

Uso das curvas características das valvulas

— Por L. Chimot —
 Trad. de Lulz Bouchardet
 — P Y 4 A F —

POSSUIR uma collecção de catalogos e de curvas é uma cousa muito facil, porém, saber servir-se delles, é difficil e delicado.

Será abusar, com effeito, exigir do constructor a previsão de todos os casos particulares de utilização de tal ou qual valvula, e nos cabe, a nós, saber exactamente o que queremos e interpretar convenientemente as características e as curvas dos catalogos.

Aquí nos vimos obrigados a abrir um parenthesis e de chamar a attenção dos fabricantes de valvulas que ainda não comprehendem a necessidade de dar aos technicos, profissionaes e tambem aos amadores, outra cousa que a classica e a meúdo pouco util curva V_g/I_p .

Voltemos ás nossas valvulas e ás nossas difficuldades. Supponhamos que desejamos fazer o schema de um receptor e que, para fazel-o, buscamos em um catalogo as características das valvulas que temos escolhido.

Como por casualidade, nossa oscilladora não figura mais que como amplificadora b. f., nossa amplificadora de b. f. acoplada a resistencia só figura recommendada para acoplamento por transformador e, para cumulo, o pentodo de r. f. que desejamos utilizar com 250 volts parece estar previsto sómente para 135.

Perdidos no meo de cifras que nos são inúteis, de curvas que não nos dizem grande cousa, afundamos indubitavelmente em pouco, e logo arrancamos nossos cabellos ao effectuar a experiencia da obra mestra que resulta disto.

Quasi todas as valvulas podem desempenhar funcções muito differentes: oscil-

ladora, amplificadora em r. f. e b. f., moduladora, detectora. Cada uma dessas funcções se subdivide em um grande numero de casos particulares, segundo a tensão de alimentação adoptada, a carga no circuito anódico, a tensão de screen, a polarização, etc..

O constructor da valvula contenta-se correntemente com indicarmos um ou. (o que já é mais raro) varios desses casos particulares. Toca-nos ir até ao caso geral e logo descer ao caso particular que nos interessa. Este pequeno trabalho requer algumas explicações, que é o que vamos fazer.

TRIODO COMMUM

Tomemos o caso mais frequente, donde se nos dão as características de um triodo como a fórmula da figura 1. Trata-se, neste caso, de uma característica *tensão de grande-corrente anódica* (V_g/I_p) e de algumas indicações sobre o funcionamento nas condições definidas pela curva.

Em que caso esta curva nos póde servir? Unicamente no caso em que a valvula se empregue como pre-amplificadora de baixa com acoplamento por transformador, quer dizer, que a carga de seu circuito anódico está constituída pelo primario de um transformador de baixa frequencia.

Com effeito, se não se tem em conta qualquer outro phenomeno, a resistencia ohmica do primario é sempre relativamente pequena (da ordem de 2.000 ohms) e podemos admittir que a totalidade da alta tensão está applicada ao anodo.

Porém supponhamos, em troca, que queremos utilizar nosso triodo em um receptor em que a tensão anódica disponível seja da ordem dos 100 volts.

Tomemos de novo a curva V_g/I_p do triodo considerado (fig. 2) e pensemos um pouco sobre o coeficiente de ampli-

Praticamente, a passagem da curva para 250 volts à curva para 100 volts se faz traçando um certo numero de feixes pa allelos ao feixe V_g e tomando nelles segmentos taes que $a_1 b_2 = a_2 b_1 = 7,5$ (na escala de feixes V_g). Os

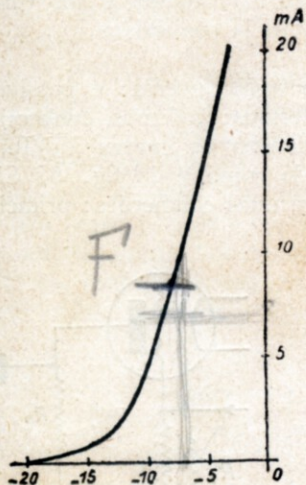


Fig. 1 — Vemos aqui como se apresentam mais frequentemente as características que nos são fornecidas.

