

# ABC DA TV EM CÔRES

Quer aprender algo mais sôbre côr? Eis então um artigo que o ajudará a desvendar os seus mistérios.

Jack Darr  
de RADIO-ELECTRONICS

Muito se tem escrito a respeito da televisão colorida. Mas, infelizmente, convenhamos, a maioria dos artigos é longa e "intragável". Com auxílio de umas fórmulas matemáticas "cabeludas" eles semearam entre vocês, videotécnicos policrômicos de amanhã, uma enorme confusão. Não é verdade? Por isso, aqui está um artigo que aborda os mesmos princípios básicos, porém numa linguagem que lhe é acessível. Tôda a matemática que aqui figura é do tipo encontrado no livro de receitas das donas de casa.

Para consertar aparelhos de TV em côres você tem que saber **como** eles funcionam, isto é, conhecer os princípios básicos. O circuito real é bastante simples, tal como o é o de branco e preto. Alguns de vocês que estão mais versados no assunto poderão achar nossa exposição um tanto infantil, mas, se já sabem tudo isso, por que estão lendo este artigo, hem?

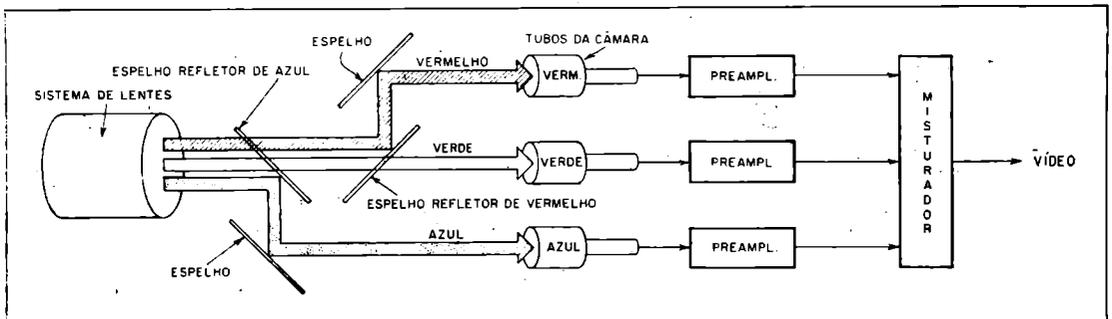
## De onde vem o sinal de côres

Uma câmara de TV em branco e preto (b-p) capta a imagem, convertendo suas intensida-

des luminosas em sinais elétricos. O branco corresponde à saída plena, o preto à saída nula. Essa saída recebe o nome de **sinal de vídeo** ou de **brilho**.

Na televisão colorida precisamos de algo mais. Além de dizermos quão brilhante é o objeto, temos que dizer de que **côr** êle é. Não podemos ainda prescindir dos sinais de b-p, pois desejamos que os programas coloridos possam ser captados por aparelhos comuns em b-p. (A isto se dá o nome de "compatibilidade"). Temos que ter também sinais de côres que devem ser colocados no mesmo "espaço" (mesma banda de freqüências) que era ocupado exclusivamente por b-p. Assim, deparamos com um problema: gerar um sinal b-p a partir dos próprios sinais de côres!

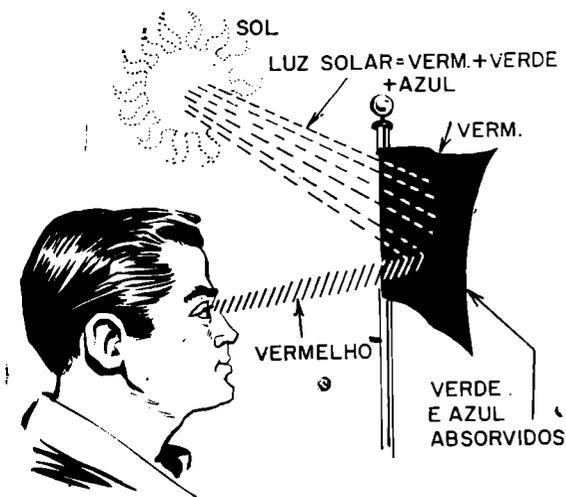
A câmara para côres não possui tão-somente um tubo, mas três. Através de um sistema especial de espelhos, cada tubo "enxerga" apenas uma côr: vermelho, verde ou azul. No receptor, o cinescópio é do tipo três-em-um, como se fôssem três tubos numa garrafa. - Êle pode produzir imagens vermelhas, verdes ou azuis, na mesma tela, através de três canhões eletrônicos.



Essas são as duas extremidades do nosso sistema. Vejamos agora o que devemos fazer para se obter não somente imagens coloridas, mas também imagens em b-p, utilizando apenas vermelho, verde e azul.

### Côres de diferentes espécies

Inicialmente, falemos de côres. Tintas, quer de pintura, quer de escrita ou imprensa, são **subtrativas**. Quando uma luz branca — que é a mistura de tôdas as côres — incide sôbre uma bandeira vermelha, tôdas, **menos a vermelha**, são absorvidas. O vermelho na tinta é uma **côr primária**; é uma que não pode ser obtida da mistura de duas outras côres. Mas interessa-nos lidar com a luz, a qual apresenta côres aditivas, diferentes das primeiras. Assim, misture uma tinta azul com



amarela e obterá verde. Agora misture luz azul com amarela e obterá branco! Na luz, verde é uma côr primária e amarelo é uma mistura de vermelho com verde! Os fósforos que cobrem a tela do cinescópio se encarregam de produzir luz em três côres primárias, a saber: vermelho, azul e verde. Na realidade poderíamos usar quaisquer outras três primárias que, quando misturadas, produzissem branco.

Na TV colorida podemos produzir qualquer côr imaginável, pelo simples uso de proporções diferentes das nossas três côres primárias. Na verdade pode-se produzir maior variedade de côres do que as melhores tintas de impressão. O grande problema reside na obtenção de um branco puro a partir de luzes coloridas. (O preto é facilimo. Basta desligar tudo!).

Após essas dificuldades, os engenheiros descobriram que era possível produzir côr branca usando uma mistura de luzes nas proporções de 30% de vermelho, 59% de verde e 11% de azul. Essa estranha percentagem decorre da

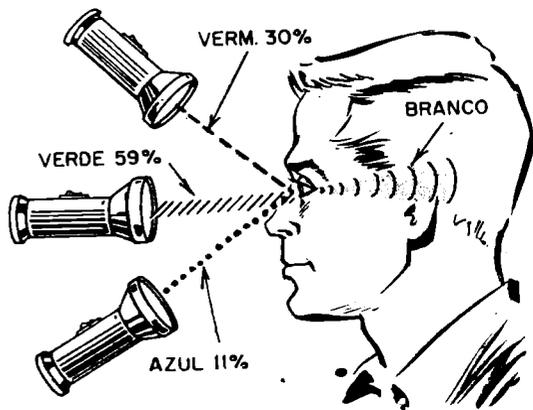
resposta do olho humano às diferentes côres. Nós enxergamos essa confusão de côres como um branco puro!

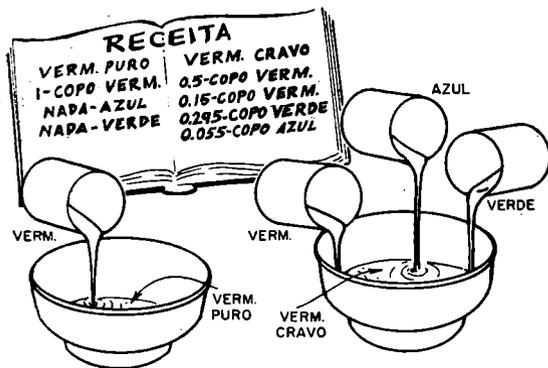
Assim sendo, o que precisamos fazer é operar todos os três canhões eletrônicos do cinescópio simultaneamente, resguardando aquela mesma proporção de 30-59-11, e variando a intensidade dos mesmos em conjunto, da mesma forma que num canhão eletrônico simples do cinescópio b-p. Obteremos assim uma magnífica imagem em branco e preto. Podemos portanto, assistir a um programa b-p num aparelho de TV colorida, e, neste caso, também se diz que o sistema é compatível.

### Produzindo côres corretas: saturação

Nos programas coloridos há uma coisa a mais a se fazer: trata-se de reproduzir não apenas uma côr (coloração), como laranja, azul ou púrpura, mas também o quão viva essa côr é. O vermelho, por exemplo, poderá ser de diversas tonalidades, desde o vermelho-rosa escuro até vermelho-cravo pálido. A "vermelheza" do vermelho ou a "azuleza" do azul, isto é, a tonalidade das côres, é chamada **saturação**. Para se conseguir um vermelho puro basta intensificarmos a atuação do canhão correspondente ao vermelho e eliminarmos os dois outros. Mas, se precisarmos de uma côr cravo, temos que "adicionar um pouco de branco" ao vermelho, tal como na mistura de tintas.

Suponhamos que a côr que desejamos seja um "cravo meio escuro". Pois bem, temos que ter 50% de vermelho e 50% de branco. Coloque o canhão de vermelho na metade de sua intensidade máxima. Ele contribui com 50% no nosso cravo. Agora precisamos do meio branco. O branco, conforme dissemos anteriormente, é 30% do vermelho, 59% de verde e 11% de azul. Então, basta tomarmos a metade (50%) dessas percentagens e obteremos 15% de vermelho, 29,5% de verde e 5,5% de azul,





o que ainda produz branco, já que a relação não mudou. Juntamos essa mistura ao sinal vermelho já presente e obteremos um maravilhoso rosa-cravo.

Esse método dá certo com tôdas as côres ou combinação de côres. Nossas percentagens sempre totalizam 100%; no caso precedente, tínhamos 50% de vermelho puro mais  $(15 + 29,5 + 5,5 = 50)$  50%, que dão 100%, mesmo nos receiptuários das nossas patroas.

Isso de que estamos falando é a saturação. Tudo nada mais é do que dizer quanto de branco está presente numa determinada côr. A percentagem de saturação é a relação entre a côr pura e branco, e é só.

Num circuito de TV colorida existe um contrôle de côr. O que ele faz nada mais é que aumentar o "volume" da côr: totalmente aberto, máxima côr; semi-aberto, metade de "volume" da côr. Ele opera tal qual um contrôle de volume, no caso do som.

### Adicionando os sinais de côres

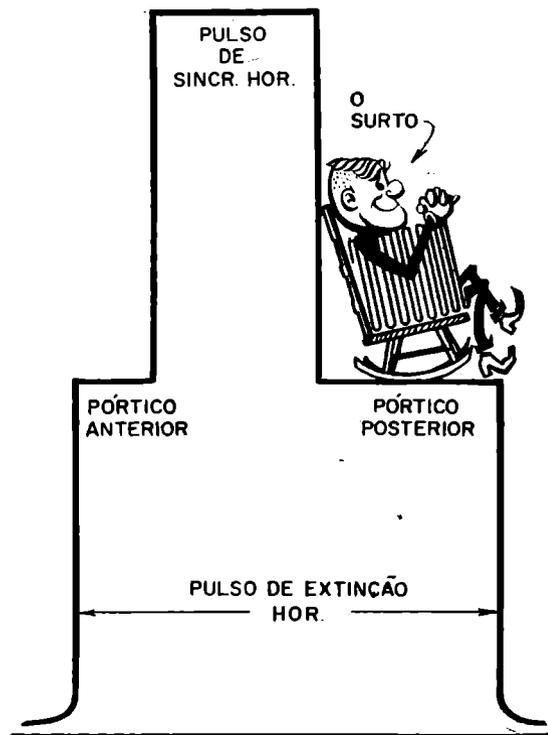
A nossa, câmara e a saída do transmissor devem ser arranjadas de modo tal que a qualidade da imagem seja boa, qualquer que seja o tipo do receptor. Para isso usa-se o sinal de côr **combinado** como uma saída b-p (vídeo). O valor dêsse sinal, num dado instante, é equivalente ao de um sinal b-p. Isto é o que efetivamente você veria se uma câmara para côres estivesse focalizando uma cena totalmente branco e preto ou se uma câmara b-p estivesse focalizando **essa** cena!

Num programa colorido, os sinais de côres evidentemente variarão de acôrdo com a côr do objeto focalizado pela câmara. Entretanto, o valor total instantâneo da saída da câmara ainda corresponde ao brilho do objeto ou, em outras palavras, continua sendo o próprio valor do sinal de um vídeo b-p. Todavia, temos que subsidiar a informação de côres com uma outra, que é a **diferença** entre as saídas dos tubos vermelho, verde e azul, sem, porém, interferir com o sinal regular de vídeo b-p.

Não podemos adicionar ao mesmo um outro sinal de AM. Isto seria como se se despejasse leite e água num mesmo bule e depois se tentasse despejar o leite num copo e a água no outro. Portanto, valemo-nos de um processo tal que possamos misturá-los e em seguida separá-los. Empregamos **modulação de fase** ao invés de modulação de amplitude.

No transmissor usam-se dois circuitos **moduladores balanceados**, além de um **oscilador de subportadora** de 3,579545 MHz (citado como 3,58 MHz daqui por diante). Esses circuitos são alimentados com sinais de vermelho e azul, após atrasar um dêles de 90°, ou, injetando um dêles uma fração de microsegundo depois do outro. Os moduladores convertem os sinais de côres em sinais de frequência modulada. A subportadora se cancela em cada modulador. O que se obtém são às bandas laterais: apenas a parte que contém informação de cada sinal. A portadora em si não é transmitida, como medida de economia. Isto parece uma piada sem graça, mas é um fato. Se efetivamente transmitíssemos a portadora não modulada, ela não só consumiria a potência do nosso transmissor como também criaria frequências de batimento e outros efeitos inúteis.

Mas precisaremos dessa subportadora, quando lidarmos com o receptor, como uma referência. Não se pode dizer que um sinal está atrasado de 90°, a não ser que haja um **ponto de referência!** Deve ser 90° a partir de alguma coisa.





Para isso, utilizamos um oscilador controlado a cristal de 3,58 MHz no receptor e sincronizamos-lo com a frequência do transmissor, mediante envio de pequenas amostras de 3,58 MHz que geraram a portadora não suprimida. Elas são constituídas por pequenos disparos de cerca de 9 ciclos cada, que são enviados como se estivessem sentados no pórtico posterior de cada pulso de sincronismo. No receptor, esse surto ("burst") é separado do resto do sinal de TV e injetado num circuito detector de fase que controla o oscilador do receptor.

Agora reinsertamos o sinal de 3,58 MHz, e podemos separar os sinais modulados em fase. Por exemplo: se houvesse duas bandas de música passando com a mesma velocidade, poderíamos juntá-las de modo que os elementos de uma ficassem intercalados entre os da outra, de modo alternado. Primeiro um vermelho, em seguida um azul e depois um vermelho, e assim por diante.

Se desejarmos separá-los novamente, basta postarmos-nos diante deles e agarrá-los um por um, colocando-os de lado à medida que a banda vai passando. De que cor é o elemento depende de **quando** o agarramos. Isto é uma questão de regulação de tempo, que é uma outra forma de dizer **fase**. Podemos introduzir no receptor um circuito que se desincumbirá dessa tarefa. O nosso "agarrador" corresponde à referência no transmissor de TV e desse modo

$$* R + B + G = 1$$



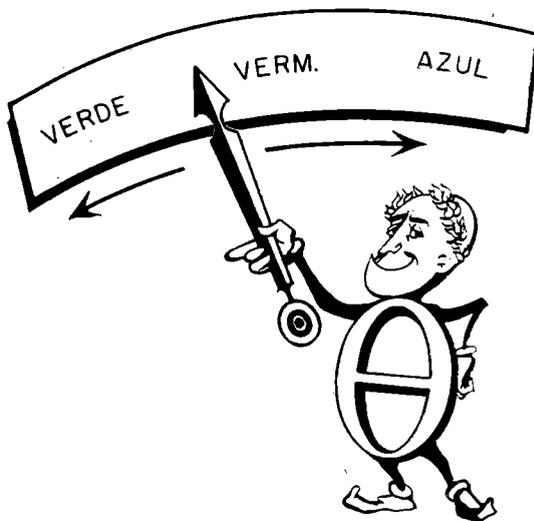
$$1 - R - B = G$$

AQUI NOVAMENTE!

podemos separar o sinal de vermelho do de verde.

Agora podemos... "O que?..." perguntou alguém, "o que acontece com o verde? O senhor está separando somente vermelho e azul! Precisamos também do verde, não é mesmo?" Sim, de fato. Pensei que você não fosse perguntar isso. Desejamos economizar ao máximo o espaço do sinal de TV. Essa a razão pela qual enviamos somente sinais do vermelho e azul através do transmissor! Entretanto, podemos recuperar o valor do sinal de verde mediante uma operação teoricamente assaz engenhosa, mas na realidade muito fácil.

Nosso "sinal todo" que sai da câmara é constituído de vermelho, azul e verde, não é verdade? Se subtrairmos o vermelho e o azul restará só o verde. Podemos dizer que o sinal todo é igual a 1. (Ou, se preferir, o vídeo).



No receptor teremos os nossos dois sinais de vermelho e azul. Dessa forma nós simplesmente "subtraímos de 1", e utilizamos a quota restante como verde, como de fato o é. Aquêles que preferem palavras complicadas podem chamar a esse processo de mistura e decomposição de "matrizamento". Ele costumava demandar 9 válvulas e um chapéu cheio de componentes. Atualmente realizamo-lo com três pequenos triodos e cerca de 12 componentes.

Num televisor a cores existe, além do controle de cor, mais um controle que afeta a cor. Ele recebe o nome de COLORAÇÃO ("HUE") ou TINTURA ("TINT"), e sobre o qual o máximo que podemos dizer é que ele afeta "a cor da cor"!

No que concerne ao receptor, os sinais de cores estão sob forma de sinais comandados por

(Cont. na pág. 81)

# ANTENAS COLETIVAS

## 7ª Parte

Waldyr Chaves \*

### EFEITO DA FREQUÊNCIA NA RESISTÊNCIA DE ENTRADA DAS VALVULAS

Para muitos poderá parecer estranho que tenhamos falado em resistência de entrada da válvula e, inclusive, usamos 2530 ohms para os cálculos anteriores. Realmente, nas frequências elevadas não podemos considerar a entrada das válvulas (grade-catodo) como sendo de resistência infinita, como acontece nas baixas frequências (nos trabalhos de áudio não tomamos conhecimento dela).

Conforme aumenta a frequência, em virtude do tempo de trânsito dos elétrons no interior da válvula representar parte apreciável do ciclo, aparece "shuntando" a entrada da válvula uma resistência que pode ser tão baixa quanto 200 ohms em torno dos 200 MHz. O valor exato depende do tipo da válvula, dos cuidados nas ligações externas e da frequência de operação. Assim, quando projetamos os amplificadores de RF para as frequências elevadas, usadas em televisão, devemos levar em conta este fenômeno, pois, do contrário, todos os cálculos para a seletividade dos circuitos, ganhos dos estágios, etc., serão absolutamente nulos.

O valor da resistência de entrada decresce aproximadamente com o quadrado da frequência. Se conhecemos o seu valor numa dada única frequência, podemos calcular para outras frequências simplesmente corrigindo de acordo com o que acabamos de explicar. Por exemplo, se no manual de características lemos que a 50 MHz certa válvula possui, digamos, 12 000 ohms, a 150 MHz deverá ter

$$\frac{12\ 000}{\left(\frac{150}{50}\right)^2} = \frac{12\ 000}{3^2} \approx 1\ 300 \text{ ohms}$$

$$\begin{aligned} \text{A } 25 \text{ MHz terá } & 12\ 000 \times \left(\frac{50}{25}\right)^2 = \\ & = 12\ 000 \times 4 = 48\ 000 \text{ ohms.} \end{aligned}$$

O valor correto da resistência de entrada das válvulas, nas frequências elevadas, é muito difícil de ser calculado, somente através de medidas podemos conhecê-lo. Na figura 51 vemos um gráfico onde podemos conhecer a resistência de entrada de algumas válvulas comumente usadas nos circuitos de RF. Verifique o leitor que a válvula 6BA6, por exemplo, não tem mais que 200 ohms a 200 MHz.

O leitor não deverá confundir a resistência de entrada devida ao "transit time load" com a resistência equivalente de ruído — Req — que tratamos anteriormente.

### O efeito Miller

A capacidade de entrada das válvulas varia com o ganho, e nas válvulas triodo chega a atingir valores bem elevados. Nos pentodos, devido à pequena capacitância entre a placa e a grade, a capacitância de entrada aumenta pouco em relação ao seu valor estático. O aumento da capacitância com a válvula amplificando, em relação ao seu valor medido com a válvula fora de funcionamento, é devido ao efeito Miller.

Com carga resistiva na placa, a capacitância de entrada devida ao efeito Miller é dada por:

$$C_e = C_{gk} + C_{gp} (1 + A)$$

\* da Indústria Eletrônica Stevenson S/A.

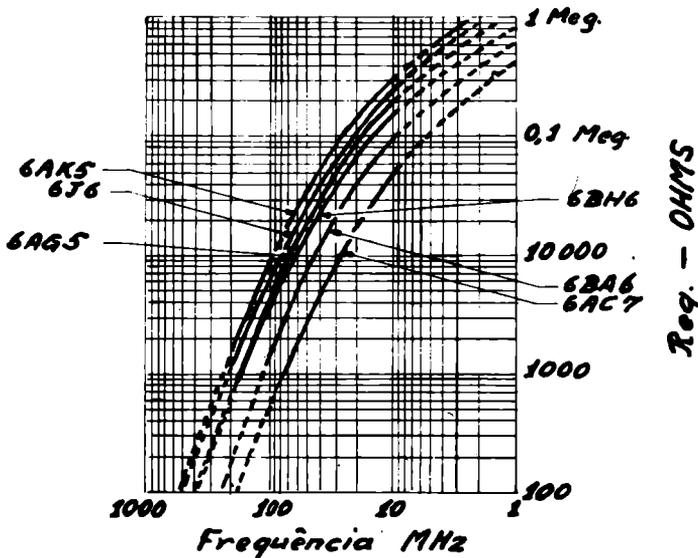


Figura 51

Varição da resistência de entrada de algumas válvulas em função da frequência.

onde

- Ce = capacitância de entrada
- Cgk = capacitância grade catodo
- Cgp = capacitância grade placa
- A = ganho da etapa.

Assim, fica evidenciado que a capacitância de entrada, que é a maior parte do condensador que sintoniza os circuitos interetapas, varia com o ganho do estágio.

Por este motivo é que devemos usar certos artifícios para cancelar a variação da capacitância de entrada das válvulas nos amplificadores de RF e FI dos televisores que geralmente estão sujeitos a ampla variação de ganho, devido à ação do controle automático de ganho (C.A.G.). Um dos artifícios consiste em aplicar certa dose de realimentação negativa de corrente, deixando-se parte ou toda resistência de catodo da válvula sem o tradicional condensador de desacoplamento.

As válvulas pentodo, no aspecto da capacitância de entrada e grade/placa são mais aptas a trabalharem nas frequências elevadas, porém, sendo o triodo menos ruidoso, que é uma virtude altamente significativa e quase que definitiva para a seleção de uma válvula de qualidade para o estágio de entrada, é invariavelmente escolhido nos circuitos atuais. Em virtude de sua relativamente alta capacitância grade/placa, não podemos usar um triodo nas frequências altas sem que se tome certos cuidados, conforme veremos mais na frente.

Uma válvula triodo que aparentemente mostra uma capacitância de entrada inofensiva, quando lemos o seu valor no manual, pode, na

realidade, ficar proibitivo se não tomarmos certos cuidados. Por exemplo:  
 lemos no manual (válvula hipotética)  
 Capacitância grade/catodo (Cgk) = 1,8 pF  
 Capacitância grade/placa (Cgp) = 1,7 pF  
 Assim a capacitância de entrada deste triodo será pouco mais que 1,8 pF, porém com a válvula sem amplificar.

Suponhamos que a válvula amplifica 20 vezes, com carga resistiva na placa.

Vejamus qual será agora a capacitância real de entrada.

$$C_e = C_{gk} + C_{gp} (1 + A) = 1,8 + 1,7 (1 + 20) = 1,8 + 35,7 = 37,5 \text{ pF}$$

Tipicamente, numa válvula pentodo teremos:

$$C_{gk} = 3 \text{ pF}$$

$$C_{gp} = 0,005 \text{ pF}$$

Se a válvula amplifica 20 vezes:

$$C_e = 3 + 0,005 (1 + 20) = 3 + 0,005 \times 21 = 3 + 0,105 = 3,105 \text{ pF}$$

Praticamente não houve alteração.

Pela análise que fizemos até agora do comportamento das válvulas nas frequências muito elevadas (VHF), verificamos que a sua impedância de entrada é baixa. Essa impedância vai baixando muito rapidamente à medida que mais elevamos a frequência.

O mérito de uma válvula para se desempenhar a contento na região das altas frequências julgamos geralmente pela sua transcondutância e capacitâncias intereletrodicas. Assim, devemos escolher aquelas que possuem altas transcondutâncias e baixas capacitâncias intereletrodicas. As capacitâncias de sintonia dos estágios são, geralmente, as das próprias válvulas e os demais parasitas, isto é, nos estágios amplificadores de frequências elevadas não usamos em derivação com as bobinas de sintonia

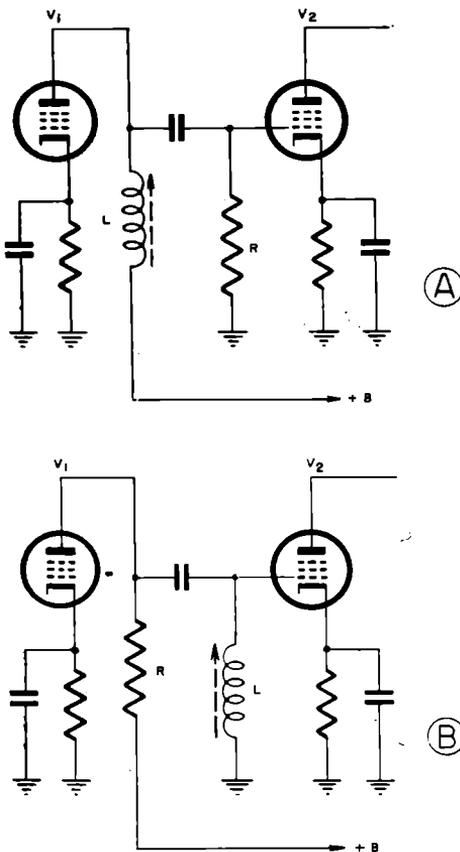


Figura 52

Dois circuitos amplificadores simples de RF. Em A a bobina de sintonia está na placa de V1. Em B a bobina está na grade da válvula seguinte. O circuito B apresenta a vantagem de tornar V2 menos sujeita à ação do ruído (a constante de tempo do acoplamento é menor).

um condensador e sim tomamos as capacitâncias residuais que não vemos "fisicamente", porém elas estão presentes e, às vezes, se não tomamos certos cuidados, são excessivas e até impossibilitam o bom desempenho do circuito.

#### Amplificador de RF com pentodo

As válvulas pentodo são muito apropriadas para estágios amplificadores de RF. Em vista da baixa capacitância placa/grade podemos realizar amplificadores relativamente simples com válvulas pentodo. A baixa capacitância placa/grade deve-se à grade auxiliar que age como uma blindagem eletrostática. Assim, a possibilidade de realimentação através da capacitância para a grade, fica grandemente reduzida e o pentodo pode operar muito seguramente nas freqüências bem elevadas. Geralmente quando necessitamos de um amplificador ou preamplificador ("booster") com baixo fator ruído (nos preamplificadores esta condição é primordial) usamos um triodo na en-

trada, pelo seu melhor comportamento frente ao ruído gerado, e as demais válvulas seguintes escolhemos pentodos. Assim fica assegurado um ótimo comportamento em relação ao ruído e podemos realizar uma unidade relativamente simples.

Na figura 52 estão representadas as duas maneiras mais simples de operação do pentodo como amplificador de RF. Em A temos a bobina de sintonia ligada à placa da válvula e em B a bobina está ligada à grade do estágio seguinte.

Naturalmente nas freqüências muito elevadas não falamos em amplificadores a RC e sim com circuitos sintonizados em cada estágio. Devido ao problema das capacitâncias parasitas, é impossível a realização de ganho nas freqüências muito altas com amplificadores do tipo RC, pois, apesar de aparentemente desprezíveis essas capacitâncias são suficientes para anular totalmente o comportamento do efeito amplificador das válvulas nas freqüências de trabalho de televisão.

Vejamos o que acontece a um amplificador RC em, digamos, 60 MHz.

O ganho de tensão de um pentodo, quando a carga é pequena em relação à sua resistência de placa (caso sempre verdadeiro nas freqüências elevadas) é dado por

$$A = GM \times RC$$

onde

A é o ganho da válvula

GM é a transcondutância de trabalho da válvula

RC é a resistência de carga.

Vejamos a figura 53 onde ligamos em cascata duas válvulas tipo 6AU6. A capacitância de saída da válvula é de 5 pF. A de entrada de 5,5 pF. São as capacitâncias que aparecem na figura 53, pontilhadas, em derivação com a carga.

Cr é a capacitância residual que é a soma das capacitâncias formadas pelo suporte, distribuída dos resistores para o chassi, etc., e que nunca podemos reduzir a menos que uns 4,5 pF.

Assim temos uma capacitância total, derivando a carga, de  $5,5 + 5 + 4,5 = 15$  pF.

A reatância capacitiva do condensador formado de 15 pF a 60 MHz será:

$$X_c = \frac{10^6}{Z \pi \times f \times c} = \frac{10^6}{6,28 \times 60 \times 15} = \frac{10^6}{5670} = 177 \text{ ohms.}$$

Esses 177 ohms estão em paralelo com a carga (10 K ohms) na placa, com o resistor de escape de grade (100 K ohms) e a resistência de entrada da válvula V2. Porém, como a operação é vetorial e os 177 ohms são muito pequenos em relação aos demais, a resultante será praticamente 177 ohms. Calculamos o ganho:

$$A = GM \times RC$$

Em condições normais de trabalho para a 6AU6,  $GM = 4500 \mu\text{nhos}$ .

$A = 4500 \times 10^{-6} \times 177 = 0,79$ , ou seja, a válvula não fornece ganho de tensão e sim perda.

