínio medindo  $60 \times 41$  mm (à exceção das beiradas de 6 mm) o qual é fixado por meio de dois parafusos 6/32. Este divisor serve de blindagem para isolar os circuitos sintonizados do oscilador e do separador. A bobina toroidal fica apoiada em um isolador de afastamento de porcelana, de 19 mm, e é instalada à direita do capacitor de sintonia. A bobina é colocada de maneira tal que a tomada do oscilador fica alinhada com o orifício, abaixo de TR1, para o lide do coletor, na blindagem. Fica também alinhado com a tomada para C9, de maneira que seu lide passa através de um orifício abaixo do separador TR2. O capacitor ajustável ("trimmer"), C3, é montado na beirada lateral. Um fio de massa comum corre do terminal de massa sob o isolador de porcelana para o rotor de C4 e o rotor de C3. O capacitor de disco C5 é ligado entre este terminal de massa e o lado "frio" de L1, com lides bastante curtos. Um outro fio comum corre do la-

do "vivo" de L1 para o estator de C4 e o estator de C3. Os capacitores fixos C1 e C2 são ligados entre estes dois fios comuns. Os suportes para TR1 e TR2 são montados no divisor, diretamente acima dos componentes do circuito tanque.

Olhando para o lado do amplificador do divisor você verá a maioria dos capacitores e resistores. Uma ponte de 3 terminais (o central em massa) é fixada sob a porca 6/32 da esquerda. O resistor R4 é soldado nos terminais extremos. O terminal da esquerda suporta os resistores R3, R4 e o fio que vai deste divisor até a junção de C5 e L1. Prêso ao terminal central (massa) você encontrará R1, R2, R5, C8 e C11. O terminal da direita é usado para suportar R6, C11 e o lide de L2. O capacitor C6 é ligado entre os pinos de emissor e coletor do suporte do transistor. O capacitor C7 é ligado ao pino de emissor e o suporte de soldagem adjacente até R2. R7 e C10 são ligados entre o emissor de V2 e o terminal de massa adjacente, que também serve para terminar a blindagem do cabo coaxial. O capacitor C12 é suportado pelos terminais da bobina. O capacitor C13 é ligado ao lide central do cabo coaxial por meio de um ponto de junção no ar. Os lides do cabo coaxial e de —B passam através de um orifício no divisor e um outro orifício na beirada da caixa do chassi. Estes dois orifícios têm apenas a largura suficiente para aceitar estes lides, evitando-se que fiquem frouxos perturbando o circuito do oscilador. O

(Continua à pág. 28)



## INSTRUMENTOS ELÉTRICOS DE MEDIÇÃO



Para corrente contínua e alternada. Um para cada finalidade.

# KRON



Voltímetros - escalas até 600 V  
Amperímetros - escalas até 50 A  
Miliamperímetros - escalas a partir de 3 mA

Dimensões mais comuns:

### QUADRADO:

60 mm de base  
52,5 mm de diâmetro do corpo

### REDONDO:

64,5 mm de diâmetro da base  
52,5 mm de diâmetro do corpo

# KRON

INSTRUMENTOS ELÉTRICOS S. A.  
Fábrica e escritório:

ALAMEDA DOS MARACATINS, 1.232  
(Indianópolis)

Correspondência: — Caixa Postal 5.306  
Telefones: 61-4858 e 62-2449

tam que as faces de porcelana atritem uma sobre a outra.

Um parafuso, porca e arruela galvanizados mantêm o dispositivo no lugar adequado. Assegure-se de que o parafuso fica um pouco frouxo nos ilhoses de porcelana e que a porca não fique muito apertada.

### GARRAFAS COMO ISOLADORES

Embora não seja uma escolha tão boa quanto os isoladores já descritos, garrafas de leite, cerveja ou refrigerantes muitas vezes podem ser usadas pelos amadores que têm engenho. Uma garrafa deste tipo pode ser enterrada no chão, pela metade, até o pescoço ou mesmo ser colocada em um pequeno bloco de concreto. A base do elemento radiante fica então sobre o gargalo, sendo mantido no lugar pelos "ombros" da garrafa.

A maior parte das garrafas de leite, por exemplo, tem tamanho adequado para suportar um elemento radiante feito de canos de drenagem de água de chuva com diâmetro de 5 cm. Seja qual for a solução que você tomar, não tente colocar o mastro da antena dentro do pescoço da garrafa de leite. A pequena vibração, mesmo de um mastro bem estaiado, fará com que a garrafa se quebre.

