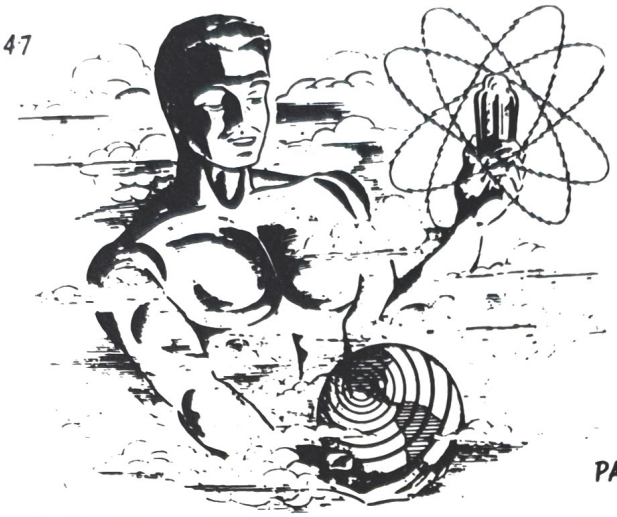
OCCIDENTAL SCHOOLS

ESCOLA DEDICADA EXCLUSIVAMENTE AO ENSINO ESPECIALIZADO DE ELETRÔNICA — RÁDIO — TELEVISÃO E SUAS RAMIFICAÇÕES

ESTABELECIDA EM 1947



PAUL ESNARD, Presidente

840 N. SEWARD ST., HOLLYWOOD 38, CALIFORNIA, USA

COPYRIGHTED 1947 BY OCCIDENTAL SCHOOLS

PRINTED IN BRAZIL

R-7

CARACTERÍSTICAS DO AMPLIFICADOR DE SAIDA

Continuaremos nesta lição as explicações sôbre os circuitos de amplificação de A.F., tratando também, detalhadamente, de tudo o que se refere à relação de fase entre as diversas seções de um amplificador, uma vez que êstes princípios têm grande aplicação, não só nos amplificadores de A.F. como nos transmissores e receptores de televisão.

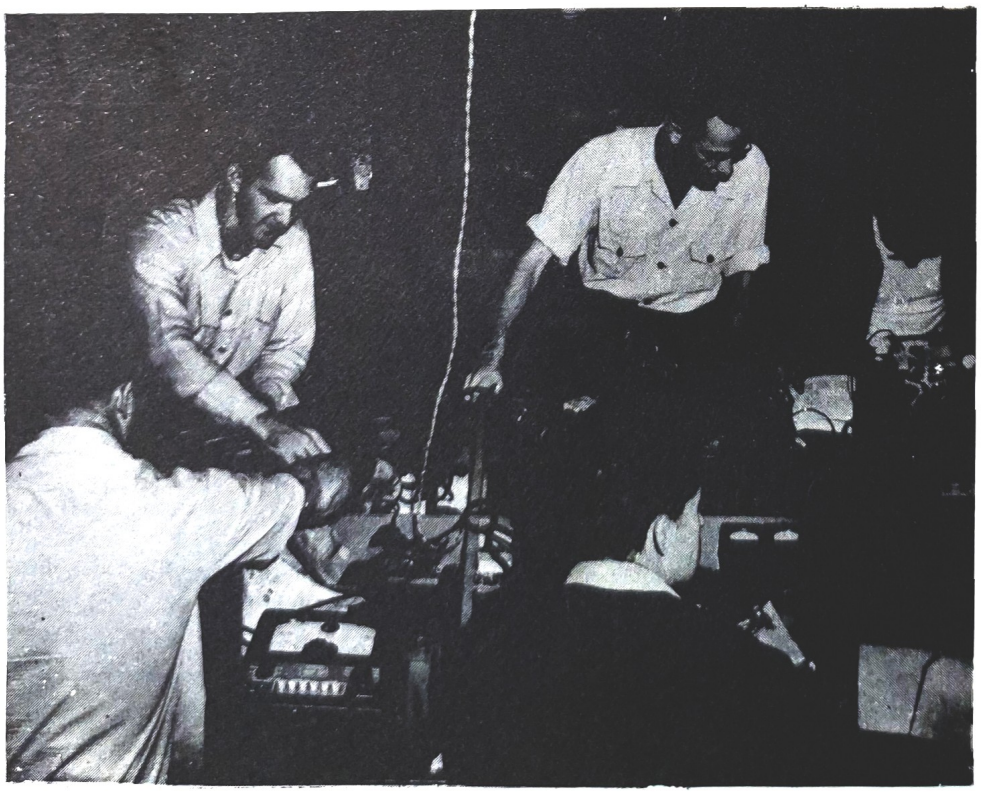


FIG. 1
SEÇÃO DE UM DE NOSSOS LABORATÓRIOS ONDE É FEITA A VERIFICAÇÃO DAS INSTRUÇÕES QUE VOCÊ ESTÁ RECEBENDO

Explicaremos, também, detalhadamente a classificação dos amplificadores de acôrdo com a polarização de suas grades, bem como os circuitos de saída de alta potência ("push-pull" ou simétrico).

FASE E RELAÇÃO DE FASE

A fim de que você possa assimilar

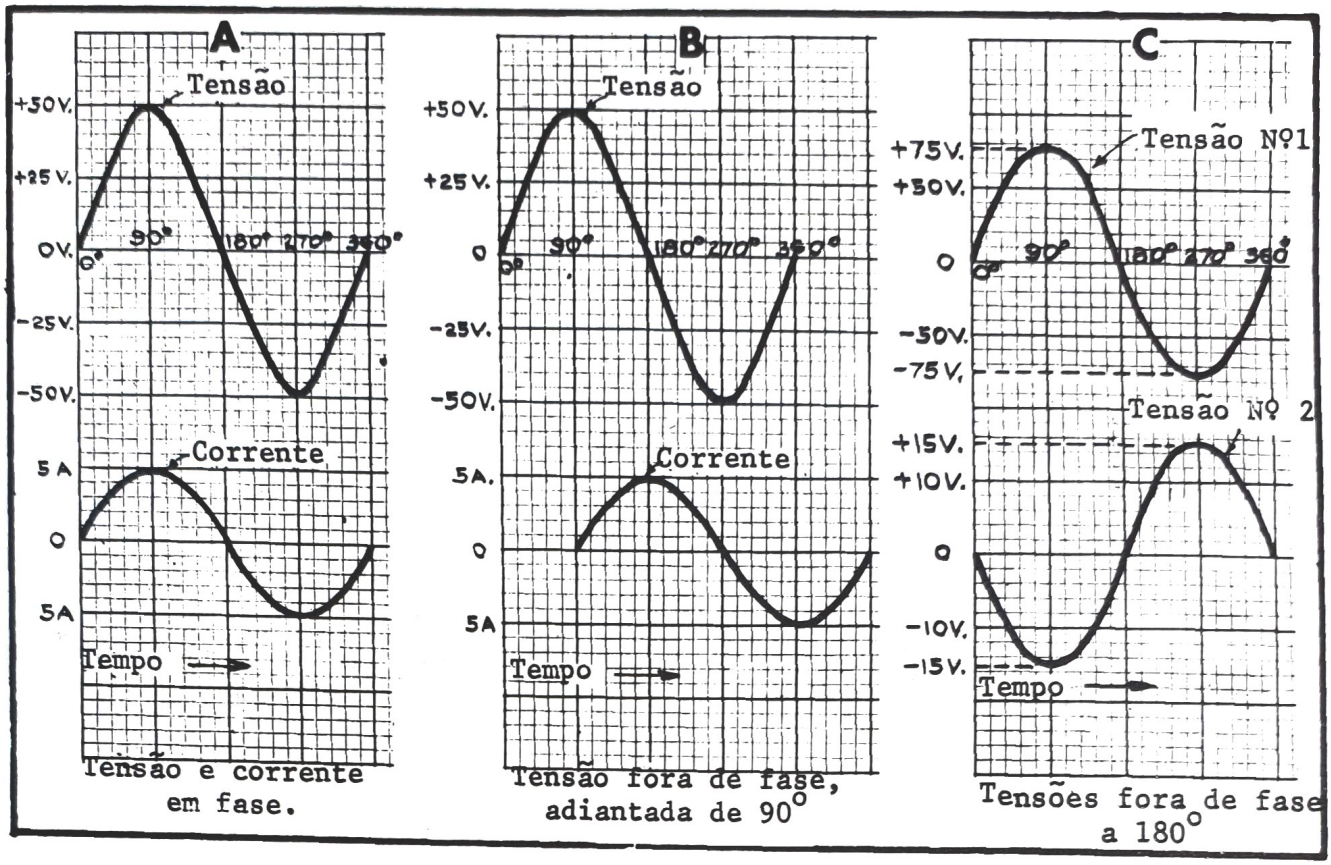


FIG. 2
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO DE FASE EM CORRENTES ALTERNADAS

as explicações que daremos nesta lição, vamos analisar detalhadamente o que significam fase e relação de fase.

Nas correntes alternadas entende-se por fase a relação de tempo existente entre a tensão e a corrente num circuito elétrico, entre duas ou mais tensões ou entre duas ou mais correntes. Essas tensões ou correntes podem pertencer a um mesmo circuito ou a circuitos separados.

Em outras palavras, se a tensão atingir seus valores máximos e mínimos ao mesmo tempo que a corrente alcançar êstes valores, dizemos que a tensão e a corrente estão *em fase*.

A relação ou diferença de fase é normalmente expressa em ângulo ou parte de ciclo. Cada ciclo completo possui 360 graus. A diferença de fase entre ondas senoidais não pode ser superior a meio ciclo, isto é, não deve exceder a 180 graus.

A Fig. 2 ilustra os conceitos acima. Por exemplo, em "A" temos, na parte superior, a forma de onda que representa os valores instantâneos de uma tensão de C.A., enquanto que na parte inferior se mostra a forma de onda dos valores instantâneos da corrente alternada no mesmo circuito. Note como detalhe importante que a corrente e a tensão atingem *simultâneamente* (ou seja, ao mesmo tempo) os valores máximos e mínimos estando, consequentemente, *em fase*.

Convêm deixar claro que sempre que se menciona diferença ou relação de fase, considera-se que as tensões ou correntes comparadas têm a *mesma frequência*, isto é, a relação de fase é sempre expressa para uma mesma frequência.

Em "B" da Fig. 2 a tensão está adiantada de 90 graus com relação à corrente, isto é, a tensão percorre 1/4 do ciclo(90 graus) antes que a corrente inicie seu ciclo correspondente.

Em "C" da Fig. 2 a forma de onda da tensão nº1 está 180 graus fora de fase com relação à tensão nº 2. Nestas curvas um detalhe muito importante é que a tensão nº 1 começa a aumentar no sentido positivo enquanto que a tensão nº 2 inicia *simultâneamente*, seu aumento no sentido negativo. Além disso,quando uma das tensões atinge seu valor máximo positivo, a outra atinge,ao mesmo tempo, seu valor máximo negativo. Assim sendo, ambas as tensões desenvolvem *polaridades opostas*.

Podemos concluir, portanto, que uma diferença de fase de 180 graus indica que a polaridade das duas tensões é oposta em qualquer instante do ciclo.

Estas mesmas afirmações se aplicam às análises dos valores ou formas de onda de duas correntes,pois uma diferença de 180 graus entre duas correntes indica que estas atingem seus valores máximos e mínimos em semiciclos opostos.

