

O Oscilador de R.F. nos Receptores Transistorizados*

P. BROSSARD

Uma exposição clara sobre um tema importante, raramente focalizado na imprensa técnica.

UM receptor de radiodifusão transistorizado, assim como um receptor a válvulas, poderia basear-se na simples amplificação direta dos sinais modulados captados por sua antena ou bobina captadora. Tal é o caso dos pequenos receptores com reduzido número de estágios, cuja montagem tem sido proposta diversas vezes nesta e em outras revistas especializadas. Com estes receptores, em geral, não se pretende captar senão as estações locais ou as mais possantes. Entretanto, desde que se exija do receptor um desempenho superior, particularmente no que concerne à seletividade e à sensibilidade, já se tornou consagrado o princípio da conversão de frequência. Para aplicação deste princípio, há necessidade de gerar um **sinal local** que, misturado ao **sinal de entrada**, produz um terceiro sinal, de frequência constante, chamada frequência intermediária (F.I.).

Nos receptores a válvulas, a conversão de frequência se realiza em uma válvula de dupla função, com seis eletrodos. Com o transistor, as duas funções devem ser asseguradas com apenas três eletrodos: o emissor, a base e o coletor. Na época do desenvolvimento desta nova tecnologia — o circuito *tr.r.s* transistorizado — não foi possível, portanto, adotar os circuitos mais modernos desenvolvidos até então com o emprego das válvulas múltiplas. Felizmente, os projetistas de circuitos tinham a lembrança de que os circuitos para a rádio-recepção, antes do advento das válvulas múltiplas, tiveram que se contentar, durante muito tempo, com um só tipo de válvula — o triodo. Este, como o transistor, não dispunha senão de três eletrodos. Como esta válvula permitira perfeitamente a realização de circuitos conversores de frequência, houve apenas a necessidade de adaptar os princípios utilizados com

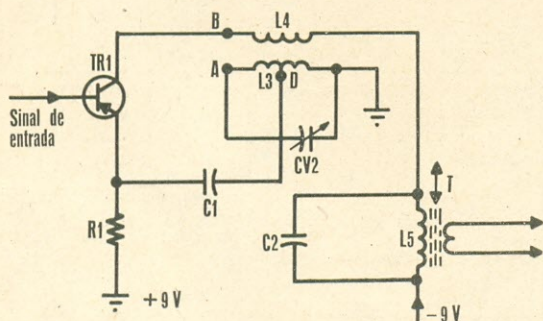
a válvula triodo aos circuitos transistorizados. Dizemos "adaptar", porque é preciso não perder de vista as diferenças fundamentais entre uma válvula eletrônica e um transistor.

Na Fig. 1, temos o circuito básico de um conversor de frequência com transistor. A base do transistor recebe o sinal de entrada. O sinal local é gerado pelo oscilador, que utiliza o coletor e o emissor, assim como as bobinas L3 e L4 e o capacitor variável CV2. O primário do primeiro transformador de F.I. (T) constitui a bobina L5. Vê-se que, em contraste com o que acontece com a válvula, um mesmo eletrodo do transistor deve desempenhar duas funções: o coletor, que pode ser assimilado ao anodo de uma válvula, representa ao mesmo tempo o anodo da seção triodo da válvula misturadora, pois faz parte do oscilador local, e o anodo da seção heptodo da válvula, pois está em ligação com o transformador T. Somos assim levados a dispor L4 e L5 em série.

O coração do circuito oscilador local é o circuito ressonante L3-CV2. Recordemos brevemente que um tal circuito, desde que o seu equilíbrio elétrico seja perturbado, comporta-se como um pêndulo deslocado de seu ponto de repouso. O movimento de vaivém do pêndulo corresponde a uma corrente alternada no circuito ressonante. Entretanto, devido ao inevitável amortecimento, as oscilações diminuiriam progressivamente de amplitude e acabariam por cessar completamente, se um novo "impulso" não fosse dado regularmente. É aí que entra em cena a bobina L4, acoplada indutivamente a L3. Utilizam-se, como na válvula, as propriedades amplificadoras do transistor e a transferência para o circuito de emissor de parte da tensão que se desenvolve no circuito de coletor. Para que a oscilação seja permanente, é preciso que a energia entregue ao circuito sintonizado o seja no sentido correto e, para isso, as ligações das bobinas L3 e L4 devem ser feitas de tal forma que os pontos A e B da Fig. 1 estejam **em fase**. As variações de tensão no ponto A são transmitidas por C1 ao emissor. Como o potencial na base não varia (na ausência de sinal de entrada), segue-se uma modificação de tensão entre base e emissor, ou seja, uma variação na tensão de entrada do transistor. Daí resulta uma variação na corrente de coletor. Dado o acoplamento indutivo entre L4 e L5, as variações na corrente de coletor induzem uma corrente no circuito ressonante.

