

CÓDIGOS

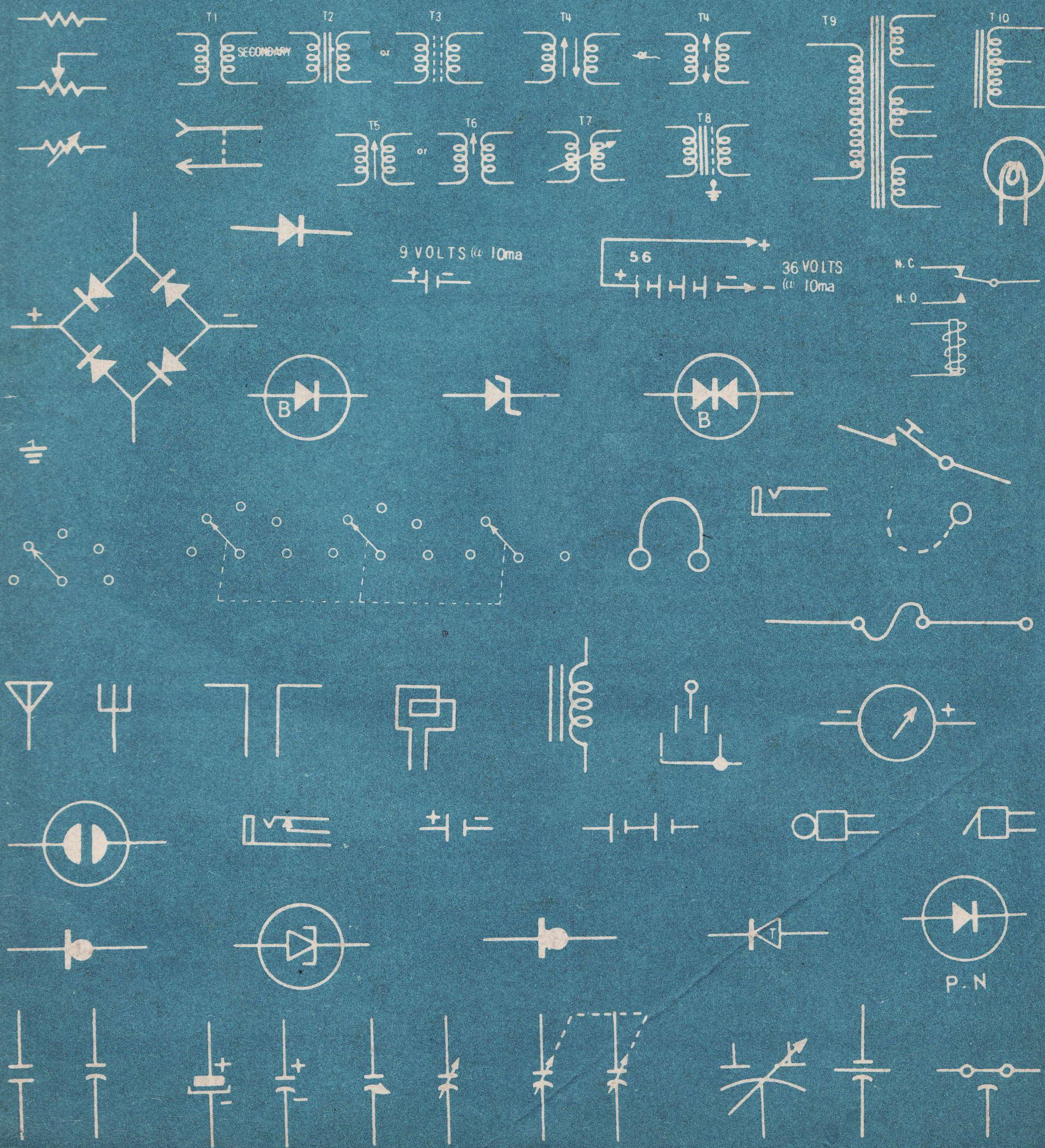
SEMICONDUTORES

Registro DPF 379.P.209/73

3ª Edição

O que são **Como funcionam**

Cr$ 10,00



SEMICONDUTORES

PREFÁCIO

Toda vez que duas pessoas tentam comunicar-se, escolhem elas um «código» para se entender. Seja o idioma ou escrita comuns, os gestos, a mímica, o certo é que precisa existir um código comum para que o pensamento de uma pessoa seja entendido pela outra.

Um bom exemplo do que dizemos está nos símbolos rodoviários. A sinalização ao longo das estradas é um código que as autoridades rodoviárias adotam para avisar sobre curvas, elevações, pontes, limites de velocidade etc.

Em rádio, eletrônica, TV e afins também existem códigos ou coleções de símbolos que permitem a uma pessoa dizer exatamente o que deseja, no que concerne a circuitos e ações eletrônicas.

Assim um livro sobre qualquer ramo de eletrônica, deve, a nosso ver, começar pelo estabelecimento de um código ou coleção de símbolos para que os leitores não tenham dificuldades em entender o que desejamos dizer.

Estes símbolos — que são desenhos usados na técnica eletrônica — têm um significado específico. Assim quando o leitor se defronta com um símbolo da figura 0.1 ligado por um



FIG 0-1

traço ao símbolo da figura 0.2 saberá



FIG 0-2

que isto significa um resistor ligado a um condensador. Se dois traços, no desenho, se cruzam, sem que tenham a configuração da figura 0.3 isto significa que o desenhista, por conveniência ou imposição gráfica, fez com que uma linha cruzasse a outra, porém, isto não significa que os componentes a que vão ter as linhas, devem ser interligados.

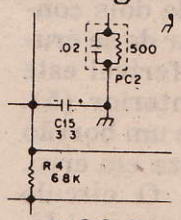
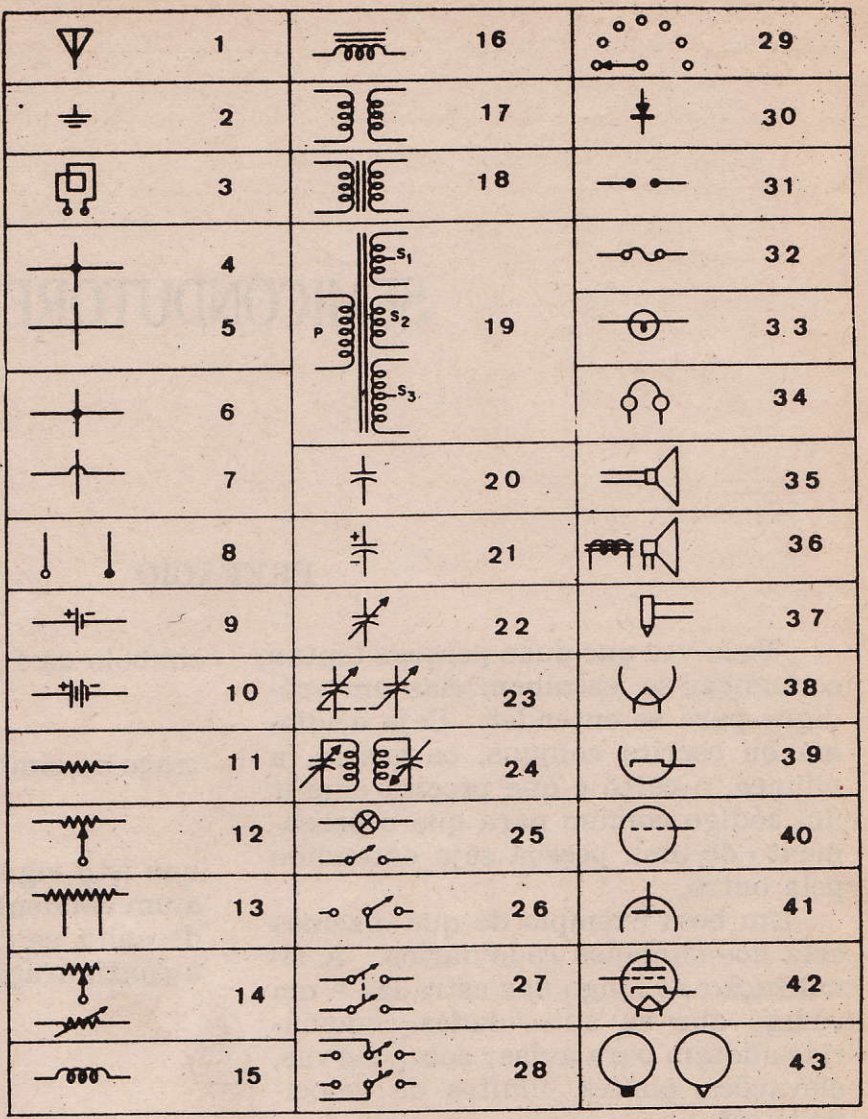


FIG 0-3

O leitor deve procurar memorizar estes símbolos que são usados em todos os circuitos. Não é recomendável que procure recorrer sempre a este capitulo todas as vezes que tiver que interpretar um circuito. É como se recorrese a uma cartilha de alfabetização todas as vezes que tivesse que ler um livro.

SIMBOLOS FIG. 1.1



Antena — Serve para indicar o terminal do receptor ou transmissor onde deverá ser ligada a antena externa. É também usado para indicar a própria antena externa.

Terra — Indica conexão ao chassis metálico; ponto comum de ligações a massa; terra externa.

Antena de Quadro — Tipo de antena direcional. No passado era muito usada em rádios, porém, hoje está superada pela antena tipo «Ferrite». É usada em aviões e navios para rádio-orientação.

Conexão — Indica a ligação de dois condutores (ver 6).

Não-conexão — Indica que apesar dos traços se cruzarem os condutores não devem ser ligados (ver 7).

Conexão — Indica a conexão de dois condutores.

Não conexão — Indica a não ligação de dois condutores apesar de se cruzarem. É preferível este método ao anterior (5), pois evita que um borrão de tinta induza em erro.

Terminal — O círculo vazio indica terminal fêmea, o cheio terminal macho.

Pilha — De um só elemento; o traço maior é sempre o positivo.

Bateria — Várias pilhas ligadas em série.

Resistência ou resistor — componente usado entre outras funções para abater ou reduzir a voltagem. Os resistores podem ser de fio, grafite, etc. São fabricados em diversos valores, sendida o Ohm. Podem ser do sua unidade de me- para várias dissipações. Em transistores são de 1/8 até 1 vátio. Em transmissores chegam a centenas de vátios.

Resistor variável — Tipo potenciômetro. O valor é variado pela ação do cursor.

Resistor com derivações — Geralmente é um resistor a fio, com várias tomadas ou derivações.

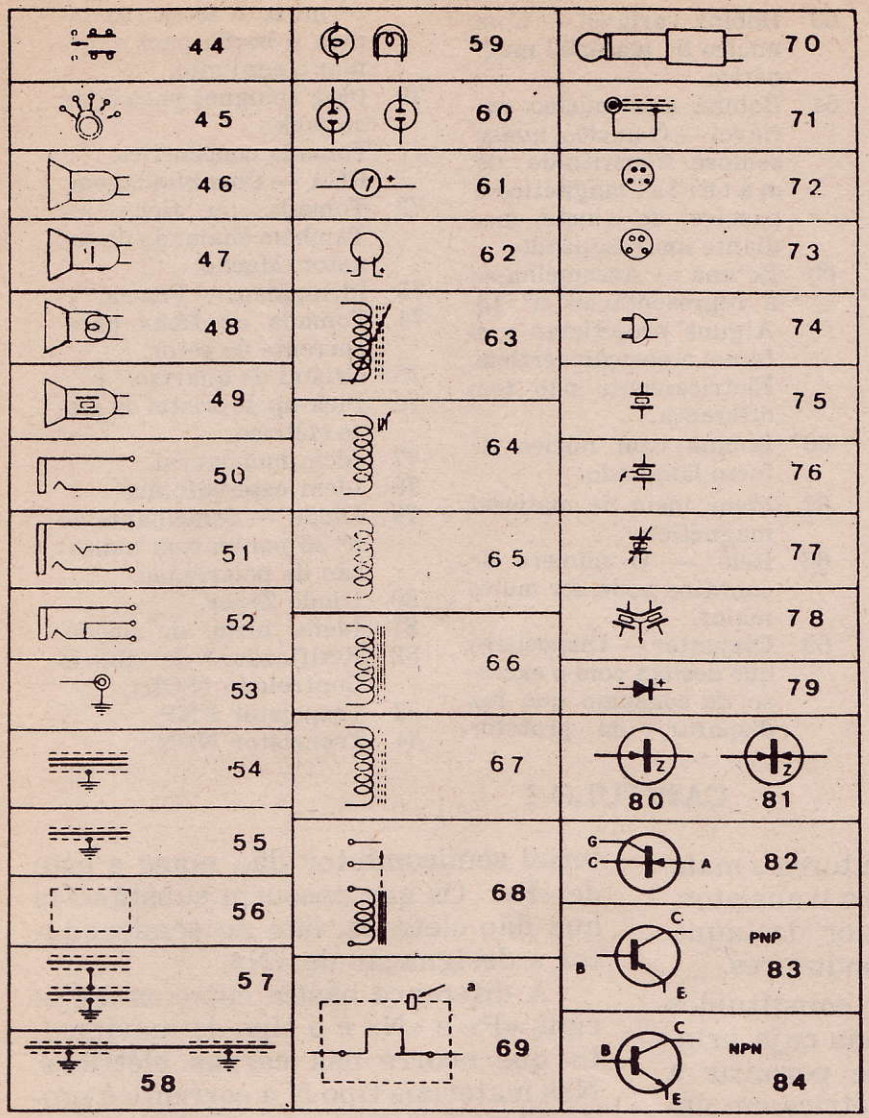
Resistor variável — Tipo reostato ou resistor a fio com uma braçadeira deslisante.

Bobina — Tambem denominada de solenoide, indutância. Nome genérico que se dá ao componente constituído de um enrolamento de fio sobre uma forma ou tubo, ou sem estes, de forma cilíndrica. Há vários tipos de bobinas, sendo as mais comuns a de uma camada só e a honeycomb.

Reator — Choque, bobina com núcleo de ferro laminado, etc. Enrolamento de várias camadas de fio, com núcleo constituído de lâminas de ferro silício.

Transformador de RF — Duas bobinas muito próximas produzem indução. Quando circula em uma (primário) uma corrente alternada ou pulsante, na outra (secundário) induz-se uma

SIMBOLOS FIG. 1.1



força eletro motriz .... (FEM). As letras RF referem-se a Rádio Frequência, acima dos .... 20.000 hertz.

18 Transformador de AF — O mesmo princípio anterior só que em frequências baixas (BF) ou audio frequência (AF). Por se tratar de frequências mais baixas o núcleo é de ferro silício laminado.

19 Transformador de alimentação — Ou de força. Possui primário (P) e um ou mais secundários (S1, S2 e S3 no exemplo). Alguns tem derivações. (S1 e S2).

20 Condensador — Também chamado capacitor. Fixo. A parte curva indica o lado preferencial para ser ligado ao terminal da placa externa do condensador (outside foil).

21 **Condensador eletrolítico — Há outras representações gráficas porém esta é a mais comum**

22 Condensador variável

23 Condesador variável — duplo, triplo, etc. Também se diz em «tandem».

24 Transformador de R.F. — Com primário e secundário sintonizáveis.

25 Duas alternativas para indicar interruptor simples. Diz-se que tem 1 polo 1 posição.

26 Interruptor ou chave - 1 polo 2 posições

27 Idem, idem — 2 polos posição

28 Idem, idem — 2 polos posições.

29 Idem, idem — 1 polo posições (o número posições é muito riável)

30 Diodo — Retificador detetor

31 Centelhado — Dispo tivo para que um e cesso de voltagem se d sipe na forma de cen lha elétrica.

32 Fusível — Existem v rias formas de fusív Seu valor deve ser acordo com o consun do aparelho que vi proteger.

33 Lâmpada piloto — Lâ pada miniatura para i dicação e iluminação escalas e instrumentos

34 Fone duplo — A repr sentação do fone simpl tem um só auricular.

35 Altofalante — De in permanente

36 Idem, idem de eletr imã — Muito pouco us do atualmente.

37 Unidade de reproduç fonográfica — Pick-U

38 Filamento de válvula

39 Catodo de válvula

40 Grade de válvula

41 Placa de válvula

42 Válvula de três eletr dos — Também cham da triodo.

43 Guia de referência — Para conexão das vá vulas eletrônicas.

44 Chave deslisante de polos 2 posições.

45 Chave seeltora de múl plos contatos.

46 Microfone — Símbo geral.

47 Idem a condensador.

48 Idem dinâmico.

49 Idem a cristal.

50 Jack (jeque) — Tip simples para conexão plug (plugue).

51 Jack duplo.

52 Jack com contato que se abre (ou fecha) quando entra o plug.
53 Terminal concêntrico — Também chamado de tomada RCA.
54 Fio duplo blindado com ligação a massa.
55 Fio simples blindado.
56 Blindagem — Indica blindagem ao redor do componentes.
57 Fios simples blindados — Com um único ponto de contato a massa.
58 Fio simples blindado Com mais de um ponto a massa.
59 Lâmpada de filamento.
60 Lâmapada neon.
61 Medidor — Instrumento de medida
62 Medidor — Dentro do círculo coloca-se uma letra referente ao tipo de medida. (A) amperímetro; (V) voltímetro etc.
63 Bobina variável — Com núcleo de material magnético.
64 Bobina com núcleo variável — O núcleo, quase sempre constituído de material magnético é passível de ajuste, mediante um rosqueado.
65 Bobina — Assemelha-se a representação nº 15. Alguns projetistas preferem a posição vertical. Eletricamente não tem diferença.
66 Bobina com núcleo de ferro laminado.
67 Idem, idem de material magnético.
68 Relé — O número de contatos pode ser muito maior.
69 Disjuntor — Dispositivo que desliga com o excesso de consumo que faz disparar, um protetor térmico. A letra (a) indica o botão para rearmar o conjunto.
70 Plug (plugue) para ligar no jack
71 Tomada concêntrica ... RCA — Com blindagem.
72 Tomada ou ficha — Também chamado de conetor. Macho.
73 Idem, idem — Fêmea.
74 Tomada ou ficha para corrente do setor.
75 Cristal de quartzo.
76 Pick-up de cristal ou piezo elétrico.
77 Idem monoaural.
78 Idem estereofônico.
79 Diodo — Semelhante ao nº 30 porém com indicação de polaridade.
80 Diodo Zener.
81 Idem, idem, de anodo.
82 Retificador de Silício Controlado (SCR).
83 Transistor PNP.
84 Transistor NPN.

CAPÍTULO I

De todos os semicondutores o mais importante sem dúvida é o transistor, daí ser tratado com maior destaque neste livro sobre semicondutores.

Os transistores são constituídos de materiais e substâncias cuja principal característica é de permitir a passagem da corrente elétrica em um sentido e opor-se à passagem da corrente elétrica em sentido oposto. A isto se designa semicondução. Os transistores são semicondutores.

Os materiais mais usados na fabricação de transistores são o silício e o germânio; outros materiais como o sulfeto de cádmio, sulfeto de chumbo, índio e gálio também são usados.

Antes que o material possa ser considerado apto a ser transformado em semicondutor é ele submetido a uma série de operações, inclusive de refinação, para dar as qualidades necessárias ao seu desempenho.

Certos materiais são adicionados para que aceitem ou forneçam eletrons, e isto torna os transistores passíveis de definições mais estritas.

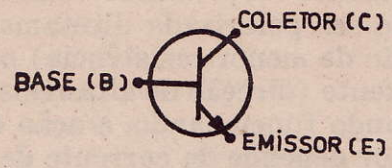
Aqueles que possuem substâncias que aceitam eletrons contidos no material semicondutor dão nome a este de «P». Os que possuem substâncias que dão eletrons, dão ao semicondutor a designação de «N».

A diferença básica entre os materiais «P» e «N» é o tipo de movimento que ocorre nas cargas elétricas. Nos materiais tipo N a corrente é produzida pelos eletrons ou cargas negativas (daí a letra N de negativo); nos materiais P a corrente é produzida pelas cargas positivas (daí a letra P).

Os transistores são constituídos de finas placas de material P e N que possuem uma interligação (junção molecular) além do contato físico. Podem constituir-se de duas lâminas P e uma N ou duas lâminas N e uma P. São designadas de PNP no primeiro caso e NPN no segundo caso, conforme a seção central seja negativa (N) ou positiva (P).

