

ELETRÔNICA

para todos

N.º 13

Registro DPF 376.P.209/73

Cr\$ 8,00



CURSO PHILCO

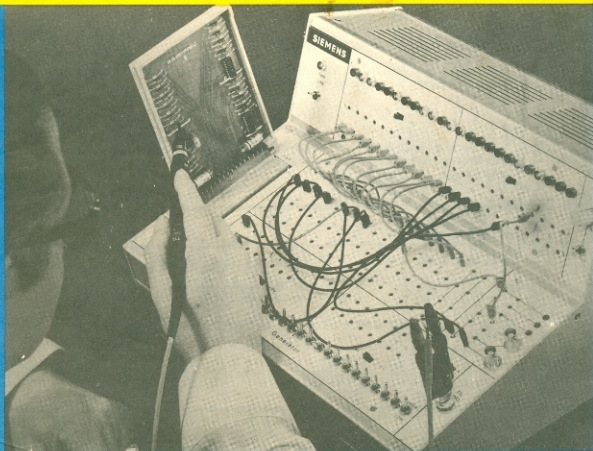
TRANSMISSOR EXPERIMENTAL

AMPLIFICADOR DE 4 W

ADAPTADOR DE ANTENA

SINCRONIZADOR PARA DIAPOSITIVO

O CAMINHO DO CONHECIMENTO



EDITORIAL

Continuamos com o curso PHILCO que pelo que sabemos está causando grande sucesso. Mais uma vez desejamos agradecer a PHILCO que cooperou para dar aos nossos Amigos-Leitores este curso de grande importância na época atual. Esperamos que em breve outros cursos possam ser publicados nas páginas de ELETRÔNICA PARA TODOS.

As páginas de EPT estão abertas para todos os fabricantes e produtores de material eletrônico, sem ônus, para publicação de cursos, informações, circuitos etc. Nosso interesse exclusivo é servir aos milhares de Amigos-Leitores.

Infelizmente o custo de papel e oficinas gráficas nos obriga a aumentos do exemplar. Esperamos porém que o conteúdo da revista compense amplamente. Se aceitassemos anúncios poderíamos talvez ter o preço reduzido, mas por outro lado não teríamos a liberdade de opinião que gosamos, pois sem dúvida existiriam pressões econômicas para que publicássemos tal ou qual coisa ou omitíssemos outras.

Vejam por exemplo os leitores: qual a publicação que deu as indicações de como conseguir Bônus da Unesco a fim de adquirir livros, material, pagar viagens de estudo etc.? Qual a publicação que publicou os endereços de firmas no estrangeiro para que o leitor pudesse escrever diretamente? Qual a revista que publicou um modelo de carta em inglês, para que o leitor pudesse dirigir-se diretamente ao produtor de qualquer material e obtivesse informações? Isto fazemos, sem cobrar nada porque nossa base de sustentação é somente a venda avulsa. E para terminar damos início também em EPT a "FEIRA ELETRÔNICA". Uma seção "Grátis" onde o leitor anuncia o que deseja vender ou comprar, oferece ou solicita emprego, troca de cartas etc. Qual a publicação que cede seu espaço dedicado a anúncios para este tipo de colaboração, inteiramente grátis?

Reflitam os Amigos Leitores nestes pontos e vejam como, em troca do preço do exemplar, obtém muito mais do que em outras publicações.

Cordialmente
A. Fanzeres
Cx. P. 2483 - ZC-00
20.000 - GB

NOSSA CAPA

GERADOR DE SINAIS TRANSISTORIZADO B & K

Fabricado pela DYNASCAN CORP., Chicago, Illinois 60613 abrange de 100 KHz até 30 MHz em 6 bandas, com precisão de 1,5%.



Um teste para medida de circuitos lógicos. O painel a ser medido é colocado no suporte, as pegas inseridas nos pontos convenientes e a medida efetuada com a ponta de prova.

Foto SIEMENS

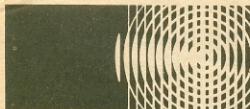
EDITORA SIGNO LTDA., Rua Goiás, 1164 - Rio - GB

WALDEMIRO BARBOSA DA SILVA
Diretor Responsável:

Orientador Técnico: A. FANZERES

DISTRIBUIÇÃO
Fernando Chinaglia "S A"
Rua Teodoro da Silva. 907
Guanabara

PHILCO 



Philco Rádio e Televisão Ltda.
Departamento de Serviços Nacional

CURSO DE TREINAMENTO DE TRANSISTORES

PHILCO RADIO E TELEVISÃO LTDA
Departamento de Serviços Nacional

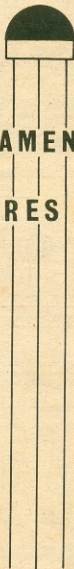
Rua Ururai 95 - Tetuapê - 03084 - fone 295.3011

São Paulo - SP

ELABORADO PELA SEÇÃO DE TREINAMENTO

LIÇÃO 3 - Estudo dos transistores

2ª parte

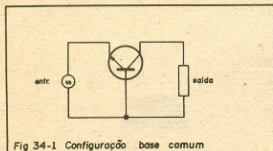


34. POLARIZAÇÃO DE TRANSISTORES

Conforme explanação feita nos capítulos anteriores, vimos que existem três configurações para os amplificadores transistorizados:

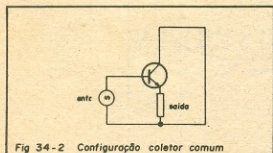
A - BASE COMUM

Nesta configuração temos que o sinal a ser amplificado é introduzido entre emissor e base e retirado entre coletor e base, tendo como característica principal, baixa impedância de entrada e alta impedância de saída ocorrendo o fenômeno de inversão de fase entre a entrada e saída. Observe a figura 34.1.



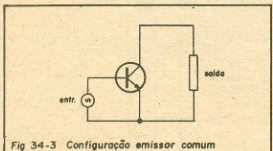
B - COLETOR COMUM

Nesta configuração, o sinal é aplicado entre base e coletor e é retirado entre coletor e emissor, tendo como principal característica a impedância de entrada de um valor baixo e uma impedância de saída alta não se verificando como na configuração de base comum a inversão de fase entre os sinais de entrada e saída.



C - EMISSOR COMUM

O sinal de entrada se aplica entre base e emissor, e é retirado entre coletor e emissor, havendo inversão de fase na saída em relação ao sinal de entrada.



Esta configuração tem como característica principal

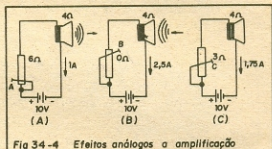
o seu alto ganho em relação aos outros tipos.

A explicação geral sobre os circuitos será exemplificada em torno desta configuração visto ser a mais empregada.

34-1 NOÇÕES BÁSICAS SOBRE AMPLIFICAÇÃO DE UM CIRCUITO TRANSISTORIZADO

De uma forma mais simples a amplificação é um recurso que através de um pequeno sinal (de tensão ou corrente), conseguimos obter outro de maior valor.

Como ilustração mostramos a figura 34.4.



A figura 34.4.A, nos mostra um alto falante de 4 - Ohms de impedância ligado à uma bateria de 10 - Volts, em série com um resistor de valor variável, ajustado em 6 Ohms, fazendo circular a corrente de 1 ampere.

A partir dessa posição, mudamos o valor do resistor para zero Ohms. Neste ponto, a corrente passa a ser de 2,5 amperes, pois há somente a resistência do alto falante no circuito. Observe a figura 34.4.B.

Em seguida, ajustamos o resistor para que a corrente que circula na bobina seja igual à média aritmética entre 1 e 2,5 amperes ou seja 1,75 amperes. - Observe a figura 34.4.C.

Se variarmos uniformemente a corrente que circula do ponto A para o ponto B e C e vice-versa, obtemos o gráfico da figura 34.5.



No período T1, a corrente variou de 1 ampere para 2,5 amperes; no período T2, permaneceu com a mesma corrente, finalmente em T3 decresceu de 2,5A a 1A - novamente.

Com a variação de corrente na bobina móvel do alto falante, há um consequente deslocamento do cone do mesmo, em concordância com o valor da corrente que circula na bobina móvel, da esquerda para a direita a partir do ponto médio C.

Se com esse processo, conseguíssemos variar o resistor na velocidade de 20 vezes por segundo ou mais, obteríamos som audível no alto falante.

O princípio de funcionamento de um amplificador transistorizado é análogo ao circuito apresentado,

exceto que o resistor variável será substituído por um transistor, e as variações da corrente dependem do sinal aplicado ao invés do movimento do cursor do resistor.

35 PROCESSOS DE POLARIZAÇÃO

Já foi comentado que, para que um transistor trabalhe em uma determinada condição, é importante o valor da tensão entre base e emissor (VBE).

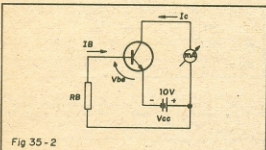
A tensão de VBE depende do tipo de material usado na construção do transistor sendo que para o germânio este valor varia de 0,1 a 0,3 Volts e para o silício 0,6 a 0,7 Volts.

Desta forma, se aplicarmos um sinal entre base e emissor, sem aplicarmos antes uma tensão Vbe, menor que 0,15 Volts para o Germânio e 0,65 Volts para o silício, não será percebida a corrente no coletor - em condição satisfatória.

As curvas da figura 35.1, indicam o tempo de subida da corrente de coletor em função do valor da tensão Vbe.



Na figura 35.2, mostramos uma das formas mais simples de polarização, onde é aplicada na base a corrente da fonte de alimentação, através de um único resistor RB.



Suponhamos que o valor de β deste transistor seja igual a 100 e a corrente de coletor desejada seja de 2mA. Considerando o transistor sendo de silício temos que:

$$I_c = \beta \cdot I_B, \text{ a corrente de base neste caso será de:}$$

$$I_B = \frac{I_c}{\beta} = \frac{2\text{mA}}{100} = 0,02 \text{ mA ou } 20 \mu\text{A}$$

Sabendo-se o valor da corrente de base, o valor da fonte e de Vbe, temos que:

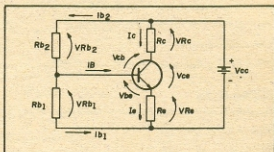
$$R_B = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_B} = \frac{10\text{V} - 0,6\text{V}}{20 \mu\text{A}} = \frac{9,4\text{V}}{0,02\text{mA}} = 470\text{Kohms}$$

Estes cálculos nos indicam que é necessário ligar um resistor de 470Kohms entre o positivo da fonte de alimentação e a base do transistor para se obter uma corrente de 2mA no coletor.

Rigorosamente falando, temos que admitir a resistência interna do diodo formado pela base e emissor, - que neste caso estaria em série com RB; porém, esse valor é insignificante em relação ao valor alto de RB (470 Kohms), podendo ser desprezado.

APLICAÇÃO

Polarizar o circuito da figura abaixo de tal modo - que o ponto de polarização fique em $V_{ce} = 5\text{V}$ e $I_c = 2\text{mA}$, sabendo-se que o transistor a ser empregado é de silício e NPN alimentado com $V_{cc} = 17\text{V}$ e possui $\beta = 100$, calcular RE, RC, RB1 e RB2 para um funcionamento perfeito.



1 - CÁLCULO DE RE (RESISTÊNCIA DE EMISSOR)

A prática nos ensina um 'macete' de projeto muito usado em cálculos de circuitos de estabilização:

A queda de tensão em RE, deve ser fixada em um ponto tal que a corrente de emissor multiplicada pela resistência de emissor, deverá ser dez vezes maior que Vbe ou seja:

$$I_E \cdot R_E = 10 \cdot V_{be}$$

Como I_E é aproximadamente igual a I_C , podemos calcular o valor de RE.

$$I_E \cdot R_E = 10 \cdot V_{be} \text{ e portanto } R_E = \frac{10 \cdot V_{be}}{I_E}$$

$$R_E = \frac{10 \cdot 0,6}{2 \cdot 10^{-3}} = \frac{6}{2 \cdot 10^{-3}} = 3 \cdot 10^3 = 3\text{Kohms}$$

Sabendo-se o valor de RE e IE calculamos Vre = (queda de tensão na resistência de emissor).

$$V_{re} = R_E \cdot I_E = 3\text{Kohms} \cdot 2\text{mA} = 6\text{Volts}$$

$$V_{re} = 6\text{Volts}$$

2 - CÁLCULO DE RC

Sabemos que o valor de Vre = 6 Volts e Vce = 5 V, - então o valor de Vrc será:

$$V_{rc} = V_{cc} - V_{re} - V_{ce}$$

$$V_{rc} = 17 - 6 - 5$$

$$V_{rc} = 6\text{Volts}$$

Fazendo-se o valor de Vrc e IC, teremos pela lei de Ohm o valor de RC

$$R_C = \frac{V_{rc}}{I_C} = \frac{6\text{V}}{2 \cdot 10^{-3}} = 3 \cdot 10^3 = 3\text{Kohms}$$

$$R_C = 3\text{K}$$

3 - CÁLCULO DE RB1

$$V_{rb1} = V_{re} + V_{be}$$

$$V_{rb1} = 6\text{V} + 0,6\text{V} = 6,6\text{V}$$

Sabemos pelas especificações dos fabricantes de

transistores que o valor da corrente em R_{B1} deve ser sempre de 5 a 10 vezes maior que o valor da corrente de base; para maior segurança trabalharemos com o valor 10, então:

$$I_{B1} = 10 I_B$$

Tendo-se $\beta = 100$ o valor de I_B será:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{100} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^2} = 2 \cdot 10^{-5} = 20 \mu A$$

Como $I_{B1} = 10 I_B$ temos que:

$$I_{B1} = 10 \cdot 20 \mu A = 200 \mu A = 0,2 \text{ mA}$$

Como $V_{RE1} = 6,5$ Volts e $I_{B1} = 0,2$ mA

temos R_{B1} igual a:

$$R_{B1} = \frac{V_{RE1}}{I_{B1}} = \frac{6,5}{0,2 \cdot 10^{-3}} = 33 \cdot 10^3 = 33 \text{ Kohms}$$

CÁLCULO DE R_{B2}

Para o cálculo de R_{B2} é necessário saber:

$$V_{RE2} = V_{CB} + V_{RC} \quad (1)$$

$$I_{B2} = I_{B1} - I_B \quad (2)$$

Como o valor de $V_{CB} = V_{CE} - V_{BE}$, substituímos esse valor na equação 1 e obteremos:

$$V_{RE2} = (V_{CE} - V_{BE}) + V_{RC}$$

$$V_{RE2} = (5 - 0,6) + 6 \quad V_{RE2} = 10,4 \text{ Volts}$$

Para o cálculo de I_{B2} temos que:

$$I_{B2} = I_{B1} - I_B$$

$$I_{B2} = 200 \mu A - 20 \mu A \quad I_{B2} = 180 \mu A$$

E finalmente:

$$R_{B2} = \frac{V_{RE2}}{I_{B2}} = \frac{10,4}{180 \cdot 10^{-6}} = 57,7 \text{ Kohms}$$

36 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Por meio de uma curva ou curvas, representadas em um gráfico, podemos ter um completo conhecimento do comportamento à baixas frequências de um dispositivo eletrônico.

