

ELÉTRON

Transmissores entenda e monte

2



- CONVERSOR PARA 2 METROS
- AMPLIFICADOR PARA 100 MHz
- TRANSMISSOR DE FM POTENTE
- CÁLCULO DE ETAPAS RESSONANTES
- WATTÍMETRO DE PEQUENA POTÊNCIA

J. Martin

INTRODUÇÃO

Devido a grande receptividade da edição de transmissores que saiu com a edição especial da ELÉTRON, recebemos muitas cartas com consultas e pedidos de outros tipos de transmissores.

Uma das coisa mais consultadas é quanto ao projeto de transmissores.

Eis uma questão que muitos leitores gostariam de ver respondida com facilidade. Na realidade, o projeto de transmissores não é simples e envolve muitos conhecimentos que só podem ser obtidos em cursos completos de eletrônica. Para projetar um transmissor é preciso conhecer o princípio de funcionamento de cada componente, o princípio de operação de cada tipo de oscilador, como polarizar os elementos ativos (válvulas e transistores) e, principalmente, o cálculo de circuitos ressonantes.

Supondo que os leitores conheçam os princípios básicos de operação dos principais componentes e etapas de circuitos eletrônicos e que saibam polarizar estes elementos, assim como conheçam os diversos tipos de osciladores, dedicaremos a parte teórica desta edição ao projeto da etapa ressonante dos transmissores.

Veremos como podem ser calculadas as bobinas para cobrir uma determinada faixa de frequências e de que modo devemos montar transmissores e ajustá-los para o maior rendimento.

Na parte prática, descrevemos a montagem de um transmissor potente de FM, um transmissor valvulado de Ondas Curtas mais potente e aperfeiçoado do que saiu na edição anterior, um Wattímetro para você medir a potência das suas irradiações e, para finalizar, descrevemos a montagem de um conversor para 2 metros, que permite que um simples rádio AM capte as emissões na faixa de 2 metros, fazendo com que o leitor se familiarize com a recepção, que é o outro extremo de um sistema emissor/receptor.

O transmissor básico

Um oscilador de alta frequência, como o mostrado na **figura 1** constitui-se num transmissor elementar. Ligado a uma antena, ele produz sinais eletromagnéticos que se propagam pelo espaço. Veja a **figura 1**.

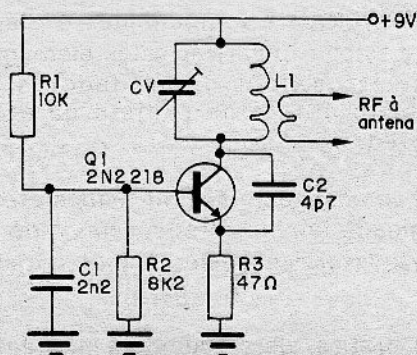
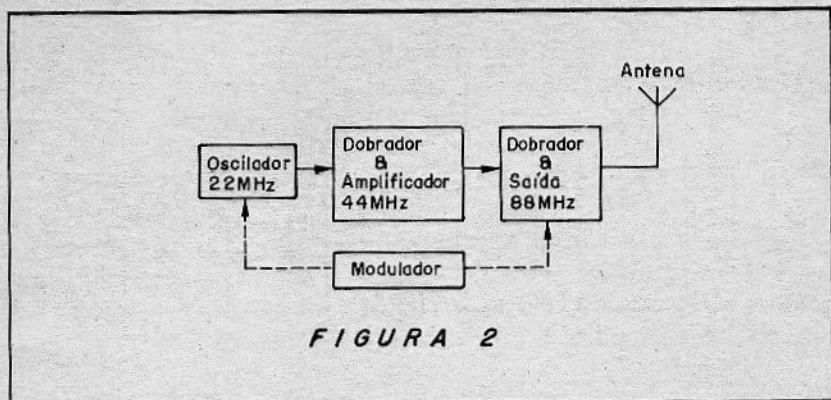


FIGURA 1

No entanto, um circuito simples deste tipo tem diversas limitações, como por exemplo a potência, a estabilidade e a própria frequência máxima que pode ser produzida.

Num transmissor mais elaborado gera-se o sinal em pequena potência, e depois amplifica-se este sinal em diversas etapas e até mesmo multiplica-se sua frequência para se obter os efeitos desejados. Veja a **figura 2**.



O resultado é um transmissor potente, de maior estabilidade e também maior alcance.

No exemplo temos um transmissor típico para a faixa de radioamadores de 144 MHz (2 metros).

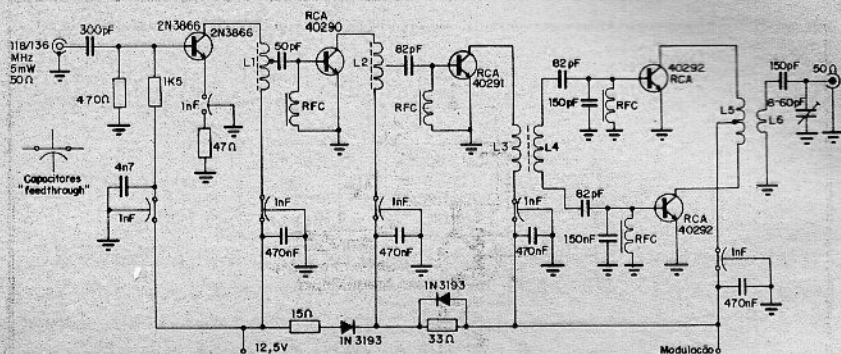
O circuito real deste transmissor é mostrado na **figura 3**.

Observe que a saída é do tipo "push-pull" com dois transistores que permitem obter potências bem altas. Este transmissor tem uma potência de 40 Watts e todos os transistores são de tipos especiais RCA para altas frequências.

É claro que este projeto é um exemplo. Não recomendamos que os leitores tentem montar este circuito especificamente, dada a dificuldade de obter os componentes e também porque o jogo de muitas bobinas exige um instrumental especializado para sua calibração. Por este motivo não entramos em pormenores sobre os demais componentes, especificamente as bobinas.

Para os que desejam projetar, o que vamos fazer é ensinar os rudimentos do cálculo de bobinas para osciladores e etapas de potência, dando informações também sobre alguns componentes que podem ser usados. Com isso o leitor estará apto a

criar seus próprios transmissores com os componentes de que dispomos em nosso mercado.



- L1 - 7 voltas fio 22** $\varnothing$ 13/64" comp. 9/19" tomada: 1,5 volta
L2 - 5,5 voltas fio 22 $\varnothing$ 13/64" enrolam cerrado tomada: 2,0 volta
L3 - 6,0 voltas fio 22 $\varnothing$ 13/64" núcleo IRN-9
L4 - 4,0 voltas fio 22 $\varnothing$ 13/64" núcleo IRN-9
L5 - 5,0 voltas fio 22 $\varnothing$ 13/64" - CT
L6 - 5,0 voltas fio 22 $\varnothing$ 13/64" sobre L5
RFC - 1 volta de fio 28 núcleo ferrocube # 56-590-65

FIGURA 3

O circuito LC

Num oscilador básico como o da **figura 4**, quem determina a frequência de operação é o conjunto LC, formado, normalmente, por uma bobina fixa e um capacitor variável.

As características deste circuito é que vão determinar em que frequência o transmissor vai operar: os demais componentes são, praticamente, consequência deste dois.

Como calculá-los?