O esquema da Fig. 2 mostra que também é possível realizar um circuito oscilador transistori-

FIG. 1 — Circuito básico de um conversor de frequência transistorizado. O funcionamento é explicado no texto.



(*) Radio Télévision Pratique, nº 1.183.

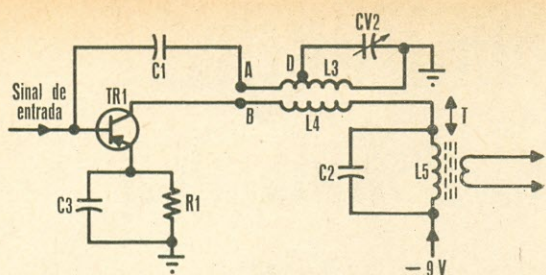


FIG. 2 — Variante de conversor transistorizado. Observe-se, em comparação com a Fig. 1, a presença de um capacitor de passagem no circuito de emissor. Isto equivale a dizer que o emissor se encontra na massa para o sinal de R.F.

zado acoplado indutivamente os circuitos de coletor e de base. Assimilando esta à grade de uma válvula, percebemos uma grande semelhança entre o circuito da Fig. 2 e o correspondente a válvula. Entretanto, tal circuito está sendo apresentado em segundo lugar porque o anterior é usado mais frequentemente nos receptores convencionais. Dissemos, por outro lado, que o circuito transistorizado difere em sua realização do circuito a válvula. Observemos de início, no circuito da Fig. 1, que o resistor de emissor, R1, não é desacoplado: de fato, como uma tensão de R.F. deve se desenvolver sobre este resistor, um capacitor de passagem em paralelo poria em curto o sinal de R.F. e impediria a manutenção das oscilações. Ao contrário, na Fig. 2, o resistor R1 é desacoplado por C3, pois o emissor não toma parte no mecanismo de manutenção das oscilações.

Um outro detalhe diz respeito aos níveis de impedância dos circuitos de base e de emissor do transistor, que são muito baixos. Eles imporiam ao circuito ressonante L3-CV2 um amortecimento excessivo, pondo virtualmente em curto-circuito a tensão de R.F. que se desenvolve na bobina L3 do circuito ressonante. Eis porque se observa, na Fig. 1, uma derivação na bobina L3 (ponto D), para ligação ao circuito de emissor. Na Fig. 2, a parte AD da mesma bobina constitui igualmente um enrolamento de baixa impedância, para acoplamento do circuito de emissor ao circuito ressonante propriamente dito. A impedância do capacitor de acoplamento de R.F., sempre pelas mesmas razões, deve ser bem menor no circuito transistorizado. Isto equivale a um valor de capacitância bem mais elevado: 0,010 μ F, em contrapartida aos 50 pF no circuito a válvula.

Podemos agora estabelecer o esquema completo de um estágio conversor de frequência transistorizado (Fig. 3). Ao mesmo tempo, veremos como se faz a comutação para passar de uma faixa de frequências a outra, tomando como exemplo um receptor simples para a recepção em duas faixas. A antena incorporada ao circuito consiste em um bastão de ferrita F, sobre o qual foram feitos quatro enrolamentos, dois para cada faixa. Cada grupo compreende um primário, P1 ou P2, e um secundário, S1 ou S2. O primário a ser usado é selecionado

