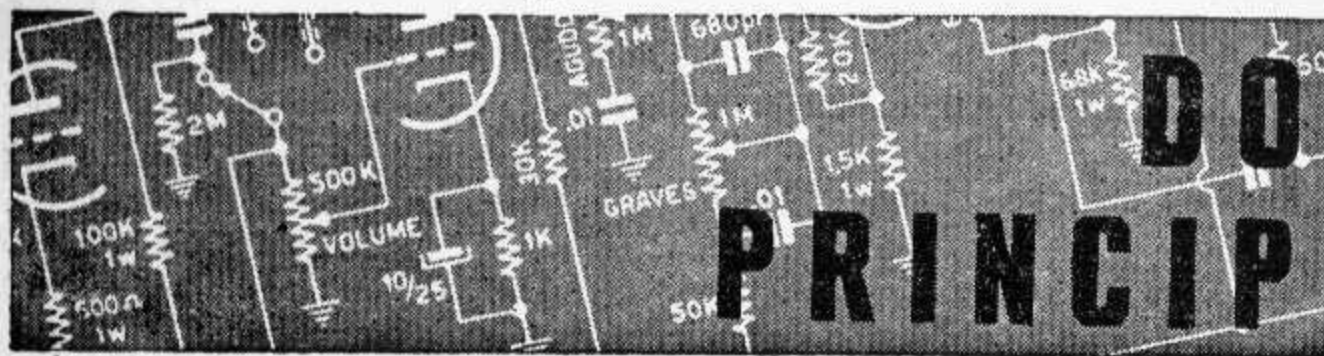


# SEÇÃO



# PRINCIPIANTE

## OS OSCILADORES DE R. F.

O oscilador é um circuito que fornece um sinal alternado com determinada frequência. Um oscilador não possui terminais de entrada; para que funcione é bastante que se lhe aplique a tensão contínua de alimentação (+B). Em outras palavras, um oscilador não é outra coisa senão um conversor, que transforma a corrente contínua da fonte em uma corrente alternada. Esta conversão só é possível pela amplificação da válvula incorporada ao circuito. Por si só, a válvula não constitui um oscilador; as oscilações têm lugar num circuito tanque, formado por indutância e capacidade ligados em paralelo. O circuito tanque é capaz de oscilar graças à sua propriedade de acumular energia (daí a razão do nome). Esta energia pode ser acumulada tanto no condensador como no indutor.

No condensador, a energia acumula-se sob a forma de **campo elétrico**; quanto maiores forem a tensão entre as armaduras e a capacidade do condensador, tanto maior será a energia acumulada por este.

No indutor, o acúmulo de energia se faz por intermédio do **campo magnético**. A ener-

gia acumulada pelo campo magnético é proporcional à da corrente e à indutância.

As oscilações do circuito tanque não são outra coisa senão a transferência da energia do condensador para o indutor e vice-versa, com uma rapidez que depende dos valores relativos de L e C. Vejamos como se efetua este processo, com auxílio da figura 1.

Nesta figura, é possível ligar o condensador em paralelo com a bateria ou com o indutor, segundo a posição da chave S. Ao se ligar juntos o condensador e a bateria, o condensador acumula uma certa quantidade de energia sob a forma de diferença de potencial entre as armaduras (fig. 1-a).

Passados alguns segundos, inverte-se a chave, que passa à posição II. O condensador procurará descarregar sua energia, produzindo uma corrente da armadura inferior à superior através de L. Esta descarga não é instantânea, devido à reatância oferecida pelo indutor à passagem da corrente; esta é nula no início, e aumenta gradualmente; este aumento é acompanhado pela produção de um campo magnético, que é ini-

cialmente fraco, mas vai expandindo à medida que aumenta a corrente (fig. 1-b). Ao mesmo tempo, devido a essa corrente de descarga, vái diminuindo o campo elétrico (ou seja, a tensão) entre as armaduras do condensador. Em outras palavras, a energia, que no início estava totalmente contida no condensador, vai sendo gradualmente transferida para o indutor.

