

NEUTRALIZAÇÃO DE ESTÁGIOS DE SAÍDA EM

PI

Um pouco da imaginação característica dos velhos tempos do radioamadorismo vem a calhar para resolver racionalmente os problemas de neutralização e acoplamento nos estágios de saída de transmissores.

Por **EMILIO ALVES VELHO**

(Especial para ANTENNA)

AS considerações básicas que traçaremos para explicar o assunto em pauta, aplicam-se igualmente a estágios de saída com pentodos, tetrodos ou triodos. No entanto, por questões de simplicidade, desenharemos os circuitos somente com triodos.

Em todos os casos existem, no interior das válvulas, diversos capacitores "grátis", formados pelos eletrodos. As três capacitâncias mais importantes são mostradas na Fig. 1.

Na Fig. 2, temos o circuito simplificado de um estágio de

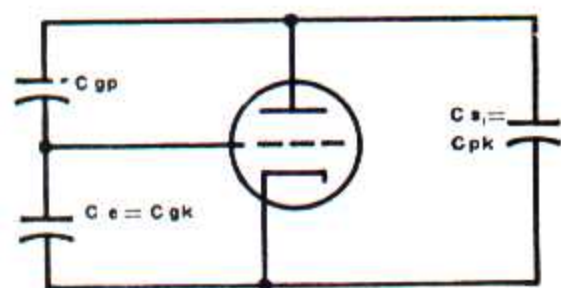


FIG. 1 — Capacitâncias intereletrodicas de uma válvula.

saída típico, onde desprezamos os detalhes de alimentação e polarização. Podemos ver que, das três capacitâncias existentes, duas são inócuas: C_e , a de entrada, que é absorvida como parte do circuito sintonizado de grade, e C_s , a de saída, que é absorvida como parte do circuito sintonizado de placa.

No estágio de saída com acoplamento em π , do qual a Fig.

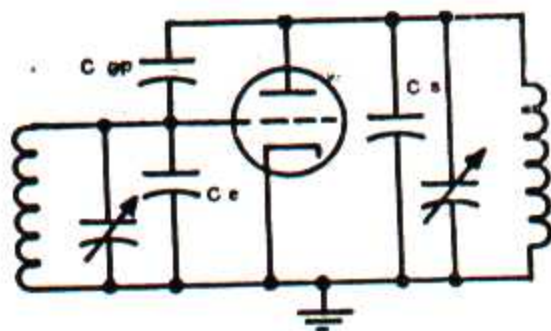


FIG. 2 — Estágio de saída típico. Os componentes de alimentação e polarização foram omitidos, para maior simplicidade.

3 é uma versão simplificada, nada mudou, pois C_s , a capacitância de saída, continua fazendo parte do circuito sintonizado de placa, configurado como um filtro em π , de uma célula.

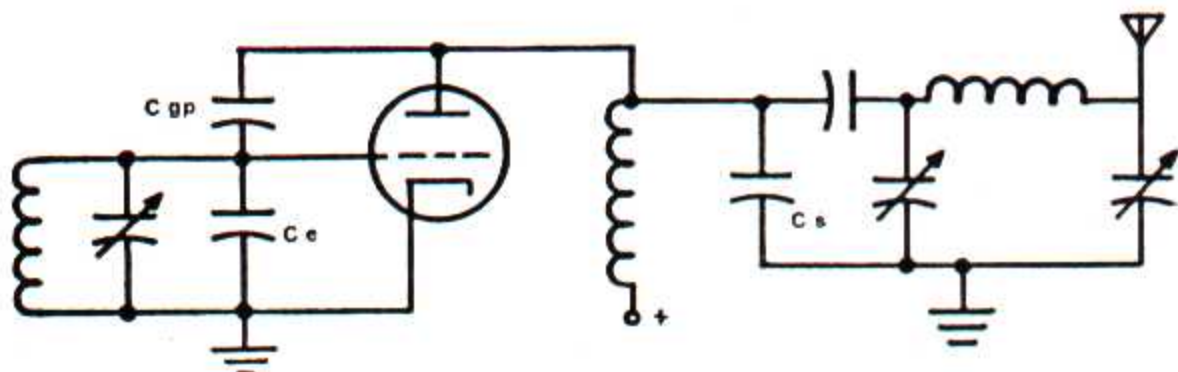
Resta, então, a capacitância C_{gp} , considerada especificamente como "parasita", pois causa o reacoplamento indesejável entre placa e grade, o qual leva o estágio à condição de auto-oscilação.