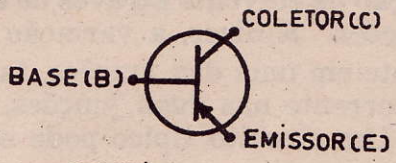
Os eletrodos dos transistores são: a base (B), que se refere à parte central; o emissor (E) e o coletor (C). Quando o semicondutor é um diodo denomina-se aquela parte que possui material N de catodo e a que possui material P de anodo. A representa-

ção gráfica dos transistores é a seguinte:



TRANSISTOR NPN

FIG 1-1



TRANSISTOR PNP

NOTA: — Existem outras representações gráficas de transistores tetrodos e outros que veremos mais adiante.

Os diodos têm a seguinte representação:



DIODO SEMICONDUTOR

FIG 1-2

A seta indica o fluxo convencional da corrente elétrica; portanto, os eletrons fluem no sentido inverso. Em outras palavras, o sentido da corrente é inverso ao sentido do fluxo eletrons. Assim, na figura 1.3, o fluxo



dos eletrons é no sentido inverso ao da seta.

Os eletrons nos transistores NPN fluem do emissor para o coletor. Nos transistores PNP os eletrons fluem do coletor para o emissor. O transistor, que é basicamente um componente de três elementos (base, coletor e emissor), é usado para todas as aplicações antes efetuadas por válvulas. Existem mesmo certas funções que somente os transistores ou certos semicondutores podem fazer e que é impossível efetuar com válvulas.

Com referência ao funcionamento e representação gráfica dos semicondutores, aqui cabe uma observação. Os diodos Zener são os únicos que operam em condições inversas em relação à direção da flecha e a polaridade. Mais adiante explicaremos o funcionamento do Zener.

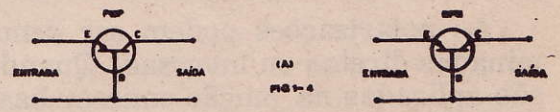
O leitor deve memorizar esta parte de letras indicadoras e polaridade nos terminais dos transistores. Isto irá ajudá-lo quando efetuar medidas e reparações nos aparelhos transistorizados.

Os transistores, como antigamente as válvulas, são associados a outros componentes para completarem circuitos.

Existem três disposições básicas de ligação dos transistores.

BASE COMUM

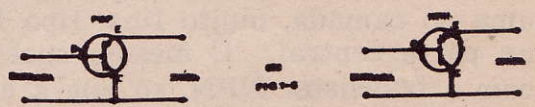
Diz-se que a disposição é «Base Comum» quando esta é comum ao circuito de entrada e saída (ver fig. 1.4).



Tanto para transistores PNP como NPN a base é comum à entrada e à saída.

COLETOR COMUM

Diz-se que a disposição é Coletor Comum quando este é comum ao cir-



cuito de entrada e saída (ver fig. 1.5).

Tanto para transistores PNP como NPN o coletor é comum à entrada e à saída.

EMISSOR COMUM

Diz-se que a disposição é Emissor Comum quando este é comum ao cir-

cuito de entrada e saída (ver fig. 1.6).



Tanto para transistores PNP como NPN a base é comum à entrada e à saída.

As disposições acima descritas não alteram a polaridade das voltagens aplicadas aos terminais dos transistores. O que varia são os pontos em que é aplicado um sinal ou corrente de entrada e onde é obtida a saída.

Além da polaridade correta na voltagem aplicada aos terminais dos transistores, outro ponto importante é a polarização. A polarização é obtída por uma voltagem aplicada ao transistor e que determina a corrente que fluirá pelo mesmo. Pode-se considerar o transistor como um componente que opera em corrente, isto é, a corrente que flui no circuito emissor-base controla a corrente que flui no circuito coletor. E o fluxo é determinado pela voltagem de polarização.

As polarizações podem ser denominadas diretas ou inversas. Quando são aplicadas na junção emissor-base denominam-se **diretas,** e quando na junção coletor-base, **inversas.**

Um transistor é constituído de regiões alternadas de semicondutores P e N. De certo modo simplificado pode-se considerar um transistor PNP como diodos P-N e N-P reunidos em um só bloco, de tal modo que exista uma só camada, muito fina, tipo N, na parte central. O mesmo sucede com o transistor NPN, só que a camada seria tipo P. O transistor é assim um componente de **duas junções,** em contraste com os diodos que são de uma junção. Aliás, na nomenclatura de designação os diodos têm como primeiro indicador o número 1 (indica a quantidade de eletrodos menos 1); os transistores têm o número 2 (indica também a quantidade de eletrodos menos 1) e os tetrodos têm o número 3. Dependendo de como o transistor seja usado, cada junção pode ser polarizada diretamente (direção de menor resistência) ou inversamente (direção de alta resistência). Quando funcionando, a **ação do transistor depende da corrente de controle através de ambas junções pela variação da corrente através de uma das junções.** É dizer, a variação de corrente em uma das junções, faz variar a corrente nas **duas** junções.

Um circuito típico pode ser apre-

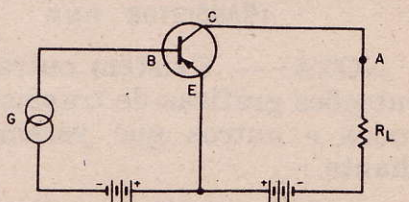


FIG 1-7

ciado na fig. 1.7. A junção coletor-base possui alta resistência e a junção emissor-base tem baixa resistência e a corrente drenada de M2 é desprezível. Como, porém, não existe voltagem aplicada à base, não flui praticamente corrente. Se aplicarmos uma polarização (de M1) à base, a corrente fornecida por M2 aumenta. A seção emissor (E) fornece eletrons, o coletor recebe. Uma pequena variação na corrente de base faz com que haja uma grande alteração na corrente entre emissor-coletor. RL é a carga ou circuito de aplicação e G a entrada do sinal.

Esta é a condição básica para um circuito amplificador. Pela variação de uma corrente relativamente pequena, através de uma junção (base-emissor) é possível controlar uma corrente total, muito maior ,através de ambas junções do transistor (junção coletor-base e junção base-emissor).

Aplicando-se um sinal ou corrente ao circuito de entrada de um transistor base-emissor, base-coletor, dentro das configurações clássicas já descritas (figs. 1.4, 1.5 e 1.6), teremos os efeitos acima descritos.

CAPÍTULO II
AMPLIFICADORES

Os circuitos básicos já foram descritos de modo suscinto, porém de maneira bastante clara de modo a não deixar dúvidas no leitor quanto ao princípio de funcionamento. Vejamos agora alguns detalhes adicionais.

AMPLIFICADOR TIPO BASE-COMUM

No amplificador tipo base-comum o sinal é aplicado no transistor através do circuito emissor-base e a saída é obtida nos terminais coletor-base (fig. 1.4). A impedância de entrada é baixa e a impedância de saída bem mais elevada. O ganho total não é muito elevado, de modo que este circuito é pouco usado salvo nos casos em que o ganho não é primordial e sim o casamento de impedâncias.

Em um amplificador PNP, de base comum, a corrente do emissor aumenta à proporção que a voltagem base-emissor decresce. À proporção que a corrente do emissor aumenta, também cresce a corrente do coletor, em uma proporção de 1:1 (um para um), mesmo com a voltagem no coletor sendo zero. Com o transistor NPN operando como amplificador base-comum, o emissor se torna negativo à proporção que a antena se torna mais positiva. Diminuindo a corrente do emissor decresce a queda de voltagem nos extremos da resistência de cargo. Deste modo, tanto no PNP como no NPN o sinal de saída está sempre em fase com o sinal de entrada.

AMPLIFICADOR DE COLETOR-COMUM

Quando o sinal de entrada é aplicado na base e a saída obtida no emissor, o circuito é denominado de coletor-comum (fig. 1.5). Neste caso o ganho de corrente é o mesmo que a proporção de variação de corrente do emissor em relação à variação de corrente de base. A voltagem de saída é sempre menor que a de entrada, por um valor igual à queda de tensão base para emissor. Como a voltagem de saída segue a voltagem de entrada, o circuito é muitas vezes designado de «emitodino», à semelhança do circuito catodino, de válvula.

A impedância de entrada do amplificador de coletor-comum é alta e a de saída a mais baixa das três configurações clássicas. O ganho do sinal do circuito emitodino (coletor-comum) é menor que a unidade, porém o circuito tem muita aplicação em dispositivos onde o problema de casamento de impedâncias é mais crítico que o ganho do amplificador.

AMPLIFICADOR DE EMISSOR COMUM

O circuito emissor-comum é o mais popular dos três circuitos clássicos, porque permite ganho em corrente e voltagem. (fig. 1.6).

A corrente é amplificada devido ao fato de que pequenas variações na corrente de base produzem grandes variações na corrente do coletor. A voltagem é amplificada porque a resistência de saída é maior que a resistência de entrada. Deste modo o ganho de potência de um amplificador de emissor-comum é maior do que nas outras duas configurações.

Ao contrário das outras duas disposições o amplificador de emissor-comum é um inversor de fase, isto é, o sinal de saída está sempre 180° fora de fase em relação ao sinal de entrada.

Esta questão de fase e fora de fase ou defasado não é fácil de ser entendida pela maioria dos leitores, porém, vamos dar um exemplo que irá aclarar o assunto. Imagine que está marchando, num treino de «ordem unida», e comece a andar com o pé direito, enquanto os outros começam com o pé esquerdo. Ao chegar ao ponto de «alto» estará com uma passada fora de fase, que provocará, sem dúvida, uma reprimenda do sargento que estiver treinando a turma de recrutas...

Pois estar fora de fase em eletrônica é mais ou menos como estar com passo trocado. Prossegue a marcha mas quando o pé esquerdo dos outros está na frente é o pé direito do «fora de fase» que está na frente, apesar de todos marcharem em linha.

Nos sinais que são aplicados aos amplificadores os mesmos podem sofrer um defasamento ao longo do percurso no circuito. As vezes o defasamento é desejável e outras vezes tem que ser corrigido. Mais adiante veremos este ponto com detalhes.

Na tabela da fig. 2.1 temos um resumo das características dos três circuitos clássicos de transistores.

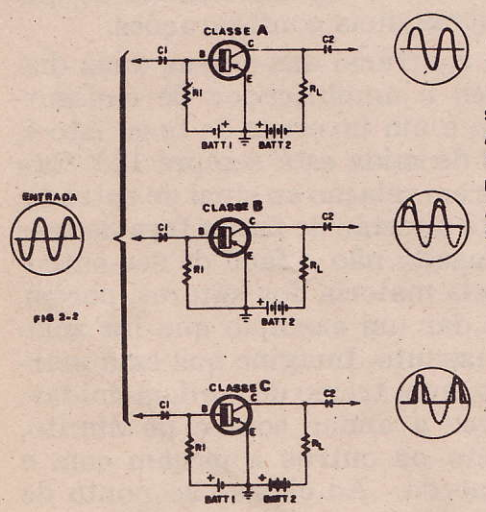
Todo circuito amplificador, como o nome indica, é destinado a amplificar os sinais aplicados e sua entrada. Porém isto não se faz gratuitamente. Há um certo «preço» que se tem de pagar para obter esta amplificação. Este preço são as distorções que o sinal sofre. Estas distorções podem ser de várias espécies, mas no final resultam em «infidelidades» acrescentadas ao sinal. Alguns circuitos produzem menos distorção que outros. Porém são mais completos e cabe ao leitor, pesando todos os fatos, escolher o que mais lhe convém.

TABELA

Circuito	Imp. Ent.	Imp. Saída	Ganho poder	Ganho volt.	Ganho cort.	Inv.
E-Comum	Baixa a moderada	media e alta	Ótimo	Ótimo	Muito bom	180°
B-Comum	Muito baixa a moderada	Alta e muito alta	Muito bom	Bom	Inf. a 1.0	0°
C-Comum	Moderada p/alta	Baixa moderada	Moderada	Inf. a 1.0	Muito bom	0°

Fig. 2-1

Existem três classes de amplificadores (A, B e C) e uma classe intermediária denominada A-B. Na fig. 2.2



temos as três disposições clássicas e como um sinal sinusoidal de entrada se apresenta a saída. Os circuitos usam transistores PNP, se fosse transistores NPN a polaridade das baterias teria que ser invertida.

Nos amplificadores classe A usa-se uma corrente moderada de polarização, situando a corrente do coletor em um valor elevado quando não há sinal de entrada. Quando é aplicado um sinal à entrada a corrente do coletor varia acima e abaixo do seu valor estável, **porém nunca chega a zero,** mesmo nos picos positivos do sinal aplicado. Deste modo, o ciclo completo do sinal controla de modo instantâneo a corrente do coletor; a corrente deste e a forma do sinal à saída são idênticos ao sinal de entrada.

Na operação em classe B o circuito de emissor-comum opera com corrente **zero de polarização de base.** Deste modo a corrente constante do coletor seria zero — no caso de um transistor ideal. Quando se usa um transistor PNP como é o caso da figura2.2 a corrente do coletor não flui durante todo meio ciclo positivo do sinal de entrada, fluindo somente durante o meio ciclo negativo e alcançando o máximo quando o sinal de entrada atinge o pico negativo.

Deste modo somente meios ciclos alternados do sinal são efetivos no controle de saída do amplificador, e a forma de onda do sinal de saída aparece como uma série de meios ciclos. O valor médio da corrente do coletor varia de zero a um valor elevado quando um sinal de entrada é aplicado a um circuito amplificador classe B.

Nos amplificadores classe C usa-se polarizar a base inversamente e a corrente do coletor permanece inalterada não só nas condições de não-sinal, mas também enquanto os picos do sinal aplicado não atingem um valor que sobrepuje a polarização inicial. Uma vez isto acontecendo a corrente pode fluir e aumentar e diminuir em amplitude, acompanhando as variações de pico do sinal de entrada.

O amplificador classe A-B é, como dissemos, intermediário entre o tipo A e B. É usado com uma base ligeiramente polarizada. Em condições de não-sinal há uma pequena corrente do coletor, fluindo, porém não tão elevada como no caso da disposição classe A. Quando um sinal de entrada é aplicado, a corrente do coletor é reduzida a zero durante uma grande parte do meio-ciclo positivo do sinal, porém há um aumento médio devido aos picos de alta corrente nos meios ciclos negativos.

Na prática é pouco comum os amplificadores classe B puros. A maioria assim designada não passa de disposição classe A-B.

Quando se trata de sinais de baixo nível é comum usar um circuito classe A-B, B e C são usados em moduladores, detetores e misturadores.

Por outro lado, quando se trata de sinais de alto nível, como nos estágios de saída, os circuitos classe B, A-B e C são mais preferidos.

Para um transistor dado, o ganho máximo por estágio é geralmente obtido quando a unidade é operada em classe B ou C.

O leitor pode fazer algumas medidas interessantes com os transistores que entre outras coisas lhe permitirá consolidar os conhecimentos práticos.

Todo transistor amplificador tem um ganho, seja em voltagem ou corrente; ou como no caso da configuração emissor-comum, de ambas.

O ganho de corrente de um transistor emissor-comum é denominado de Beta (em alguns casos usa-se somente a letra B). O ganho em corrente alterna (AC) é a proporção de variação de corrente do coletor em relação a corrente de base.

Para quem deseja usar um transistor em um circuito amplificador é importante conhecer o Beta do mesmo. Isto se obtém consultando os manuais ou guias dos fabricantes. Porém, se isto não é possível, é fácil comprovar na prática o Beta do transistor. Faça uma disposição como da figura 2.3. Com uma corrente fixa aplicada à base do transistor, um miliamperímetro colocado em série com

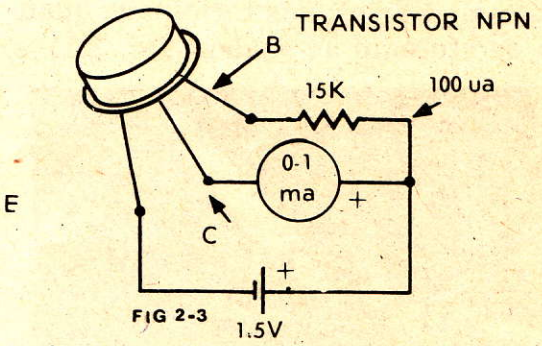


FIG 2-3

o circuito coletor, é possível medir o ganho do transistor.

A corrente a ser aplicada à base deve ser da ordem de 10 a 100 microamperes. No coletor, o miliamperímetro com escala de 0 a 1 mA indicará o ganho. O único trabalho do leitor é acrescentar os zeros após a indicação do miliamperímetro para determinar o exato valor Beta.

Para medir trnasistores PNP basta inverter a polaridade da pilha e os terminais do miliamperímetro.

CAPÍTULO III

O TRANSISTOR EM AÇÃO — AMPLIFICADORES

Os transistores têm uma faixa de temperatura dentro da qual funcionam adequadamente. Passados estes limites podem deixar de funcionar. Em frios intensíssimos os transistores podem não funcionar e no calor excessivo ficam inutilizados definitivamente.

Por estranho que pareça a junção dos transistores tem, durante o funcionamento, uma temperatura elevada, se levarmos em consideração as dimensões (milésimos de milímetros) deste componente. Assim, ao ser aplicado um soldador, mesmo por segundos, aos terminais de um transistor, no seu interior a temperatura se eleva muito rapidamente, parecendo por comparação a de uma fornalha. Daí ser recomendado o uso de dissipadores temporários, nos terminais, quando se efetuam as soldas (fig. 3.1) e,

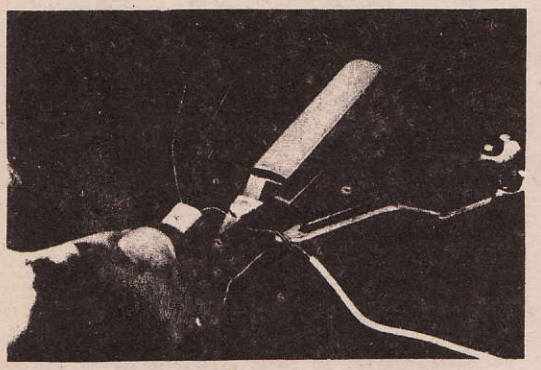


FIG 3-1

a aplicação de radiadores, nos transistores de comutação e poder para que dissipem rapidamente o calor originado em suas junções por função da corrente que circula.

Os dissipadores ou radiadores já existem nas casas comerciais; podem também ser construídos pelo leitor habilidoso. Constituem-se de chapas de alumínio e em alguns casos recomenda-se envolver o transistor em pasta de silício para melhor contato do dissipador com a carcaça do componente. (Fig. 3.2)

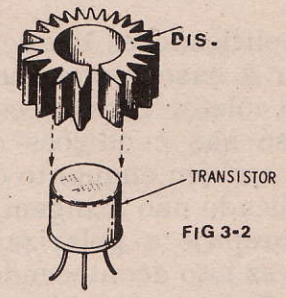


FIG 3-2

Aliás, a propósito do calor a que possam ser submetidos os transistores é conveniente tomar precaução com os rádios portáteis que se deixam nas areias escaldantes das praias e os rádios para automóveis. Um envólucro de «Isopor» por exemplo ajuda a preservar do calor estes aparelhos.

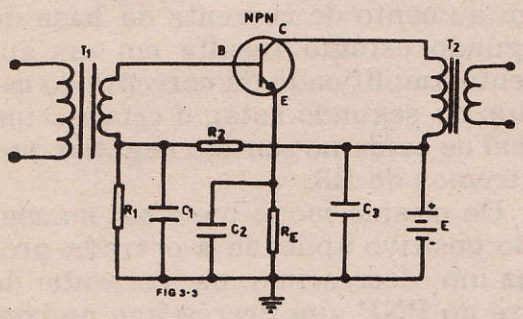
Todos os transistores são capazes basicamente de funcionar como amplificadores. As limitações que existem são em função das características próprias de cada tipo, relacionadas com freqüência e potência. Hoje existe uma enormidade de tipos de transistores e a cada dia surgem outras centenas de tipos, que atendem praticamente a todas as necessidades normais de aplicação em amplificadores de áudio, freqüência intermediária (FI) e rádio-freqüência (RF), bem como osciladores, comutadores, retificadores etc.

Os circuitos e transistores, sejam em áudio (AF), freqüência intermediária (FI) ou rádio-freqüência (RF), devem ser **acoplados** entre si, para transferirem os efeitos desde uma entrada ou aplicação até uma saída ou utilização.

Por exemplo, em um circuito amplificador de áudio o sinal é aplicado

à entrada. Este sinal pode ser produzido por um microfone ou uma cápsula de toca-disco. Da entrada vai, de estágio em estágio, até à saída onde é, já em nível bem elevado, aplicado ao alto-falante ou fone. Estes estágios precisam estar interligados ou acoplados, para que o sinal passe de uma a outra seção.