Apresentamos,até aqui, os conceitos básicos sôbre as relações de fase entre tensões e correntes. Em

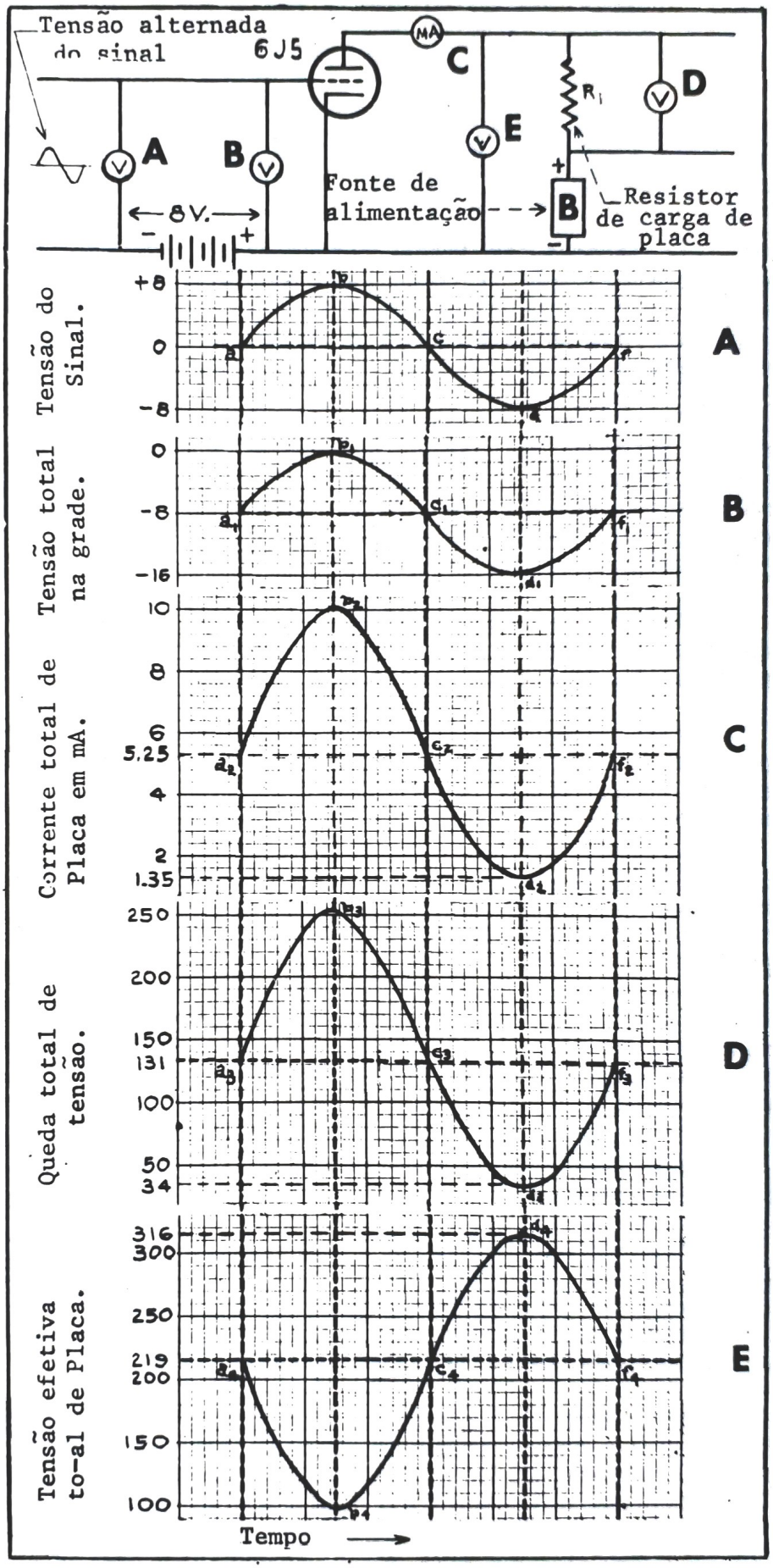


FIG. 3
RELAÇÃO DE FASE ENTRE DIVERSAS TENSÕES E CORRENTES DE UMA VÁLVULA AMPLIFICADORA

lições futuras apresentaremos uma análise mais completa, baseada em princípios de trigonometria, ou seja, por meio de relações vetoriais.

RELAÇÃO DE FASE ENTRE O SINAL DO CIRCUITO DE GRADE E A TENSÃO DE SAÍDA

Explicamos nas lições anteriores, detalhadamente, o funcionamento de uma válvula como amplificadora. Não mencionamos, entretanto, a relação de fase que existe entre a tensão do sinal aplicada à grade e a corrente de placa, nem a relação de fase entre a tensão do sinal da grade e a tensão de placa. Nesta lição explicaremos, detalhadamente, estas relações.

Os valores que aparecem nos gráficos da Fig. 3 foram obtidos com o circuito que aparece na parte superior dessa figura. Observe que foi utilizada uma tensão de polarização negativa de 8 volts (-8V), enquanto que a amplitude máxima de sinal varia entre + 8V e - 8V, o que ocasiona uma variação de polarização de grade entre - 8V e 0 V (-8 + 8 = 0), durante a alternação positiva, e entre - 8V e -16V - 8 + (-8) = - 16 durante a alternação negativa.

A forma de onda "A" que aparece no gráfico da Fig. 3 corresponde à forma de onda da tensão do sinal que, com um nível de referência de *0 volts* atinge amplitudes máximas compreendidas entre + 8V e -8V.

A forma de onda "B" representa as variações da polarização de grade que ocorrem em consequência da aplicação da tensão do sinal à grade de contrôle, a qual possui uma polarização negativa fixa de -8V. Por essa razão é que a linha horizontal de referência dessa válvula corresponde a -8V.

Conforme já explicamos, na alternação positiva o valor máximo instantâneo da tensão é de zero volts (-8V + 8V = 0V), ou seja, a crista máxima positiva do sinal cancela instantâneamente a tensão negativa de grade, como se observa no ponto b 1 da curva "B".

Durante a alternação negativa, a tensão negativa do sinal se soma à tensão negativa de polarização, dessa forma a tensão máxima de grade, durante a alternação negativa é de - 16V - 8V +(8) = - 16V , como se observa no ponto d 1 da curva "B".

(Se você tiver alguma dificuldade com a parte algébrica consulte a lição de Matemática A-5).

As alterações na polarização da grade, indicadas na curva "B",produzem as alterações na corrente de placa mostradas na curva "C". Nesta curva a linha de referência, ou linha que representa a corrente normal de placa *sem sinal de grade*, corresponde a 5,25 mA, ou seja, a corrente de placa quando à grade estiver apenas a polarização negativa de -8V.

Esta condição está representada no gráfico da Fig. 3 por meio da linha vertical que une os pontos a, a1, a2, a3 e a4 e indica as condições existentes num determinado instante, isto é, no instante em que a tensão do sinal é de 0V (representado pelo ponto A), a tensão de grade é de -8V (representado pelo ponto a1) e a corrente de placa é de 5,25 mA (indicada pelo ponto a2). Observe também na curva "C" que esta forma de onda tem uma amplitude muito maior do que aquela que aparece em "B" e representa a amplificação proporcionada pela válvula.

Comparando as curvas "B" e "C" nota-se que a tensão de grade e a corrente de placa atingem suas amplitudes máximas nos mesmos instantes, como indica a li

nha vertical que une os pontos b1 e b2, o que indica tecnicamente que *a tensão do sinal aplicado à grade está em fase com a corrente de placa*, pois ambos atingem seus valores máximos e mínimos nos mesmos instantes.

Prosseguindo com a análise das curvas do gráfico da Fig. 3, verificamos que a curva "D" representa, neste caso, as quedas de tensão que se produzem no resistor de carga de placa (R1), quedas essas devidas às alterações da corrente de placa que circula por êsse resistor.

Quando a corrente de placa tem um valor normal (isto é, sem sinal)de 5,25 mA, como se indica no ponto a da curva "C", a queda de tensão que se produz em R1 é de 131 volts (que está indicada pelo ponto a3 da curva "D"). Em outras palavras, quando está aplicada à grade sòmente a tensão de polarização, a corrente de placa será de 5,25 mA, o que produz uma queda de tensão de 131 volts através do resistor de carga.

Quando a tensão de grade atinge seu valor máximo positivo (b1) a corrente de placa atinge o valor máximo de 10,1 mA (como está indicado pelo ponto b2 da curva "D").

Devido ao aumento na corrente de placa, a queda de tensão através de R1 será agora de 251V, que corresponde ao ponto b3 da curva "D".

No instante em que a tensão do sinal atinge novamente o valor de 0V(ponto c da curva "A"), a tensão negativa da grade é de -8V (ponto c1 da curva "B").Esta redução na tensão positiva do sinal, compreendida entre os pontos b e c da curva "A" faz com que a polarização negativa da grade aumente e, consequentemente, a corrente de placa se reduz novamente para seu valor normal de 5,25 mA,como se indica no ponto c2 da curva "C".

Esta redução na corrente de placa reduz também a *queda de tensão* através do resistor de carga, razão pela qual nesse instante a queda de tensão é novamente de 131 V, como indica o ponto c3 da curva "D".

Durante o semi-ciclo negativo da tensão do sinal, compreendido entre os pontos c e d da curva "A", a tensão negativa do sinal *aumenta* a polarização negativa da grade, de forma que a tensão atinge agora 16 V, como indica o ponto d1 da curva "B". Em consequência, a corrente de placa atinge seu valor mínimo, que é de 1,35 mA (ponto d2 da curva "C").

Por esta razão, quando a corrente de placa é de apenas 1,35 mA, a queda de tensão através do resistor de carga alcança seu valor mínimo de 34 volts,como você pode observar no ponto d3 da curva de carga "D".

Durante os instantes em que a tensão negativa do sinal começa a diminuir, como mostra a seção da curva "A" compreendida entre os pontos d e f, a corrente de placa começa novamente a aumentar, como pode ser visto na curva "C" entre os pontos d2 e f2.

Assim sendo, a queda de tensão através do resistor de carga de placa começa a aumentar, como indica a seção da curva "D" compreendida entre os pontos D3 e f3.

Quando a tensão do sinal alcança seu valor de zero volts (ponto f da curva "A"), a polarização negativa de grade é novamente de -8V (ponto f1 da curva "B"). Por essa razão a corrente de placa é agora de 5,25 mA, como indica o ponto f2 da curva "C".

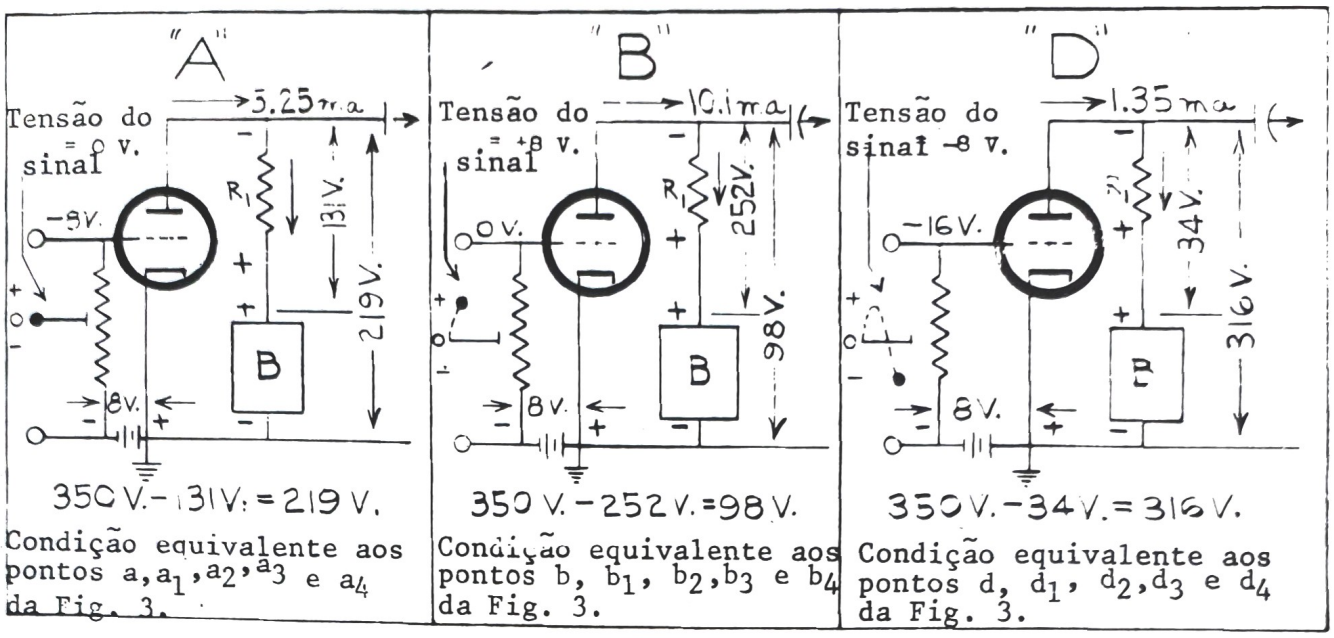


FIG. 4
CONDIÇÕES PELAS QUAIS A TENSÃO DE SAÍDA ESTÁ DEFASADA DE 180 GRAUS COM RELAÇÃO À TENSÃO DE GRADE

Como conclusão, e comparando as formas de onda "C" e "D", podemos dizer que a forma de onda da corrente de placa está em fase com *a forma de onda da queda de tensão que aparece através do resistor de carga, e também com a forma de onda da tensão de grade* (curva "B" da Fig. 3).