Uma das soluções é usarmos um circuito sintonizado como carga, aproveitando as capacitâncias distribuídas como o condensador de sintonia. Quando  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$  temos a condição de ressonância e a impedância do circuito é dada

$$\text{por } \frac{\omega^2 \times L^2}{rs} = Q \times \omega L.$$

Vejamos agora como ficam as coisas com um circuito sintonizado como carga da válvula — figura 54. Tomaremos a mesma válvula e a mesma frequência do exemplo anterior para uma comparação direta.

Já vimos que  $X_c \text{ a } 60 \text{ MHz} = 177 \text{ ohms}$  logo, para ressonância, a bobina também terá um  $XL \text{ de } 177 \text{ ohms}$  (condição indispensável para o circuito estar em ressonância).

A resistência de entrada de V2 ("transit time load") é de 10 000 ohms, aproximadamente, se a bobina possui um  $Q \text{ de } 40$  teremos:

$Z_o = Q \times \omega L = 40 \times 177 \approx 7100 \text{ ohms}$  puramente resistivo.

A carga combinada será, praticamente,

$$\frac{10000 \times 7100}{10000 + 7100} = 4270 \text{ ohms.}$$

O ganho será:

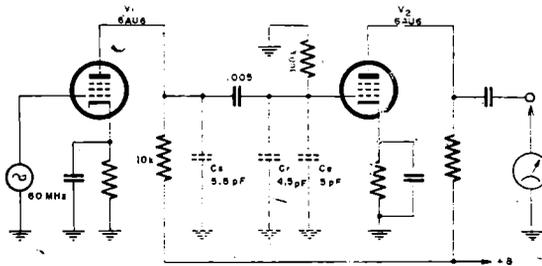


Figura 53

Amplificador a RC, com duas válvulas 6AU6 em cascata.

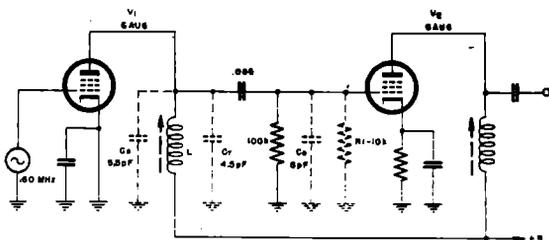


Figura 54

Amplificador sintonizado. A bobina de L ressoa em conjunto com as capacitâncias residuais.

$$GM \times RC = 4500 \times 10^{-6} \times 4,27 \times 10^3 = 4500 \times 4,27 \times 10^{-3} = 19,2$$

Qual será a banda passante?

$$2 \Delta f \text{ (banda passante)} = \frac{f_o}{Q}$$

$$Q = \frac{R_p}{\omega L} = \frac{4270}{177} = 24$$

$$2 \Delta f = \frac{60}{24} = 2,6 \text{ MHz.}$$

Portanto, aproveitando-se as capacitâncias parasitas do circuito para ressoar com uma bobina na placa da válvula, conseguimos um ganho de 19,2 vezes com uma largura de faixa de 2,5 MHz. Isto quer dizer que a 60 MHz o ganho será de 19,2 MHz e cairá 3 db a cada lado, que corresponde  $60 - 1,25 = 58,75 \text{ MHz}$  e  $60 + 1,25 = 61,25 \text{ MHz}$ .

O ganho a 58,75 MHz e 62,25 MHz será então  $19,2 \times 0,707 = 13,5$ .

O produto ganho/banda passante é uma constante que não podemos alterar, assim, se o estágio proporcionar alto ganho com faixa estreita o ganho cairá quando ampliarmos a faixa.

Os amplificadores destinados a sinais de televisão devem proporcionar além do ganho necessário banda passante suficiente larga para dar passagem a toda extensão de gama de frequência necessária. Se o amplificador for destinado a um único canal esta banda será de, no mínimo, 6 MHz a 6 db ou, de preferência, 3 db apenas. Se o amplificador for mais seletivo, a imagem fatalmente será prejudicada.

Deve ser notado que quando falamos em 6 MHz a 3 db estamos nos referindo ao total do amplificador e não apenas a um estágio; assim, se um estágio proporciona 3 db de atenuação nos extremos da faixa e havendo 3 estágios em cascata a atenuação total será de  $3 \times 3 = 9 \text{ db}$ . A banda passante total será de 6 MHz a 9 db.

(Cont. na pág. 81)



# A Solução

Milton Lowens  
de RADIO-ELECTRONICS

Num circuito simples como este havia muito pouca coisa que pudesse causar a completa inversão da imagem. Uma vez que as tensões eram essencialmente normais, a possibilidade de defeito no oscilador vertical podia ser excluída. A tensão negativa na grade era uma evidência de que o estágio estava operando, ao passo que a imagem estável indicava que a frequência do oscilador era correta. Por exclusão, restavam somente o transformador de saída vertical (TSV) e o estágio de saída vertical, constituído de resistores nos circuitos de grade e catodo, além da válvula. Aliás, tão logo se instalou um novo TSV essa tese foi provada. Mas o que faria com que o transformador velho, uma unidade simples, atuasse dessa forma? Eu estava decidido a descobri-lo.

Estudei o esquema todo e redesenhei a porção vinculada ao estágio de saída vertical, sob forma simplificada (Fig. 1). O sentido do fluxo de elétrons era, naturalmente, da placa para o +B, através do enrolamento. No terminal inferior do transformador (fio preto) deveriam se desenvolver pulsos negativos que extinguiriam as linhas de retraço. Entretanto, já que a remoção dos pulsos produzia um efeito precisamente oposto daquele

que era de se esperar, isso indicava claramente, mesmo sem o osciloscópio, que os pulsos eram positivos. Ao associar essa indicação com o fenômeno da imagem invertida, só era possível uma única conclusão: o sentido do fluxo de elétrons através dos enrolamentos deve ter sido invertido! Francamente, eu não via como isso poderia acontecer, porquanto os elétrons não podem fluir da placa para o catodo, pelo menos de acordo com a velha teoria que tenho ensinado aos meus alunos. Uma outra razão por que encomendei um TSV novo era o fato de ter constatado que as leituras de resistência do enrolamento eram incorretas e erráticas. Enquanto aguardava o novo TSV, efetuei uma autópsia da

unidade suspeita. Era demasiadamente grande o número de técnicos competentes que me haviam persuadido a desistir, afirmando ser esse "o defeito que não poderia acontecer".

Para começar, desmontei a carcaça e retirei o núcleo. Em seguida, vagarosa e muito cuidadosamente, descolei das espiras as camadas exteriores constituídas de tecido isolante. Ei-lo! Uma minúscula mancha carbonizada sob o fino fio esmaltado, no lugar onde este cruzava com as espiras a fim de ganhar o fio terminal exterior azul (Fig. 2). Diretamente sob esse fino fio, separado por uma delgada película de plástico transparente, ficava a última camada do enrolamento que demandava o fio terminal preto. Dessa for-

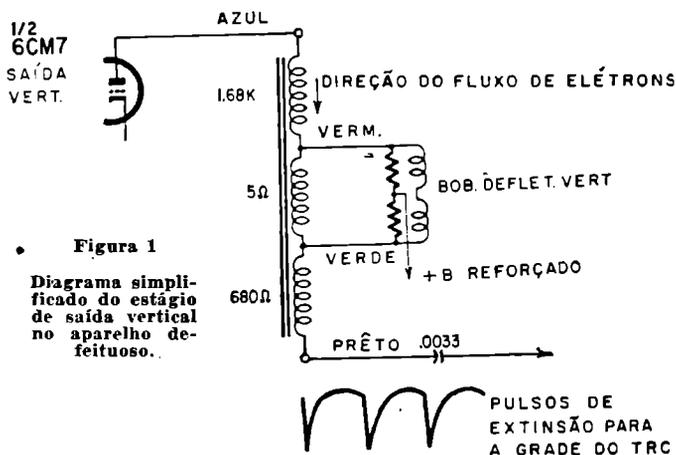


Figura 1  
Diagrama simplificado do estágio de saída vertical no aparelho defeituoso.

ma, existia entre os extremos do enrolamento todo uma isolação de apenas décimos de milímetro, destinada a suportar tão-somente a relativamente pequena diferença de potencial entre duas camadas contíguas, mas absolutamente insuficiente para isolar um pulso agudo de alta tensão que se desenvolvia entre aqueles extremos. Não é de se admirar que a ruptura tenha ocorrido! A apenas 0,5 cm distante estava um pedaço de espagete que teria evitado a ruptura, mas infelizmente nem o espagete nem o fio estavam nos devidos lugares. E isso foi o suficiente para provocar todo o problema.

Conforme mostra a Fig. 3, a ruptura causava de fato um curto-circuito do enrolamento todo. O calor gerado havia soldado ao terminal azul o fio do enrolamento que ia ligado ao terminal preto. Ao mesmo tempo, a extremidade do enrolamento que estava normalmente ligada ao terminal verde havia se rompido. Conseqüentemente, o efeito era exatamente como se a ligação do transformador tivesse sido invertida, produzindo como resultado uma inversão tanto da imagem como da polaridade dos pulsos extintores de retraços. A imagem apresentava altura insuficiente, porque no enrolamento compreendido entre os terminais verde e preto existem menos espiras do que naquele entre vermelho e azul.

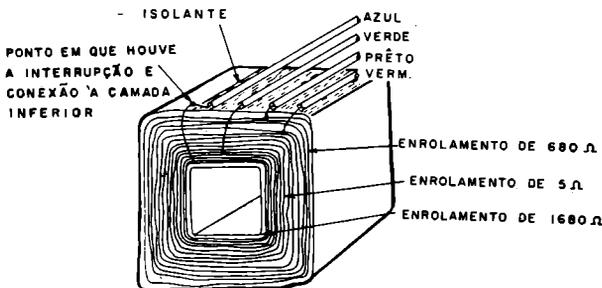


Figura 2

O que aconteceu ao transformador de saída vertical.

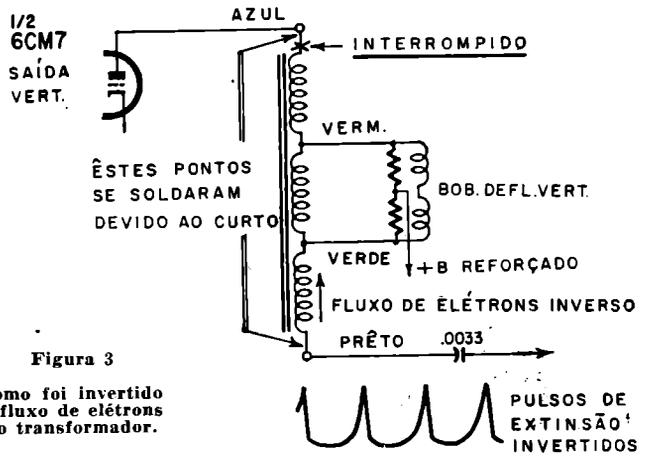


Figura 3

Como foi invertido o fluxo de elétrons no transformador.

Assim, o problema estava finalmente resolvido.

"Hei! Parado!" Poderá o leitor contestar. "E a imagem virada de costas? Qual era a sua causa?"

Bem, êsse defeito constituiu, também para mim, um enigma por muito tempo. O aparelho estava consertado, o freguês estava feliz e eu também; eu lavrei um tento e fui muito bem pago. Normalmente eu ficaria satisfeito com a simples entrega do televisor consertado ao seu dono, mas desta vez lembrei-me do técnico da Magnavox que me havia pedido insistentemente que "Se o sr. conseguir achar a causa do defeito informe-me, sim?"

Bem, para terminar: Você alguma vez já viu um dobramento vertical na parte inferior da imagem chamado "levanta-saia"? Na próxima vez que o vir, estude-o bem de

perto. Você notará que a imagem dá a impressão de que está sendo projetada sobre um filme transparente cuja extremidade inferior se enrolou na sua direção. A imagem fica de cabeça para baixo e de costas na região enrolada. Agora imagine a bainha de uma saia de verdade sendo levantada; o padrão impresso na parte externa do vestido começará a ser visto de ponta cabeça e ao contrário. Agora imagine a saia sendo levantada mais e mais, até que esteja completamente levantada. Que veremos então? Depende da imaginação de cada um, é claro, mas o bom técnico veria o que eu vi no televisor defeituoso, ou seja, uma imagem (ou padrão) de ponta cabeça e invertida.

Efetivamente, a inversão total de fase vertical redonda no dobramento vertical total, o que não só inverte a imagem de cabeça para baixo, como também da esquerda para a direita. Como se vê, não havia nada de irregular com a deflexão horizontal. Se você não acredita, experimente inverter os fios que demandam as bobinas defletoras verticais no próximo aparelho que lhe chegar às mãos.

Mas não se esqueça de voltá-los à posição normal antes de entregar o aparelho ao cliente.

# Carregador Controlado Para Acumuladores de 12 Volts

do "Electronics Components Hobby Manual", da General Electric

Sem dúvida os carregadores de bateria sempre despertam o interesse dos leitores; o carregador controlado que apresentamos neste artigo, apesar de simples, é altamente eficiente e de custo relativamente baixo.

A característica que merece maior destaque neste carregador é o fato de ele se desligar automaticamente quando o acumulador estiver completamente carregado. No caso do

acumulador permanecer ligado ao carregador e sua carga cair, o carregador liga-se automaticamente até completar novamente a carga; esta característica torna o dispositivo ideal para manter fontes de emergência permanentemente prontas para serem utilizadas. Nas aplicações mais usuais, como é o caso do carregamento de baterias de automóveis, barcos, etc., este carregador permite grande econo-

mia de tempo e evita danos causados por sobrecargas.

O circuito principal de carga consiste de uma fonte básica de C.C., em onda completa com derivação central, e de RCS1, em série com o acumulador e atuando como chave automática. Enquanto a tensão do acumulador for baixa, o RCS1 recebe um sinal de porta através do resistor R2 e do diodo CR2. O RCS1 pode, assim, ligar-se durante cada ciclo da tensão de alimentação, permitindo o fluxo de corrente para carga do acumulador. Entretanto, quando a tensão do acumulador se aproxima do valor de plena carga, a tensão desenvolvida através de C1 torna-se suficiente para comutar o RCS2 através do diodo Zener CR1. Neste ponto a tensão disponível no ponto A (porta do RCS1) cai súbitamente a um valor inferior ao da tensão da bateria devido à ação do divisor de tensão constituído por R2 e R3. Desta maneira o RCS1 não recebe sinal positivo de porta e não pode, portanto, comutar-se para a condução. Cessa, então, a carga do acumulador, até que ele se descarregue novamente.

O único ajuste neste carregador é feito por intermédio do potenciômetro R1; este potenciômetro determina com que tensão da bateria (sob

(Cont. na pág. 80)

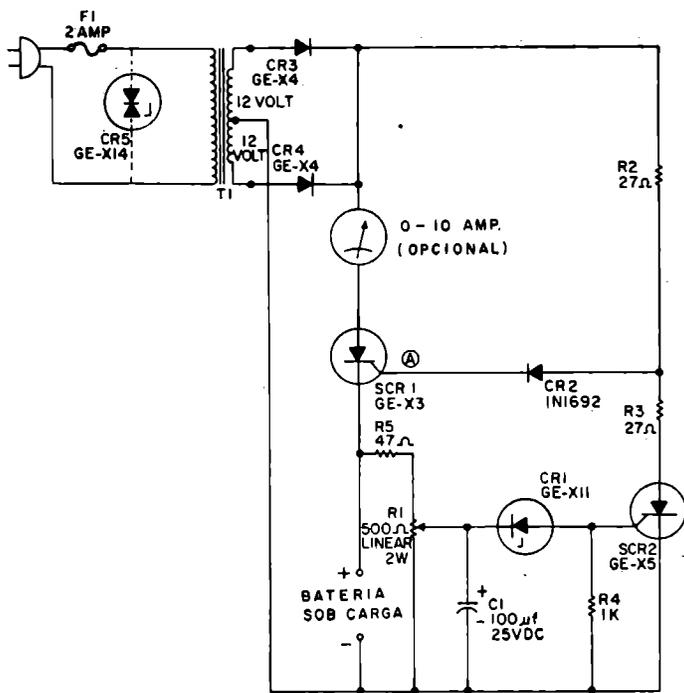


Figura 1

Diagrama esquemático do carregador controlado para acumuladores de 12 volts.

# Sistemas e Qualidades de Cápsulas Fonocaptoras

Leonard Silke  
de RADIO-ELECTRONICS

Talvez o componente menos considerado num sistema de música seja a cápsula. E, no entanto, a reprodução do som tem aí seu início. A cápsula cabe a função extraordinariamente delicada de transformar as ondulações bastante complexas do sulco de um disco em débil corrente elétrica, que o amplificador elevará a níveis capazes de excitar o alto-falante. Isto não é nada fácil de ser realizado, levando-se em conta a apreciável faixa de informações gravada no sulco de um disco estereofônico. Com dois canais de informação, gravados em duas paredes opostas, a agulha deve poder mover-se livremente até qualquer ponto situado em um ângulo de 180°, transversalmente ao sulco.

Na transformação deste movimento mecânico em sinal elétrico ocorrem algumas perdas, pois nenhuma cápsula é um transdutor perfeito. E não há duas cápsulas capazes de produzir sons exatamente iguais, mesmo entre as de manufatura dita "idêntica".

Neste artigo examinaremos quatro novas cápsulas, cada uma delas foi selecionada como representativa de um tipo diferente de sistema de transdução.

A teoria elétrica básica nos informa que movendo-se um

ímã perto de um enrolamento, iremos gerar uma tensão. Duas das quatro cápsulas pertencem a esta variedade magnética. É possível gerar uma tensão usando-se ímã estacionário e enrolamento móvel, ímã móvel e enrolamento fixo, ou ímã e enrolamento estacionários.

Como obter sinal quando ambos os componentes estiverem estacionários? Qualquer ímã tem, ao seu redor, uma área que é afetada pelo seu

campo. Um pedaço de ferro colocado no interior desse campo irá adquirir as propriedades de um ímã. Qualquer movimento do ímã, em presença de um enrolamento, irá gerar sinal de um certo valor.

A cápsula ADC-10E representa uma aplicação deste princípio. Um ímã fixo permanente magnetiza, por indução, um pequeno anel de ferro. Este anel fica situado na extremidade da agulha oposta à ponta; é movido entre dois

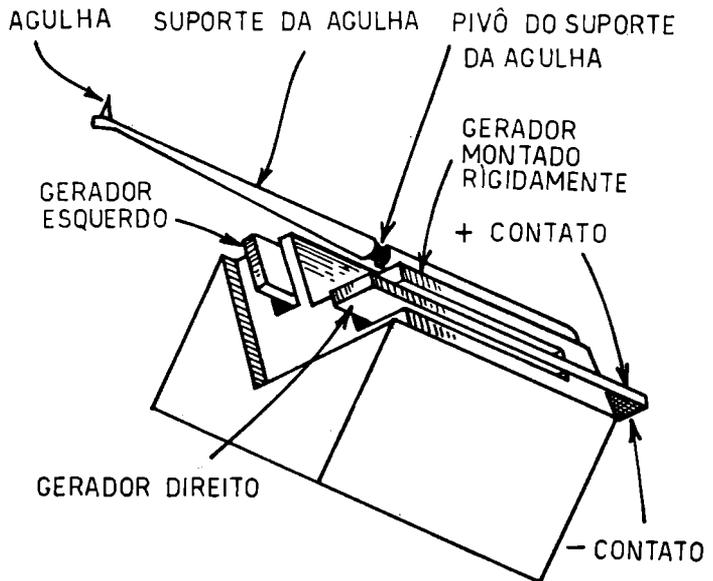


Figura 1

Geradores de estado sólido (cristais piezelétricos, em verdade) requerem barra de agulha longa, para poderem receber quantidade suficiente de "amplificação" mecânica — típica da cápsula "sólida" (cristal ou cerâmica).

pólos e seu movimento está em relação direta com o da agulha.

A Stanton 581EL é a mais moderna cápsula a utilizar o conhecido princípio do ímã móvel. O ímã está fixado à extremidade da agulha oposta à ponta, e seu movimento guarda relação direta com o sulco gravado.

Em algumas cápsulas, a barra móvel da agulha é acoplada diretamente a um par de enrolamentos-miniatura. Estes giram nas proximidades de um ímã fixo.

O magnetismo não é o único meio de se excitar um transdutor. Cápsulas não-magnéticas estão em uso há bastante tempo. A popular e pouco dispendiosa cápsula de cristal, ou piezelétrica, é provavelmente o tipo mais usado em toca-discos.

Somente há pouco tempo, contudo, as cápsulas não-magnéticas tomaram uma auréola de respeitabilidade semelhante à dos tipos magnéticos. Os problemas principais foram peso e rigidez. As cápsulas piezelétricas operam exercendo-se pressão sobre uma substância cristalina, que gera eletricidade ao ser flexionada. Até há bem pouco tempo, a força necessária para flexionar os elementos era considerável. As cápsulas eram grandes e rígidas. A fim de obter deformação suficiente, para produzir um sinal razoável, era necessário utilizar-se barras de agulha longas e pesadas.

O nível de saída, nestes tipos, é geralmente alto. Além disso, a cápsula piezelétrica é bastante sensível à amplitude; isto é, sua tensão de saída depende da distância que a agulha percorre ao mover-se de um lado a outro no sulco. Em contraste, uma cápsula magnética gera uma tensão que é proporcional à velocidade da agulha. Isto significa que a cápsula piezelétrica é

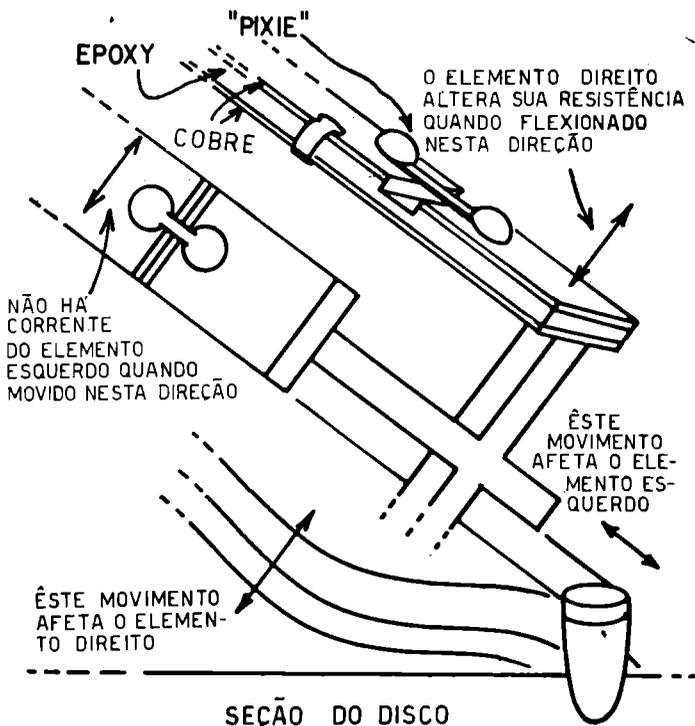


Figura 2

Outra cápsula com componentes de estado sólido — uma unidade de CC modulada — utiliza pequenas pastilhas de silício, cuja resistência varia com o movimento da agulha.

auto-equalizadora, ao passo que a magnética requer equalização externa. Há uma segunda vantagem inerente a cápsulas não-magnéticas: elas não captam zumbido induzido por motores ou transformadores próximos, simplificando, assim, a montagem.

Tendo em mente as considerações anteriores, decidimos testar em primeiro lugar a Grado B (fig. 1). Esta cápsula emprega um par de geradores piezelétricos projetados para fornecerem resposta semelhante à dos geradores magnéticos. A Grado B, portanto, necessita equalização externa da mesma forma que a cápsula magnética. Difere, ainda, do tipo usual de cápsula piezelétrica porque sua tensão de saída é tão baixa quanto à da maioria das cápsulas magnéticas; requer, portanto, um preamplificador.

Uma cápsula não-magnética pode ter peso menor que o

de uma unidade magnética; a Grado B pesa 3,5 g, enquanto que uma unidade magnética típica pesa de 6 a 10 g. A massa reduzida na extremidade do braço da agulha tornará mais fácil a esta seguir perfeitamente o sulco, especialmente se o disco estiver empenado.

Até aqui, as cápsulas mencionadas possuem uma face em comum: todas elas são geradores elétricos — transformam o movimento mecânico do conjunto da agulha em sinal elétrico equivalente.

Desde que existem as cápsulas, tentativas têm sido feitas no sentido de criar unidades não-geradoras. A alternativa, por certo, é utilizar o movimento da agulha para modular uma tensão gerada externamente. A unidade mais recente, deste tipo, é a nova Euphonics CK-15-LS. Esta cápsula requer uma fonte de alimentação transistorizada ex-

terna para fornecer a tensão CC fixa que será modulada pelo movimento de flexão aplicado aos dois semicondutores.

O movimento da agulha é transmitido a dois elementos ultraminiatura de silício (fig. 2) chamados "Pixies". Quando flexionados pelo movimento da agulha no sulco, a resistência dos mesmos se altera. Esta variação de resistência afeta a saída de CC da fonte de alimentação. Ainda desta vez, a montagem não-magnética proporciona cápsula mais leve (2 a 3 g).

Descrevemos, assim, os quatro tipos: a Euphonics, um modulador de tensão; a Grado B, um gerador no estado sólido (piezelétrico); a ADC-10E, um gerador com ímã induzido; e a Stanton 581EL, um gerador com ímã móvel. Quatro cápsulas com quatro princípios diferentes de operação — as quatro, mesmo assim, preenchendo as mesmas finalidades.

Os audiófilos têm-se empenhado em discussões intermináveis sobre os méritos relativos desses sistemas. Nosso objetivo ao testá-los foi determinar se um tipo básico de projeto de cápsula é capaz de fornecer uma qualidade característica e perfeitamente identificável. Não queremos dizer com isto que as cápsulas escolhidas para estes testes sejam necessariamente melhores que as demais. Foram escolhidas por representarem inúmeras tentativas de reproduzir o som tal e qual o originalmente gravado.

Tôdas as cápsulas, com exceção de uma, possuem agulhas elípticas. A exceção é a Grado B, de agulha cônica, mas que pode ser encontrada com agulha elíptica.

As cápsulas foram montadas e ajustadas a um braço Empire 980. A Euphonics não pode operar sem uma fonte de alimentação entre a cápsula e o preamplificador (ou equipamento de medição). A fonte

possui uma chave tipo alavanca em que uma das posições corresponde a uma saída com características similares às de uma cápsula magnética (BAIXO), e a outra posição fornece uma saída RIAA compensada de 0,5 volt (ALTO). Todos os nossos testes foram efetuados com a chave na posição BAIXO.

Nos testes de audição as cápsulas foram tôdas submetidas a condições idênticas. Usamos sempre o mesmo amplificador estereofônico, preamplificador e par de alto-falantes em todos os testes de audição e medidas. Cada cápsula foi usada para reproduzir o mesmo conjunto de discos.

#### Os testes

1 — SAÍDA — O disco para teste, STR-100, foi gravado nos laboratórios da CBS. A saída provém de um sinal de 1 000 Hz, velocidade "standard", gravado primeiramente no canal da esquerda e, depois, no da direita. A alta saída da cápsula Euphonics foi capaz de sobrecarregar algumas entradas transistorizadas (e a válvula). O teste de saída não fornece necessariamente uma indicação qualitativa.

2 — MÍNIMA FORÇA NECESSÁRIA PARA SEGUIR O SULCO (RASTREIO) — Foi determinada por vários fatores. O valor final contém um coeficiente de segurança. Não é absolutamente o valor mínimo da força; é a intensidade da força que permitirá à agulha seguir perfeitamente o sulco — com um braço leve, de bom desempenho e alta qualidade — da grande maioria dos discos. Alguns discos poderão exigir menor força; outros, maior. No presente caso, contudo, é melhor errar a favor da segurança. Usar o dobro da força requerida é melhor do que usar um valor que esteja mesmo ligeiramente abaixo do necessário. Contra-

riamente ao que se acredita, braços com massa insuficiente causarão graves danos aos discos por causa da trepidação da agulha no sulco. O acréscimo em desgaste devido a um excesso de força razoável é insignificante.

3 — COMPORTAMENTO DINÂMICO — É a medida do comportamento quando em uso. Não está relacionado aos valores de comportamento estático comumente citados em propaganda. Os valores parecem mostrar a falta de objetividade do destaque que se procura dar à compliância da cápsula. Aparentemente, a larga faixa de valores anotados quase não afeta o desempenho da cápsula. Novamente, foi usado um disco da CBS — o STR 111.

4 — DISTORÇÃO POR INTERMODULAÇÃO — Medido com o mesmo disco citado acima. Os valores + 9 db representam níveis mais altos de modulação em relação ao valor mínimo. O ponto +6 db representa uma leitura típica dos níveis médios de gravação. A distorção da resposta lateral não é sempre idêntica à distorção da resposta vertical. Ambos, no entanto, são importantes em reproduções estereofônicas.

Os valores +9 db estão incluídos para indicar o que acontece com um disco altamente modulado. Estes valores podem ser insignificantes devendo, portanto, ser computados no fator de segurança da cápsula.

5 — RESPOSTA DE FREQUÊNCIAS E SEPARAÇÃO DE CANAIS — Observe-se que picos ou vales generalizados nos extremos de resposta dos gráficos podem ser corrigidos pelos controles de tom. Observe-se também que alguns picos correspondentes aos graves acham-se presentes no disco de teste (CBS, STR-100).