Um dispositivo que tenha somente dois terminais, como o diodo necessita somente de uma curva para mostrar o seu comportamento, relacionando corrente e tensão.

Em um transistor de junção PN nos interessa quatro grandezas: tensão e corrente nos terminais de entrada e tensão e corrente nos terminais de saída. Para mostrar como se relacionam entre si estas 4 grandezas, são necessárias duas famílias de curvas. Mas existem várias maneiras de as representar, portanto teremos duas famílias de curvas para cada configuração. Contudo, apesar de todas as possibilidades, é geralmente suficiente uma só família de curvas para determinado tipo de ligação e somente esta é fornecida pelo fabricante.

O uso das curvas características é muito útil nas baixas frequências e grandes sinais (áudio). Para pequenos sinais e altas frequências (R.F.), as curvas características são abandonadas e todo o cálculo é feito através dos PARÂMETROS do transistor. A utilização destes parâmetros conduz a cálculos muito mais complicados e por esse motivo falaremos sobre eles de uma forma simples, posteriormente.

36.1. CURVAS PARA EMISSOR COMUM

A configuração emissor comum, é a mais usada nas aplicações de transistores e suas curvas características são as mais úteis e informativas.

O ganho de corrente e potência nesta configuração é muito maior do que nas outras configurações. A figura 36.1 nos mostra um transistor NPN com suas duas famílias de curvas para a configuração emissor comum.

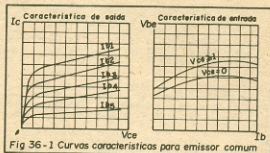


Fig 36-1 Curvas características para emissor comum

37 RETA DE CARGA E PONTO QUIESCENTE

A reta de carga nos informa as condições de trabalho de um certo transistor polarizado com determinada tensão em determinadas condições:

Admitamos um transistor tipo NPN, o associado ao circuito abaixo, que possui resistor de carga $R_L = 1,5$ Kohms; resistência de entrada (resistência entre emissor e base) igual a 500 Ohms, corrente de base pico a pico. $I_{Bpp} = 20 \mu A$ e polarizado com tensão de bateria $V_{CC} = 10$ Volts.

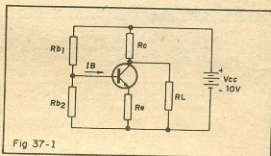


Fig 37-1

A curva característica de saída é representada pela tensão entre coletor-emissor e corrente de coletor, com corrente de base fixa para determinar valores.

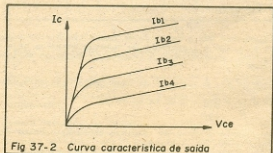


Fig 37-2 Curva característica de saída

Considerando-se o exemplo dado anteriormente, o procedimento para achar-se a reta de carga é o seguinte:

- 1- Para a corrente de coletor $I_C = 0$, a tensão V_{CE} será igual a tensão da fonte; no eixo x, (horizontal) marca-se o ponto correspondente a $V_{CE} = 10$ Volts.

2 - Quando a tensão de coletor for igual a zero, a tensão total da fonte aça-se aplicada em RL resultando uma corrente:

$$I_C = \frac{10V}{1,5K} = 6,6 \text{ mA}$$

3 - Marca-se esse valor no eixo y (vertical) unindo-se os pontos encontrados (eixo vertical e horizontal), com uma linha reta, estabelece-se a reta de carga. Observe a figura abaixo:

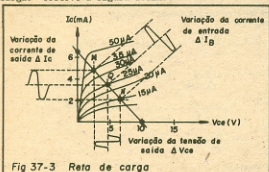


Fig 37-3 Reto de carga

O ponto quiescente ou ponto de operação aça-se representado pela letra Q na reta de carga da figura. Este ponto é a interseção da reta vertical traçada para $V_{CE} = 4,8 \text{ Volts}$ com a curva da corrente de base $I_B = 25 \mu A$.

Como a corrente de entrada é 20 micro-ampères pico a pico, a variação do ponto quiescente Q será 25 $\mu A + 10 \mu A$ (até ponto M) e 25 $\mu A - 10 \mu A = 15 \mu A$ (no ponto N).

Para um estudo simultâneo das correntes de entrada, corrente de saída, faz-se o seguinte:

1 - Desenha-se a forma de onda do sinal nas retas-perpendiculares à reta de carga, passando pelos pontos M, Q e N.

2 - As retas horizontais, passando pelos pontos M, Q e N, corresponderão à corrente de saída, cujos valores instantâneos poderão ser lidos diretamente no eixo vertical (I_C).

3 - As retas verticais, passando pelos pontos M, Q e N, corresponderão à tensão de saída cujos valores instantâneos poderão ser lidos diretamente no eixo horizontal (V_{CE}).

37-1 GANHO DE CORRENTE (GI)

Por definição, o ganho de corrente é a relação existente entre a variação da corrente de saída pela variação da corrente de entrada. No exemplo dado anteriormente, a corrente de coletor é a corrente de saída, e a corrente de base é a de entrada, portanto:

$$G_I = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{I_C \text{ max} - I_C \text{ min}}{I_B \text{ max} - I_B \text{ min}}$$

Substituindo-se na equação acima, os valores encontrados na figura 37.3, teremos:

$$G_I = \frac{4,7 \text{ mA} - 2,1 \text{ mA}}{35 \mu A - 15 \mu A} = \frac{2,6 \text{ mA}}{20 \mu A} = 130$$

Isto significa que a corrente de saída é 130 vezes maior que a corrente de entrada.

37.2. GANHO DE TENSÃO (G.V.)

O ganho de tensão de um amplificador é definido analogamente ao ganho de corrente.

$$G_V = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta V_{BE}}$$

A variação da tensão de entrada (ΔV_{BE}) será produzida da resistência de entrada pela variação da corrente de entrada.

$$\Delta V_{BE} = \Delta I_B \times R_{in} = 20 \mu A \times 500 \text{ Ohms} = 0,01 \text{ V}$$

Substituindo-se o valor encontrado na equação anterior temos:

$$G_V = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta V_{BE}} = \frac{5,7V - 2,7V}{0,01V} = 400$$

O que equivale dizer que a tensão é ampliada 400 vezes.

37.3. GANHO DE POTÊNCIA (GP)

O ganho de potência, é o produto do ganho de corrente pelo ganho de tensão, ou seja:

$$G_P = G_I \times G_V$$

Substituindo-se os valores já encontrados na equação acima temos:

$$G_P = 130 \times 400 = 52.000$$

Este ganho pode também ser expresso em dB e neste caso teremos:

$$G_{PD} = 10 \log G_P$$

$$\text{ou seja: } G_{PD} = 10 \log 52.000$$

$$G_{PD} = 10 \times 4,7 = 47 \text{ dB}$$

38 DEPENDÊNCIA TÉRMICA

DEPENDÊNCIA TÉRMICA DE I_{CBO} :

Sabe-se que I_{CBO} é a corrente de saturação de um diodo de junção (junção PN) reversamente polarizado devido à influência da presença do emissor, dada principalmente pelos portadores minoritários em cada lado da junção.

Assim, com a variação da temperatura, varia a quantidade de portadores minoritários dados pelas impurezas e não variam com a temperatura.

Assim temos:

I_{CBO} varia 2,7 vezes a cada 10°C para o Ge e 4,7 vezes cada 10°C para o Si.

Convém notar que, embora o Germânio tenha um coeficiente de variação menor que o silício, atualmente a tendência é se fazer todos os transistores de silício, dado ao fato de I_{CBO} deste transistor parte de um valor inicial muito menor que o valor inicial a 25°C de I_{CBO} de um transistor de germânio.

A título de exemplo podemos citar que a corrente I_{CBO} a 25°C de um transistor de Germânio é de 2 μA enquanto o de silício na mesma temperatura é de 500 nA para uma mesma potência.

Além disso, a potência que pode ser utilizada por um transistor depende linearmente da temperatura da junção a qual por sua vez depende de I_{CBO} , como no gráfico abaixo:

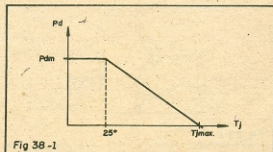


Fig 38-1

Onde:

T_j = temperatura da junção.
 P_D = potência de dissipação de coletor.
 $T_j \text{ max}$ = temperatura máxima da junção.
 $P_D \text{ max}$ = potência de dissipação máxima.

Assim, variando-se a temperatura ambiente, estamos variando IC_{BO} , que acarretará num acréscimo da corrente de coletor, a qual por sua vez aumenta a dissipação térmica da junção, ocasionando novo aumento de IC_{BO} , formando desta forma um processo acumulativo e levando o transistor ao fenômeno conhecido por avalanche térmica.

A variação da corrente de coletor com a corrente de fuga é o que define, como veremos adiante o chamado **FATOR DE ESTABILIDADE** do circuito, representado pela letra S .

A fim de eliminar o mais possível, o efeito da temperatura da junção de coletor, com a potência que podemos dispor do transistor, são usados dissipadores que ajudam eliminar calor por efeitos de condução, irradiação e convecção.

Note-se que a potência que dispõe um transistor, P_D diminui com o aumento da temperatura e é definida pela expressão:

$$P_D = V_{CE} \cdot I_C \quad V_{BE} \cdot I_B = V_{CE} \cdot I_C$$

Onde:

P_D = potência de coletor.
 V_{CE} = tensão entre coletor e emissor.
 V_{BE} = tensão entre base e emissor.
 I_C = corrente de coletor.

39 FATOR DE ESTABILIDADE

A relação entre a variação da corrente de coletor e a variação da corrente IC_{BO} define a medida de estabilização da corrente de polarização do transistor.

Esta relação indica o efeito na corrente do coletor para uma variação na corrente de saturação, influenciado pela alteração da temperatura ambiente, e é chamado de fator de estabilidade de corrente (S).

Esse fator é expresso matematicamente por:

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_{CBO}}$$

Note que quanto maior for o resultado obtido através da equação acima, temos que a corrente de coletor se altera facilmente em função de IC_{BO} .

Quanto maior for o valor S , indica que é menos estável o circuito.

Para tanto é sempre recomendável um valor bem menor de S , porém levando-se em consideração o ganho de potência. Esse valor normalmente escolhido está em torno de 5 a 15.

Partindo-se do circuito da figura 39.1, temos que:

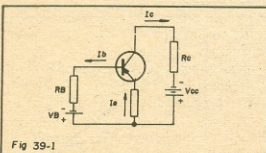


Fig 39-1

$$I_C = I_{CBO} + \alpha \cdot \frac{\Delta I_{CBO} \cdot R_B + m \Delta t}{R_E + R_O + (1-\alpha) \cdot R_B}$$

Onde $R_O = \frac{25}{I_E(\text{mA})}$ Ohms, que corresponde à resistência de entrada do diodo Base-Emissor e normalmente P_D de ser desprezado.

Se supzermos que a variação da característica de entrada com a temperatura pode ser desprezível, fica aos outros produtos existentes na equação, temos que:

$$\Delta I_C = \Delta I_{CBO} + \frac{\alpha \cdot \Delta I_{CBO} \cdot R_B}{R_E + R_O + (1-\alpha) \cdot R_B}$$

Como $S = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_{CBO}}$ temos:

$$S = 1 + \frac{\alpha \cdot R_B}{R_E + R_O + (1-\alpha) \cdot R_B} \quad \text{que é igual a:}$$

$$S = \frac{R_E \cdot R_O + R_B - \alpha R_E + \alpha R_B}{R_E - R_O (1 - \alpha) \cdot R_B}$$

E portanto:

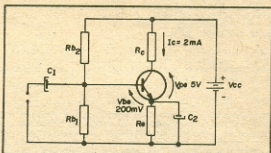
$$S = \frac{R_E + R_O + R_B}{R_E + R_O + R_B (1-\alpha)}$$

Tal equação vale para qualquer tipo de montagem de transistor.

APLICAÇÃO

Polarizar o circuito abaixo de tal maneira que o ponto de polarização fique com $V_{CE} = 5$ Volts e corrente de coletor $I_C = 2$ mA, sabendo-se que $IC_{BO} = 20 \mu A$ e que I_C não ultrapassa a 2,2 mA quando IC_{BO} aumenta até 70 μA .

Dados: Tensão de alimentação $V_{cc} = 12V$; $V_{BE} = 200$ mV e $\beta = 100$.