A Fig. 4 apresenta uma outra forma de se representar as condições descritas anteriormente. Observe que quando não se aplica sinal algum à grade da válvula, como se mostra em "A" da Fig. 4 (condição equivalente aos pontos a, a1, a2, a3 e a4 da Fig. 3) a tensão de grade é de apenas -8V, razão pela qual a corrente de placa é de 5,25 mA, e que produz uma queda de tensão de 131 V. Desta forma a *tensão efetiva instantânea de placa* (diferença de potencial entre catodo e placa) será de 350 volts menos a queda de tensão através do resistor de carga de placa, ou seja, 350 V - 131 V = 219 V.

Os valores instantâneos da tensão efetiva na placa da válvula é o que representa neste caso a curva "E" da Fig. 3, onde se observa que nestas condições a tensão efetiva de placa é de 219 V (correspondente ao ponto a4) e equivale aos instantes em que a tensão de grade é de -8V, a corrente de placa é de 5,25 mA e a queda de tensão através do resistor de carga é de 131 V.

Em "B" da Fig. 4 estão representadas esquemàticamente as condições indicadas pelos pontos b1, b2, b3 e b4 da Fig. 3. Neste caso, a tensão positiva do sinal cancelou a polarização negativa fixa de grade e, consequentemente, a tensão instantânea de grade é de 0 V (ponto b1 da curva "B"). Por isso, a corrente de placa é agora de 10,1 mA (ponto b2 da curva "C") a qual produz uma queda de tensão de 252 V através do resistor de carga (ponto b3 da curva "D"); assim, a *tensão instantânea efetiva de placa* é de 98 V, ou seja 350 - 252 = 98.

Esta tensão instantânea efetiva de placa corresponde ao ponto b4 da curva "E"

Deixando de lado as alterações de tensão e correntes intermediárias, que se produzem entre a tensão máxima positiva (b) do sinal e a tensão máxima negativa do mesmo (d), e que estão mostradas nas curvas da Fig. 3, estudaremos ago-

ra as condições que se produzem quando a tensão do sinal alcança seu valor máximo negativo. Estas condições estão representadas gràficamente na Fig. 3 pelos pontos d, d1, d2, d3 e d4, e ilustradas esquemàticamente em "D" da Fig. 4.

Neste caso, a tensão negativa do sinal se somou à tensão de polarização negativa fixa, de forma que a tensão efetiva na grade da válvula é de - 16 V, e que corresponde ao ponto d1 da curva "B". Esta elevada polarização negativa reduz a corrente de placa para 1,35 mA (como se mostra em D da Fig. 4). Por esta razão a queda de tensão através do resistor de carga se reduz agora a 34 V (como indica o ponto d3 da curva "D" da Fig. 3).

Assim, a *tensão instantânea efetiva de placa* será de 350V - 34V = 316V, ou seja a tensão instantânea efetiva de placa que corresponde ao ponto d4 da curva "E".

Durante os instantes seguintes do ciclo, compreendidos entre os pontos d e f, d1 e f1, d2 e f2, d3 e f3 e d4 e f4, se dão as alterações indicadas gràficamente pelas curvas da Fig. 3, e que não têm necessidade de serem representadas esquemàticamente.

Temos, pois, que as alterações da corrente de placa produzem diversas quedas de tensão através do resistor de carga. Por essa razão a *tensão efetiva de placa* flutua continuamente de acôrdo com a forma de onda que se ilustra em "E" da Fig. 3.

Comparando a forma de onda da corrente de placa, que se mostra em "C" da Fig. 3, com a forma de onda da tensão efetiva de placa, ilustrada em "E", e que *corresponde realmente à tensão do sinal que é introduzido na grade da válvula seguinte*, verificamos que estão defasadas de 180 graus.

Por esta razão, diz-se que a *tensão de saída* de uma válvula *está defasada de 180 graus* com relação à *corrente de placa dessa mesma válvula.*

Da mesma forma, se compararmos a tensão de saída que a válvula fornece, e que realmente corresponde às alterações da tensão efetiva de placa (curva "E" da Fig. 3), com a tensão do sinal que é aplicado à grade (representado pela curva "A"), verificaremos também que a tensão de saída da válvula está defasada de 180 graus com relação à tensão aplicada à grade. Assim sendo, podemos dizer que *a tensão de saída de um válvula amplificadora, com carga não indutiva, está defasada de 180 graus com relação à tensão de entrada aplicada à grade dessa mesma válvula.*

A Fig. 5 mostra gràficamente as conclusões sôbre a relação de fase das diversas tensões e correntes existentes no circuito de uma válvula amplificadora, e que podemos resumir nas seguintes afirmações:

1 - A forma de onda da corrente de placa de uma válvula está em fase com a forma de onda da tensão aplicada a essa mesma válvula.

2 - As quedas de tensão através do resistor de carga de placa estão em fase com a corrente de placa e com a tensão de grade.

3 - A *tensão de saída* de uma válvula amplificadora está defasada de 180 graus com relação à forma de onda da tensão de grade e à forma de onda da corrente de placa.

4 - Como a forma de onda da corrente de catodo é igual à forma de onda da corrente de placa, *no que diz respeito à corrente do sinal*, pode-se afirmar

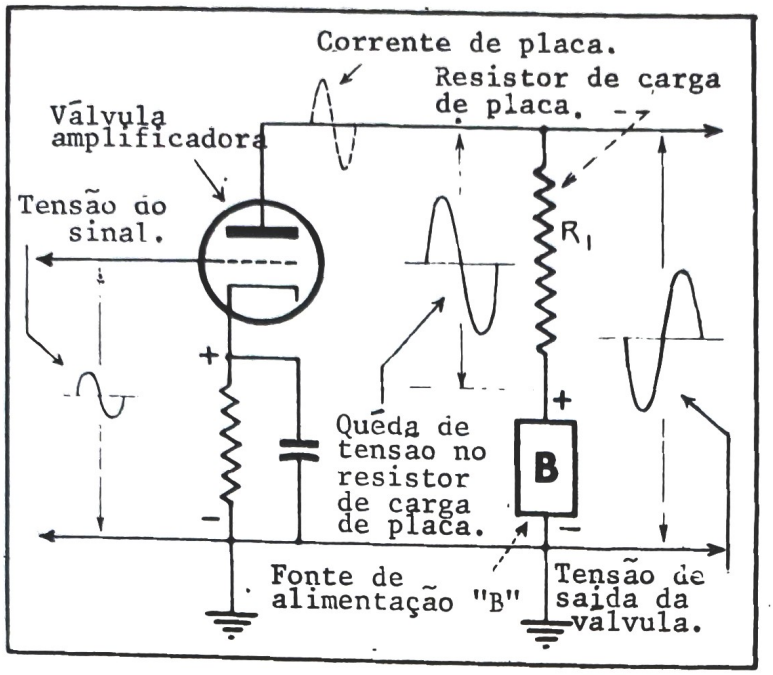


FIG. 5
RELAÇÃO DE FASE ENTRE AS DIVERSAS TENSÕES E CORRENTES DE UMA VÁLVULA AMPLIFICADORA

também que a tensão de saída de uma válvula amplificadora está defasada de 180 graus com respeito à corrente de catodo ou à tensão que se desenvolve através do resistor de catodo.

Esta relação de fase com 180 graus de diferença entre a tensão de grade e a corrente de placa, *com respeito à* tensão de saída, é exata sòmente no caso em que a carga de placa da válvula equivalha ùnicamente a um resistor, pois se o circuito tiver ou apresentar uma reatância capacitiva ou indutiva, esta relação de fase será menor que 180 graus, conforme veremos numa outra lição.

Embora estas explicações possam parecer relativamente complexas não temos dúvidas de que os alunos, realmente interessados em adquirir sólidos conhecimentos sôbre as características técnicas das válvulas, as acharão de grande interêsse, pois sempre procuramos explicar o porquê de tôdas as afirmações técnicas, e não simplesmente fornecê-las como um teorema sem demonstração.

CLASSIFICAÇÃO DAS ETAPAS AMPLIFICADORAS DE ACÔRDO COM A POLARIZAÇÃO NEGATIVA DAS VÁLVULAS

De acôrdo com a polarização negativa e a tensão do sinal aplicado às grades das válvulas de um amplificador, êstes podem ser classificados sob uma das quatro categorias, ou condições de funcionamento, que damos a seguir: amplificadores classe "A", amplificadores classe "B", amplificadores classe "AB" e amplificadores classe "C".

AMPLIFICADORES CLASSE "A": Uma válvula que funciona como amplificador classe "A" é aquela na qual a tensão negativa de grade e as tensões do sinal, ao se combinarem, nunca atingem a região positiva da polarização de grade. Caracterizam-se principalmente porque a corrente de placa flui constantemente, mesmo que não se aplique sinal à grade e porque proporcionam uma excelente fidelidade de reprodução, pràticamente sem distorção.

Ilustramos gràficamente na Fig. 6 o funcionamento de um amplificador desta classe. Observe que neste caso a polarização negativa fixa (ou automática), corresponde aproximadamente ao centro da seção reta da curva característica, tensão de grade-corrente de placa. Observe também que, neste caso, a tensão de polarização negativa aplicada à válvula é um pouco mais alta que a tensão de crista positiva do sinal, razão pela qual a grade nunca se torna positiva, mesmo durante os semiciclos positivos do sinal. Note também que a forma de onda da corrente de placa que a válvula fornece é uma fiel reprodução amplificada da tensão do sinal aplicado à grade, o que indica que a reprodução está pràticamente isenta de distorção.

Por esta razão esta classe de amplificadores é utilizada especialmente

nos aparelhos que requerem a máxima fidelidade de reprodução.

AMPLIFICADORES CLASSE "AB": Nesta classe de amplificadores a polarização negativa de grade é um pouco maior do que a utilizada nos amplificadores da classe "A", e se caracterizam pelo fato de que a polarização negativa e a tensão do sinal têm uma amplitude tal que a corrente de placa flui durante mais que a metade de um ciclo, porém um pouco menos que durante o ciclo completo. Isto porque no semiciclo negativo do sinal a tensão de grade sai da seção reta da curva característica, ultrapassando o ponto de corte da corrente de placa e fazendo com que esta corrente cesse durante os instantes correspondentes ao valor negativo máximo da tensão do sinal (veja o gráfico da Fig. 7).

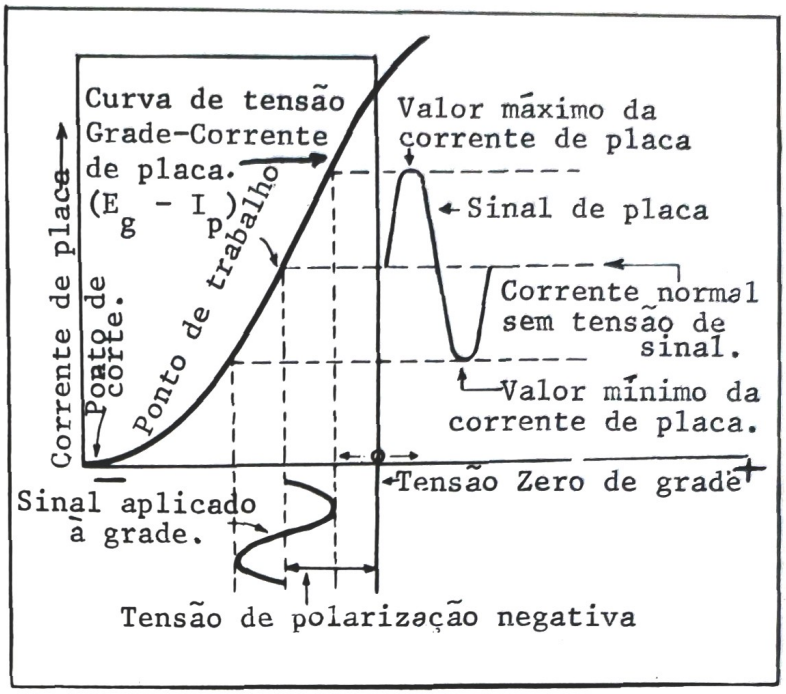


FIG. 6
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO FUNCIONAMENTO DE UM AMPLIFICADOR CLASSE "A"

Por esta razão uma válvula amplificadora funcionando em classe "AB"não proporciona a mesma fidelidade de reprodução que um amplificador em classe "A". Entretanto, a classe "AB" proporciona maior amplificação do sinal, o que a torna indicada para os casos onde se requer maior amplificação e onde a fidelidade não seja muito importante.