A bobina, conforme os leitores sabem, é o componente que deve ser enrolado e calculado, já que o capacitor, normalmente, é fixo, podendo ser um trimer ou um variável.

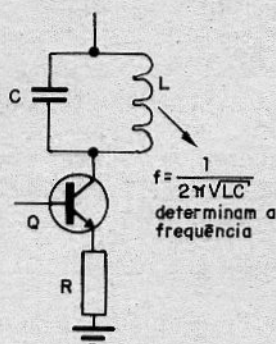


FIGURA 4

No nosso projeto, partimos então, do valor máximo que o capacitor ajustável ou variável vai ter.

Para circuitos da faixa de AM e onda curta (até 21 MHz), de modo a não precisarmos de bobinas de muitas espiras, empregamos componentes de alta capacitância, como por exemplo até 180 ou mesmo 400 pF.

Para altas frequências (FM e VHF) devemos usar componentes de menores valores, como trimers ou variáveis de até 30 pF.

Com o valor máximo usado do capacitor (CB) é que calculamos a bobina, tendo em vista a menor frequência que o circuito vai produzir.

Estabelecemos então o limite inferior da faixa de operação, tomando como exemplo um pequeno transmissor de FM.

Assim, este limite será de $f = 90 \text{ MHz}$ ou 90×10^6 (cada Megahertz equivale a 1.000.000 Hertz ou 10^6 Hz).

Utilizamos então a seguinte fórmula para que, em função destes dois dados, possamos calcular a indutância (L) que a bobina deve ter:

(Observamos a necessidade de se conhecer os procedimentos básicos da álgebra e cálculo básico para poder usar corretamente estas fórmulas, principalmente envolvendo potências de 10).

$$f = 1/(2 \times 3,14 \times \sqrt{L \times C})$$

O fator Pi equivale a 3,14 e é uma constante.

Como o que queremos é o valor de L, devemos "ajustar" esta fórmula para isolar L. Isso é feito inicialmente elevando-se a expressão toda ao quadrado, conforme se segue:

$$f^2 = 1/(4 \times 10 \times L \times C)$$

(Aproximamos Pi ao quadrado para 10, já que não precisamos de exatidão total de nossa fórmula, pois as próprias tolerâncias dos componentes usados chegam a 20%).

$$f^2 = 1/(40 \times L \times C)$$

Arrumando a fórmula isolamos L, que será então:

$$L = 1/(40 \times C \times f^2)$$

No nosso caso, levando em conta que:

$$C = 30 \text{ pF} = 30 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$f = 90 \times 10^6 \text{ Hz}$$

Temos:

$$L = 1/(40 \times 30 \times 10^{-12} \times 90^2 \times 10^{12})$$

$$L = 1/(9,72 \times 10^6 \times 10^{-12} \times 10^{12})$$

$$L = 1/9,72 \times 10^{-6} \text{ H}$$

$$L = 0,102 \text{ } \mu\text{H}$$

(1 μH equivale a 0,000.001 H ou 10^{-6} H – Cuidado com as potências de 10!). Pois bem, de posse da indutância que a bobina deve ter, o próximo passo é calcular o seu número de espiras e o seu comprimento.

Para isso, devemos fixar alguma coisa. Num transmissor

pequeno, comum de até 100 mW podemos fixar um tamanho padrão já conhecido dos leitores que montam este tipo de circuito: diâmetro de 1 cm (d) e comprimento de 1 cm (L).

Fixamos este valor porque sabemos da "experiência própria" que, com este valor teremos poucas espiras na faixa indicada. Se a bobina fosse para a faixa de ondas curtas ou médias, precisaríamos de uma indutância muito maior, o que resultaria em muitas espiras e, portanto, difíceis de serem concentradas num comprimento de 1 cm apenas. Para este caso, adotariamos algo como 10 cm de comprimento e até teríamos um núcleo de ferrite cuja permeabilidade deveria entrar nos cálculos.

A fórmula básica para calcular a indutância de um bobina (L) em função de suas dimensões é:

$$L = 1,257 \times \frac{n^2 \times S}{10^8 \times X}$$

Onde: L é a indutância em Henry

n é o número de espiras

S é a área abrangida por uma espira em centímetros quadrados

X é o comprimento da bobina em centímetros

A indutância de nossa bobina temos, e também o seu comprimento. Para o caso da área abrangida por uma espira podemos fazer o seguinte cálculo:

$$S = 3,14 \times R^2$$

Onde: R é o raio da espira em centímetro.

Para uma bobina com 1 cm de diâmetro $R = 0,5$, de onde podemos calcular S:

$$S = 3,14 \times (0,5)^2$$

$$S = 3,14 \times 0,25$$

$$S = 0,785$$

(Se considerarmos uma bobina com pouco mais de 1 cm, aproximadamente, 1,2 cm, poderíamos aproximar S para 1 cm^2 , facilitando assim os cálculos).

Levamos então todos estes dados à fórmula para calcular o número de espiras de nossa bobina:

$$L = 1,257 \times \frac{n^2 \times S}{10^8 \times X}$$

Veja que vamos "ajeitar" esta fórmula de modo a isolar n , que é o número de espiras. Ficamos então com:

$$n = \sqrt{\frac{10^8 L \times X}{1,257 \times S}}$$

$$n = \sqrt{\frac{10^8 \times 0,102 \times 10^{-6} \times 1}{1,257 \times 0,785}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,102 \times 10^2}{0,986}}$$

$$n = \sqrt{10,2/0,986}$$

$$n = \sqrt{10,34}$$

$$n = 3,21$$

É claro que 3,21 espiras é um valor meio difícil de obter. Podemos então experimentar nosso circuito com 3 espiras, ou mesmo 4.

Para calcular o extremo superior da faixa sintonizada é simples: aplicamos a fórmula da capacitância x frequência com o valor mínimo que o trimer ou variável alcança.

No nosso caso, usando um trimer de 3 - 30 pF teremos:

$$f = 1/(2 \times 3,14 \times \sqrt{L \times C})$$

Substituindo os valores:

$$f = 1/(2 \times 3,14 \times \sqrt{0,102 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-12}})$$

Resolvendo:

$$f = 1/(6,28 \times \sqrt{0,306 \times 10^{-18}})$$

$$f = 1/(6,28 \times \sqrt{0,553 \times 10^{-9}})$$

$$f = 1/3,47 \times 10^9$$

$$f = 0,28 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$f = 280 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f = 280 \text{ MHz}$$

Na prática, não se consegue chegar a valor tão alto, pois deve ser considerada a capacitância das espiras da bobinas e dos próprios elementos do circuito, como por exemplo, do transistor (emissor-coletor) que abaixam consideravelmente este limite. Podemos dizer, no entanto, que facilmente passaremos dos 120 MHz como limite superior para nosso oscilador.

Na **figura 5** temos, então, o circuito final que, certamente, dará excelentes resultados num pequeno transmissor.

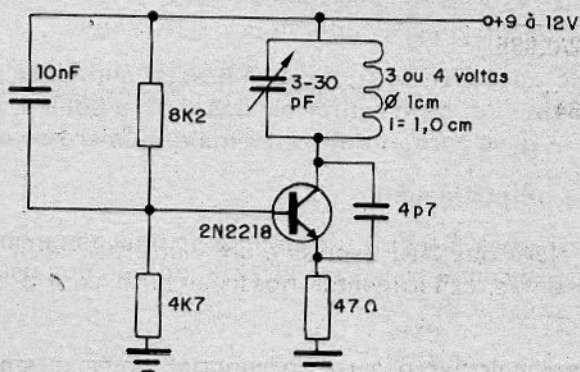


FIGURA 5

Acertos

Muitos são os leitores que preferem tentar fazer sozinhos a bobina de um transmissor sem entrar em cálculos que julgam complicados ou trabalhosos.