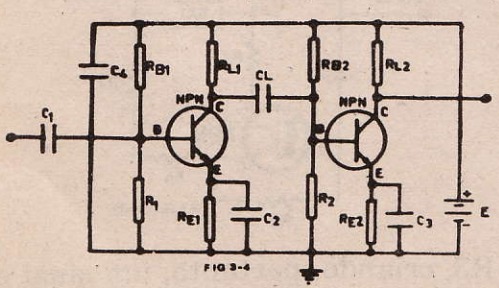
Três são os processos de acoplamento. A resistor-condensador, indicado abreviadamente de R-C, direto e a transformadores. Há naturalmente os processos mistos em que se usam dois processos, dos acima descritos, para a mesma finalidade. É conveniente notar que o acoplamento por transformador pode usar este componente com núcleos de lâminas, de material sinterizado (ferrite) ou apenas dois enrolamentos sobre uma forma, com núcleo de ar, todos são transformadores.



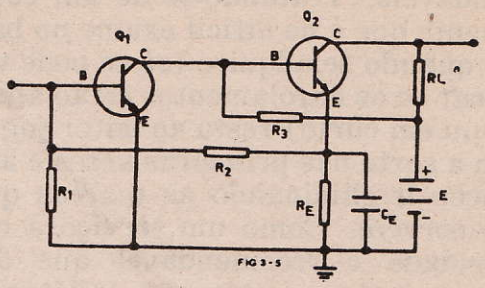
Os acoplamentos R-C muito usados em AF, são de baixo custo e ocupam pouco espaço.

Os acoplamentos diretos são usados em amplificadores de corrente ou em situações em que os sinais são de muito baixa freqüência.

Os acoplamentos a transformador são mais custosos, ocupam mais espaço, porém são muito mais eficientes.

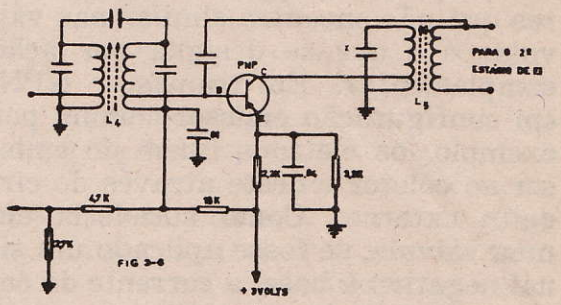


Nas figuras 3.3, 3.4 e 3.5 temos



respectivamente os acoplamentos a transformador, R-C e direto.

Na fig. 3.6 temos um estágio amplificador de FI com transformadores usando núcleo de material sintetizado, tipo ferrite.



O acoplamento direto (fig. 3.5) é muito utilizado em circuitos transistorizados, pois serve tanto para sinais de corrente contínua (CC) como sinais de corrente alternada (CA). Tem porém o inconveniente de ser muito sensível às variações de temperatura, obrigando a disposições compensativas. Também é muito sensível à mudança de transistores e não raro a troca mesmo por outro idêntico, do mesmo fabricante obriga a mudança nos valores dos resistores para manter o desempenho nas condições originais. Por esta razão, certos fabricantes preferem utilizar a disposição R-C.

Porém o maior rendimento se obtém quando se utilizam transformadores. Isto se deve ao fato de ser mais fácil «casar» as impedâncias com transformadores do que recorrendo a circuitos R-C. Por outro lado, bons transformadores não são fáceis de encontrar Existem muitas marcas, porém poucas que sejam reco-

mendáveis. Tratando-se de um componente que é de difícil exame no balcão quando se adquire (só se pode verificar se os enrolamentos estão abertos ou em curto) resta ao leitor jogar com a sorte nas primeiras vezes e aos poucos ir eliminando as marcas que não servem. Como um serviço à coletividade é recomendável que denuncie junto a amigos e lojistas o fato. Só assim iremos saneando o mercado de componentes.

Uma das vantagens dos transistores que não encontra similar nas válvulas é o que se designa por ação complementar. Em transistor NPN, em configuração emissor-comum por exemplo, os eletrons fluem do emissor ao coletor e deste através do circuito externo. Como sucederia em uma válvula, se fosse aplicado um sinal negativo à base, a corrente do coletor diminuiria enquanto um sinal positivo aumentaria a corrente do coletor.

Já no caso de um transistor PNP a situação é inversa, isto é, o fluxo de eletrons, no que concerne o circuito externo é do coletor para o emissor. Um sinal negativo de entrada aumentaria a corrente e um sinal positivo diminuiria a corrente do coletor. Isto é o oposto ao funcionamento do NPN. Assim o transistor PNP é oposto e para efeitos práticos, é complementar do NPN; daí dizer-se que dois transistores NPN e PNP podem ser «complementares», numa situação única que não se pode obter com válvulas.

Na fig. 3.7 temos um circuito complementar em disposição cascata. C1 atua como condensador de acoplamento de entrada e a polarização do primeiro estágio é fornecida pelo divisor de voltagem constituído de R1 e R2. O circuito base-emissor do segundo estágio serve como carga do coletor do primeiro estágio, servindo a corrente do coletor do transistor NPN como corrente de polarização da base do transistor NPN. R3 é a carga do coletor do segundo estágio e C2 é o condensador de acoplamento para a saída. Quando funcionando, um sinal no sentido negativo aplicado a C1 aumenta a corrente da base do PNP.

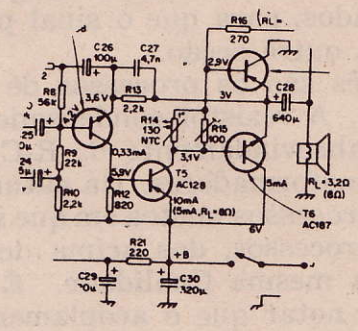


FIG 3-7

Isto, por sua vez, provoca um aumento correspondente muito maior da corrente do coletor do PNP e a polarização aplicada à base do estágio NPN. Um aumento de corrente da base do segundo estágio resulta em um aumento amplificado da corrente do coletor do segundo estágio criando um sinal de saída no sentido negativo nos extremos de R3.

Do mesmo modo um sinal no sentido positivo aplicado à entrada produz um decréscimo na corrente de base do PNP, um decréscimo na corrente do coletor e, portanto, na corrente de base do NPN, e uma diminuição na corrente do coletor através

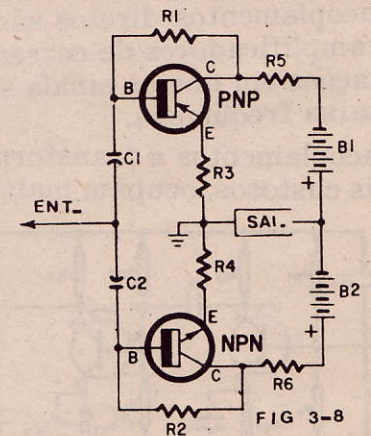


FIG 3-8

de R3, criando, portanto, um sinal de saída no sentido positivo.

Este amplificador, portanto, usan-

do um mínimo de componentes, tem um alto ganho, ótima resposta na faixa das baixas freqüências (pois não tem condensadores de acoplamento) e fornece um sinal que está em fase com o sinal de entrada.

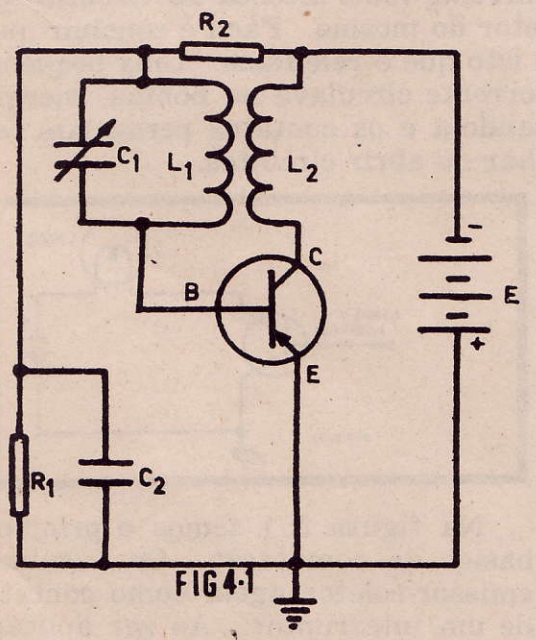
Na figura 3.8 temos outro circuito complementar que também é chamado de circuito balanceado de saída simples; usa um transformador de saída que dispensa a derivação central mas funciona como um verdadeiro circuito «push-pull»; e tem alta eficiência e baixa distorção.

CAPÍTULO IV

TRANSISTORES EM AÇÃO — OSCILADORES

Os circuitos osciladores são em muitos aspectos semelhantes a amplificadores sintonizados. Só que utilizam o princípio da realimentação positiva, isto é, a saída acoplada, em fase, com a entrada para provocar oscilações.

Os osciladores são usados em áudio e rádio-freqüência. Alguns são projetados para produzirem ondas de perfil sinusoidal, quadradas e outros perfis. A freqüência destas oscilações pode ser de alguns hertzs ou ciclos até centenas de megahertzs ou megaciclos.



Na figura 4.1 tem um circuito oscilador simplificado. Parte do sinal de saída é levada através do transformador do RF (L1 e L2) à entrada, na base do coletor. A freqüência do oscilador é determinada pela composição de L1-C1. A energia é levada à base do transistor através de L1. A corrente do coletor aumenta, a realimentação aumenta a condução até o ponto em que o coletor não pode mais conduzir e o sinal na base decai, para iniciar novo ciclo. Este tipo é denominado de oscilador de emissor-comum ou base sintonizada. Os elementos de sintonia também podem ser inseridos no circuito do coletor ou do emissor.

Outros tipos de osciladores muito usados são o Colpitts e Hartley. Na

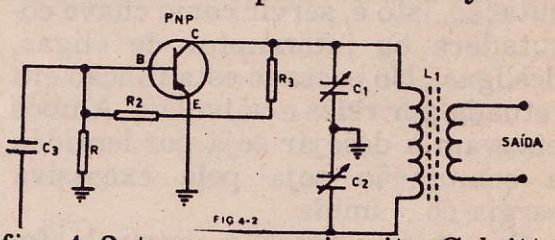
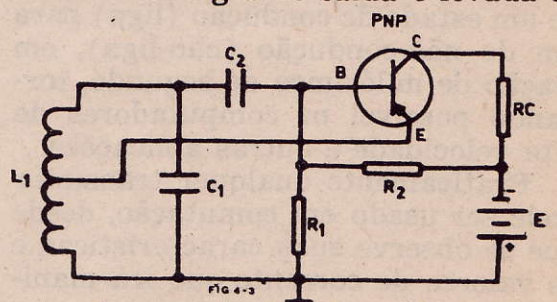


fig. 4.2 temos um circuito Colpitts. Parte da energia de saída é levada à

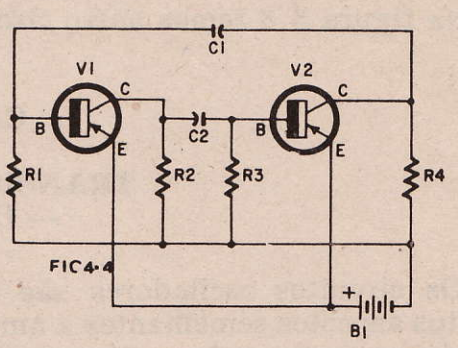


entrada através de C2 e C3, sendo a freqüência de oscilações determinada por L1, C1 e C2, Na fig. 4.3 temos um

circuito Hartley. Parte do sinal de saída é levada à entrada por uma derivação da bobina L1. A freqüência é determinada por L1-C1. No capítulo circuitos práticos o leitor encontrará vários diagramas funcionais.

O princípio da oscilação pode ser usado em um circuito de muitas aplicações. Trata-se do multivibrador, que tem aplicações em rádio, TV, eletrônica industrial, computação, eletromedicina etc.

Do que vimos anteriormente, na configuração emissor-comum, o sinal de saída de um estágio está 180° fora de fase com o sinal de entrada. Se dois estágios emissor-comum são ligados em cascata haverá mais uma defasagem de 180° no segundo estágio ou um total de 360°, o que significa que o sinal de saída no segundo estágio está em fase com a entrada do primeiro estágio e assim o circuito amplificador oscilará se sua saída estiver acoplada à entrada. (Fig. 4.4). A freqüência ou tempo de repetição é determinada pela relação R-C (resistor-condensador) do circuito.



Em RF como em AF os circuitos osciladores utilizam os mesmos princípios. Mais adiante, no capítulo de circuitos práticos, o leitor encontrará vários diagramas funcionais.

CAPÍTULO V

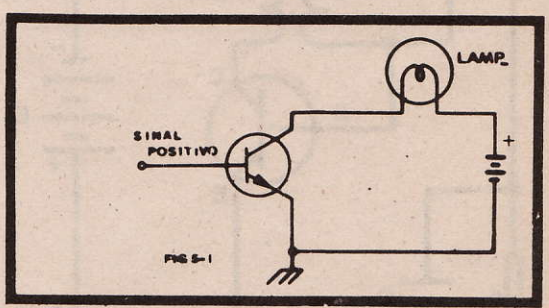
TRANSISTOR EM AÇÃO — COMUTAÇÃO

Talvez uma das funções mais importantes dos transistores é o de comutação, isto é, servir como chave comutadora ou interruptor de «liga», «desliga». No passado esta função era efetuada por relés e válvulas. Ambos deixavam a desejar seja por lentidão da comutação seja pela excessiva energia consumida.

Com o transistor é possível efetuar uma comutação, ou seja, passar de um estado de condução (liga) para um de não-condução (não-liga), em fração de milésimos de segundo, tornando possível os computadores de alta velocidade e outras aplicações.

Praticamente qualquer transistor pode ser usado em comutação, desde que se observe suas características e os valores de corrente que irá manipular.

Uma corrente aplicada à base de um transistor faz com que circule uma corrente mais intensa no circuito coletor do mesmo. Fácil é concluir que é isto que o relé fazia. Uma pequena corrente circulava na bobina, energizando-a e os contatos permitiam fechar ou abrir circuitos.



Na figura 5.1 temos o princípio básico da comutação. Os terminais emissor-coletor agem como contatos de um interruptor. Ao ser aplicada uma voltagem negativa à base, a corrente emissor-coletor é praticamente zero e a lâmpada não acende. Quando

um sinal positivo é aplicado à base do transistor, a impedância coletor-emissor cai rapidamente e a corrente começa a fluir no circuito e a lâmpada acende. A energia necessária na base para fazer o transistor conduzir é diminuta e a limitação no circuito coletor-emissor dependerá apenas das características do componente.

Esta função de comutação dos transistores pode ser usada em várias aplicações. Para ligar lâmpadas, atuar como inversor de corrente contínua (como os antigos vibradores dos rádios de automóvel) para comandar a ação de amplificadores, osciladores etc.

Na realidade a ação comutadora dos transistores abriu um imenso campo de aplicações e os computadores e máquinas de calcular eletrônicas aí estão para provar o que afirmamos.

CAPÍTULO VI

OUTROS TIPOS DE SEMICONDUTORES

Além dos transistores, os semicondutores são usados como diodos, seja para retificação de voltagens ou para efeito de deteção, o que não deixa de ser uma retificação. Além desta retificação os diodos de construção especial servem para sintonia, controles e uma série de outras ações antes impossíveis de obter com as válvulas. Vejamos alguns destes tipos e suas aplicações. No capítulo de aplicações práticas daremos então circuitos funcionais.

SCR — RETIFICADOR DE SILÍCIO CONTROLADO

O SCR (da palavra inglesa Silicon Controlled Rectifiers) é uma espécie de bastardo ou mestiço do mundo semicondutor. Parece um transistor e um diodo simultaneamente. Trata-se de um diodo que possui mais um eletrodo denominado porta, pórtico, portal, limiar (gate, em inglês). Na figura 6.1 a, temos o símbolo equivalente ao SCR. Na fig. 6.1 a, temos a equivalência do SCR usando dois transistores para exemplificar. Como devem se lembrar, já dissemos em capítulo anterior que o sentido da flecha no símbolo indica a direção da corrente elétrica. Com o anodo polarizado positivamente com relação ao catodo, uma polarização positiva é aplicada ao portal (G) equivalente ao coletor de Q1, base de Q2 na fig. 6.1 b, Q2 começa a conduzir fornecendo a corrente de base para Q1. Mesmo que a polarização do portal (G) seja eliminada agora, a corrente continua a fluir através do circuito anodo-catodo porque Q1 ainda está conduzindo e assim fornecendo uma polarização constante à base de Q2. A corrente que circula através de Q1 e Q2 é regenerativa e assim vai crescendo até que os dois transistores chegam ao ponto de saturação. Uma das maneiras de estacionar o fluxo de corrente é interromper o circuito; a outra é

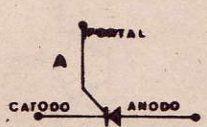


fig. 6.1 a

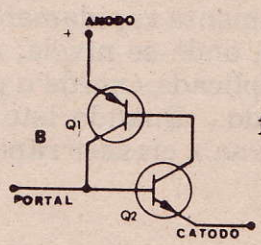


fig. 6.1 b

aplicar uma voltagem de polaridade inversa ao catodo e anodo (o que sucede, por exemplo, na corrente alternada a cada meio ciclo). Uma vez interrompido o circuito, é necessário novo impulso no portal para iniciar novo ciclo. A duração deste impulso é da ordem de frações de segundo.

DIODO DE EFEITO DE CAMPO

O diodo em epígrafe, que algumas vezes é designado de «diodo limitador de corrente» ou «Zener de corrente», tem algumas propriedades características que o tornam insubstituível para certas funções em circuitos eletrônicos.

O diodo de efeito de campo é essencialmente um transistor de efeito de campo em que os terminais de portal e fonte (gate e source em inglês) estão ligados internamente ao substrato. Possui este diodo uma característica de corrente constante realmente notável: quando uma pequena voltagem direta é aplicada, a corrente direta aumenta rapidamente até um certo valor, onde se nivela, até que a voltagem aplicada excede o ponto crítico do diodo. Quando isto ocorre a corrente torna a crescer rapidamente. (Fig. 6.2).

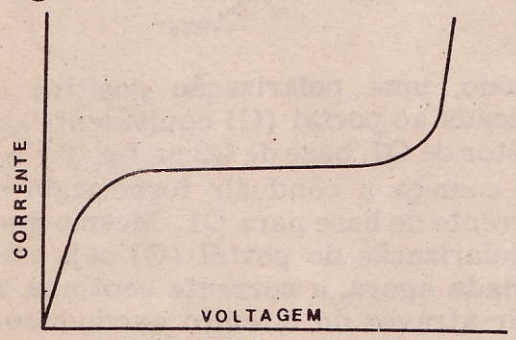


FIG 6-2

DIODO DE 4 CAMADAS

O diodo de quatro camadas, com uma constituição PNPN é um tiristor sem portal, utilizado como comutador ou chave controlada por voltagem. No estado de não-condução (desligado) apresenta uma alta resistência em série, usualmente acima de 1 megohm, de modo que a corente que flui é praticamente zero. No estado de condução (ligado) a resistência em série cai para um valor de poucos ohms, de modo que a corrente flui livremente.

Na direção de voltagem inversa (oposta à direta anteriormente descrita) o diodo de 4 camadas atua como um diodo de silício convencional, deixando passar uma diminuta corrente de escape até que a voltagem inversa atinja o ponto crítico do diodo, quando então o componente entra em condução total.

Na direção direta, como com a polaridade inversa, somente uma pequena corrente de escape está presente com a voltagem aplicada. Porém, quando a voltagem atinge o ponto crítico, o diodo entra na região de resistência negativa, onde a corrente aumenta à proporção que a voltagem direta decresce. Depois de passar desta região o diodo recupera sua estabilidade mas continua conduzindo. Nesta condição, a queda de voltagem direta é baixa, enquanto a corrente é alta e pequenos aumentos na voltagem resultam em grandes aumentos de corrente. Ao reduzir-se a corrente do componente a uma situação abaixo do ponto de manutenção daquele estado, o diodo volta à condição de não-condução.

DIAC

O diac é um componente de dois terminais que se assemelha ao transistor e diodo. O diac permanece em um estado não-condutor até que a voltagem aplicada em seus terminais atinge o ponto crítico do componente,

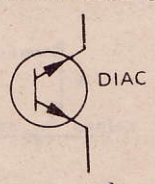


FIG 6-3

quando então entra na região de resistência negativa, com a corrente aumentando mesmo que a voltagem decresça. O diac opera identicamente com qualquer polaridade da voltagem aplicada aos seus terminais. (Figura 6.3).

Os diacs são muito usados em conjunção com os triacs em circuitos de controle de corrente alternada.