A grandeza ou valor absoluto dessa capacitância depende do tamanho físico da válvula, do tipo de conexões empregado para os eletrodos, das blindagens existentes entre eles, assim como da configuração do circuito empregado e da distribuição dos componentes.

Neste trabalho pretendemos defender a tese de uma configuração ideal de circuito, uma distribuição racional de componentes, e a aplicação de idéias práticas visando economia, simplicidade, segurança e eficiência. Para isso, faremos a análise e a crítica de cada ponto, partindo de um circuito clássico, como o da Fig. 4.

Na placa da válvula V1, excitadora, existe um reator de R.F. geralmente de 2,5 mH, que bloqueia o sinal, o qual segue através de C1 para o circuito sintonizado de grade e para o chassi, através de C3. O capacitor C3 torna-se necessário para

FIG. 3 — Circuito simplificado de um estágio de saída em π .



receber o sinal vindo da placa de V2, através de C.N., que é o capacitor de neutralização, completando o circuito em ponte mostrado na Fig. 5.

Na construção dessa ponte, são aproveitadas duas capacitâncias da válvula: Cgk e Cgp, juntamente com C3 e C.N.

Na ausência de neutralização, como na figura básica (Fig. 3), o sinal realimentado da placa, através de Cgp, aparece sobre a alta impedância do circuito sintonizado de grade com amplitude suficiente para manter as oscilações.

Se não existir o circuito sintonizado em grade, ou se ele não for "visto" pelo sinal realimentado, não haverá oscilações. Completando-se a ponte capacitiva, com o ramo formado por C.N. e C3, quando esta estiver em equilíbrio, os pontos A e B estarão ao mesmo potencial em relação ao sinal vindo da placa.

Se dois pontos distintos estão ao mesmo potencial em relação a um gerador, logicamente o potencial entre esses dois pontos é nulo. Como os extremos do circuito sintonizado de grade estão ligados aos pontos A e B, é evidente que esse circuito não "verá" o sinal realimentado e portanto não haverá possibilidade de oscilações.

Para o correto equilíbrio da ponte, torna-se necessário que a relação entre C.N. e C3, seja a mesma que entre Cgp e Cgk. Daí a necessidade de se fazer com que um dos capacitores seja ajustável e na prática isso tem sido feito com C.N.

Para isso, a indústria especializada tem construído pequenos capacitores com alguns picofarads, chamados especificamente "capacitores de neutralização", os quais são também vendidos por preços especificamente altos, que logo "neutralizam" o desejo de possuí-los.

Vejamos por meio de um exemplo prático, tomando por base uma válvula do tipo 6L6, qual seria o valor previsto para C.N.

As capacitâncias da válvula 6L6, são:

$$\begin{aligned} C_{gp} &= 0,4 \text{ pF} \\ C_{gk} &= 10 \text{ pF} \end{aligned}$$

Sem levar em conta as capacitâncias adicionais da montagem, e dando a C3 um valor prático de 250 pF, teremos para C.N.:

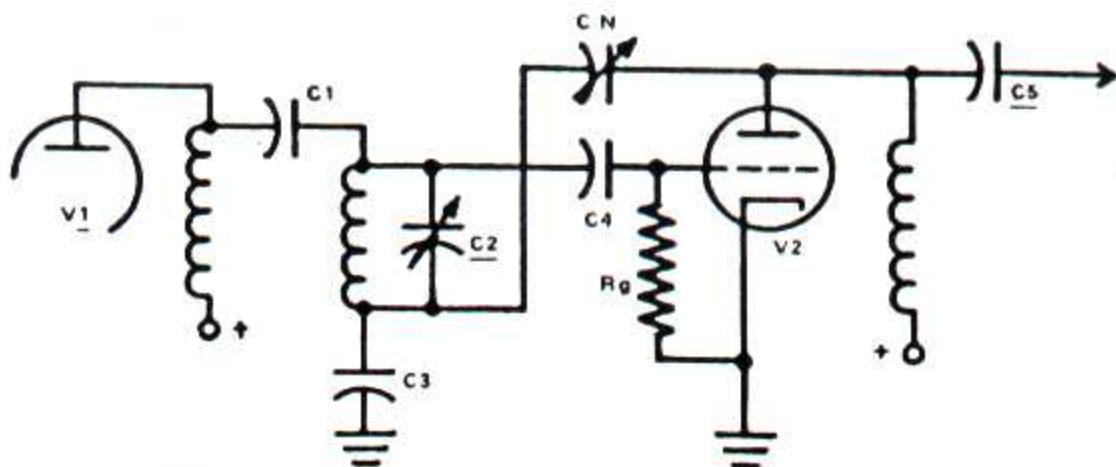


FIG. 4 — Sistema clássico de neutralização com um capacitor (C.N.) ligado da placa da válvula de saída ao capacitor de retorno à massa, C3.

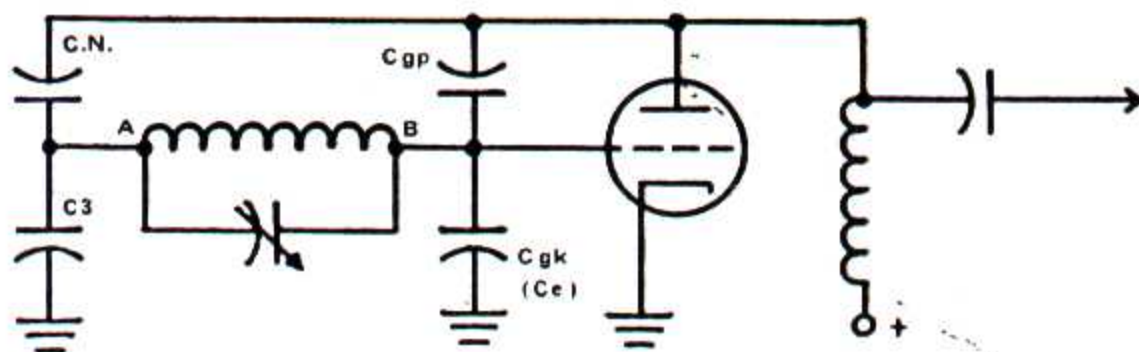


FIG. 5 — Circuito em ponte equivalente ao da Fig. 4.

$$\begin{aligned} C.N. &= C3 \times \frac{C_{gp}}{C_{gk}} = \\ 250 \times \frac{0,4}{10} &= 250 \times 0,04 = 10 \text{ pF} \end{aligned}$$

Usando-se em C3 um capacitor com a metade da capacitância, 125 pF, teremos para C.N. também a metade, ou seja 5 pF.

Ora, no exemplo acima, de valor puramente acadêmico, propusemos ignorar as capacitâncias adicionais, o que não ocorrerá na prática e, visto que muitas delas são imprevisíveis e de estimativa difícil, mais uma razão para que C.N. seja de valor maior do que o previsto, e ajustável.

Embora todas as capacitâncias sejam equilibradas com o ajuste de um só dos quatro elementos da ponte, é desejável manter Cgp e C.N. com os menores valores possíveis, a fim de não "pesarem" demasiado no circuito de placa de V2. É nesse ponto que começaremos a expor as nossas idéias, apresentando o estudo que fizemos para racionalizar a configuração do circuito e introduzir medidas práticas de segurança e economia.