A corrente atinge a máxima intensidade quando a tensão entre as armaduras do condensador chega ao valor zero. Nesse instante, toda a energia do circuito estará contida pelo campo magnético do indutor. Com o condensador descarregado, deveria cessar a corrente no circuito; isto não acontece, porém, devido à existência do indutor L, que procura manter o fluxo de corrente, o que é feito às custas da energia acumulada no campo magnético, que vai se contraindo gradualmente (fig. 1-c).

Devido a esta continuação do fluxo de corrente, começam a se acumular elétrons em excesso na armadura superior do condensador, que vái adquirindo um potencial nega-

tivo com respeito à armadura inferior. A polaridade desta tensão opõe-se ao fluxo da corrente, que no entanto, contínua, impelida pela energia do campo magnético em contração.

Quando o campo magnético se extingue completamente, cessa a corrente. Nesse instante, toda a energia está novamente concentrada no condensador. Agora, o excesso de

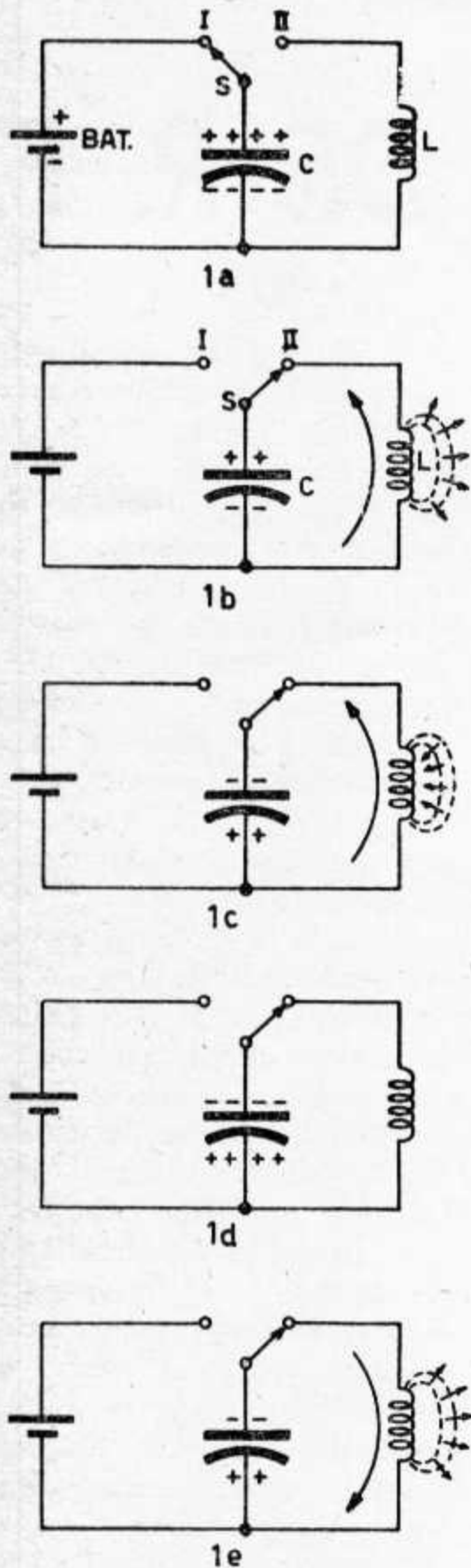


Figura 1

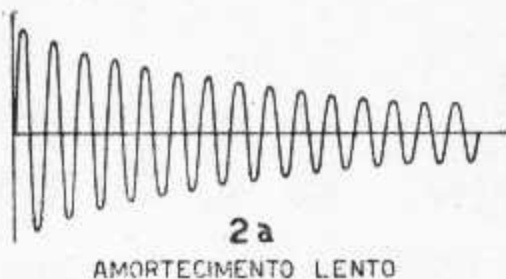
Como se dão as oscilações num circuito ressonante em paralelo (circuito tanque). Em 1-b, a carga no condensador diminui e o campo magnético expande-se. Em 1-c sucede o oposto. Em 1-d a carga do condensador é máxima, com polaridade oposta a 1-a.

elétrons na placa superior começa a escoar para a placa inferior (fig. 1-e) produzindo na bobina um campo magnético em expansão. A energia passa novamente do condensador para o campo magnético, e depois deste ao condensador, repetindo-se a sequência de fatos já enumerada.