TRIACS

O triac é um transistor de 3 terminais que é levado à condução pela aplicação de uma pequena corrente ao portal (G). Ao contrário do tiristor básico SCR, o triac conduz tanto na direção direta como inversa ou reversa. Também o impulso no portal pode ser positivo ou negativo. Em funcionamento o triac atua como dois tiristores ligados de modo oposto, em paralelo, porém com os dois portais juntos. Este conceito de operação está aparente no símbolo do Triac. (figura

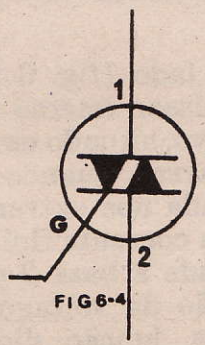


FIG 6-4

6.4). Na realidade, o triac é um componente de 4 camadas: PNPN em paralelo com NPNP.

DIODO ZENER

O Zener é um diodo especial de junção PN (fig. 6.5) que pode manter uma queda de voltagem constante nos extremos de seus terminais mesmo que a corrente varie em limites muito amplos. Todo Zener possui um ponto crítico de voltagem. Um Zener não conduzirá até que a voltagem aplicada a seus terminais exceda o ponto crítico. Quando isto ocorre, a voltagem nos extremos do Zener ficará constante e o excesso será dissipado


FIG 6-5

na forma de calor. Por esta razão é importante observar as características do Zener para não submetê-lo a excessos.

VARACTOR

O varactor é um componente de junção PN que atua como um condensador de capacidade variável em função da votlagem, em lugar de atuar como diodo ou retificador. É denominado de diodo porque possui uma jun-



FIG 6-6

ção simples e dois terminais. O símbolo do varactor pode ser apreciado na figura 6.6.

DIODO TÚNEL

Outro semicondutor que tem características de resistência negativa é o diodo túnel ou Esaki. (Fig. 6.7).


FIG 6-7

À proporção que a voltagem de polarização é aumentada, desde zero, a corrente através do diodo túnel cresce até que atinge o ponto crítico, quando a corrente começa a decrescer à proporção que a voltagem aumenta. Os diodos túnel possuem algumas características que o tornam valiosos para um sem número de aplicações. Serve em circuitos oscilado-

res e amplificadores de alta freqüência e numa série de outros circuitos que indicaremos no capítulo de circuitos práticos.

DIODO INVERTIDO (Back diode)

Assemelha-se ao diodo túnel, porém opera em níveis menos elevados de sinal. Tem seu nome originado do fato de que a junção PN é reversa em relação ao diodo convencional. Opera nos mesmos princípios dos diodos túnel, sendo muito usado em comutações na faixa de freqüência muito altas (UHF). O símbolo é idêntico dos diodos comuns, porém acompanhado das letras BD.

DIODO «TRAPATT»

Este diodo assemelha-se ao varactor e tem seu nome das iniciais das palavras — Trapped Plasma Avalanche Triggered Transit Diode. Ao contrário do varactor que necessita um impulso externo, o Trapatt, que opera no princípio da resistência negativa, é auto-impulsionado.

DIODO «PIN»

Opera este diodo nos mesmos princípios do Trapatt e tem seu nome das iniciais das palavras — Positive, Intrinsic, Negative. Pode operar como condutor com polarização direta ou como condensador, com polarização reversa.

DIODO SCHOTTKY

Assim chamado em homenagem a seu inventor, é um diodo em que um dos eletrodos é um semicondutor e o outro é um condutor (metal).

É ideal para conversores, misturadores e amplificadores, operando na região das VHF

DIODO «SNAP»

Seu desempenho assemelha-se ao do varactor, sendo muito usado para comutação em freqüências elevadas devido à extrema rapidez em mudar de um estado de condução para não-condução.

DIODO GUNN

Trata-se de um cristal de arseniato de gálio que serve como fonte de energia na região das microondas (ao redor dos 2.000 megahertz).

TRANSISTOR UNIJUNÇÃO

Os transistores podem ser componentes que não possuem duas junções, como até agora descrevemos. O transistor unijunção só tem uma junção ativa e pode ser comparado a uma barra do tipo silício N, na qual dois terminais de base foram introduzidos,

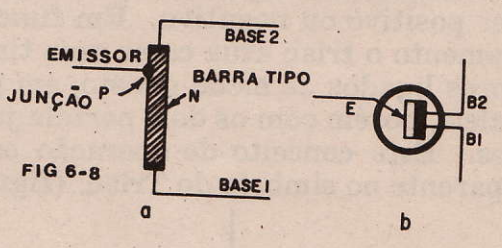


FIG 6-8

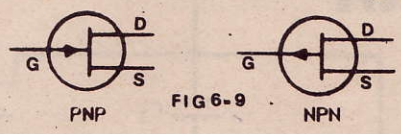
um de cada lado (fig. 6.8), com um terminal emissor imerso em um elemento positivo, situado em um dos extremos de barra. Quando uma voltagem é aplicada nos extremos dos resistores, uma corrente fluirá na barra de silício desde a base 2 para a base 1; uma fração da voltagem aplicada aparecerá na junção diodo-resistor (isto representa o local onde é fixado o emissor). O transistor unijunção tem duas bases e não possui coletor.

A junção PN formada pelo emissor e a barra de silício é polarizada em reverso de modo que somente uma pequena corrente de escape flui no terminal emissor. À proporção que a voltagem do emissor é aumentada chegará um ponto em que a voltagem aplicada ao emissor será a voltagem na junção do emissor adicionada da queda de tensão na junção PN. A isto se denomina a voltagem de pico do emissor. Neste ponto a junção PN está

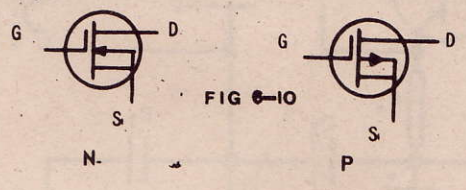
polarizada em reverso e a corrente flui desde o emissor para a barra de silício. É muito usado para circuitos osciladores, intervaladores e disparadores.

TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO

Existem dois tipos básicos de transistores de efeito de campo: o tipo de junção e o tipo de oxido de metal. Os tipos de junção são designados



J-FET (fig. 6.9) e os de óxido de metal MOSFET (fig. 6.10). O FET de



junção constitui-se de uma barra de silício com terminais nos extremos; seu comportamento básico é de um resistor de baixo valor. O terminal de entrada de corrente é chamado fonte (source), o outro é denominado de dreno. A corrente flui através da barra de silício desde a fonte até o dreno porém a resistência entre os dois terminais pode ser alterada pela tensão aplicada nas junções PN (a barra de silício é N e os portais 1 e 2 são P. De todos os semicondutores é este que mais se aproxima do funcionamento idêntico ao das válvulas.

O FET de óxido de metal (MOSFET) tem funcionamento tão diferente do I-FET que até os símbolos diferem. Possuem duas regiões de baixa resistência, tipo N (fonte e dreno) que estão espalhadas de modo difuso nos substrato. A superfície da estrutura está coberta com uma camada isolante de óxido. Devido à isolação e modo de construção, forma-se uma espécie de condensador que ao receber uma carga positiva no lado do metal induz uma carga negativa no lado do semicondutor. À proporção que a carga positiva cresce a carga negativa também cresce, a fim de manter o equilíbrio ou neutralidade até que a região sob o óxido se torna uma região semicondutora tipo N e a corrente flui entre a fonte e dreno através do canal induzido.

CIRCUITOS INTEGRADOS (IC)

Os circuitos itnegrados nada mais são que uma forma sofisticada de fabricar transistores (e diodos) em grande quantidade, no espaço antes ocupado por uma simples unidade.

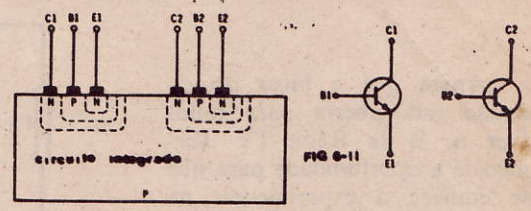


Fig. 6.11. Graças às novas técnicas de miniaturização é possível fazer isto em áreas incrivelmente pequenas. Porém não é só o semicondutor que está sendo «integrado» em pequenos espaços. Elementos resistivos para substituir resistores e elementos capacitivos para substituir condensadores são incluídos nos pequenos blocos integrados. Hoje é possível ter na área ocupada por uma moeda de 10 centavos, todos os componentes exceto condensador variável, transformadores de FI, saída e falante, de um rádio de ondas médias.

Porém não se deixe o leitor dominar pela impressão que os IC vão tirar da jogada os semicondutores individuais ou mais importante o técnico independente, que realiza montagens individuais. Nada disto. Sempre haverá lugar na mais moderna sociedade tecnológica para aqueles que têm conhecimento e que sabem, usando as mãos juntamente com o cérebro, aplicar os recursos técnicos para inovar, manter, modificar todos os apa-

relhos que surgem dos fabricantes e ainda inventar por conta própria novos circuitos e aplicações. Os IC apenas irão mudar certos aspetos da aplicação tecnológica como os semicondutores também mudaram a face do campo de trabalho antes dedicado às válvulas.

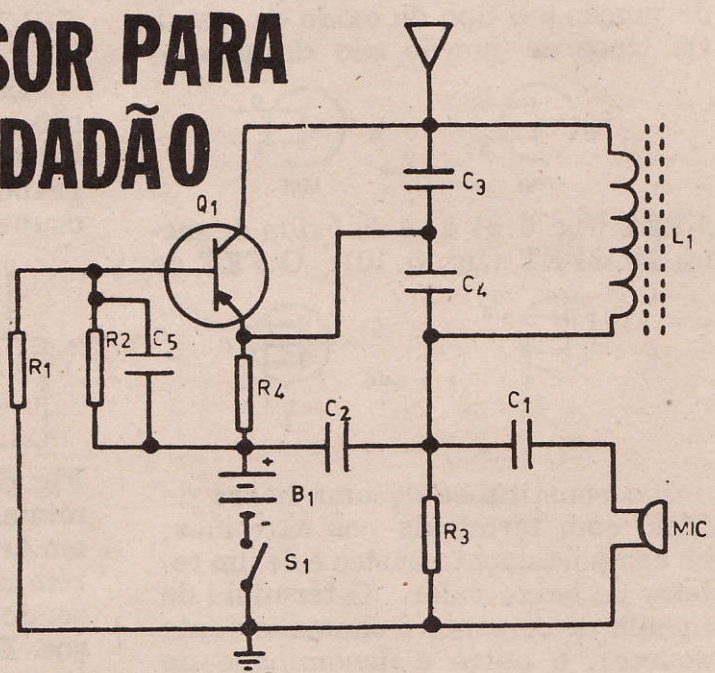
CAPÍTULO VII

UM TRANSMISSOR PARA A FAIXA DO CIDADÃO

Agora que a faixa do cidadão está aberta para todos (ver n. 9 de Rádio-TV Técnico) é a oportunidade para que se comece a experimentar na mesma.

Publicamos o circuito de um simples emissor de fonia que opera na faixa do cidadão. Como não usa cristal e a freqüência é elevada, necessário se torna que todo o conjunto fique encerrado em uma caixa metálica para evitar o efeito de proximidade de objetos e mão, na sintonia Sòmente o terminal de antena e o "jack" do microfone é que devem permitir conexões exteriores. A própria bateria deve ficar encerrada na caixa metálica. Esta pode ser possuir núcleo de material pulverizado (tipo ferrite) e ter um diâmetro de aproximadamente uma pequena lata de conservas adaptada para êste fim.

O único ponto trabalhoso é realmente a bobina, que deve 6 milímetros (1/4). Sôbre ela enrola-se 10 espiras de fio esmaltado n. 22. A sintonia é determinada pela variação do núcleo, já que C3 e C4 são fixos. A antena não deve exceder de 3 metros para não causar interferências ilegais. Um bom microfone de cristal e o pequeno transmissor estará em condições de funcionar. O transistor pode ser do tipo 2N397, 2N1316. 2N1357, HEP-2, ... GE-2 SK 3005, ASY55, ... ASY59, 2SA407. 2N522, ... 2N523 e 2N599.



O transmissor é muito simples. Utiliza um transistor 2N397 ou tipo similar que indcamos no texto. A forma da bobna poderá ser da Ason. Importante é colocar todo o conjunto em uma caxa metálica para evitar influência da mão quando próxima aos circuitos. sintonizados constituídos da bobina e C3 e C4.

Para provar o funcionamento do mesmo é naturalmente necessário que haja um receptor na mesma freqüência. Em outro artigo descreveremos um receptor simples, para servir de companheiro a êste transmissor que deve ser considerado como do tipo para principiantes, destinado a familiarizar o leitor com as freqüências elevadas da faixa do cidadão.

LISTA DE MATERIAL

C1 condensador tubular 0.047 mf

C2 e C5 idem idem 0,022 mf.

C3 e C4 idem cerâmica 82 pf.

L1 bobina com núcleo, ver texto.

Q1 transistor, ver texto.

R1, R3 e R4 10.000 ohms 1/2 w.

R2 — 3.900 ohms 1/2w.

M1 microfone de cristal.

S1 interruptor 1 polo 1 posição.

Tomadas microfone, "jack" de antena, miscelâneas.

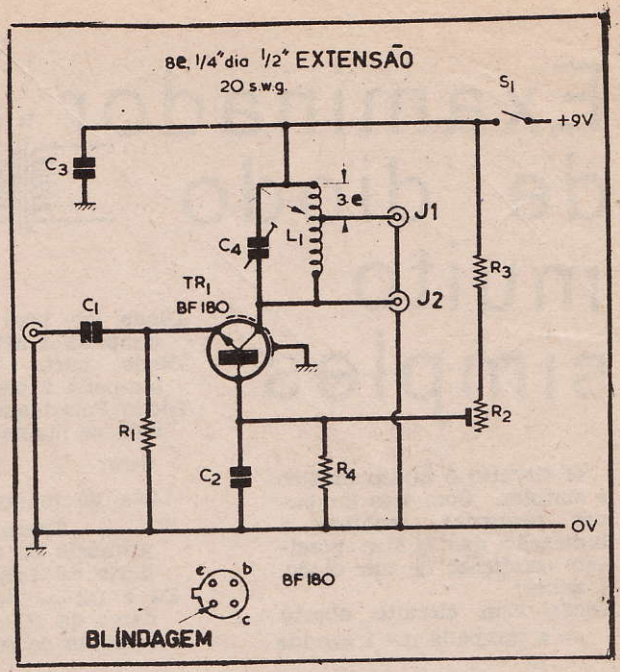
Caixa de metal (ver texto).

F.M.
A LONGA DISTÂNCIA

Receberão estações de FM (Freqüência Modulada) a uma distância, em linha reta, de mais de 250 quilômetros é muito interessante. Mas a maioria dos receptores de FM às vezes não tem sensibilidade bastante para esta proeza.

Um estágio amplificador, situado entre a antena externa e a entrada de antena do receptor podem resolver a situação. No esquema que acompanha o texto temos o esquema de um circuito destes que usa um transistor «Mullard» BF 180 (também pode ser usado um Ibrape BF 180). Os materiais são poucos e em poucas horas o amplificador de rádio-freqüência poderá estar pronto.

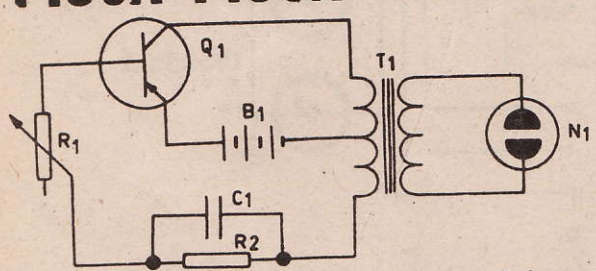
A bobina deve ter 8 espiras de fio 20 sobre um diâmetro de 1/4 de pol. e abranger uma extensão de 1/2 pol. Naturalmente uma bobina, fabricada em casa, sem instrumentos de controle, pode necessitar de uns certos retoques. Assim, o espaçamento, o número de espiras podem sofrer alterações, porém muito pequenas. A derivação é feita na 3ª espira, a contar do lado do positivo de 9 volts. O condensador de sintonia é um tipo de trimer com núclec de ar.



LISTA DE MATERIAIS

R1 100
R2 100K — (potenciômetro tipo pré-set)
R3 10K
R4 12K
Todos resistores de 1/4 w. 10%
C1 1.000 pF cerâmica
C2 1.000 pF cerâmica
C3 1.000 pF cerâmica
C4 trimer variável de 6-60 pF
L1 — Ver texto
S1 — 1 pólo 1 posição.

PISCA-PISCA



Eis um brinquedo ou dispositivo que pode ter muitas aplicações. Serve para ficar em uma vitrina, para chamar a atenção dos transeuntes, pode servir como «olho» piscante em um brinquedo ou anúncio, etc., etc.

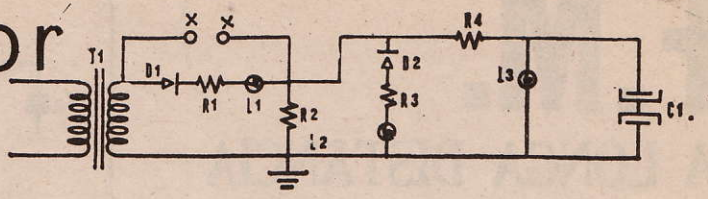
É muito simples e com minutos estará pronto. Pode ser contido em uma caixa plástica de 7 x 5 x 2 cm., ficando apenas aparente a lâmpada neon e o eixo de R1.

O transformador T1 é do tipo universal de saída e não foi colocado um interruptor porque esta unidade consome muito pouca energia. O potenciômetro varia o número de piscadelas desde 1 cada 3 segundos até muitas por segundo, que fazem a neon parecer estar permanentemente acesa.

LISTA DE MATERIAIS

Q1	2N241, 2N187, 2N188, AC117, AC128, AC163, 2N404, 2N582, 2SB32, etc., etc.
R1	Potenciômetro 1.000 ohms
R2	330K, 1/2 w.
C1	10 mfds, eletrolítico
N1	Neon NE-2
T1	Transporfador de saída universal (para válvula)
B1	6 volts

Examinador de diodo muito simples



O circuito é muito prático e simples. Com três lâmpadas pequenas, seobtem a indicação das quatro possiveis condições de um diodo, a saber:

Diodo com circuito aberto — a lâmpada n.º 1 acende

Diodo em bom estado — a lâmpada 3 acende

Diodo curto circuito — a lâmpada 2 acende

Diodo Polaridade ivertida — toda as lâmpadas se acendem.

Lista de materiais:

T1 — Transformador — primário 220 volts e secundário 6,3 volts — 1 amp.

D1 e D2 — Diodos retificadores de silício para uma corrente de 600 mA

R1 — 10 ohms
R2 — 30 ohms
R3 — 10 ohms
R4 — 12 ohms.

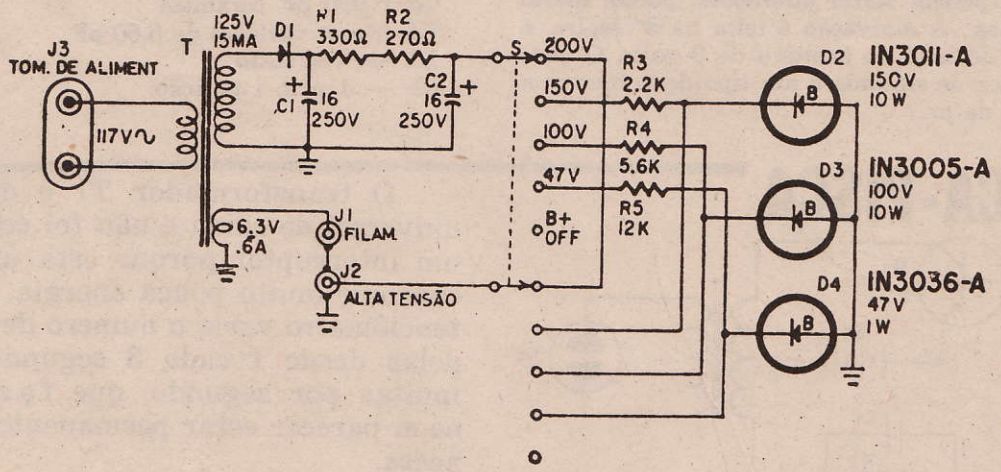
Todos resistores de 1 watt:

L1, L2 e 13 lâmpadas de 6 volts 60 mA:

C1 — Dois condensadores eletrolíticos de 5.000 mfds 6 volts dispostos back-back para formar um condensador nãa polarizamo

X — terminais para exame do diodo.