Voltando à Fig. 4, vemos que existe um "conjunto de grade", formado por C4 e Rg, cujas respectivas funções são: C4, permitir a passagem de R.F. para a grade e impedir o escoamento

da polarização negativa resultante da própria excitação; Rg, ao contrário, fazer o fechamento de corrente contínua de grade e impedir a fuga da R.F. para o chassi.

Se analisarmos bem a Fig. 4, veremos que C4 é perfeitamente dispensável, pois a grade está interrompida sob o ponto de vista de corrente contínua, por C1, C3 e C.N., de tal forma que o fechamento para chassi só pode ocorrer através de Rg.

Se agora colocarmos Rg sobre os terminais de C3, obteremos inúmeras vantagens. Sob o ponto de vista de corrente contínua de grade, o "fechamento" continua se processando através de Rg, mas agora Rg não estará mais em paralelo com o circuito sintonizado, não "pesando" diretamente sobre o mesmo.

E mais: o capacitor C4 e o resistor Rg, quando montados no pino de grade do soquete (pino n.º 5 da 6L6), oferecerão uma grande superfície "territorial", que será "vista" pela placa (pino n.º 3 da 6L6), aumentando dessa forma a capacitância parasita Cgp.

Sendo colocados no lado "frio" do circuito sintonizado, levaremos à grade apenas um fio de ligação, cuja superfície é quase invisível para a placa.

Chegamos assim à Fig. 6 já com o diagrama proposto, onde economizamos C4 e obtivemos

um melhor desempenho do circuito.

Falemos agora de C.N. que, segundo temos observado, é um problema para os PY (os pobres, naturalmente). Nas versões modestas, com válvulas do tipo 6L6, é comum o uso de capacitores ajustáveis ("trimmers") de compressão, isolados com mica, do tipo chamado 3-30 pF. Esses capacitores não têm solidez nem estabilidade mecânica, e não estão aptos a suportar a diferença de potencial a que são submetidos.

Há quem os reforce com folhas adicionais de mica, o que aumenta seu isolamento, mas este não é o único problema; o ajuste tem que ser feito com ferramenta isolante, com o mínimo de metal, pois a retirada da ferramenta após o ajuste pode modificar o mesmo. Caso não se use ferramenta isolante haverá também o perigo de robustas "lambadas" de 400 ou mais volts.

Vamos fazer uma proposta que removerá todos os inconvenientes acima apontados. Visto que um dos capacitores tem que ser ajustável, não é obrigatório que seja C.N., que é o que traz maiores problemas.