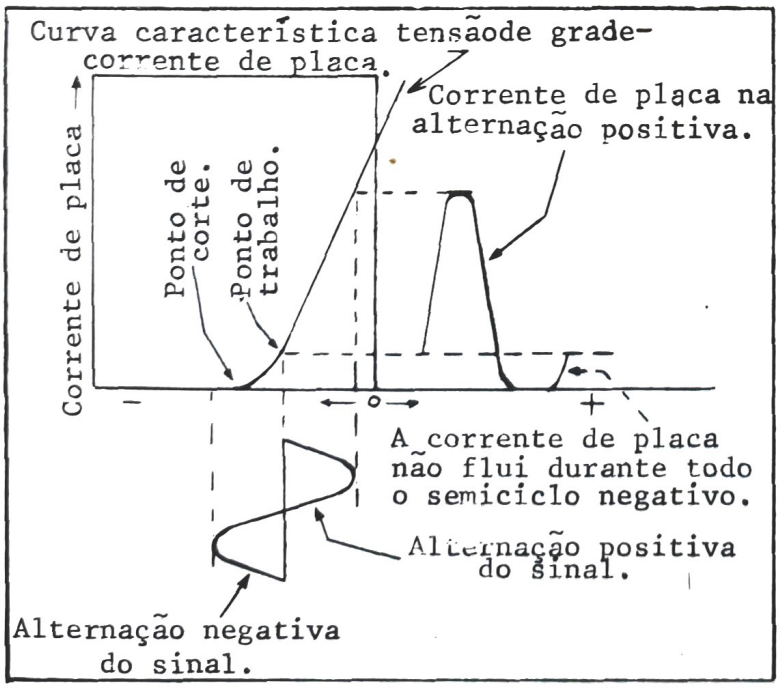


FIG. 7
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO FUNCIONAMENTO DE UM AMPLIFICADOR CLASSE "AB"

Os amplificadores classe "AB" se subdividem em amplificadores classe "AB1" e "AB2" , de acordo com a maior ou menor amplitude de polarização negativa de grade e da tensão do sinal aplicado.

AMPLIFICADORES CLASSE AB1: Como se mostra na Fig. 8,em um amplificador classe AB1, a amplitude do sinal negativo de grade é apenas o suficiente para que o semi-ciclo positivo do sinal *não ultrapasse* a polarização negativa estável, evitando que a grade adquira uma polarização positiva instantânea. Assim, nesta classe de amplificadores em nenhum instante do ciclo se produz uma corrente de grade. Isto é simbolizado pelo índice 1.

Observe, entretanto, que durante o semiciclo negativo do sinal a polarização negativa instantânea ultrapassa o ponto de corte da corrente de placa, o que indica que durante uma fração de segundo o semiciclo negativo do sinal faz cessar a corrente de placa, o que caracteriza os amplificadores classe "AB".

AMPLIFICADORES CLASSE AB2: Nestes amplificadores a polarização negativa de grade é ainda mais alta que nos amplificadores classe "AB1", como se mostra na Fig. 9. Note que durante o semiciclo negativo do sinal a corrente de placa cessa por um periodo de tempo maior que nos amplificadores classe "AB1".

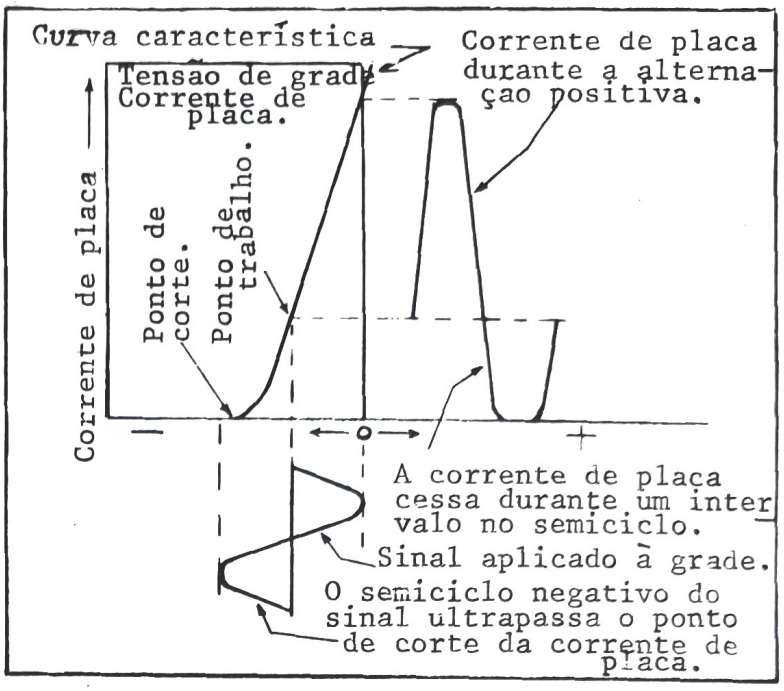


FIG. 8
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO FUNCIONAMENTO DE UM AMPLIFICADOR CLASSE "AB_1"

Entretanto, estes amplificadores se caracterizam pelo fato de se lhes poder aplicar um sinal de maior amplitude, e porque no semiciclo positivo do sinal a grade se torna ligeiramente positiva, produzindo uma *corrente de grade*, o que é indicado pelo índice 2.

Por esta razão podemos dizer, em termos gerais, que o índice 1 indica que não há corrente de grade, enquanto que o índice 2 indica que há corrente de grade.

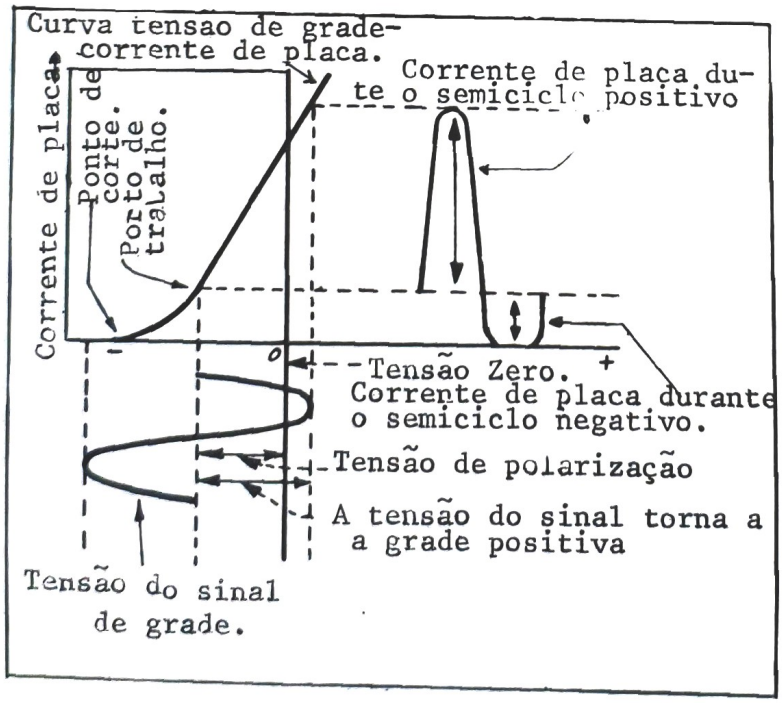


FIG. 9
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO FUNCIONAMENTO DE UM AMPLIFICADOR CLASSE "AB_2"

Voltando à Fig. 9, podemos observar que os amplificadores classe "AB2" produz maior distorção que os de classe "AB1", mas, por sua vez, proporcionam maior amplificação. Por esse motivo eles são utilizados nos casos em que se requer maior amplificação de potência, sem se dar grande importância à fidelidade da reprodução.

AMPLIFICAÇÃO CLASSE "B": Um amplificador classe "B" é aquele no qual, devido à alta polarização negativa de grade, a corrente de placa flui sòmente durante o semiciclo positivo do sinal, conforme se ilustra na Fig. 10. Esta classe de amplificação se caracteriza pelo fato de a polarização negativa fixa estar muito próxima do ponto de corte da

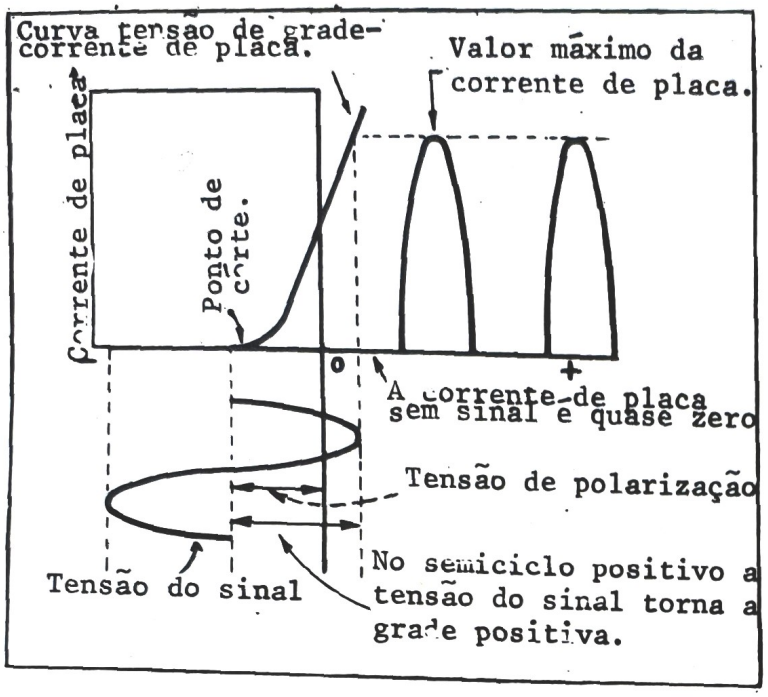


FIG. 10
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO FUNCIONAMENTO DE UM AMPLIFICADOR CLASSE "B"

corrente de placa originando, algumas vêzes, uma corrente de grade durante o semiciclo positivo do sinal. Caracteriza-se também pelo fato de proporcionar grande potência de saída.

Podemos observar na Fig. 10 que como a polarização negativa fixa de grade está muito próxima ao ponto de corte da corrente de placa, nos instantes em que não é aplicado nenhum sinal à grade não haverá fluxo de corrente de placa. Além disso, de acôrdo com a ilustração, observa-se que durante o semiciclo negativo do sinal a corrente de placa cessa totalmente. Por essa razão, esta classe de amplificação é geralmente utilizada com duas válvulas funcionando alternadamente, uma delas amplificando os semiciclos positivos do sinal enquanto que a outra amplifica os semiciclos negativos.

O circuito em que funcionam alternadamente as duas válvulas é conhecido como circuito "push-pull" ou simétrico, que será explicado mais adiante.

AMPLIFICAÇÃO CLASSE "C": As válvulas amplificadoras que funcionam em classe C se caracterizam pelo fato de que a polarização de grade é tão alta(em geral o dôbro da necessária para fazer cessar a corrente de placa)que a corrente de placa flui durante *menos* de meio ciclo correspondendo ao semiciclo positivo do sinal,conforme se mostra na Fig. 11.

Entretanto, a amplitude do sinal que se pode aplicar à grade é em alguns casos, tão alta que durante o semiciclo positivo ultrapassa a polarização negativa da grade,fazendo com que haja circulação de corrente por ela. Esta classe de amplificação é empregada principalmente nos últimos estágios de RF de um transmissor.

Continuaremos agora explicando os circuitos amplificadores em "push-pull" ou, como são denominados em português, circuitos amplificadores simétricos. Os circuitos amplificadores em push-pull,ou simétricos, são utilizados geralmente como amplificadores classe "AB", "B", e "C".

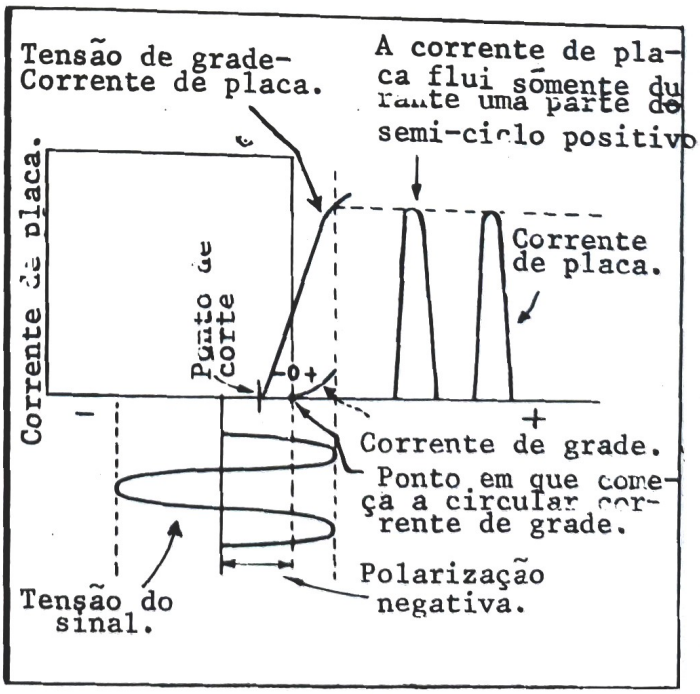


FIG. 11
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO FUNCIONAMENTO DE UM AMPLIFICADOR CLASSE "C"

AMPLIFICADORES EM PUSH-PULL, OU SIMÉTRICOS

Nos casos onde se requer que as válvulas de saída forneçam um sinal de intensidade considerável, para excitar altofalantes de elevada potência, existe a possibilidade de se ligar duas ou mais válvulas em paralelo, como se mostra na Fig. 12. Com êste circuito a resistência de placa das duas válvulas é igual à metade da resistência de placa de uma só válvula, enquanto que a potência de saída é o dôbro daquela que poderá ser fornecida por uma só válvula com a mesma tensão de excitação aplicada à grade.