1 — Cálculo do fator de estabilidade:

$$IC_{BO} = 20 \mu A \rightarrow 70 \mu A \quad \Delta I_{CBO} = 50 \mu A$$

$$I_C = 2 \text{ mA} \rightarrow 2,2 \text{ mA} \quad \Delta I_C = 200 \mu A$$

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_{CBO}} = \frac{200 \cdot 10^{-6}}{50 \cdot 10^{-6}} = 4 \quad [S = 4]$$

2 — Aplicando-se o macete de R_E visto anteriormente, calculamos o seu valor.

$$I_E \cdot R_E \approx I_C \cdot R_E = 10 V_{BE}$$

Como $V_{BE} = 200$ mV, temos:

$$R_E = \frac{10 V_{BE}}{I_C} = \frac{2}{2 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ KOhm} \quad [R_E = 1K]$$

3 — Tendo-se o valor de S , desprezando-se o valor de R_O temos:

$$S = \frac{R_E + R_O + R_B}{R_E + R_O + R_B (1 - \alpha)} \Rightarrow 4 = \frac{10^3 \cdot R_B}{10^3}$$

$$4 \cdot 10^3 = 10^3 + R_B$$

$$4 \cdot 10^3 - 10^3 = R_B$$

$$R_B = 3 \cdot 10^3$$

4 - Cálculo de R_{B1} e R_{B2} :



$$V_B = (V_{RE} + V_{BE}) - V_{RB}$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{100} = \dots$$

$$= 20 \mu A$$

usando o macete de I_B temos:

$$I_{B1} = 10 I_B = 0,2 \text{ mA}$$

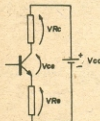
$$V_{RB} = R_B \cdot I_{B1} = 3 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ V}$$

$$V_B = 2 + 0,2 + 0,6 = 2,8 \text{ V}$$

$$V_B = \frac{R_B}{R_{B2}} \cdot V_{CC} \therefore R_{B2} = \frac{R_B \cdot V_{CC}}{V_B}$$

$$R_{B2} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 12}{2,8} = 12 \cdot 10^3$$

5 - Cálculo de R_C :



$$V_{RC} = V_{CC} - V_{CE} - V_{RE}$$

$$V_{RC} = 12 - 5 - 2$$

$$V_{RC} = 5 \text{ V}$$

$$R_C = \frac{V_{RC}}{I_C} = \frac{5}{2 \cdot 10^{-3}} = \dots$$

$$= 2,5 \text{ K}$$

$$R_C = 2,5 \text{ K}$$

6 - Tendo-se o valor de R_B e R_{B2} calculamos o valor de R_{B1} :

$$R_B = \frac{R_{B1} \cdot R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \quad 3 \cdot 10^3 = \frac{R_{B1} \cdot 12 \cdot 10^3}{R_{B1} + 12 \cdot 10^3}$$

$$3 \cdot 10^3 (R_{B1} + 12 \cdot 10^3) = R_{B1} \cdot 12 \cdot 10^3$$

$$3 \cdot 10^3 R_{B1} + 36 \cdot 10^6 = 12 \cdot 10^3 R_{B1}$$

$$9 \cdot 10^3 R_{B1} = 36 \cdot 10^6$$

$$R_{B1} = \frac{36 \cdot 10^6}{9 \cdot 10^3} = 4 \cdot 10^3$$

E com os valores encontrados temos o transistor em questão polarizado.

Além do fator de estabilidade de corrente já discutido nos parágrafos anteriores, existe o fator de estabilidade de tensão, que é intimamente ligado ao primeiro conforme mostra a equação abaixo:

$$S_V = [S_I \cdot R_E + R_C (1 + \alpha \cdot S_I)]$$

Onde:

S_V = Fator de estabilidade de tensão.

S_I = Fator de estabilidade de corrente.
 R_E = Resistência de emissor.
 R_C = Resistência de coletor.

Uma simples análise da expressão acima nos mostra - que o fator de estabilidade de tensão é diretamente proporcional ao fator de estabilidade de corrente. Em consequência, técnicas usadas para melhorar o fator S_I , resultarão numa melhoria do fator S_V .

RESUMO

As figuras que se seguem mostram várias maneiras de como melhorar o fator de estabilidade de um circuito transistorizado com relação à variação de temperatura ambiente.

O valor S obtido através das fórmulas, quanto menor for, melhor é a estabilidade; porém, como este fator também contribui do consumo de energia, deverá ser sempre mantido em torno de 5 a 15.

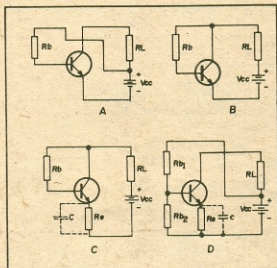


FIGURA A

Características:

- 1 - Circuito simples.
- 2 - Valor de R_B não crítico.
- 3 - Menor consumo de alimentação.
- 4 - Circuito muito instável.

APLICAÇÃO

- 1 - Adequado para baixa tensão da fonte.
- 2 - Circuitos onde não se requer grande fidelidade.
- 3 - Baixo custo.

FATOR DE ESTABILIDADE

$$S = \frac{1}{1 - \alpha}$$

FIGURA B

Características:

- 1 - Circuito simples.
- 2 - Largura de faixa - RP
- 3 - Melhor estabilidade que o circuito anterior.
- 4 - Menor impedância de entrada.
- 5 - Baixa distorção.

APLICAÇÃO

- 1 - Adequado para baixa tensão da fonte.
- 2 - Diminui a perda da corrente D.C.
- 3 - Baixo custo.

- 4 - Para diminuir a impedância de entrada.
- 5 - Para diminuir a distorção.

FATOR DE ESTABILIDADE

$$S = \frac{1 + \frac{R_B}{R_L}}{1 + (1 - \alpha) \frac{R_B}{R_L}}$$

FIGURA C

Características:

- 1 - Alta impedância de entrada.
- 2 - Baixo rendimento.

APLICAÇÃO

- 1 - Relativamente pouco sensível à variação da temperatura ambiente.
- 2 - Baixo custo.

FATOR DE ESTABILIDADE

$$S = 1 + \frac{R_B}{R_E}$$

FIGURA D

Características:

- 1 - Circuito complexo.
- 2 - Valor de $R_{B1} // R_{B2}$ crítico.
- 3 - Boa estabilidade.
- 4 - Maior consumo na alimentação.

APLICAÇÃO

- 1 - Em caso de exigência de boa estabilidade.
- Obs: Eliminando-se o capacitor C, aumenta-se a impedância de entrada.

FATOR DE ESTABILIDADE

$$S = \frac{1 + X}{1 + (1 - \alpha) X} \quad \text{sendo que:}$$

$$X = \frac{R_{B1} R_{B2}}{R_E (R_{B1} + R_{B2} + R_L) R_{B2} R_L}$$

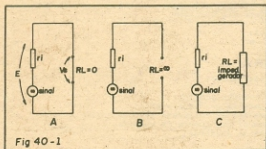
40 CASAMENTO DE IMPEDANCIA COMPROMISSO PARA MAXIMO RENDIMENTO

INTRODUÇÃO

Suponhamos que exista um gerador tendo sua resistência interna (r_i), igual a um valor "x" acoplada a uma carga R_L , gerando uma tensão "E".

A corrente total em cada caso apresentado na figura 40.1. é obtida através da 1ª. lei de Ohm.

$$\text{Onde } I = \frac{E}{R} \text{ e } R = R_L + r_i$$



Na figura 40.1.A, a corrente de R_L atinge valor máximo e a tensão é igual a zero; portanto, não há aproveitamento de energia do gerador.

Por outro lado, se o valor de R_L se tornou infinito, como acontece na figura B, a tensão atinge seu valor máximo, mas a corrente fica com valor igual a zero, desta forma também não há aproveitamento da energia do gerador.

Com esses exemplos, podemos concluir que para ser mais eficiente a extração da energia do gerador, é necessário que haja coincidência entre a impedância natural do gerador com a da carga como na figura C.

CASAMENTO DE IMPEDÂNCIAS

Suponhamos que exista um dispositivo, ligado a rede de 110V, consumidor de 220W (por exemplo uma lâmpada).

Neste caso, a corrente consumida por esta lâmpada será de $\frac{220W}{110V} = 2$ Amperes.

Neste instante a resistência da lâmpada é de:

$$\frac{110V}{2A} = 55 \text{ Ohms}$$

Observe a figura 40.2.A.

Suponhamos agora que essa lâmpada é ligada à rede de 110 Volts, através de um transformador, cuja relação de espiras entre o primário e secundário é de 2 para 1.

A tensão desenvolvida no secundário deste transformador será a metade da tensão da rede (tensão de entrada), 55 Volts.

Logo, a corrente da lâmpada neste instante é $I = \frac{E}{R}$

$$= \frac{55V}{55 \text{ Ohms}} = 1 \text{ Ampere,}$$

portanto, a potência consumida neste instante é de:

$$P = \frac{E}{I} = \frac{55V}{1A} = 55W$$

Observe a figura 40.2.B.

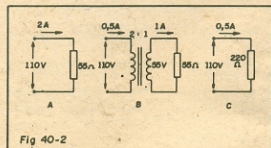
A corrente observada no primário deste transformador sem considerarmos as perdas, será de:

$$I_P = \frac{55W}{110V} = 0,5 \text{ Amperes}$$

Portanto, a resistência refletida no enrolamento primário é de:

$$R = \frac{110}{0,5} = 220 \text{ Ohms}$$

Estes cálculos nos indicam que a carga de 55 Ohms, aplicada no secundário do transformador, reflete no primário como 220 Ohms. Observe a figura 40.2.C.

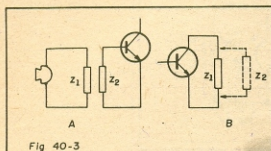


Admitamos que a bobina do primário tenha um número de espiras igual a "np" e a do secundário um número igual a "ns", e o resistor de carga do secundário seja igual a R1, poderemos calcular a carga refletida no secundário (R2) pela equação abaixo:

$$\left(\frac{np}{ns}\right)^2 = \frac{R1}{R2} \quad \text{ou} \quad \frac{np}{ns} = \sqrt{\frac{R1}{R2}}$$

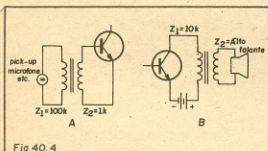
A aplicação que foi dada em relação a resistores, pode perfeitamente ser considerada como impedância de valores Z1 e Z2.

No caso de um amplificador transistorizado, é necessário também que haja um casamento correto entre a fonte de energia (por exemplo um pick up, microfone, etc...) à entrada do amplificador e a carga acoplada nesta como mostra a figura 40.3.



Na prática é frequente termos a impedância de entrada de um amplificador transistorizado, montado na configuração emissor comum, com um valor em torno de 1 KOhm, quando o sinal de entrada é inferior a 1Vpp.

Como ilustração apresentamos a figura 40.4 que nos mostra um amplificador com impedância de entrada igual a 1 KOhm e neste é aplicado um sinal de aproximadamente 100 KOhms de impedância.



A figura B nos mostra outro caso semelhante, porém a saída do amplificador com 10 KOhms de impedância está acoplada à entrada da carga (ex: alto-falante).

Em ambos os casos, existe um descasamento entre a impedância do amplificador com a carga de entrada ou saída, não havendo portanto, aproveitamento total de energia aplicada.

Para que se consiga um casamento perfeito entre um sinal de impedância igual a 100KOhms, na entrada de um amplificador de impedância igual a 1K, poderemos usar um transformador cuja relação entre espiras do primário e secundário será obtida da seguinte forma:

$$\frac{n1}{n2} = \sqrt{\frac{Z1}{Z2}} \Rightarrow \frac{n1}{n2} = \sqrt{\frac{100K}{1K}} \Rightarrow \frac{n1}{n2} = \sqrt{\frac{100}{1}}$$

$$\frac{n1}{n2} = \frac{10}{1} \quad \text{logo} \quad n1 = 10$$

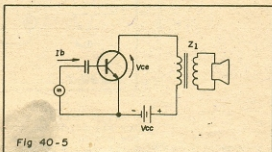
$$\frac{n1}{n2} = 1 \quad n2 = 1$$

Estes valores significam que é necessário um transformador com uma relação entre o enrolamento primário e secundário de 10 para 1, tendo os enrolamentos adequadamente calculados para que o primário tenha uma impedância de 100K com carga de 1K no secundário.

Quando se trata de um casamento entre a saída de um amplificador e a carga (ex: alto-falante), como na figura 40.4.B, o conceito sobre o casamento de impedâncias muda em relação àquela mencionada anteriormente, pois desta vez, ao invés de nos preocuparmos somente em torno do casamento entre dois circuitos, o mais importante é determinar o ajuste dos dois circuitos em função da potência necessária a ser retirada do amplificador.

Observe o circuito da figura 40.5 onde podemos constatar:

VCC = 10 Volts
IB = 10 µA
β = 100
VCE = 10 Volts (igual a VCC)
Z1 = (puro) = 10 KOhms



Ao aplicar 10µA na base, perceberemos no coletor - uma corrente IC igual a IB x β ou seja: 1mA.

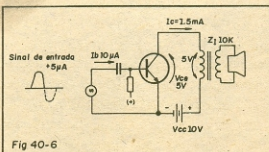
Admitindo-se que a bobina do transformador (Z1) é puramente indutivo (sem resistência) não haverá nenhuma queda de potencial entre as extremidades da bobina e, portanto, a tensão correspondente a VCE é igual a VCC (10 Volts).

Sobre esta corrente de polarização na base, ao adicionarmos um sinal de +5 µA (semi-ciclo positivo), a corrente do coletor (IC), passará a ser 1,5 mA em função do aumento da corrente de base que variou de 10µA para 15µA.

Este aumento da corrente do coletor (IC) de 1mA para 1,5 mA, gera uma tensão na extremidade da bobina igual a IC x Z1 = 0,5 mA x 10K = 5 Volts, porém com fase oposta da corrente de VCC.

Portanto, VCE = VCC - 5V = 5 Volts.

Observe a figura 40.6.

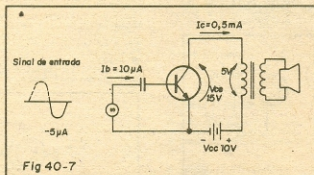


Com o mesmo raciocínio até agora usado, imaginemos desta vez, o sinal de -5µA (semi-ciclo negativo) se já aplicado na base. Consequentemente a corrente -

de coletor(IC) passa para 0,5 mA. Deve ser lembrado que esta diminuição é o mesmo que inverter o sentido da corrente, e portanto essa inversão, faz com que se desenvolva uma tensão de 5 Volts, porém inversa daquela percebida anteriormente, na mesma bobina do transformador.

Assim, a tensão VCE de 5 Volts, anteriormente percebida na figura 40.6, passa a ser igual a soma desta tensão mais o valor de VCC, portanto, $VCE = VCC + 5 \text{ Volts} = 15 \text{ Volts}$.

Observe a figura 40.7.