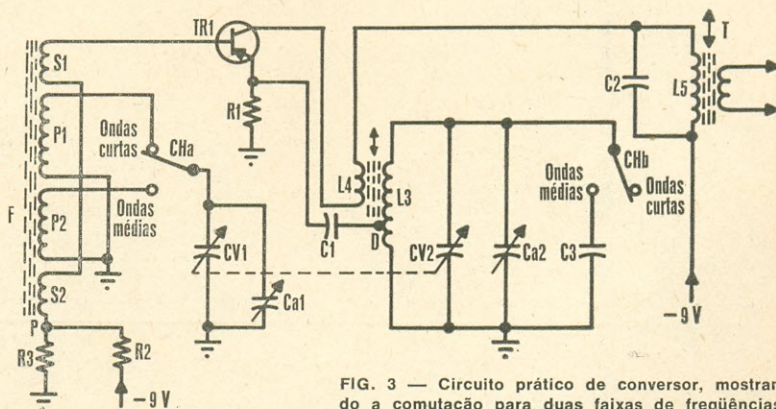


FIG. 3 — Circuito prático de conversor, mostrando a comutação para duas faixas de frequências.

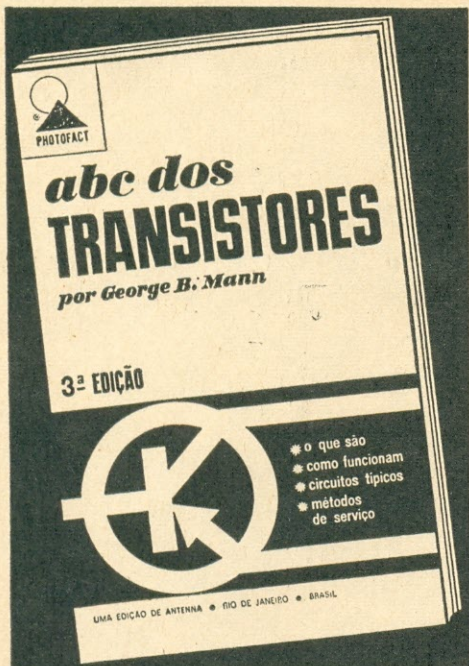
pela chave seletora e forma com o capacitor variável CV1 um circuito ressonante sintonizado na frequência do sinal de entrada. O secundário correspondente a este primário está a ele acoplado indutivamente e comporta um pequeno número de espiras, para permitir o devido casamento de impedâncias, como já foi explicado. Ele acopla o sinal de entrada à base. Os dois secundários permanecem ligados em série e dispensam comutação. Através deles passa a tensão contínua de polarização, obtida no ponto P, por meio de um divisor de tensão resistivo (R1 e R2) ligado à fonte de alimentação. Encontramos a seguir os componentes do oscilador local, com mais uma seção da chave seletora de faixa. Na posição correspondente a ondas médias, o capacitor suplementar C3 é posto em paralelo com CV2. Com este circuito, é possível usar uma só bobina L3 para ambas as faixas, enquanto no oscilador a válvulas eram necessárias duas bobinas distintas. Os capacitores CV1 e CV2 são acoplados mecanicamente e comandados simultaneamente pelo botão de sintonia do receptor. Cada capacitor variável é munido de um pequeno capacitor (compensador) em paralelo (Ca1 e Ca2), utilizado na calibração dos circuitos sintonizados.

Uma outra diferença em relação aos circuitos a válvulas reside no fato de que os capacitores variáveis não são idênticos. CV1 tem capacitância maior e uma lei de variação diferente. Este fato pode ser constatado pela observação da forma e do espaçamento das chapas nos dois variáveis, em um receptor comercial.

No circuito do conversor de frequência com um só transistor, vimos que o sinal local se superpõe, no circuito de coletor, ao sinal de entrada, sendo este último beneficiado com a amplificação proporcionada pelo transistor.

É possível realizar uma montagem mais elaborada, com dois transistores (Fig. 4): um misturador, TR1, e o outro oscilador, TR2. O primeiro equivale à seção heptodo da válvula conversora, e o segundo, à seção triodo. Como no caso da válvula, é preciso que o sinal local seja injetado em um circuito do transistor misturador, TR1. Examinando a parte superior da Fig. 4, encontramos uma bobina de antena análoga à F da Fig. 3, com seu primário P e secundário S. Completam o circuito ressonante de entrada o capacitor variável CV1 e seu compensador Ca1. (Foi representada uma única faixa de frequências, para não congestionar o esquema.) A base de TR1 está ligada a um dos terminais do enrolamento secundário S, recebendo desse modo o sinal de entrada a ser amplificado. Por outro lado,

(Continua à pág. 490)



Esta é uma nova edição do excelente livro da mundialmente conhecida coleção "Photofact".