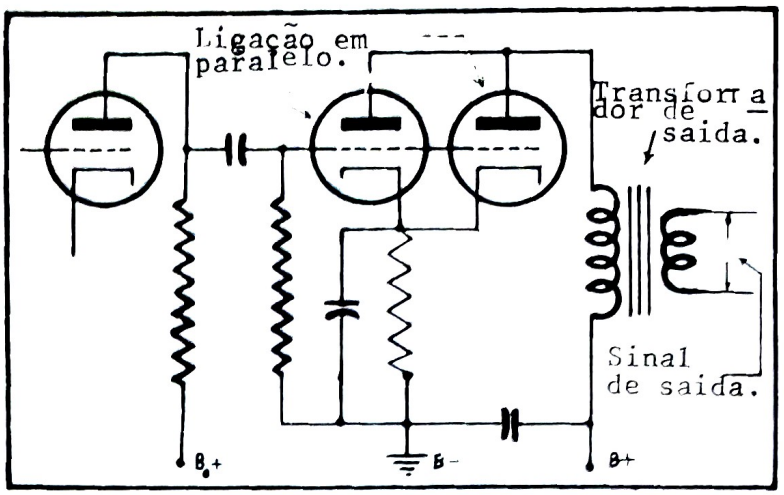


FIG. 12
LIGAÇÃO DE VÁLVULAS DE SAÍDA EM PARALELO

Entretanto, devido às vantagens especiais que proporcionam os circuitos de amplificação simétricos (ou em push-pull), o sistema de válvulas em paralelo não é normalmente utilizado em amplificadores de áudio, embora sejam utilizados em transmissores, como veremos mais adiante.

Mostramos na Fig. 13 o circuito básico de um amplificador simétrico, ou push-pull. (*Convém esclarecer que de agora em diante procuraremos usar apenas a denominação "simétrico", mas você deve ter em mente que o têrmo inglês "push-pull" tem o mesmo significado e é também bastante usado na linguagem técnica brasileira*). O sinal que aparece no circuito de placa do estágio anterior de AF (e que neste caso recebe o nome de preamplificador excitador) induz as tensões do sinal no secundário de um transformador especial formado por duas seções com uma derivação central.

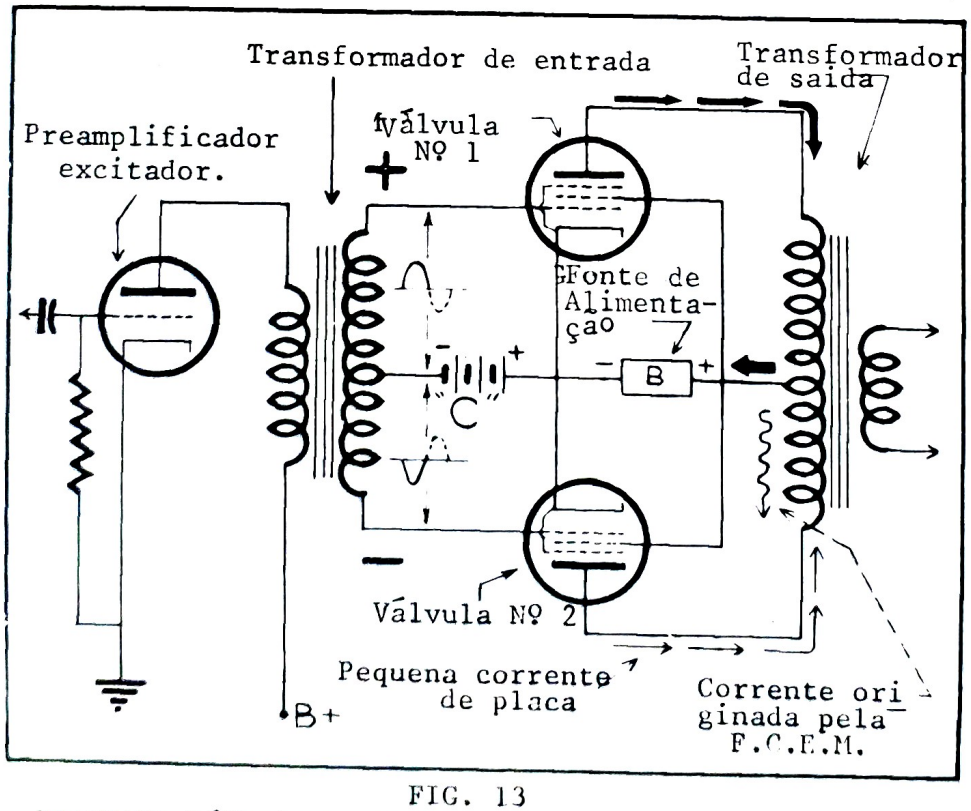


FIG. 13
DIAGRAMA BÁSICO DE UM CIRCUITO AMPLIFICADOR SIMÉTRICO

Esta derivação central do enrolamento secundário do transformador de entrada está ligada a um meio que proporcione a polarização negativa necessária para as duas válvulas de saída; êste meio de polarização pode ser uma bateria ou um resistor em série, no caso de se empregar polarização automática.

Note também que se utiliza um transformador de saída cujo enrolamento

mento secundário adquire a polaridade indicada na figura, ou seja,a grade da válvula nº 2 torna-se ainda mais negativa, pois a tensão negativa do sinal se *soma* à tensão fixa de polarização.

Sob estas condições quando a grade da válvula nº 1 se torna menos negativa, ou mais positiva (como se indica por meio do sinal +)com relação ao catodo, a corrente de placa desta válvula aumentará consideràvelmente,circulando pela metade superior do enrolamento primário do transformador de saída, saindo pela derivação central e regressando ao catodo através da fonte de alimentação.

Este aumento de corrente através da metade superior do enrolamento primário do transformador de saída, dá origem a um campo magnético mais intenso que o estabelecido e que, por sua vez, induzirá uma tensão correspondente ao sinal no enrolamento secundário dêsse transformador, enrolamento êsse que irá alimentar a bobina móvel do altofalante.

Vejamos agora o que acontece nestes mesmos instantes com a válvula nº 2: como neste caso a tensão que se desenvolve na metade inferior do enrolamento secundário do transformador de entrada *se soma* à tensão de polarização negativa, tornando mais negativa a grade da válvula nº 2, a corrente de placa desta válvula *reduzirá* consideràvelmente em comparação com seu valor normal, ou seja,sem sinal de grade.

Isto significa que a corrente de placa da válvula nº 2, que circula pela metade inferior do enrolamento primário do transformador de saída, reduzir-se-ia consideràvelmente. Não obstante, se você se lembrar dospprincípios da autoindução e da fôrça contraeletromotriz, que foram explicados em uma das primeiras lições, concluirá que a redução na passagem da corrente através da metade inferior do enrolamento primário do transformador de saída gera imediatamente uma fôrça contraeletromotriz, em virtude da contração do campo magnético formado por esta seção do enrolamento primário. Esta fôrça contraeletromotriz dará origem à corrente indicada pelas setas onduladas, e que tem direção oposta à corrente de placa da válvula nº 2 (corrente essa indicada pelas setas retas)uma vez que a fôrça contraelemotriz é também de polaridade oposta à tensão desenvolvida pela corrente de placa através da impedância dessa seção do enrolamento.

Como se vê claramente na Fig. 13, esta nova corrente, originada pela fôrça contraeletromotriz em virtude do campo magnético que se contrai,*tem a mesma direção*, que a corrente original de placa da válvula nº 1, razão pela qual o nôvo campo magnético formado pela corrente que se origina da fôrça contraeletromotriz *se soma ao campo magnético criado pela metade superior do enrolamento primário* do transformador de saída. Desta forma, no secundário dêsse transformador aparecerá uma tensão muito maior do que aquela que seria proporcionada ùnicamente pela válvula nº 1.

Observamos pois, que apesar de as tensões aplicadas às grades das duas válvulas serem de polaridades opostas, em qualquer instante do ciclo do sinal, o efeito total que dá origem às tensões induzidas no secundário do transformador de saída, é muito mais intenso. Por essa razão a potência em watts que um circuito de saída simétrico pode fornecer é aproximadamente igual ao dôbro da potência que seria fornecida por uma só válvula.

Na realidade alguns circuitos de amplificação simétricos, que funcionam em classe "AB2" ou "B", são capazes de fornecer até três vêzes aa intensidade do sinal que seria fornecida por uma única válvula, porque mediante o uso dêste circuito especial pode-se aumentar a intensidade das tensões aplicadas à grade das válvulas e a polarização negativa das mesmas,sem que se produza demasiada distorção. Este circuito apresenta ainda a vantagem de que as duas fôrças

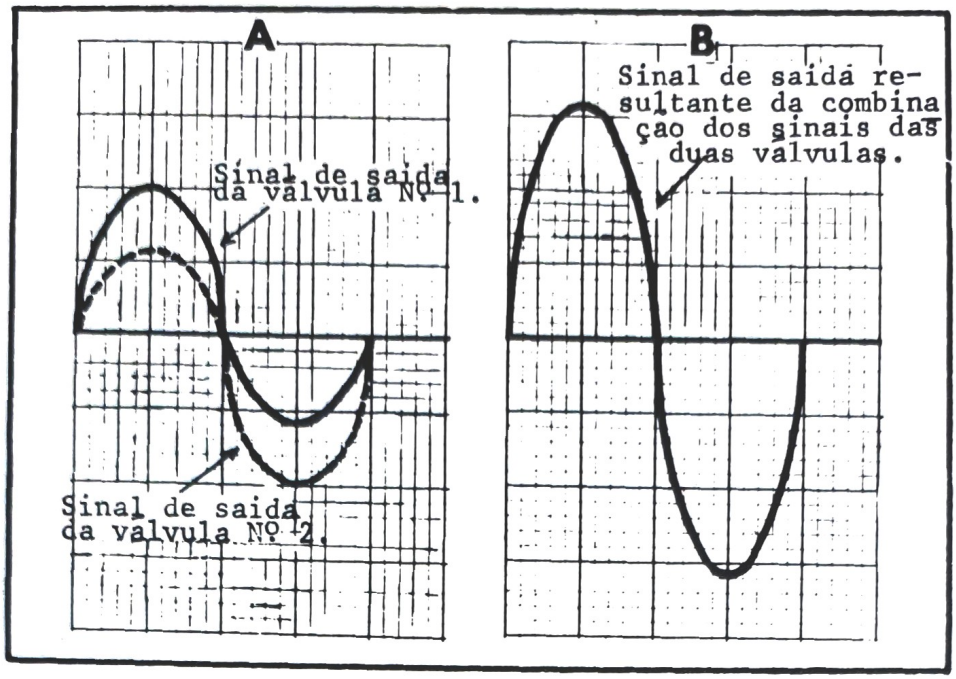


FIG. 14
FORMA DE ONDA DO SINAL DE SAÍDA DE UM AMPLIFICADOR SIMÉTRICO

combinadas, atuando reciprocamente em sentido oposto, contribuem para eliminar ou reduzir a distorção, como logo veremos.

Com êstes circuitos, enquanto a grade de uma válvula se torna menos negativa (ou mais positiva) a outra, simultâneamente, vai se tornando mais negativa; dai o nome de circuito simétrico, ou push-pull.

Deve-se ter sempre em mente que quando a polaridade do sinal, que se desenvolve através do primário, se inverte, também inverter-se-ão as polaridades das tensões que aparecem no secundário do transformador de entrada. Isto indica que as condições indicadas na Fig. 13 inverter-se-ão, ou seja, neste caso a grade da válvula nº 1 adquirirá uma polaridade *mais negativa*, enquanto que a grade da válvula nº 2 adquirirá uma polaridade *mais positiva*. Isto quer dizer que as condições do circuito de placa também se inverterão, dando origem ao outro semiciclo induzido no secundário.