□ 122(66)

### O. F. V. TRANSISTORIZADO ...

(Continuação da pág. 17)

retorno de +B é feito pela caixa metálica.

O cabo coaxial merece uma menção especial porque faz parte do circuito sintonizado de saída. Utilizamos em nosso modelo um pedaço de 25 cm de cabo Amphenol n.º 21-598 "subminax". Se for utilizado um outro tipo, lembre-se que a impedância (50  $\Omega$ ) não é tão importante quanto a capacitância por metro. Se forem necessários mais do que 50 cm de cabo, deve ser usado um elo na bobina de saída L2 ("link"). Vemos na Fig. 2 o acoplamento do cabo em vários circuitos. Em qualquer caso, a bobina L2 deve ser sintonizada na frequência de operação.

Uma ponta de R.F. será útil para testar a operação deste O.F.V. O circuito apresentado na Fig. 4 foi utilizado por nós juntamente com um voltímetro a válvula Heath V7-A. O medidor indica a tensão de R.F. eficaz devido a perdas no circuito. A resposta de frequência é bastante boa até cerca de 60 Mc/s. A tabela

# QRX CARO COLEGA!

PY2ED

Constate, pessoalmente, que as novas idéias sobre equipamentos de comunicações são encontradas em:

PY2PC

## Henrique de Castro e Filho Ltda.

O Maior Revendedor de Aparelhos Novos e Usados

- Transmissores e receptores DELTA
  - Conversores A.R.S.
    - Relés METALTEX
    - Produtos ASON
  - Antenas A. M. B., Maria Maluca e Telestar
  - Válvulas para transmissão
  - Acessórios em geral.

**DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS PARA TODO O BRASIL  
DO AMPLIFICADOR LINEAR "MARCOL"**

Av. S. João, 1 387 — Fone: 51-1056 — SÃO PAULO

de tensões (tabela 1) fornece as tensões de R.F. (superior) e C.C. (inferior) que devem ser encontradas no O.F.V.

Com os valores apresentados na lista de material o O.F.V. deve cobrir uma faixa de 0,3 Mc/s em qualquer ponto entre 4,5 e 5,5 Mc/s. Foram removidas placas de C3 (originalmente com 30  $\mu\text{F}$ ) para limitar o O.F.V. a esta faixa. Faixas de frequência mais baixas podem ser cobertas adicionando-se mais espiras a L1 e L2 e deslocando as tomadas para cima uma ou duas espiras. Se for desejada maior ou menor cobertura de frequência, você pode aumentar ou diminuir o tamanho de C4. Os capacitores C1 e C2 devem ser reduzidos ou aumentados também (se uma grande variação for feita no tamanho de C4), para manter a capacitância total em 200  $\mu\text{F}$ . Recomenda-se o mínimo de substituições de componentes. Como frequentemente acontece, o coeficiente de temperatura de um componente pode compensar o desvio em outro.

### OBSERVAÇÕES A RESPEITO DA BOBINA DO OSCILADOR

Nada há de mágico a respeito da bobina toroidal (L1). O fato das linhas de força ficarem mais restritas ao núcleo per-

mite que ela seja construída como uma unidade mais compacta. Entretanto, se você não tiver preocupação a respeito do tamanho, é possível utilizar componentes comuns. Construímos, por exemplo, uma bobina para 5 - 5,2 Mc/s, enrolando 18 espiras de fio esmaltado n.º 22, em enrolamento cerrado, em um bastão de polistireno rígido de 2,54 cm de diâmetro, com uma tomada na espira n.º 7. Usando esta bobina foi possível ligar o coletor do oscilador e o capacitor do amplificador (C9) à mesma tomada. O oscilador de frequência variável, usando esta bobina, foi encerrado em uma caixa de 10 x 12,5 x 15 cm, com a bobina do oscilador colocada tão próxima ao centro da caixa quanto possível.

O oscilador pode também ser utilizado na faixa de 3,8 - 4 Mc/s. Foi para isto feita uma outra bobina com 28 espiras de fio esmaltado n.º 22, com enrolamento cerrado, na mesma forma, mas com uma tomada localizada na décima espira a partir da extremidade derivada. Foi necessário ligar um capacitor de 100  $\mu\text{F}$  em paralelo com L2 para baixá-lo para 4 Mc/s.

Você poderá observar que não há componente de compensação de temperatura neste O.F.V. Os gráficos de desempenhos da Fig. 5 mostram que o desvio pode ser