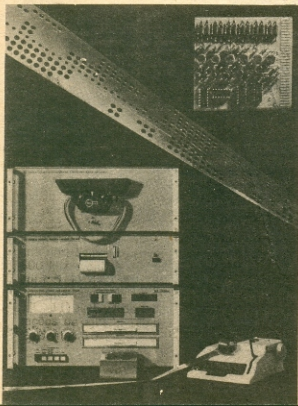


O estudo sobre o casamento de impedâncias tem valor significativo como veremos adiante no estudo dos amplificadores de potência, pois nos transistores usados para esse fim, dado o seu custo, é muito importante retirar-se o máximo de potência possível obedecendo, entretanto as limitações impostas aos transistores a serem aplicados.

TK/JHN/vrb.

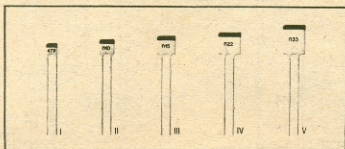
CABEÇA DE LEITURA

Para fita perfurada, podendo preparar programas para máquinas automáticas, mensagens, computadores etc. À direita o sistema perfurador e em cima o aspecto da fita produzida. Este aparelho é produzido pela Rhode & Schwartz, 8000, Munique 8, Alemanha.



CAPACITORES "PLATE"

Baixa tolerância e tamanho reduzido



Grande precisão e estabilidade, baixo custo, tamanho ultra-reduzido fazem do "PLATE" um capacitor cerâmico bastante convidativo para os mais exigentes projetistas.

Os capacitores "plate" são produzidos através de processos totalmente automatizados e são submetidos a um ajuste individual que proporciona alta precisão e uma estreita faixa de tolerância (2% para toda a linha TC).

Devido à ausência de prata na metalização das armaduras foi

superado o inconveniente da "migração", apresentado por aquele metal (deslocamento de partículas metálicas provocado pela ação do campo elétrico). O resultado é uma grande estabilidade no valor da capacitância e um excelente desempenho em CC.

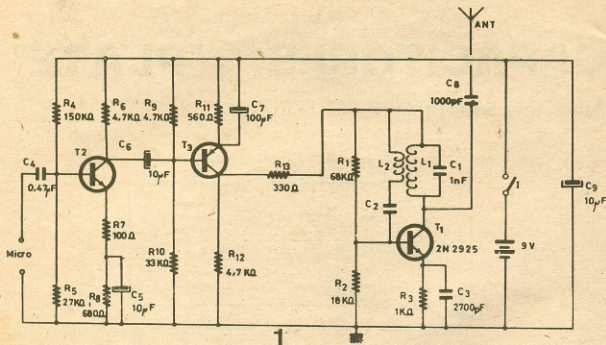
Embora apresente uma tolerância "standard" excepcionalmente baixa de 2%, o capacitor "plate" não custa mais que os tipos convencionais, cuja tolerância é de 10% ou 5%.

Suas reduzidas dimensões tornam o "plate" o capacitor indicado para montagens compactas, em sistemas de RF ou quaisquer circuitos onde sejam impostas condições rigorosas de tolerância, confiabilidade e miniaturização.

Diversas séries, com distintos valores de coeficiente de temperatura e tensão de trabalho possibilitam ao projetista encontrar o conjunto de especificações mais indicado para as mais distintas aplicações.

Coef. de temper. e faixa de valores correspondentes

Coef.	Tensão (V)	Valores de cap. (pF)	Obs.
P100	100	0,56 a 47	(sob encomenda)
NPO	100	1,8 a 120	(preferencial)
N075	63	3,9 a 120	(sob encomenda)
N150	100	3,9 a 150	(sob encomenda)
N220	63	3,9 a 150	(sob encomenda)
N330	100	4,7 a 180	(sob encomenda)
N470	100	6,8 a 220	(sob encomenda)
N750	100	3,9 a 330	(preferencial)
N1500	100	18,0 a 560	(sob encomenda)



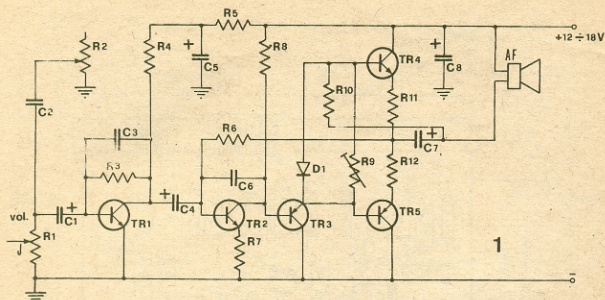
TRANSMISSOR

EXPERIMENTAL

O circuito que publicamos presta-se a uma série de experimentações. Pode funcionar nas frequências de 500 a 1.500 KHz ou até ondas curtas dependendo das bobinas L1 e L2. É conveniente frisar que o uso de transmissores está regulado por lei e o leitor deve tomar conhecimento da mesma antes de ligar e operar este e outros equipamentos que irradiem rádio-frequência.

O transistor T1 é do tipo NPN 2N2925 ou similar. O transistor T2 é idêntico. T3 é PNP do tipo 2N2906 ou similar. Todos os valores dos componentes estão no esquema.

A bobina L1 utiliza fio de cobre esmaltado de 0.4 mm, enrolada sobre um bastão de ferrite de 8 mm de diâmetro e 8 cm. de extensão. São enroladas 48 espiras juntas. L2 também usa o mesmo fio, sendo 12 espiras, sobre o mesmo ferrite, como se vê na 2. O distanciamento entre

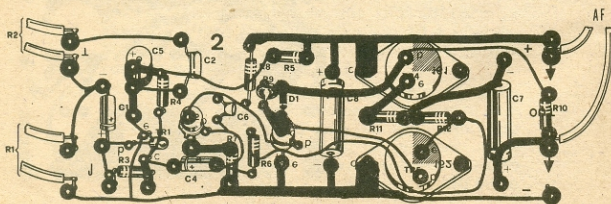


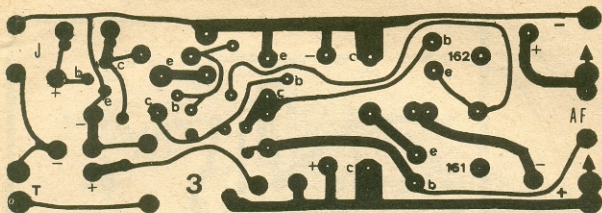
AMPLIFICADOR DE 4 W

Este amplificador pode funcionar com voltagens situadas entre 12 e 18 volts e fornece uma potência de saída de 4 w., para um alto-falante de 8 ohms.

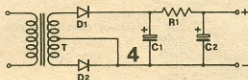
Possui um controle de tonalidade, constituído de R2 e C2. O resistor de coeficiente negativo (NTC) R9 deve ser de 130 ohms podendo ser o IBRAPE TD5-A113 ou similar.

Para facilitar aos leitores mais novatos damos na figura 2 o esquema chapeado e na figura 3 o circuito impresso. Em ambos, as letras AF indicam as ligações para o alto-falante.

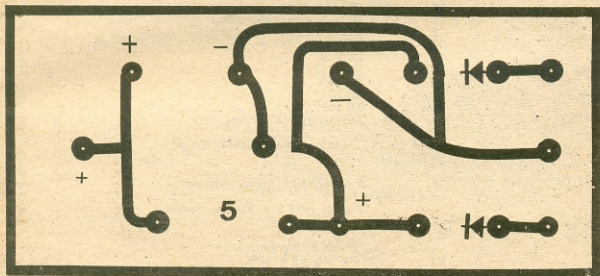


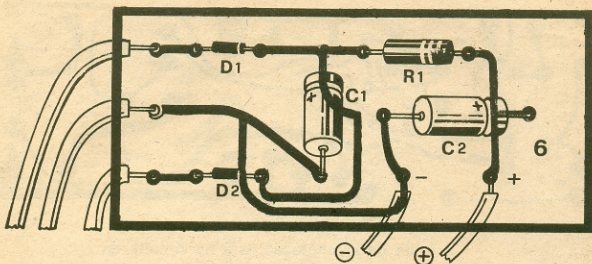


A fonte de alimentação está no circuito da figura 4 e os respectivos detalhes de circuito impresso e chapeado estão na figuras 5 e 6.



Finalmente na figura 7 temos a sugestão de uma disposição final. O painel A é da fonte e o painel B do amplificador propriamente dito. O alto-falante sendo do tipo oval pesado dará melhor disposição e ocupará menor altura. A entrada do amplificador, onde deverá ser ligada a unidade de cerâmica é no ponto J (ver fig. 1 e 7).





LISTA DE MATERIAIS PARA O AMPLIFICADOR

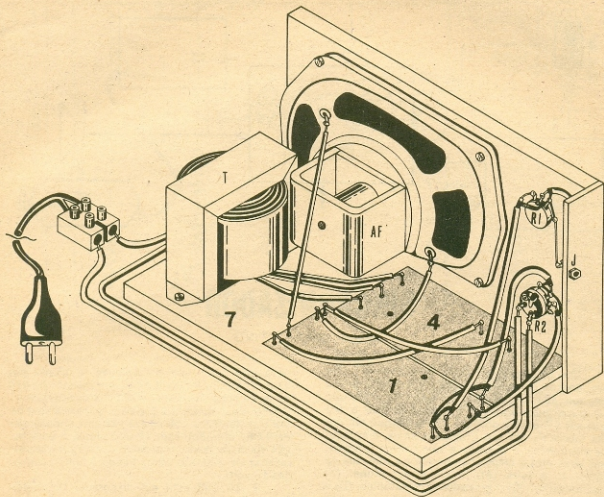
R1	10K, pot. linear
R2	10K, pot. linear, com interruptor
R3	330K
R4	4,7K
R5	1K
R6	150K
R7	10
R8	1K
R9	NTC 130 ohms (ver texto)
R10	470
R11	1 ohm
R12	1 ohm

(todos resistores de 1/4 w. 10%)

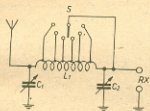
C1	10 mfd x 12 v. eletrolítico
C2	150.000 pF, poliester ou óleo
C3	15.000 pF, idem
C4	10 mfd x 12 v. eletrolítico
C5	100 mfd x 25 v. eletrolítico
C6	100 pF cerâmica
C7	400 mfd x 25 v. eletrolítico
C8	400 mfd x 25 v. eletrolítico
D1	OA 85
TR1	BC 113
TR2	2N 1711
TR3	BC 303
TR4	AD 161
TR5	AD 162
AF	alto-falante oval, 8 ohms, 10 w.

LISTA DE MATERIAIS PARA A FONTE DE ALIMENTAÇÃO.

T1.	transformador fornecendo no secundário entre 12 e 18 volts com tomada central, 500 mA.
D1, D2	BY 126
C1, C2	1.000 mfd x 25 v. eletrolítico
R1	10.000 ohms 5 w. 10%



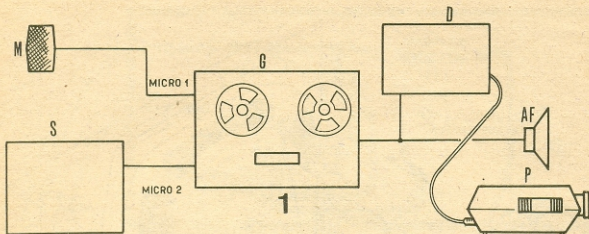
ADAPTADOR DE ANTENA



Este dispositivo já foi publicado há algum tempo, porém como é difícil para alguns leitores obter números atrasados repetimos o circuito.

Trata-se de um adaptador de antena de recepção, para melhorar a recepção em ondas curtas. A bobina L1 tem 25 espiras de fio esmaltado juntas, sobre tudo de dois centímetros e com derivação na 3ª, 4ª, 5ª, 7ª, 9ª, 12ª, 15ª e 22ª espiras.

O receptor é ligado nos terminais RX. Os condensadores são de 350 pF cada um. A Chave deve ser, se possível, de porcelana.



SINCRONIZADOR PARA DIAPOSITIVO

Um sincronizador para diapositivos é um circuito que permite conjugar o som de uma fita gravada, com um projetor de slides de modo que os diapositivos mudam à proporção que a fita gravada vai passando. Isto ocorre porque em um das faixas da fita são gravados sinais, enquanto na outra faixa é gravada a mensagem (música, voz, sons etc). A disposição básica é a indicada na figura 1. A letra (M) indica o microfone, (S) o decodificador, (G) o gravador estereofônico, (D) o decodificador, (P) o projetor de slides e (AF) alto-falante.

O princípio de funcionamento é o seguinte: Grava-se perante o microfone (pode ser usado um toca-disco) a música ou voz. No trecho da narrativa que se deseja a mudança do 1º slide, pressiona-se um botão (B na figura 2) do sincronizador. Isto faz com que um sinal fique instantaneamente gravado na faixa em que a música ou voz não estão sendo gravadas. Este sinal ao sair do gravador ou amplificador, vai ao decodificador e produz um impulso que aciona o mecanismo de mudança de slides.

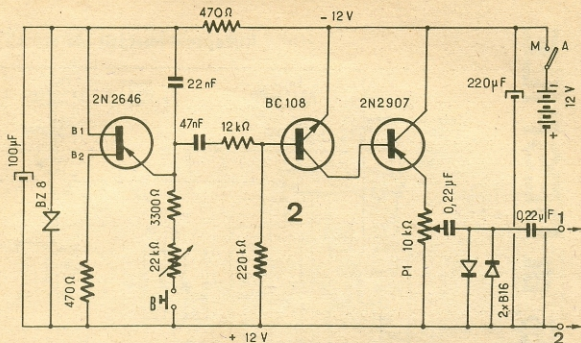
O esquema do sincronizador está na figura 2. O potenciômetro de 22.000 ohms junto ao botão de impulsos determina a frequência do sinal, que pode ser variada desde 4.500 até 8.000 Hz. A teoria do funcionamento é a seguinte: O impulso é criado pelo transistor ui junção 2N2646 (ou similar) em disposição "oscilador de relaxamento". O condensador de 22 nF (nanofarads) estando inicialmente descarregado bloqueia o unijunção. A partir deste momento o condensador de 22 nF se carrega através do resistor fixo de 3.300 e do potenciômetro de 22.000. Quando a voltagem nos extremos do condensador atinge o máximo o transistor se torna condutor e descarrega rapidamente o condensador de 22 nF. O ciclo recomeça. A frequência ou ciclo da operação é determinada pela posição do potenciômetro. Para

assegurar uma boa estabilidade, é usado um diodo Zener BZ 8, associado a um resistor de 470 ohms colocado na linha de 12 volts negativos.