Se, em C.N. usarmos um capacitor fixo de 5 ou 10 pF de

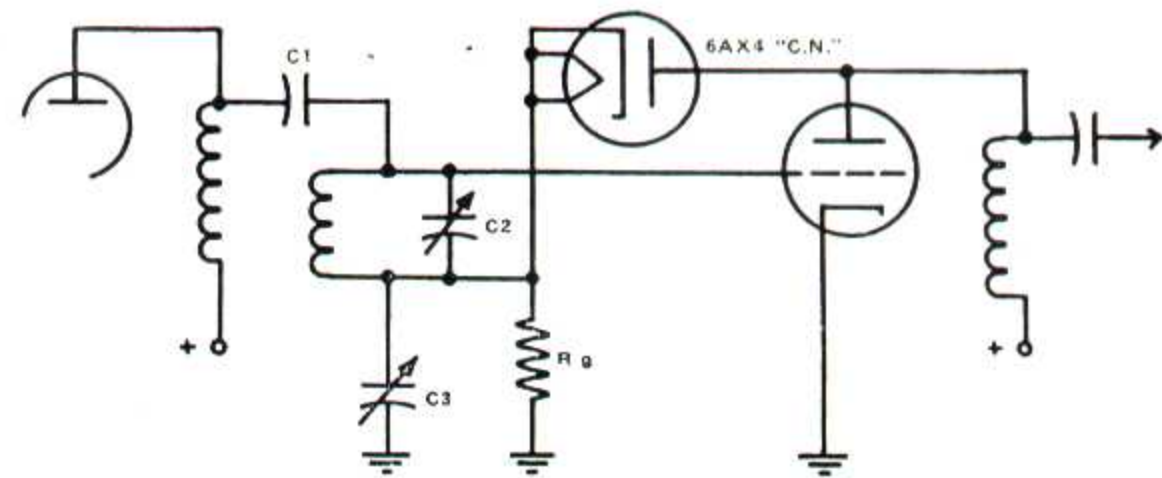


FIG. 8 — O capacitor C.N. é substituído, de forma original e econômica, por uma válvula tipo 6AX4, apagada.

bom isolamento, e em C3 um capacitor ajustável, gozaremos de inúmeras vantagens.

Utilizando um capacitor de rastreo ("padder") do tipo para ondas médias com 500 pF de capacitância máxima, teremos qualidade suficiente para qualquer transmissor, mesmo de 1 kW de entrada. A capacitância máxima necessária em cada caso pode ser alterada, retirando-se placas do capacitor de rastreo de modo a trabalhar bem apertado mecânicamente, a fim de ter estabilidade mecânica.

Vemos na Fig. 7 o digrama simbólico dessa configuração, com os valores teóricos para C.N. e C3 aplicados a uma válvula 6L6.

Para o caso teórico, com C.N. = 5 pF, C3 terá 125 pF.

Resta agora sugerir um tipo de capacitor adequado à operação na posição C.N.

Seu isolamento deve ser capaz de suportar a tensão contínua de placa, à qual se superpõe o valor de crista da tensão de R.F., desenvolvida na placa.

Podemos sugerir um tipo de capacitor que temos utilizado com sucesso, disponível em capacitâncias adequadas, e com isolamento para pelo menos 4.000 V, com dielétrico de vácuo, e possivelmente grátis!!!

Eureka!!! Trata-se de utilizar em C.N. uma válvula adequada, porém apagada! Para estágios com válvulas de ligação total na base como a 6L6, temos utilizado válvulas amortecedoras de televisão, como a 6AX4, cuja capacitância é de 5 pF com a placa ligada diretamente à placa de 6L6, e o catodo mais filamento ligados em C3.

Temos assim, na Fig. 8, a configuração do "nôvo" circuito de neutralização, do tipo "similia similibus curantur", que em língua de bugre quer dizer: veneno corta veneno.

No caso de estágio de saída com válvulas de placa no tópo, podem-se usar em C.N. diversos tipos de válvulas com conexão no tópo, tais como as amortecedoras da Philips, ou mesmo válvulas de saída horizontal como a PL81, 6BQ6, etc. Nesses casos, todos os pinos da base devem ser unidos entre si, a fim de definir as capacitâncias e não termos valores flutuantes.

O capacitor de rastreo, utilizado em C3, pode ser recortado para uma capacitância menor, reduzindo-se o número de placas, de forma a trabalhar com o parafuso mais apertado, asse-