Para o perfeito funcionamento do circuito, a tensão de *excitação*, ou sinal, necessária para um circuito desta classe, deve *ser o dôbro* da que se necessitaria para excitar uma só válvula funcionando como amplificador simples. Voltando a analisar a Fig. 13 veremos que o enrolamento secundário do transformador de entrada está realmente constituído por duas seções, cada uma das quais deve ter uma tensão com amplitude adequada.

Vamos agora analisar o funcionamento dêsse circuito com o auxílio do gráfico da Fig. 14.

Em "A" da Fig. 14 está mostrado, por meio da curva em linha cheia, a forma de onda do sinal de saída da válvula nº 1 (Fig. 13) durante o ciclo completo de um sinal de AF. Nesse mesmo gráfico ("A") a linha tracejada mostra a forma de onda do sinal de saída da válvula nº 2.

Note bem no gráfico "A" da Fig. 14 que durante a primeira metade positiva do ciclo do sinal, correspondente à válvula nº 1, esta fornece uma forma de onda do sinal de saída *sem distorção*, isto porque durante êstes instantes as tensões de grade variam numa parte da seção reta da curva característica tensão de grade-corrente de placa.

Entretanto, como se observa na mesma ilustração, durante a segunda metade do ciclo do sinal, a forma de onda de saída da válvula nº 1, correspondente ao semiciclo negativo (curva em linha cheia), *não é simétrico*, pois sua amplitude, comparada com a do semiciclo positivo, *não é igual*.

Isto quer dizer que quando se aplica o semiciclo negativo à grade da válvula nº 1, ela produzirá uma distorção uma vez que a excursão das tensões de grade não se dá dentro da seção reta da curva característica tensão de grade-corrente de placa, pois durante o semiciclo negativo do sinal as tensões de grade da válvula nº 1 se aproximam ou ultrapassam o ponto de corte da corrente de placa, conforme a classe de polarização usada.

As considerações sôbre o funcionamento da válvula nº 2 (Fig. 13) são as mesmas, porém a distorção ocorre durante o semiciclo oposto. Como se observa, a curva tracejada, que corresponde à forma de onda do sinal de saída da válvula nº 2, indica que nesta válvula a distorção ocorre durante o *semiciclo positivo* e não no semiciclo negativo, como é o caso da válvula nº 1.

Desta forma, como as duas válvulas produzem distorção durante os semiciclos opostos, *ao se combinar o sinal de saída* das duas válvulas, estas distorções se cancelam, obtendo-se então uma forma de onda quase perfeita no secundário do transformador de saída, como se mostra em "B" da Fig. 14.

POLARIZAÇÃO DOS AMPLIFICADORES SIMÉTRICOS: Na Fig. 15 mostramos um sistema utilizado para se obter a polarização negativa de grade em um circuito amplificador simétrico. Observe que, neste caso, se introduz um resistor (R1) em série com o circuito de catodo de ambas as válvulas a fim de que a corrente de catodo de ambas as válvulas produza uma diferença de potencial que torne negativo, em relação ao catodo, o extremo do resistor que está ligado à derivação central do secundário do transformador de entrada. Desta forma, a polarização negativa adquirida pelo extremo esquerdo do resistor será efetiva nas grades de ambas as válvulas.

Na realidade, êste é o sistema de polarização automática, que descrevemos numa lição anterior, sendo que neste caso a polarização desenvolvida é mais estável, pois neste circuito enquanto a corrente de placa de uma das válvulas aumenta, a da outra diminui, de forma que a soma de ambas as correntes de catodo é pràticamente constante. Como resultado temos que a polarização das válvulas é pràticamente independente das flutuações da corrente de placa. Entretanto, para estabilizar ainda mais a tensão desenvolvida através dêste resistor inclui-se, em alguns casos, um capacitor de passagem com suficiente capacitância, como se mostra por meio de linhas tracejadas na Fig. 15.

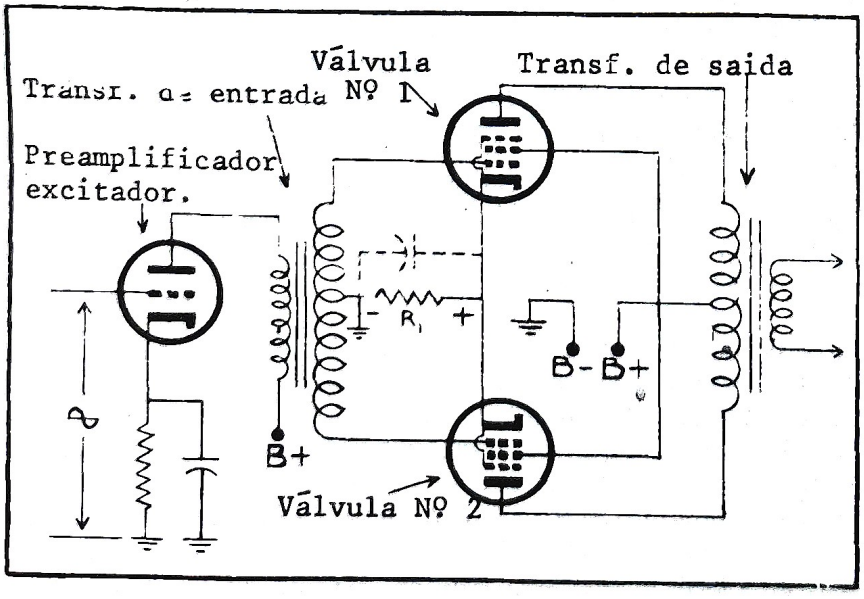


FIG. 15
POLARIZAÇÃO AUTOMÁTICA NOS AMPLIFICADORES SIMÉTRICOS

Todavia, em alguns circuitos amplificadores de alta qualidade, como nos amplificadores de AF de uma emissora de rádio, prefere-se substituir o sistema de polarização automática pelo sistema de polarização negativa fixa, utilizando-se para isso uma bateria "C". Neste caso os catodos das válvulas são ligados diretamente à terra, ou lado negativo do circuito, enquanto que a bateria "C" é intercalada entre a terra e a derivação central do secundário do transformador de entrada.

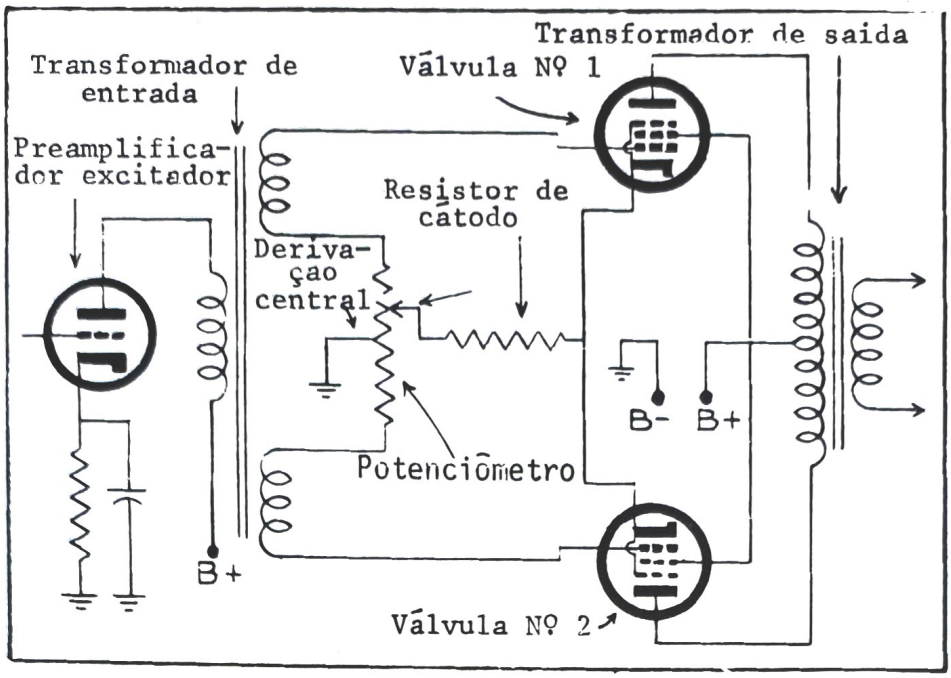


FIG. 16
SISTEMA ESPECIAL DE POLARIZAÇÃO PARA IGUALAR AS CORRENTES DE PLACA DE AMBAS AS VÁLVULAS

Mostramos, na Fig.16, um sistema que se utiliza nos casos em que se deseja corrigir qualquer desequilíbrio entre as correntes de placa de ambas as válvulas, as quais devem ter igual intensidade quando não é aplicado sinal algum à grade. Observe que neste circuito é utilizado um potenciômetro ligado entre as duas metades de secundário do transformador de entrada, enquanto que o contato móvel é ligado ao resistor de polarização automática, ou ao lado negativo da bateria C.

Note também que o potenciômetro deve possuir uma derivação central ligada à terra. Com êste arranjo, ao se variar a posição do contato móvel (ou cursor) altera-se a polarização negativa de ambas as válvulas até se encontrar o ponto em que a corrente de placa de ambas as válvulas seja igual. Êste ajuste é feito sem se aplicar sinal algum às grades.

CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DOS CIRCUITOS AMPLIFICADORES SIMÉTRICOS: Outra das vantagens apresentadas por êstes circuitos, além da menor distorção e da maior potência de saída, é que permitem o uso de transformadores com núcleo de ferro menor do que aquêle que corresponderia a uma determinada corrente de placa de uma só válvula, pois enquanto a corrente de placa de uma válvula aumenta, a da outra diminui, razão pela qual há o risco de saturação do núcleo.

Outra vantagem dêstes circuitos é que o zumbido, causado pela presença de componentes alternadas na tensão retificada de alimentação, é eliminado, uma vez que êle se cancela no enrolamento primário do transformador de saída da mesma forma que a distorção. Deve-se, entretanto, ter em mente que êste zumbido só se cancela no estágio final de amplificação (no estágio de saída simétrico) podendo, porém, introduzir-se no circuito de placa dos estágios anteriores.

Embora os circuitos simétricos sejam utilizados principalmente quando se deseja um sinal de saída com potência relativamente alta, em alguns casos, devido às vantagens oferecidas, são também utilizados nos estágios intermediários de um amplificador de A.F., como amplificadores de sinal.

Os amplificadores simétricos podem funcionar em classe "A", classe "AB", classe "AB2" e classe "B", conforme a amplitude de polarização negativa que se aplique às grades das válvulas e da qual dependem as características que se irá obter do amplificador. Por exemplo, se desejarmos uma reprodução de alta qualidade utilizaremos uma polarização classe "A" que, como você já sabe, proporciona o máximo de fidelidade, embora a potência fornecida seja limitada. Nos casos em que se deseja maior potência deve-se escolher a polarização classe "AB2" ou classe "B", que proporcionam maior amplificação, embora produzam um pouco mais distorção.

Isto indica que os circuitos amplificadores simétricos podem funcionar em qualquer classe de polarização, embora sejam mais comumente utilizados nas classes "AB2", "B" e "C", esta última usada nos circuitos transmissores.

O uso das polarizações classe "AB2" e classe "B" apresentam as maiores vantagens dos circuitos simétricos, pois cancelam,em grande parte, a distorção.

Devido a essa vantagem da redução das distorções, os circuitos simétricos também são encontrados nos estágios de saída funcionando em classe "A" e "AB1".

Examinando-se os gráficos de amplificação classe "AB1", "AB2" e "B" deduz se que, se aumentássemos a amplitude das tensões do sinal aplicado à grade, seria possível obter um sinal de saída de maior intensidade se se permitisse que a grade se tornasse positiva durante alguns instantes do semiciclo positivo do sinal. Embora esta condição contribua para um aumento da distorção, ela é usada em circuitos simétricos classe "AB2" ou "B" pois, como já foi dito, os circuitos simétricos cancelam grande parte da distorção.

Encontraremos, na prática, alguns casos em que são utilizadas válvulas amplificadoras para circuitos simétricos, construídas especialmente para funcionarem em classe "B". Por exemplo: 1G6-GT, 6A6, 6N7, etc.

TRANSFORMADORES UTILIZADOS EM CIRCUITOS AMPLIFICADORES SIMÉTRICOS: Nos circuitos amplificadores comuns, onde a grade é sempre negativa, poucos elétrons provenientes do catodo chegam até ela, razão pela qual a corrente dessa grade é praticamente nula. Assim sendo, o circuito de grade não apresenta carga, sendo portanto considerado um circuito de impedância infinita com relação às tensões do sinal. Donde se deduz, também, que o circuito de grade dos amplificadores onde não há corrente de grade, não consome ou dissipa nenhuma potência correspondente às tensões do sinal.