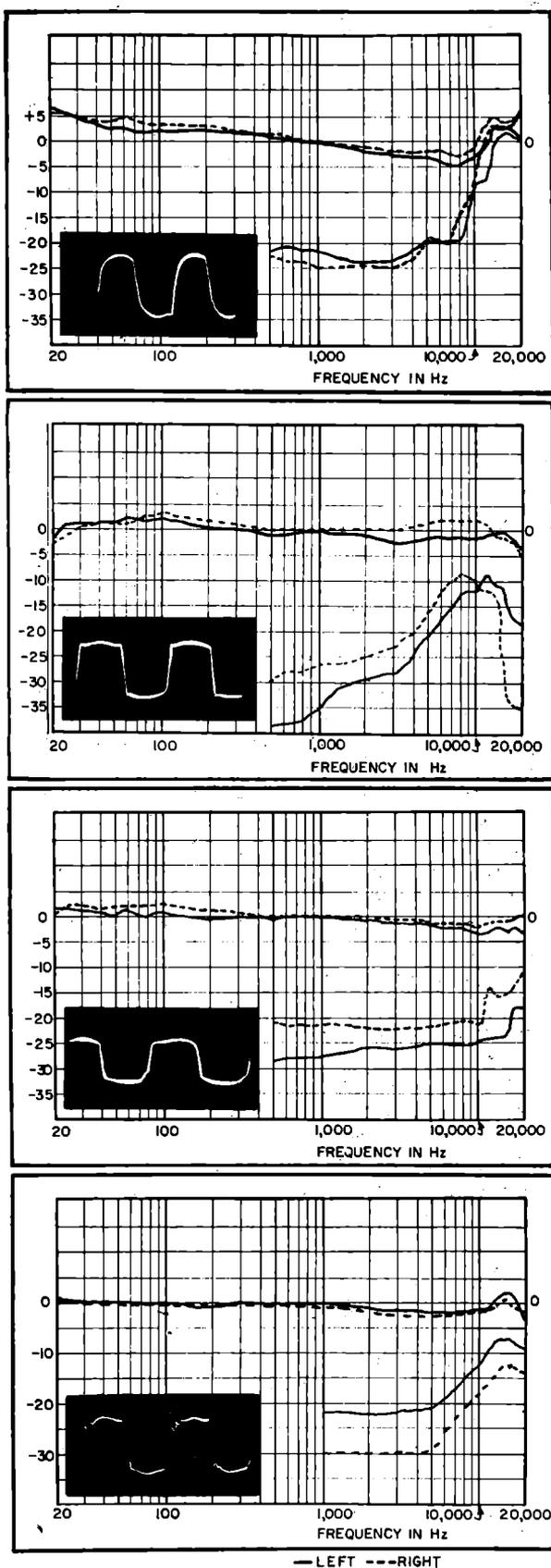
A separação entre canais, em decibéis, não chega a ser tão importante quanto à linearidade. A perda relativa na separação entre os 500 e os 10 000 Hz é particularmente importante. Quanto mais gradual for essa perda (ela está sempre presente) melhor o estéreo. É digno de nota, também, que tôdas as cápsulas testadas tiveram um excelente efeito subjetivo de estéreo nos testes de audição.

Talvez o fato mais surpreendente tirado destas avaliações foi que os sistemas testados, embora divergentes, produziram qualidade sonora quase idêntica. As diferenças registradas foram verdadeiramente pequenas. Três categorias foram escolhidas para descrever, de forma geral, o som produzido pelas cápsulas: brilhante, neutro e abafado. Nenhuma das cápsulas testadas caiu na última categoria. Nem mesmo uma rápida verificação das curvas de resposta revelou falhas na resposta à altas frequências. A ADC foi a que produziu som mais neutro. A Euphonics tendeu para brilhante. A Grado B e a Stanton situaram-se numa categoria intermediária em relação às anteriores. A Euphonics e a Grado B soaram um tanto desagradavelmente aos ouvidos em discos com surtos rápidos de altas frequências. Contudo, isso é algo que poderia ser corrigido por sistemas adequados de alto-falantes. Em matéria de som, qualquer uma das cápsulas examinadas merece figurar nos melhores sistemas musicais.

(Cont. na pág. 80)

Figura 3

Medidas de resposta de frequência (curvas superiores) e de separação de canais (curvas inferiores) dos quatro tipos de cápsulas examinadas. As linhas contínuas representam o canal da esquerda, e as interrompidas, o da direita. As cápsulas são: Euphonics CK-15-LS (em cima, à esquerda); Grado B (em cima, à direita); ADC-10E (em baixo, à esquerda) e Stanton 581EL (em baixo, à direita). As configurações de osciloscópios mostram o comportamento das cápsulas no teste de 1 000 Hz.



# Amplificadores de Audiofreqüência e Realimentação Negativa

## 2ª Parte

Waldyr Chaves \*

### AS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE PLACA

É imprescindível ao técnico que deseja conhecer com certa firmeza o funcionamento das válvulas saber interpretar as curvas publicadas nos manuais; principalmente a que denominamos de família de curvas de placa por ser, para o caso presente, a mais útil e, portanto, a que maior proveito podemos tirar. Com o auxílio dessas curvas podemos conhecer com certa rapidez os principais parâmetros da válvula, isto é, a condutância mútua, a resistência de placa e o fator de amplificação. Podemos também conhecer as condições estáticas de funcionamento e ainda traçar a reta de carga e levantar a amplificação efetiva e a distorção total resultante.

Quem nunca tomou contato com as curvas típicas das válvulas, publicadas pelos manuais, principalmente a curva de placa (ou anodo), certamente ficará surpreendido com tamanha utilidade que prestam as mesmas. Vejamos como trabalham e tiremos proveito delas.

Na figura 6 ilustramos uma família de curvas de placa, similar às que são publicadas pelos manuais de válvula. Corresponde ela à válvula 6SL7 (cada metade). Cada curva representa um determinado valor de polarização

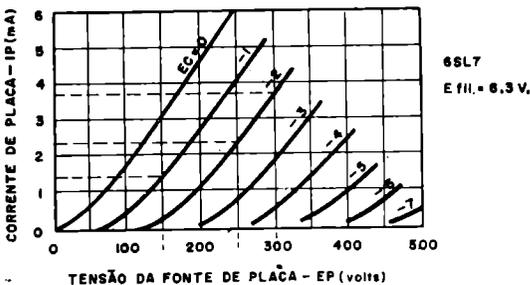


Figura 6

Família de curvas de placa de uma seção da 6SL7.

de grade; nas abscissas se indicam as tensões da fonte de alimentação de placa e nas ordenadas as correntes instantâneas de placa. Se levantarmos uma reta desde a tensão da fonte de placa até tocar a tensão correspondente de polarização de grade e seguirmos deste ponto para a esquerda, na horizontal, vamos ter nas ordenadas o valor da corrente de placa correspondente. Por exemplo, fixando-se 250 volts como tensão de placa e tomando-se -2 volts de polarização negativa de grade podemos ler 2,3 miliampères nas ordenadas, que corresponde à intensidade de corrente de placa para aquela tensão de anodo e com uma polarização na grade de menos 2 volts.

Para 300 volts e ainda -2 volts de grade a corrente de placa será de aproximadamente 3,7 miliampères. Com 150 volts e -1 volt de grade lemos 1,4 miliampères de corrente de placa.

Para calcular os 3 parâmetros de uma válvula, usamos as seguintes fórmulas:

$$\text{Condutância mútua, } G_m = \frac{\Delta IP}{\Delta EG}$$

$$\text{Resistência de placa, } r_p = \frac{\Delta EP}{\Delta IP}$$

$$\text{Fator de amplificação, } \mu = \frac{\Delta EP}{\Delta EC}$$

Na figura 7 temos a mesma família de curvas e vamos com ela demonstrar como podemos achar  $G_m$ ,  $r_p$  e  $\mu$  da válvula. Para acharmos a resistência de placa ( $r_p$ ) traçamos uma reta que seja tangente ao ponto de trabalho.

Esta reta é a A-B que traçamos no ponto

\* da Indústria Eletrônica Stevenson S/A.

correspondente à polarização de  $-2$  volts na grade. Como  $r_p$  é dado por  $\frac{\Delta EP}{\Delta IP}$  para uma

tensão constante de grade, temos:

De ponta a ponta da reta traçada, isto é, nos pontos A e B, na vertical, corresponde nas abscissas 150 volts e 260 volts, e na horizontal corresponde nas ordenadas 0 e 2,3 mA.

Calculamos:

$$\Delta EP = 265 - 150 = 115 \text{ volts}$$

$$\Delta IP = 2,3 \text{ mA}$$

$$r_p = \frac{\Delta EP}{\Delta IP} = \frac{115}{2,3} \times 10^3 = 50\,000 \text{ ohms}$$

Calculamos o fator de amplificação ( $\mu$ ). Já sabemos que  $\mu = \frac{\Delta EP}{\Delta EC}$  para uma corrente de placa (IP) constante.

Assim, a reta na horizontal que está marcada  $\frac{\Delta EP}{\Delta EC}$  toca os pontos de  $E_c$  em  $-1$  e  $-3$  volts.

Daqueles pontos, descendo-se na vertical, encontramos nas abscissas, correspondendo à tensão de placa (pontos C e D), os valores 137,5 volts e 260 volts.

Calculamos:

$$\Delta EP = 260 - 137,5 = 122,5 \text{ volts}$$

$$\Delta EC = 3 - 1 = 2 \text{ volts}$$

$$\mu = \frac{\Delta EP}{\Delta EC} = \frac{122,5}{2} \approx 61$$

Finalmente vejamos a condutância mútua. Já vimos que  $GM = \frac{\Delta IP}{\Delta EC}$  para uma tensão de

alimentação de placa constante. A reta na vertical que estabelecemos, marcada  $\frac{\Delta IP}{\Delta EC}$ , toca

nos pontos de  $-1$  e  $-3$  de polarização de grade, e na horizontal, correspondendo à corrente de placa, temos 0,15 mA e 2,55 mA.

Calculamos:

$$\Delta EC = 3 - 1 = 2 \text{ volts}$$

$$\Delta IP = 2,55 - 0,15 = 2,4 \text{ miliampères}$$

$$G_m = \frac{\Delta IP}{\Delta EC} = \frac{2,4}{2} \times 10^{-3} = 1,2 \times 10^{-3}$$

ohms = 1 200 micromhos. Portanto, no ponto de trabalho elegido para a válvula 6SL7, conforme a nossa construção gráfica, encontraremos:

$$r_p = 50\,000 \text{ ohms}$$

$$\mu = 61 \text{ vezes}$$

$$G_m = 1\,200 \text{ } \mu\text{mhos.}$$

O leitor deve ter em mente que, devido às condições de certa ailinearidade das curvas, em cada ponto de trabalho elegido, e ainda o cuidado tomado para o levantamento das leituras, os parâmetros mudam de valor, isto é, se tomarmos  $G_m$ ,  $r_p$  e  $\mu$  em outro ponto de trabalho os valores não terão que ser obrigatoriamente o que acabamos de encontrar. Por exemplo, para encontrarmos o que indica o manual para a 6SL7 e que anteriormente transcrevemos, isto é,

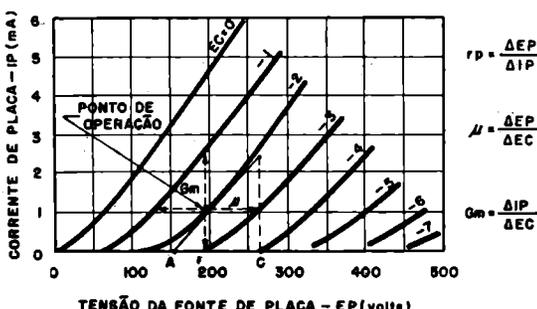


Figura 7

Procedimento para se determinar a resistência de placa, o fator de amplificação e a condutância mútua.

$$GM = 1\,600 \text{ } \mu\text{mhos}$$

$$r_p = 44\,000 \text{ ohms}$$

$$\mu = 70$$

temos que trabalhar no gráfico nas condições de trabalho correspondente, ou seja, EP 250 volts e traçar a tangente simetricamente no ponto de  $-2$  volts de EC e na altura da tensão acima.

Traçamos a linha tangente ao ponto de trabalho (naturalmente se a curva característica for absolutamente reta, não teremos que traçar tal linha e sim trabalhar nos prolongamentos da mesma. A linha traçada deverá ser de comprimento tal que forme distâncias iguais a partir do ponto de trabalho).

A linha tangente traçada, fechada nos 3 lados, formará um triângulo que indicará as 3 leituras —  $\Delta IP$ ,  $\Delta EP$  e  $\Delta EC$ .

Ao ser traçada a linha tangente deverá ser tomado todo o cuidado para, dar à mesma a inclinação verdadeira, pois a tendência será a de tirá-la da posição correta. Sobre este ponto voltaremos mais adiante, com alguns exercícios.

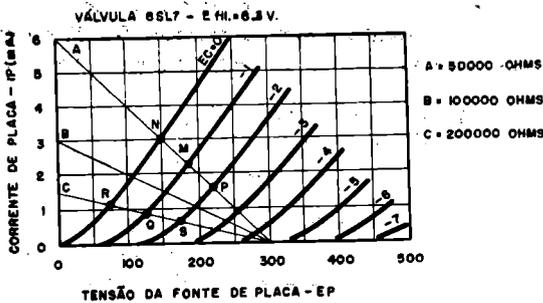


Figura 8

Curvas de placa com três retas de carga traçadas.

### COMO TRAÇAR A RETA DE CARGA

Para que a válvula entregue uma tensão amplificada é necessário que liguemos no circuito de placa uma resistência de carga. A amplificação será tanto maior quanto maior for o valor desta resistência (há, naturalmente, limites e condições ótimas para o valor da resistência de carga).

Para traçar a reta de carga nas curvas características de placa, tomamos na abscissa a tensão que corresponde à de alimentação ou +B. Em seguida dividimos esta tensão pelo valor da resistência de carga que desejamos e assim encontramos o valor de  $I_p$  nas ordenadas; unimos em seguida ambos os pontos por meio de uma reta.

Vejamus a figura 8, onde novamente mostramos as curvas características da 6SL7. Suponhamos que desejamos traçar 3 retas de carga; para 50 000, 100 000 e 200 000 ohms; a tensão de +B é de 300 volts.

Estabelecemos:

$$\text{para } 50 \text{ K ohms } \frac{300}{50\,000} = 6 \text{ mA}$$

$$\text{para } 100 \text{ K ohms } \frac{300}{100\,000} = 3 \text{ mA}$$

$$\text{para } 200 \text{ K ohms } \frac{300}{200\,000} = 1,5 \text{ mA}$$

A partir de 300 volts, nas abscissas, unimos 3 retas a 6,3 e 1,5 mA que correspondem às cargas de 50, 100 e 200 K ohms, são as linhas A, B e C.

Na figura 9 vemos a válvula com a resistência de carga —  $R_c$  — ligada convenientemente.

O "mecanismo" da amplificação ocorre pelo fato de variarmos a tensão de grade —  $E_c$  — acima e abaixo do ponto de operação, de acordo com a tensão de pico aplicada. Se na placa

temos ligado um resistor (resistência de carga —  $R_c$ ), aparecerá sobre o mesmo uma queda de tensão variável, pois a flutuação da polarização de grade faz a corrente de placa variar igualmente e na proporção direta com a sua condutância mútua.

Vejamus as figuras 8 e 9 e a dedução do funcionamento estudado na própria família de curvas (fig. 8). Se o resistor de carga fosse igual a zero, ou seja, se a fonte de +B estivesse ligada diretamente à placa da válvula, não haveria nenhuma queda de tensão e todo o potencial de +B estaria aplicado diretamente na placa da válvula. Lógicamente uma linha traçada na curva para representar esta condição teria que ser na vertical, perpendicular à linha das abscissas. A válvula não amplificaria nada. Ao contrário, sendo o resistor de carga de valor infinito, a corrente circulante muito logicamente seria zero, pois o circuito estaria aberto; nenhum potencial aparecerá na placa da válvula. A linha de carga para representar esta condição seria traçada na base das abscissas; também nada de prático resultaria para o funcionamento que queremos da válvula. Vejamus agora com valores normais de  $R_c$ . Em primeiro lugar suponhamos a válvula funcionando com  $R_c = 50\,000$  ohms (reta de carga A da figura 8). Suponhamos ainda que fixamos o ponto de trabalho em -1 volt de polarização de grade — ponto M, marcado na curva. Se aplicarmos 1 volt de pico na grade da válvula, a polarização instantânea oscilará entre:

$$\text{No pico positivo} = -1 + 1 = 0 \text{ volt (ponto N)}$$

$$\text{No pico negativo} = -1 + (-1) = -2 \text{ volts (ponto P)}$$

A tensão de placa oscilará entre:

$$\begin{aligned} \text{No ponto N} &= 150 \text{ volts} \\ \text{No ponto P} &= 220 \text{ volts.} \end{aligned}$$

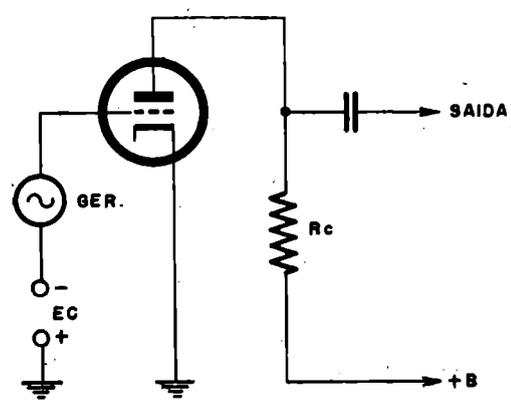


Figura 9

Válvula com resistor de carga ( $R_c$ ) ligado ao circuito.

A diferença entre as leituras dará:

$$\Delta EP = 220 - 150 = 70 \text{ volts.}$$

Na grade tivemos 0 e -2 volts. logo

$$\Delta EC = 2 \text{ volts.}$$

Já podemos calcular a amplificação efetiva da

$$\text{válvula que tiramos de } A = \frac{\Delta EP}{\Delta EC} = \frac{70}{2} = 35 \text{ vezes.}$$

Vejam os em seguida com  $R_c$  de 200 000 ohms — reta c da figura 8. Vamos conservar a mesma polarização de grade para o ponto de trabalho, isto é, -1 volt (ponto Q assinalado na curva). Com a mesma excitação em grade que no caso anterior, a polarização instantânea oscilará entre os pontos R e S. As tensões de placa serão, respectivamente, 72 e 173 volts.

$$\Delta EP = 173 - 72 = 101 \text{ volts}$$

$$\Delta EC = 2 - 0 = 2 \text{ volts.}$$

$$\text{Amplificação efetiva } \frac{101}{2} = 50,5 \text{ vezes.}$$

Assim, aumentando-se o valor de carga de 50 000 para 200 000 ohms, o ganho passou de 35 para 50,5 que confirma o que já ressaltamos anteriormente, isto é, o ganho será tanto mais elevado quando maior for o valor de  $R_c$ .

Sobre isto não há nenhum mistério, pois, conforme pode ser observado no circuito equivalente da figura 3, a válvula forma um gerador tendo em série com a carga a sua resistência de placa. Assim, o sinal amplificado, recolhido na carga, passa pelo divisor de tensão formado pela resistência de placa da válvula e o resistor de carga propriamente dito. Então, quanto maior for  $R_c$  em relação a  $r_p$  menor será a tensão perdida em  $r_p$ . Se o resistor de carga for muitas vezes maior que a resistência interna da válvula, a amplificação efetiva será praticamente o  $\mu$  da válvula. Calculamos a amplificação, conforme já vimos mais atrás, pela fórmula

$$A = \frac{\mu \times R_c}{r_p + R_c}$$

Assim, se o resistor de carga for igual a  $r_p$ , a amplificação da válvula será igual à metade de  $\mu$ .

Voltando à figura 8, vamos mostrar em seguida como colocamos a válvula no ponto de operação. Seja para um resistor de carga de 50 000 ohms, e tomado no ponto M, isto é, com uma polarização de grade de -1 volt. Vemos que naquele ponto de operação, corresponde uma corrente de placa de aproximadamente 2,3 mA. O resistor de catodo será dado por

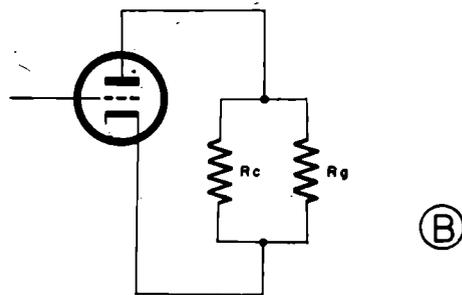
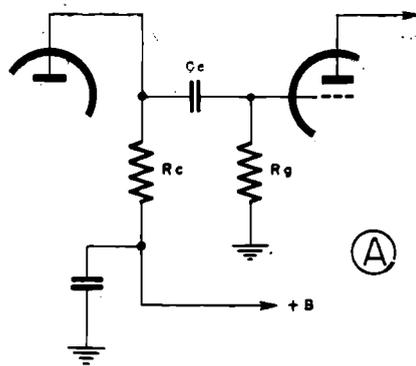


Figura 10  
Efeito do resistor de grade  $R_g$ .

$$R = \frac{E}{I} \quad R = \frac{1}{2,3} \times 10^3 = 435 \text{ ohms.}$$

Qual será a tensão de placa no ponto de operação? A figura 8 nos fornece prontamente. Desde o ponto M baixamos uma vertical até à linha base das tensões da fonte de placa e vemos 185 volts.

Assim, dos 300 volts da fonte, 185 ficarão aplicados na placa e o restante, ou seja  $300 - 185 = 115$  volts, cairão no resistor de carga.

Vejam para 200 000 ohms de carga.

O ponto de operação é aquele indicado por Q. A corrente de placa correspondente é de  $0,85 \times 10^{-3}$  mA; o resistor de catodo será  $\frac{115}{0,85} = 1180$  ohms. A tensão de placa será de 125 volts.

Para qualquer outro valor de carga e polarização de grade devemos proceder da mesma maneira.

Na figura 10 está mostrada a influência do resistor de grade da válvula seguinte que devemos ter em mente, pois ele estará em paralelo com a resistência de carga  $R_c$  e, em consequência, baixará o valor efetivo. Dois resistores em paralelo produzirão um valor inferior

ao menor dês. Portanto, a carga final para os cálculos deve ser a resultante de Rc e Rg em paralelo.

Geralmente o resistor de grade Rg é de valor muito elevado e se o resistor Rc for pequeno a influência será bem pequena. Na figura 10-B está o circuito equivalente, considerando-se desprezível a reatância do condensador de acoplamento — condição verdadeira, principalmente a partir das frequências médias.

Com a ajuda das curvas de placa podemos traçar nova carga resultante de Rc e Rg em paralelo e efetuar as operações de ganho, distorção, tensão máxima de saída, etc.

Na figura 11 está reproduzida a família de curvas de anodo da válvula 6SN7 (cada seção). A válvula 6SL7 que analisamos até agora representa um triodo típico de alto mu. Essas válvulas possuem geralmente resistência de placa acima de 30 000 ohms e fator de amplificação acima de 40.

A válvula 6SN7 é uma típica representante das válvulas de mediano mu. Não há nenhuma diferença na maneira de se operar e interpretar as curvas da 6SN7 ou outro qualquer triodo amplificador de tensão, são em tudo semelhante ao tipo que até aqui analisamos, isto é, a 6SL7; naturalmente as características de cada uma são distintas e é por isto justamente que elas existem; porém, a interpretação das características, maneira de traçar a reta de carga etc., é a mesma.

Na figura 11 traçamos 3 retas de carga A, B e C, respectivamente 22, 47 e 100 K ohms.

Se fixamos o ponto de trabalho em M, com Rc de 22 000 ohms e aplicamos 4 volts de pico na grade, a excursão de Ec irá de M a N e de M a P. As tensões de placa serão 92 volts e 207 volts.

$$\Delta EP = 207 - 92 = 115 \text{ volts}$$

$$\Delta EC = 8 \text{ volts}$$

$$\text{Ganho} = \frac{115}{8} = 14,3 \text{ vezes}$$

Pelos dados do manual, temos.

$$\text{Tensão de placa} = 250 \text{ volts}$$

$$\text{Tensão de grade} = -8 \text{ volts}$$

$$\text{Fator de amplificação} = 20$$

$$\text{Resistência de placa} = 7700 \text{ ohms}$$

$$\text{Condutância mútua} = 2600 \text{ micromhos}$$

$$\text{Corrente de placa} = 9 \text{ miliampères}$$

O leitor poderá confirmar que, pela figura 11, com -8 volts na grade e 250 volts em placa a corrente de placa é de exatamente 9 mA.

O fator de amplificação ( $\mu$ ) deve ser  $G_m \times r_p = 7700 \times 2600 \times 10^{-6} = 20$ .

Calculando-se o ganho pela fórmula já ensinada —  $A = \frac{\mu \times r_c}{r_c + r_p}$  teremos

$$A = \frac{20 \times 22 \times 10^3}{29700} = 14,8.$$

Com carga de 100 000 ohms (reta c).

Ponto de trabalho em -4 volts e 4 volts de pico na grade, as tensões de placa serão 35 volts e 165 volts.

$$\Delta EP = 165 - 35 = 130 \text{ volts}$$

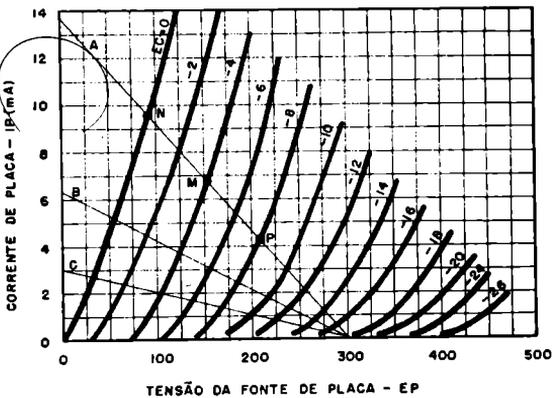
$$\Delta EC = 8 \text{ volts}$$

$$\text{Ganho} = \frac{130}{8} = 16,2$$

Assim a tensão de pico (corrente alternada) na placa será de  $16,2 \times 4 = 65 \text{ V}$ .

Note o leitor que esta será a tensão de PICO, pois corresponde à excitação de pico na grade. A tensão efetiva ou de RMS será  $65 \times 0,707 \approx 46 \text{ volts}$ .

Sobre o correto ponto de operação da válvula devemos esclarecer que ele não é rígido, podemos escolher o que mais nos convém, tendo em vista a distorção máxima permitida, a tensão de saída amplificada que necessitamos, etc. Se exigimos baixa distorção e podemos sacrificar o ganho e a excitação de grade, devemos escolher a parte mais linear da característica e limitar a excursão de grade; por exemplo, polarizar a grade com -4 volts e aplicar no máximo 2 volts de pico na entrada.



- A - Rc = 22 000 OHMS
- B - Rc = 47 000 OHMS
- C - Rc = 100 000 OHMS

Figura 11

Curvas de placa de 1/2 seção do triodo de mu médio 6SN7.

(continua no próximo número).

# As células de combustível Energia para o futuro

Eletricidade obtida da conversão direta do combustível.

Allen B. Smith  
de RADIO-ELECTRONICS

O novo e revolucionário tipo de bateria elétrica, recentemente anunciado pela Ford Motor Co., nada mais é do que um dos frutos do empenho desenvolvido pela Indústria na criação de uma unidade compacta capaz de fornecer energia "limpa", econômica e eficiente.

A necessidade de melhor energizar os engenhos espaciais, a demanda da Indústria para a criação de novos produtos e as entidades de combate à poluição do ar são alguns dos fatores que estão impulsionando a pesquisa e o desenvolvimento das células de combustível nos laboratórios dos países industrialmente avançados.

Mas o que são as células de combustível? Como são elas construídas? E são elas tão eficientes quanto outras fontes de energia? Haveria algum futuro para a eletricidade gerada quimicamente? Em caso afirmativo, quão longe estaria esse futuro?

Há muitos anos os pesquisadores possuem as respostas para esses quesitos, exceto para o último. Muitos de nós, porém, não sabemos bem sequer o que é, porque e como funciona uma célula de combustível, embora já nos idos de 1839 um inglês chamado Sir William Grove tenha esboçado a teoria do seu funcionamento. Aproximadamente 100 anos depois, em 1932, um outro inglês, engenheiro, chamado Francis T. Bacon, inspirando-se na teoria de Grove, principiou a desenvolver células de alta eficiência. Desde então, a célula de combustível emergiu da obscura curiosidade de laboratório, para entrar nos programas de espantoso desenvolvimento, despertando o interesse de toda a comunidade tecnológica e do público em geral.

Antes de especularmos a possibilidade de retorno dos antigos automóveis elétricos e outros veículos, ou de pensarmos em aplicar as referidas células nas estações interplanetárias; ou como fonte de energia leve e portátil para fins militares; ou ainda no lar como fonte de energia autônoma; vejamos de que estamos tratando.

A célula de combustível se assemelha a uma bateria convencional sob vários aspectos; sua principal diferença reside na desnecessidade de recarga (elétrica). Quando as substâncias químicas que constituem a célula de combustível reagem entre si, dá-se liberação dos elétrons livres, criando entre os dois eletrodos da célula uma diferença de potencial. Para manter essa diferença de potencial — e o fluxo da corrente resultante — é necessário suprir de modo contínuo as substâncias químicas.



Figura A

Uma das unidades de célula de combustível do Gêmini completamente encapsulada; como célula simples (à esquerda) e como bateria de células ou módulo — um dos três módulos que completam o sistema.

Uma outra espantosa característica da célula de combustível é a sua elevada eficiência, que teoricamente se aproxima de 100% (atualmente já se conseguiu quase 75%), em confronto com as eficiências de 40% para as modernas usinas a vapor, ou 25-35% para os motores a gasolina e diesel. Essa característica nos dá idéia de quão excitante é o assunto de que estamos tratando.

## TEORIA BÁSICA DA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

Em princípio, qualquer reação de redução-oxidação pode desenvolver uma f.e.m. mensurável. Para produzir uma reação, emprega-se, mesmo nas mais atualizadas células de combustível, o hidrogênio e o oxigênio, em geral no estado gasoso. Ambos os elementos são facilmente

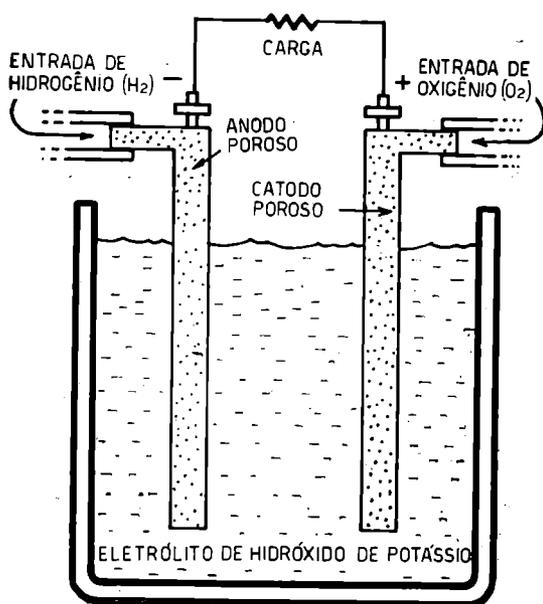


Figura 1

Forma mais simplificada da célula de combustível.

obteníveis e o seu único subproduto é a água pura ( $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ ). Como eletrólito, isto é, a solução que conduz a corrente elétrica, emprega-se mais comumente o hidróxido de potássio que é uma base, se bem que seja possível empregar-se também as soluções ácidas. Esse tipo de célula é essencialmente básica e se presta exemplarmente para explicar o processo químico envolvido.