- Tensão de filamento...6,3 v.
- Corrente de filamento...0,3 A.
- Tensão de placa.....250 v.
- Tensão de grade.....7 v.
- Corrente de placa.....7 mA.
- Coefficiente de amplif.20
- Inclinação.....2 mA/v.
- Resistencia interna10.000 ohms.

ficação deste, que é 20. Significa, em particular, que quando diminuimos a tensão de placa em 20 volts, devemos, se quizermos manter constante a intensidade da corrente anódica, diminuir a polarização em 1 volt.

Não é difficil tirar em conclusão de que para uma diminuição de tensão de 150 volts, a diminuição de polarização deverá ser de $150/20=7,5$ volts.

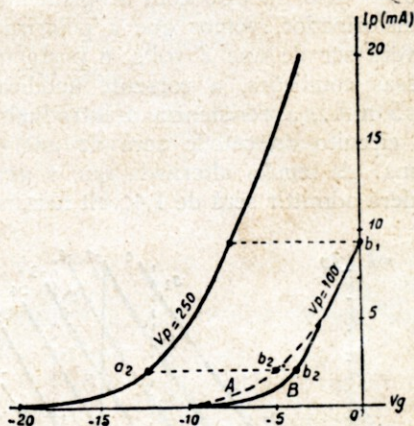


Fig. 2 — Conhecendo a curva V_g/I_p para 250 volts podendo traçar a mesma curva para 100 v.

• pontos b_1, b_2 , etc., assim obtidos, nos permitem trazer a curva para 100 volts. •

Notemos, sem embargo, que por este methodo obtemos a curva A (ponteadada) que se separa ligeiramente da curva real (B), na qual o ventre é mais pronunciado. Esta separação, que voluntariamente exaggeramos no desenho, póde ser depreciado na primeira aproximação e provém de que o coefficiente de amplificação diminue sempre um pouco para os valores baixos de corrente anódica, correspondentes ao feixe inferior.

Para fixar idéas, digamos que para a valvula que nos serve de exemplo (6C5), o coefficiente de amplificação é 20 para 7,5 mA., 19,5 para 5 mA., e 17 para 1 milliampère.

Exactamente da mesma maneira podemos determinar uma curva para uma ten-

são V_p qualquer. Assim, se quisermos a correspondente a $V_p = 120$ volts, teremos $a_1 b_2 = a_2 b_1 = 130/20 = 6,5$, tendo em conta sempre a correção que se deve fazer na parte verificada.

Que conclusões podemos extrair da curva obtida para $V_p = 100$ volts? Sempre no caso da 6C5 com acoplamento a transformador, vemos que a polarização deverá ser de uns 2 volts, e posto que, nessas condições, a corrente anódica é de 5 mA., a resistencia a introduzir-se no circuito do catodo será de uns 400 ohms. A tensão alternada que a grade poderá admitir será de 1,4 volt maximo

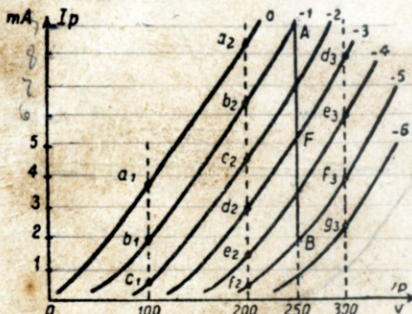


Fig. 3 — Forma geral da rede de curvas "tensão anódica — corrente anódica".

Quando se trata de amplificação de b. f. com acoplamento a resistencias-capacidade, os problemas que se apresentam exigem dados que as curvas V_g/I_p não nos podem dar. Seremos então obrigados a recorrer ás características V_p/I_p , ou, dito em outra forma, á rede de curvas *tensão de placa-corrente de placa*, para os diferentes valores de polarização.