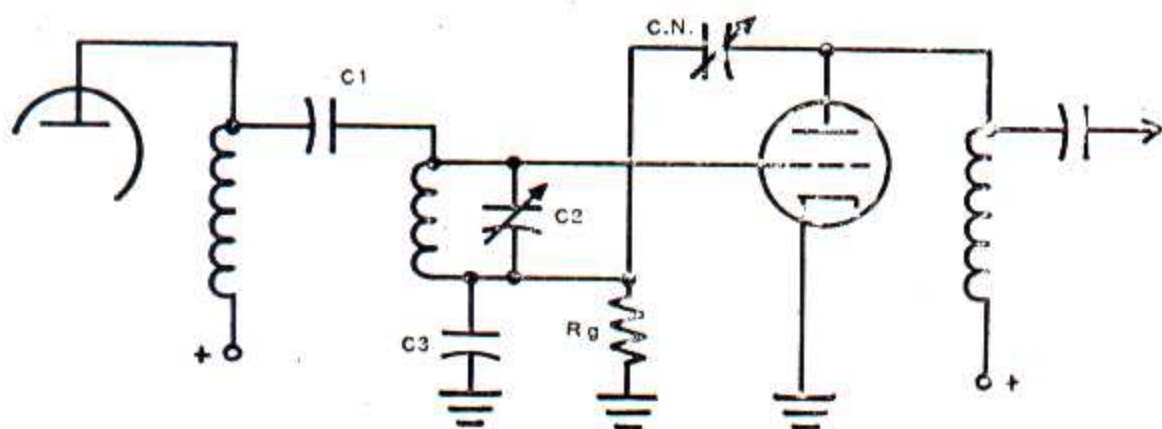


FIG. 6 — Modificação do circuito da Fig. 4, proposta pelo Autor. Note-se a eliminação do capacitor C4, que é feita com melhoria no desempenho do circuito, como se explica no texto.

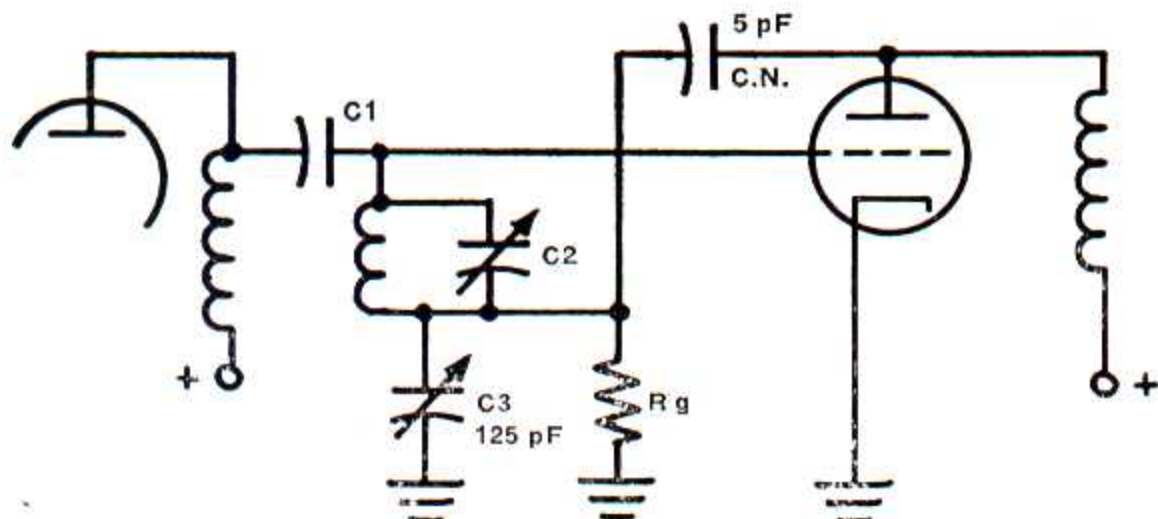


FIG. 7 — A neutralização com um capacitor (C.N.) fixo, combinada com um capacitor ajustável em C3, resolve vantajosamente o problema.

gurando assim a estabilidade do ajuste.

Com a adoção desse "bisú", desaparecem todos os inconvenientes e perigos no ajuste da neutralização, pois o elemento a ser ajustado tem o seu parafuso de comando ligado ao chassi, podendo ser acionado por qualquer chave de fenda.

Quanto ao capacitor C.N., é possível em muitos casos obtê-lo grátis, pelo menos onde houver televisores, pois servem válvulas cansadas, esgotadas e até mesmo com o calefator queimado.

Existe ainda mais um problema ligado a questões de segurança e custo, que envolve o acoplamento entre a válvula excitadora V1 e a saída V2. A transferência do sinal é feita como vimos, por acoplamento a reator e capacitor, o que acarreta inúmeros problemas.