Para estes casos, partindo de uma bobina em um capacitor que oscilam numa frequência conhecida pode-se facilmente chegar a frequência desejada, modificando-se a bobina.

Com um receptor, ou então, freqüencímetro, pode-se então, por tentativas, chegar à freqüência desejada, se bem que isso às vezes exija um pouco de paciência e até habilidade.

Analisando a fórmula que nos dá a freqüência em função da indutância, vemos que a indutância é tanto menor quanto maior for a freqüência, e isso numa proporção que envolve a raiz quadrada.

No entanto, as espiras influem na indutância num modo que depende do quadrado de seu valor. Assim, a influência do número de espiras sobre a indutância para um caso em que o comprimento da bobina não se altere com a modificação, está praticamente numa proporção inversa.

Quando aumentamos o número de espiras de uma bobina, diminuímos a freqüência de operação do circuito na mesma proporção.

Isso quer dizer que, se você desejar aumentar a freqüência de um circuito, deve retirar espiras de sua bobina, e se desejar diminuir, deve enrolar outra com maior número de espiras.

Etapas de amplificação

Na **figura 6** temos um circuito de uma etapa amplificadora de potência com o transistor 2N2218, do tipo que usaremos em nosso transmissor de FM.

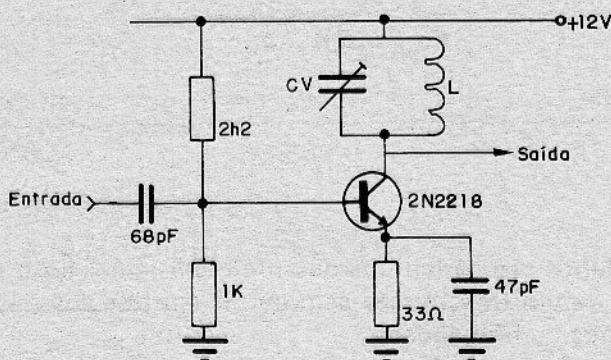


FIGURA 6

Vemos neste circuito que existem dois circuitos LC que devem ser ajustados para a frequência de operação para que o conjunto tenha máximo rendimento.

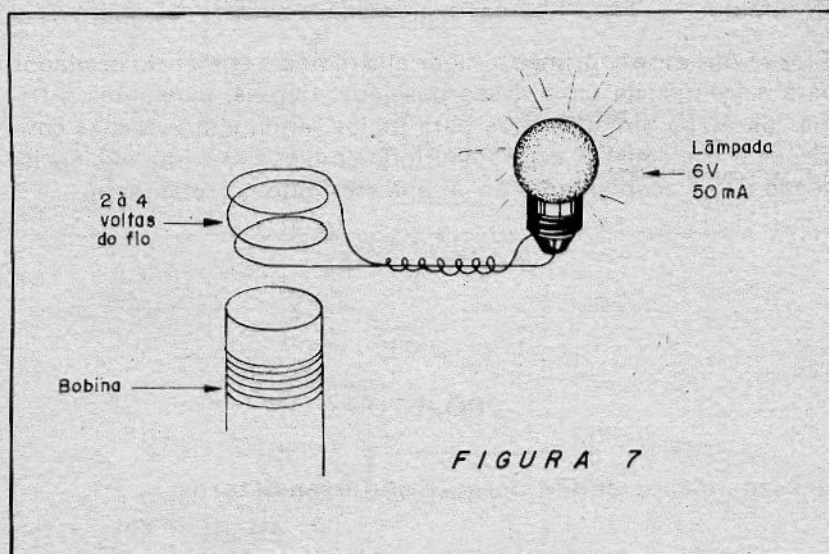
O primeiro determina a frequência do oscilador e o segundo, a correta sintonia da etapa amplificadora.

Como proceder ao ajuste destes circuitos?

Observamos inicialmente que as bobinas diferem ligeiramente, mesmo ambos operando na mesma frequência porque existem capacitâncias diferentes adicionais dos componentes a serem compensadas. Na etapa osciladora as capacitâncias são maiores, daí termos um número ligeiramente menor de espiras.

Para ajustar, podemos usar dois recursos simples que dependem da potência do transmissor.

O primeiro consiste num elo de captação com uma lâmpada piloto que funciona com transmissores a partir de 500 mW de potência, conforme mostra a **figura 7**.



O segundo consiste em se usar um microamperímetro (VU) de 200 μ A ou o multímetro na escala mais baixa de correntes, com um diodo detector, conforme mostra a **figura 8**.

Aproximando este circuito da bobina da etapa amplificadora teremos o máximo rendimento quando o trimer for ajustado para maior brilho da lâmpada, ou então maior deflexão do instrumento.

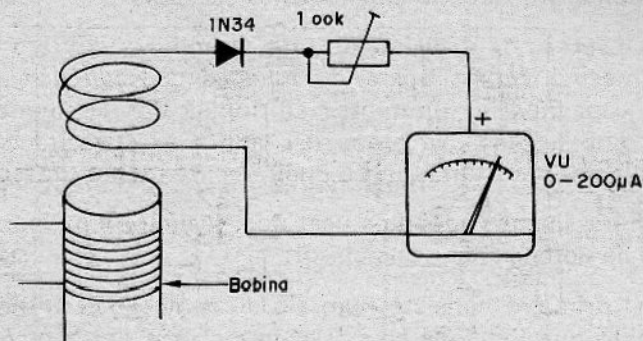


FIGURA 8

Assim, em primeiro lugar ajustamos o trimer do oscilador para a frequência da emissão desejada. Depois, ajustamos o trimer da etapa amplificadora para maior rendimento. Nestas condições o transmissor estará emitindo com sua máxima eficiência, desde que o acoplamento de antena seja feito corretamente.

PROJETOS

1. Transmissor de FM potente com transístores

O transmissor de FM de três etapas, que mostramos na **figura 9** possui uma potência da ordem de 1 Watt, o que lhe garante um alcance de alguns quilômetros em condições favoráveis de operação. Lembramos que, para operar este tipo de equipamento na faixa comercial é **necessária permissão especial** e

para operação na faixa dos 2 metros (144 MHz) é preciso ser **radioamador pré-fixado**. Sob outras condições, o operador ficará sujeito às **sanções legais** pelo que não nos responsabilizamos. O circuito dado é experimental, devendo ser operado dentro do âmbito domiciliar com pequeno raio de irradiação.