A operação da célula de combustível é muitas vezes descrita, embora não rigorosamente, como o inverso da simples eletrólise da água. Na eletrólise, como o leitor deve estar lembrado dos experimentos na escola, exige-se uma tensão aplicada entre os eletrodos imersos numa solução

de água feita condutora com algumas gotas de ácido sulfúrico. A ação eletrolítica provocada pela corrente decompõe a água em moléculas de hidrogênio e moléculas de oxigênio segundo a equação final  $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ . Aliás o hidrogênio é muitas vezes produzido industrialmente dessa forma.

Na célula de combustível esquematizada na Fig. 1, o hidrogênio é introduzido no eletrodo dito de combustível (ânodo) sob leve pressão. As moléculas de hidrogênio passam através do ânodo, para recolher e combinar-se com os íons de hidróxidos. Um catalisador colocado no eletrodo (usualmente platina) acelera a reação e a liberação de elétrons. Os elétrons livres da superfície passam para o eletrodo e são conduzidos através do mesmo e da carga externa rumo ao eletrodo oxidante (cátodo).

O oxigênio introduzido pelo cátodo, sob pressão, se decompõe no eletrodo e volta a se recompor em moléculas na superfície do eletrodo exposta ao eletrólito. Ai, o oxigênio se combina com a água e com os elétrons procedentes do circuito de carga, produzindo íons de hidróxido. Esses íons migram para o eletrodo de combustível completando o circuito químico e elétrico. A f.e.m. típica gerada pelas células de hidrogênio/oxigênio é de 0,7 a 0,8 V/pé<sup>2</sup> de área da célula, e corrente de 50 a 200A.

O exame de uma única célula não elucidada a química ou o mecanismo de operação da célula de combustível. Graças às aceleradas atividades de pesquisa foram desenvolvidas diversas técnicas. Existem hoje em dia diversas combinações de combustível/oxidante, compostos eletrolíticos e sistemas de controle de temperatura e pressão.

## CÉLULAS DE BAIXA TEMPERATURA

O grupo maior — embora longe de ser o melhor, por enquanto — é representado pelas células de hidrogênio/oxigênio (hydrox), hidrogênio/ar (hydrair) e algumas de álcool/ar, as quais operam a temperaturas relativamente baixas, geralmente abaixo de 100°C. Algumas possuem proteção de seus combustíveis e oxidantes contra recipientes pressurizados; outras, sobretudo as células desenvolvidas para veículos espaciais, empregam hidrogênio e oxigênio líquidos armazenados em condições criogênicas (LOX).

Outros tipos de células hydrox incorporam, como parte do sistema completo de energia, geradores de hidrogênio e oxigênio. Um desses sistemas, de 5KW operado a hidrocarboneto/ar, desenvolvido para os Laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Exército (ERDL) pela Allis-Chalmers Mfg. Co., opera

tal qual uma célula hydrox convencional. Ela possui um gerador de hidrogênio que extrai o gás dos combustíveis líquidos do tipo hidrocarboneto, tais como os combustíveis para motores a jato JP4, querosene ou JP-125. O hidrogênio puro é obtido pela combinação do combustível líquido com a água na presença de um catalizador acelerador; o gás é extraído através de um difusor de liga de paládio.

O gerador é capaz de produzir 140 pé<sup>3</sup>/h (4200 l/h) a 1 psi. O oxigênio pode ser extraído comprimindo-se o ar ambiente e retirando o dióxido de carbônio. CO<sub>2</sub> pode reagir com o eletrólito de hidróxido de potássio produzindo carbonato de potássio nocivo à célula.

Uma variante bastante diversa do eletrólito líquido, empregado na maioria das células tipo hydrox, é a membrana eletrolítica trocadora de íons feita de um material polímero (Fig. 2). Essa célula de eletrólito plástico desenvolvida pela General Electric Co., é empregada como fonte de energia de 28V nas cápsulas espaciais Gêmini. A membrana trocadora de íons é uma fôlha delgada de polímero plástico "ensanduíchado" firmemente entre dois eletrodos de tântalo (impregnado de platina finamente dividida que atua como catalizador). A estrutura molecular do eletrólito plástico permite a troca de íons de hidrogênio entre os eletrodos. Cada eletrodo forma uma parede de uma câmara — o anodo na câmara de hidrogênio e o catodo na câmara de oxigênio. A célula toda mede cerca de 18 x 20 cm.

O hidrogênio e o oxigênio são aplicados sob baixa pressão às respectivas câmaras. Na presença de eletrodos catalíticos, a reação na célula tem início imediato. Cada átomo de hidrogênio liberta um elétron e se transforma em íon. Esses íons migram através do eletrólito polimérico para o catodo, e se combinam com o oxidante, produzindo água. Os elétrons livres são recolhidos pelo anodo e, depois de passarem através da carga externa, fluem de volta à célula pelo catodo.

No lado pelo qual é introduzido o oxigênio existem umas mechas de pano que absorvem a água resultante e a eliminam por ação capilar. O oxigênio é impedido de escapar com a água graças ao sistema de separação da água por pressão diferencial. A célula de membrana trocadora de íons fornece uma tensão de 0,73 a 0,9 V sob potência de 73 W/pé<sup>2</sup> (100A). A eficiência é da ordem de 55 a 60%.

Na cápsula espacial Gêmini, a fonte de energia é proporcionada por um conjunto série-paralelo de células de combustível composto de três módulos série de 32 células cada um, ligados em paralelo, de modo a fornecer 1KW de po-

tência. O sistema completo, excluída a fonte de combustível e oxidante, localizada no interior da cápsula, pesa cerca de 60 Kg. Dois desses sistemas são suficientes para fornecerem energia para a viagem de ida e volta e ainda uma reserva.

A Union Carbide Corp. desenvolveu para o Exército células tipo hydrox de configuração unidirecional, que fornecem, quando agrupadas, uma fonte de 28V necessária para operar radares e equipamentos de comunicação. Cada célula emprega eletrodos de carvão poroso com platina agindo como catalizador. O hidrogênio e o oxigênio são fornecidos através de cilindros pressurizados.

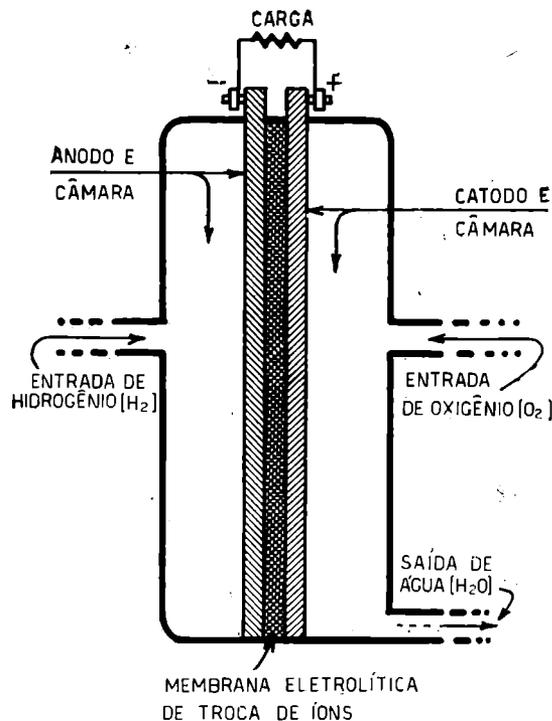


Figura 2

Célula de membrana seca que operou continuamente durante 4000 horas.

Entre outros tipos de células de baixa temperatura existem as células de metano/ar (Esso Research & Engineering Co.) que emprega como eletrólito o ácido sulfúrico. Existem também as de propano normal/ar que requerem eletrodos caríssimos de platina e um eletrólito de ácido fosfórico. No atual estágio de desenvolvimento não se pode ainda avaliar a importância dessas duas últimas técnicas.

#### CÉLULAS DE MÉDIA TEMPERATURA.

As células desta categoria são aquelas que derivam diretamente das técnicas estabelecidas com os experimentos do Dr. Francis T. Bacon. A Pratt & Whitney Aircraft, Divisão da United

Aircraft, modificou a célula tipo Bacon — basicamente, uma célula de hidróxido com o combustível e o oxidante fornecidos sob altas pressões — para operar com eletrólito de hidróxido de potássio à temperatura de aproximadamente 200°C e pressão de combustível de 1 a 5 atmosferas. Sob tais condições a célula produz 250A com 0,85 V/pé<sup>2</sup>, exibindo eficiência de cerca de 70%. Os eletrodos de níquel puro não contêm catalizadores de metal precioso. Eles contam, ao invés de catalizadores, com a alta temperatura do eletrólito que assegura uma reação rápida. Esta é a célula que está sendo preparada para ser usada na cápsula Apollo programada pela NASA.

Enquadram-se também na categoria das células de temperatura moderada a maioria das células que empregam combustíveis líquidos e gasosos de hidrocarbonetos com alguma forma de oxidar ou transformar o combustível básico em gás de hidrogênio. Alguns tipos de células empregam membranas de paládio/prata, que são permeáveis apenas ao hidrogênio, para extrair o hidrogênio diretamente dos combustíveis de hidrocarbonetos. Elas operam sob temperaturas de 350 a 450°C. A troca de ions, através da membrana com o eletrólito de hidróxido de potássio, é acelerada por uma tela catalítica de níquel e vapor superaquecido. Na maioria dessas células o oxidante é o ar comum ao invés de oxigênio puro. Leeson Moos, Pratt & Whitney, e General Electric são algumas das empresas que estão testando diversos materiais de eletrodo e configurações, bem como sistemas completos de células de combustível operados a hidrocarboneto/ar.

#### CÉLULAS DE ALTA TEMPERATURA

O emprego de eletrólitos de carbonatos fundidos para as células geradoras de tensão vem sendo investigado pelos pesquisadores da Texas Instruments e do Instituto Tecnológico do Gás, de Chicago. Esta família de células de combustível apresenta muitas características atraentes, incluindo baixo custo, é silencioso, alta eficiência e adaptabilidade a vários combustíveis.

Uma célula típica dessa classe é a que está sendo desenvolvida pelo Instituto Tecnológico do Gás, e que emprega como eletrólito uma mistura de dois ou três carbonatos de metais alcalinos e um óxido de metal inerte. Os compostos eletrolíticos são preparados e misturados inicialmente em forma de pó, em seguida comprimidos a quente em forma de discos sob pressão de 800 psi e à temperatura de 950°F. Durante a operação, a temperatura da célula é mantida de 1000 a 1100°F ou pela ação do próprio processo ou por fornecimento externo de calor.



Figura 11

Fôlha de material polimérico, empregada como eletrólito trocador de ions no Gêmini.

Nessa alta temperatura o eletrólito se funde. O eletrólito fundido é mantido entre um catodo pelicular de prata de 10 microns de espessura e um anodo de fibra porosa.

O combustível da célula é o gás natural processado a vapor na presença de um catalizador destinado a liberar o hidrogênio; o oxidante é o ar comum. A eficiência dessa célula depende de uma porção de fatores, mas principalmente do gerador externo de hidrogênio e da rapidez com que o oxigênio do ar reage. A eficiência global está entre 40% a 43% com f.e.m. de 0,7 a 0,9 V.

#### EM QUE ESTAGIO SE ENCONTRA?

Tudo quanto visto até aqui se refere ao desenvolvimento das baterias de células de combustível. Existem já unidades práticas em operação, se bem que se limitem praticamente aos dispendiosos programas espaciais da NASA ou da Força Aérea. Nenhum dos sistemas atualmente existentes pode ser considerado como comercialmente prático. Não obstante, parece não haver exagero em se falar da aplicação maciça da célula de combustível num futuro próximo.

Há diversas aplicações comerciais para as quais as células de combustível estão sendo consideradas: industriais, especialmente nos processos metalúrgicos; sistemas de propulsão de veículos; fonte de energia portátil para equipamentos elétricos e eletrônicos; centrais elétricas domiciliares. Dentre essas aplicações as que provavelmente maiores vantagens específicas oferecem sobre as atuais são aplicação em veículos e energia portátil.

Já em 1959, a Allis-Chalmers fez demonstração de um trator movido à célula de combustível capaz de produzir um empuxo de 3000 lbf

(1400 Kgf). A unidade motora consistia de uma matriz de célula hydrox de 15 KW. Desde essa época a mesma companhia tem pôsto em demonstração veículos empregando unidades de células de combustível tipo hydrox, de hidrazina/oxigênio ou amônia/oxigênio. Entre eles estão uma empilhadeira de 4000 lbf (1800 Kgf) de capacidade, um carrinho para campo de golfe, para dois passageiros, uma empilhadeira leve para 2000 lbf (900 Kgf) e outros veículos afins.

Por contrato com a Electronic Boat, Divisão da General Dynamics, a Allis-Chalmers projetou e equipou também um sistema de 36 V para fornecer potência de 750 W a um submarino

monoposto de pesquisas, constituindo essa a primeira aplicação prática da célula de combustível para fins motrizes. O submersível empregava uma unidade de energia proporcionado por combustível líquido de hidrato de hidrazina e oxigênio gasoso sob pressão, contidos em cilindros rapidamente substituíveis. O módulo era constituído de 50 células individuais, ligadas em série, possuindo derivações de 12 V para equipamentos de comunicação e de 24 V para sub-sistemas da nave. Os 36 V completos eram usados para alimentar os motores de propulsão. As células individuais produziam 250 A/pé<sup>2</sup> sob tensão de 0,75 V.

(Cont. na pág. 82)

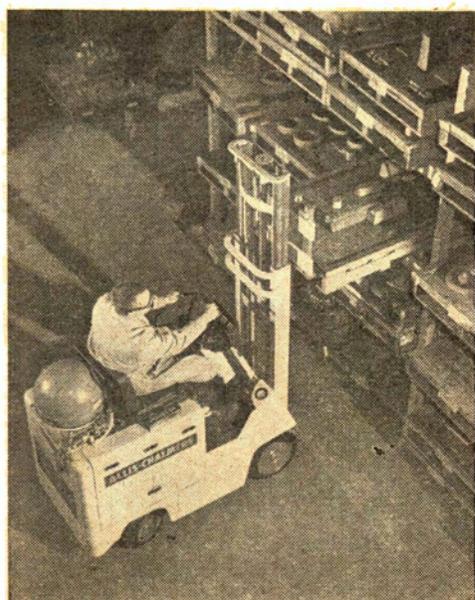
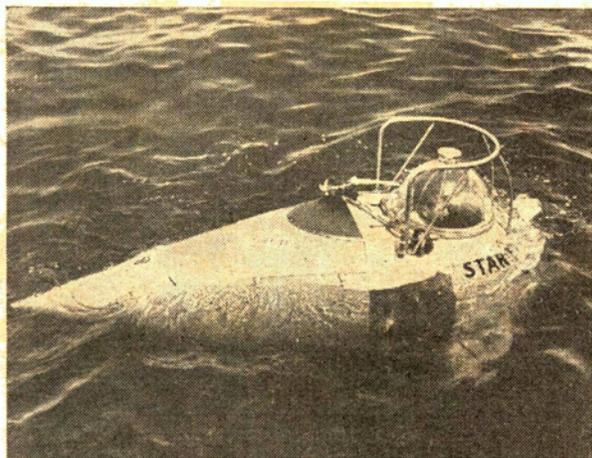


Figura C

Surpreendente variedade de veículos movidos à célula de combustível já foram projetados, construídos e testados por um dos maiores grupos americanos empenhados no desenvolvimento das células de combustível. As fotografias mostram um submarino monoposto, um carrinho para prática de golfe, uma empilhadeira para 900 kg e um trator com empuxo de 1400 kgf.

# AS PILHAS SÊCAS

## Conclusão

Como é constituída uma bateria "B" "Eveready"  
"Mini-max"

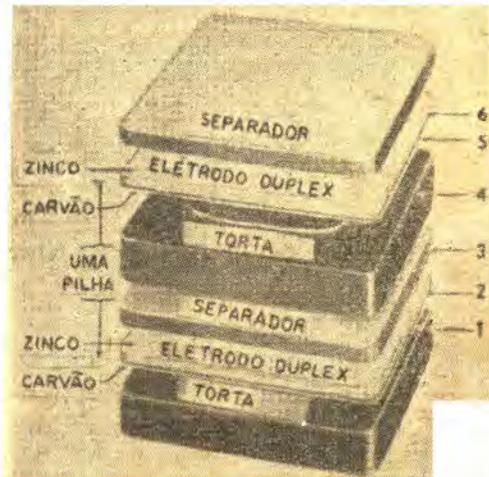
Esta série de artigos foi uma gentileza da National Carbon do Brasil S/A. — Indústria e Comércio, fabricantes das renomadas pilhas



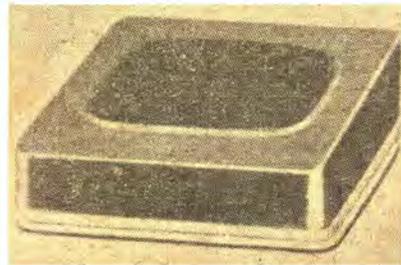
O carbônio (n.º 1) é parte da pilha inferior e o zinco (n.º 6) pertence à pilha superior.

Na bateria "Mini-max", o zinco de uma pilha e o carbônio da adjacente foram engenhosamente combinados numa única placa, que recebeu o nome de "Eletrodo Duplex".

2 — Cada unidade utilizada na constituição da bateria, consiste de um Eletrodo Duplex, de um separador e da torta, intimamente associados entre si. A saliência existente na torta, tem a finalidade de possibilitar melhor contato com o carbônio da unidade suprajacente.



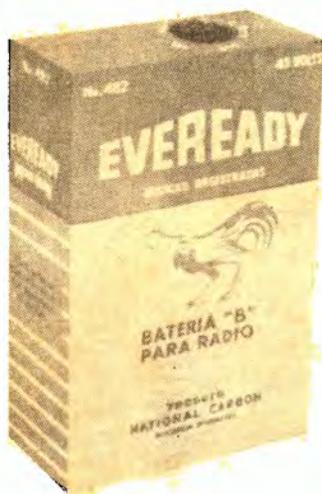
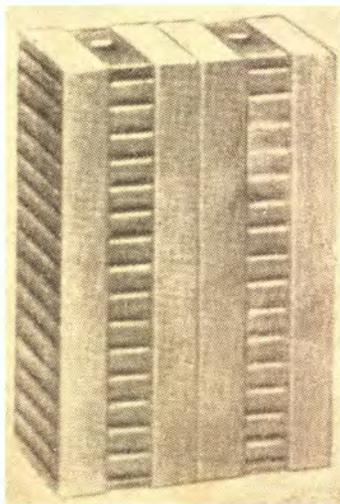
1 — Os materiais empregados na pilha "Mini-max" são os mesmos utilizados na confecção da pilha seca convencional; a diferença reside no formato chato, ao invés de cilíndrico. Uma pilha "Mini-max" completa consiste de 4 partes: o zinco — n.º 2 no esquema; o separador — n.º 3 no esquema; a torta — n.º 4 no esquema; o carbônio — n.º 5 no esquema.





3 — Um envoltório elástico recobre a periferia de cada unidade, encerrando-a de forma a impedir as perdas de massa e infiltração do eletrólito entre as diferentes pilhas. Em virtude de sua elasticidade, esse envoltório acomoda as necessárias expansões de volume.

4 — Quinze dessas unidades sobrepostas, formando uma pilha, são firmemente apertadas por meio de fitas resistente. Dois conjuntos destes, unidos em série produzem 45 volts.



5 — Dois destes conjuntos colocados um ao lado do outro no envoltório da familiar "Mini-max", um soquete terminal é adaptado, e eis a bateria completa.

## Características da bateria "Mini-max"

A bateria "Mini-max" tem vantagens flagrantes quando comparada com as pilhas cilíndricas de construção convencional e tamanho equivalente.

Foi projetada para uso em rádio-receptores portáteis, nos quais a corrente é moderada, a tensão de corte não é muito alta e em que o tempo de funcionamento varia entre 2 e 4 horas diárias. Sob essas condições, a sua capacidade de serviço é considerável, levando-se em conta o tamanho e peso reduzidos. Esse bom desempenho é favorecido pela corrente baixa, pelos períodos de uso relativamente curtos e pelos "mínimo" baixos. A Bateria "B" para rádio "Eveready" "Mini-max" dura, tamanho por tamanho, aproximadamente o dobro em relação às baterias de pilhas cilíndricas.

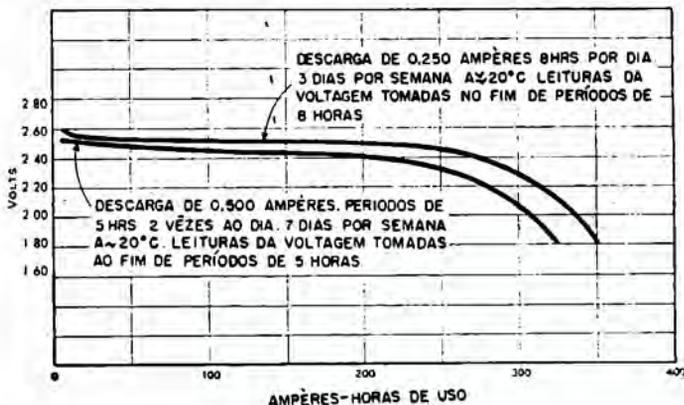
Os resultados não serão os mesmos, evidentemente, se as condições incluírem uso contínuo, altas correntes e "mínimo" altos. Mas, se for utilizada em condições adversas, a bateria "Mini-max" tem ainda a vantagem de ser muito resistente aos choques mecânicos e aos curto-circuitos internos e, mesmo, a temperaturas elevadas. Sob condi-



Figura 17

Bateria "Eveready" "Air Cell"  
N.º T-2600.

## N.º T-2.300 (CAPACIDADE DE 300 AMPÈRES-HORA)



## N.º T-1500 (CAPACIDADE DE 600 AMPÈRES-HORA)

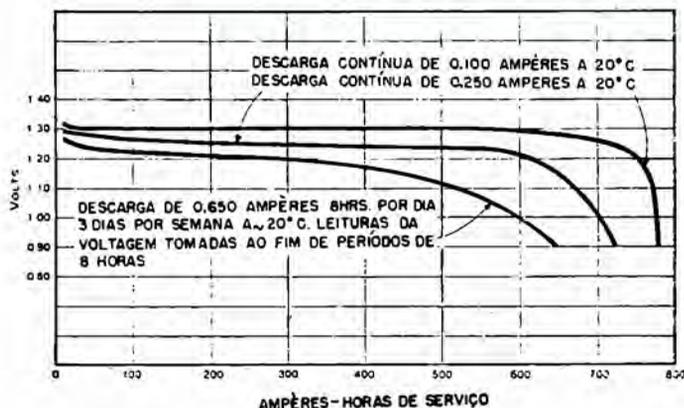


Figura 18

Curvas típicas de trabalho das baterias "Air Cell".

ções que causariam dano grave e precoce às pilhas cilíndricas, a "Mini-max" manterá suas características originais em boa forma. Isto é devido, em grande parte, ao isolamento eficiente entre as pilhas e ao envoltório elástico ao redor de cada pilha, o qual permite e, ainda, retém a expansão do eletrólito.

Outra característica positiva da bateria "Mini-max" é a sua fidelidade e a prolongada vida em repouso. Neste particular, leva grande vantagem em comparação com as pilhas cilíndricas, especialmente com as de tipo diminuto, que se tornam defeituosas ou inutilizadas depois de

alguns meses de inatividade. Isso se torna notório ao verificarmos o excelente desempenho das pilhas "Mini-max" em climas quentes.

## Baterias padronizadas e especiais

As indústrias estão capacitadas para indicar baterias padronizadas, qualquer que seja o uso ao qual elas se destinem. Essas baterias representam o resultado de experiências especiais, e que garantem a efetivação dos requisitos necessários de um modo adequado, econômico, seguro e conveniente. Essas baterias são produzidas por

importantes indústrias e relacionadas em seus catálogos como tipos "padrão". Podem ser adquiridas nas principais casas do ramo, por preços razoáveis, em vista de sua produção em larga escala e sem sacrifício da eficiência.

De tempos em tempos ocorre serem elaboradas baterias especiais, por acordo entre o fabricante e o consumidor. Estas baterias têm, geralmente, tensão, tamanho e forma próprias; às vezes, seus terminais são convenientemente modificados. Sendo geralmente produzidas em pequena quantidade, seu custo é bem maior do que o dos tipos usuais. Sua distribuição e procura são limitadas, sendo, pois, de difícil obtenção. Essas baterias frequentemente se tornam velhas nos depósitos das casas comerciais, proporcionando serviço menor do que o normal solicitado. Conseqüentemente, cessa a produção deste tipo especial de baterias e, o possuidor de aparelho que as requer, provavelmente, jamais as obterá.

Os compradores de aparelhamentos que requerem baterias devem se certificar, pois, de que os mesmos utilizam baterias de reconhecida qualidade e de tipo padronizado. Desta forma, o comprador deve se precaver quando for necessário um tipo especial de bateria.

### Bateria "Eveready" "Air Cell"

Apesar de não ser rigorosamente uma bateria seca, a "Eveready" "Air Cell" é construída e embalada seca, sendo muitas de suas aplicações idênticas às das baterias secas anteriormente mencionadas.

Distingue-se esse tipo de bateria por não necessitar de um despolarizante químico produtor de oxigênio nascent-

te, como o dióxido de manganês. O oxigênio é obtido do ar, através de um "pulmão" especial, de carbônio. Como o fornecimento de oxigênio é praticamente ilimitado, a bateria é continuamente despolarizada, de forma que sua tensão é relativamente constante. Por não se dispender o custo do despolarizante a bateria "Eveready" "Air Cell" produz mais watts-hora por cruzeiro do que qualquer outra bateria seca.

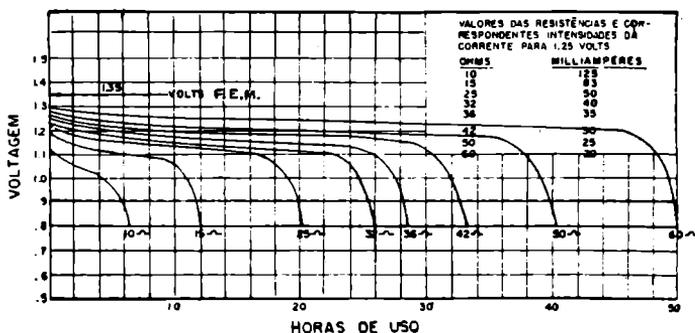
A bateria é ativada pela adição de água potável. Praticamente, não há desgaste antes da ativação. Instruções completas de uso são encontradas em um rótulo fixado à bateria.

As baterias "Eveready" "Air

Cell", despolarizadas a ar, proporcionam baixo custo, vida longa e tensão constante, para quadros de distribuição de telefone, comandos de trens, sinalização ferroviária, serviços de rádio e similares, desde que a corrente requerida não exceda 0,65 ampère. São fornecidas como elementos isolados ou, também, em baterias de 2 elementos em série. A tensão inicial média, sob condições de descarga, como as que são encontradas na transmissão telefônica, é de 1,25 volts por pilha, caindo para 1,0 volt por pilha nas proximidades do fim da vida de serviço. Suas capacidades disponíveis são de 300 e 600 ampères-hora, respectivamente.

(Cont. na pág. 84)

### N.º E 1 Bateria de Mercúrio



### N.º E 12 Bateria de Mercúrio

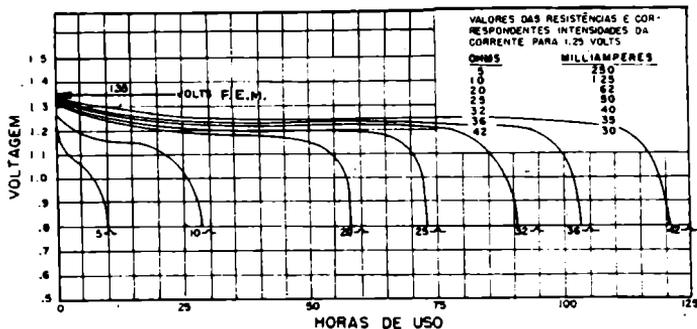
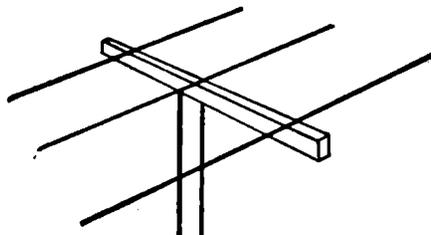


Figura 19

Curvas características de tensão durante a descarga das baterias de mercúrio "Eveready".



# AS ANTENAS

## 8ª Parte

Eng. Cláudio Victor Donato \*

### 11 — ANTENAS COM PLANO DE TERRA — MONOPOLOS

Trataremos neste item de uma antena muito utilizada na prática, devido a algumas de suas características particulares, e denominada comumente **monopolo**, ou "ground-plane".

Este tipo de irradiador é constituído basicamente de um plano refletor condutor de eletricidade, teoricamente de dimensões infinitas, sobre o qual é colocado, perpendicularmente, o elemento irradiante (fig. 1). É caracterizado por um diagrama circular no plano horizontal, sendo esta a sua principal propriedade, ou seja, irradiar igualmente em todas as direções neste plano. Devido a este fato dizemos que é uma antena omnidirecional.

No plano vertical temos uma característica de irradiação que varia com seno  $\theta$ .

As características do monopolo estão diretamente ligadas às do dipolo simples, visto que sua presença, frente a um plano refletor, ocasiona o aparecimento de uma imagem, transportando corrente em sentido oposto (fig. 2); baseado nisto calcula-se a sua resistência de irradiação e seu diagrama polar, sendo ambos a metade correspondente para o dipolo simples.

Este tipo de antena é tipicamente desbalanceado, prestando-se, portanto, para alimentação com cabos coaxiais, devendo-se apenas usar alguns artificios devido à sua baixa impedância (da ordem de 30 ohms a 35 ohms), quando comparada com a dos cabos coaxiais comuns (50 ohms e 75 ohms).