O sinal assim produzido é aplicado à base de um transistor BC 108 através de um condensador de 47 nF em série com 12.000 ohms. A polarização da base deste transistor é assegurada pelo resistor de 220.000 ohms ligado à linha positiva dos 12 volts.

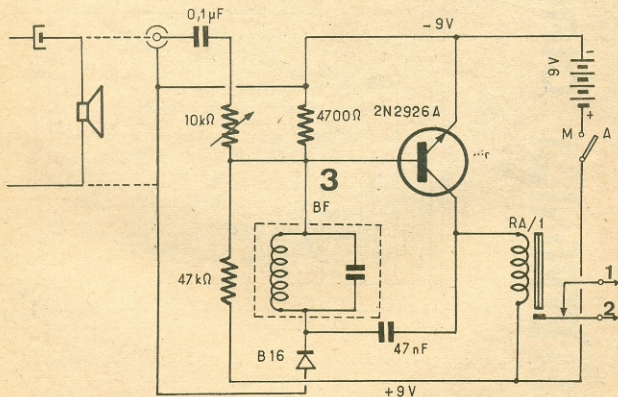
O BC 108 está em disposição Darlington juntamente com o 2N2907. O sinal amplificado é levado ao potenciômetro de 10.000 que regula o nível ou potência de registro. Os diodos B16 montados em oposição asseguram estabilidade do sinal. A saída do sinal (pontos 1 e 2) devem ser ligados à entrada do gravador.

Na figura 3 temos o esquema do decodificador. O sinal, que é obtido na saída do alto-falante é aplicado através do condensador de 0.1 mfd e um potenciômetro de 10.000 ohms à base do transistor 2N 2926A ou similar. A polarização desta base é obtida no ponto formado pelos resistores de 4.700 e 47.000 ohms. O filtro de baixa frequência BF é ajustado à frequência do sinal (que já vimos que pode ser variado entre 4.500 e 8.000 Hz). Este filtro pode ser constituído do primário de um transformador de saída, tendo em paralelo um condensador cujo valor se encontrará experimentalmente, para melhor resultado. Valores entre 0.01 e 0.005 devem ser adequados. A componente de corrente contínua deste sinal é retificada pelo diodo B16 e aplicada à base do transistor, aumentando a corrente do coletor e fazendo com que o relé RA/1, com bobina para 9 volts, fique energizado e feche comandando com seus contatos (1 e 2) o mecanismo de mudança dos slides. O potenciômetro de 10.000 é usado para regular o nível de sensibilidade do decodificador.



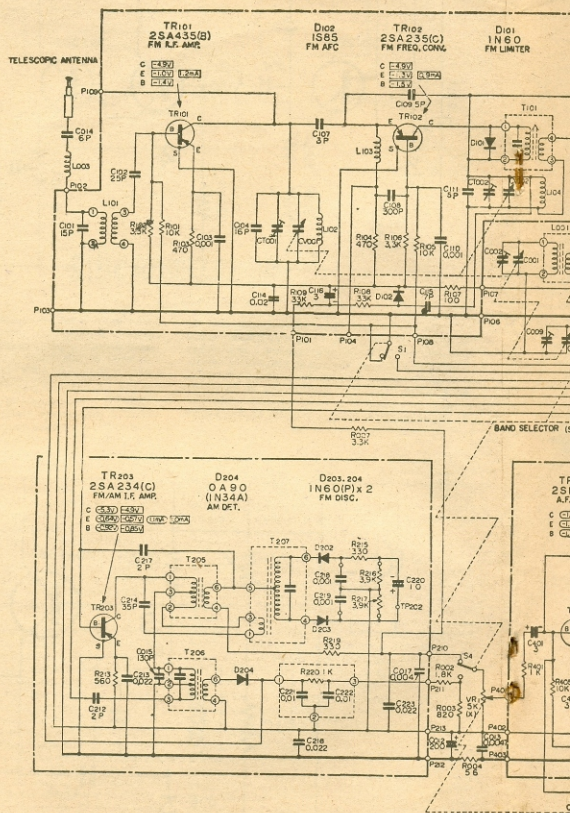
Uma vez pronto, ligam-se os aparelhos como se mostra na figura 1 e faz-se uma prova. Com o gravador funcionando, pressiona-se várias vezes o botão (B). De cada vez que se pressiona o botão, o mecanismo de mudança dos slides, no projetor, deve operar. Depois volta-se a fita ao ponto de origem e ao passá-la novamente, sem necessidade de pressionar o botão, o projetor de slides deve

funcionar todas as vezes que coincidir em os pontos previamente marcados. O sincronizador está pronto. Agora, passando música ou voz na entrada de microfone e pressionando o botão B para mudança de slides poderemos marcar a fita, a fim de que o som fique sincronizado com a imagem.



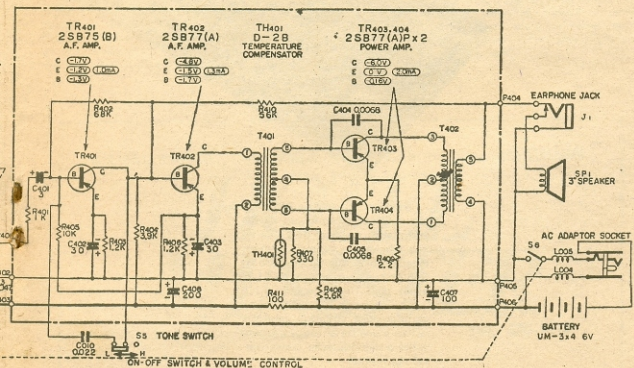
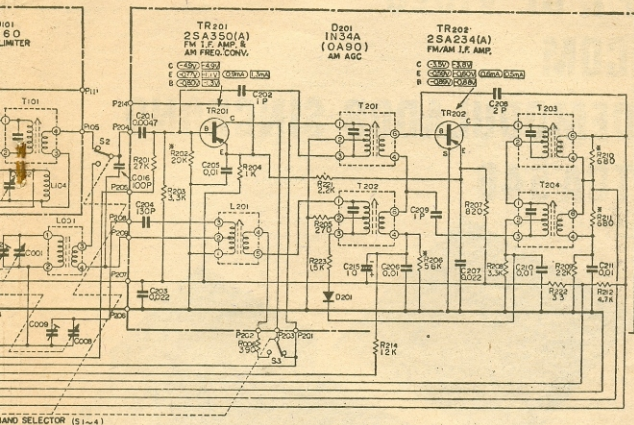
Receptor portátil de

AM-FM H

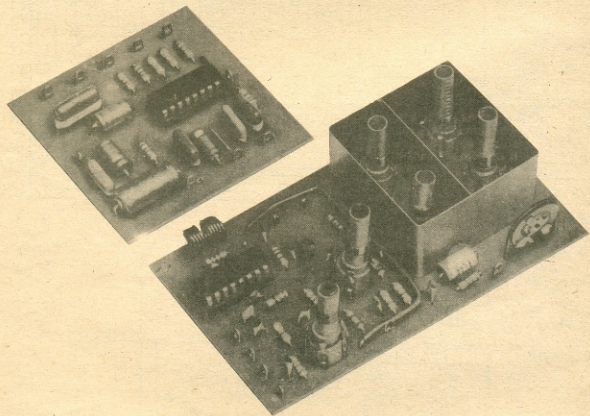


-FM HITACHI

Modelo KH-980H



F.I. DE VÍDEO COM DEMODULADOR SÍNCRONO TCA 540



Desde a introdução da televisão, o processo utilizado na demodulação do sinal de FI de vídeo tem sido o mesmo: o detector de envoltória com diodo. Este artigo descreve um estágio de FI de vídeo para TV, utilizando o circuito integrado TCA540 como demodulador síncrono multiplicativo e analisa as suas vantagens sobre a demodulação convencional com diodo.

O detector de envoltória

O conhecido detector de envoltória geralmente utiliza um diodo de germânio e, como este é um elemento altamente não-linear a baixos níveis de corrente, torna-se necessário que o sinal aplicado seja de grande amplitude para reduzir a distorção. Entretanto, poderá haver uma compressão do nível branco, provocada pelo diodo, pois o último estágio de FI de vídeo limita a máxima amplitude do sinal, enquanto ele próprio causa uma compressão dos pulsos de sincronismo. Essas não linearidades provocam batimentos indesejáveis entre as diversas frequências presentes no sinal; tais batimentos são irradiados, penetrando de volta no televisor através dos circuitos de entrada. Para evitar essas irradiações torna-se necessário utilizar filtros e blindagens, complicando sensivelmente a construção do detector.

Outro inconveniente a ser sanado quando da detecção de sinais de vídeo de TV a cores é o causado pelo batimento entre a portadora de som (41,25 MHz) e a de croma suprimida (42,174MHz) resultando numa interferência de 924 kHz, visível na tela em forma de barras. Para evitar esse problema, costuma-se separar, na FI de vídeo, o sinal de luminância do conjunto crominância + som em canais distintos, cada qual com seu próprio detector. Outra

maneira de evitar esse batimento é retirar o som em etapas intermediárias, introduzindo uma segunda armadilha de som no detector de vídeo.

Deteção multiplicativa

Consiste basicamente na introdução simultânea, em um circuito multiplicador, da portadora modulada em amplitude e de uma portadora de referência não modulada e síncrona, isto é, cuja frequência e fase correspondem exatamente às da portadora modulada. A grande vantagem desta forma de detecção é o desaparecimento completo das distorções de 2º harmônica, pois o circuito multiplicador é essencialmente linear.

A multiplicação analógica pode ser obtida por diversos processos, dos quais somente interessa o de multiplicação por amplificador diferencial, pois é aquele que melhor se presta para execução em circuito integrado.

Demodulador Síncrono Multiplicativo com amplificador Diferencial.

Das equações da transcondutância de um amplificador diferencial transistorizado conclui-se que a tensão de saída é proporcional ao produto da soma das correntes dos dois emissores pela tensão diferencial de entrada. Assim, aplicando-se a portadora modulada em amplitude à entrada diferencial e empregando-se uma portadora de referência para causar a variação das correntes de emissor, será obtida a multiplicação desses dois sinais sobre o resistor de carga. Note-se, uma vez mais, que a portadora de referência deve ser síncrona, isto é, sua frequência e fase devem ser idênticas às do sinal recebido.

A portadora de referência síncrona pode ser obtida por vários processos entre os quais o mais viável é o da regeneração passiva por filtragem e limitação simultâneas do sinal recebido. É este o processo usado no demodulador que descreveremos a seguir.

Demodulador Síncrono integrado TCA540

O circuito integrado TCA540 é um demodulador síncrono multiplicativo, duplamente balanceado, de baixo nível de sinal, com regeneração passiva da portadora de referência, obtida por filtragem e limitação do sinal de entrada.

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

HOTEL MINISTER

RUA BARÃO DE PIRACICABA, 165 —
(ATRÁS DA RODOVIA)

Tel. 220-4012

A figura 1 mostra, em diagrama parcial do TCA540, a sua etapa demoduladora. Os transistores T6, T8, T17 e T19 funcionam como chaves operadas pela portadora regenerada, enquanto que T7 e T18 constituem um amplificador diferencial do sinal de entrada modulado, T12 atua como gerador de corrente, provendo uma corrente constante de coletor para T7 e T18.

Quando o sinal de entrada for positivo, T7 conduz e T6, atuando como chave, é fechado pela portadora regenerada (em fase) fazendo com que apareça em R19 uma tensão proporcional à amplitude do sinal de entrada. Quando o sinal de entrada for negativo, T18 conduz pela ação diferencial e T19 é fechado pela portadora regenerada (defasada de 180°), fazendo com que novamente apareça em R19 uma tensão proporcional à amplitude

do sinal de entrada. Nestas condições, teremos na saída A, o sinal demodulado, desenvolvido em R19. Na saída B, teremos o mesmo sinal, invertido, que se desenvolve em R17, devido à ação inversa de T8 e T17. Em ambos os casos, a envoltória é construída com pulsos cuja frequência é duas vezes a frequência da portadora.

O sinal de FI de som interportadoras (4,5 MHz) é recuperado pela conversão multiplicativa causada pelo produto da portadora de referência em 45,75 MHz pela portadora de som em 41,25 MHz.

A amplitude do sinal de som será determinada exclusivamente pela atenuação provocada pela armadilha de 41,25 MHz. A ausência de modulação em amplitude deste sinal pode simplificar a configuração do canal de som.

Estágio de FIV com TCA 540

O diagrama completo da FIV encontra-se na figura 2 e para facilidade de análise, podemos dividir o circuito em três blocos básicos: o filtro da banda passante de entrada, o amplificador com estágio controlado pelo CAG e o demodulador síncrono TCA540.

A ausência de intermodulação decorrente da utilização de um demodulador síncrono permitiu realizar uma simplificação no filtro de entrada, já que devem ser consideradas apenas as frequências cujos produtos com a portadora de vídeo caíam no interior da faixa de resposta de vídeo. Es-

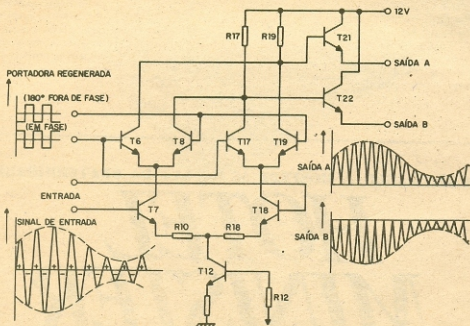


FIG. 1

se filtro utiliza dois circuitos sintonizados na frequência central de 44,1 MHz e duas armadilhas em T, sintonizadas em 47,25 MHz (portadora de som adjacente, cujo produto com a portadora de vídeo resulta na frequência de 1,5 MHz) e 41,25 MHz (portadora de som próprio, que resulta na interportadora de som de 4,5 MHz). Juntamente com o circuito sintonizado de saída do seletor, o filtro de entrada é o principal responsável pela característica global da banda passante da FI de vídeo.