A figura 3 nos dá o aspecto geral de uma rede para um triodo. Notemos que os constructores norte-americanos dão mais a meúdo, em seus catalogos, as características V_p/I_p , pois, quando se tem necessidade de uma curva V_g/I_p qualquer, é facil obtel-a a partir de curvas taes como a que nos mostra a figura 3. Basta com o dar ao feixe de

absissas de V_g/I_p uma divisão arbitrária em volts negativos, e determinar um certo numero de pontos correspondentes a uma tensão fixa. Por exemplo, se que remos traçar a curva V_g/I_p para a tensão anódica 200 volts (fig. 3), teremos os pontos $a_2, b_2, c_2, \dots, f_2$, correspondentes ás intensidades e aos valores de polarização já conhecidos.

A operação inversa: é possível? Em outros termos: podemos, conhecendo um certo numero de curvas V_g/I_p , traçar uma rede como a da fig. 3? Sim, porém com duas condições: primeiro, que

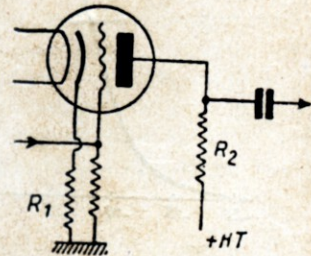


Fig. 4 — Schema de um amplificador de audio frequencia acoplado por resistencia.

disponhamos das curvas V_g/I_p para diversas tensões (por exemplo, de 100 a 300 volts, de 50 em 50 volts), e ademais, que estas curvas estejam traçadas muito cuidadosamente, se possível, sobre papel millimetrado.

Se estas duas condições se encontram satisfeitas, podemos, sem dificuldade, determinar pontos taes, como a_1, b_1, c_1 , etc., para as tensões de 100, 150, 200, 250 e 300 volts. Para as tensões inferiores a 100 volts será necessario proceder por approximação, tendo em conta o coeficiente de amplificação e sua diminuição para as intensidades obtidas.

Seria insensato pretender que as curvas obtidas nessas condições sejam rigosamente exactas, pois operamos um

tanto sobre algo vago, sobre tudo no concernente á curvatura inferior. Porém, para necessidades correntes do tecnico e do amator, são sufficiente.

Os problemas que as curvas V_p/I_p nos permitem resolver são multiplos e relacionam sobretudo com a amplificação de b. f. com acoplamento a resistencias-capacidade.

Neste typo de acoplamento, uma resistencia mais ou menos elevada se encontra intercalada no circuito anódico da valvula amplificadora (fig. 4). Supponhamos por um instante que essa resistencia seja nula ($R_2 = 0$), que a grade da valvula esteja polarizada com - 3 volts, por exemplo, e que uma tensão alternada de 2 volts seja applicada á grade.

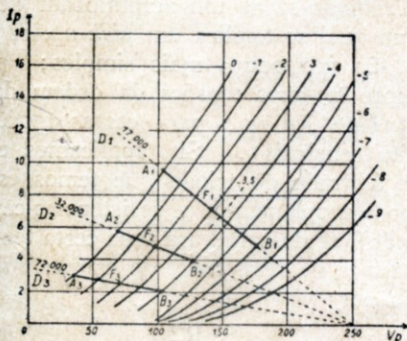


Fig. 5 — Rêde de curva V_p/I_p de um triodo 6C5 para diferentes valores de polarização de grade.

O ponto de funcionamento, que será o F em repouso (fig. 3), oscillará entre as duas posições extremas A e B, correspondentes ás amplitudes positiva e negativa da tensão applicada á grade. A intensidade no circuito anódico variará, porém a tensão applicada ao anodo ficará constante e igual a 250 volts, posto que não ha nenhuma baixa de tensão no circuito anodo exterior.