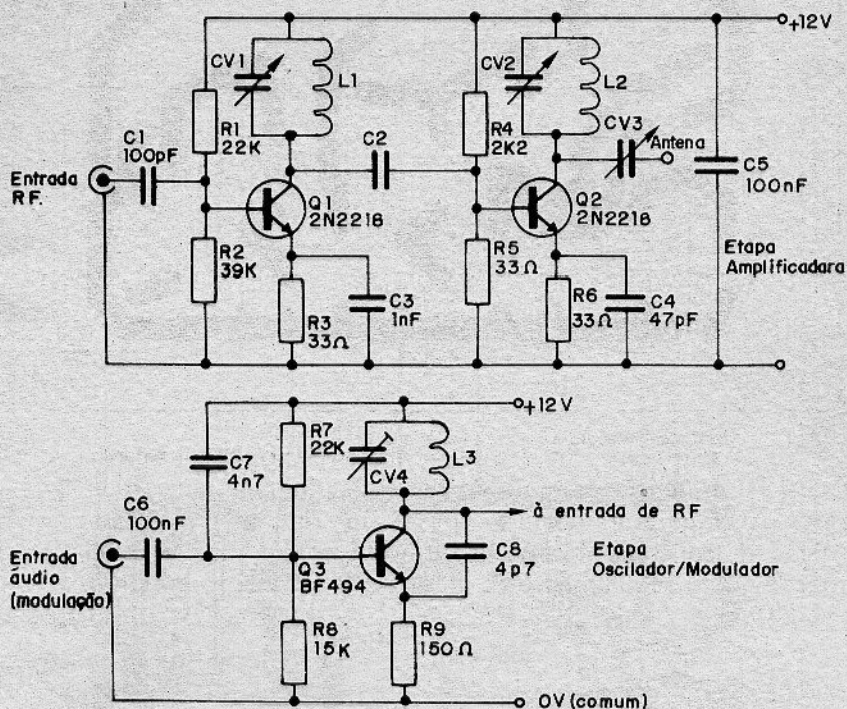


FIGURA 9

A placa de circuito impresso que deve ser bem planejada é mostrada na **figura 10**.

L1 consta de 4 espiras de fio esmaltado 18 ou 20, enquanto que L2 consta de 5 espiras do mesmo fio. As duas bobinas têm diâmetro de 1 cm e comprimento entre 1 cm e 1,5 cm. A bobina L3 consta de 3 espiras de fio 18 com 1 cm de diâmetro.

Os trimers são do tipo 3 - 30 de base de porcelana ou equivalentes com capacitâncias próximas (os leitores têm condições de se basear na parte teórica do artigo para recalcular a bobina em função de eventuais mudanças do trimer em cada caso).

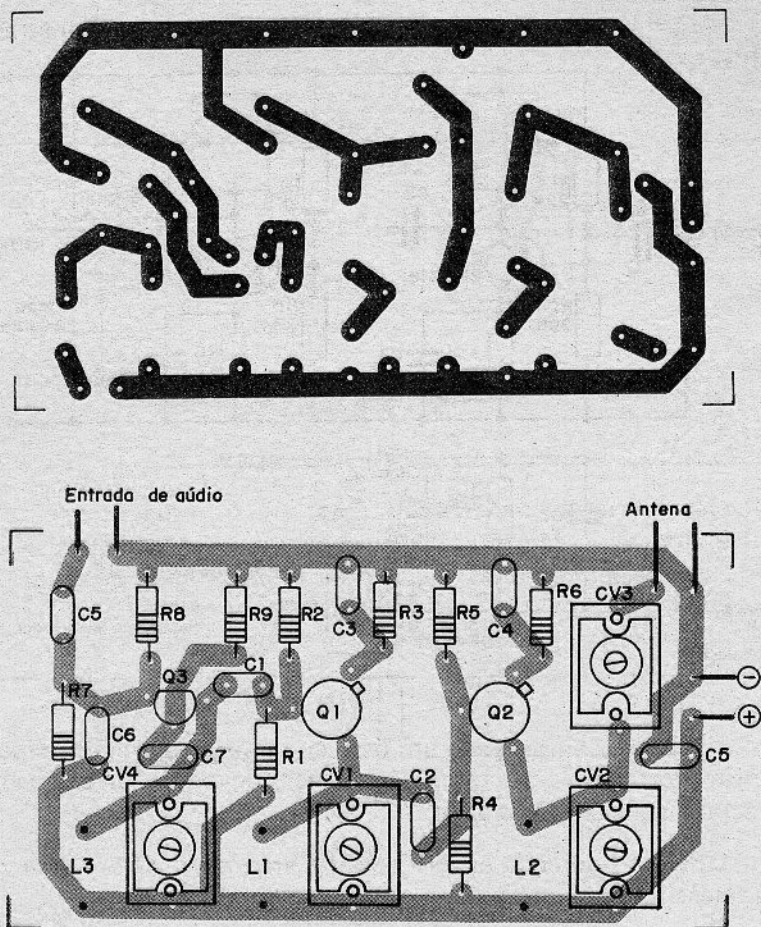


FIGURA 10

Os transístores são do tipo 2N2218 com dissipadores de calor, e os resistores são todos de 1/8 ou 1/4 com 10% ou 20% de tolerância.

A alimentação de 12 V deve ser feita com fonte de muito boa filtragem (para não ocorrerem rancos de emissão) que forneça corrente de pelo menos 1 A.

A entrada de modulação deve ser ligada a saída de um pré-amplificador de áudio ou mesmo de um microfone.

Se for usado microfone de eletreto, a ligação é mostrada na **figura 11**.

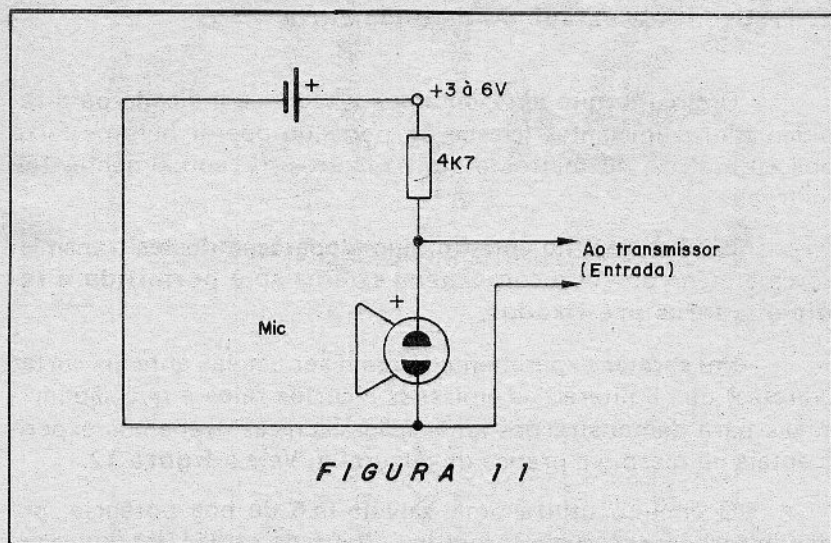


FIGURA 11

Pode ser empregado um pequeno mixer para emitir sinais de gravadores, toca-discos e microfones, devendo ser o mesmo conectado com cabo blindado.

Para a operação experimental a antena consiste numa vareta telescópica de no máximo 40 cm de comprimento.

Os capacitores são todos cerâmicos de boa qualidade.

O circuito também operará com tensões de 6 ou 9 V, no entanto, com potência menor.

CV3 deve ser ajustado para maior rendimento na emissão depois dos ajustes de CV1 e CV2, conforme indicado na parte teórica desta edição.

O transistor BF494 oscilará bem na faixa de frequências entre 30 MHz e 150 MHz com este mesmo circuito. Apenas abaixo de 80 MHz será eventualmente necessário aumentar o valor de C7.

2. Transmissor valvulado de onda curta

O circuito que apresentamos a seguir é indicado para radioamadores iniciantes (classe C), podendo operar bem na faixa dos 80 metros, 40 metros e até 20 metros. (Eventualmente, 160 metros).