A amplificação é feita em apenas dois estágios, empregando transistores discretos BF198 e BF199, de baixa capacitância coletor-base que dispensam neutralização; é utilizado um único cir-

cuito sintonizado. O CAG é aplicado somente ao primeiro estágio, com faixa de atuação total de 60 dB.

Temos finalmente o estágio de modulador usando o TCA540. Como o sistema é linear e não há multiplicação da portadora de som com a de crominância, não se manifestará a interferência em 924 kHz. Contudo, essa interferência torna-se possível se a portadora de referência possuir ainda vestígios de bandas laterais. Por essa razão, assume grande importância o valor do Q do circui-

to sintonizado (L6-C19 da figura 2) que atua como filtro para as bandas laterais. Valores de Q muito elevados eliminam totalmente essa interferência, tornando porém excessivamente crítico o ajuste de sintonia do seletor de canais. Uma solução é utilizar um compromisso para o valor do Q, a fim de garantir a invisibilidade da interferência de 924 kHz, sem afetar a facilidade da sintonia. Outra, é utilizar um sistema de Controle Automático de Sintonia Fina (CASF) para o seletor, aproveitando o circuito de detecção de CASF já integrado no TCA540; para isso basta apenas ligar um circuito tanque LC aos terminais 15 e 16 do CI, conforme indicado em linhas tracejadas na figura 2.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO ESTÁGIO DE FI DE VÍDEO

— Alimentação (CC):	12 V
— Largura de faixa da FIV (-6 dB):	3,55 MHz
— Faixa de atuação total do CAG na FIV:	60 dB
— Amplitude da tensão de saída de vídeo composto:	3 V
— Nível preto na faixa normal do CAG:	3 V
— Amplitude da interportadora de som (4,5 MHz) (portadora nominal):	200 mV
— Ganho máximo de tensão entre a entrada da FIV (C1) e a saída do detetor (C24), no centro da faixa:	84 dB
— Variação da tensão do emissor do BF 198 pelo CAG (controle de 60 dB):	2 a 6 V

TCA 540

CIRCUITO DE PROCESSAMENTO DE VÍDEO COM TBA890

Ocupando um mínimo de espaço físico, este circuito desempenha nada menos que oito funções, normalmente desempenhadas por um grande número de componentes discretos:

- pré-amplificador de vídeo
- apagador de retraço
- CAG do estágio de FIV
- CAG retardado para o sintonizador
- separador de sincronismo
- cancelador de ruído do CAG e do sincronismo
- CAF para o oscilador horizontal
- formador dos pulsos de sincronismo vertical ("pulse shaper").

Embora seja, no presente caso, utilizado em conjunto com um demodulador síncrono, o TBA890 presta-se perfeitamente ao uso com detetores convencionais a diodo.

Pré-amplificador de vídeo e apagador de retraço

O sinal do detetor de vídeo, com amplitude de 3V pico a pico e pulsos negativos de sincronismo, é injetado no terminal 9 do TBA890, devidamente pré-polarizado com uma tensão de 6V. Na saída (terminal 11) o sinal fornecido é de 6V pico a pico (pulsos de sincronismo negativos), podendo excitar diretamente o transistor de saída de vídeo.

A introdução de pulsos positivos de retorno horizontal e vertical, no terminal 10 do TBA890 proporcionará o apagamento do retraço nos receptores em preto e branco. R_{21} e R_{22} são dimensionados para que haja cerca de

2mA (1mA a 5mA) nesse terminal. Nos aparelhos em cores, esses pulsos não deverão ser injetados e o terminal 10 será ligado ao terminal negativo (16).

CAG de FIV e do sintonizador

O TBA890 fornece a tensão de controle de CAG para o estágio de FI de vídeo, bem como a tensão de controle retardada para o seletor. O consumo de corrente do circuito do CAG diminui com o aumento de sinal na antena, compensando o aumento de consumo de corrente dos estágios controlados (FIV e seletor). Isto simplifica a fonte de alimentação de baixa tensão, que não necessita possuir baixa resistência interna.

Separador de sincronismo

O estágio separador de sincronismo exige apenas um capacitor, C_{26} , de 4,7 μF , entre os terminais 4 e 16 (massa). As constantes de tempo do circuito de CAG foram fixadas de maneira que o separador de sincronismo pudesse acompanhar facilmente as variações do sinal quando o receptor está fora de sincronismo, a fim de melhorar as características de captura do CAF horizontal.

REPARAÇÕES DE RÁDIOS TRANSISTORIZADOS de

A. Fanzeres

4.^a edição revisada e ampliada

Em todas as bancas — Cr\$ 7,00

Pedidos para Rua Goiás, 1.164 — Quintino, GB

Detetor de fase/frequência horizontal (CAF)

Para a geração interna da tensão dente-de-serra de referência, é necessário apenas ligar-se um capacitor (C_{27}) entre os terminais 3 e 16 (massa). O valor deste capacitor, determinando a inclinação do dente-de-serra no terminal 3, estabelece a fase do sinal de vídeo sincronizado, com relação ao pulso de retorno horizontal. As características de controle são determinadas pelo valor de R_{26} ; no caso, o emprego de um resistor de 150Ω resulta em uma tensão de comando de $2.5V_{us}$.

Sincronismo vertical

O terminal de saída do integrador de sincronismo vertical (14) fornece pulsos positivos de aproximadamente 10V pico a pico. O capacitor integrador ($C_{29} = 150\text{nF}$) é ligado entre os terminais 12 e 16 (massa).

A sincronização vertical é bem pouco sensível a interferências, graças à aplicação de um estágio ceifador, que atua a partir da metade do segundo pulso formador do sinal de sincronismo vertical integrado. Com isso, apenas os pulsos interferentes com duração superior a 40 – 50 μ s conseguem ultrapassar esse estágio. O inversor de ruído suprime esses pulsos de maior duração, permitindo a obtenção de excelentes condições de estabilidade.

Cancelador de ruido

O circuito cancelador de ruído é seletivo em amplitude e totalmente integrado, assim dispensando o emprego de componentes externos.

Como pode ser notado pela foto, a montagem, tanto do estágio de FIV/demodulador síncrono como do processador de vídeo, é bastante compacta, ocupando o primeiro, uma placa impressa de 6,0 x 10,5 cm e o segundo, uma área de 6,0 x 6,0cm.

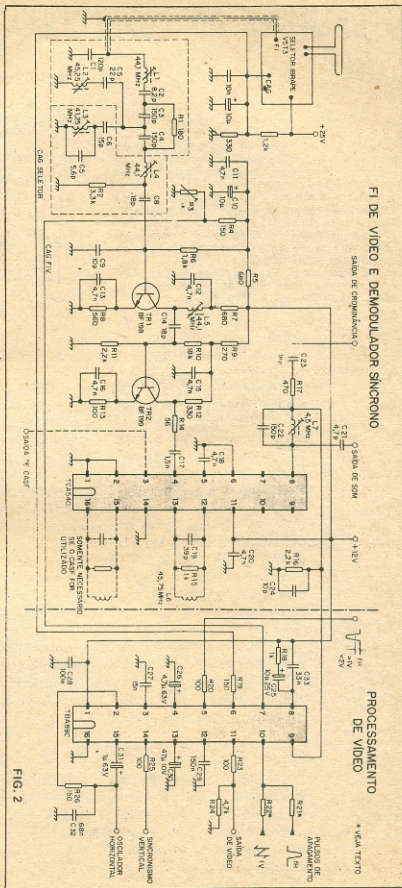


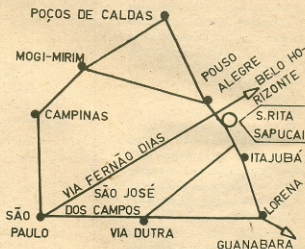
FIG. 2

O CAMINHO DO CONHECIMENTO

Há tempos havíamos prometido a nossos leitores divulgar dados sobre a Escola Técnica de Eletrônica "Francisco Moreira da Costa" situada em Santa Rita do Sapucaí (Minas Gerais).

Nesta edição publicamos alguns dados sobre a mesma, acompanhados de um mapa rodoviário, para facilitar aqueles que desejem visitar este exemplar estabelecimento de ensino. Fundada em 1959, vem desde então formando técnicos de grande valor profissional.

O endereço da Escola Técnica de Eletrônica é o seguinte: CAIXA POSTAL 17, telefone 44, Santa Rita do Sapucaí, 37.540, MG



CURSOS E REGIME ESCOLAR

A Escola mantém no momento o Curso de Eletrônica, em regime de internato ou externato. A matrícula é mista. O curso obedece o horário de tempo integral com 38 horas semanais destinadas a aulas e práticas de laboratório. A idade mínima para ingresso do aluno é de 14 anos e não há limite superior de idade. Os alunos são selecionados por um Exame no mês de fevereiro. Procedem de vários estados do Brasil, predominando naturalmente os mineiros e paulistas. A Escola não está ligada a determinado mercado de trabalho, procurando a formação dada aos alunos capacitá-los para os mais diversos setores da Eletrônica, inclusive os campos pioneiros no País. Dentre os diplomados, aproximadamente uma quarta parte está prosseguindo os estudos no setor da Engenharia Eletrônica, ou campos correlatos como a Física Nuclear.

A evasão escolar é mínima. Ocorre mais na 1ª série, em geral por dificuldades em acompanhar o curso. O número de alunos transferidos de outros estabelecimentos é também mínimo, devido aos Exames de Adaptação que são bastante rigorosos.

INGRESSO NA ESCOLA

Supõe o 1º ciclo (ginasial) concluído. O candidato deve submeter-se a um Exame de Seleção no mês de Fevereiro, consistindo em provas sobre a matéria do Ginásio, versando sobre Português, Matemática, Ciências e Desenho. A inscrição para o exame deve ser feita no mês de Janeiro, mediante a entrega pessoal ou envio por correspondência registrada dos seguintes documentos:

- 1 — Requerimento ao Diretor
- 2 — Certidão de Idade (apresentar)
- 3 — Certificado de Conclusão do 1º ciclo (2 vias)
- 4 — Ficha modelo 18 ou histórico escolar (2 vias)
- 5 — Ficha biométrica
- 6 — 6 fotografias 3 x 4 de frente
- 7 — Taxa do Exame
- 8 — Documentação Militar (apresentar — para maiores de 18 anos)
- 9 — Título de Eleitor (apresentar — para maiores de 18 anos).

Os candidatos aprovados são submetidos durante o mês de Março a um Teste Vocacional, necessário para orientação do aluno durante o curso e aconselhamento adequado.

Os candidatos podem solicitar gratuitamente à Secretaria da Escola as informações, programas, taxa, e datas do Exame, e demais informações, relativas ao ano seguinte.

6 — BOLSAS DE ESTUDO

1) BOLSA SIMPLES:

Concedida pela Fundação Mantenedora, sob forma de empréstimo. O aluno contemplado fica dispensado do pagamento das anuidades, comprometendo-se a custear, depois de formado, através do Fundo de Bolsas da Fundação, os estudos de outro aluno. A Bolsa deve ser requerida pessoalmente pelo aluno, mediante requerimento e informações. Não deve o aluno trazer Carta de Recomendação que só pode prejudicar seu pedido. A Bolsa deve ser renovada cada ano. O critério de concessão é a carência de recursos e um mínimo de garantia de êxito no Curso, verificada pelo Teste Vocacional e o interesse do candidato.

2) BOLSA COMPLETA:

Inclui o pagamento das anuidades e uma ajuda de custo para a manutenção do aluno (hospedagem, alimentação). É concedida por indústrias ou empresas, mediante convênio com a Escola, a alunos a elas ligados ou por elas escolhidos.

PROGRAMAS

1. PRÁTICAS EDUCATIVAS

1.1 — Educação Moral e Cívica

Cursos obedecendo a um programa em forma de conferências e debates. Neles se incluem também temas de Cultura Religiosa, com o cuidado do respeito aos sentimentos pessoais do aluno.

1.2 — Educação Física

Nos termos do Decreto-Lei 705 de 25.7.69 é obrigatória para todos os níveis de escolaridade. As dispensas devem ser verificadas pelo Médico Escolar e autorizadas pelo Diretor. Para os alunos principiantes o curso consiste sobretudo em exercícios dosados de acordo com o desenvolvimento físico do jovem. Para os alunos mais desenvolvidos fisicamente predominam as atividades esportivas: natação, futebol de campo e salão, vôlei e bola-ao-cesto. Os alunos principiantes serão pouco a pouco e sob controle, iniciados nas práticas esportivas.

2. CULTURA GERAL — A

2.1 — Português I

Regência verbal. Sintaxe de colocação. Colocação dos pronomes pessoais. Acentuação gráfica. Sintaxe de concordância. Uso dos infinitos. Pessoas gramaticais. Pontuação. Exercícios de redação simples e iniciação à leitura.

2.1 — Português II

Exercícios práticos de elocução: palestras, comentários, debates e exposições orais. Leitura silenciosa e expressiva. Exercícios de ditado e vocabulário. Redação oficial: requerimentos, ofícios, atestados, relatórios, atas. Resumo e crítica de livros. Dissertações: assuntos de ciência, técnica, arte, literatura, moral, economia, etc. Narrações: histórias, anedotas, fábulas. Análises literárias. Biografias, cartas, paráfrases, etc. Trabalhos de pesquisa e estudo dirigido. Palestras sobre literatura brasileira, sobretudo contemporânea.

2.1 — Português III

Exercícios práticos de elocução: palestras, comentários, debates e exposições orais. Análises literárias. Noções de arte e estética da linguagem, imagem e som. Exercícios de redação. Palestras sobre literatura universal.

2.2 — Matemática I

Funções; Função linear, trinômio do 2º grau, exponencial e logarítmica; Sequências; Progressões aritméticas e geométricas. Análise combinatória; arranjos, permutações e combinações. Binômio de Newton. Noção de probabilidade e esta-

tística. Sistema de equações lineares; matrizes e determinantes. Resolução de sistema de equações lineares. Funções trigonométricas; periodicidade, simetria, representação gráfica; relações fundamentais; uso de tábuas trigonométricas e resolução de triângulos.