Do exemplo acima, pode-se constatar as seguintes propriedades do circuito oscilante: 1) a tensão máxima (positiva ou negativa) através do tanque corresponde à condição de corrente nula. 2) quando a tensão é nula, a corrente será máxima.

A ação osciladora continuaria indefinidamente se os condutores não possuissem resistência. Devido às perdas, porém, as oscilações amortecem-se com o tempo, como indicado na figura 2. Se a resistência do circuito for baixa o amortecimento será lento: se a resistência for elevada, as oscilações rapidamente desaparecerão. Como o propósito de um oscilador é produzir oscilações de amplitude constante, deve-se achar um meio de evitar que ocorra este amortecimento.

No circuito da figura 1, a perda poderia ser compensada se, cada vez que o condensador estivesse com a placa superior positiva, a chave fosse momentaneamente posta em contacto com o terminal I, a fim de re-carregar o condensador ao valor de tensão inicial. Se bem que possível em princípio, este processo seria extremamente trabalhoso. Por isso substitui-se, na prática, o interruptor mecânico por um eletrônico, isto é, uma válvula. Esta inje-



ta pulsos de energia no tanque no momento adequado, permitindo a oscilação contínua do circuito.

A figura 3 ilustra as partes essenciais de um oscilador eletrônico: o circuito tanque (L e C), e a válvula que fornece energia a este circuito no instante exato. A sincronização entre o circuito tanque e a válvula está a cargo do circuito de realimentação, representado esquematicamente na figura. Na realidade, não é necessário que o tanque esteja ligado à placa da válvula; poderá estar no circuito de grade ou de catodo, como aliás sucede na maioria dos osciladores.

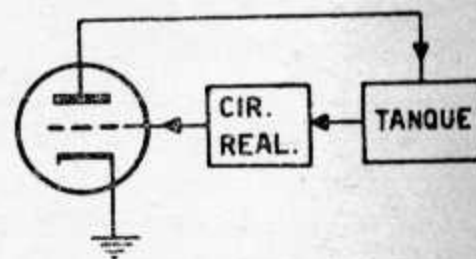


Figura 3

Elementos essenciais de um oscilador.

A figura 4 ilustra um oscilador no qual o tanque está ligado ao circuito de grade, sendo por este motivo chamado de **oscilador de grade sintonizada**. A re-alimentação entre placa e grade é feita por intermédio do acoplamento indutivo entre o indutor L e o enrolamento auxiliar  $L_1$ . Aliás, este acoplamento também efetua a transferência de energia da placa para o circuito tanque, no momento oportuno. O modo pelo qual isto sucede será visto examinando-se a operação do circuito ao ser aplicada a tensão +B.

Supondo-se que o filamento da válvula esteja aquecido, ao aplicar-se a tensão +B à

placa haverá um fluxo de corrente na válvula. Esta corrente, ao percorrer  $L_1$ , induzirá uma tensão em  $L$ , de maneira a fazer o tópo de  $L$  positivo com relação à terra. Esta tensão positiva é aplicada à grade por intermédio de  $C_g$ ; a grade positiva provoca o aumento da corrente de placa na válvula; por sua vez, este aumento resulta na indução de uma tensão positiva ainda maior em  $L$ , o que provoca novo aumento na corrente da válvula. A grade, sendo positiva, atrai elétrons, os quais vão se acumular na armadura direita do condensador  $C_g$ .