FONTE ESTABILIZADA COM ZENER



Os diodos Zener têm a vantagem de estabilizar facilmente uma fonte de alimentação sem necessidade de recorrer-se a complicados circuitos como era o caso das válvulas.

A fonte que apresentamos serve para uso na bancada pois fornece várias tensões estabilizadas. Usa pouco material e pode ser construída em poucas horas. O esquema é bem claro dispensando qualquer explicação adicional. O diodo D1 pode ser qualquer um de silício para 400 volts.

AMPLIFICADOR UNIVERSAL

Utilizando transistores planar de silício, de baixo custo êste amplificador adapta-se a usos industriais e de áudio. Utiliza um sistema de retro-alimentação e na tabela I damos os vários valôres dos componentes para diversos níveis de ganho, bem como impedância de entrada e saída.

Notem que podem ser aplicados desde 18 a 45 volts na alimentação e mesmo com a tensão mais baixa pode fornecer uma voltagem de saída da ordem de 3 a 4 volts e com 45 volts de alimentação poderá fornecer até 10 volts de saída. A resposta é de 20 a 20.000 hertz.

Os transistores são do tipo BC 107 e BC 108 porém podem ser usados equivalentes.

Lista de materiais

C1 0.22
R1 até R6 ver tabela I
C ver tabela I
T1 BC 108
T2 ver tabela I
R7 150.000 ohms ½ w.
C2 250 mfds — 6.4 volts

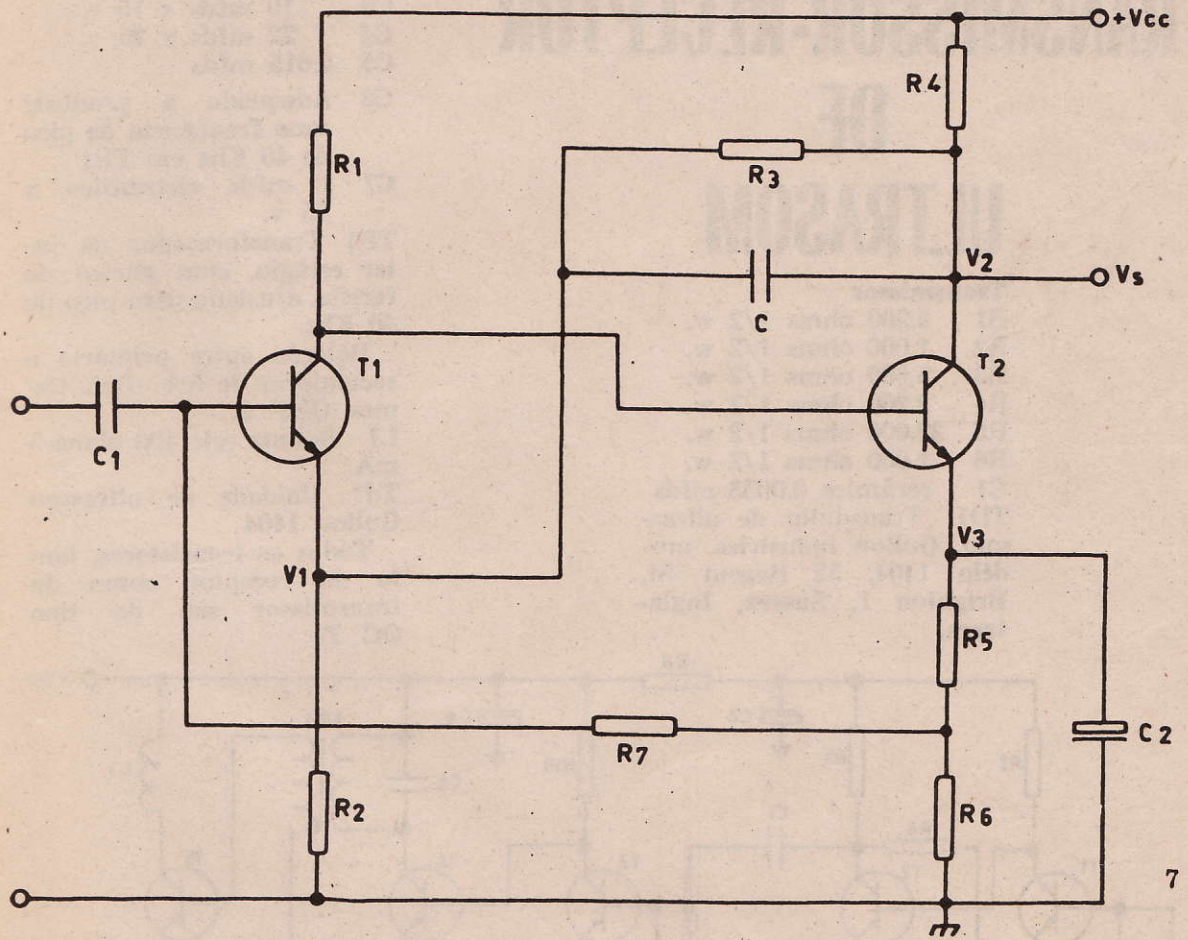
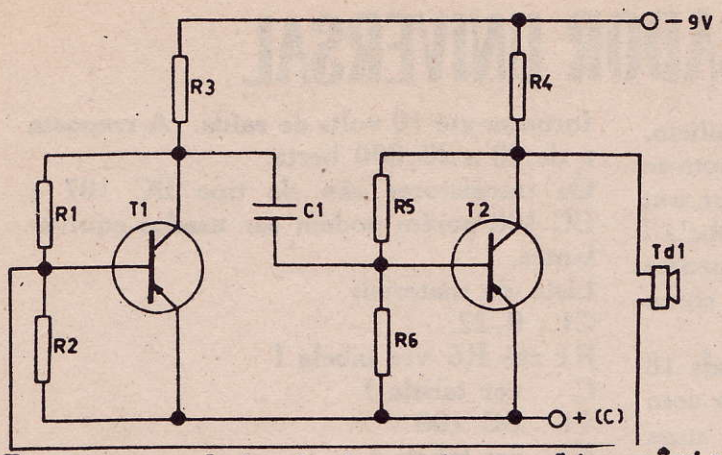


TABELA I

Ganho dB	VCC volts	T/2	R1 K	R2 K	R3 K	R4 K	R5	R6	C pF	Z ent. K	Z sai.	V1	V2 volts	V3
10	18	BC108	120	4.7	12	1.8	470	1.200	—	145	63	3.4	10.8	5.6
20	18	BC108	120	1.5	15	2.2	560	470	—	140	140	0.97	9.3	3.55
20	45	BC107	270	4.7	47	6.8	390	1.000	—	140	200	2.5	21.0	4.5
30	18	BC108	120	1.5	56	2.2	330	270	—	135	260	0.4	9.3	2.3
40	18	BC108	120	1.0	180	2:2	680	220	10	110	700	0.15	9.7	3.4



Esquema completo do transmissor ultrassônico

TRANSMISSOR-RECEPTOR DE ULTRASOM

Transmissor

R1 8.200 ohms 1/2 w.
R2 1.000 ohms 1/2 w.
R3 5.600 ohms 1/2 w.
R4 2.200 ohms 1/2 w.
R5 22.000 ohms 1/2 w.
R6 1.000 ohms 1/2 w.
C1 cerâmica 0.0033 mfds
TD1 Transdutor de ultrassom, Gulton Industries, modêlo 1404. 52 Regent St. Brighton 1, Sussex, Inglaterra.

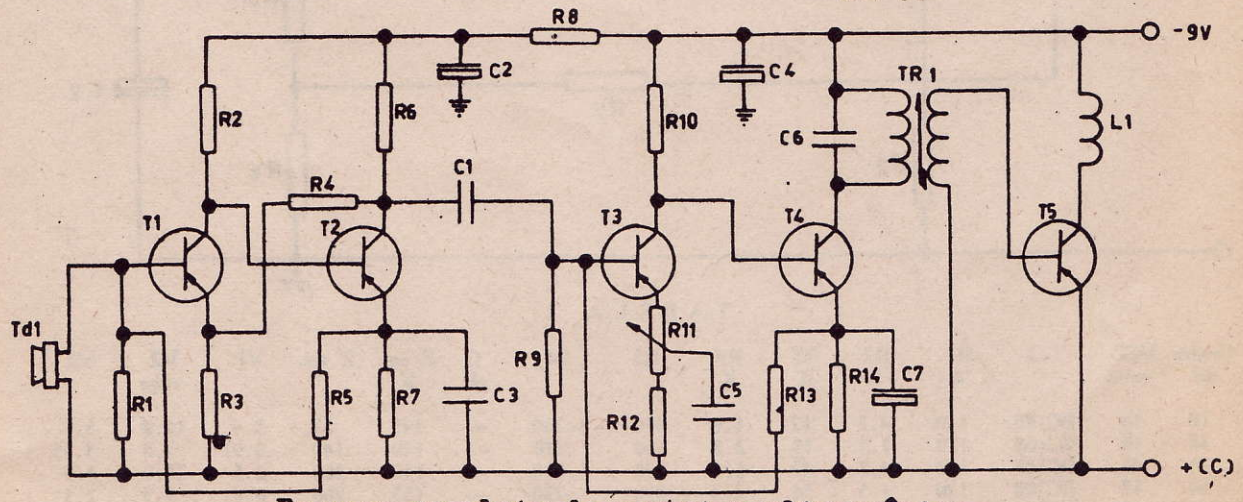
Receptor

R1 5.600 ohms 1/2 w.
R2 10.000 ohms 1/2 w.
R3 100 ohms 1/2 w.
R4 30.000 ohms 1/2 w.
R5 47.000 ohms 1/2 w.
R6 4.700 ohms 1/2 w.
R7 12.000 ohms 1/2 w.
R8 560 ohms 1/2 w.
R9 10.000 ohms 1/2 w.
R10 12.000 ohms 1/2 w.
R11 1.000 ohms potenciômetro
R12 1.000 ohms 1/2 w.
R13 15.000 ohms 1/2 w.
R14 10.000 ohms 1/2 w.
C1 0.015 mfds
C2 22 mfds x 25 v.
C3 10 mfds x 15 v.
C4 22 mfds x 25 v.
C5 0.015 mfds
C6 Adequado a produzir uma freqüência de pico de 40 Khz em TR1
C7 1 mfds eletrolítico x 15 v.
TR1 Transformador de inter estágio, com núcleo de ferrite, ajustado para pico de 40 Khz.

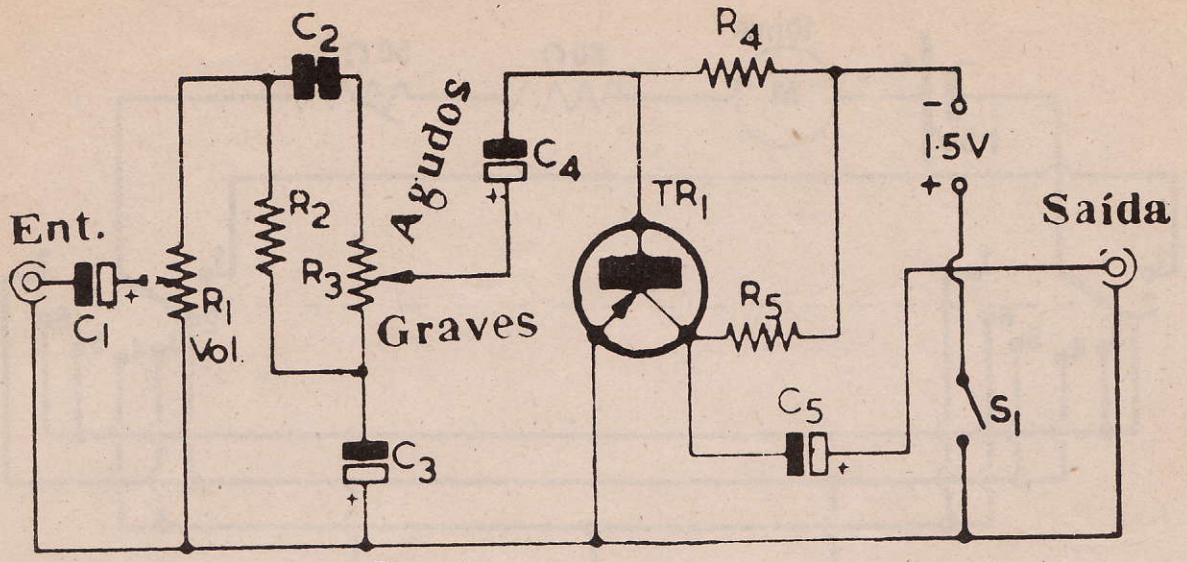
Relação entre primário e secundário de 5:1. Ref.. Osmor QHF 9.

L1 Bobina relé 400 ohms 5 mA.
Td1 Unidade de ultrasson Gulton 1404

Todos os transistores, tanto do receptor como do transmissor são do tipo OC 71

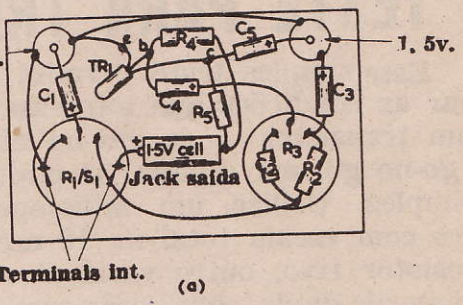


Esquema completo do receptor ultrassônico

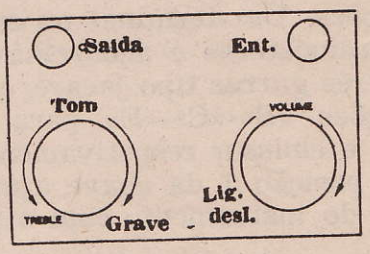


S1 com R1 *Fig. 1.* Circuito pré-amplificador

PRÉ - AMPLIFICADOR TRANSISTORIZADO



(a)



(b)

Fig. 2 (a). disposições dos componentes

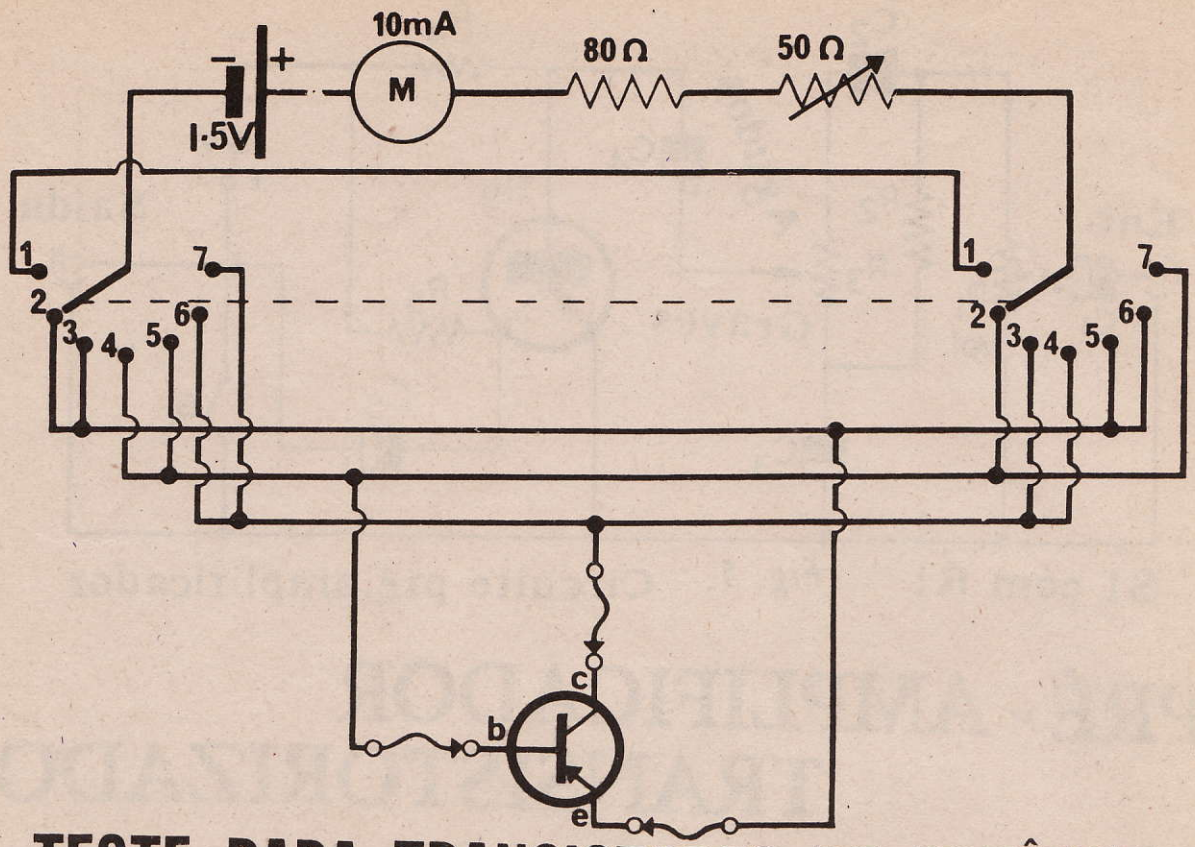
Êste circuito é projetado para ser usado com um amplificador transistorizado e pode ser colocado entre o «pick-up» e o amplificador, proporcionando enfase em graves e agudos.

O circuito da figura 1 tem o esquema completo, que dispensa comentários. Utiliza como fonte de energia uma só pilha de 1,5 volt e um transistir OC 44.

Na figura 2 temos a disposição dos componentes em um painel de 7,5 x 5 centímetros. Êste painel deve ser de material isolante, onde perfurações são feitas para passagem dos eixos dos potenciômetros e fixação dos terminais onde irão soldados os condensadores e resistências. Também pode ser usada uma placa para circuito impresso tipo Wilfe.

LISTA DOS MATERIAIS

R1 = potenciômetro 5.000 ohms
R2 = 1.000
R3 = Potenciômetro 5.000 ohms
R4 = 220.000
R5 = 100
C1 = 25 mF 6v.
C2 = 0.04 óleo
C3 = 2mF 6v.
C4 = 25mF 6v.
C5 = 25mF 6v.
Transistor OC 44
S1 = solidário com R1



TESTE PARA TRANSISTORES DE POTÊNCIA

Este simples teste permite analisar as condições que interessam em um transistor — se vai ou não vai (go-no go, em inglês). O circuito é simples. Utiliza um miliamperímetro com escala total de 10 mA, um resistor fixo, outro variável e uma chave de dupla, cada seção com 1 polo 7 posições. Um terminal ou suporte para transistores é aconselhável ou então três garras tipo jacaré, com as indicações «B»-«C»-«E» para base, coletor e emissor respetivamente.

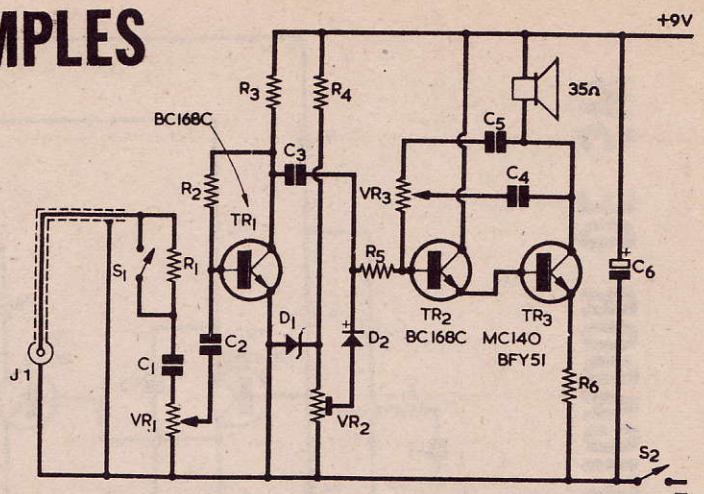
Na posição 1 da chave ajusta-se o zero do instrumento com o potenciômetro de 50 ohms. Este ajuste de Zero do instrumento deve ser efetuado periodicamente para que o instrumento esteja em deflexão total quando a chave esteja na posição 1.

Notem que este teste deve ser usado para transistores dep otência cuja corretne de base seja da ordem de 10 mA. Se for examinado um transistor de menor corrente, este poderá ser danificado.

As posições da chave correspondem às seguintes condições de exame.