Até agora mencionamos propriedades do monopolo quando seu refletor é perfeito, condição

esta muito difícil de nos aproximarmos na prática. Em altas-freqüências, estas exigências com respeito ao plano refletor podem ser satisfeitas razoavelmente, o que não acontece em baixas-freqüências, como no caso de sistemas irradiantes de ondas médias, onde se faz necessário o uso de várias radiais de fios condutores, colocados em local úmido e pantanoso, ao qual ainda adicionamos compostos condutores (sais, ácidos, bases), a fim de melhorar a condutibilidade do solo.

Em freqüências altas normalmente utilizamos planos de terra menores ou da ordem do comprimento de onda, o que se faz sentir no diagrama de irradiação. O que acontece nestes casos é a inclinação do lóbulo para cima, não mais ocorrendo a posição de máximo na direção do plano refletor.

Normalmente, para um desempenho razoável em VHF, utilizam-se radiais de comprimento de  $\lambda/4$ , espaçadas gradualmente de modo que seus extremos não fiquem espaçados mais do que  $\lambda/10$  (fig. 3).

Quando as condições de irradiação não são tão importantes, usa-se somente duas radiais de  $\lambda/4$  ortogonais entre si, sendo esta a solução da maioria de firmas construtoras de antenas (fig. 4).

Muitas vezes, a fim de compensar a inclinação do lóbulo para cima, inclinamos as radiais do plano refletor para baixo, formando uma espécie de guarda-chuva (fig. 5). Com isto também elevamos um pouco a sua impedância, podendo,

\* da Televisão Excelsior -- Canal 9 -- São Paulo.

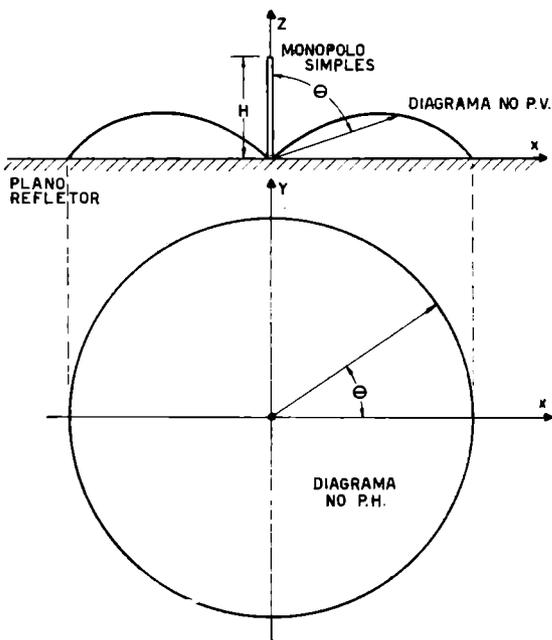


Figura 1

Diagrama de irradiação no plano vertical (zx) e horizontal (xy) de um monopolo simples de  $\lambda/4$  apoiado sobre um plano refletor infinito.

inclusive, conforme o grau de inclinação, chegamos até 50 ohms. Esta elevação de impedância é compreensível devido ao fato de, ao inclinarmos o plano refletor, existir tendência do conjunto se transformar em dipolo simples, o qual tem o dobro da impedância do monopolo.

Como já dissemos, a resistência de irradiação dos monopolos simples é a metade da dos dipolos simples. No caso de termos um monopolo de  $\lambda/4$ , que é o mais utilizado na prática, o valor desta é de 36,5 ohms quando construído com fio extremamente fino e sobre plano refletor perfeito. Na figura 6 damos um gráfico que nos permite calcular o valor da resistência de irradiação de monopolos de qualquer compri-

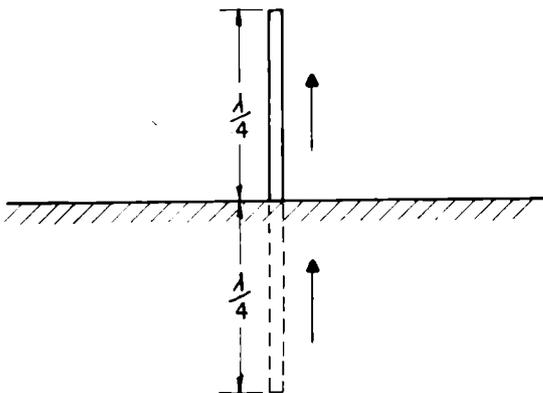


Figura 2

Monopolo e sua imagem frente a um refletor.

mento em bases ideais, isto é, monopolos simples extremamente finos sobre refletores perfeitos. Em muitos casos este gráfico pode ser de muita valia.

De um modo geral iremos trabalhar com monopolos de  $\lambda/4$ , devido à sua característica não reativa, e a fim de podermos calcular suas dimensões em função da variação de diâmetro utilizado e frequência, bem como da sua resistência de irradiação, apresentamos nas figuras 7 e 8 gráficos que nos permitem obter estes valores diretamente.

**EXEMPLO 1 —**

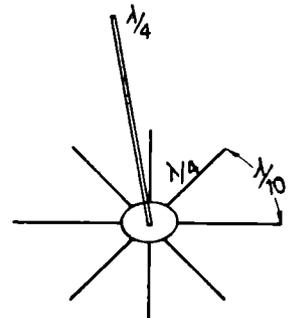
Queremos construir uma "ground-plane" em 164 MHz, utilizando tubos de alumínio de 1 cm de diâmetro. Queremos saber seu comprimento e sua resistência de irradiação.

$$\lambda = \frac{300}{164} = 1,93 \text{ m}$$

$$\frac{\lambda}{2d} = \frac{193}{2 \times 1} \cong 91,5$$

Do gráfico da figura 7 temos  $H \cong 0,962$ .

Figura 3  
Condição próxima do ideal para plano refletor de monopolos em altas-freqüências.



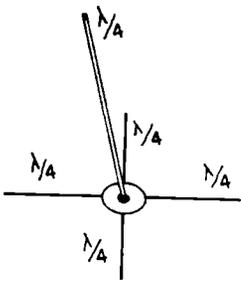
O comprimento do monopolo será:

$$\begin{aligned} l_n &= \frac{\lambda}{4} \times H = \frac{193}{4} \times 0,962 \cong 0,44 \text{ m} = \\ &= 44 \text{ cm.} \\ l_n &= 44 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Do gráfico da figura 8 temos  $R_r \cong 28,8$  ohms.

O plano de terra pode ser construído com raios de 44 cm também.

Do exemplo acima, e observando o gráfico da figura 8, vemos que os valores de  $R_r$  estão compreendidos entre 24 ohms e 34 ohms, sendo necessário um artifício para o casamento com



**Figura 4**  
 Solução para plano refletor comumente utilizado na prática.

coaxiais de 50 ohms ou 75 ohms. Um método para efetuarmos o casamento é a utilização de um tóco simples; no caso um tóco aberto, pois a impedância que queremos casar (24 ohms a 34 ohms) é menor que a impedância do cabo que queremos utilizar (50 ohms ou 75 ohms). Para calcularmos a distância em que deve ser colocado o tóco, bem como o seu comprimento, nos utilizaremos do gráfico já publicado na 4ª parte desta série de artigos, revista nº 226 (fig. 9).

**EXEMPLO 2 —**

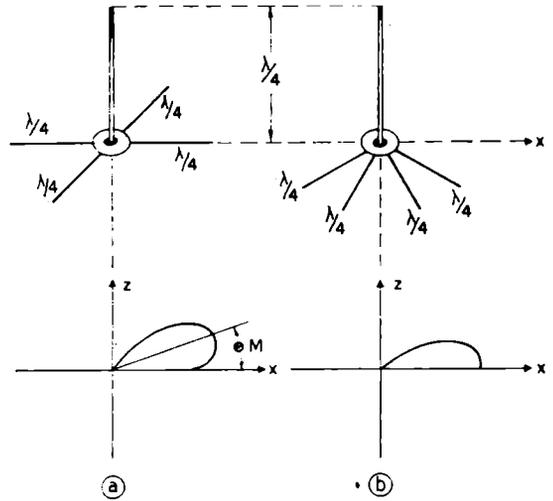
Queremos casar a antena calculada no exemplo 1 com cabo de 50 ohms.

$$Z_T = R_r = 28,8 \text{ ohms}$$

$$Z_o = 50 \text{ ohms}$$

$$Z_s = 50$$

$$\frac{Z_s}{Z_T} = \frac{50}{28,8} \cong 1,74$$



**Figura 5**

Diagrama de irradiação de monopolo com (a) plano refletor radial plano e (b) plano refletor radial cônico.

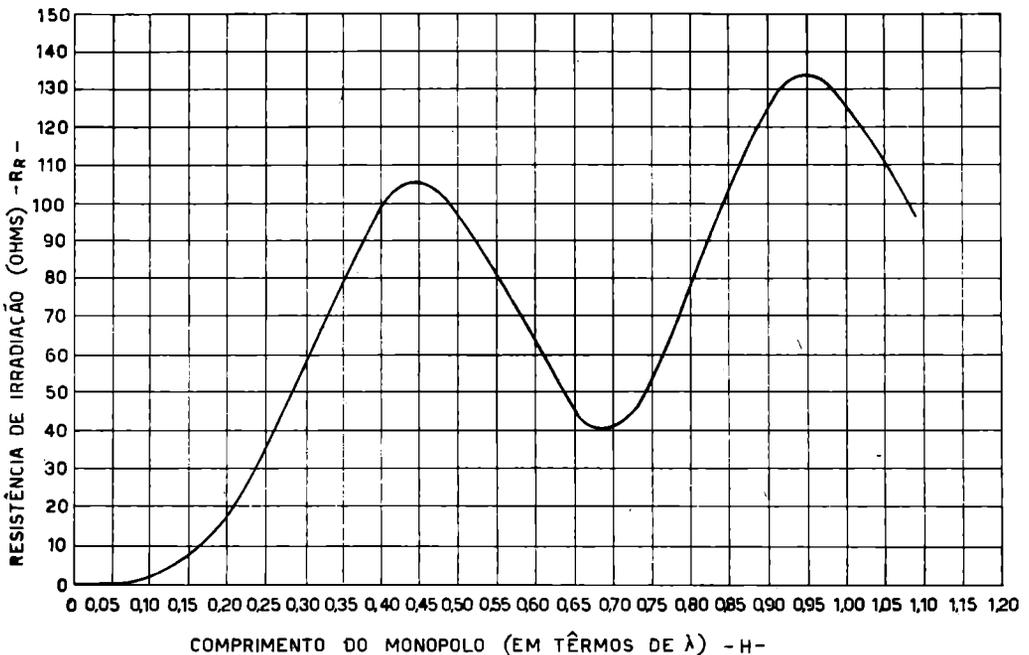
Entrando com este valor no gráfico da figura 9 (revista nº 226), obtemos:

$$l_r \cong 0,09 \lambda_o$$

$$dT \cong 0,1 \lambda_o$$

O comprimento de onda elétrico para o cabo coaxial de 50 ohms, com fator de velocidade 0,66 na frequência de 164 MHz, é:

$$\lambda_o = \lambda \times 0,66 = 1,93 \times 0,66 \cong 1,28 \text{ m}$$



**Figura 6**

Variação da resistência de irradiação de um monopolo sobre plano perfeito, em função de seu comprimento (expresso em comprimento de onda).

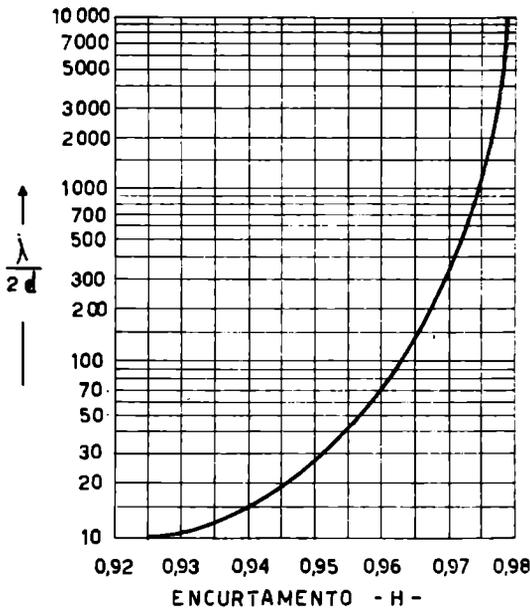


Figura 7

Encurtamento dos monopolos de  $\lambda/4$  em função de seu diâmetro ( $\lambda/2d$ ).

Os comprimentos  $l_T$  e  $dT$  serão então

$$l_T = 0,09 \times 128 \text{ cm} = 11,5 \text{ cm}$$

$$dT = 0,1 \times 128 \text{ cm} = 12,8 \text{ cm}$$

Na figura 9 esquematizamos a antena e seu casamento já calculados. Se quiséssemos casar tal antena com cabo de 75 ohms, obteríamos:

$$\frac{Z_0}{Z_T} = \frac{75}{28,8} = 2,6$$

$$l_T = 0,12 \lambda_e = 15,4 \text{ cm}$$

$$dT = 0,09 \lambda_e = 11,5 \text{ cm}$$

Um outro método para casarmos o monopolo simples é alimentá-lo fora do ponto próximo ao plano de terra, de um modo conveniente (fig. 10). A resistência que o monopolo simples de  $\lambda/4$  apresenta, se alimentado no ponto X, é dada por:

$$R(X) = \frac{R_r}{\cos^2 \left( 360^\circ \frac{X}{\lambda} \right)}$$

ou seja

$$\cos \left( 360^\circ \frac{X}{\lambda} \right) = \sqrt{\frac{R_r}{R(X)}}$$

ou ainda

$$X = \frac{\lambda}{360^\circ} \arccos \sqrt{\frac{R_r}{R(X)}}$$

onde  $R_r$  é o valor da resistência de irradiação que o monopolo apresenta, levando-se em conta o efeito de sua espessura, e  $R(X)$  é o valor da resistência apresentada pelo monopolo se alimentado no ponto X.

### EXEMPLO 3 —

Queremos casar, por meio do método acima exposto, o monopolo do exemplo 1, com cabo coaxial de 75 ohms.

$$R_r = 28,8 \text{ ohms}$$

$$R(X) = Z_0 = 75 \text{ ohms}$$

$$\sqrt{\frac{R_r}{R(X)}} = \sqrt{\frac{28,8}{75}} = \sqrt{0,384} = 0,62$$

$$\arccos 0,62 = 51,5^\circ$$

Então:

$$X = \frac{\lambda}{360^\circ} \times 51,5^\circ = 0,143 \lambda$$

$$\lambda = 193 \text{ cm, logo}$$

$$X = 0,143 \times 193 = 27,5 \text{ cm}$$

$$X = 27,5 \text{ cm.}$$

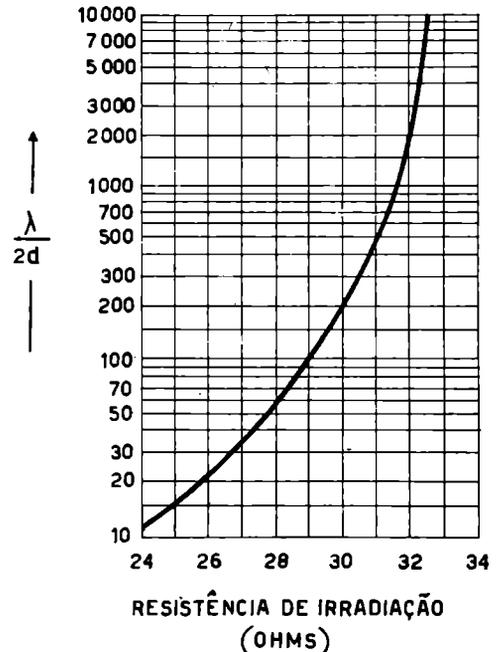


Figura 8

Resistência de irradiação dos monopolos simples em função de seu diâmetro ( $\lambda/2d$ ).

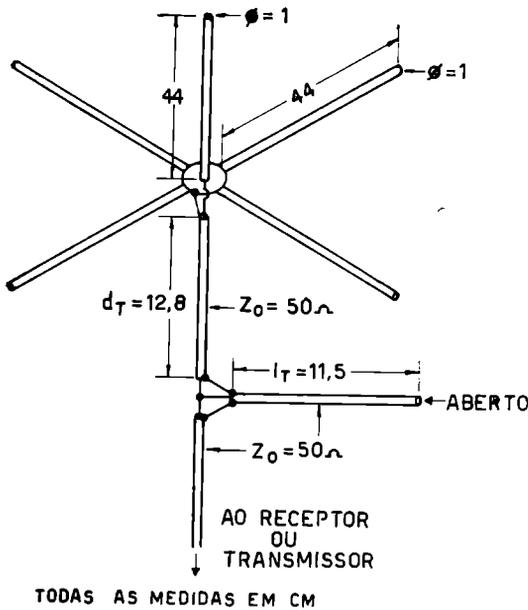


Figura 9

Monopolo simples para 164 MHz, casado, com tóco simples aberto.

Além dos métodos acima explanados, podemos nos utilizar do fato de que dobrando-se a estrutura do monopolo e construindo-o com relação de diâmetros convenientes, poderemos jogar com o valor de sua impedância. Um monopolo assim construído é comumente denominado de monopolo dobrado. Para cálculo de sua relação de impedância valem as considerações explanadas na revista nº 229 (número anterior) sobre dipolos dobrados, bem como o seu gráfico que relaciona  $s/d$ ,  $d/D$  e relação de impedância. Daremos a seguir dois exemplos típicos de projetos de monopolos dobrados.

**EXEMPLO: —**

Queremos construir um monopolo dobrado para  $f = 150$  MHz, utilizando tubos de latão de 0,5 cm e 1 cm de diâmetro, para ser alimentado com cabo de 75 ohms.

Sabemos que a relação de elevação de impedância será menor que 4, pois dividiremos a impedância que desejamos (no caso, 75 ohms) pela impedância que o monopolo apresentaria se fôsse simples (no caso, valores compreendidos entre 24 ohms e 34 ohms), o que sempre nos dará um valor menor que 4. Pelo gráfico dos dipolos duplos observamos que quando isto acontece o lado com tubo mais fino é que será o lado a ser alimentado. Como dispomos de tubos de 0,5 cm e 1 cm, separamos então o tubo de 0,5 cm para ser o alimentado.

Vamos verificar qual seria a resistência de

irradiação de um monopolo simples construído com tal diâmetro nessa frequência.

$$\lambda = \frac{300}{150} = 2 \text{ m}$$

$$\frac{\lambda}{2d} = \frac{200}{2 \times 0,5} = 200$$

Entrando com este valor no gráfico da figura 8 obtemos:

$$R_r \cong 30 \text{ ohms.}$$

Temos que elevar esta impedância para 75 ohms. A razão de elevação de impedância será:

$$\frac{75}{30} = 2,5$$

A nossa relação de diâmetro é:

$$\frac{d}{D} = \frac{0,5 \text{ cm}}{1,0 \text{ cm}} = 0,5$$

Entrando com estes valores no gráfico, para dipolos duplos (ver revista anterior), obtemos:

$$\frac{S}{d} = 2,8 \text{ ou seja } S \cong 1,4 \text{ cm.}$$

O encurtamento do comprimento do monopolo é feito levando-se em conta o maior diâmetro. Neste caso:

$$\frac{\lambda}{2d} = \frac{200}{2 \times 1} = \rightarrow H \cong 0,963$$

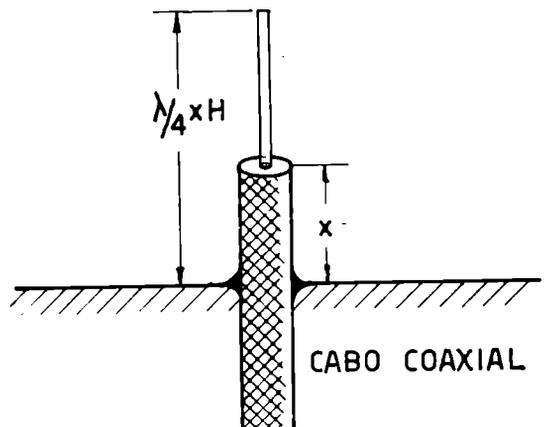


Figura 10

Casamento de um monopolo simples por alimentação fora do ponto de encontro com o plano de terra.

O comprimento do monopolo dobrado será então:

$$\frac{\lambda}{4} \times H = \frac{200}{4} \times 0,963 \cong 48,0 \text{ cm.}$$

Na figura 11 esquematizamos a solução obtida.

**EXEMPLO: —**

Queremos construir um monopolo dobrado para 150 MHz, utilizando somente tubos de 1 cm de diâmetro e para ser alimentado com cabo de 50 ohms.

$$\lambda = 2 \text{ m.}$$

Vamos ver qual seria a impedância de um monopolo simples construído com esse diâmetro e nessa frequência.

$$\frac{\lambda}{2d} = 100 \rightarrow \text{gráfico figura 8} \rightarrow R_r = 29 \text{ ohms.}$$

Como vamos utilizar uma relação de diâmetros igual a 1, pelo gráfico dos dipolos dobrados (ver revista anterior) verificamos que a relação de impedâncias é igual a 4 para qualquer valor de  $\frac{S}{d}$ . Neste caso a nossa impedância será

de  $29 \times 4 = 116$  ohms, ou seja, se simplesmente dobramos o monopolo a impedância sobe para 116 ohms. Como queremos alimentá-lo com um cabo de 50 ohms, a solução que se propõe é interpor entre os dois um transformador de  $\lambda/4$ , de características já nossas conhecidas.

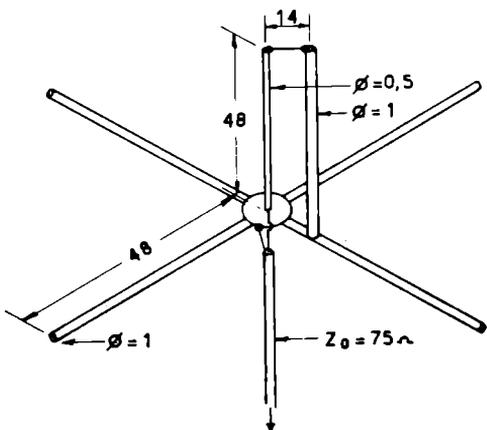


Figura 11

Monopolo dobrado para 75 ohms, usando diâmetros diferentes.

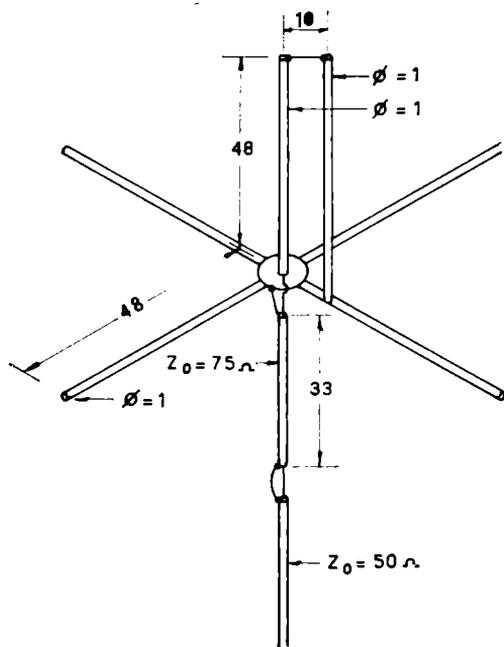


Figura 12

Monopolo dobrado para 50 ohms, usando tubos de mesmo diâmetro.

A impedância característica que o transformador de  $\lambda/4$  deverá possuir será:

$$Z_c = \sqrt{50 \times 116} = \sqrt{5800} \cong 76 \text{ ohms.}$$

Podemos então utilizar, sem grande erro, um trecho de  $\lambda/4 \times 0,66 = 33$  cm de cabo coaxial de 75 ohms como transformador. Vamos calcular o comprimento do monopolo.

$$\lambda/2d \ 100 \rightarrow \text{gráfico figura 7} \rightarrow H = 0,963$$

O comprimento do monopolo será então de

$$\lambda/4 \times H = \frac{200}{4} \times 0,963 \cong 48 \text{ cm.}$$

A solução obtida é apresentada na figura 12.

O espaçamento é arbitrado em 10 cm, pois, como já foi visto, o mesmo não altera a relação de impedância. Este tipo de solução dá, geralmente, bons resultados quanto ao casamento com tubos de diversos diâmetros e em várias faixas de frequências.

(Continua no próximo número)

**Leia e assinie**  
**REVISTA MONITOR**  
**DE RÁDIO E TELEVISÃO**

# Reprodução de Alta Qualidade Com Alto-Falantes Em Série - Paralelo

Marc Aubert

Quando pela primeira vez apareceram, na imprensa especializada, os conjuntos série-paralelo de alto-falantes para reprodução de alta-fidelidade, o interesse despertado nos audiófilos foi bastante grande. Apresentaremos neste artigo uma série de considerações sobre como melhorar o sistema e, além disto, algumas idéias para seu aproveitamento em equipamentos estereofônicos.

Quando conectamos alto-falantes em série-paralelo devemos modificar nossas idéias convencionais. Praticamente toda a teoria de alto-falantes foi desenvolvida em torno de uma única unidade, e como a mesma reage a vários ambientes ou condições. As discussões sempre foram a respeito de um único alto-falante ou, na melhor das hipóteses, combinações de dois ou três tipos em geral diferentes. Logo, não é tão difícil compreender o porque do interesse levantado pelos sistemas que utilizam alto-falantes pequenos ligados em série-paralelo. Esta configuração, além de ser diferente, elimina a maioria dos problemas inerentes aos alto-falantes, que vinham atrapalhando o projetista há anos.

Como sabemos, o sistema série-paralelo de alto-falantes consiste em um grande número de pequenos, e relativamente baratos, transdutores interligados de tal maneira a apresentarem uma impedância compatível com o sistema e ainda de modo a trabalharem em fase. A finalidade desta última condição é causar o movimento de uma grande área de ar nas baixas frequências. Como a potência de saída do amplificador é distribuída pelos vários alto-falantes, cada um dos mesmos perfaz somente uma pequena parte do trabalho total. Se o número de unidades é suficientemente grande os efeitos indesejáveis, como distorção por intermodulação e dobramento de frequência, são quase que inteiramente eliminados; este fato se deve a que cada bobina móvel move-se uma pequena fração de centímetro do campo magnético fazendo com que não exista praticamente

nenhum movimento não linear. Este deslocamento pequeno também impede o cone, que geralmente é de papel, de sofrer grandes distorções mecânicas. Daí deriva o fato de podermos utilizar alto-falantes baratos para este tipo de arranjo.

Praticamente todo projeto de alto-falantes nos últimos anos procurou resolver os seguintes problemas:

- 1° — colapso do cone
- 2° — movimento linear da bobina móvel dentro do campo magnético
- 3° — suspensão externa e aranha
- 4° — ressonância do cone em baixas frequências
- 5° — eliminação de picos e ressonâncias em altas frequências
- 6° — posição e conformação do ímã
- 7° — eficiência em baixas frequências
- 8° — forma, tamanho e arranjo da bobina móvel
- 9° — ampliação do alcance em altas frequências

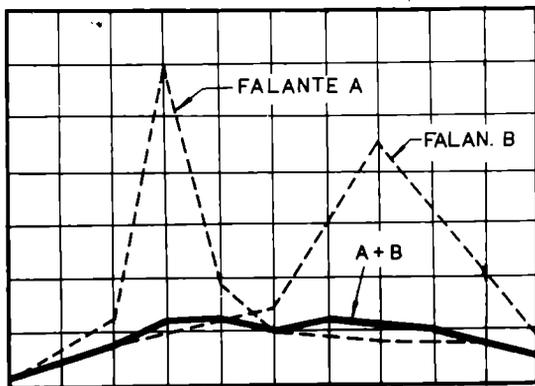


Figura 1

Gráfico ilustrativo de como a impedância de ressonância é aplainada quando dois alto-falantes de frequência de ressonância diferentes são conectados em paralelo.

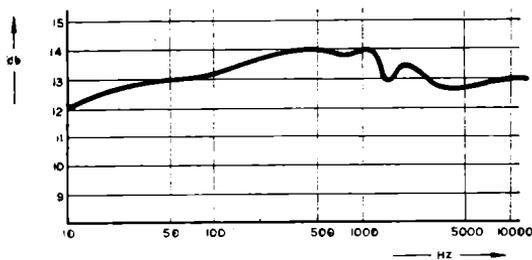


Figura 2

Resposta de frequência do conjunto descrito no texto. O teste foi feito ao ar livre com a caixa colocada contra uma parede. O obstáculo mais próximo estava situado a 20 metros em frente à caixa. Para frequências inferiores a 20 000 Hz o microfone foi colocado a 40 cm do solo. Para as frequências acima de 20 000 Hz o microfone foi posto a 80 cm do solo. A distância do microfone à caixa era de 1,5 m no eixo central.

A perfeição nos sistemas de alto-falantes tem sido dispendiosa. Os tipos de alto-falantes oferecidos ao público atualmente estão longe ainda de serem ideais. Devido ao número de obstáculos encontrados no projeto de alto-falantes, os mesmos tornam-se um amontoado de compromissos, tendo isto, como resultado direto, afetado a reprodução sonora em escala bastante larga, fazendo com que o som que ouvimos também seja um compromisso.

Estes fatos todos são quase que totalmente eliminados pelos sistemas de alto-falantes em série-paralelo.

Devemos ter em mente que todos os alto-falantes, independentemente do fabricante, consistem de um diafragma vibrátil que é uma coisa básica e fácil de ser construída. A razão das diferenças sonoras entre vários tipos de alto-falantes deve-se às modificações que os fabricantes introduzem no projeto de seus diafragmas. Alguns colocam extensões em forma de cones ou semi-esferas no centro deste diafragma. As cornetas metálicas, bem conhecidas, usam um diafragma vibrátil acoplado a uma carga representada por uma corneta metálica. A despeito destes e de outros truques e refinamentos o cone de papel moldado ainda é o sistema mais utilizado. Devido à simplicidade da superfície radiante, este tipo de alto-falante reproduz o som praticamente sem coloração alguma.