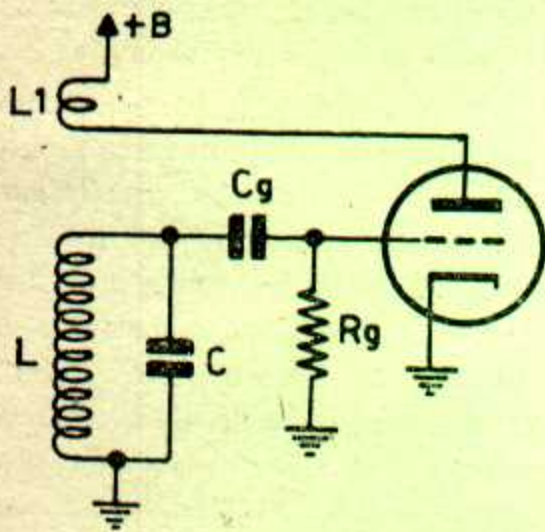


Figura 4

Oscilador de grade sintonizada.

Quando a válvula atinge a saturação, isto é, quando a corrente de placa atinge o valor máximo, deixa de ser induzida a tensão positiva em  $L$ . Neste momento, começa a se fazer sentir a ação dos elétrons acumulados em  $C_g$ , os quais, sendo negativos, provocam um abaixamento no potencial da grade. Reduzir-se-á conseqüentemente a corrente de placa, o que, por sua vez, induz uma tensão negativa no tópo do indutor  $L$ . Isto causa um abaixamento ainda maior do potencial da grade, diminuindo mais a corrente de placa da válvula, e assim por diante, levando a válvula rapidamente a corte.

Os elétrons acumulados na armadura direita de  $C_g$  man-

terão a válvula em corte, enquanto o circuito tanque vái efetuando o ciclo de oscilação, do modo já descrito anteriormente. Próximo ao fim do ciclo, o tópo do tanque (a armadura superior de  $C$ ) vái se tornando positivo, tirando a válvula do corte. Repete-se então a seqüência mencionada acima.

A primeira oscilação é fraca; a amplitude nominal das oscilações somente é atingida após vários ciclos. O aumento de polarização negativa de grade acompanha o aumento de amplitude das oscilações. Na primeira oscilação a grade atrai alguns elétrons; na segunda, a amplitude é maior, a grade fica mais positiva e atrai mais elétrons. Parte dos elétrons acumulados em  $C_g$  escapa para terra através do resistor  $R_g$ . A polarização negativa da grade aumentará até o ponto em que o número de elétrons atraídos durante a parte positiva do ciclo é igual ao que escapa para terra na parte negativa do ciclo. Neste ponto, estabiliza-se a amplitude das oscilações.

Devido à polarização negativa da grade, a válvula estará em corte durante a maior parte do tempo, só conduzindo quando a tensão positiva na armadura superior de  $C$  atinge um valor próximo ao máximo.

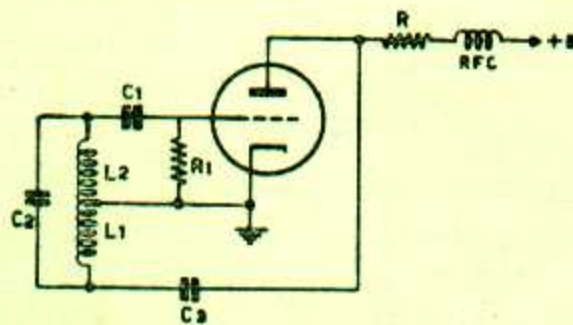


Figura 5

Oscilador Hartley, com alimentação em paralelo.

O pulso positivo injetado no circuito tanque por intermédio de  $L_1$  servirá então para compensar as perdas e manter constante a amplitude das oscilações.

A tensão negativa da gra-

de serve para indicar o "estado de saúde" do oscilador. Se esta tensão for normal, o oscilador está funcionando bem. Se reduzida, as oscilações são fracas. Se a tensão for nula, o oscilador não está funcionando. Esta tensão deverá ser medida com um voltímetro c.c. da alta resistência (20 000 ohms por volt) ou, de preferência, com voltímetro eletrônico.

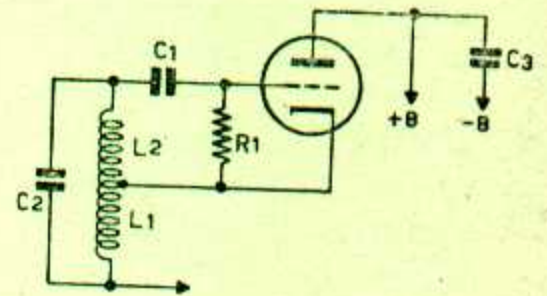


Figura 6

Oscilador Hartley, com alimentação em série.