Entretanto, no caso dos amplificadores classe "AB2" e "B", nos quais há corrente de grade, existe uma dissipação ou perda no circuito de grade. Por esta razão, geralmente o circuito impulsor ou excitador, que precede o estágio final onde se emprega um circuito simétrico, opera como amplificador de potência.

Além disso, num circuito amplificador comum acoplado por transformador,onde a grade nunca se torna positiva (não havendo, portanto fluxo de corrente de grade), o enrolamento secundário do transformador possui maior número de espiras que o primário, a fim de aproveitar as vantagens da amplificação proporcionada pela relação de espiras. Isto indica que o enrolamento secundário dêsse transformador terá também alta indutância e alta impedância. Como,porém, não há fluxo de corrente através dêste enrolamento, não haverá queda de tensão através dêle.

Entretanto, no caso dos amplificadores simétricos, onde *há fluxo de corrente de grade,* se a resistência do enrolamento secundário fôr muito alta, haverá uma considerável redução na tensão do sinal devido à queda de tensão causada pela resistência do enrolamento. Além disso, como a impedância dos enrolamentos varia de acôrdo com a frequência da corrente que flui por êles, a queda de tensão que se produziria não seria uniforme para tôdas as frequências, ocasionando assim uma distorção adicional no sinal.

Para reduzir a queda de tensão do sinal nos circuitos simétricos classe "AB2" e "B", utiliza-se no enrolamento secundário menor número de espiras e fio de maior diâmetro. A utilização de menor número de espiras reduz não só a indutância e, consequentemente, a impedância do circuito mas reduz também a amplitude do sinal, ao invés de amplificá-lo (como sucede com os transformadores utilizados em classe "B").

Devido a estas desvantagens dos transformadores de entrada de um circuito simétrico, passou-se a utilizar a inversão de fase de 180 graus, produzida por uma válvula, a fim de inverter a fase do sinal a ser aplicada à segunda válvula de um circuito simétrico, eliminando-se assim o transformador de entrada. Estes circuitos são conhecidos com o nome de "circuitos inversores de fase", e serão analisados nas próximas lições.

A intensidade das correntes de placa de um amplificador classe "AB2" ou "B", em circuito simétrico, é muito mais alta que a dos amplificadores classe "A". Por essa razão torna-se necessário que o núcleo do transformador de saída de um amplificador simétrico (classe "B2" ou "B") seja bem maior que o de um amplificador que funcione em classe "A".

REQUISITOS DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO: Como os amplificadores simétricos consomem uma corrente contínua de intensidade considerável, com pronunciadas pulsações, a fonte de alimentação deve ter componentes capazes de fornecer correntes que variem entre 10 e 200 mA sem que se produzam grandes variações de tensão, ou seja, é necessário que a fonte possua boa regulação.

Para se conseguir êstes requisitos é necessário que o transformador de fôrça tenha um núcleo grande, que o enrolamento de alta tensão esteja enrolado com fio de maior diâmetro e que os reatores de filtro apresentem baixa resistência à corrente contínua.

RECEPTORES COMERCIAIS COM CIRCUITOS DE AMPLIFICAÇÃO SIMÉTRICOS

Apresentamos na Fig. 17 o diagrama de um receptor comercial que utiliza na etapa de saída um circuito simétrico, o qual reúne as características que acabamos de examinar. Observe que neste circuito os sinais de A.F. que aparecem na placa da válvula impulsora, ou excitadora, são aplicados ao primário do transformador de entrada (T1), e daí às duas grades de uma válvula especialmente projetada para funcionar em circuito simétrico, e que equivale a dois triodos alojados num mesmo invólucro.

Note que a resistência do enrolamento primário do transformador de entrada dêste receptor tem uma resistência de 400 ohms, enquanto que a resistência do secundário é de 200 ohms, ou seja 100 ohms por seção.

A finalidade da baixa resistência do secundário é reduzir as perdas que se produzem neste enrolamento em virtude da corrente de grade, conforme já explicamos.

O capacitor C26 de 0,005 uF, ligado entre o terminal de placa da válvula excitadora e a terra, tem por finalidade filtrar qualquer sinal de alta frequência que esteja presente no circuito de placa e, ao mesmo tempo, cortar ligeiramente as frequências mais altas de A.F. a fim de dar uma tonalidade mais agradável à reprodução. Este capacitor é também empregado entre o circuito de placa e a terra nos casos em que se usa uma só válvula de saída.

O transformador T2 corresponde, neste receptor, ao transformador de saída, cuja derivação central está ligada ao +B. Os extremos do primário estão ligados às placas do duplo-triodo.

Observe também que ambos os catodos estão ligados diretamente à terra, pois esta válvula foi especialmente projetada para funcionar como amplificador classe "B", sem polarização negativa alguma.

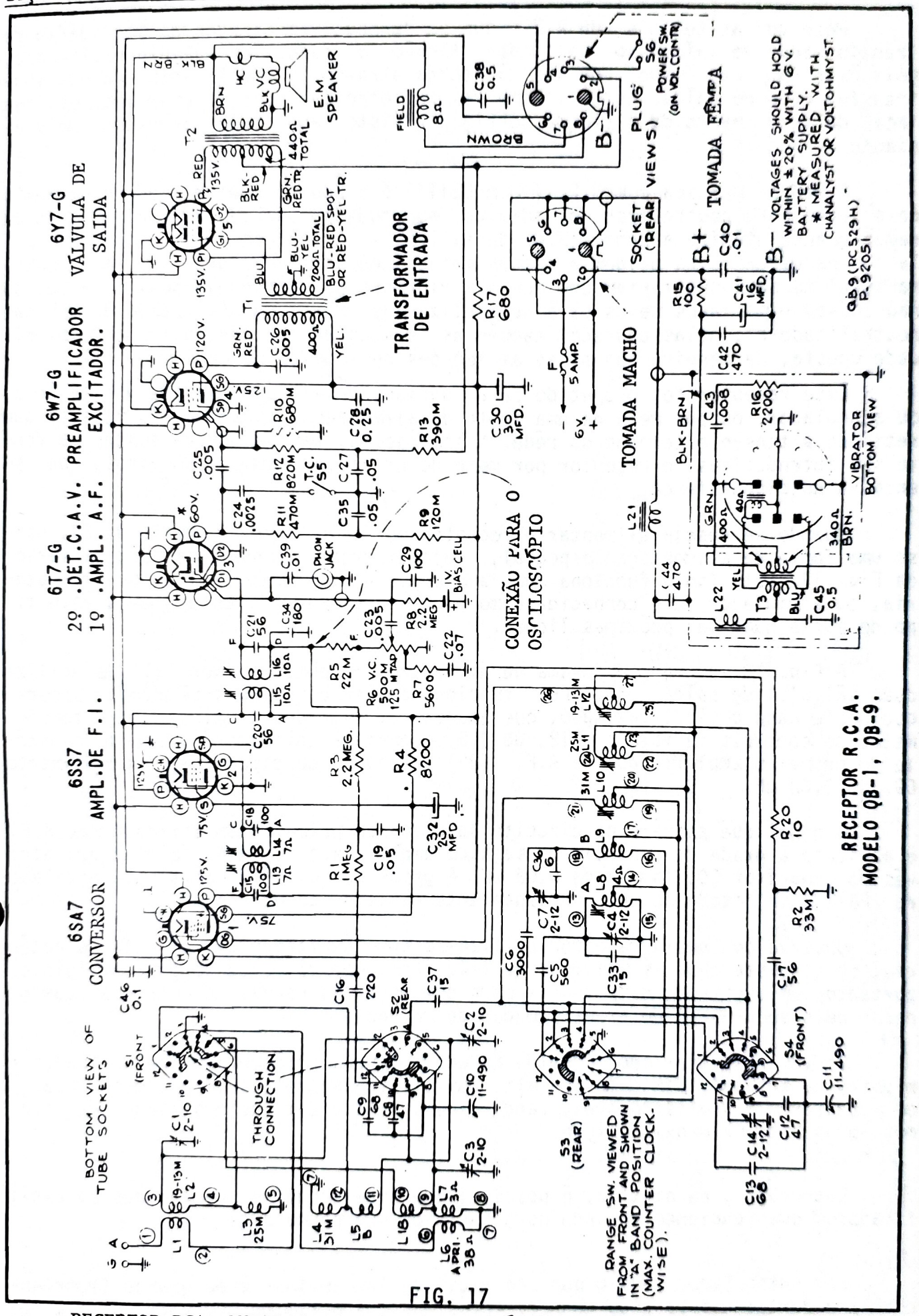


FIG. 17

RECEPTOR RCA, MODELOS QB-1, QB-9 COM VÁLVULA DE SAÍDA DUPLO-TRIODO EM CIRCUITO SIMÉTRICO

Note que as tensões de A.F. que se desenvolvem através do secundário do transformador de saída são aplicadas também ao catodo da válvula excitadora, pois êste *completa* sua conexão à terra através do enrolamento secundário do transformador de saída. Este sistema tem por objetivo proporcionar uma realimentação de fase invertida a fim de corrigir a distorção, conforme veremos mais adiante.

A bobina marcada com H.C. ("Hum Coil") é a bobina neutralizadora de zumbido e serve para neutralizar o zumbido que pudesse ser causado pela bobina de campo quando utilizada como reator de filtro. A circulação de C.C. pulsante pela bobina de campo dá origem a campos magnéticos variáveis que induzem na bobina móvel tensões que fariam com que ela vibrasse na frequência dêsses campos, se não fôssem utilizados meios para neutralizá-las. Por isso utilizamos as bobinas neutralizadoras; nelas aparecem também as tensões de zumbido, porém com polaridade oposta, de maneira que ambas as tensões de zumbido se anulam.

Este receptor foi projetado para funcionar seja por meio de uma bateria, ou acumulador, ou por meio de uma fonte de alimentação separada, fonte essa que retifica a tensão alternada da rêde. Neste caso as tensões provenientes da fonte são introduzidas no receptor por meio de um plugue macho (com pinos) que se encaixa no plugue fêmea.

Quando se deseja alimentar o receptor por meio de uma bateria de 6V, usa-se uma fonte de alimentação especial, cujo diagrama aparece na parte inferior da Fig. 17. Esta fonte funciona com a energia elétrica fornecida por uma bateria, ou acumulador, e é conhecida como "fonte a vibrador". Estudaremos êste tipo de fonte numa das próximas lições.

A Fig. 18 mostra o diagrama de um outro receptor comercial que utiliza duas válvulas de saída, tipo 6F6, funcionando em circuito simétrico. Observe que neste caso o sinal detetado, que aparece através dos terminais do potenciômetro de contrôle de volume (R12, de 2,5 megohms) é aplicado à grade de contrôle do primeiro amplificador de A.F. (6J5), através do capacitor de acoplamento C9, de 0,02 uF.