Posição da chave	Emissor	Base	Coletor curto circuíto	Resistência pnp	Resistência npn
				alta	baixa
1				alta	
2	—Ve	+V		baixa	média
3	—Ve		+Ve	baixa	alta
4		—Ve	+Ve		
5	+Ve	—Ve		média	alta
6	+Ve		—Ve	alta	alta
7		+Ve	—Ve	alta	baixa

AMPLIFICADOR SIMPLES



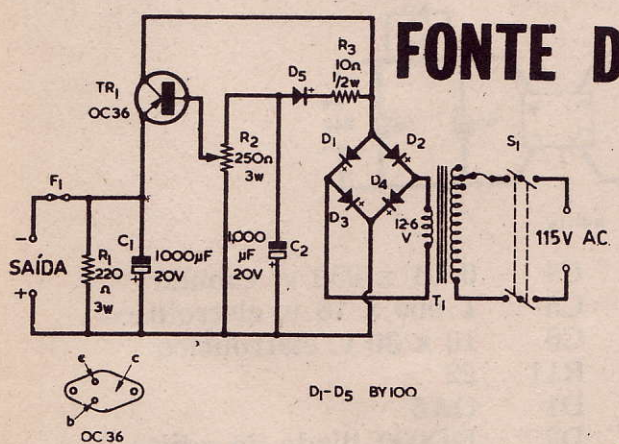
LISTA DOS MATERIAIS

R1	1 Meg.
r2	3,3 Meg.
R3	10k
R4	2,7k
R5	100k
R6	4,7k
VR1	10k
VR2	5k
VR3	1 Meg.
C1	0,22 ou 0.25
C2	0.1
C3	0.1
C4	500 pF mica prateada ou cerâmica
C5	0.01
C6	640 mfd x 10 v.
TR1	BC 168C ou similar
TR2	BC 168C
D1	Zener para 2,7 volts 250 mW
D2	0C81



Uma potência de 3 watts é possível com este amplificador. Se não for encontrado um alto falante de 35 ohms de bobina móvel, pode ser usado um transformador com primário para 35 ohms de impedância e secundário para o valor da bobina móvel do alto falante que vá ser utilizado.

FONTE DE ALIMENTAÇÃO



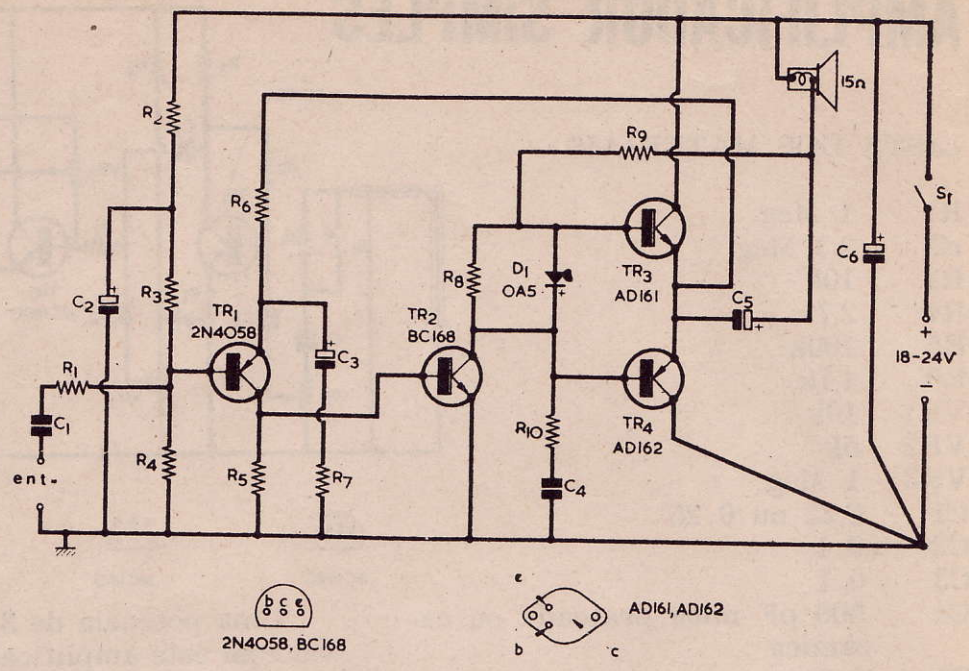
O funcionamento teórico da fonte é o seguinte: uma vez ligado S1 a tensão da rede é ligada ao primário de T1, que fornece no secundário 12,6 volts, com possibilidade de 1 amp. de corrente. Isto assegura um secundário de baixa resistência, o que é importante.

A tensão alternativa de 12,6 volts é levada a uma ponte. que usa 4 diodos ou uma ponte. Os diodos de silício BY 100 servem, como também podem ser usados outros similares. A tensão negativa, retificada, é levada, através do resistor limitador R3 ao diodo D5, e daí ao potenciômetro R2 e condensador C2.

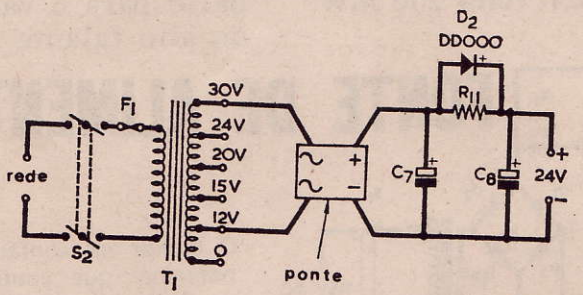
O cursor ou contato móvel de R2 fornece o potencial que controla a voltagem de saída da fonte de alimentação. A tensão negativa produzida pela ponte (D1, D2, D3 e D4) é também aplicada ao coletor de TR1, que funciona como emitodino (uma espécie de catodino em válvula), sendo o potencial em seu emissor da ordem de 0.1 a 0.2 volts positivos. O emissor acopla-se ao resistor R1 e condensador C1, e através do fusível F1 ao terminal negativo de saída. O resistor R1 atua como drenagem, assegurando que C1 descarregue rapidamente, a fim de assegurar uma baixa voltagem de saída no caso de R2 ser movido rapidamente para o extremo positivo. O resistor R1 serve também para drenar uma corrente constante através de TR1, fazendo com que a queda de voltagem entre base-emissor seja mantida praticamente constante, desde uma corrente zero até 200 mA.

Na figura estão todos os valores e indicações dos componentes, de modo que não deve haver dificuldades para montar esta fonte de alimentação.

AMPLIFICADOR DE 5W



Neste circuito fornece-se além do circuito do amplificador a fonte de alimentação. A ponte retificadora pode ser qualquer uma das vendidas no comércio especializado, da Semikron, Ibrape, Siemens etc.

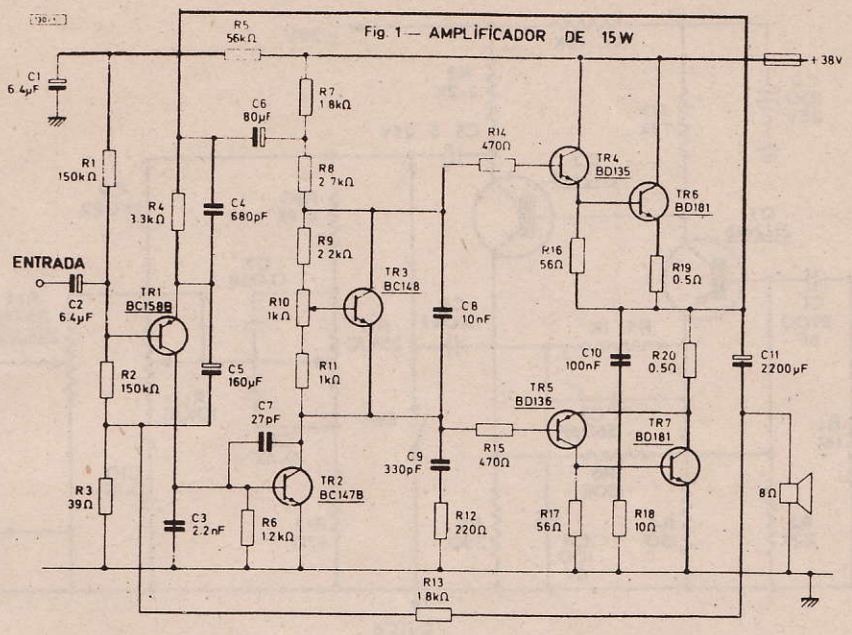


LISTA DE MATERIAIS

(todos resistores de 1/2 w.)

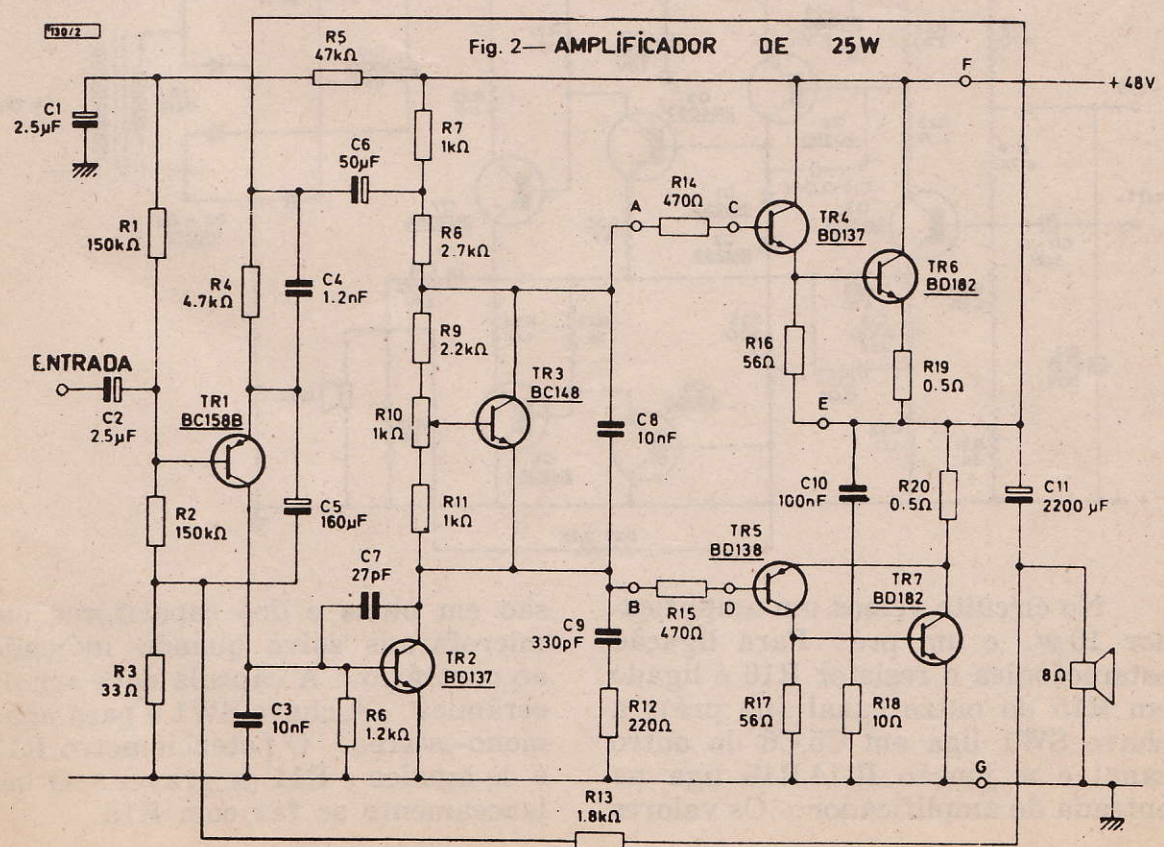
R1	1k
R2	39k
R3	100k
R4	100k
R5	10k
R6	3,3k
R7	33
R8	22
R9	22
R9	1k
R10	33
C1	0.22 — 250 v. tubular
C2	50 x 25v. eletrolítico
C3	250 x 16 v. eletrolítico
C4	0.01 x 250 v. tubular
C5	1.000 x 16 v. eletrolítico
C6	10 x 30 v. eletrolítico
R11	22
D1	OA5
D2	DD000 diodo de silício ou similar
TR1	2N4058
TR2	BC1688
TR3	AD161
TR4	AD162
	Ponte retificadora Ibrape, Siemens, Semikron etc.
T1	Primário 110-220, secundário de 0 a 30 v. 2 a.
F1	Fusível 500 mA
S1	1 polo 1 posição
S2	2 polos 1 posição

AMPLIFICADOR DE ALTA QUALIDADE

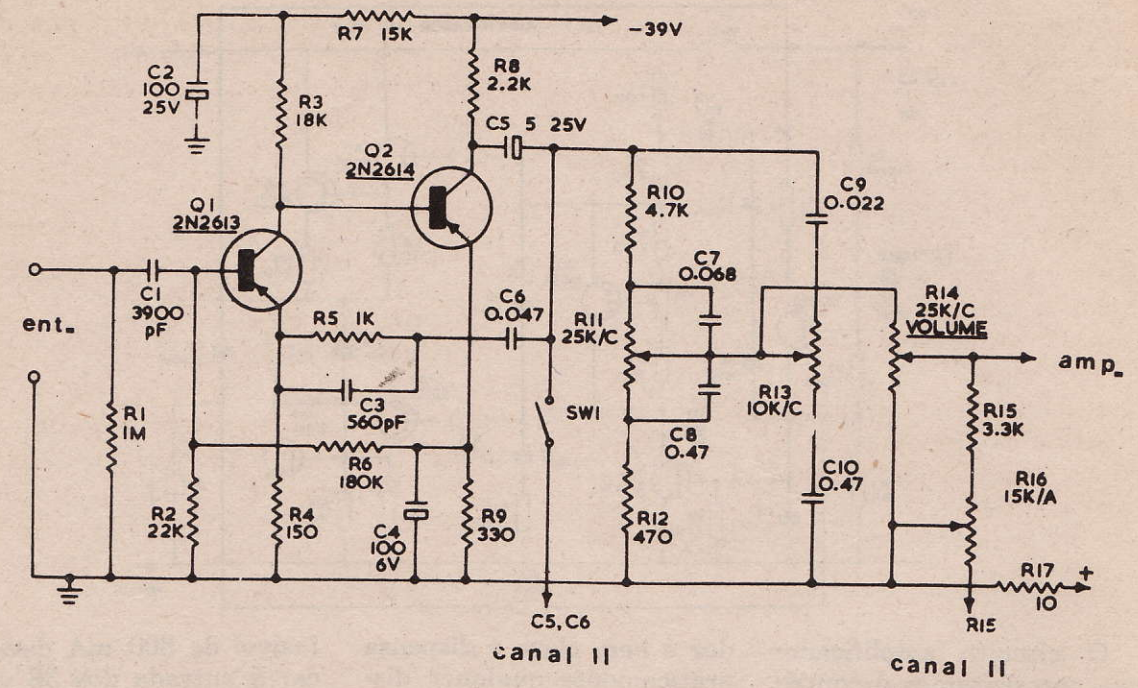


O circuito amplificador que apresentamos é contribuição da MULARD LTD. e seus autores são J. Thorig e W. A. Peters.

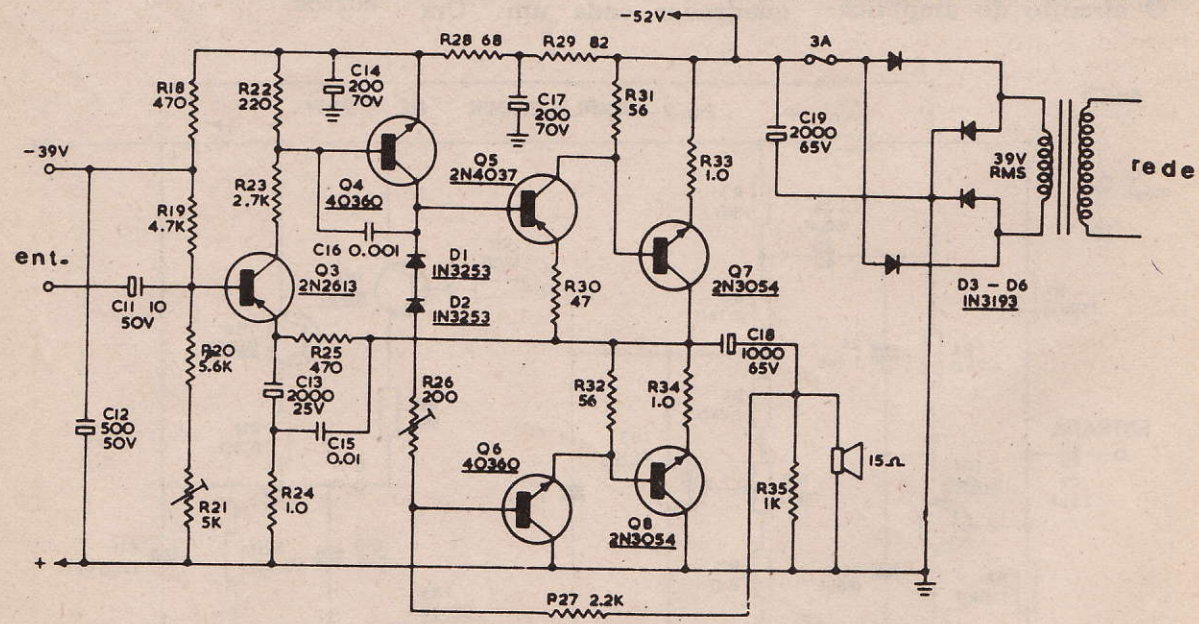
O circuito do amplificador é bem claro e dispensa praticamente qualquer discrição. Os transistores TR 6 e TR 7 devem ter um dissipador de calor de 4 cm quadrados cada um. Um fusível de 800 mA deve ficar à entrada dos 38 volts positivos para proteção de eventuais sobrecargas em componentes causadas por curtos.



AMPLIFICADOR



E PRÉ-ESTEREOFÔNICO



No circuito vemos um amplificador 10 w. e um pré. Para ligação estereofônica o resistor R16 é ligado em R15 do outro canal (no pré); a chave SW1 liga em C5,C6 do outro canal e a junção R-14,R15 liga na entrada do amplificador. Os valores são em **ohms** e dos capacitores em microfarads salvo quando indicado ao contrário. A cápsula deve ser de cerâmica. A chave SW1 é para ação mono-estéreo. O potenciômetro R13 é de agudos e R11 de graves. O balanceamento se faz com R16.

UM TESTE PARA TRANSISTORES

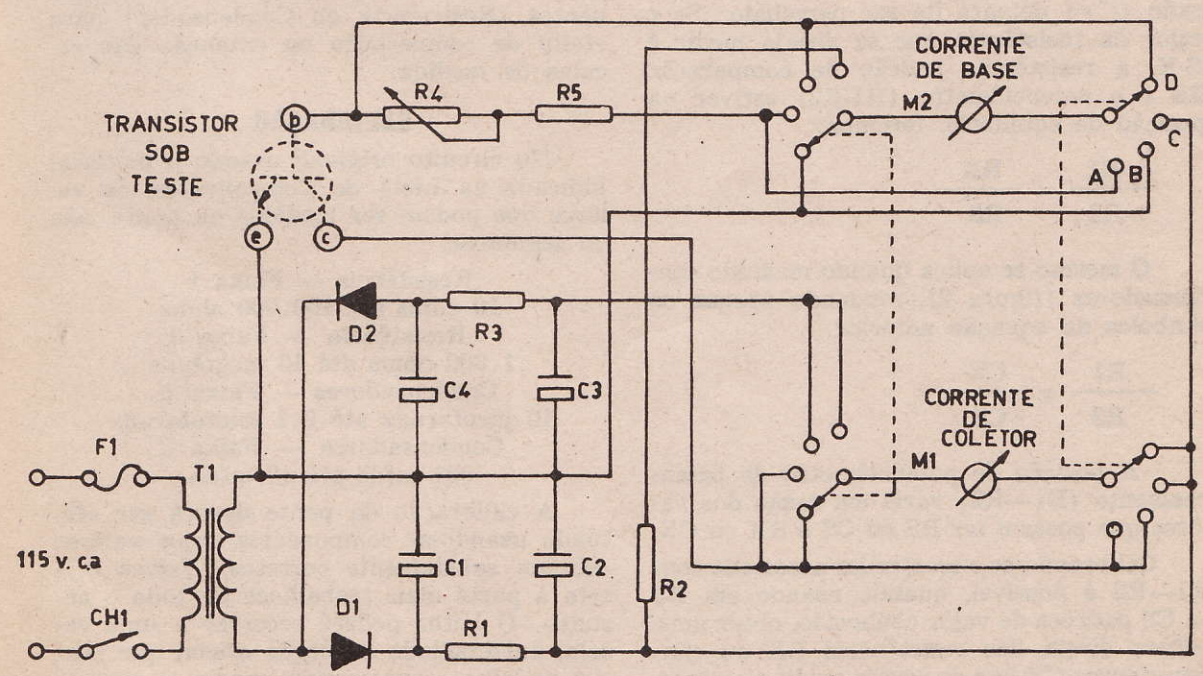
O teste que descreveremos não deve ser usado para transistores cuja corren te de coletor seja de 5 milíampres. O teste utiliza dois instrumentos, que permitem o exame simultâneo das correntes de base e coletor.