2.2 — Matemática II

Conjunto dos números complexos. Cálculo vetorial; vetores livres; produto escalar e produto vetorial; produto de mais de dois vetores; aplicações gerais. Geometria analítica; estudo da reta, da circunferência e das cônicas; translação e rotação de sistemas de referência. Introdução ao cálculo infinitesimal; noção de limite e continuidade de funções reais de variável real; regras gerais de derivação; propriedade e aplicações das derivadas; máximos e mínimos; derivadas parciais.

2.2 — Matemática III

Métodos gerais de integração; integrais definidas e séries; soma e critérios de convergência; aplicações ao cálculo de integrais definidas. Funções periódicas. Valor médio de uma função. Desenvolvimento de funções periódicas em série de Fourier. Análise harmônica. Equações diferenciais; equações de 1º ordem; equações homogêneas; equações lineares; Sistemas de numeração; base de um sistema de numeração; Sistema binário; Álgebra de Boole.

2.3 — História

História: conceito e definição. História como ciência. Análise e síntese históricas. Cultura e civilização. Revolução social e industrial no século XIX. Papel das ciências e técnicas na vida moderna. Fases econômicas da História do Brasil. Aspectos da economia colonial. Estrutura agrícola no Império. O Brasil moderno. Características do subdesenvolvimento e desenvolvimento. O Brasil no mundo moderno.

2.4 — Ciências Físicas e Biológicas — Física I

Mecânica. Equilíbrio; leis de Newton. Movimento retilíneo; velocidade, aceleração. Movimento Curvilíneo plano; velocidade angular; aceleração angular. Medidas e erros. Sistemas de unidades; Dinâmica das translações. Máquinas simples. Elasticidade. Gravitação. Mecânica dos fluidos. Tensão superficial e capilaridade. Calor.

2.4 — Ciências Físicas e Biológicas — Física II

Movimento harmônico simples; velocidade e aceleração; período e frequência; energia. Acústica. Dinâmica das rotações. Ótica geométrica. Espelhos. Refração da luz. Natureza da luz. Fotometria. Irradiação; Luminescência. Dispersão da luz e espelhos. Interferência da luz. Difração. Polarização da luz. Aberrações nas lentes. Instrumentos óticos. Cor.

2.5 — Ciências Físicas e Biológicas — Química I

Noções elementares sobre a estrutura atômica. Átomo-grama e Fórmula-grama. Ligação iônica. Cátions e ânions. Estudo das principais funções químicas. Reação química; concentração de reagentes. Lei de ação das massas, precipitação, volatilização. Estequiometria.

2.5 — Ciências Físicas e Biológicas — Química II

Principais reações características de ânions e cátions comuns. Oxirredução. Balanceamento de equações. Soluções em geral. Eletrólitos. Leis de Faraday. Eletroquímica. Baterias e pilhas. Dissociação eletrolítica. Condutividade. Equilíbrio iônico. Medida de pH. Equivalentes iônicos. Prática elementar de análise volumétrica.

2.6 — Ciências Físicas e Biológicas — Biologia

Introdução ao estudo da Biologia. Os seres vivos. Organização dos seres vivos: células, tecidos, órgãos, sistema nervoso e hormônios. As funções orgânicas; nutrição, reprodução, hereditariedade, irritabilidade e motilidade. Relações entre os seres vivos. Noções de Anatomia e Fisiologia humanas. Higiene e Eugenia.

3. CULTURA GERAL — B

3.1 — Inglês

Curso em estágios semestrais, com classes especiais homogêneas, para os alunos da 1ª e 2ª série. O método de aprendizagem é o adotado nos Cursos Yázigi em 3 estágios, sendo obrigatória para o aluno, ao terminar a 2ª série, a conclusão pelo menos do 2º estágio. Para os alunos que já tenham suficientes conhecimentos de Inglês, poderão ser formadas classes especiais para o estudo do Francês ou Alemão.

3.2 — Inglês Técnico

Curso assistemático com exercícios sobre textos técnicos de Eletrônica e matérias afins. Dá-se ênfase especial ao Vocabulário técnico e sua tradução aceita em termos da língua portuguesa.

3.3 — Direito Usual I

O homem e a organização social e política. Estrutura social. O indivíduo, a sociedade, o Estado. Finalidade do Estado: funções, serviços públicos, autoridade, soberania.

Objetivos do Estado: o bem comum e a sua realização; por quê e para quê existe o Estado; Federação, Estados, Municípios e distritos; Tributação, legislação e encargos de cada um. Direção da sociedade política. Constituição. Lei: definição, sanção e promulgação. Direitos do Homem: Pessoa física e pessoa jurídica.

3.3 — Direito Usual II

Contratos. Locação. Serviço. Empréstimo. Rescisão do contrato. Sindicato — Previdência e Assistência Social. Noções de direito e prática comercial. Exercícios práticos.

3.4 — Elementos de Física Atômica e Nuclear

Teoria quântica; bases experimentais. O elétron isolado. Estrutura atômica. Mecânica ondulatória. Introdução aos semicondutores. Teoria dos níveis de energia. O cristal semicondutor. O cristal impurificado. Teoria da junção. PN. Introdução à Física Nuclear.

4. CULTURA TÉCNICA

4.1 — Desenho Técnico I

Geometria descritiva; sistemas de projeção; projeções ortogonais; estudo do ponto, da reta, do plano. Interseção de planos. Perpendicularismo de retas e planos. Construções geométricas fundamentais. Desenho Técnico. Normas de Desenho técnico, Letras técnicas. Formatos padronizados. Uso correto do equipamento de desenho. Escalas. Simbologia eletrônica. Desenho técnico a mão livre. Desenho técnico especializado.

4.1 — Desenho Técnico II

Geometria descritiva — Métodos descritivos. Problemas de distâncias, ângulos, verdadeira grandeza, representação de figuras planas. Poliedros. Cones e Cilindros. Estudo da esfera. Sombras. Noções de perspectivas. Desenho técnico — Desenho esquemático. Desenho de circuitos. Desenho de peças e chassis.

4.2 — Eletrotécnica — Eletricidade Geral

Eletrostática; condutores e isolantes, princípios fundamentais da eletrostática, carga elétrica, campo elétrico, capacitância e capacitores. Eletrodinâmica; corrente elétrica, lei de Ohm, efeitos da corrente elétrica, geradores e receptores. CC e CA, resistores e potenciômetros, potência elétrica. Circuitos de corrente contínua; lei de Kirchhoff, outros métodos de solução das redes. Circuitos de magnetismo e eletromagnetismo. Circuitos de corrente alternada. Noções sobre circuitos magnéticos. Noções sobre transformadores.

4.3 — Eletrotécnica — Circuitos e Máquinas

Magnetismo. Eletromagnetismo. Baterias, secundárias e primárias. Máquinas de corrente contínua; Geradores. Construção do dínamo. Características dos geradores. Tipos especiais de geradores. Motor de corrente contínua; tipos de motores, partida do motor. Perdas, rendimento e operação de geradores e motores de C.C. Máquinas de corrente alternada: alternadores, motores de .AC. Fator de potência.

Outras máquinas rotativas. Sistemas de partidas das máquinas elétricas. Transformadores.

4.4 — Eletrônica Geral

Emissão termo-iônica. O diodo a vácuo. Retificação; retificação de meia onda e onda completa. Valor médio e eficaz. Filtros. Outros tipos de diodos; limitações. Tetrodo. Pentodo. Tetrodos de feixe dirigido. Polarização das válvulas. Parâmetros das válvulas. Amplificação linear; amplificação de tensão; circuitos equivalentes; outros circuitos amplificadores; resistência de entrada de um amplificador; resistência de saída de um amplificador. Inversores de fase. Amplificação não linear. Classes de operação. Acoplamentos. Distorções. Amplificador de potência. Transformador de saída. Física básica dos semicondutores. Diodos semicondutores. Transistores. Parâmetros dos transistores. Amplificadores com transistores. Polarização e estabilização. Resposta de frequência. Realimentação negativa. Fontes de alimentação. Osciladores senoidais de baixa frequência.

4.5 — Eletrônica Aplicada — Audiofrequência

Conceitos de alta fidelidade; distorção, decibel, tipos de controles, ruído. Transdutores de entrada; microfones e cápsulas fonográficas. Amplificadores de tensão. Acoplamento de estágios amplificadores: acoplamento RC, a transformador e direto. Controles de volume. Controles de tonalidade. Controles de equalização. Circuitos de saída. Técnicas de estereofonia. Altofalantes, caixas acústicas. Filtros divisores de frequência. Metrologia de audiofrequência.

4.6 — Eletrônica Aplicada — Telecomunicações

Princípio geral das telecomunicações. Faixas de frequência. Propagação e produção das ondas de rádio. Circuitos RLC. Osciladores eletrônicos. Generalidades sobre receptores. Receptor superheterodino empregando válvulas. Acessórios e melhoramentos de um superheterodino. Receptor superheterodino transistorizado. Receptores especiais. Fontes de alimentação de alta potência. Modulação em amplitude. Linhas de transmissão. Antenas. Modulação em frequência e fase. Comunicações por faixa lateral singela (SSB).

4.7 — Eletrônica Aplicada — Metrologia Eletrônica

Princípio e construção dos medidores de bobina móvel para CC. Princípio e construção dos medidores para CA. Adaptação dos medidores para corrente, tensão, resistência, potência e wattímetros. Adaptação dos medidores para audiofrequência e radiofrequência. Volt. — Ohm — Miliamperímetros — VOM. Multímetro eletrônico — VTVM. O osciloscópio. Geradores de AF e RF. Aplicações dos medidores.

4.8 — Eletrônica Aplicada — Semi-Condutores

Diodos PN e suas aplicações. Considerações gerais do

transistor. Análise das montagens básicas: base comum, coletor comum e emissor comum. Circuitos de polarização. Modelos e circuitos equivalentes para o transistor. Limitações do transistor. Cálculos dos circuitos de estabilização. Considerações gerais sobre a dissipação de potência nos transistores. Circuitos equivalentes para pequenos sinais. Resposta em frequência e tipos de acoplamento. Circuitos multivibradores transistorizados. Transistores para aplicações especiais. Noções sobre circuitos integrados.

4.9 — Eletrônica Aplicada — Televisão e Frequência Modulada

Análise do sistema de TV. O cinescópio. O sinal de TV. O receptor de TV. Estágios de RF do oscilador e do conversor. Canal de FI de vídeo. Amplificadores de vídeo. Sistemas de som. Circuitos de CAG. Geradores de varredura. Circuitos de deflexão. Circuitos de sincronismo. Controle automático de frequência. MAT e fontes convencionais. Antenas e linhas de descida. Instrumental de prova. TV em UHF. Controle remoto. Princípios de TV em cores. A transmissão em cores. Tubos para TV em cores. Os receptores para TV em cores.

4.10 — Prática Profissional — Eletricidade Geral — Laboratório

Leis básicas da eletrostática. Campo elétrico. Volt, ohm, ampère, watt. Leituras de voltímetros, ohmímetros, amperímetros, wattímetros. Conexão dos aparelhos a circuitos. Resistores: constituição, características, medida e identificação de valor. Capacitores: constituição, características, medida e identificação de valor. O VOM e seu emprego. Noções sobre distribuição de energia elétrica e instalações simples, painéis de comando. Magnetismo. O campo magnético. Leis básicas do eletromagnetismo. Indutância. Indutores. Transformadores.

4.11 — Prática Profissional — Eletrônica Geral — Laboratório

Técnica de soldagem. Simbologia eletrônica. O diodo: levantamento de curvas e características. Generalidades sobre a montagem de aparelho. Montagem de circuitos com diodos à vácuo e semicondutores. Fontes de alimentação: montagem e medidas. Fonte reguladora com válvula VR: cálculo, montagem e medidas. Emprego dos aparelhos básicos: voltímetros, eletrônicos, geradores de áudio-frequência, osciloscópios, wattímetros, testadores de válvulas. Montagem, medidas, e ajustes de amplificadores. Fontes de alimentação de potência utilizando válvulas à gás.

4.12 - Prática Profissional — Audiofrequência — Laboratório

Medidas em amplificadores. Pequenos projetos e sua comprovação prática. Acoplamentos RC e a transformador. Circuitos RC em corrente contínua e alternada. Distorção de fase e amplitude. Medida de distorção. Distorção harmônica e por intermodulação. Realimentação negativa. Alta fidelidade e estereofonia. Transdutores de entrada e saída. Metrologia de áudio-frequência. Técnicas de gravação em disco e fita magnética.

4.13 — Prática Profissional — Telecomunicações — Laboratório

Montagem de receptores simples com válvulas ou transistores. Testes e montagens com osciladores, misturadores e conversores. Ajustes, manutenção e sintonia de receptores super-heterodino e de dupla conversão. Testes de seletividade, sensibilidade, rejeição de espúrios e resposta de frequência de receptores em geral. Montagem de pequenos transmissores de AM — FM e SSB. Testes de modulação, largura de faixa, inter modulação e formas de ondas em equipamentos — transmissores de pequena potência. Montagem de circuitos de válvula de reatância, moduladores balanceados, multiplicadores de frequência e moduladores de fase.

4.14 — Prática Profissional — Metrologia Eletrônica — Laboratório

Reparação e ajuste de medidores de bobina móvel para CC e CA. Reparação e ajuste de ohmímetros. Adaptação dos medidores para medida de voltagens, correntes, resistência, potência. Reparação, ajuste e adaptação de voltímetros eletrônicos. Reparação e ajuste de osciloscópios, geradores, etc. Montagem de aparelhos de medida e teste. Utilização dos diversos aparelhos de medida e teste para manutenção e ajuste de equipamento eletrônico.

4.15 — Prática Profissional — Semi-Condutores — Laboratório

Utilização em pequenos projetos, com comprovação prática, das noções adquiridas nos anos anteriores. Levantamento de curvas de semicondutores em laboratório. Utilização dos parâmetros dos semicondutores para cálculos de estágios amplificadores, etc. Resposta de frequência. Emprego dos circuitos equivalentes para pequenos projetos. Uso da aparelhagem de teste em semicondutores. Semicondutores especiais. Circuitos especiais com semicondutores. Emprego de circuitos integrados e sua medida.