Lembramos, no entanto, que a operação destes transmissores a plena potência com antena externa só é **permitida a radioamadores pré-fixados**.

Em caráter experimental podem ser usadas antenas curtas (varetas) que limitarão as emissões a curtos raios e que são indicadas para demonstrações em escolas técnicas, trabalhos experimentais ou mesmo a prática de telegrafia. Veja a **figura 12**.

O circuito utiliza uma válvula 6L6 de boa potência, podendo fornecer algo em torno de 5 Watts de saída. Um duplo externo de bom rendimento permite que os sinais deste transmissor em condições favoráveis possam ser captados a mais de 100 quilômetros de distância.

Na **figura 13** temos a disposição dos componentes sob um chassi de metal.

O transformador de força tem secundário de alta tensão de 250 a 350 V e corrente acima de 50 mA, além de enrolamentos de baixa tensão para os filamentos da válvula e uma possível lâmpada piloto no painel.

Os capacitores C1 e C2 devem ser eletrolíticos para 450 V com valores entre 8 e 50 μF . (Quanto maior, melhor será a filtragem e, portanto, menor o risco de rancos de emissão).

O choque T2 nada mais é do que o enrolamento primário de um transformador de alimentação de 110 V/ 6 + 6 V x 500 mA. O enrolamento de baixa tensão não será usado.

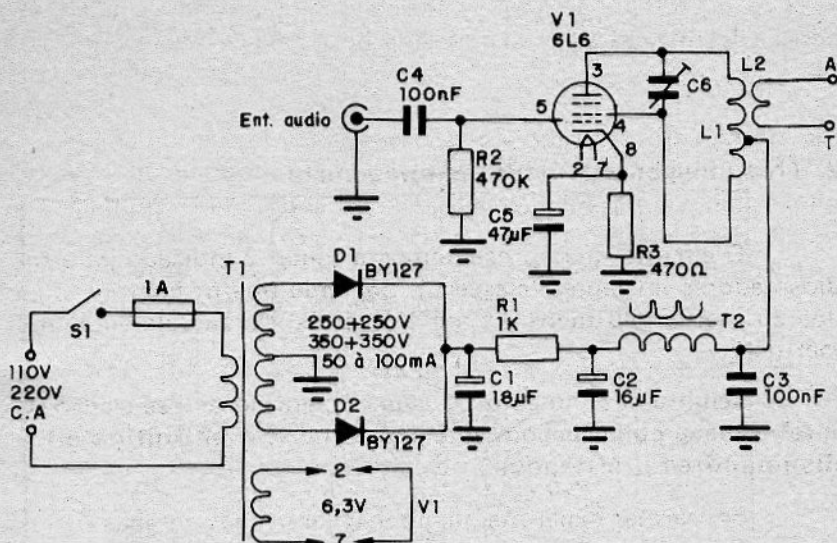


FIGURA 12

O capacitor C3 precisa ter uma tensão de trabalho de pelo menos 500 V e a bobina L1 tem características conforme a faixa de frequência de operação.

Num tubo de PVC ou papelão de 2,5 cm de diâmetro devem ser enroladas espiras de fio esmaltado 26, conforme a seguinte tabela (todas com tomada central):

FAIXA (MHz)	ESPIRAS
3,5	40
7,0	20
14	15

O capacitor eletrolítico C5 deve ter uma tensão de trabalho de 25 V ou mais a entrada do sinal de áudio de modulação deve ser blindada para se evitar a captação de zumbidos.

L1, conforme a seguinte tabela:

FAIXA (MHz)	ESPIRAS
3,5	5
7,0	3
14	2

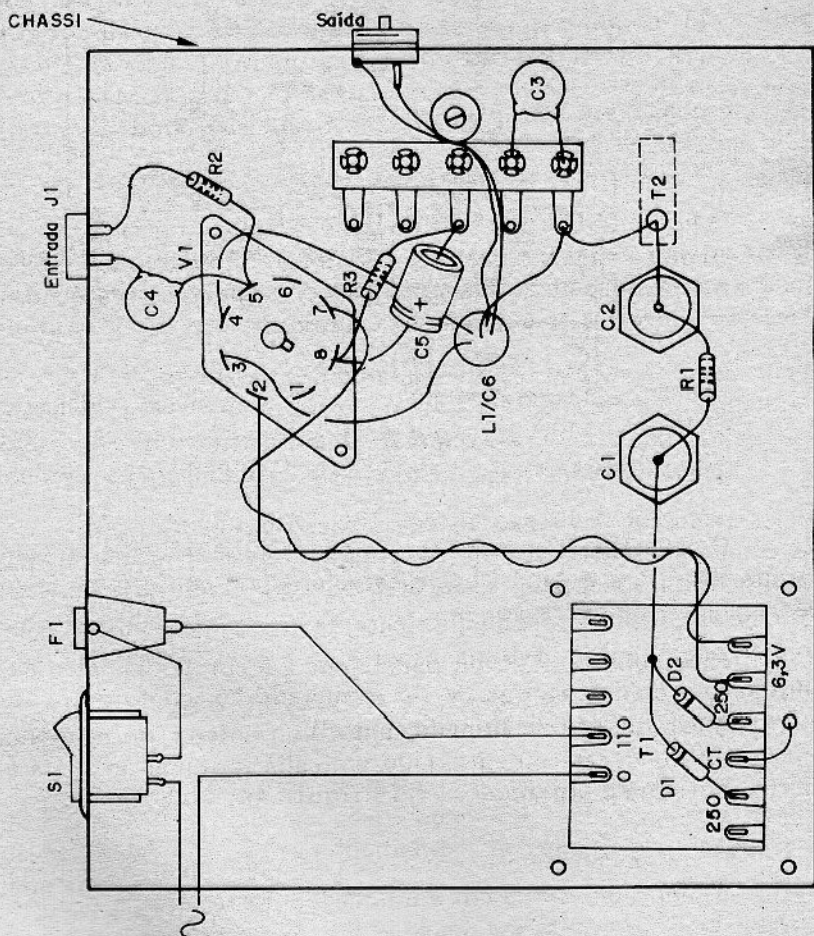


FIGURA 13

O fio empregado é o mesmo de L1 e a saída é conseguida por meio de conector coaxial ou então dois terminais isolados.

A entrada de áudio vem a partir de um pré-amplificador de áudio ou mesmo de um microfone comum. Microfones de cristal darão maior rendimento. Para outros tipos devem ser usados pré-amplificadores.

Este tipo de modulação é denominada modulação em grade, controlando diretamente o feixe de elétrons do catodo para o anodo. A amplitude do sinal determinará a porcentagem de modulação que não deve superar nunca os 100% para que não ocorram distorções ou problemas de irradiação de sinais espúrios.

O capacitor C6 tanto pode ser um trimer com alta tensão de isolamento como um variável de até 210 pF de alta tensão de isolamento. A tensão de isolamento é dada pela separação das placas que deve ser de pelo menos 1,5 mm.

Capacitores com separação menor entre placas podem resultar em faiscamentos que sobrecarregarão a fonte e a própria válvula com perigo para os componentes do transmissor.