Escrito por um especialista na vulgarização de assuntos técnicos — Jorge B. Mann — o livro ABC DOS TRANSISTORES é o melhor veículo, em português, para o ensino fundamental dos semicondutores. Com clareza e exatidão, o Autor mostra o que de fato interessa ao estudante e ao técnico saber sobre o funcionamento dos transistores e os circuitos empregados em equipamentos transistorizados.

ABC DOS TRANSISTORES cumpre uma dupla missão: é uma acessível "cartilha" para os estudantes e novatos, servindo, também, como um orientador para os profissionais estarem em dia com os transistores e os seus circuitos fundamentais.

Esta edição contém novo suplemento, feito pelos engenheiros da Philco, com circuitos típicos para aplicação de transistores de silício fabricados no Brasil.

É uma obra de alta idoneidade técnica, adotada ou recomendada pelas principais escolas do Brasil e de Portugal.

Ref. 650 — Mann — ABC dos Transistores — O que são e como funcionam os transistores, seus circuitos básicos e métodos de prova. Terceira edição, em português, revista e ampliada. — Cr\$ 12,00.

Utilize a fórmula da página 1 para pedir seu exemplar aos Distribuidores Exclusivos:

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

RIO DE JANEIRO | SÃO PAULO
Av. Mal. Floriano, 148 | Rua Vitória, 379/383
Reembolso: Caixa Postal 1131 — ZC-00 — Rio de Janeiro — GB

MARIMBA ELETRÔNICA ...

(Conclusão da pág. 487)

ra ligada por um fio condutor ao resistor R2 do oscilador correspondente. Como não é fácil soldar alumínio, o fio é ligado a um percevejo inserido sob a barra. Em seguida, cada barra é parafusada no tampo da mesa; um só parafuso ao lado do percevejo basta. Assim, o percevejo, o fio e a folha de alumínio ficam fortemente comprimidos, assegurando-se um bom contato.

Os dois martelinhos podem ser confeccionados com tubos de plástico, encastoados na ponta com uma pelota de borracha macia, de 25 a 30 mm de diâmetro. Cada pelota é também revestida cuidadosamente com uma folha de alumínio colada e ligada eletricamente ao fio flexível de ligação, que passa pelo interior dos tubos que servem de cabo dos martelinhos.

A última tarefa é essencialmente musical: é preciso afinar o instrumento. Para isso, podemos recorrer a um piano (afinado, claro), e por comparação, ajustar os diversos potenciômetros R7. Esse trabalho de afinação, convém assinalar, não é necessário a cada vez que formos usar o instrumento: se a marimba tiver sido corretamente construída, do ponto-de-vista eletrônico, a afinação se mantém durante muito tempo. o o o — o —

O OSCILADOR DE R.F....

(Continuação da pág. 467)

através do capacitor C4, a base recebe também o sinal gerado pelo oscilador local. O divisor de tensão, formado por R2 e R3, determina a tensão de polarização de TR1. Entretanto, caso o ganho do transistor deva ser comandado por um circuito de controle automático de sensibilidade (C.A.S.), o ponto P será ligado à linha de tensão respectiva. No circuito de emissor de TR1, encontramos o conjunto R1-C3, como na Fig. 2 e, no circuito de coletor, o primário L5 do primeiro transformador de F.I. (T).

Na parte inferior da Fig. 4, o esquema do oscilador local pode parecer algo complicado, à primeira vista. Não há senão uma bobina O, mas ela comporta cinco saídas. Esta bobina fica encerrada em uma blindagem de alumínio e possui um núcleo ajustável N, de ferrita. Do ponto-de-vista da C.C., encontramos no esquema, de início, o conjunto de desacoplamento R6-C5, ao qual se segue a seção E-B da bobina, que termina no coletor. Do mesmo conjunto RC parte ainda um divisor de tensão (R4-R5), que determina a polarização de base do transistor. Do ponto de vista do sinal (corrente alternada de R.F.), vemos que a base está acoplada por C1 ao ponto A da bobina, e que o ponto E está ao potencial zero para R.F. (por efeito do capacitor C5). O capacitor variável CV2 e seu compensador Ca2 são colocados entre o ponto D da bobina e a massa. O circuito ressonante é constituído pela seção D-E da bobina e pelos capacitores CV2 e Ca2. Em relação ao ponto E, que é o ponto de referência para R.F. (potencial zero), os pontos A e B, isto é, os potenciais de base e de coletor, estão em oposição de fase. Esta é precisamente a condição necessária, como já vimos, para a manutenção das oscilações. A seção E-A constitui, portanto, o enrolamento de realimentação, e vemos a semelhança com um oscilador clássico a válvula, com