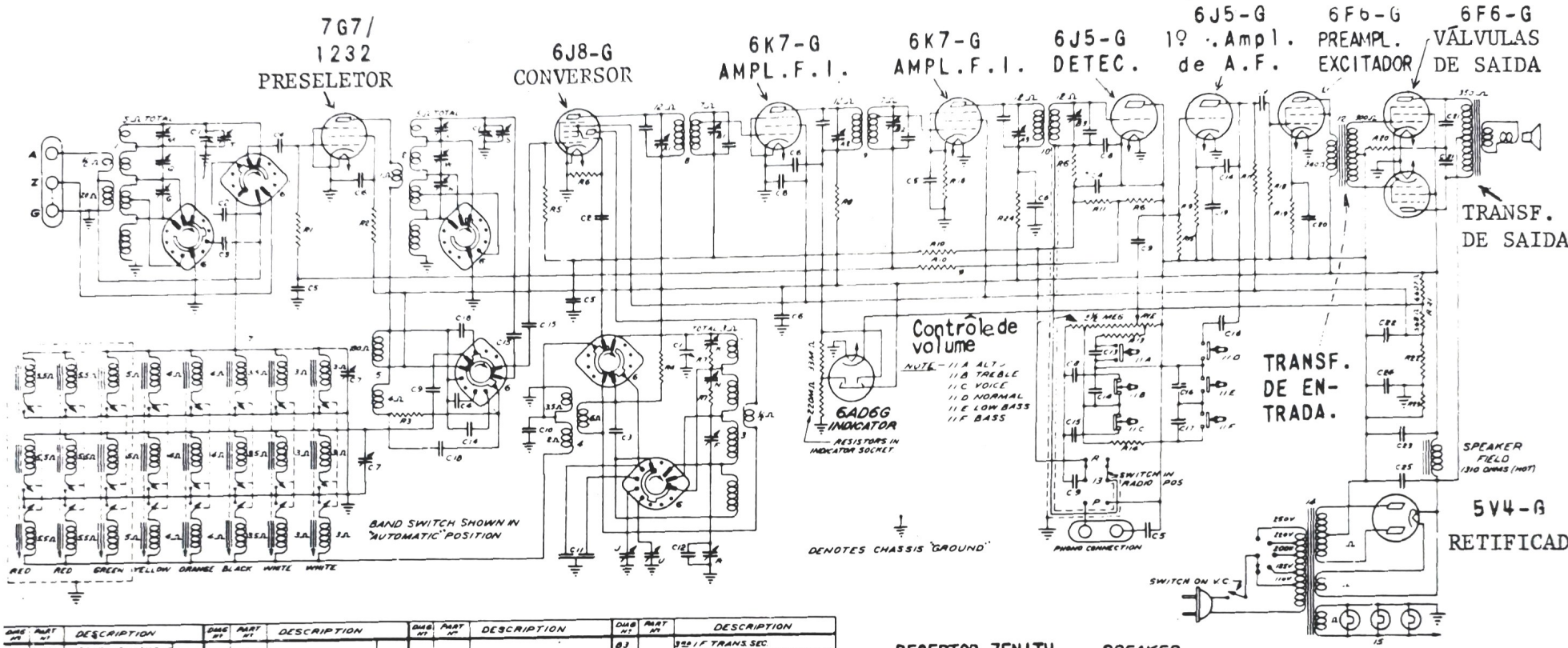
O sinal que aparece no circuito de placa do primeiro amplificador de A.F. é aplicado à grade de contrôle do segundo amplificador de A.F. (excitador) através do capacitor C9, também de 0,02 uF. A grade de contrôle da válvula excitadora 6F6-G está dotada de seu correspondente resistor de escape (R18).

Observe que neste receptor utiliza-se como excitador uma válvula de potência, pois neste caso as válvulas de saída consomem corrente de grade exigindo, portanto, um excitador de potência para compensar as perdas de potência ocasionadas pelo secundário do transformador de entrada.

Convém ressaltar que, devido às desvantagens apresentadas pelos transformadores de entrada, bem como seu alto custo, atualmente já não são mais usados em receptores e amplificadores, tendo sido substituidos pelo sistema que iremos apresentar na próxima lição.

Entretanto, na prática, é possível que você encontre receptores ou amplificadores que funcionem segundo os princípios que enumeramos.

Por outro lado, tudo o que acabamos de lhe ensinar é de grande importância para fortalecer os seus conhecimentos básicos a fim de que você possa, à medida que avançam seus estudos, compreender perfeitamente todos os circuitos des



CHAS Nº	PART Nº	DESCRIPTION		CHAS Nº	PART Nº	DESCRIPTION		CHAS Nº	PART Nº	DESCRIPTION
C1	22-977	THREE GANG VARIABLE						B3		3ª I.F. TRANS. SEC.
C2	22-289	50 MMFD.	600V					F		BROADCAST OSCILLATOR (SEE NOTE 1)
C3	22-358	.002 MFD.	600V	R1	63-719	470M OHM	½ W	G		ANTENNA BROADCAST (SEE NOTE 2)
C4	22-182	.0001 MFD.	600V	R2	63-767	47M OHM	½ W	H		DETECTOR BROADCAST (SEE NOTE 3)
C5	22-818	.05 MFD.	400V	R3	63-581	470 OHM	½ W	J		BROADCAST PADDER (SEE NOTE 1)
C6	22-819	.05 MFD.	600V	R4	63-610	22M OHM	1 W	K	22-988	SHORT WAVE OSCILLATOR
C7	22-519	TRIMMER COND.		R5	63-778	470M OHM	½ W	L	22-988	SHORT WAVE DETECTOR
C8	22-182	.0002 MFD.	600V	R6	63-593	47M OHM	½ W	M	22-988	SHORT WAVE ANTENNA
C9	22-815	.02 MFD.	600V	R7	63-682	33 OHM	½ W	N		POLICE OSCILLATOR (SEE NOTE 1)
C10	22-987	COMPENSATING COND.		R8	63-156	10M OHM	1 W	Q		POLICE ANTENNA (SEE NOTE 2)
C11	22-988	DUAL OSC. PADDER		R9	63-585	2200 OHM	½ W	R		LONG WAVE OSCILLATOR (SEE NOTE 1)
C12	22-167	.25 MMFD.	600V	R10	63-871	1 MEGOHM	½ W	S		LONG WAVE DETECTOR (ON GANG)
C13	22-810	.01 MFD.	400V	R11	63-853	100M OHM	½ W	T		LONG WAVE ANTENNA (ON GANG)
C14	22-716	.0005 MFD.	600V	R12	63-1045	VOLUME CONTROL		U	22-998	LONG WAVE PADDER
C15	22-470	.0001 MFD.	600V	R13	63-711	22M OHM	½ W	W		POLICE DETECTOR (SEE NOTE 2)
C16	22-818	.05 MFD.	600V	R14	63-596	33M OHM	½ W			
C17	22-806	.003 MFD.	400V	R15	63-641	1 MEGOHM	½ W			
C18	22-285	.10 MMFD.	600V	R16	63-586	3300 OHM	½ W			
C19	22-996	20 MFD. ELECTROLYTIC	25V	R17	63-648	47M OHM	½ W			
C20		20 MFD. ELECTROLYTIC	25V	R18	63-665	220M OHM	½ W			
C21	22-806	.005 MFD.	1000V	R19	63-1070	680 OHM WIREWOUND	1 W			
C22	22-955	10 MFD. ELECTROLYTIC	350V	R20	63-1069	470 OHM WIREWOUND	2 W	A1		1ª I.F. TRANS. PRI.
C23		20 MFD. ELECTROLYTIC	450V	R21	63-1088	2 SECTION CANDOHM		B1		1ª I.F. TRANS. SEC.
C24	22-806	.5 MFD.	200V	R22	63-1091	12M OHM	2 W	A2		2ª I.F. TRANS. PRI.
C25	22-823	20 MFD. ELECTROLYTIC	450V	R23	63-956	50 OHM WIREWOUND	½ W	B2		2ª I.F. TRANS. SEC.
				R24	63-838	1800 OHM	½ W	A3		3ª I.F. TRANS. PRI.

PART Nº	DIAL PARTS	PART Nº	DIAL PARTS	PART Nº	DIAL PARTS	PART Nº	AUTOMATIC TUNING COILS
27-33	FLYWHEEL DISC	80-816	CLUTCH COMPRESSION SPRING	55999	DIAL LIGHT SOCKET & CLIP	56146	AUTOMATIC TUNING COIL & CORE (PACK)
32-21	DRIVE BELT	100-36	DIAL LAMP	57808	SPLIT GEAR ASSEMBLY	56147	" " " (GREEN)
56-70	CLUTCH PIN	117-56	BAND INDICATOR LEVER	57809	SPLIT SECOND SCALE & BUSHING	56148	" " " (YELLOW)
59-88	DIAL POINTER	118-10	BAND INDICATOR LINK	57803	BAND INDICATOR ASSEMBLY	56149	" " " (BLUE)
61-59	DRIVE SHAFT PULLEY	149-35	SNAP BUTTON	57810	BAND LIGHT SOCKET & CLIP	56150	" " " (WHITE)
61-62	SPLIT SECOND PULLEY	188-15	RETAINING RING	58197	DIAL CORD & EYELET	56196	" " " (ORANGE)
76-291	DRIVE SHAFT	189-11	RUBBER SLEEVE	58198	PINION & SHAFT ASSEMBLY	85-215	AUTOMATIC TUNING SWITCH
78-287	RESONANCE TUBE SOCKET & CABLE	M8 578	PULLEY & BRACKET ASSEMBLY	58818	DIAL SCALE & PULLEY ASSEMBLY	112-183	INDUCTANCE ADJUSTING SCREW
80-69	DIAL CORD TENSION SPRING	M8 576	BAND INDICATOR DISC & BRACKET				

RECEPTOR ZENITH
MODELO 11A1431T,
11A1459.

SPEAKER
49-360 10"
49-365 12"

I.F. FREQUENCY 455 KC.
11 TUBE SUPERHETERODYNE
CHASSIS Nº1102 AT AC. 4 BAND
ZENITH RADIO CORPORATION
CHICAGO, ILL.

NOTE:
(1) TRIMMERS F, J, N & R ARE MOUNTED ON STRIP 22-981
(2) TRIMMERS G & Q ARE MOUNTED ON STRIP 22-988
(3) TRIMMERS H & W ARE MOUNTED ON STRIP 22-982

FIG. 18
RECEPTOR COMERCIAL COM ESTÁGIO DE SAÍDA SIMÉTRICO

tinados à amplificação de audiofrequências, tais como estágios de A.F. de receptores de rádio e de T.V., amplificadores de audição pública, amplificadores de cinema, gravadores, etc.

Em outras palavras, você está estudando os princípios fundamentais do funcionamento de todos êsses aparelhos.

****
****
******
****
**
*

IMPRESSO NO BRASIL
DIREITOS RESERVADOS 1947

OCCIDENTAL Schools

EXAME da Lição : R-7

- CADA QUESTÃO APRESENTA TRÊS OU MAIS RESPOSTAS.
- SÒMENTE UMA DELAS ESTÁ CORRETA.
- MARQUE A QUE JULGAR CORRETA.
- TRANSCREVA AS RESPOSTAS CORRETAS PARA A FÔLHA DE EXAME ANEXA.

1. Quando a tensão e a corrente de A.F. de um amplificador alcançam ao mesmo tempo seus valores máximos e mínimos, diz-se que:
   a) a tensão e a corrente estão defasadas
   b) a tensão e a corrente estão defasadas de 90 graus
   c) a tensão e a corrente estão em fase

2. Quando duas tensões estão defasadas de 180 graus, temos a seguinte condição:
   a) a polaridade destas tensões é sempre igual
   b) a amplitude destas tensões é sempre igual
   c) a amplitude destas tensões pode ou não ser igual, mas a polaridade é sempre oposta em qualquer instante do ciclo

3. A tensão de grade de uma válvula amplificadora está em fase com:
   a) a corrente de placa dessa mesma válvula
   b) a tensão de saída do mesmo amplificador
   c) a forma de onda da tensão efetiva de placa

4. A queda de tensão através do resistor de carga de placa está em fase com:
   a) a forma de onda da tensão efetiva de placa
   b) a forma de onda da tensão de grade ou com a forma de onda da corrente de placa
   c) a forma de onda da saída da válvula

5. A tensão de entrada ou de grade de uma válvula apresenta a seguinte condição:
   a) está defasada de 180 graus com relação à tensão de saída dessa mesma válvula (com carga não indutiva)
   b) está em fase com a tensão de saída dessa mesma válvula
   c) está defasada de 90 graus com relação à tensão de saída

6. As etapas amplificadoras de um amplificador classificam-se de acôrdo com as seguintes características:

   a) *a tensão aplicada à placa é o consumo de corrente*
   b) *o fator de amplificação do estágio*
   c) *a amplitude da polarização negativa de grade e a amplitude da tensão do sinal aplicado*

7. Nos casos em que se deseja alta-fidelidade de amplificação deve-se utilizar a seguinte classe de amplificação:

   a) Classe "A"
   b) Classe "B"
   c) Classe "AB2"

8. A tensão do sinal que se aplica às grades de duas válvulas em funcionamento simétrico ("push-pull") deve ter as seguintes características:

   a) *estar defasada de 90 graus e possuir igual amplitude*
   b) *possuir igual amplitude e polaridade*
   c) *estar defasada de 180 graus e possuir igual amplitude*

9. No circuito de placa de um sistema simétrico, sucede o seguinte:

   a) *as formas de onda da corrente de placa das duas válvulas estão em fase*
   b) *enquanto a corrente de placa de uma das válvulas aumenta, a da outra diminui, e vice-versa.*
   c) *a intensidade da corrente de placa de ambas as válvulas é idêntica, em qualquer instante do ciclo*

10. As características fundamentais, ou vantagens principais, dos amplificadores simétricos, são:

   a) *requerem baixa tensão de excitação e baixa tensão de placa*
   b) *consomem pouca corrente de placa e requerem pouca excitação*
   c) *reduzem consideràvelmente a distorção e fornecem um sinal de saída de maior potência*

Printed in Brazil
Impresso no Brasil