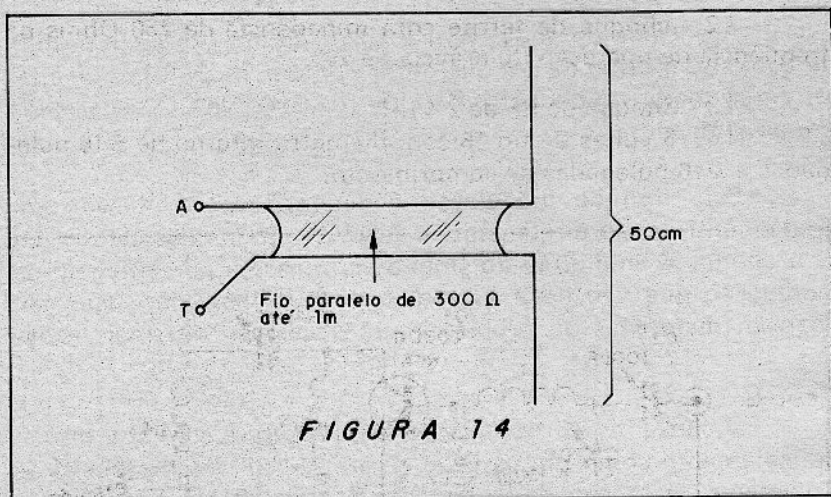
O ajuste é simples: para verificar a oscilação basta aproximar uma lâmpada piloto com uma bobina de 4 a 5 espiras de fio comum. A lâmpada deve acender ao se aproximar da bobina do transmissor. Uma lâmpada fluorescente também acenderá pela simples aproximação do transmissor.

Para ajustar inicialmente, use como antena um pequeno pedaço de fio de até 50 cm ligado em cada terminal de saída e abertos, formando um dipolo. Veja a **figura 14**.

Em operação experimental use como antena uma pequena vareta de metal de até 50 cm e a ligação a terra faça no próprio chassi (T).

Lembramos que este circuito opera com potências e tensões elevadas de RF que **podem causar queimaduras a quem**

tocar em pontos vivos durante o funcionamento. Precauções especiais de manejo devem ser tomadas.



Para operação na faixa de ondas médias basta enrolar a bobina com 100 voltas de fio 28 ou 26 com tomada central.

3. AMPLIFICADOR PARA 100 MHz

Completamos nossa seleção de projetos com um amplificador para 100 MHz, que utiliza o transistor 40306 da RCA (Manual RCA de RF), o qual fornece uma potência de saída de 7,5 Watts com alimentação de 28 V e potência de entrada de 1 Watt.

A impedância de entrada é de 50 Ohms, assim como a de saída.

Na **figura 15** damos o circuito completo da etapa de potência.

A pinagem do transistor é mostrada na **figura 16**.

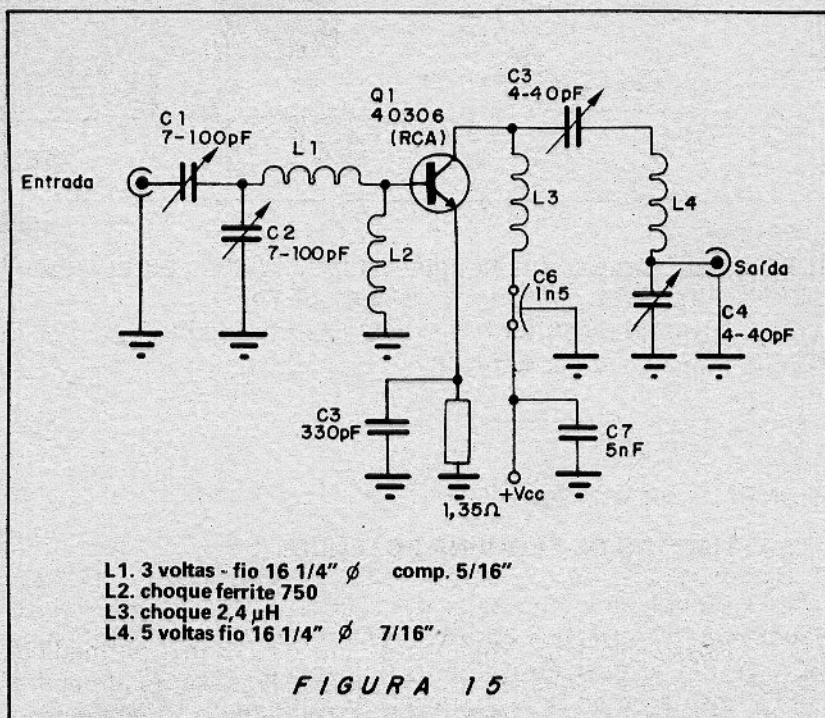
Os capacitores são todos cerâmicos e as bobinas têm as seguintes características:

L1 - 3 voltas de fio 16 em forma de 1/4 de polegada de diâmetro interno e 5/16 polegadas de comprimento.

L2 - choque de ferrite com impedância de 750 Ohms na frequência de operação (tolerância de 20%).

L3 - Choque de RF de 2,4 μH

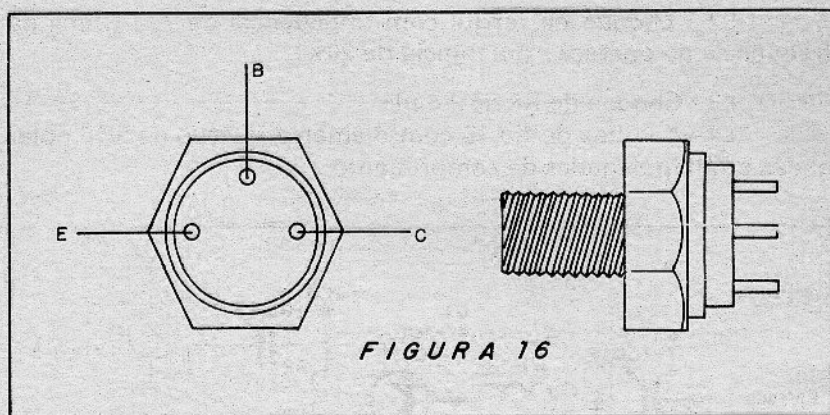
L4 - 5 voltas de fio 16 com diâmetro interno de 5/16 polegadas e 7/16 polegadas de comprimento.



Observamos que o resistor R1 não pode ser de tipo indutivo.

O transistor deverá ser dotado de radiador de calor. Observamos que este transistor não é componente comum em nosso mercado, podendo os leitores de lugares mais afastados encontrarem dificuldades para sua obtenção. Certifique-se pois da disponibilidade do componente antes de tentar qualquer montagem.

O transistor indicado pode também operar em frequências mais elevadas, com menor potência de saída, entretanto. Em



400 MHz ele fornecerá uma potência de 3 Watts a partir de uma excitação de 1 Watt com alimentação de 28 Volts.

4. WATTÍMETRO DE PEQUENA POTÊNCIA

Nosso próximo projeto é de um wattímetro ou medidor de potência para pequenos transmissores. Trata-se de um aparelho de grande utilidade para quem gosta de fazer montagens de equipamentos de emissão na faixa de até 500 mW.

O circuito é bastante simples e sua fonte de alimentação consiste numa única pilha de 1,5 V. Veja o seu esquema na **figura 17**.

A finalidade da pilha é apenas fornecer uma tensão direta ao diodo, que o leve ao limiar da condução. Com o sinal de RF este diodo conduz e em sua função causa a deflexão do instrumento.

Existem então dois ajustes a serem feitos no instrumento: o primeiro é o ajuste de zero que zera o instrumento, como o nome sugere, em função da corrente que polariza o diodo sem presença de sinal de entrada.