O maior problema dos alto-falantes de radiação direta diz respeito às suas características de manejo de potência. O som é bom em baixos níveis de volume, porém piora à medida que o mesmo vai aumentando. A principal razão disto se deve ao fato de que a bobina móvel,

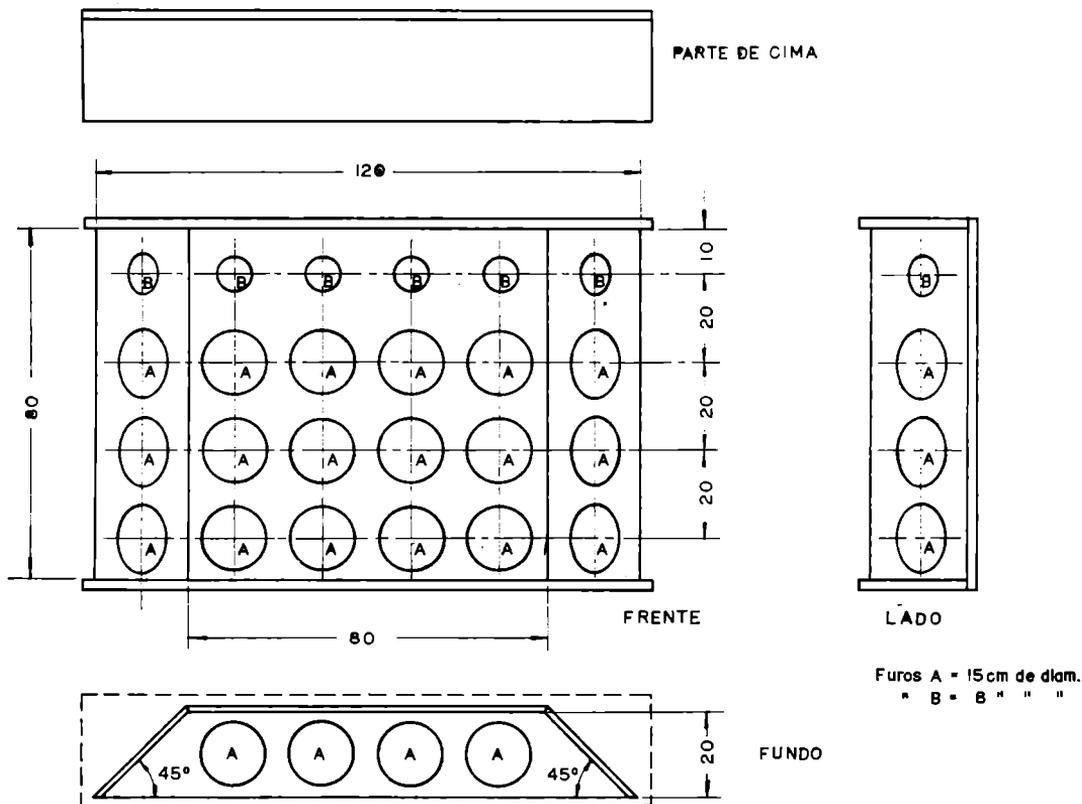


Figura 3

Medidas da caixa acústica. Não é necessária grande precisão. Madeira compensada de 12,5 mm é suficiente

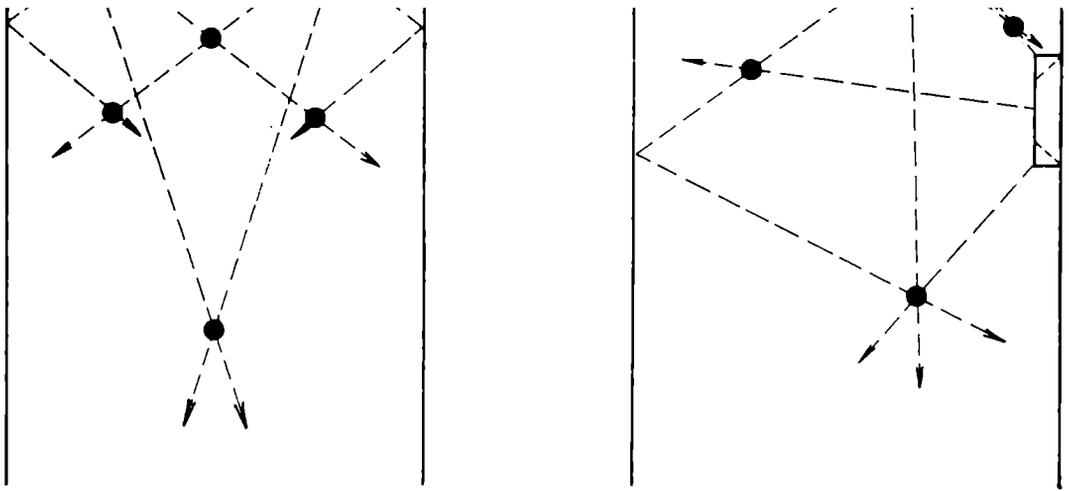


Figura 4

Coleção de duas caixas acústicas num recinto para reprodução estereofônica em várias posições. Os pontos pretos são os pontos de reprodução estereofônica.

à medida que aumenta o volume, e portanto a excursão do cone, passa a ter um movimento não linear. Para reduzir este problema, os fabricantes têm que fazer cones mais pesados, bobinas móveis maiores, ímãs mais potentes, além de tornar a suspensão externa e a aranha mais flexíveis. A única diferença é que estes alto-falantes podem manejar mais potência com menor distorção e possuírem uma resposta de baixas freqüências mais extensa. O princípio do diafragma vibrátil, porém, não mudou. Por exemplo, um alto-falante barato, de quinze centímetros, tem uma distorção reduzidíssima e uma fidelidade excelente quando utilizado em baixos níveis de potência; entretanto, devido à área de pistão limitada, um único falante de quinze centímetros não é capaz de manejar ar em suficiente quantidade de maneira a tornar audíveis as baixas freqüências. O conjunto série-paralelo de alto-falantes nos permite obter resultados surpreendentes em baixas freqüências de uma maneira econômica.

Alguns autores não admitem o sistema série-paralelo como aproveitável, devido a vários defeitos, reais ou não, que os mesmos apresentam. Por isso julgamos conveniente uma breve discussão sobre ressonância.

Como sabemos, ressonância é uma condição que ocorre em todo sistema vibrante excitado por um espectro largo de freqüências. Esta ressonância faz com que o amplificador "veja" um aumento de impedância elétrica. Isto por sua vez faz com que a tensão de saída do amplificador aumente nesta freqüência. Isto causa um aumento de saída do alto-falante,

resultando daí uma distorção neste ponto específico.

Desde que não podemos mudar facilmente a ressonância de um alto-falante, devemos mudar o que o alto-falante "vê". Se o amplificador não "vê" o aumento de impedância o aumento de saída não existirá. Com um certo arranjo de uma série de alto-falantes podemos eliminar a variação de impedância ao longo do espectro de áudio.

Ilustrando o que foi dito acima podemos ver que o alto-falante A da figura 1 tem uma ressonância de 60 Hz. O alto-falante B tem, por sua vez, uma ressonância em 100 Hz. Se os dois alto-falantes forem conectados à saída de um amplificador em série, o mesmo "verá" dois picos, um em 60 e o outro em 100 Hz. Porém se conectarmos os mesmos alto-falantes em paralelo, a impedância que o amplificador irá "ver" estará mudada. Isto não aconteceria se os dois alto-falantes tivessem a mesma freqüência de ressonância. Porém, como as mesmas são diferentes, os alto-falantes estarão impossibilitados de ressoar, pois o amplificador está incapacitado de "ver" a mudança de impedância; logo o amplificador não irá ter sua saída aumentada no ponto de ressonância.

O efeito acima descrito é a razão pela qual a curva de resposta de um sistema série-paralelo é diferente das demais. Se porventura existem "picos" ou "vales" em qualquer um dos alto-falantes, os mesmos são "nivelados" pelo arranjo série-paralelo. Por uma seleção cuidadosa de alto-falantes é possível eliminarmos qualquer irregularidade da curva de resposta tornando-a

virtualmente plana. Entretanto, tal procedimento não é necessário, pois podemos obter resultados amplamente satisfatórios, como vemos na figura 2. Se considerarmos que a variação do nível não ultrapassa 2 db entre 20 e 15 000 Hz, podemos apreciar as vantagens do princípio da configuração série-paralelo. Quanto mais alto-falantes tivermos no sistema, melhor será a curva de resposta.

Os resultados seriam melhores se tôdas as unidades estivessem ligadas em paralelo, porém se considerarmos as dificuldades que isso representa para um casamento de impedâncias por meio de transformadores comerciais, podemos perceber que isto não é normalmente viável; daí têmos dado preferência à conexão série-paralelo. Por exemplo se os vinte e dois alto-falantes do nosso sistema forem de 16 ohms e estiverem ligados em paralelo teríamos uma impedância resultante de 0,73 ohms, a qual não é encontrada em transformadores convencionais.

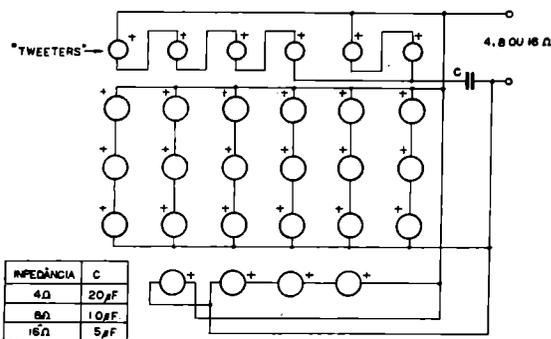


Figura 5

Diagrama das ligações dos alto-falantes.

Nas baixas frequências, a resposta do sistema depende exclusivamente do número de alto-falantes utilizados. O autor preferiu, no caso, a utilização de um grande número de unidades de 15 cm. Tanto o peso como o material que constitui o cone não são de grande importância. Cerca de vinte alto-falantes irão garantir uma margem de segurança bastante grande que não irá permitir sobrecarga ou movimento não linear da bobina móvel. Este número também irá fornecer uma resposta de frequência magnífica em baixas frequências (até 20 Hz). Devido à rigidez e à leveza dos cones teremos também uma ótima resposta de transientes.

Para conseguirmos uma boa resposta de alta frequência deveremos utilizar unidades para agudos que poderão ser do tipo de cone de papel duro. Em quantidades de seis, os resultados serão amplamente satisfatórios para a obtenção de um nivelamento da curva de resposta.

Passaremos agora à descrição de um sistema completo que incorpora 22 alto-falantes arranjados em uma caixa como a que está desenhada na figura 3. Adicionalmente, existem seis unidades de agudos dispostas na parte superior da caixa. Os alto-falantes laterais permitem um diagrama polar de dispersão de médias e altas frequências bastante regular. Para a melhoria da resposta de graves, foram colocados quatro alto-falantes virados para o soalho (a caixa não deve ser suspensa), artifício este que oferece resultados surpreendentes.

O gabinete, sendo baixo e estreito, toma pouco espaço, além de não exigir lugares preferenciais de colocação. O sistema completo é relativamente leve, pesando cerca de 30 quilos. A caixa pode ser construída de madeira compensada de aproximadamente 15 mm, não necessitando reforços especiais, a não ser colagem e aparafusamento cuidadosos. A fim de evitarmos o aparecimento de ressonâncias espúrias deveremos atapetar o interior da caixa com fibra de vidro, ou algodão de tapeceiro, em profusão.

A figura 5 mostra a maneira de se efetuar as ligações dos alto-falantes.

Concluindo, podemos resumir as vantagens e desvantagens do sistema como abaixo:

#### Vantagens

- 1) resposta de graves excelente
- 2) resposta de transientes excelente
- 3) distorção baixa
- 4) gabinete simples
- 5) eficiência elevada
- 6) manejo de potência elevado
- 7) baixo custo

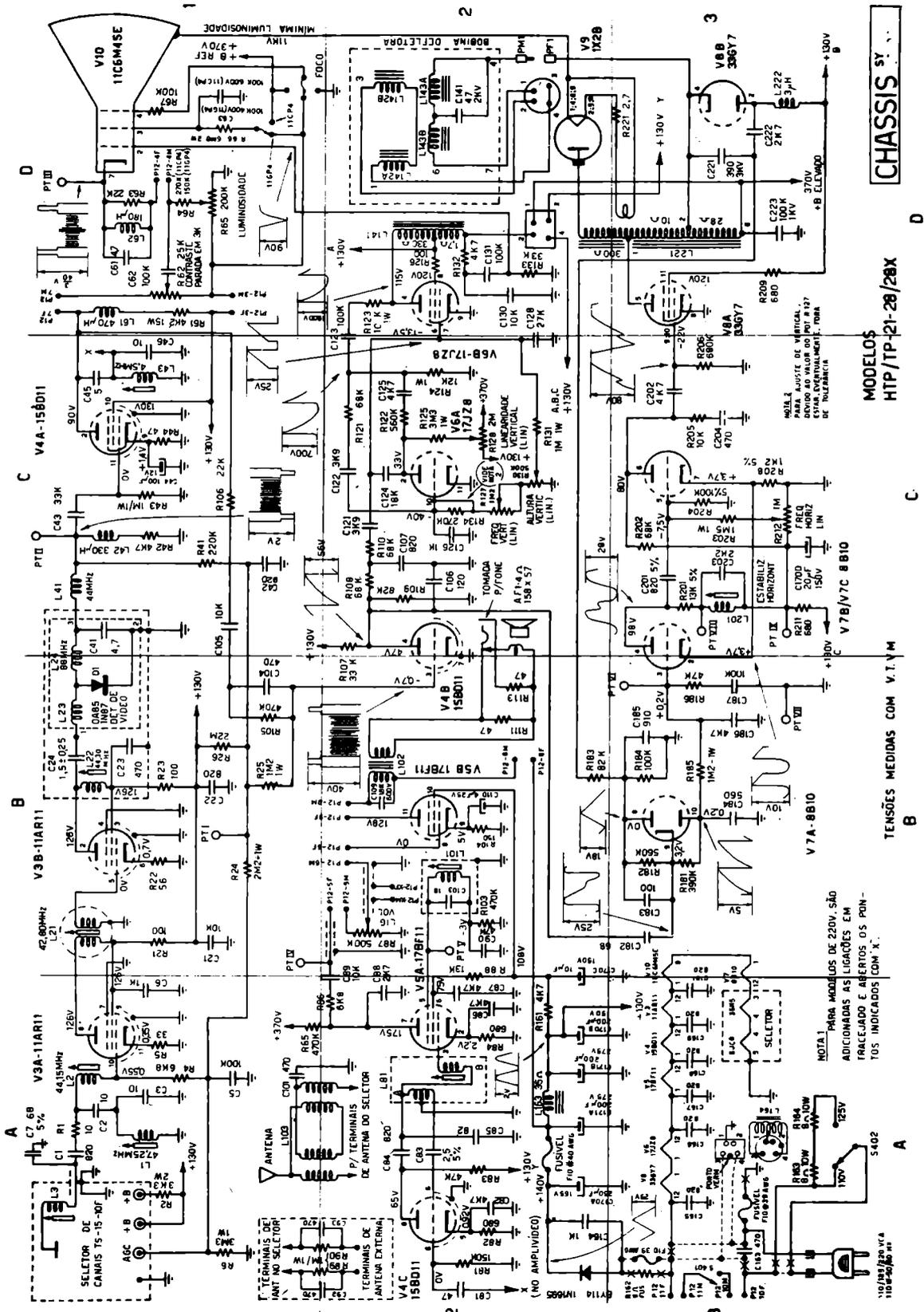
#### Desvantagens

- 1) tempo necessário, para o corte de 28 furos e a montagem de 28 alto-falantes, elevado.

Está gostando desta revista?  
**Recomende-a**  
**aos seus amigos!**

# DIAGRAMA COMERCIAL

TELEVISOR GE e HOTPOINT «POLEGAR» Mods. HTP/TP-21-28/28X - Chassi SY



CHASSIS SY

MODELOS HTP/TP-21-28/28X

TENSÕES MEDIDAS COM V.T.V.M

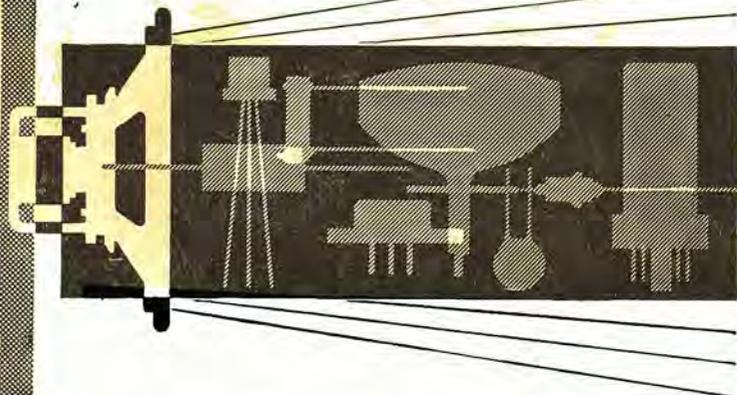
PARA MODELOS DE 220V, SÃO ADICIONADAS AS LIGAÇÕES EM FAZELADO E ABERTOS OS PONTOS INDICADOS COM X.

NOTA 1

110-100/250 VCA 110-0-250/0-250



# NOTICIÁRIO INDUSTRIAL



**A Siemens no "Salon International des Composants Electroniques" — Paris.** — A conhecida firma alemã Siemens Aktiengesellschaft apresentou no "Salon International des Composants Electroniques", realizado em Paris entre os dias 5 e 10 de abril, elementos passivos, válvulas eletrônicas, semicondutores, antenas, componentes para instalações de telecomunicações e elementos da eletrônica de potência, para proporcionar uma idéia da sua capacidade produtiva nestes campos.

No setor dos **elementos passivos**, a Siemens apresentou interessantes amostras do seu vasto programa de fabricação, entre as quais cumpre salientar sobretudo os condensadores MKV regeneráveis de baixo fator de perda, os condensadores eletrolíticos para a gama ampliada de temperaturas de funcionamento de  $-55$  a  $+85^{\circ}$  C, um novo modelo comercial de condensadores eletrolíticos de tântalo, bem como o material SIFERRIT, as ferritas com ciclo de histerese retangular para funções de memória e comutação em sistemas de processamento de dados, as memórias de camadas finas e exemplos de circuitos de camadas finas. Para a televisão a cores, de introdução próxima, foi criada

uma linha de retardação de breve duração para compensar as diferenças do tempo de trânsito nos amplificadores de sinais video e cromáticos.

No setor das **válvulas eletrônicas**, foram apresentados, entre outros produtos, tetrodos refrigerados por ar e executados em metal-cerâmica, tetrodos de faixa lateral única para frequências até 250 MHz e tetrodos emissores para exploração por impulsos. Foram apresentados, ainda, triodos de discos para frequências muito elevadas, válvulas indicadoras de algarismos e sinais, bem como válvulas amplificadoras especiais para a indústria e descarregadores de sobretensões para a proteção de instalações de telecomunicação e sinalização.

O **programa dos semicondutores** da Siemens foi integrado por uma série de tipos interessantes, entre os quais foram apresentados transistores mesa de germânio para frequências elevadas, transistores de silício para potências médias e pequenas, bem como diodos, termistores e circuitos integrados de semicondutores. A introdução da técnica mesa deu origem a novos conceitos de qualidade para os transistores AF. A

técnica mesa II, atualmente adotada, tornou possível uma ulterior melhora das características elétricas. Os transistores mesa de germânio realizados conforme este novo método podem ser empregados, por exemplo, nos estágios misturadores e osciladores auto-oscilantes até 900 MHz.

No setor das **antenas**, foram apresentadas estruturas completas de antenas, elementos de instalações de antenas e caixas de derivação duplas executadas segundo a técnica dos acopladores direcionais para sistemas de antenas coletivas.

No campo dos componentes para **instalações de telecomunicação** persiste a tendência para a miniaturização dos equipamentos de telecomunicação, comando e regulação. Esta tendência fica patente também nos componentes eletromecânicos dos aparelhos eletrônicos, como sejam, as unidades micromodulares e os relés de proteção para circuitos impressos.

Do vasto **programa de relés e retificadores** foram apresentadas realizações interessantes de relés miniatura, bem como geradores acústicos.

(Cont. na pág. 79)



# A FORMAÇÃO DO SINAL DE TV EM CÔRES

LUMINÂNCIA, CROMINÂNCIA, MATIZ, SATURAÇÃO E PULSO SINCRONIZADOR DE CROMINÂNCIA — SÃO TODOS ELEMENTOS IMPRESCINDÍVEIS À FORMAÇÃO DA IMAGEM COLORIDA.

Milton A. Sizer  
de RADIO-ELECTRONICS

Uma linda jovem, em trajes coloridos, está se espreguiçando numa poltrona, em uma elegante sala de estar. Você certamente gostaria que ela estivesse se espreguiçando na sua sala de estar... Hoje em dia isso já não é de todo impossível, graças ao advento da televisão colorida. Basta um giro de botão e aí está a sua vontade satisfeita como se fosse a maravilhosa lâmpada de Aladim. Mas, para atingir essa perfeição, milhares de horas foram dispendidas por um exército de cientistas. O telefone é uma invenção notável, o rádio é maravilhoso e a televisão é uma obra-prima — mas a televisão colorida é um milagre absoluto!

Como esse milagre se tornou possível, e qual o segredo que lhe possibilita trazer ao seu lar aquela linda jovem a deliciar os seus olhos? Antes de mais nada, é necessário que haja no estúdio uma câmara para cores. Essa câmara se assemelha muito àquelas para preto e branco, porém, ao invés de uma só, são na realidade três câmaras em uma. Existem três tubos iconoscópicos, cada qual provido de um filtro colorido — vermelho, azul e verde. (Certas câmaras são dotadas de um

quarto tubo para o preto e branco, mas ela nada tem a ver com a produção da cor. O sinal resultante apresenta, no osciloscópio, o mesmo aspecto daquele da câmara tricolor).

O sinal produzido por cada um desses tubos nada mais é que o sinal regular de vídeo, tal como numa câmara para preto e branco. O tubo dotado de filtro vermelho (que doravante chamaremos de tubo vermelho) enxerga somente o vermelho e os componentes vermelhos de outras cores. O tubo verde enxerga somente o verde, etc. Poderíamos enviar os sinais de cada um dos tubos diretamente aos transmissores e em seguida ao receptor. Tal processo, todavia, demandaria um canal de 12 MHz e isso seria impraticável já que cada canal está limitado a 6 MHz. Ao invés disso, as três cores são processadas em uma unidade denominada "colorplexer" ou codificador (dependendo do fabricante).

Para visualizarmos o processo é necessário têmos em mente um certo número de fenômenos. Assim, devemos ter em mente a configuração do sinal de preto e branco. Com o osciloscópio ajustado à frequência da varredura ho-

rizontal, pode-se visualizar as formas de onda de sincronismo e extinção (inclusive o pórtilco

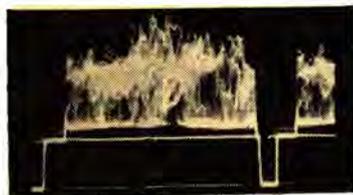


Figura 1

Oscilograma do sinal de televisão preto e branco na frequência da varredura horizontal.



Figura 2

O mesmo oscilograma da Fig. 1, correspondente ao sinal de TV colorida, observando-se o pulso sincronizador de crominância.

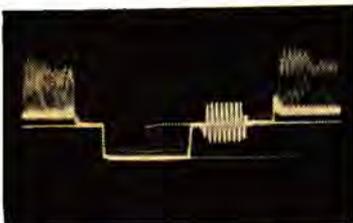


Figura 3

Oscilograma expandido da Fig. 2, mostrando os detalhes do pulso sincronizador de crominância no pórtilco posterior.

anterior e posterior), bem como o de vídeo (veja Fig. 1). Esse sinal, que produz o brilho num receptor preto e branco, é chamado sinal de **luminância**. Numa transmissão colorida estão presentes não só esse mesmo sinal de luminância, mas também um outro sinal informante de cor, denominado **chrominância**. Ambos operam conjuntamente, à frequência nominal de 3,58 MHz. (No oscilograma esses sinais aparecem superpostos). A presença da chrominância torna o oscilograma ligeiramente "embaçado" (Fig. 2) em confronto com o da Fig. 1. Além da luminância e chrominância, o sistema colorido precisa de mais um sinal inserido no pórtico posterior. Trata-se do pulso sincronizador de chrominância ("burst") de 3,58 MHz (constituído de 8 ou 9 ciclos), também denominado "pulso de cor" ou "pulso de referência" (Fig. 3).

Vamos analisar o feitiço e a finalidade de cada um desses novos sinais. Na telemisção, as diversas informações são sintetizadas pelo transmissor e enviadas à antena transmissora sob forma de si-

nais compostos. Estes, ao atingirem o receptor, são por ele analisados e reproduzidos segundo aquelas mesmas informações. No sistema monocromático o brilho é a única variável. Já no colorido, além do brilho participam novos atributos chamados **matiz** (que identifica a cor — vermelho, amarelo, púrpura, etc.) e a **saturação** (que determina a intensidade da cor — vermelho-claro, vermelho-escuro, etc.). Como, porém, o próprio matiz é o resultado das combinações diversas dos sinais de cores primárias — vermelho, azul e verde — pode-se, daí, fazer idéia da quantidade de variáveis envolvidas naquilo que se chama chrominância.

Todos nós estamos familiarizados com o processo de transmissão chamado modulação de amplitude, no qual a onda portadora senoidal, de frequência constante, é submetida à variação de amplitude pelo sinal modulador. Recentemente foi desenvolvido um novo método, chamado modulação de fase, no qual duas portadoras de fases distintas são moduladas e mis-

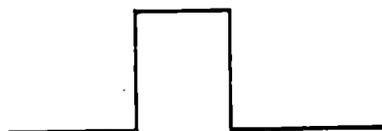


Figura 5

Saída do tubo vermelho, quando está focalizando uma cena inteiramente vermelha.

turadas, enquanto que no receptor são separadas e demoduladas. Esse método proporciona uma considerável economia de espaço do espectro eletromagnético. No sistema de TV colorida a subportadora de 3,58 MHz é dividida em duas dessas portadoras, que diferem apenas quanto à fase (de 90°). Visualizemos uma onda estacionária senoidal de 3,58 MHz. Agora visualizemos um sinal idêntico, porém defasado de 90° (Fig. 4).

Essas portadoras, quando convenientemente moduladas pelos sinais provenientes dos tubos vermelho, azul e verde, recebem as designações de I e Q, respectivamente. (I provém do inglês "in phase" e corresponde à situação em que ambas estão em fase e Q à quadratura, ou 90° fora de fase com I. Na realidade o sinal I não está em fase com nada em particular, mas é usado como referência para a fase do sinal Q).

Uma derivação matemática um tanto longa, se bem que não difícil, mostra-nos como modular as duas portadoras de forma a produzir um sinal utilizável de chrominância. Eis o resultado dessa derivação:

$$I = 0,6 R - 0,28G - 0,32B \quad (1)$$

Essa expressão mostra que o sinal vermelho passa por uma matriz de resistores que o reduz a 60% do normal,

\* R, G e B são iniciais das palavras RED, GREEN e BLUE que correspondem respectivamente a VERMELHO, VERDE e AZUL.

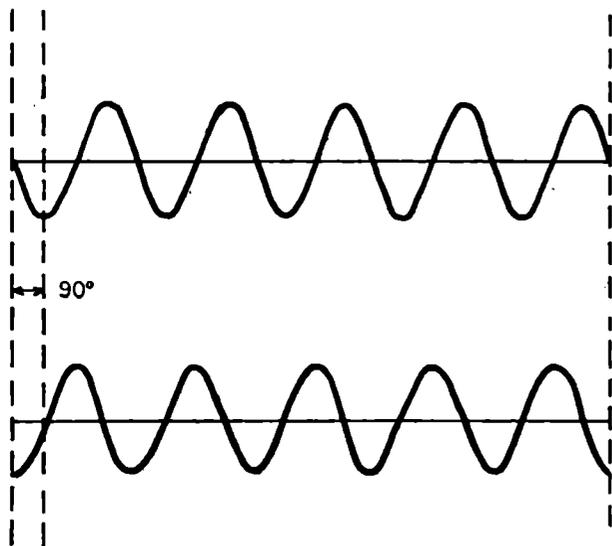


Figura 4

Dois ondas senoidais estacionárias de mesma frequência, porém defasadas de 90°.

isto é, 0,6 R. O sinal verde é reduzido pela matriz a 28% e, depois, enviado através de um estágio inversor que o torna negativo, produzindo  $-0,28G$ . O fator  $-0,32 B$  é análogamente produzido para o azul. Esses três sinais são em seguida eletronicamente somados e a soma empregada para modular a componente I da portadora dividida.

A portadora Q que se acha defasada de  $90^\circ$  em relação a I é modulada segundo a equação

$$Q = 0,21 R - 0,52G + 0,31B \quad (2)$$

No processo de modulação empregando moduladores balanceados, a portadora é suprimida, permanecendo apenas as bandas laterais. Um dos estágios moduladores processa o sinal I, enquanto que o outro processa o sinal Q. Esse par de bandas laterais

é somado conjuntamente, para produzir o sinal de crominância. Essa soma é também um sinal de 3,58 MHz, contendo tôdas as informações necessárias relativas à

côr da cena original. Ela é agora adicionada ao sinal de luminância (que será abordado posteriormente), completando assim o sinal de côr, exceto o pulso sincronizador

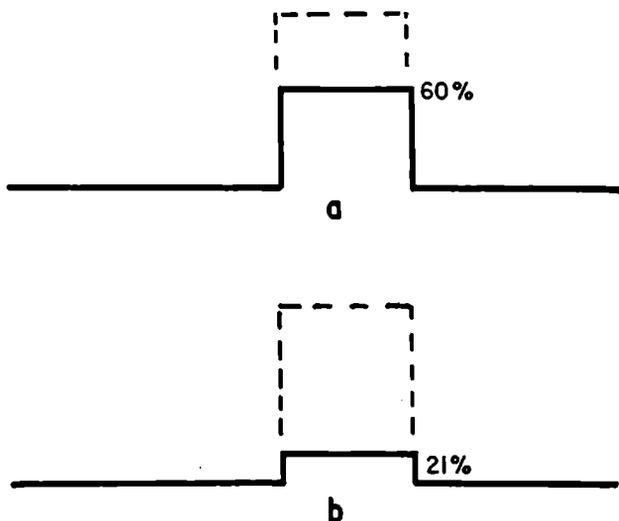


Figura 6

a) O sinal I toma 60% do vermelho puro; b) O sinal Q toma apenas 21% do vermelho puro.