**Oscilador Hartley:** se reagruparmos os elementos do oscilador de grade sintonizada como indicado na figura 5, obtemos o tipo de oscilador Hartley. Apesar desta alteração o funcionamento do circuito continua o mesmo, com realimentação de energia da placa à grade por meio do acoplamento indutivo entre  $L_1$  e  $L_2$ .

Ao invés de duas bobinas, o oscilador Hartley possui um indutor com derivação. A frequência de operação é determinada por  $C_2$ ,  $L_1$  e  $L_2$ .  $C_1$  e  $R_1$  fornecem a polarização por escape de grade. A função de  $C_3$  é evitar o curto entre a fonte  $+B$  e a terra, através de  $L_1$ . A resistência de carga da placa é  $R_2$ , e RFC é um choque que bloqueia a RF. da fonte de alimentação.

Este método de alimentação da placa é chamado alimentação em paralelo, pois  $R_2$  e RFC estão realmente em paralelo com  $L_1$ ; isto pode ser confirmado pelo fato de tanto  $L_1$  como  $R_2$  estarem ligados à placa da válvula. A outra extremidade de  $L_1$  é liga-

da a terra, o que também sucede com  $R_2$  e RFC, que estão ligados à massa através da bateria.

Também é possível fornecer tensão à válvula através de  $L_1$ , sendo este arranjo conhecido sob a denominação de **alimentação em série (fig. 6)**.

**Oscilador Colpitts:** o circuito ilustrado na figura 7 é essencialmente o mesmo que o oscilador Hartley; apenas, em lugar da derivação no indutor, emprega-se um par de condensadores  $C_1$  e  $C_2$ . A realimentação de energia entre placa e grade agora ocorre capacitivamente, pelo efeito de divisão de tensão entre  $C_1$  e  $C_2$ .

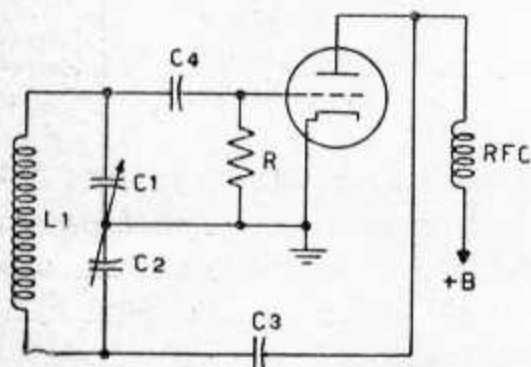


Figura 7

Esquema de um oscilador Colpitts; os condensadores  $C_1$  e  $C_2$  são acoplados mecanicamente.

A sintonização da frequência consegue-se ou pela variação da indutância, ou pelo uso de dois condensadores variáveis com os eixos mutuamente acoplados (indicado esquematicamente na figura 7). Neste oscilador é necessário que o resistor de polarização  $R_1$  esteja ligado à terra, a fim de fornecer um caminho de escape para a c.c. da grade de válvula.

**Oscilador de acoplamento Eletrônico (E.C.O.):** as iniciais E.C.O. referem-se ao nome do circuito na língua inglesa. (Electron Coupled Oscillator). Este tipo de oscilador combina um oscilador e um amplificador num único circuito. Pode-se usar oscilador Hartley, Colpitts ou qualquer outro. Na figura 8, o catodo,

grade de controle e grade auxiliar formam um circuito Hartley; a grade auxiliar atua como placa do oscilador. A realimentação é entre os circuitos da grade auxiliar e a de controle. A frequência das oscilações é controlada por  $L_1$  e  $C_1$ ; esta secção da válvula funciona como uma unidade independente, mesmo se a tensão de placa for removida; evidentemente, a tensão da grade auxiliar deve continuar presente.