O ponto F se deslizará, então, sobre

a porção A B da vertical passando pelo ponto $V_p = 250$.

Tracemos agóra uma recta D1 (fig. 5) que passe tambem pelo ponto $V_p=250$, e que corte a curva correspondente na polarização -3 volts, no ponto F1. Este ultimo corresponde á posição em repouso do ponto de funcionamento, para um certo valor da resistencia R_2 que vamos determinar.

Si V_1 é a tensão e I_1 a intensidade correspondentes a F1, teremos:

$$\frac{250 - V_1}{I_1} = R_2$$

expressando-se I_1 naturalmente em amperes.

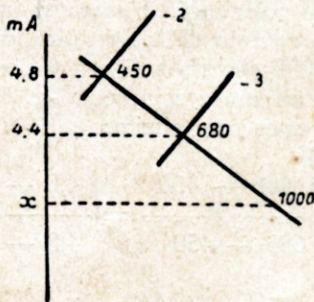


Fig. 6 — Calculo de uma polarização obtida com ajuda de uma resistencia conhecida.

Para o caso da figura 5 encontramos $R_2 = 17$ mil ohms approximadamente. Quando uma tensão alternada se applica á grade, o ponto de funcionamento se desliza sobre o segmento A1 B1 da recta D1.

Quaes são os limites deste deslizamento, ou, em outros termos, qual é a tensão alternada máxima admissivel na grade? E' mistér que feixe de curvas cortadas por A1 B1 possa ser assimilados á um conjuncto de rectas paralelas

e equidistantes. No concernente á recta D1, o segmento A1 B1 pôde estender-se até a curva —8 volts sem grande perigo de deformação. Desde que a polarização será de —4 volts e a tensão máxima admissivel não exceda de uns 2,5 volts.

Exactamente da mesma maneira que para a recta D1, podemos determinar outras rectas, taes como D2 D3, etc., correspondendo cada uma á um valor determinado da resistencia de carga.

Todavia ha um pequeno problema qua as curvas V_p/I_p nos permitirão resolver. Tomemos, por exemplo, o caso da recta de carga D2. Vemos que para a polarização —2 volts, a corrente anódica é 4,3 mA. A resistencia de polarização será, pois, de uns 450 ohms. De igual maneira determinamos a resistencia para a polarização —3 volts: 680 ohms.

Que polarização obteremos intercalando no circuito de catodo uma resistencia de 1.000 ohms? A figura 6 nos dá immediatamente a solução.

Teremos com effeito:

$$\frac{1.000 - 450}{680 - 450} = \frac{4,8 - x}{4,8 - 4,4}$$

$$\text{ou ainda } \frac{550}{230} = \frac{4,8 - x}{0,4} \text{ e, finalmente,}$$

$$22 = 110,4 - 23x \text{ donde } x = \frac{88,4}{23}$$

$$= 3,84 \text{ mA.}$$

Sendo a resistencia de 1.000 ohms, a polarização será de 3,84 volts.

Antes de terminar com os triodos ordinarios (dizemos "ordinarios" para differencial-os dos destinados a amplificadora final em b. f.) será necessario dizer algumas palavras sobre as possibilidades de amplificação de tal ou qual valvula. O que nos interessa, no caso das pre-amplificadoras de b. f., é saber

quantos volts applicarmos á grade da valvula seguinte, para uma tensão alterada x applicada á grade da primeira amplificadora baixa frequencia.

E' muito difficil determinar x quando se trata de um receptor: varia segundo a estação recebida e ademais, o corrente é que se tenha uma idéa muito vaga da amplificação em r. f. e f. i.. Evidentemente, um voltmetro a valvula nos poderia esclarecer isto, porém nem todos o possuem. Digamos em seguida que se encontrarão surpresas se jámais se tem tido a curiosidade de controlar esta tensão. Assim, para um receptor que conste de uma etapa de r. f., uma conversora de frequencia, uma etapa de f. i., e um diodo, se encontrarão tensões da ordem de *varios volts* com a recepção de estações pertas e bastante potentes.