Para cobrir o vasto campo de aplicações de capacitores cerâmicos, a CE-CAP apresenta uma linha muito extensa, representada pelos seguintes tipos:

TIPO ST — compensadores de temperatura, fabricados com vários coeficientes de temperatura.

TIPO GA — capacitores para uso geral.

TIPO BP — capacitores para uso como "by pass".

TIPO STM — compensadores de temperatura, miniatura.

TIPO GAM — capacitores miniatura para uso geral.

TIPO BPM — capacitores miniatura para uso "by pass".

TIPO HV — capacitores de alta tensão.

TIPO EX — capacitores para aplicações especiais.

TIPO SG — Spark-Gap.

Outros tipos em elaboração. Consulte-nos

VENDAS SOMENTE POR ATACADO:

CE-CAP ELETRÔNICA LTDA.

INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO

AV. PEDROSO DA SILVEIRA, 207 (PARI)
TEL.: 292-3084 — 03028 SÃO PAULO, SP

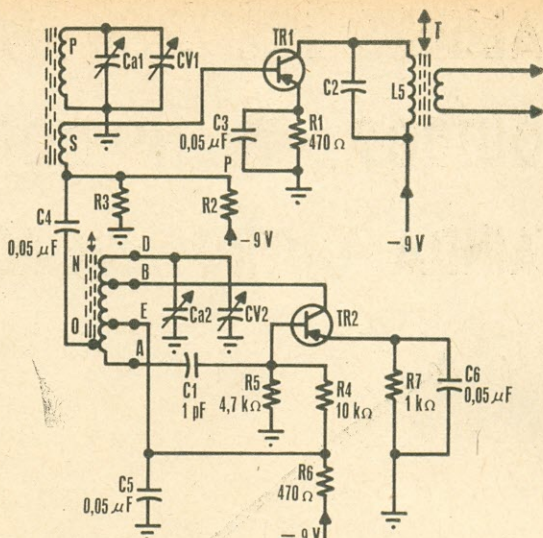


FIG. 4 — Circuito de um conversor mais elaborado, no qual são utilizados transistores separados para as funções de oscilador e misturador.

a grade na posição da base e a placa na do coletor. Se o coletor não é ligado diretamente à extremidade D, mas sim à derivação B da bobina, é ainda por considerações de casamento de impedâncias. Pelas mesmas razões, em lugar de recolher em A a tensão de R.F. a ser aplicada à base de TR1, isto é feito no ponto F, outra derivação da bobina. Assim se explica a aparente complexidade da bobina do oscilador. Em um circuito a válvulas, ao contrário, a grade do triodo oscilador é ligada diretamente à terceira grade do heptodo misturador.

O esquema que acabamos de examinar não é o único possível. Compreende-se facilmente que, empregando transistores, é possível realizar circuitos osciladores de diferentes tipos, tão numerosos quanto os que utilizam válvulas. Em cada um deles, o princípio de manutenção das oscilações permanece imutável e encontramos sempre, em cada esquema, o circuito ressonante com frequência de sintonia ajustável, a bobina de realimentação que lhe é acoplada indutivamente e os dois eletrodos que participam da oscilação. o o o —

VAI ESCREVER À ANTENNA?

Inclua, com clareza, na sua própria carta todo o seu endereço e o seu nome completo. Mesmo em telegramas, nunca deixe de mencionar seu nome inteiro, para podermos localizar sua ficha cadastral.

MUDOU DE ENDEREÇO?

Comunique com urgência ao Departamento de Assinaturas, mencionando também o seu endereço anterior.

É LEITOR VETERANO?

Nem mesmo assim confie na nossa memória. Atendendo a estes nossos pedidos, você será sempre atendido com maior rapidez e segurança.