No circuito de placa temos ainda outro circuito tanque formado por  $L_2$  e  $C_4$ . Os elétrons que atingem a placa devem passar pelas grades de controle e auxiliar; portanto a corrente atinge a placa com uma frequência de oscilação determinada por  $L_1$  e  $C_1$ . Como os elétrons chegam em pulsos,  $L_2$  e  $C_4$  entrarão em oscilação; no entanto, o único acoplamento entre os circuitos sintonizados de grade e placa é através do feixe eletrônico; daí a razão do nome do oscilador.

As oscilações produzidas no circuito sintonizado de placa são muito mais fortes do que aquelas no circuito de grade. Ademais, como acoplamento é por feixe eletrônico e a grade supressora serve como blindagem entre os circuitos, as variações de carga no circuito de

placa terão pouco efeito no oscilador, resultando uma grande estabilidade de frequência. A saída deste oscilador é retirada do circuito de placa, e as variações de carga, capazes de alterar a frequência produzida por outros tipos, aqui produzem pouco efeito.

Uma característica interessante do oscilador E.C.O. é que  $L_2$  e  $C_4$  podem estar sintonizados a uma frequência que é um múltiplo da frequência produzida por  $L_1$  e  $C_1$ ; obtém-se assim uma multiplicação de frequência. Se a frequência de  $C_4$   $L_2$  for o dobro da frequência natural de oscilação, temos a produção da 2.<sup>a</sup> harmônica; se for triplo temos a 3.<sup>a</sup> harmônica etc...

O circuito E.C.O. é o tipo geralmente adotado para o oscilador local nos receptores superheterodinos. Nestes últimos, utiliza-se uma válvula pentagrade por exemplo, a 12BE6 no estágio conversor; o catodo e as grades 1 e 2 atuam na parte osciladora, sendo o sinal captado pela antena introduzido na grade 3. Este arranjo permite utilizar uma única válvula no estágio conversor, ao mesmo tempo que evita quaisquer interferências do sinal captado na frequência do oscilador.

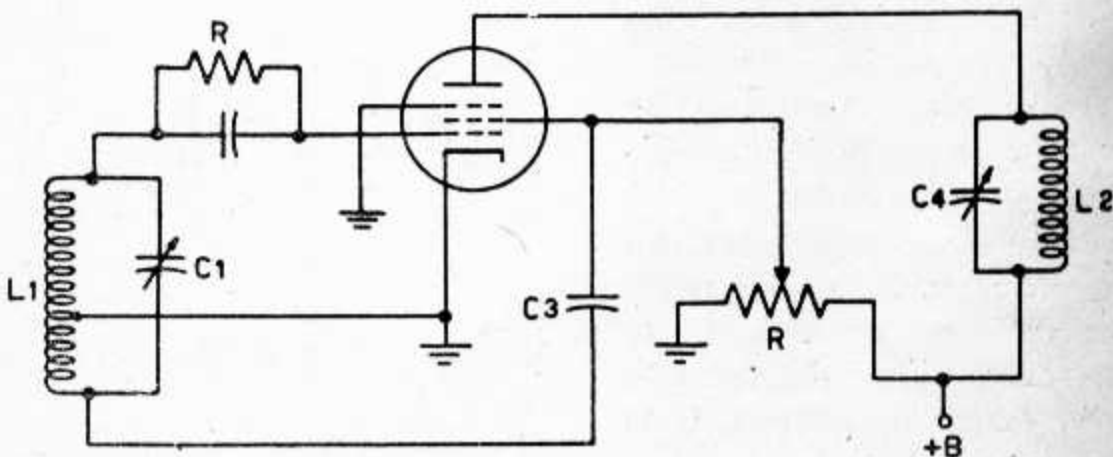


Figura 8

Oscilador de acoplamento eletrônico (E.C.O.), possuindo 2 circuitos ressonantes (circuitos tanque). Na realidade contém um oscilador e um amplificador, utilizando ambos a mesma válvula. A parte osciladora utiliza o circuito Hartley; no entanto, isto não é obrigatório, podendo-se também usar um oscilador Colpitts ou de grade sintonizada. Deve notar que  $L_1$  e  $L_2$  não estão acopladas entre si.