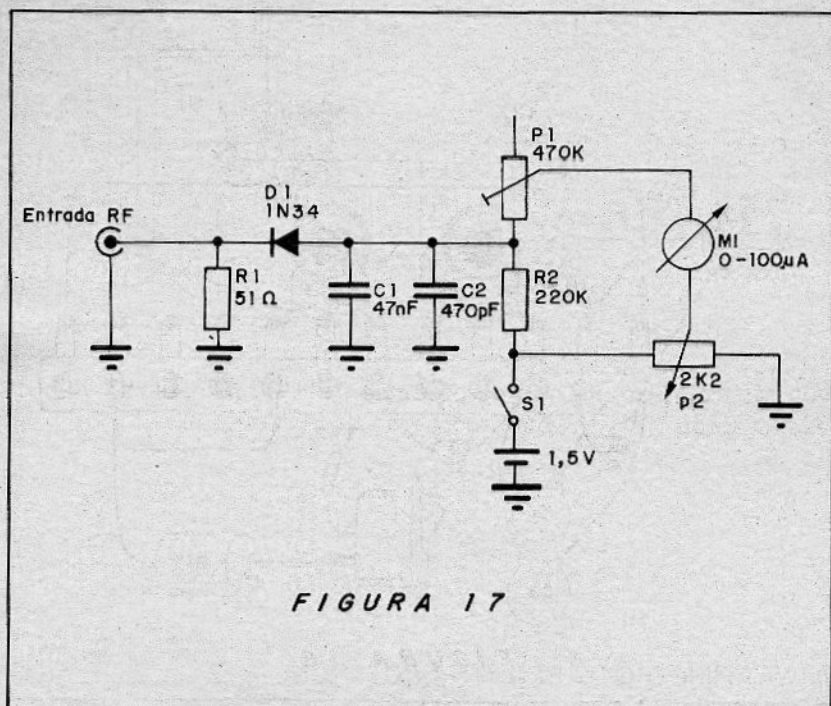


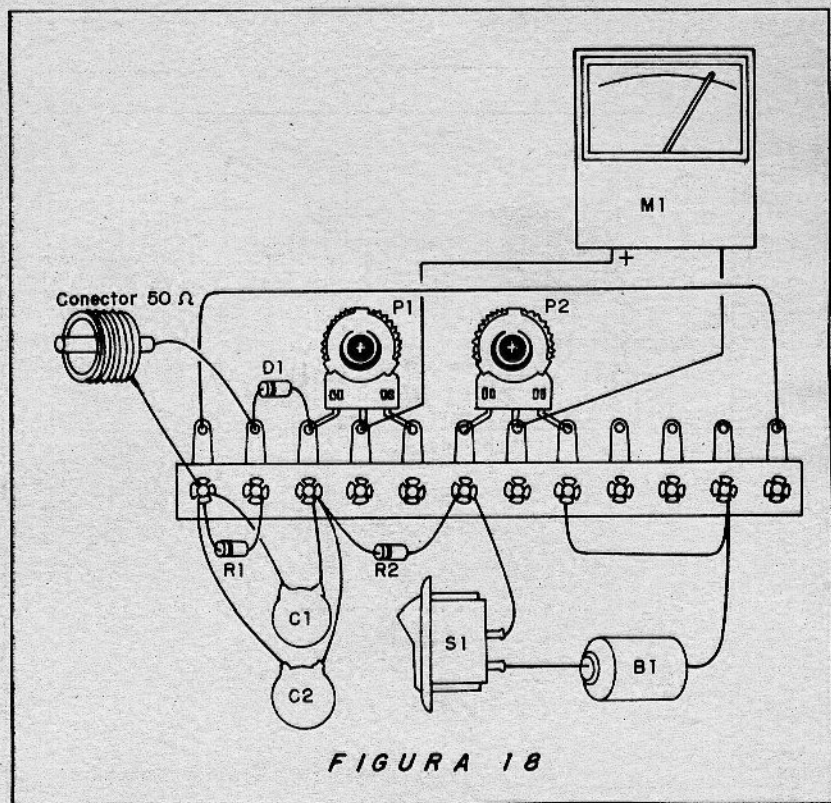
FIGURA 17

O segundo é o ajuste de potência máxima que deve ser feito a partir de uma fonte de sinal de potência conhecida.

A montagem deste aparelho é tão simples que pode ser usada uma ponte de terminais, conforme mostra a **figura 18**.

O instrumento é um microamperímetro de 0-10 μA ou menos sensível, caso o original não seja encontrado. Os resistores são todos de 1/8 W ou 1/4 W com qualquer tolerância e o diodo é de germânio de uso geral como o 1N34. Sinais de até 200 MHz podem ser aplicados a entrada deste aparelho para medida de sua potência.

O conjunto deve ser instalado em caixa de metal e a conexão ao pequeno transmissor analisado tem de ser feita por ca-



bo coaxial para que não ocorram perdas e a transferência de energia seja total.

5. CONVERSOR PARA 2 METROS

De nada adianta você ter um transmissor para a faixa dos 2 metros se não estiver a sua disposição um receptor para estas frequências.

O que descrevemos a seguir é um conversor que converte os sinais desta faixa de tal forma, que eles podem ser captados num rádio AM comum. Veja a **figura 19**.

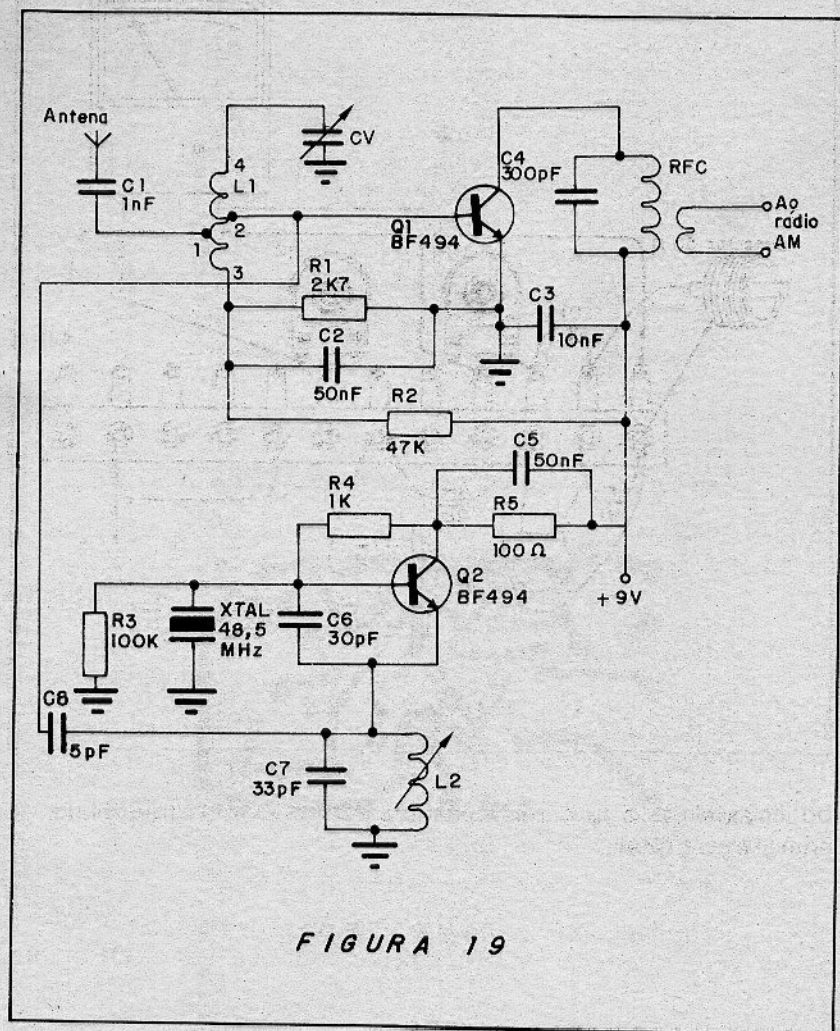


FIGURA 19

Os transistores usados podem ser os BF494 ou BF495 e o cristal é de tipo empregado em televisores, podendo ser obtidos em oficinas de reparo ou de venda de componentes de reposição.