Tratando-se de um amplificador de b. f. no qual se applica um *pick-up*, os casos são um pouco mais simples; pois sempre teremos tensões da ordem de 1 volt (até 1,8 volt para certos modelos muito sensiveis). Si applicamos este volt á grade do triodo que temos estudado (acoplamento a resistencias-capacidade), se descarregará uma certa tensão alternada na resistencia de carga; e será dada por:

$$V = \frac{K R_2}{R_i + R_2} \quad (1)$$

onde R_i é a resistencia interna, R_2 a resistencia de carga e K o coeficiente de amplificação.

Tomemos sempre o caso da 6C5, com uma resistencia de carga de 32.000 ohms.

R_i será, em nosso caso, da ordem de 12.000 ohms e o coeficiente de amplificação 20, logo:

$$V = \frac{20 \times 32.000}{32.000 + 12.000} = 14 \text{ aproximadamente.}$$

(Cont. á pagina 57)

C2 e C3 — .002 de mica para 600 volts.
 R1 — 50.000 ohms, 2 watts.
 mA. — Miliamperimetro no circuito de placa.
 X — Connexão do manipulador.

L1 — Póde empregar a bobina que possui.

Deixamos de falar do accoplamento de antenna, devido a desconhecermos o typo que vae usar.

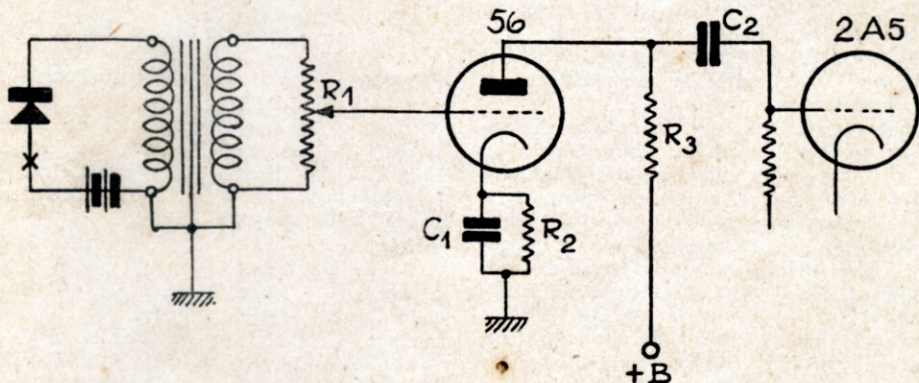
PY 1 FX — Rio:

Conforme sua consulta verbal na sede da LABRE, aconselhamos collocar uma valvula 56, entre o microphone e a 2A5 de modo a excitar convenientemente esta ultima.

Siga os dados seguintes:

Especificações:

R1 — 500.000 ohms (Potenciometro).
 R2 — 4.000 ohms — 1 watt.
 R3 — 50.000 ohms. 1 watt.
 C1 — 2 mfd.
 C2 — .1 papel, 400 v.



Uso das curvas características das valvulas

(Continuação da pagina 26)

Isto quer dizer que para 1 volt applicado á grade da 6C5 dispomos de uns 14 volts transmissíveis á etapa seguinte.

Toca-nos fazer funcionar esta etapa de maneiras que não haja sobrecarga. A formula (1) merece ser examinada mais detidamente. Vemos que a amplificação da etapa será tanto maior quanto maior seja o K (coeficiente de amplificação).

Entretanto, V será sempre menor que K, e o unico meio pelo qual poderemos approximar V a K é augmentar o valor

da resistencia de carga. Com effeito, quando R2 é muito grande com respeito

R2
 a Ri, o termo $\frac{R2}{Ri + R2}$ se aproxima de 1, e V tende para K.

Este é um meio pouco pratico, nos conduz a tensões de alimentação muito elevadas.