# CENTRO DO TRANSISTOR LTDA.

RUA 24 DE MAIO, 188 - 2ª sobreloja 207 — TELEFONE: 36-4343 — SÃO PAULO

é a casa especializada nas vendas de peças ORIGINAIS para RÁDIOS e T.V. transistorizados

	NCR\$	MATERIAIS PARA T.V. SONY	NCR\$
Alto-falante p/ Crown de 1 faixa .....	2,80	Transf. de s. horizontal .....	3,50
Antenas p/ Sharp 2 faixas .....	2,95	Transf. de b. horizontal .....	3,50
Antenas p/ Mitsubishi 2 faixas .....	2,90	Transf. de b. vertical .....	3,50
Bobinas de F.I. 1, 2, 3, p/ Spica .....	1,00	Transf. driver som .....	3,50
Bobinas Osc. p/ Mitsubishi 2 faixas .....	2,10	Transf. driver horizontal .....	3,50
Bobinas Osc. p/ Mitsubishi - O. curtas .....	0,30	Transf. Puls. horizontal .....	3,50
Bobinas de Antenas p/ Spica, Crown .....	0,40	Antenas TV 4" .....	15,00
Cond. variável de metal p/ Spica .....	3,50	Alto-falante TV 4" .....	6,00
Cond. variável plást. p/ Mitsub. 2 faixas .....	3,50	Alto-falante TV 5" .....	6,00
Cond. variável p/ Voltix (metal) .....	3,00	Alto-falante TV 9" .....	8,00
Cond. eletr. miniat. 30 x 6 V .....	0,19	Ret. Selenium TV 4" .....	4,00
Cond. eletr. Elna miniat. 5/6, 10/6, 50/6, 100/6, 200/12, 500/6 .....	0,29	Ret. Selenium TV 5" .....	5,00
Caixa Plástica p/ Spica .....	4,80	Fly-Back TV 4" .....	15,00
Caixa Plástica p/ Crown .....	3,80	Fly-Back TV 5" .....	50,00
Estôjo de Napa Crown .....	1,90	Yokes p/ TV 5" .....	20,00
Estôjo de Napa Play-Boy .....	2,10	Transf. força TV 4" .....	15,00
Estôjo de Couro Spica .....	3,50	Transf. força TV 5" .....	15,00
Ferrites, p/ Spica, Crown, Mits, 1 faixa .....	0,80	Válvula 1 DK 1 .....	13,80
Fones, pinos finos e grossos .....	1,00	Válvula 1 SK 2 .....	13,00
GRAVADOR SOREL (CROWN) Funciona a PILHA e LUZ, Grava 30/60 minutos .....	170,00	Chassis deflexão 9" .....	130,00
GRAVADOR SOREL (CROWN) Funciona a PILHA e LUZ, Grava 2/4 horas .....	270,00	Chassis vídeo e som 9" .....	90,00
GRAVADOR NATIONAL, Miniatura — a PILHA e LUZ, bellissimo acabamento .....	175,00	Chassis deflexão 5" .....	80,00
GRAVADOR TRANSI-CORDER — último modelo .....	145,00	Chassis vídeo e som 5" .....	75,00
Motores p/ gravador Transi-Corder .....	12,50	Seletor de canais 5" .....	85,00
Transformador de saída horizontal T.V. Sony Mini-Jett, Pesquisador de Sinais .....	13,90	Cond. 4.000 x 15 V .....	5,00
		Cond. 500 pf x 4.000 V .....	1,00
		Tubos de 5" .....	80,00
		Tubos de 6" .....	70,00
		Tubos de 9" .....	90,00
		Chave liga-desliga TV 5" .....	5,00
		Potenciômetro p/ TV 5" - cada .....	2,00
		Extensão p/ cabo .....	3,00

"SEMPRE AOS MELHORES PREÇOS DA PRAÇA"

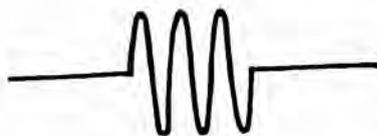


Figura 7

O sinal I, depois da modulação pelo sinal do tubo vermelho mostrado na Fig. 6-a.

de prominência inserido no pórtico posterior. A ilustração da formação de I e Q, bem como a sua adição estão apresentadas aqui na ordem.

A linda jovem de que estávamos falando está vestida de vermelho. Apenas por conveniência, vamos substituí-la por uma barra vermelha vertical que contrasta com um fundo preto. A saída do tubo vermelho observada num osciloscópio apresentaria uma configuração ilustrada na Fig. 5. As saídas dos tubos verdes e azul seriam nulas nessa área.

A equação (1) requer 0,60R para I (sendo verde e azul nulos). Veja a Fig. 6-a. A equação (2) demanda 0,21R para Q (sendo verde e azul nulos). Reporte-se à Fig. 6-b. 60% do sinal modula, através do modulador duplamente balanceado, uma portadora, suprime o vídeo e a própria portadora, e se transforma puramente em bandas laterais (sinais I — Fig. 7). O sinal de 21% modula a portadora que difere em fase de  $90^\circ$  (sinal Q — veja Fig. 8). Os sinais I e Q são agora somados conjuntamente, conforme mostra a Fig. 9. Observe-se que cada sinal foi "esticado" horizontalmente, à bem da clareza.

O resultado final é uma onda senoidal de 3,58 MHz (frequência nominal), com nova fase completamente própria.



Figura 8

O sinal Q, depois de modulado pelo vermelho (Fig. 6-b), está ainda com  $90^\circ$  fora de fase com relação a I.

No presente caso ilustramos com a cor vermelha. Se fosse usada uma outra cor, tal como amarelo, marrom, rosa ou turquesa resultariam outras fases, pois não só o vermelho mas também partes de azul e verde seriam usados.

O vermelho numa imagem terá sempre a relação de fase entre I e Q mostrada na Fig. 9. Todas as demais cores terão uma relação de fase ligeiramente diferentes, mas sempre a mesma para uma determinada cor. Pode-se construir um diagrama fasorial (Fig. 10) representando todas as cores e as diferenças de fases entre uma cor e outra. Note-se que o vermelho apresenta uma fase ligeiramente distinta da de I ( $20^\circ$ ) mas bem distinta da de Q ( $70^\circ$ ), o que corresponde perfeitamente com a Fig. 9.



Figura 9

A adição dos sinais I e Q (modulação com sinal inteiramente vermelho) produz a forma de onda mostrada em vermelho.

Uma vez que as portadoras foram suprimidas para a transmissão, é mister reinseri-las no receptor, a fim de separar os sinais originais de I e Q, para poder em seguida demodulá-las. (Isso é feito segundo a teoria da banda lateral da portadora suprimida, tópico demasiadamente longo para ser aqui abordado). A reinserção da portadora é feita graças a um oscilador muito acurado de 3,58 MHz existente no receptor. Para que essa reinserção seja viável é mister que o sinal gerado pelo oscilador local obedeça àquelas mesmas relações de fase relativas à cor, dadas pela estação transmissora. Esse acerto de fase é feito por um

pequeno pulso de 3,58 MHz (pulso de referência), enviado pela estação, e que serve como amostra de fase para o oscilador local, a fim de a ela se encadear.

Em virtude das razões diversas relacionadas com as derivações matemáticas já mencionadas, I é defasada de  $57^\circ$  em relação ao pulso de referência e Q de  $147^\circ$ , na estação transmissora. O oscilador do receptor se encadeia a esse pulso de referência e sofre um retardo de  $57^\circ$ , e nesse período duplica o sinal I original. Usando um par de moduladores, atuando agora como detectores síncronos, essa portadora reinserida que contém o sinal I permite a restauração de I enquanto cancela Q.

Concomitantemente, uma onda senoidal de 3,58 MHz, de-

fasada de  $90^\circ$ , é combinada (num outro par de detectores síncronos) com o mesmo sinal e a modulação de Q é removida enquanto que I é cancelado. Isso parece complicado (e é mesmo), mas o resultado líquido é este: Três diferentes sinais de vídeo colorido são combinados para produzir sinais I e Q os quais, após a transmissão, são recuperados no receptor. Como são eles reconvertidos em três cores primárias é o que veremos a seguir.

Até aqui ignoramos completamente uma parte muito importante do sinal colorido. É a parte preto e branco ou a luminância. Se for empregada uma quarta câmara, esse

sinial de luminância é facilmente obtido. Entretanto se a quarta câmara não for usada, o sinal de luminância (às vezes chamado de sinal Y, ou em outras literaturas de sinal M, do monocromático) pode ser obtido de maneira idêntica aos sinais de I e Q. Esse processo obedece à seguinte equação:

$$Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B \quad (3)$$

Essas porcentagens de cores foram determinadas de acordo com a sensibilidade do olho humano às diferentes cores. Além disso essa combinação de cores proporciona um sinal que num receptor preto e branco produz uma graduação de cinzento apropriada. O sinal Y não é empregado para modular uma portadora, mas permanece como um vídeo puro. Esse sinal Y, ou sinal de luminância, é transmitido concomitantemente com as bandas laterais I e Q, ou sinal de crominância (veja a Fig. 2).

Num receptor preto e branco só se enxerga o sinal Y, já que ele não dispõe de circuitos processadores de crominância. Num receptor colorido o sinal Y desempenha uma outra função muito importante. Queiramos ou não, teremos agora que lidar com um pouco de matemática. Afinal, se o receptor desempenha essa matemática, porque não haveremos de fazê-lo também!

Com o emprêgo dos estágios inversor e somador, bem como matrizes resistivas, o receptor desempenha as seguintes operações matemáticas: (Lembre-se agora que temos uma onda senoidal de 3,58 MHz para I e uma semelhante para Q, porém deslocada de 90°).

Se tomarmos 96% da amplitude de I e lhe somarmos 62% da amplitude de Q, re-

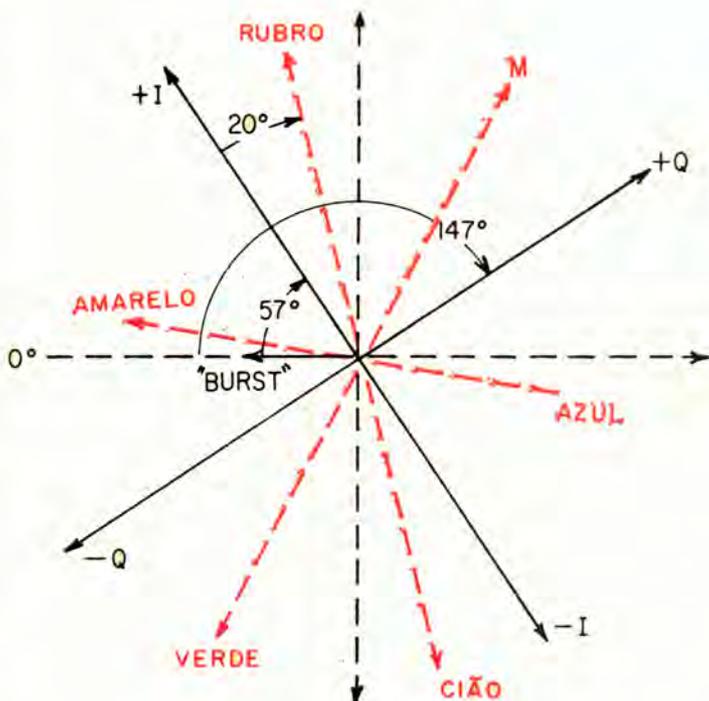


Figura 10

Este diagrama fasorial mostra como as diversas cores divergem quanto à fase das referências I e Q.

sultar-nos-á um sinal denominado R-Y. Matematicamente, fica:

$$R-Y = 0,96 I + 0,62Q \quad (4)$$

Analogamente,

$$B-Y = -1,10 I + 1,70 Q \quad (5)$$

e

$$G-Y = -0,28 I - 0,64 Q \quad (6)$$

Temos pois três sinais: R-Y, B-Y e G-Y. Se adicionarmos Y a cada um deles, em três estágios somadores imediatamente antecedentes ao tubo de imagem colorida, e desde que as três grades sejam corretamente alimentadas, resulta:

$$R-Y + Y = R \quad (7)$$

$$B-Y + Y = B \quad (8)$$

$$G-Y + Y = G \quad (9)$$

Dessa forma as nossas três cores originais foram reconstituídas, todas elas na sua

integridade, produzindo uma imagem completamente vermelha, azul ou verde no cinescópio.

O sinal efetivamente visto no osciloscópio consiste na realidade de um sinal normal de sincronismo, do sinal extintor do sinal monocromático e do pulso sincronizador de crominância no pórtico posterior. O vídeo contém não só a informação relativa ao monocromático (luminância), mas também informações relativas ao policromático (crominância) que é uma combinação dos sinais I e Q. Cada cor captada da cena original (não apenas o vermelho, azul e verde) é representada na crominância como uma onda senoidal de 3,58 MHz, com uma relação definida de fase e transmitida pelo pulso de referência inserido no pórtico posterior. Quando o telespectador comuta o canal, o

oscilador local de 3,58 MHz do receptor imediatamente se encaixa ao novo pulso de referência, assegurando assim a coloração correta da imagem. Entretanto, a fidelidade da cor só é assegurada desde que a estação esteja transmitindo as cores com relações apropriadas de fase e concordante com o pulso de referência, e desde que os diversos equipamentos que constituem o transmissor não distorçam essas relações em razão de diversas discrepâncias possíveis.

Se for notada uma diferen-

ça no tom róseo de carne, ao se comutar de uma estação para outra, é sinal seguro de que há algo errado na câmara ou gravador de vídeo de uma das estações ou de ambas, especialmente no que diz respeito ao casamento dos equipamentos. Em particular, na reprodução de vídeo-gravação há numerosas possibilidades de erros, e mesmo com uma vigilância constante os resultados não tendem a ser perfeitos. Os equipamentos de transmissão e o seu alinhamento também variam de estação para estação, e até

mesmo de dia para dia, em quaisquer estações de TV.

E é em razão disso que existe um controle de fase (matiz) no receptor — para combater algumas das discrepâncias na transmissão do sinal. Infelizmente, no presente estágio de desenvolvimento da TV colorida, não existe ainda um método seguro de combater esses problemas no receptor, mas algum dia esses problemas serão um a um eliminados na própria estação transmissora.

— o —

## COMPRE BEM!

TELEVISÃO - RADIO - VITROLAS  
RADIO DE PILHAS - ACUMULADORES  
AMPLIFICADORES - ACESSÓRIOS  
PARA RADIO, TELEVISÃO E HI-FI  
EM GERAL.

COMPLETO SORTIMENTO DE MÓVEIS  
E CAIXAS PARA RADIO.

**ATACADO E VAREJO**

SOLICITEM LISTAS DE PREÇOS.

**Eletrônica  
Centenário Ltda.**

RUA DOS TIMBIRAS, 227 - TEL.: 34-7837  
SAO PAULO

## ELETRÔNICA GUANABARA

**OS MELHORES PREÇOS**

Antenas para televisão e fios.  
Válvulas Philips e americanas.  
Reguladores de voltagem.  
Fly-backs.  
Bobinas defletoras.  
Saída vertical.  
Instrumentos de medida.  
Toca-discos, Philips, VM e Winco.  
Alto-falantes e "tweeters".  
Projetores de som (corneta).  
Amplificadores.  
Conjuntos Hi-Fi e Estéreo com transformadores EASA e Willkason.  
Conjuntos para rádios.  
Caixas para rádios.  
Pilhas Eveready e Ray-o-vac.  
Material em geral para rádios, televisores e Hi-Fi.  
NÃO ATENDEMOS A PEDIDOS POR CARTA.  
VENDAS SÓ NA LOJA.

**ELETRÔNICA GUANABARA**  
**RUA ACRE, 84 — SOBRADO**  
**Rio de Janeiro — Guanabara**

### Noticiário Industrial

(Cont. da pág. 68)

Entre os numerosos componentes da eletrônica de potência, a Siemens escolheu para a exposição retificadores miniatura de silício e elementos retificadores, tiristores de silício, elementos de refrige-

ração SIRIGOR de funcionamento eletrônico, placas magnetoresistentes e componentes do sistema elétrico de regulação TRANSIDYN B para a regulação rápida de sistemas de acionamento e instalações distribuídas de energia. Do sistema elétrico de regulação SIMATIC foram apresentados

o modelo didático G e um modelo para o comando de processos de contagem e dosagem.

Leia no próximo número:

**Econômico receptor de TV de 59 cm.**

## Carregador controlado

(Cont. da pág. 37)

carga) o carregador se desliga automaticamente. A maneira mais simples de se ajustar R1 é ligar-se o carregador a um acumulador completamente carregado e efetuar o ajuste deixando R1 no ponto em que o carregador se desliga.

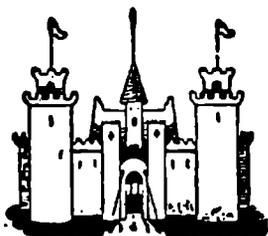
### Lista de materiais

C1 — eletrolítico 100  $\mu$ F x 25 V

CR1 — diodo Zener GE -- X11  
 CR2 — diodo retificador GE 1N1692  
 CR3, CR4 — diodos retificadores GE -- X4  
 CR5 — thyrector GE -- X14 (supressor de transientes, opcional)  
 F1 — fusível 2 ampères  
 R1 — potenciômetro de fio, 500 ohms, 2 watts  
 R2, R3 — 27 ohms, 5 watts

R4 — 1 000 ohms, ½ watt  
 R5 — 47 ohms, 1 watt  
 RCS1 — GE — X3 (retificador controlado de silício)  
 RCS2 — GE -- X5 (retificador controlado de silício)  
 T1 — transformador; primário 110 V, secundário 24 V com derivação central.

(Traduzido por Arthur Rabner — de Aplicações Eletrônicas Artimar).



## CASA RÁDIO FORTALEZA

KITS COMPLETOS: para 5, 6, 7, 8 e 10 válvulas — TOCA-DISCOS AUTOMATICOS Philips e Eltronmatic — APARELHOS DE MEDIÇÃO, Testers, Analisadores — RÁDIOS Transistor 3 faixas — RADIOFONOGRÁFO Transistor — TOCA-DISCOS 3 rotações a pilha — VALVULAS Europeias e Americanas — MÓVEIS E CAIXAS PARA RÁDIOS.

Completo sortimento de equipos para som — Amplificadores montados e em Kit — Microfones — Alto-falantes — Etc.

**PERFECTO SERVIÇO DE REEMBOLSO POSTAL E AEREO**

**SOLICITEM NOSSA LISTA DE PREÇOS**

**AVENIDA RIO BRANCO, 218 — TEL.: 34-9954 — SAO PAULO**

## Sistemas e qualidades ...

(Cont. da pág. 41)

Resta um fator: o preço. A ADC-10E custa US\$49,50, nos USA. A Stanton 581EL, US\$49,50 (incluindo uma escôva para poeira). A Euphonics CK-15-LS, US\$55,00, incluindo fonte de alimentação. A Grado B, US\$19,95 (o modelo com agulha elíptica custa ..... US\$32,50).

Pelo exposto percebe-se que a escolha de uma cápsula é bastante complexa e tende para o terreno quase que puramente "pessoal". De qualquer forma, a comparação entre os diversos tipos é altamente interessante, uma vez que nos fornece uma boa orientação.

### Resultado dos testes efetuados

1 — Saída por canal (teste com um sinal de 1 KHz

gravado numa velocidade de 3,54 cm/seg.).

Euphonics esquerdo —12 mV  
 direito —11 mV

Grado B esquerdo —4,8 mV  
 direito —4,95 mV

ADC-10E esquerdo —3,5 mV  
 direito —3,6 mV

Stanton esquerdo —4,5 mV  
 direito —4,6 mV

2 — Mínima força necessária para rastreamento.

Euphonics —1 grama

Grado B —1,5 grama

ADC —1 grama

Stanton —1 grama

3 — Compliância dinâmica ( $\times 10^{-6}$ ).

Euphonics — lateral — 4,5  
 — vertical — 6,3

Grado B — lateral — 1,6  
 — vertical — 1,6

ADC — lateral —12,5  
 — vertical —24,8

Stanton — lateral — 4,5  
 — vertical — 4,2

4 — Distorção por intermodulação.

Euphonics lateral +6 db, 2,5%  
 +9 db, 4%  
 vertical +6 db, 2,2%  
 +9 db, 3,2%

Grado B lateral +6 db, 1,5%  
 +9 db, 7,5%  
 vertical +6 db, 3%  
 +9 db, 3,8%

ADC lateral +6 db, 1%  
 +9 db, 2,2%  
 vertical +6 db, 3%  
 +9 db, 5%

Stanton lateral +6 db, 1,2%  
 +9 db, 1,6%  
 vertical +6 db, 4,2%  
 +9 db, 6,2%

# ABC da televisão em côres

(Cont. da pág. 30)

fase. Eles são comparados com um sinal de oscilador de referência e a fase de cada sinal lhe diz de que côr deve ser. A amplitude lhe diz quão intensa deve ser essa côr (saturação), mas cabe à fase determinar de que coloração será — vermelha, verde, púrpura, etc.

Foi, portanto, adicionado mais um contrôlo — o controle de coloração. O que êle faz é variar um pouquinho a fase do sinal do oscilador

de referência. Êle não varia muito, basta uns poucos graus de desvio para produzir grande mudança nas côres.

Em todos os aparelhos de TV em côres, tomamos a côr de nossas faces como referência. Ê que, tratando-se de outros objetos coloridos, não sabemos ou não precisamos saber exatamente se é vermelho vivo ou vermelho cravo. Mas, tratando-se de pessoas, a côr tem que ser fiel. Por isso, para ajustarmos convenientemente o contrôlo de coloração, simplesmente giramo-lo até que a imagem de uma pessoa apresente "côr de gente", e só.

## ANTENAS COLETIVAS

(Cont. da pág. 34)

### Amplificadores síncronos e com sintonia escalonada

Os amplificadores síncronos, com sintonia simples, são os mais simples de se calcular, construir e calibrar. Constam êles de n estágios sintonizados na mesma freqüência (centro do canal correspondente).

Quando n estágios com idênticos ganhos A são ligados em cascata, o ganho total é dado por

$$A_t = A^n$$

Nos amplificadores síncronos, sintonizamos todos os estágios para a mesma freqüência e calculamos a largura de faixa de cada estágio de modo que a banda passante resultante fique dentro do especificado.

A relação entre a banda passante a 3 db Bt para todo o amplificador e Bi para um único estágio é:

$$S = \frac{B_t}{B_i} = \left( 2^{1/n} - 1 \right)^{1/2}$$

Na tabela abaixo já estão os valores calculados até 5 estágios.

n	1	2	3	4	5
S	1	0,64	0,51	0,44	0,39

A banda passante de um circuito sintonizado simples é dada por

$$2 \Delta f = \frac{f_0}{Q}$$

f<sub>0</sub> = freqüência central

Q = fator de qualidade do circuito

$$Q = \frac{\omega L}{r_s} \text{ ou } \frac{R_P}{\omega L}$$

O ganho de cada estágio é dado por:

$$A = GM \times Z_0$$

GM = transcondutância da válvula em mhos

Z<sub>0</sub> = impedância do circuito sintonizado

O ganho total do amplificador é dado por:

$$A_t = A^n$$

A = ganho de cada estágio

n = número de estágios

A válvula deve ser escolhida tendo em vista o que já falamos anteriormente. Há uma maneira de calcularmos o mérito de uma válvula para os amplificadores de banda larga. Calculamos

$$M = \frac{g_m}{C_e + C_s}$$

g<sub>m</sub> = transcondutância

C<sub>e</sub> = capacitância de entrada

C<sub>s</sub> = capacitância de saída

Quanto maior fôr M melhor será a válvula para o caso.

Vamos a um exemplo de aplicação.

Suponhamos que necessitamos de um amplificador para o canal 3 com ganho elevado. Elegemos a válvula 6AG5, que pode trabalhar até freqüências vizinhas a 400 MHz. As condições de trabalho da 6AG5 são: Capacitância de entrada (válvula sem blindagem) = 6,5 pF Capacitância de saída (válvula não blindada) = 1,8 pF.

(continua no próximo número).

## AS CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

(Cont. da pág. 51)

### CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL PARA CARROS?

A questão da viabilidade de motorizar automóveis, motocicletas e barcos do futuro com células de combustível não está completamente resolvida. Porém, a dúvida pende visivelmente em favor da viabilidade. Não constitui segredo para ninguém o fato de os laboratórios de pesquisa das grandes indústrias automobilísticas dos EE.UU. e da Europa estarem trabalhando no sentido de conseguirem unidades de energia à célula de combustível para emprego em pequenos veículos de uso pessoal, sobretudo na área metropolitana.

A bateria recarregável de sódio líquido/enxôfre da Ford, mencionada no começo deste artigo, não é propriamente uma célula de combustível que gasta os componentes químicos, mas ela representa um considerável progresso na construção de fonte elétrica compacta e leve que pode fornecer alta corrente exigida por um motor de automóvel. Ela é essencialmente uma bateria recarregável, mas emprega técnicas desenvolvidas na pesquisa de células de combustível. Essa bateria provavelmente representa um estágio intermediário do desenvolvimento da unidade de célula de combustível prática.

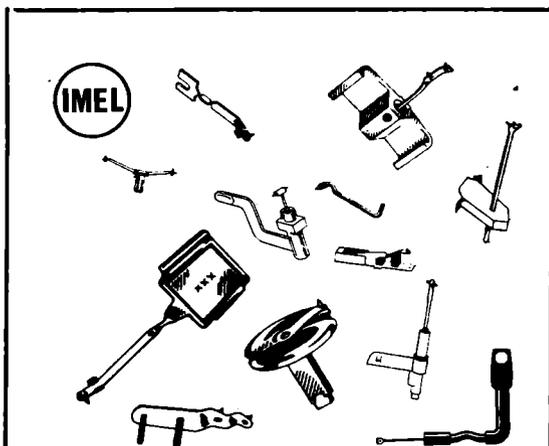
A bateria da Ford emprega enxôfre líquido como elemento anódico, um eletrólito cerâmico permeável apenas aos íons de sódio migrantes, e um elemento catódico de sódio líquido. Na geração da f.e.m., os átomos de sódio libertam elétrons ao circuito externo através do catodo. Os íons de sódio resultantes passam através do eletrólito cerâmico e reagem com o enxôfre produzindo sulfeto de sódio e o elétron livre volta da carga através do anodo. A recarga é feita com um carregador de 110 V, empregando retificador.

Os porta-vozes da Ford afirmam que dentro de dois anos será possível construir uma unidade de 1 KW pesando cerca de 45 Kg. Essa fonte de energia poderia propelir um veículo de 500 Kg transportando duas pessoas e duas crianças pequenas à velocidade de 60 a 80 km/h com raio de ação de 300 km. Os protótipos estão ora sendo testados na Inglaterra.

Porque êsse clamor público por carros elétricos? Provavelmente, é a crescente realidade da contaminação das nossas cidades com subprodutos exalados pela combustão de gasolina e óleo diesel. Os legisladores e os cidadãos em geral estão cada vez mais exigindo soluções e

ações para sanar êsse problema. Visto que os carros movidos à célula de combustível não produzem senão água pura como subproduto, é evidente que êsse sistema seja fascinante. Outras vantagens dos veículos elétricos são o silêncio (os níveis de ruído nos centros urbanos causam a conhecida inquietude), a aceleração rápida para vencer o tráfego e ainda a grande eficiência.

Apesar dessas vantagens, a tecnologia da célula de combustível tem um longo caminho a vencer para tornar aceitável o seu custo de produção. No presente estágio, parece que serão necessários 10 ou mais anos até que possamos adquirir um carro elétrico. Não devemos porém subestimar a extraordinária façanha de que é capaz a engenhosidade americana, quando seus programas de pesquisa são subsidiados com incentivos em larga escala. E esteja prevenido contra aquelas nuvens de fumaça que cobrem as nossas cidades; elas poderão constituir um catalizador que irá acelerar a entrada da célula de combustível na nossa vida cotidiana. A não ser que ocorra um inesperado desenvolvimento na criação de fontes leves de energia nuclear, a célula de combustível, sob várias formas, está destinada a se tornar uma fonte de energia comum no futuro.



Sortimento completo de: AGULHAS para  
FONOCAPTORES tipos ANTIGOS e  
NOVOS para ESTEREO e HI-FI.

Importação direta - Venda só por atacado.  
Consultem-nos.

**IMPORTADORA de MATERIAIS  
ELETRÔNICOS LTDA.**

**RUA ACRE, 77 - sala 505 - Cx. Postal 1763-ZC-00  
BIO DE JANEIRO - GB.**

# Tempo de Aparecimento de Imagem em Receptores de TV

Colaboração do Laboratório de Aplicações Eletrônicas da RCA — Eletrônica Brasileira S/A.

Um dos objetivos dos projetistas de receptores de televisão é o do aparecimento quanto mais rápido da imagem uma vez ligado o aparelho.

Existem até propagandistas de sistemas de "prontidão por preaquecimento", melhor conhecidos como "stand-by", assegurando o funcionamento quase imediato de tôdas as válvulas, inclusive do cinescópio, porém menos a retificadora de alta tensão.

Como bem sabemos, esta última recebe a energia necessária para o aquecimento do seu filamento do estágio de saída horizontal, e enquanto aquêle não funciona, ela permanece inteiramente fria. O tempo necessário para o televisor entrar em funcionamento é, pois, a soma do tempo da série de filamentos e do tempo da retificadora de alta tensão. Convém, pois, comparar êstes dois tempos para os vários tipos de filamento e para os vários tipos de retificadores de alta tensão.

Efetando tôdas as medições com tensão de rede nominal e com luminosidade ajustada à média utilizada pelos telespectadores brasileiros, obtivemos os seguintes resultados:

Série comum de 300 mA	25 s
Retificadora A.T. de aquecimento indireto	11 s
<b>Total</b>	<b>36 s</b>
<hr/>	
Série RCA (tempo de aquecimento controlado) de 600 mA	11 s
1G3/1B3GT ou 1X2B	< 1 s
<b>Total</b>	<b>&lt; 12 s</b>

Série RCA (tempo de aquecimento controlado) de 450 mA	11 s
1G3/1B3GT ou 1X2B	< 1 s
<b>Total</b>	<b>&lt; 12 s</b>

Como podemos verificar, o tempo de aparecimento da imagem com a série RCA de 600 e de 450 mA e com 1G3/1B3GT ou 1X2B é menos da terça parte do tempo necessário na sé-

## CKS oferece: KITS de fácil montagem!

### Kit 914 TRANSMIRIM

Oscilador que capta sua voz numa distância de 100 metros, como se fosse estação de verdade!