4.16 — Prática Profissional — Televisão e Frequência Modulada — Laboratório

Manutenção de televisores. Ajuste de estágios empregados em televisores e sintonizadores de FM. Montagem de televisores e estágios empregados em tal campo de estudo. Aparelhagem de teste: geradores de varredura e marca. Calibração de televisores. Instalação e ajuste de antenas. Semicondutores em TV e FM. Semicondutores especiais em sintonizadores de FM. Circuito fechado de TV: manutenção e ajuste. Técnicas de transmissão e retransmissão de sinais de TV e FM.

4.17 — Prática Profissional — Atividade Profissional Orientada

Estágio prático em empresa de eletrônica ou similar, com duração mínima de 4 e máxima de 8 meses, onde o aluno de fato começa a viver e enfrentar os problemas reais de sua profissão. Em tal período, sempre sob controle e orientação da Escola, deve o aluno atingir o grau mínimo de maturidade e espírito profissional que o credenciam a receber o diploma de «Técnico em Eletrônica».

4.18 — Projetos de Aparelhos e Dispositivos Eletrônicos

Análise de circuitos: Teoremas de Thévenin, Norton, Superposição, reciprocidade. Redação de textos técnicos: planejamento, organização do texto, exposição, redação, preparação. Pesquisa bibliográfica. Estudo da matéria relativa ao tema do projeto. Realização teórica. Cálculos. Projeto de parte mecânica. Montagem do circuito. Técnicas de circuito impresso. Ajustes e testes. Esquemas e desenhos. Redação e apresentação.

5. ESPECIALIZAÇÃO

5.1 — Higiene Industrial

Condições gerais de higiene dos locais de trabalho. Arejamento. Prevenção a choque elétrico e mecânico. Queimaduras. Doenças ocupacionais: fadiga, intoxicação, silicose, monoxicarbonismo, etc... Prevenção de acidentes e primeiros socorros. Segurança de trabalho: incêndio, alta-tensão, etc...

5.2 — Organização das Indústrias

Princípios de organização do trabalho — principais escolas. Levantamento, planejamento, ante-projeto, projeto. Registro, plano de contas, legalização. Pessoal: recrutamento, movimentação e assistência. Cálculo da remuneração. Reajustes e prêmios. Material: especificação, coleta de preços, controle, estoque. Racionalização do trabalho: produtividade, custo de produção. Estudo do mercado e comercialização do produto.

5.3 — Computação Eletrônica

Tipos de computadores. Princípios do computador analógico. Multivibradores. Sistemas de numeração. Aritmética binária. Códigos. Fundamentos e aplicações da Álgebra de Boole. Circuitos lógicos. Contadores e registros de deslocamento. Circuitos de cálculo. Armazenagem de informações. Equipamento de entrada e saída. Conversores A/D e D/A. Linguagens de máquina. Instruções. Programas. Tipos de programações. Instrumentos digitais de medida e contagem.

5.4 — Radar e Micro-Ondas

Faixas e frequência. Propriedades e propagação das micro-ondas. Insuficiência das válvulas convencionais. Válvulas farol. Klystron. Magnetron. Componentes semicondutores em micro-ondas. Válvulas de ondas progressivas: Guias de onda. Cavidades. Elementos de Ferrita. Dispositivos diversos. Antenas. Comunicações por micro-ondas. Estações terminais e repetidores. Ruído. Modulação. Sistemas «Multiplex». Medidas de potência, frequência, atenuação, ruído, onda estacionária, impedância, etc. Sistemas de Radar. Utilização e manutenção de Radar. Radar Doppler.

5.5 — Eletrônica Industrial

Válvulas a gás. Aplicações das válvulas a gás. Tirátrens: construção e montagem, características e circuitos de controle, circuitos de aplicação. Ignitrons. Transdutores: tipos e aplicações dos transdutores. Amplificadores magnéticos. Diodos semicondutores e retificação industrial. Diodos semicondutores controláveis. Componentes semicondutores especiais. Aquecimento indutivo e dielétrico. Controle numérico. Máquinas elétricas: geradores e motores de CC, geradores e motores de CA, conversores e inversores. Sistemas síncronos e servomecanismos.

5.6 — Linhas de Transmissão e Antenas

Finalidade e tipos de LT. Conceito de impedância característica. Parâmetros primários e secundários. Velocidade de energia e perdas nas linhas de transmissão. Ondas estacionárias. Linhas abertas e em curto-circuito. Aplicações de linhas ressonantes. Guias de onda. Carta de Smith. Antenas. Princípio de funcionamento. Resistência de irradiação. Ganho e polarização. Diagramas de irradiação. Antenas de HF, VHF, UHF e Micro-Ondas. Antenas de Televisão. Repetidores passivos.

5.7 — Computação Eletrônica — Laboratório

Cálculo, montagem e ajustes de circuitos empregados em computadores: multivibradores, circuitos porta, etc. Acoplamento entre tais circuitos. Contadores. Técnicas de medida e ajustes dos circuitos. Circuitos lógicos e de cálculo.

5.8 — Radar e Micro-Ondas — Laboratório

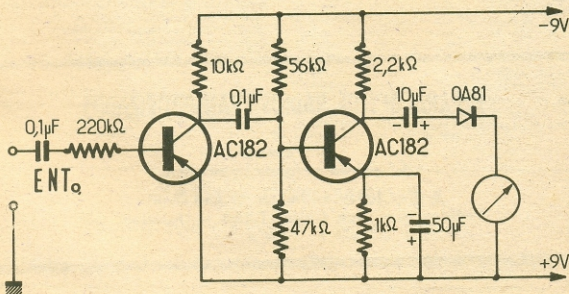
Práticas com equipamento experimental sobre as características básicas das Micro-ondas. Válvulas e semicondutores em Micro-ondas. Medidas em Micro-ondas: frequência, potência, etc. Medidores de ondas estacionárias. A Carta de Smith nas medidas em Micro-ondas. Multiplexagem. Radar: operação, ajustes, manutenção.

5.9 — Eletrônica Industrial — Laboratório

Práticas com válvulas empregadas em eletrônica industrial. Circuitos com tiratrons e retificadores controlados. Circuitos de eletrônica industrial: alarmes, medidores, etc. Prática com transdutores. Amplificadores magnéticos. Máquinas elétricas. Sistemas síncronos e servomecanismos. Semicondutores especiais. Retificação industrial. Aquecimento indutivo e dielétrico.

MEDIDOR "V - U"

Este indicador de unidade de volume destina-se a ser ligado à saída de um amplificador. No medidor (microamperímetro de 100 ou 200) teremos as indicações dos sinais. Todos os resistores são de 1/2 w. e os condensadores eletrolíticos para 15 volts. Os tubulares podem ser de óleo.





LIVROS

A. Fanzeres
Cx. Postal 2483-ZC-00
Rio, GB, 20.000

COMENTÁRIOS SOBRE LIVROS RECENTEMENTE PUBLICADOS



SELETORES DE CANAIS – Com mais de 90 esquemas de seletores de canais (tuners) esta publicação visa atender ao profissional que deseja estar bem equipado para atender a reparação dos televisores que aportam a sua oficina.

Editado por E.C.E. – Editora de Circuitos Eletrônicos, Rua Cesário Alvim 215, Belenzinho, CEP 03054, S. Paulo, SP. Preço Cr\$ 36,00.

INTERNATIONAL TRANSISTOR MANUAL – Um excelente livro que traz indicações completas sobre transistores, substituições, bases de ligações e endereço dos fabricantes.

Editado por Semicon Indexes Limited, 2 Demmark St. Wokingham, Berks. RG11 2BB, Inglaterra.

HOW TO DESIGN & USE MULTIVIBRATORS – Courtney Hall – O termo "multivibrador" abrange uma classe muito extensa de circuitos, cada um possuindo varias aplicações. Basicamente um multivibrador é um circuito que comuta ou liga rapidamente ou que passa de um "estado" para outro muito rapidamente. Porém o Autor nos dá neste livro muito interessante, uma série de noções e dados práticos que interessam ao homem da bancada e ao projetista.

Ed. Howard W. Sams & Co. Inc., preço 3,95 dólares.

EL OSCILOGRAFO DE RAYOS CATODICOS – Harley Carter – Trata-se de um livro da série Philips, traduzido para o espanhol. Muito prático e objetivo, tem a indiscutível qualidade dos produtos da fábrica holandesa.

Ed. Paraninfo, Magallanes 21, Madrid 15, Espanha. Também pode ser adquirido na Livraria Interciência, Av. Pres. Vargas 435 s. 501, GB

THE COMPLETE SHORT WAVE LISTENER'S HANDBOOK – Hank Bennett – Para os que se dedicam a recepção das ondas curtas (DX), este é um livro interessante porque traz muitas indicações positivas. Não é porém um guia completo das estações com prefixos e frequências.

Ed. TAB BOOKS, Blue Ridge Summit, Pennsylvania 17214, USA. Preço 6,95 dólares.

PASSIVE EQUALIZER DESIGN DATA – Ralph R. Townsley – Eis um livro de fôlego, que traz muito subsídio para o projetista e para o técnico estúdio. Utilizando computador o Autor, durante três anos efetuou cálculos para estabelecer valores de várias proporções para circuitos equalizadores passivos tornando o livro uma excelente fonte de consulta e um "quebra-galho" de 1ª classe.

Ed. TAB BOOKS, 19.95 dólares.

MOBILE RADIO HANDBOOK – Leo G. Sands – O uso de equipamento transceptores para unidades móveis já é bem difundido entre nós e um livro de responsabilidade do presente Autor é muito útil para o experimentador e amador. Com vários circuitos práticos, sobre receptores e transmissores é bastante recomendável.

Ed. TAB BOOKS, 4.95 dólares.

PRATICAL SOLID-STATE CIRCUIT DESIGN – Jerome E. Olesky – Partindo de circuitos básicos e conhecimentos da Lei de Ohm o Autor demonstra e ensina como se pode projetar circuitos complexos, de funcionamento satisfatório. Cada capítulo contém exemplos e perguntas para ajudar a consolidar os conhecimentos adquiridos.

Ed. Howard W. Sams & Co Inc. 7,25 dólares. res.

REPARAÇÕES DE RADIOS TRANSISTORIZADOS

de

A. Fanzeres

4.ª edição revisada e ampliada

Em todas as bancas – Cr\$ 7,00

Pedidos para Rua Goiás, 1.164 – Quintino, GB

FEIRA ELETRÔNICA

Nesta seção serão publicados, sem responsabilidade da editora nem dos diretores da publicação, anúncios enviados pelos leitores. A publicação é grátis e nos reservamos o direito de modificar a redação para poupar espaço. Os leitores devem enviar seus anúncios, escrito de modo claro, com indicação do que desejam comprar, vender, trocar, pedir ou dar, acrescentando nome completo, endereço, código postal etc. Os anúncios serão publicados em duas edições consecutivas e depois retirados.

TV EMERSON — Necessito o esquema do TV EMERSON 2366/2 (safra de 1958/1961). Quem tiver por favor entrar em contato com José Ricardo Motta de Oliveira, Rua Pedro de Carvalho 145 casa 3, Lins Vasconcelos, GB 20.000, tel 229-3667.

ESQUEMAS — Tenho bom número de esquemas de TV, rádios etc, que coloco à disposição de todos colegas de profissão espalhados pelo Brasil. Se precisarem é só pedir pelo correio. Antonio Carlos Lopes de Almeida, Rua Batista de Andrade 81, Grajaú, Juiz de Fora, Minas Gerais, CEP 36.100.

DESEJO ESQUEMAS — Se os colegas tiverem alguns esquemas e revistas sobrando, solicito que me enviem. Rosário Perricone, Av. Pereira Barreto nº 2086 — Jardim Paraíso, Stº André, SP 09.000

DISCOS — Quero prensar discos. Tenho tudo preparado para uma pequena fábrica de discos LP falta-me apenas entrar em contato com quem conheça processo de prateação de acetatos e confecção de matrizes em níquel. Quem tiver literatura a respeito também desejo fazer contato. Aldrovando Goes Ribeiro, Rua Marechal Deodoro 1011, Santo Antônio da Platina, Paraná CEP 86.430 tel 34-1109, DDD 0437

TROCA ESQUEMAS — Estou à disposição de meus colegas para troca de esquemas, informações etc. Humberto de Paula Le Petit Rua Araçatuba 152, Campinas, SP CEP 13.100

RECEPTORES — Tenho sempre receptores de comunicações, em ótimo estado de funcionamento e a preço razoável. Rádio Rei, Rua das Marrecas 41, atenção sr. Costa, GB 20.000

CATÁLOGOS — Desejamos receber catálogos de material técnico. Escola Técnica Professor Evarardo Passos, Av. Barão do Rio Branco 882, Cx.P. 111, S. José dos Campos, SP, atenção de João Miguel Bassa.

SOCORRO — Nossa oficina sofreu incêndio e foram destruídos esquemas de rádios e TV. Pedimos ajuda aos colegas que tenham duplicatas que nos ajudem enviando para Nelson Rocha, Ed. Cidade de Aracaju, Av. Estados Unidos 27-7º andar, Salvador, Bahia, CEP 40.000

CIRCUITO IMPRESSO — Estou apto a fornecer circuitos impressos, já prontos, por preços interessantes. Luis Carlos T.Ramos, Rua General Pondé 18, Caju, 20.000, GB

DX - VHF — Desejo manter contato com interessados em DX principalmente em VHF e UHF para discutirmos recepção de TV distante. Eleazar Fender Coelho, Av. Pedro II nº 581, Ferraz Vasconcelos, SP, CEP 08.500

COMPRO TRANSMISSOR — Desejo adquirir transmissor para faixa dos 11 metros (27MHz) com 3 ou mais canais, potência 5 w. para instalação em veículo. Pode ser usado, mas funcionando. Sérgio Nagel Benthien, Cx.P. 2451, Curitiba, Paraná CEP 80.000

CALÇADOS SOB MEDIDA

— MONTIEL —

Praça João Pessoa, 16 - GB - Tel.242-1428

RÁDIO TV TÉCNICO

Suplemento Especial — Edição de Coletâneas



GUIA DE SUBSTITUIÇÃO DE TRANSISTORES



Revista

ELETRÔNICA PARA TODOS

Tudo sobre o assunto