Fazemos, então, uma proposta para contornar esse problema, de forma segura, prática, de fácil execução e virtualmente "grátis".

Trata-se do emprêgo de dispositivo cognominado "Bif. de Bozzanite".

Trata-se de um transformador bifilar (Bif.), enrolado em um tubo de polistireno aproveitado do desodorante 1010 da Bozzano. Esses tubos, de excelentes propriedades dielétricas, são de fácil obtenção, pois o uso do produto já está bastante disseminado em todo o país.

O fio utilizado nos enrolamentos do Bif. é o tipo perna dura n.º 20 ou 22, coberto com isolamento plástico de vinilite, constituindo, depois de pronto, um transformador bifilar de acoplamento unitário, com isolamento suficiente para alguns milhares de volts.

curtos, o que acarretaria a queima de alguma coisa, seguida da exalação de odores mal cheirosos.

Foi substituído por um componente altamente desodorífero que, pelo seu baixo custo, nos "cheira" muito bem.

2.º — O conjunto de grade, que estava no lado "quente", aumentando a capacitância parasita, passou para o lado "frio" onde não pesa, e foi economizado um capacitor (C4 da Fig. 4).

3.º — O ajuste da neutralização, que era feito em um ponto duplamente "quente", foi passado para o lado de massa do circuito de grade, oferecendo total segurança durante o ajuste.

4.º — O problema de obtenção de um bom capacitor para C.N. foi resolvido pela aplicação de um elemento seguro, de alto isolamento, de excelente qualidade, e possivelmente "grátis".

5.º — Melhor aparência de configuração do circuito, melhor desempenho, e finalmente maior elegância.

Feita esta análise comparativa e alinhadas as vantagens obtidas, temos certeza de que os nossos prezados leitores esperam de nós algumas explanações sobre o Bif., o que faremos a seguir.

O transformador bifilar é um dispositivo de acoplamento extremamente cerrado, unitário, cuja missão é isolar uma componente de corrente contínua, no caso a corrente de placa de V1, e transferir a componente alternada, no caso a radiofrequência. Tem sido largamente empregado no acoplamento entre estágios de F.I. de televisores.

Sob o ponto de vista de corrente contínua, são dois enrolamentos absolutamente isolados, mas sob o ponto de vista do sinal, é como se fôsse um só, e tudo o que acontece em um reflete-se totalmente no outro, e vice-versa.

As capacitâncias parasitas das duas válvulas, a de placa de V1 e a de grade de V2, estão em paralelo com o circuito sintonizado, como se fôsse um só enrolamento. As condições de carga oferecidas à válvula excitadora V1 são as mesmas do circuito da Fig. 8.

A fim de comprovar a viabilidade do Bif. em frequências de

(Continua à pág. 412)