A placa de circuito impresso para esta montagem é mostrada na **figura 20**.

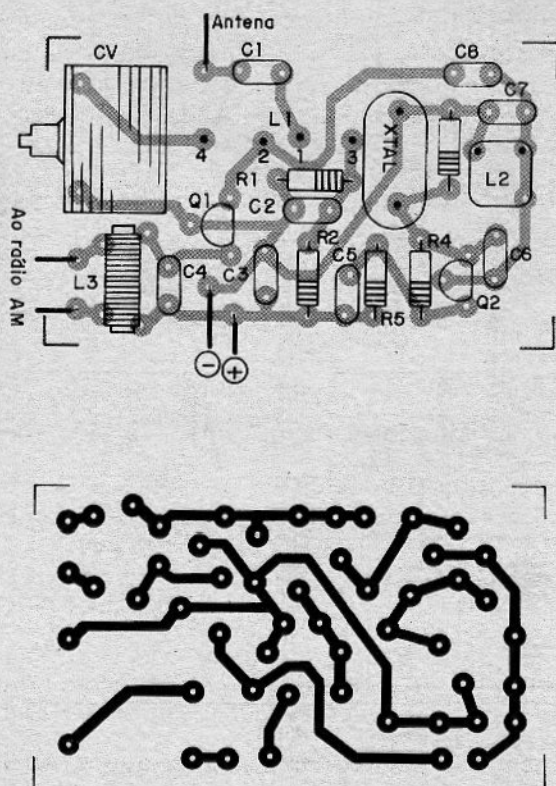


FIGURA 20

A antena pode ser uma vareta de 50 a 90 cm de comprimento ou então um dipolo externo ou ainda do tipo vertical com dimensões compatíveis à faixa de frequências sintonizadas.

L1 consiste em 8 voltas de fio 18 em forma de 2 cm de diâmetro com tomada na primeira volta para a antena e na segunda para ligação à base do transistor.

L2 consta de 14 voltas de fio de 24 em forma de 0,6 cm de diâmetro em enrolamento cerrado.

L3 é um choque de filtro que pode ser construído enrolando-se, aproximadamente, 100 voltas de fio esmaltado 32 em forma de 0,5 cm de diâmetro. A bobina de acoplamento ao receptor pode ser formada por 10 a 20 espiras do mesmo fio sobre L3.

A frequência em que obteremos a recepção é calculada multiplicando-se a frequência do cristal por 3 e depois fazendo-se a diferença da frequência da estação.

Por exemplo, uma estação de 144 Mhz será captada em:

$$3 \times 48,5 = 145,5$$

$$145,5 - 144 = 1,5 \text{ MHz}$$

O valor 1,5 Mhz corresponde também a 1500 KHz.

Os capacitores usados devem ser todos cerâmicos de boa qualidade e os resistores de 1/8 ou 1/4 W com 10% ou 20% de tolerância.

O trimer ou variável de sintonia em paralelo com L1 não é crítico, tendo capacitância máxima de até 12 pF.

A bobina L2 deve ser dotada de um pequeno núcleo de ferrite que permita ajustar as oscilações para maior rendimento.

A alimentação do circuito é feita com uma tensão de 9 V, que pode tanto ser obtida de uma bateria (o consumo do conversor é baixo) como de fonte com boa regulação e filtragem.

O acoplamento ao rádio é feito por uma ou duas voltas de fio em torno da caixa ou conexão direta à antena e terra, se ela existir.

Listas de materiais

Transmissor da figura 9

Q1, Q2 - 2N2218 - transístores de média potência para RF
CV1, CV2, CV3 - trimers - ver texto
L1, L2 - bobinas, ver texto
R1 - 22 K x resistor (vermelho, vermelho, laranja)
R2 - 39 K - resistor (laranja, branco, laranja)
R3 - R6 - 33 Ohms (laranja, laranja, preto)
R4 - 2K2 - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
R5 - 1 K - resistor (marrom, preto, vermelho)
C1, C5 - 100 nF - capacitores cerâmicos
C2 - 68 pF - capacitor cerâmico
C3 - 1 nF - capacitor cerâmico
C4 - 47 pF - capacitor cerâmico
Diversos: placa de circuito impresso, fonte de 12 V, dissipador de calor para Q2, antena, fios etc.

Transmissor da figura 12

V1 - 6L6 - válvula pentodo com suporte
T1 - Transformador de força (ver texto)
T2 - Transformador de 6 + 6 V x 500 mA
D1, D2 - BY127 - diodos retificadores
L1, L2 - ver texto
C6 - variável de até 410 pF
S1 - interruptor simples
F1 - fusível de 1 A
C1, C2 - 16 à 50 μ F x 450 V - capacitores eletrolíticos
C3 - C4 - 100 nF - capacitor cerâmico para 450 V ou mais
C5 - 47 μ F x 25 V - capacitor eletrolítico
R1 - 1 K x 5 W - resistor de fio
R2 - 470 K - resistor (amarelo, violeta, amarelo)
R3 - 470 Ohms - resistor (amarelo, violeta, marrom)
Diversos: chassi de metal, fios esmaltados para bobina, ponte de terminais, cabo de alimentação, fios, solda etc.)

Wattímetro da figura 17

D1 - 1N34 - diodo de germânio

M1 - Microamperímetro de 10 a 200 μ A
P1 - 470 K - trimpot
P2 - 2K2 - trimpot
R1 - 51 Ohms - resistor (verde, branco, preto)
R2 - 220 K - resistor (vermelho, vermelho, amarelo)
C1 - 47 nF - capacitor cerâmico
C2 - 470 pF - capacitor cerâmico
Diversos: pilha, ponte de terminais, conector coaxial de 50 Ohms etc.

Conversor da figura 19

Q1, Q2 - BF494 ou BF495 - transístores de RF
L1, L2, RFC - ver texto
CV - variável até 20 pF
XTAL - cristal de 48,5 MHz
C1 - 1 nF - capacitor cerâmico
C2 - 50 nF - capacitor cerâmico
C3 - 10 nF - capacitor cerâmico
C4 - 300 pF - capacitor cerâmico
C5 - 50 nF - capacitor cerâmico
C6 - 30 pF - capacitor cerâmico
C7 - 33 pF - capacitor cerâmico
C8 - 5 pF - capacitor cerâmico
R1 - 2K7 - resistor (vermelho, violeta, vermelho)
R2 - 47 K - resistor (amarelo, violeta, laranja)
R3 - 100 K - resistor (marrom, preto, amarelo)
R4 - 1 K - resistor (marrom, preto, vermelho)
R5 - 100 Ohms - resistor (marrom, preto, marrom)
Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, caixa para montagem.