Para examinar para corrente de escape, coloca-se a chave de 4 polos e 4 posições, na posição B ou D, para medir respectivamente transistores PNP ou NPN. Coloque o transistor no suporte e ligando o emissor e base apenas e movimente o potenciômetro R 4. Se houver corrente de escape, haverá uma indicação no medidor M 2. Se não houver nenhuma indicação, passa-se ao exame de ganho. Desliga-se a chave CH1. Ligue o transistor no suporte. Consulte as especificações de transistor em um manual, para a máxima corrente do coletor. Esta corrente é indicada em M1. Não exceda êste valor de modo algum. Coloque R4 em uma posição que indica uma corrente abaixo do máximo valor indicado no manual. Naturalmente para esta operação CH1 deve ter sido ligada novamente. Leia os valôres indicados nos dois medidores. Divida a corrente do coletor pela corrente da base e obterá o ganho do transistor.

Lista de materiais:

R1 — 30 oms; R2 — 1.1 kohms; R3 — 30 ohms; R4 — Potenciômetro de 150 kohms; R5 — 6,2 kohms; C1 — 100 mfds, 15 Volts, eletrolítico; C2 idem, idem; C3 — idem, idem; C4 — idem, idem; T1 — Transformador de filamento. Primário, 115 volts, secundário 6 volts; 1 chave de 4 polos, 4 posições; M1 — miliamperímetro d e0-100 mA; M2 —idem 0-1 mA; D1 e D2 — Diodos 1N158 ou similar; F1 — Fusível de 0,5 A.; 1 suporte de fusível.

A chave de funções em (A) mede o ganho dos transistores PNP, na posição (B) mede o escape de corrente dos transistores PNP na posição (C) mede o ganho dos transistores NPN e na posição (D) mede o escape de corrente dos transistores NPN.



Esquema completo do teste para transistores

PONTE DE MEDIDA PARA R e C

Descreve-se um instrumento versatil que permite medir condensadores e resistências, usando o princípio de «ponte»

Uma ponte de medir resistências e condensadores é instrumento pouco vulgarizado nas oficinas de rádio. O que é uma lástima, pois supera em precisão e simplicidade aos **ohm-metros** e medidores de capacidade habitualmente vendidos no comércio especializado.

O instrumento que descrevemos hoje, permite medir capacidade desde 10 picofaradas até 10 mfds e resistências desde 10 ohms até 10 megohms. Porém outros valôres poderão ser medidos, usando-se o sistema de comparação com padrão externo.

De extrema simplicidade na construção e operação, êste instrumento dará satisfação ao leitor, por seu desempenho correto e pouco complicado.

TEORIA

Na figura 1 temos um potenciômetro ligado de tal modo que, ocorrendo o equilíbrio ou ponto «nulo», o sinal de áudio aplicado (∿) deixará de ser percebido. Se o valor da resistência que se deseja medir é **RX**, a resistência padrão de comparação **RS** e o potenciômetro (R1-R2) estiver na posição de equilíbrio, teremos:

$$\frac{R1}{R2} = \frac{RX}{RS}$$

O mesmo se aplica quando medindo condensadores (figura 2), mudando apenas os símbolos da equação anterior.

$$\frac{R1}{R2} = \frac{CX}{CS}$$

A posição do potenciômetro de balanceamento (R1—R2) varia em razão dos valôres que possam ter RS ou CS e RX ou CX.

Calibrando-se o mostrador associado com R1—R2 é possível, quando usando em RS ou CS padrões de valor conhecido, obter uma leitura direta das resistências RX ou condensadores CX que se deseja medir na ponte. como se explicará mais adiante.

CIRCUITO PRÁTICO

O circuito prático da ponte que apresentamos aos nossos leitores foi cedido gentilmente por MULLARD LTD. Educational Service, Inglaterra. Na figura três é apresentado o circuito completo da ponte. A resistência R1—R2 das figuras 1 e 2 é o potenciômetro RV 4, de características lineares e de preferência fio. Potenciômetro linear é aquêle em que a resistência varia proporcionalmente à rotação do cursor. Assim na posição média de um potenciômetro de 1.000 ohms o valor será de 500 ohms. A 75% da rotação ,será de 750 ohms e assim por diante. Os potenciômetros logarítmicos obedecem a outro critério e não são adequados para o circuito desta ponte.

No diagrama da figura 3 a ponte, além de RV 4 possui duas resistências (R-5 e R-6) e dois condensadores (C-3 e C-4) que agem como padrões. Além disto a ponte possui facilidades para ligação de componentes (Resistência ou Condensador) para efeito de comparação ou extenção das escalas de medida.

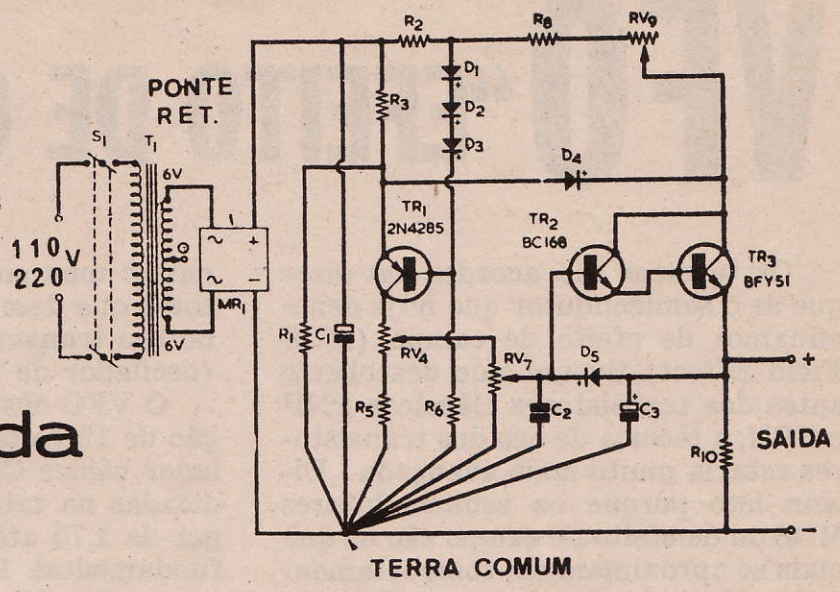
CALIBRAÇÃO

No circuito original, usando o material indicado na Lista de Componentes, os valôres que podem ser medidos na ponte, são os seguintes:

Resistência — Faixa 1
10 ohms até 100.000 ohms
Resistência — Faixa 2
1.000 ohms até 10 megohms
Condensadores — Faixa 1
10 picofarads até 0.1 microfarads
Condensadores — Faixa 2
001 mfds até 10 mfds

A calibração da ponte deverá ser efetuada usando-se componentes cujos valôres estejam sabidamente corretos. Talvez seja esta a parte mais trabalhosa de todo o assunto. O leitor poderá recorrer a uma escola, universidade ou órgão oficial que possua padrões e que possam medir os componentes que irá usar para calibração. O Ins-

Fonte miniatura estabilizada





2N4285



BC168



BFY51

Esta unidade fornece tensões estabilizadas, variáveis de 1,5 a 9 volts, c.c., e até uma drenagem de 50 mA. O secundário do transformador é de 12 volts, podendo ser usado um de 6-0-6 volts, 100 mA que se abandone a derivação central, e para retificação usa-se uma ponte (MR1) de onda completa BY 164.

Nesta fonte foram incluídos vários refinamentos. Para evitar oscilações de alta frequência, há um ponto comum de terra, que deve ser ao redor do terminal de C1. C2 também atua como eliminador de interferências. Se for desejado reduzir ainda mais a ondulação (ripple) da tensão retificada, o valor de C2 pode ser aumentado até 50 mfds 25 v, porém, isto fará com que a regulagem leve de 1 a 2 segundos para atuar. Pode alternativamente usar uma chave que comute o valor de C2 de 0.1 mfd para 50 mfd, para atender duas situações. Também o zumbido em C2 que é praticamente imperceptível, pode ser ainda mais reduzido com a movimentação de RV 9 até um ponto em que a voltagem de saída começa a decrescer.

Se for desejado medir a corrente fornecida pela fonte, coloca-se um miliamperímetro no circuito do coletor de TR2 e TR3. Para medir a voltagem usa-se um miliamperímetro com escala de 1 mA, em série com R 10 (a indicação será de 10 volts). O medidor deverá ficar entre terra e o terminal de R 10.

O transistor TR1 poderá ser um 2N4285 ou outro qualquer Qualquer tipo de diodo de junção serve para a posição de IS 44. TR2 pode ser um transistor planar de alto ganho e baixa corrente tipo NPN. TR3 deve poder dissipar 1 w, possivelmente o BFY 51 com um bom clipe dissipador, ou MC 140 com um dissipador de alumínio de 3 centímetros quadrados e 1,5 mm de espessura.

Para a construção, não há cuidados ou recomendações especiais além do ponto único de terra, ventilação e dissipadores. O potenciômetro RV4 é o controle principal de voltagem e RV7 o ajuste fino.

LISTA DE MATERIAIS:

Todos os resistores fixos são de 1/4 de w 5% de tolerância

R1 — 100 K
R2 — 1 (um ohm)
R3 — 1.000
RV4 — potenciômetro de 10 K, linear ou log.
R5 — 820
R6 — 33 K
RV7 — potenciômetro de 100 K linear ou log.
RV9 — 500, 2 w. fio (determinador máxima corrente da fonte)
R10 — 10 K
C1 — 1.000 mfd, eletrolítico 25 v.
C2 — 0.1 óleo ou plástico
C3 — 50 mfd, eletrolítico 25 v.
T1 — transformador, primário 110 ou 220 secundário 6-0-6 volts, 100 mA
TR1 — 2N4285; 2N4060; MPS 6516; 2N5447, etc.
TR2 — BC 168; BC 169; BC 109, etc.
TR3 — BFY 51, MC 140, etc.
D1-D5 — IS 44, etc. (ver texto)
MR1 — ponte retificadora BY 164, B 30C 150, Semikron, etc.
S1 — 2 polos, 1 posição

UTILIZANDO VFO "EFEITO DE CAMPO"

Os técnicos são acordes em dizer que se o semicondutor que hoje denominamos de efeito de campo (MOS Field Effect) tivesse sido descoberto antes dos transistores clássicos PNP e NPN, a técnica de uso dos transistores estaria muito mais avançada. Dizem isto porque os semicondutores MOS ou de efeito de campo são os que mais se aproximam em comportamento às clássicas válvulas termoiônicas, com alta impedância de entrada e outras características similares àquelas.

Aqui, porém, não vamos tratar do semicondutor de efeito de campo, que já começa a ser encontrado no mercado brasileiro. Vamos, isto sim, descrever um circuito VFO, que há muito é solicitado por nossos leitores.

Êste circuito, cortesia da RCA, utiliza um semicondutor MOS e outros transistores e poderá, sem dúvida, tornar-se uma solução para aquêles leitores que desejam substituir o cristal no seu transmissor, usando um VFO (oscilador de freqüência variável).

O VFO dêste artigo usa alimentação de 12 volts e trata-se de um oscilador básico Colpitts e as bobinas indicadas na tabela I permitem abranger de 1,75 até 9 Mhz na freqüência fundamental. Para operar o transmissor em freqüências mais elevadas, utilizará as harmônicas. Na tabela I indicamos os valores para cada faixa, porém, o leitor que desejar, poderá instalar um sistema seletor com chave de onda que inclua valôres de condensadores e derivações da bobina, o que, entretanto, nos parece complicado. Um VFO bastante ativo, produz as harmônicas necessárias para excitar um transmissor até os 14 ou 28 Mhz, fàcilmente.

EM SÃO PAULO... HOSPEDE-SE NO LAR DA FRATERNIDADE

HOTEL MINISTER

RUA BARÃO DE PIRACICABA, 105 — Tel. 220-4012

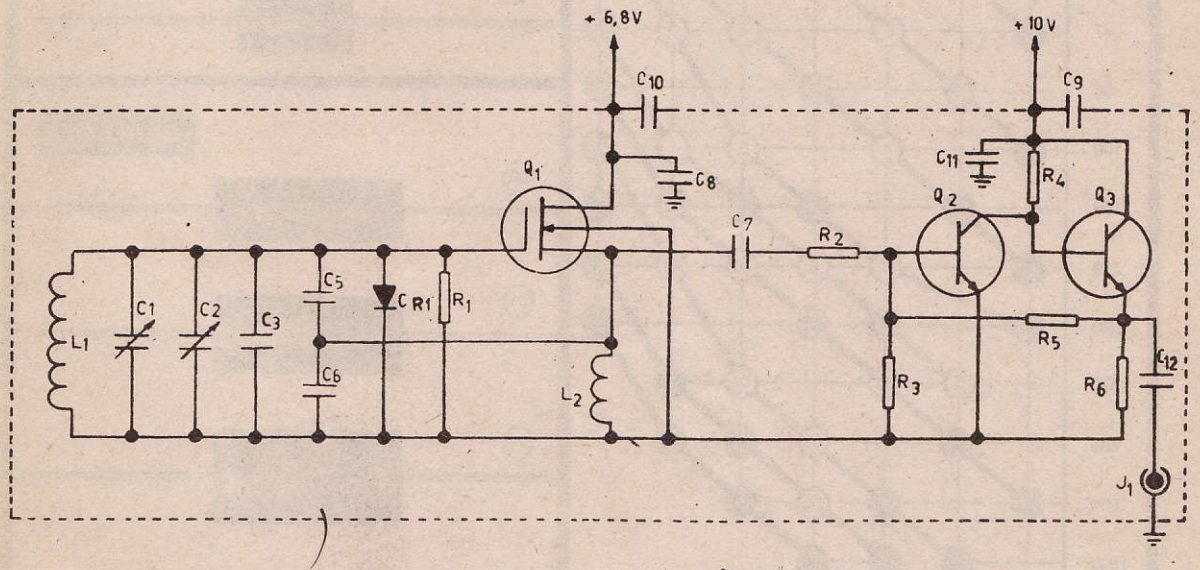
Além de estar juntinho à Rua S. Efigênia, onde se localiza o maior número de casas especializadas em eletrônica, fica fronteiro à Estação Rodoviária

LISTA DE MATERIAL

C1 condensador variável de alta qualidade (ver tabela I para capacidade)
C2 trimer tipo dielétrico de ar (ver tabela I para capacidade)
C3, C4, C5 e C6 — condensadores de mica prateada (ver tabela I para capacidades)
C7 2200 pf, mica prateada, 300 volts
C8 0.05 MF 50 volts ou mais, cerâmica
C9 1.500 PF, 500 volts
C10 1.500 pf, 500 volts
C11 O. IMF — 50 volts ou mais, cerâmica
C12 0.025 mf, 50 volts ou mais, cerâmica
tipo 1N 914
CR1 Retificador de silicio
J1 conetor coaxial
L1 (ver tabela I)
L2 choque miniatura de 2,5 mH, núcleo de ferro pulverizado
Q1 Transistor tipo 3N128 ou equivalente
Q2 Transirtor RCA 40245
Q3 Transistor RCA SK3020
R1 22.000 ohms 1/2 w.
R2 12.000 até 47.000 ohms (para produzir um pico de saída de 2 volts) 1/2w.
R3 12.000 ohms 1/2 w.
R4 820 ohms 1/2 w.
R5 47.000 ohms 1/2 w.
R6 240 ohms 1/2 w.

TABELA I

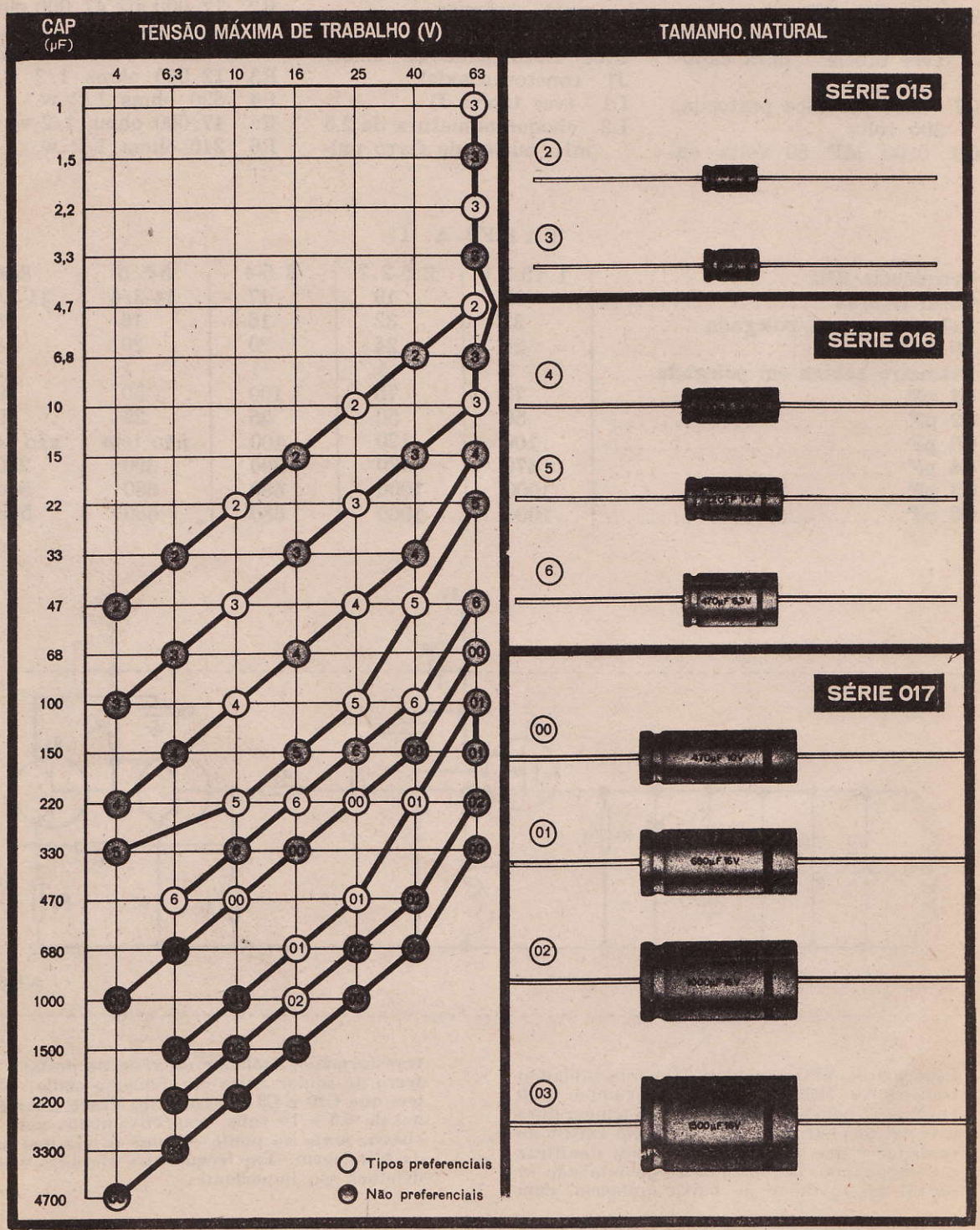
Freqüência Khz	1.75-1.9	2.5-2.7	3.5-4	5-5.5	8-9
Total espiras	32	19	17	14-3/4	11-1/2
Relação espiras/polegada	32	32	16	16	8
Nº de fio	24	24	20	20	18
Diâmetro bobina em polegada	1	1	1	1	1
C1 pF	75	75	100	50	50
C2 pF	50	50	25	25	25
C3 pF	100	120	100	não tem	não tem
C4 pF	470	470	390	390	270
Ç5 pF	1000	1000	680	680	560
C6 pF	1000	1000	680	680	560



Esquema do VFO, completo. Quando soldando transistores MOS de efeito de campo todo cuidado é pouco com excesso de temperatura e as cargas eletrostáticas que podem existir no soldador e que são suficientes para danificar o componente. Recomenda-se, quando não se possui um soldador de baixa voltagem, com transformador isolador da rêde de desligar o ferro de soldar antes de efetuar a solda. Notem que C10 e C9 são soldados desde o terminal de 6,8 e 10 volts, respectivamente, para o chassi, junto ao ponto em que o terminal sai da blindagem. Em freqüências elevadas êstes detalhes são importantes.