Kit completo, inclusive microfone ... NCr\$ 32,40

### Kit 2.625 OSCILADOR DE TELEGRAFIA

Transistorizado, som forte regulável, com caixa plástica.

Kit, inclusive alto-falante, somente ... NCr\$ 34,80

### Kit 12.115 AMPLIFICADOR DE 2 VALVULAS

Composto de chassi, componentes completos, pode ser adotado um alto-falante de 12".

Kit somente por ..... NCr\$ 33,70

### Kit 12.104 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Para Rádio Transistor. Entrada 110 volts A/C. Saída 6 volts D/C. Substitui perfeitamente as pilhas do Rádio Transistor, fornecendo corrente contínua, sem ruídos. Componentes completos e 1 chapa de eucatex para fácil montagem.

Kit somente por ..... NCr\$ 9,20

Pedidos, cartas e Telegramas à:

# CKS

Rio de Janeiro — Gb  
Caixa Postal 4545 — ZC 21

Telefone: 43-1571

Fazemos reembolso postal.

rie de 300 mA e retificadora de alta tensão de aquecimento indireto.

Também a série de 6,3 volts, conjugada com 1G3/1B3GT ou com 1X2B fornece imagem em menos de 12 segundos, conforme verificamos no último protótipo montado em nosso laboratório.

Com o sistema "stand-by", a proporção é ainda mais acentuada. Neste caso, o aparecimento da imagem depende quase exclusivamente

te da retificadora de alta tensão. Sob as condições acima delineadas, no receptor equipado com retificadora de alta tensão de aquecimento indireto a imagem aparece em 11 segundos. No mesmo receptor, equipado com 1G3/1B3GT ou com 1X2B ela aparece em menos de 1 segundo.

Aos interessados em preaquecimento, informamos ainda que aplicando em "Stand-by" 70% da tensão nominal de filamento, não há perigo de "envenenamento" dos catodos.

## AS PILHAS SÉCAS

(Cont. da pág. 55)

### Baterias de mercúrio "Eveready"

A bateria de mercúrio "Eveready" é semelhante à pilha carbônio-zinco, sendo uma bateria primária. As pilhas primárias são fontes fundamentais de electricidade. Sua tensão deriva das posições relativas do seu anodo e catodo na série eletroquímica. O eletrólito que contém, agindo sobre o anodo, dá origem a íons que migram e tomam parte, também, nas reações químicas, no interior da pilha.

A bateria de mercúrio consta essencialmente de um catodo despolarizante de óxido de mercúrio, de um anodo de zinco puro amalgamado e de um eletrólito formado de solução aquosa concentrada de hidróxido de potássio saturada com zinco. O anodo e catodo têm estruturas laminares reunidas em um reci-

piente de aço, que é o invólucro da bateria.

Há uma utilização de 80 a 90% do espaço por materiais ativos nesta pilha, que possui maior eficiência do que qualquer outra pilha primária. Desde que a eficiência que se pode obter de cada pilha depende da área da superfície despolarizante, cada pilha de mercúrio tem uma intensidade de corrente recomendada, baseada na referida área.

São vantagens específicas destas pilhas de mercúrio: tamanho reduzido, grande energia por unidade de volume, possibilidade de operar em

boas condições sob variações consideráveis de temperatura, pressão e umidade, fornecimento de tensão e ampères-hora quase constante, impedância interna baixa, resistência a perdas, longa vida de repouso e constituição robusta.

Presentemente, as pilhas "Eveready" de mercúrio são encontradas em vários tamanhos, destinadas a objetivos diversos: são delgadas, nos aparelhos de surdez, maiores, nos rádios portáteis, havendo outros tipos, para uma variedade de equipamentos eletrônicos.



No. E9



No. E1



No. E400

## REEMBOLSOS POSTAL E AÉREO

### SNRS. RADIOTÉCNICOS DO INTERIOR

FAÇAM SUAS COMPRAS DE PEÇAS E ACESSÓRIOS EM GERAL PARA RÁDIOS E TELEVISÃO PELO SERVIÇO DE REEMBOLSOS NA ELETRÔNICA BELENENSE, UMA LOJA ESPECIALIZADA NO SERVIÇO DE REEMBOLSOS. RAPIDEZ NA REMESSA E HONESTIDADE NOS PREÇOS.

SOLICITEM LISTA DE PREÇOS.

## ELETRÔNICA BELENENSE

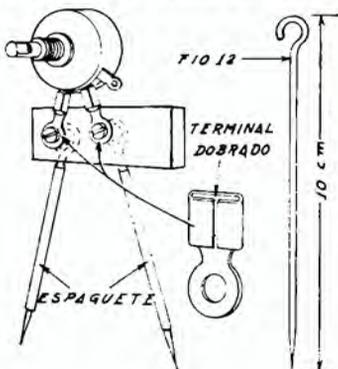
Rua Eng. Muniz de Aragão, 48 — Caixa Postal, 10.220 — SÃO PAULO

# Bancada de SERVIÇO



## Potenciômetros substituem as caixas de substituição de resistores

Os potenciômetros poderão ser tão úteis quanto as caixas de substituição na determinação do valor exato de um resistor necessário num determinado circuito. O conjunto é formado por uma placa de fenolite, dois terminais de li-



gação dobrados e dois pedaços de fio 12 com as pontas afiladas e protegidos com espaguete; a figura ao lado elucidará quaisquer dúvidas. Para utilizarmos o conjunto encaixamos um potenciômetro

de valor adequado nos terminais, fazemos com que as pontas toquem nos pontos do circuito onde deveria ser ligado o resistor (cujo valor se deseja determinar) e ajustamos o potenciômetro até que o aparelho funcione corretamente. Removemos em seguida o conjunto (sem alterar a posição do eixo do potenciômetro) e medimos o valor da resistência para a qual foi ajustado o potenciômetro; agora só resta ligar no circuito um resistor fixo de valor o mais próximo possível daquele para o qual foi ajustado o potenciômetro. (Peter Legon)

## Orientando a antena de TV

A orientação das antenas de TV oferece, em certos casos críticos, bastante dificuldades, uma vez que a simples

# eletrônica antelândia

## A CASA DO BOM TÉCNICO

### NÃO PERCA MAIS TEMPO, VENHA CONHECER

O MAIOR SORTIMENTOS DE MATERIAIS DE RÁDIO, T.V. E TRANSISTORES OS MELHORES PREÇOS DA GUANABARA "SOB A DIREÇÃO DO CONHECIDO ANÍZIO"

RUA ACRÉ, 77 - LOJA D - TELS.: 23-8654 - 23-0605



# ALTO-FALANTE CENTRAL PARA SISTEMAS ESTEREOFÔNICOS

H. Burstein  
de RADIO-ELECTRONICS

Sistemas estereofônicos com três alto-falantes estão se tornando cada vez mais populares. Um alto-falante central, excitado por um sinal combinado dos canais direito e esquerdo, é adicionado entre os dois alto-falantes originais. Isto está em contraste com os sistemas estéreo de três canais, ainda não disponíveis para uso doméstico, em que o alto-falante central é alimentado por um canal separado.

Diversas razões têm sido

apontadas em favor de um alto-falante central:

— Se o ouvinte “vê” os alto-falantes direito e esquerdo sob um grande ângulo, o falante central tende a encher o “buraco no centro”.

— O som central é uma combinação dos canais esquerdo e direito. Combinando-os, e fazendo com que alimentem um alto-falante central, pode ser recriado o som central.

— A posição do ouvinte tem

menos efeito sobre a ilusão estereofônica quando é usado um alto-falante central. Quer dizer, êle pode sentar-se mais perto ou mais longe dos falantes, ou pode sentar-se mais distante da linha central entre os alto-falantes laterais, sem que perca a ilusão estereofônica, em contraste com a posição ótima requerida quando são usados somente dois falantes.

Sejam êstes argumentos bons ou não, o fato é que

## SOLHAR ELETRÔNICA S.A.

Trimmers 3-30 pF e todos os tipos de bobinas e monoblocos de Rádio e Televisão, para válvulas e transístores, V.F.O., V.H.F. e F.M., auto-rádio com etapa de alta, filtro de alta-freqüência para TV, etc.

PROCURE NAS BOAS CASAS DO RAMO.

Aguardem novos lançamentos.

Rua Tito n<sup>os</sup>. 978/980 - Fone: 62-9214 - Cx. Postal, 1593  
Enderêço Telegráfico: «SOLHARTRONIC» — São Paulo

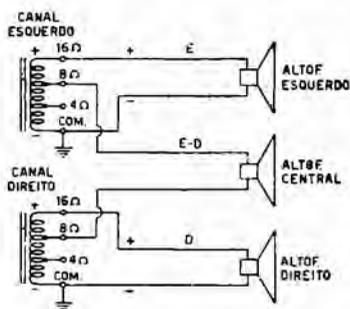


Figura 1

Ligando o alto-falante central simplesmente a tomados dos transformadores, pode acontecer que seja reproduzido somente o sinal diferença dos dois canais.

muitos estereófilos estão incorporando, ou pelo menos experimentando falantes centrais. Para economizar o custo de um terceiro amplificador de potência, eles frequentemente conectam o alto-falante central em paralelo com as saídas do amplificador estéreo, como na fig. 1.

Infelizmente, com este arranjo o alto-falante central é alimentado por um sinal

diferença em lugar de um sinal soma. Às vezes o sinal diferença produz resultados tão satisfatórios quanto os proporcionados por um sinal soma. Frequentemente, no entanto, o sinal diferença não é satisfatório. Isto costuma acontecer quando é usado um microfone central durante a gravação, e sua saída alimenta, em quantidades iguais, os canais direito e esquerdo. Nesse caso, o sinal diferença cancela o som central.

Para contornar este problema, um grande número de amplificadores de potência estéreo são agora ligados como na fig. 2. A tomada de 4 ohms de cada transformador de saída é conectada à massa. Elêtricamente, o terminal de 4 ohms é a derivação central do enrolamento secundário, e assim o transformador de saída é operado como se fora um dispositivo em "push-pull". Pela conexão do falante central à tomada de 16 ohms de um transformador de saída, e

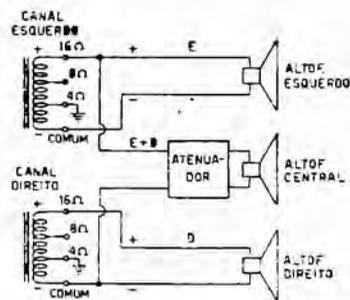


Figura 2

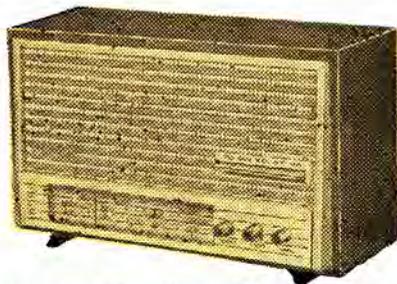
Ligações aos transformadores de saída para que seja reproduzido pelo alto-falante central o sinal soma.

à tomada comum do outro, conseguimos um sinal soma.

É possível refazer as ligações de amplificadores de potência convencionais para que operem com o sistema da fig. 2. Entretanto, os valores da rede de realimentação terão de ser reajustados, para que seja mantida a mesma quantidade de realimentação que havia anteriormente. Isto deve ser feito considerando-se que o ganho do amplificador

## Há muito engenho e arte no TRANSLUNAR da Teleunião.

### Um rádio conversível.



Você nunca ouviu falar no TRANSLUNAR, porque é um rádio novo. Mas, de agora em diante, muita gente vai falar sobre o TRANSLUNAR. Você, por exemplo. A verdade é que o TRANSLUNAR é um rádio avançado. Moderno. Com todas as características técnicas que compõem um aparelho perfeito. Veja você. O TRANSLUNAR é um rádio conversível: v. pode ligá-lo na corrente elétrica ou fazê-lo funcionar com pilhas. E perceba o artístico teclado frontal para mudança de ondas. Quanto ao som... Bem, é melhor que você ouça o TRANSLUNAR funcionando. Por que não fazer isso agora mesmo? Ah! O TRANSLUNAR faz parte da Série Rendimax CM, o que significa rendimento máximo e consumo mínimo.

mais um produto inconfundível da

Adquira o

# TRANSLUNAR



# TELEUNIÃO

- a indústria que aproxima o futuro.

C. Postal, 2465 - "TELEUNIÃO" - Porto Alegre Rua Voluntários da Pátria, 3811 - Fone: 2-2020 -

deve ser o mesmo antes e depois das alterações. Para a medição do ganho, são necessários um gerador de áudio e um voltímetro eletrônico.

Para aqueles que se utilizam de amplificadores de potência convencionais em sistemas estereofônicos há uma solução muito mais simples que a de refazer as ligações dos amplificadores, bastando para isso que seu preamplificador possua uma chave de inversão de fase. Esta solução está ilustrada na fig. 3.

A inversão de fase só se dá em um dos canais, consideremos que seja o direito. Quando a chave de fase está na posição de reversão, a saída do amplificador direito está fora da fase com a do esquerdo. Em consequência, é obtido um sinal soma quando o alto-falante central é conectado aos mesmos terminais nos dois amplificadores de potência (por exemplo, às tomadas de 8 ohms).

Como o amplificador do canal direito está fora de fase, os fios do alto-falante correspondente devem ser invertidos, como mostra a fig. 3.

Se os falantes direito e esquerdo estão conectados aos terminais de 16 ohms, é conveniente ligar o falante central às tomadas de 8 ohms, para que se obtenha uma saída reduzida do falante central. Se os três alto-falantes possuem a mesma eficiência, o central produzirá uma saída 3 db menor que os outros, que é o correto para operação com três falantes. A operação do canal central a um nível ligeiramente menor que os das extremidades mantém o som da esquerda e direita, em lugar de tender a focalizá-lo no centro.

De uma maneira similar, se os alto-falantes laterais são

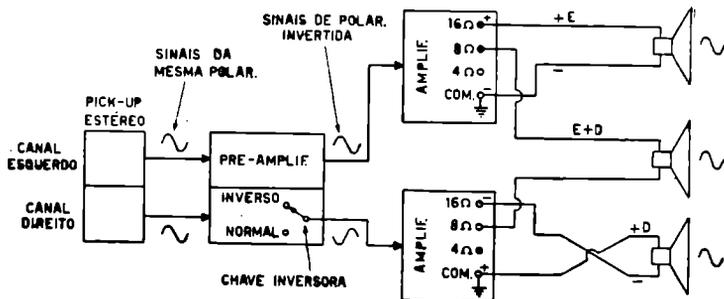


Figura 3  
A disposição mais simples para conseguir o sinal soma para o alto-falante central. Note-se a inversão das ligações a um dos alto-falantes laterais.

operados pelas derivações de 8 ohms, conecte o falante central às tomadas de 4 ohms.

Se a eficiência do falante central não for igual às dos dois outros, ajuste o volume relativo do falante central, operando-o através de um atenuador em L ou T.

Com a solução aqui apresentada são requeridos somente uns poucos minutos para a adição do terceiro alto-

-falante. É bem possível que você já possua um falante extra em sua casa. Ou você pode conseguir de um amigo o empréstimo de um sistema compacto por algumas horas. Com estes alto-falantes, um pedaço de fio, e o investimento de um pouco de tempo, você pode verificar por si mesmo se estereo em três alto-falantes significa um aumento no prazer proporcionado por seu sistema atual.

## NOTÍCIA IMPORTANTE:

# INCATEST®

instalou a

**LOJA DAS OPORTUNIDADES  
à Rua Aurora, 201**

vejam só:

GERADOR DE SINAIS RF,  
6 faixas ..... NCr\$ 60,50  
GERADOR DE SINAIS RF,  
10 faixas ..... NCr\$ 128,70  
GERADOR DE BARRAS  
para TV ..... NCr\$ 124,30  
INVESTIGADOR DE SINAIS,  
Transistorizado ..... NCr\$ 114,75  
+10% IMP. PROD. INDUST.

Todos com garantia de um ano  
a partir da sua compra.

E mais: Miudezas em geral, Resistores, Capacitores, Materiais p/montagens, etc.  
Pedidos com cheque visado s/São Paulo à

**INCATEST - Instrumentos Eletrônicos Ltda.**

**Rua Aurora, 201 — Caixa Postal 4288  
São Paulo (SP)**

# CONSULTAS



## REGULAMENTO:

- 1 Cada consulta deverá vir obrigatoriamente acompanhada do nome e endereço do consultante; é facultativo o uso de pseudônimo.
- 2 Cada consultante poderá mandar, mensalmente, três perguntas, relacionadas com a eletrônica em geral.
- 3 As perguntas deverão ser feitas com clareza, sem que no entanto, sejam demasiado compridas.
- 4 As consultas deverão ser enviadas à Secção de Consultas, Caixa Postal 5009, em folha livre de qualquer outro assunto.

**AS CONSULTAS SERÃO RESPONDIDAS EXCLUSIVAMENTE ATRAVÉS DESTA SECÇÃO.**

**NÃO ELABORAMOS CIRCUITOS, ORÇAMENTOS OU ADAPTAÇÕES NEM INDICAMOS FIRMAS COMERCIAIS NESTA SECÇÃO**

**MGHAUSEN  
IBIRUBA  
RIO GRANDE DO SUL**

Receptor com baixo volume e chiado em ondas médias. Ao se comutar a chave de onda às vezes o defeito desaparece.

Verifique a pressão dos contatos da chave de onda e limpe-a com tetracloreto de carbônio.

**TAVARES  
NITERÓI  
RIO DE JANEIRO**

- 1 — Deseja saber se há inconveniente em se montar o amplificador "DUETO" (publicado na revista n.º 224) num chassi comum juntamente com um sintonizador de AM.

Não há inconveniente.

- 2 — Deseja saber se no mesmo amplificador acima pode utilizar uma outra fonte de alimentação, com válvula retificadora, desde que forneça a mesma tensão de  $\pm B$ .

Sim.

**LOURENÇO CANUTO DE MELO  
BRASÍLIA  
DISTRITO FEDERAL**

- 1 — Deseja saber quais os valores dos resistores  $R_{12}$  a  $RT_3$  do "Pequeno órgão transistorizado", publicado na revista n.º 224.

Os valores de  $RT_2$  a  $RT_3$  são dados na tabela da página 46 daquela revista.

- 2 — Deseja saber qual o tipo de transistor utilizado.

Veja resposta dada ao sr. Emmanuel Carlos, na revista n.º 229.

- 3 — Deseja saber se poderá ligar um alto-falante diretamente à saída do pequeno órgão.

Não. A saída do órgão deverá ser ligada a um amplificador (ou à tomada de pick-up de um rádio).

**HARUMI MATSUMURA  
SÃO PAULO  
CAPITAL**

- 1 — Queixa-se de um toca-discos automático que ao desligar produz um estalo no alto-falante.

Experimente ligar em paralelo com o interruptor um condensador de  $0,02 \mu F \times 600 V$ .

- 2 — Queixa-se também do ronco introduzido, no amplificador acima, pelo preamplificador para retulância variável.

Supondo-se que o  $\pm B$  esteja bem filtrado, é provável que o inconveniente se deva à falta de blindagem.

**LONGO ALCANCE  
MACEIÓ  
ALAGOAS**

Faz-nos uma série de perguntas sobre antenas para recepção de ondas curtas, filtros, etc.

Recomendamos ao leitor o livro "Radio Amateur's Handbook".

**SEVERINO DO RAMO LEMOS  
JOÃO PESSOA  
PARAIBA**

1 — Deseja saber se ligando em paralelo os secundários de dois transformadores, de 300 V e 120 mA, obterá 300 V a 240 mA.

Sim. Porém, ambos deverão ser idênticos e ligados em fase.

2 — Deseja saber se o diodo BY-100 pode ser utilizado para retificar uma tensão de 300 volts.

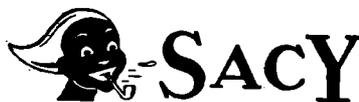
Sim.

3 — “Ligando-se dois condensadores eletrolíticos de mesma capacitância, e ambos para 450 V, a tensão permanecerá a mesma ou ficará reduzida à metade?”

O leitor não mencionou se os condensadores serão ligados em série ou paralelo. De qualquer maneira poderemos esclarecer a questão com dois exemplos: a) se ligarmos em série dois eletrolíticos de  $20 \mu\text{F}$  x 450 V teremos como resultado uma capacitância total de  $10 \mu\text{F}$  e uma tensão de isolamento de 900 V; b) se os mesmos condensadores forem ligados em paralelo, a capacitância total será de  $40 \mu\text{F}$  e a tensão de isolamento 450 V.

**MGM  
IBIRUBA  
RS**

1 — Tece algumas considerações sobre o princípio de gravação magnética e nos pergunta se seu raciocínio está correto.



**BOBINAS  
PARA TRANSFORMADORES**

**AGORA JÁ TEMOS**

## **A CASA DOS ALTO-FALANTES**

ONDE O RADIOTÉCNICO AMADOR E PROFISSIONAL ENCONTRARÁ A MARCA, TAMANHOS, IMPEDÂNCIAS, PREÇOS QUE DESEJAR. UMA CASA ONDE VOCÊ ESCOLHE E OUVI A QUALIDADE DOS FALANTES QUE QUER COMPRAR.

FALANTES PARA RÁDIOS, AMPLIFICADORES; TRANSISTORES. FALANTES PARA TODOS OS FINS.

RECONDICIONAMOS SEU FALANTE OU TROCAMOS, NA HORA, POR OUTRO.

PARA O INTERIOR, ENVIAMOS LISTA DE PREÇOS.

**Rua Aurora, 268 — Caixa Postal, 4524 — SÃO PAULO**

(A POUCOS PASSOS DA RUA SANTA IFIGÊNIA)

Sim.

2 — Envia-nos o diagrama de um gravador que projetou e nos pergunta se funciona.

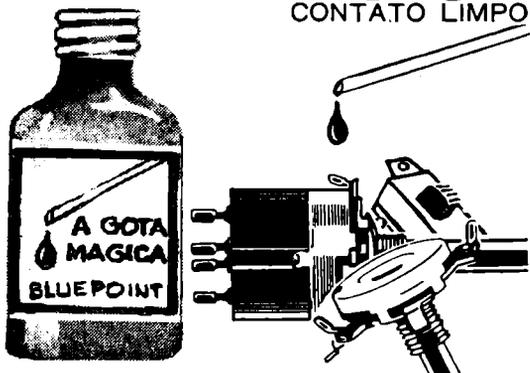
Básicamente o diagrama está correto e é provável que funcione na reprodução de fitas. Existem, entretanto, diversos inconvenientes, dentre os quais podemos destacar a ausência de oscilador ultra-sônico (para extinção e polarização) e a inadequada ligação de cabeça (no secundário de 4 ohms) durante a gravação.

3 — Qual a largura do entreferro numa cabeça gravadora?

Depende do tipo e qualidade da cabeça gravadora; de uma maneira geral, quanto menor o entreferro melhor será a resposta nas frequências elevadas. Podemos adiantar que o entreferro das cabeças é da ordem de alguns microns (milésimos de milímetro).

## SERVIÇO DE HORAS EM MINUTOS... GOTA MÁGICA

CONTATO LIMPO



ELIMINAÇÃO COMPLETA DE MAU CONTATO  
EM POTENCIÔMETROS - CHAVES DE ONDAS,  
INTERRUPTORES - SELETORES DE CANAIS, ETC.

REPRESENTANTES DE VENDAS:

SÃO PAULO: Eletrônica Ipiranga Ind. e Com. Ltda.  
Rua Bom Pastor, 268 - Telefone: 63-5751

GUANABARA: DIPREL - Dist. Produtos Eletrônicos Ltda.  
Avenida Marechal Floriano, 40 - Sob.  
Telefone: 23-9665 - RIO - Est. Guanabara

UM PRODUTO **BLUE POINT**  
Produtos Eletrônicos Ltda.

**MANUEL VAZ DOS SANTOS**  
LISBOA  
PORTUGAL

"Tendo montado o amplificador estereofônico cujo esquema é apresentado na vossa revista n.º 222, de outubro último, fiquei deveras maravilhado com êle. Agradeceria, no entanto, o especial favor de me informarem, caso seja possível, quais as modificações que terei de fazer para obter uma saída de uns 40 watts por canal..."

Segundo nos informou o autor, já está quase pronto o protótipo de um novo amplificador estereo transistorizado, nos moldes do apresentado no n.º 222,

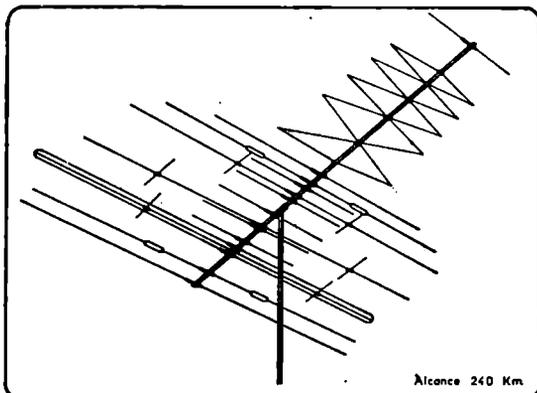
# ANTENAS L. CASELLI

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS — SÃO PAULO  
TELEFONES: 2586 - 3228 — CAIXA POSTAL 103

ANTENAS L. CASELLI

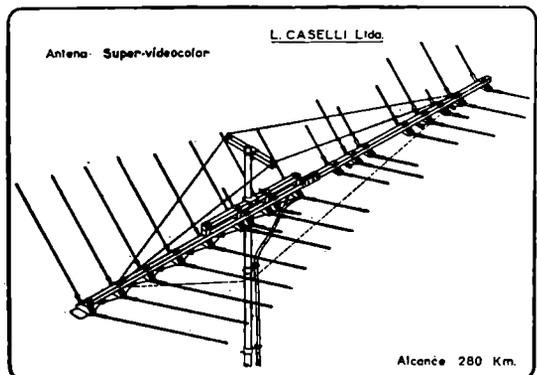
Para longa distância

Inteiramente diferentes  
Totalmente reforçadas  
Isolamento em polietileno  
Extrema sensibilidade  
Elevadíssima direcionalidade  
Funcionam em tempo seco e com chuva!



Alcance 240 Km.

Videocolor — Original ..... NCr\$ 55,00



L. CASELLI Ltda.

Antena Super-videocolor

Alcance 280 Km.

Antena Supervideocolor — Original ... NCr\$ 79,00  
Superpiramidal - Original - 10 elementos NCr\$ 44,00  
" " 8 elementos NCr\$ 42,00  
" " 4 elementos NCr\$ 18,00

ATENÇÃO: Só as antenas originais L. CASELLI, com etiqueta e garantia, valem estes preços!

Antenas de 2.ª linha, porém superiores as de 1.ª do mercado. Fornecemos por:

Tipo LPV - 18 elementos ..... NCr\$ 38,00  
" " 10 elementos ..... NCr\$ 20,00  
" " 8 elementos ..... NCr\$ 18,00  
" " 4 elementos ..... NCr\$ 10,00

Preços líquidos para despacho em 24 horas. Remeter cheque visado ou ordem de pagamento.

As antenas de 2.ª linha só serão despachadas por quantidade mínima de seis peças.

Fábrica: São José dos Campos - São Paulo  
Rua Santa Clara, 276 - Fones: 2586 - 3228  
Filial: São Paulo - Rua Vitória, 658 - Galeria York

Concedemos representações a firmas idôneas em todo o Brasil.

## SUMÁRIO

Nº 230  
ANO XX  
JUNHO 1967

ABC da TV em cores .....	27
Antenas Coletivas (7ª Parte) .....	31
O defeito que não poderia acontecer - A solução .....	35
Carregador controlado para acumuladores de 12 volts .....	37
Sistemas e qualidades de cápsulas fonocaptoras .....	38
Amplificadores de audiodiferencia e realimentação negativa (2ª Parte) .....	42
As células de combustível - energia para o futuro .....	47
As pilhas secas (Conclusão) .....	52
As antenas (8ª parte) .....	56
Reprodução de alta qualidade com altofalantes em série-paralelo .....	61
Diagrama comercial - Televisor GE e HOTPOINT "POLEGAR" .....	66
Noticiário industrial .....	68
A formação do sinal de TV em cores .....	73
Tempo de aparecimento de imagem em receptores de TV .....	75
Bancada de serviço.....	85
Altofalante central para sistemas estereofonicos .....	87
Consultas .....	91

## NOSSA CAPA

Os artigos da revista RADIO-ELECTRONICS são publicados com autorização dos editores Gernsback Publications, Inc., USA.

Proibida a reprodução total ou parcial dos artigos e ilustrações publicados nesta revista.

Os artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores.

### CIRCULAÇÃO

ESTA REVISTA CIRCULA EM TODO O PAIS, PORTUGAL E COLÔNIAS.  
TIRAGEM: 21.000 EXEMPLARES

Preço do exemplar	NCr\$ 0,80
Número atrasado	NCr\$ 1,00
ASSINATURAS	
1 ano simples	NCr\$ 9,00
1 ano c/ registro	NCr\$ 10,50
1 ano, aérea	NCr\$ 15,00

REVISTA TÉCNICA MENSAL

EDITADA SOB O PATROCÍNIO DO  
INSTITUTO RÁDIO TÉCNICO  
MONITOR

Proprietário:  
NICOLÁS GOLDBERGER  
Redator Responsável:  
PROF. HENRIQUE GOLDBERGER  
Redator Técnico:  
OCTAVIO A. T. ASSUMPCÃO  
Supervisor:  
ENG. EUGÊNIO GOLDBERGER  
Secretário:  
WALDOMIRO RECCHI  
Direção Gráfica:  
IGNAZ WEITMANN  
Redação e Administração:  
R. DOS TIMBIRAS, 263 - TEL.: 32-3141  
C. POSTAL: 5009 - S. PAULO, 2 - SP  
BRASIL  
Publicidade:  
PUBLITRÔNICA PROMOÇÕES  
E PUBLICIDADE LTDA.  
Av. Ipiranga, 1147 - 6º and. S/63  
Fone: 343978 — SÃO PAULO  
Produção Gráfica:  
TIPOGRAFIA AURORA S/A.  
RUA GEN. COUTO MAGALHÃES, 396  
Distribuidores exclusivos:  
FERNANDO CHINAGLIA  
DISTRIBUIDORA S/A.  
Rua Teodoro da Silva, 907 - ZC-11  
RIO DE JANEIRO — GUANABARA