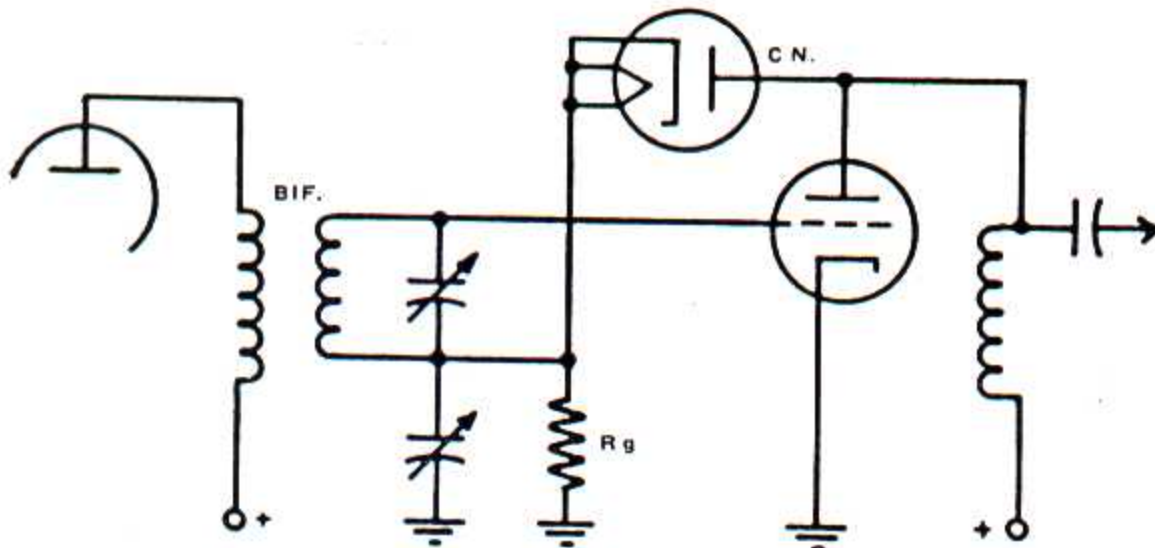


FIG. 9 — Aperfeiçoamento final no estágio de saída: o acoplamento a reator e capacitor é substituído por um acoplamento a transformador. O capacitor de acoplamento constituía um risco permanente para a válvula de saída.

Em primeiro lugar, o reator utilizado, normalmente os chamados de "2,5 mH", além de custar bons cruzeiros, rouba parte do sinal disponível, visto que a sua impedância é finita, e tem perdas próprias. Em segundo lugar, o capacitor C1 é de muita responsabilidade, devendo ser de alto isolamento, pois qualquer fuga ou ruptura levaria embora a válvula de saída, injetando alta tensão em sua grade. Dessa forma, para ser realmente um bom e seguro capacitor, deverá custar muitos "mangos".

Em terceiro lugar, tais componentes são difíceis de obter fora dos grandes centros, e mais difícil ainda tentar improvisá-los com meios caseiros.

Empregando-se dois fios de cores diferentes, o componente adquire um aspecto vistoso, podendo servir como código de identificação. Estes dois fios são enrolados juntos, como se fôsem um só, entrando e saindo pelos mesmos furos feitos na fôrma, e tendo ambos exatamente o mesmo número de espiras. O diagrama apresenta-se agora como o da Fig. 9, o qual nos causa uma sensação de alívio.

Se compararmos as diversas fases da metamorfose ocorrida entre a Fig. 4 e a Fig. 9, veremos o quanto evoluímos, e podemos analisar e alinhar as diversas vantagens obtidas.

1.º — O acoplamento inicial era a reator e capacitor, de custo relativamente elevado, sujeito a

NEUTRALIZAÇÃO...

(Continuação da pág. 353)

radioamadorismo, conduzimos nossas provas em 80 metros. Colocando um capacitor de 220 pF ora no primário, ora no secundário, comprovamos que a diferença de ressonância era ínfima, impossível de ler no gerador de que dispúnhamos.

Considerando ser esta a mais baixa frequência usual, na qual a construção do Bif. é compatível sob o ponto de vista prático, não encontramos nenhuma objeção ao seu uso.

A questão dimensional, isto é, o número de espiras, assim como o acabamento, ficam em aberto, pois cada caso é um caso, e cada um fará os seus próprios Bifs.

A fôrma de "Bozzanite", removendo-se a parte rosqueada, fica com um rebaixo que entra certinho em uma base de 5U4 das modernas, baixinhas, como a R.C.A. nacional, dando um excelente e bellissimo acabamento. As letras vermelhas impressas no tubo saem com água e sabão, após ficar de mólho algum tempo.

Outras variantes para êsse transformador bifilar, ou para qualquer tipo de bobina são as fôrmas de "Tigrite".

Muitos amadores queixam-se da falta de material na praça, mas isto não é verdade; o que falta é imaginação.

Nos "velhos tempos", quando as coisas eram realmente difíceis, a imaginação e o "ólho cli-