IBRAPE

CAPACITORES ELETROLÍTICOS



MEDIDOR DE CAPACIDADE

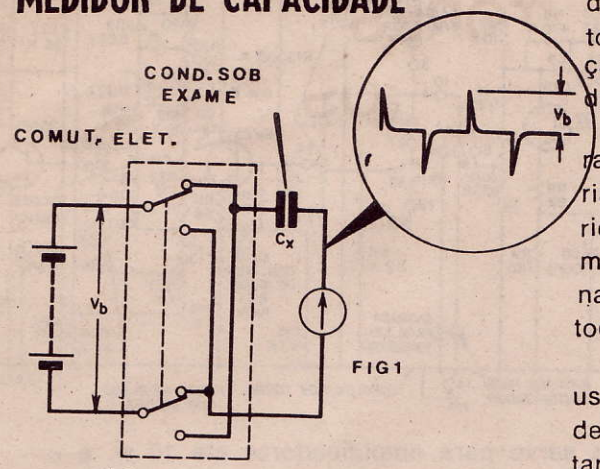


FIG 1

O medidor que vamos descrever permite medir valores de condensadores de 100 pF a 1Mdf. Utiliza apenas dois transistores e dois diodos, com um medidor de 100 microamperes. A bateria é de 9 volts e as ilustrações do texto ajudarão sem dúvida ao leitor a construir o instrumento.

Na figura 1 temos o circuito básico do medidor. Utiliza um comutador eletrônico No circulo é a forma de onde que é aplicada no medidor e no condensador a ser medido. Na figura 2 temos o esquema completo do aparelho. Na figura 3 há uma disposição dos componentes e na figura 4 o painel de componentes.

Para verificar se o instrumento está operando em todas as faixas, liga-se temporariamente um resistor de 33.000 ohms em série com um condensador de aproximadamente 0.5 mfds, entre SK1 e SK2 e pressiona-se S3. O medidor deve dar indicação em todas as faixas..

Para calibrar o instrumento podem ser usados 2 condensadores de mica prateada de 1% de tolerância, um de 100 pF e outaro de 10.000 pF. Liga-se primeiro o de 10.000 pF em SK1 e SK2, coloca-se S1 na faixa de 0.01 mfd e S2 em X1 e pressiona-se S3. Ajusta-se VR1 para uma deflexão total do ponteiro do medidor.

Coloca-se agora S2 em X3, gira-se VR2 todo para a esquerda (fechado) mantém-se o mesmo condensador e ajusta-se VR2 depois de pressionar S3, cuidadosamente, para que indique 0.01 mfd.

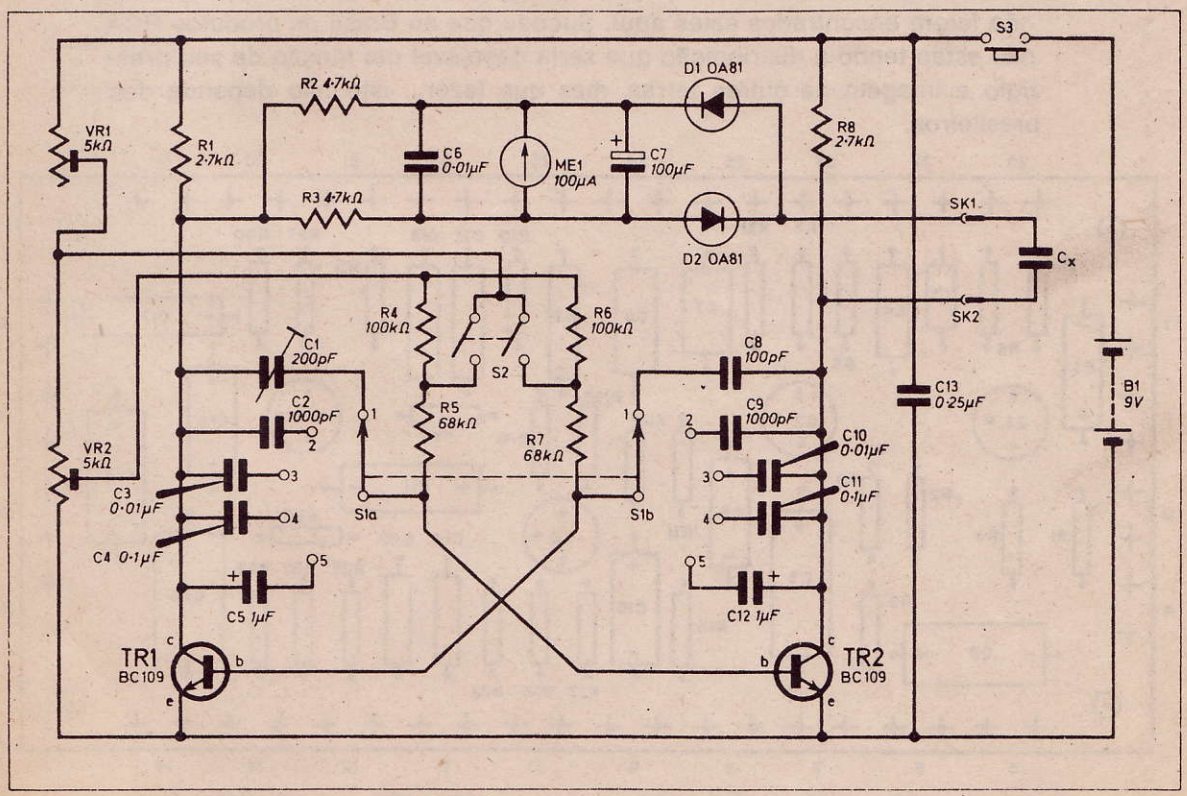
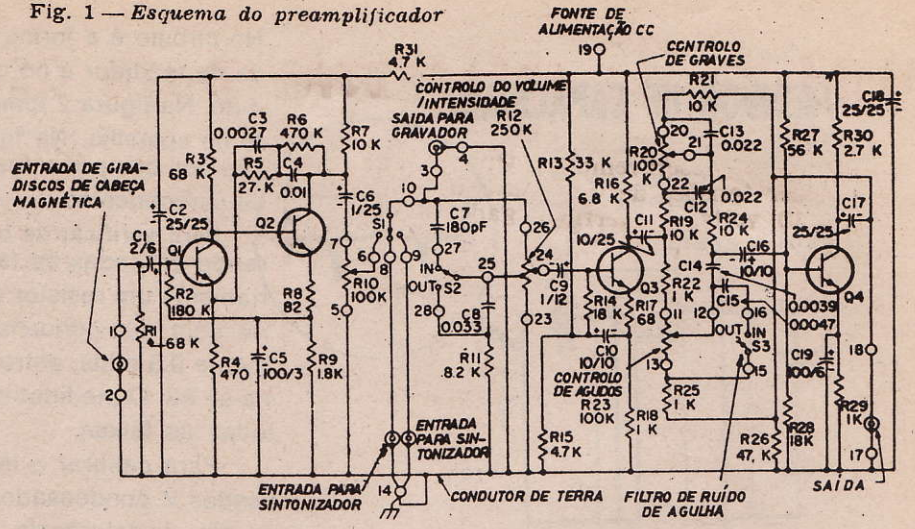


FIG 2

PRÉ AMPLIFICADOR RCA

Fig. 1 — *Esquema do preamplificador*



Um pré amplificador que serve para amplificadores até 10 w. é o circuito que se vê na figura 1. Na figura 2 temos a disposição dos componentes sobre uma placa de circuito impresso. A frente de corrente contínua é de 20 volts e se recomenda usar um terra comum para todas as ligações. No mais o circuito não apresenta nenhuma dificuldade. Desejamos agradecer a colaboração da RCA que nos enviou o circuito. Notarão os leitores que algumas expressões contidas no mesmo são um pouco diferentes das que usamos aqui. É porque o esquema destinava-se a Portugal, onde se diz controlo em lugar de controle e gira-discos em lugar de toca-discos. Coisas da Santa Terrinha... No mais tudo está certo. Os leitores podem executar este circuito que lhes dará satisfação. Os transistores são naturalmente RCA porém podem ser usados outros se não forem encontrados estes aqui. Sucede que no Brasil os produtos RCA não estão tendo a distribuição que seria desejável em função de seu prestígio e imagem de outras terras, mas que fazer... isto não depende dos brasileiros.

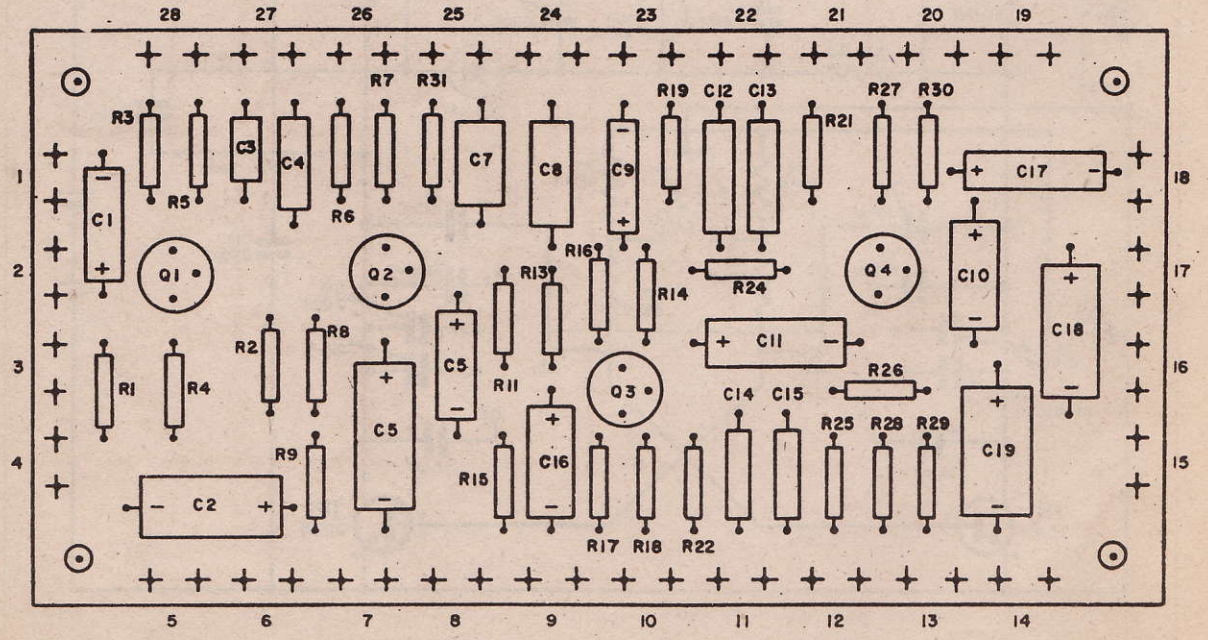
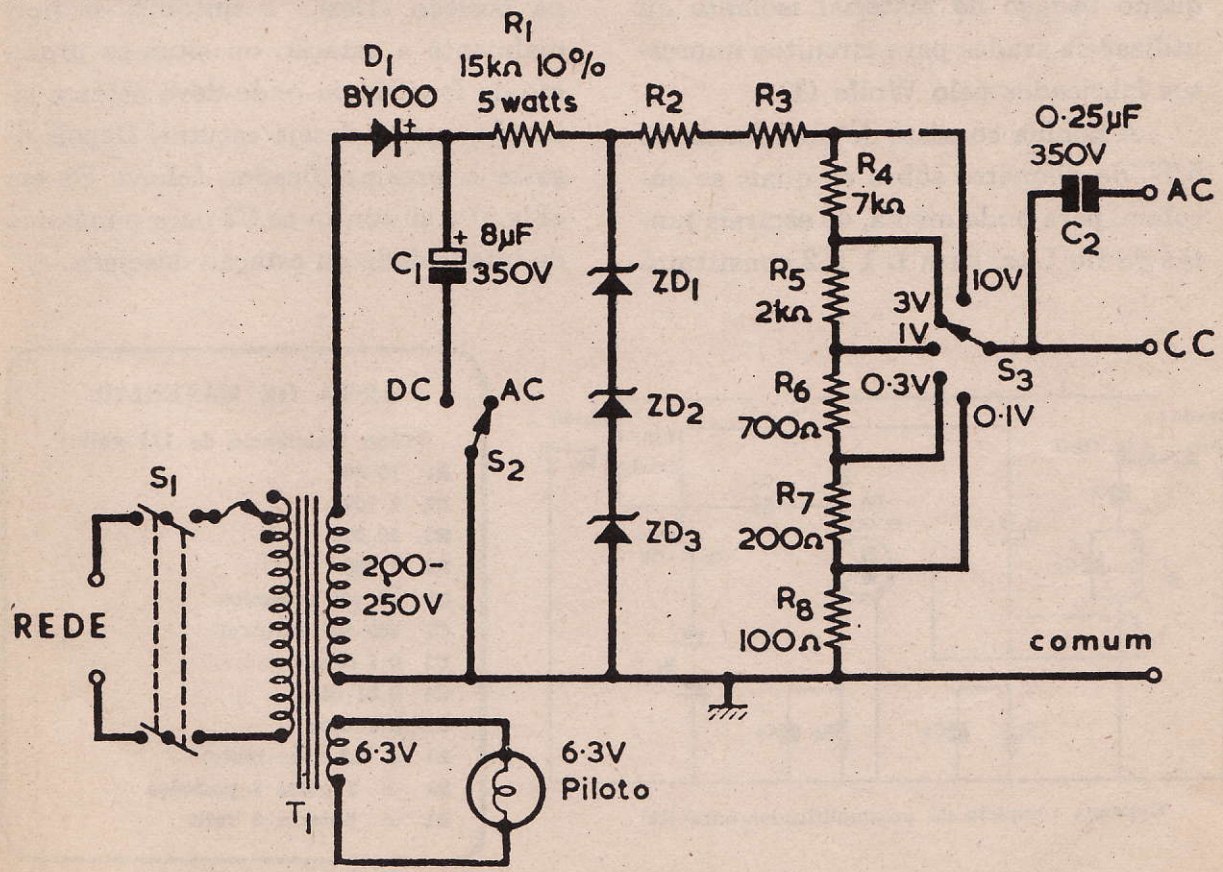


Fig. 2 — *Disposição dos componentes do preamplificador*

Unidade de referência para osciloscópio

A unidade que descrevemos pode fornecer tensões de 0.1, 0.3, 1,3 e 10 volts de perfil retangular, cuja amplitude pico-a-pico é mantida em nível constante pelo uso de três diodos zener do tipo BZX 79/C5V1. A unidade fornece também tensões calibradas de c.c. que servem para osciloscópio de acoplamento direto, voltímetros a válvula ou transistor de efeito de campo. É um instrumento útil para se ter na oficina do experimentador e do técnico *prafrentex*. Todos os detalhes se acham no esquema da figura 1. Um transformador (T1) que forneça no secundário de alta tensão entre 200 e 250 volts é suficiente. O enrolamento de 6 volts poderá ser usado para a lâmpada piloto de indicação de funcionamento. O diodo D 1 retifica a tensão de 200/250 volts. Quando S2 está na posição c.c. o condensador C1 está ligado e atua na filtragem da tensão que é aplicada em R1 e daí nos três Zener (ZD1, ZD2, e ZD3). O valor destes zener é 5.1 volts de modo que no extremo dos mesmos existirá uma tensão de 15,3 volts. Esta voltagem regulada é aplicada à série de resistores constituida de R2 até R8. Os resistores R2 e R3 têm valores que fazem com que existam tensões de 10 e 0.1 volts nos extremos da chave seletora S3. Os resistores R4 até R8 devem ser do tipo de alta estabilidade de 1% de tolerância, com valores calculados na base de 1.000 ohms por volts. A resistência total entre o ponto de 1 volt da chave e o negativo comum é de 1.000 ohms, como se pode verificar somando os valores de R6, R7 e R8. A voltagem correta estará presente nos pontos da chave S3 quando fluir pelo circuito uma corrente de 1 mA. Ajusta-se o valor de R3 para se obter a corrente de 1 mA na série de resistores já descrito. Valores de 260 mil ohms são adequados para o ajuste inicial. Depois de determinado o exato valor coloca-se então um resistor para o valor correto. No modelo que fizemos usamos R2 com 100 ohms. Por ocasião do ajuste removemos R2 e colocamos um miliamperímetro de 1 mA. R3 foi experimentalmente um potenciometro, ligado em reostato, de 200K. Depois de ajustado R3 para a corrente de 1 mA, o medidor foi retirado e R2 recolocado.



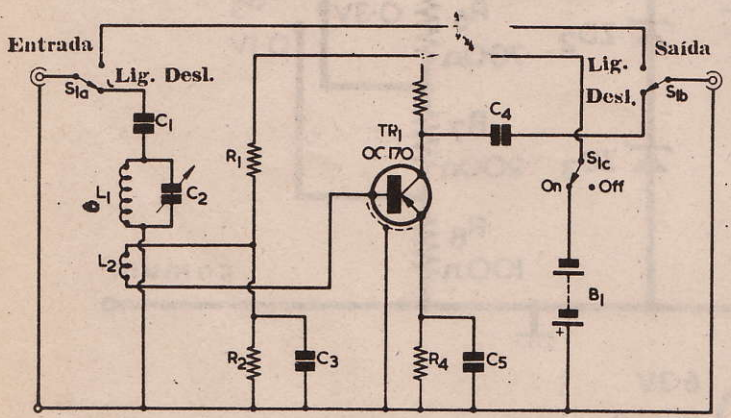
UM PREAMPLIFICADOR PARA RADIOFREQÜÊNCIA

Já publicamos alguns circuitos de preamplificadores para radiofreqüência, porem do tipo «aperiódico» isto é, sem sintonia. Apesar de oferecer ganho extra, seu desempenho não pode ser comparado ao de um preamplificador que possua sintonia.

Na figura que acompanha o texto temos um circuito de um preamplificador de RF que utiliza um circuito sintonizado. Pode ser para onda média ou curta, dependendo das bobinas (L 1) e (L 2). Utiliza uma fonte a pilha, de 3 volts e pode ser construído em um pequeno pedaço de material isolante ou utilizar as grades para circuitos impressos fabricados pelo Wolfe (1).

A bobina consiste de uma fôrma de 5/8" de diâmetro sôbre os quais se enrolam, para onda média, 40 espirais juntas de fio Litz, para L 1 L 2 constituirá para ondas médias de 3 a 7 espirais enroladas na base de L 1, do lado de terra. Para onda curta uma bobina do mesmo diâmetro com 12 espirais para L 1 e 1 a 2 espirais para L 2 será adequado. Também podem ser usadas bobinas de recepção, para transistor, desde que o «Q» seja alto. O enrolamento de L2 é um pouco tentativo, não só o número de espirais como a distância que deve situar-se de L1, porém sempre do lado de terra desta última.

Para sintonizar-se uma estação coloca-se a chave S1 (3 polos 2 posições) na posição «Desl.» e sintoniza-se normalmente a estação ou situa-se próximo da freqüência onde deve estar a situação que se deseja escutar. Depois liga-se o preamplificador (chave S1 em «Lig.») e sintoniza-se C2 para o máximo de intensidade da estação desejada.



Esquema completo do préamplificador para RF

LISTA DE MATERIAIS

(Tôda resistência de 1/4 vátio)

R1	15.000
R2	2.200
R3	10.000
R4	1.000
C1	10 pF cerâmica
C2	500 pF variável
C3	0.1 óleo
C4	0.01 óleo
C5	0.1 óleo
L1	e L2 (ver texto)
S1	= 3 polos 2 posições
B1	= bateria 3 volts

LIVROS PUBLICADOS
A. Fanzeres

OSCILOSCÓPIO E SUAS APLICAÇÕES... Cr$10,00

TV A CORES..... Cr$10,00

TRANSISTORES (sem teoria)..... Cr$10,00

GUIA DE SUBSTITUIÇAO
DE SEMICONDUTORES..... Cr$10,00

GUIA DE SUBSTITUIÇÃO
DE TRANSISTORES..... Cr$10,00

SEMICONDUTORES..... esgotado

REPARAÇÃO DE RÁDIOS
TRANSISTORIZADOS..... Cr$10,00

Pedidos para:
EDITORA SIGNO LTDA.
Rua Goiás, 1.164 - Quintino
Rio de Janeiro

TRANSISTORES (sem teoria)

autoria de A. Fanzeres

Reservas antecipadas, para Rua Goiás, 1.164 – Rio 20.000, Cr$ 10,00. Um livro que explica tudo sobre transistores em linguagem fácil, sem cálculos.

Nas bancas

Revista

RÁDIO TV TÉCNICO



GUIA DE SUBSTITUIÇÃO DE TRANSISTORES

O OSCILOSCOPIO E SUA APLICAÇÃO

Revista

mundo eletrônico

REPARAÇÕES DE RÁDIOS TRANSISTORIZADOS

SEMICONDUTORES

Revista

ELETRÔNICA PARA TODOS

Tudo sobre o assunto

Pedidos para Rua Goiás, 1.164 – Quintino,