

Válvulas termiônicas : alguns fundamentos

Introdução |
Princípio básico |
Construção prática |
Simbologia |
Tensões típicas |
Triodo |
Algumas características do triodo |
Um triodo real |
Tetrodo |
Pentodo |
Exemplo de uma etapa amplificadora |

Introdução

Ultrapassadas, obsoletas, volumosas, consumidoras de energia. Tudo isso pode qualificar as válvulas termiônicas (também chamadas válvulas electrónicas), mas elas ainda resistem em aplicações específicas. No uso doméstico, estão presentes em fornos de microondas (magnetron) e em televisores e monitores de vídeo (tubo de imagem). Mas este último está sendo substituído pelas telas de cristal líquido e a velocidade desta troca é apenas uma questão de preços. Também são usadas em equipamentos industriais, radares, transmissores de potência.

Alguns entusiastas de áudio preferem amplificadores com válvulas, pois dizem que o som é mais puro. Pode ser. Mas isso deverá ser objecto de futuro tópico.

De qualquer forma, para quem só viveu a era dos semicondutores, pode ser interessante conhecer um pouco deste componente que foi a base para o desenvolvimento da tecnologia electrónica.

Princípio básico

O efeito termiônico (emissão de electrões por um metal aquecido) foi descoberto por Edison em 1883.

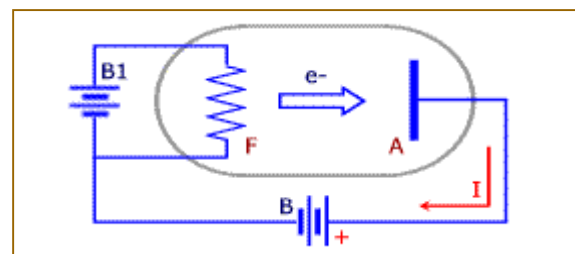


Fig 01

Na Figura 01 ao lado, um filamento metálico **F** e um ânodo também metálico **A** estão em uma ampola sob vácuo (a presença de ar impede a emissão de electrões).

A fonte de tensão **B1** aquece o filamento e a fonte **B** polariza o ânodo positivamente. Nesta condição, os electrões emitidos pelo filamento são atraídos pelo potencial positivo do ânodo, fazendo circular uma corrente **I** pelo circuito.

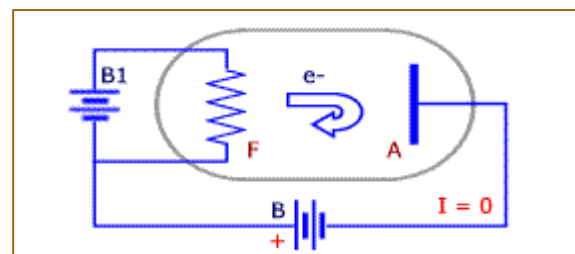


Fig 02

Se a polaridade da fonte **B** for invertida conforme Figura 02, o ânodo terá um potencial negativo, repelindo os electrões emitidos pelo filamento e não haverá corrente no circuito.

Este arranjo é na prática um **diodo rectificador**, isto é, um componente que só permite a passagem da corrente eléctrica em uma direcção.

O ânodo da válvula é usualmente chamado de **placa** e o filamento, **cátodo**. Assim, a tensão da fonte **B** que polariza a placa é dita **tensão de placa** e a corrente **I**, **corrente de placa**.

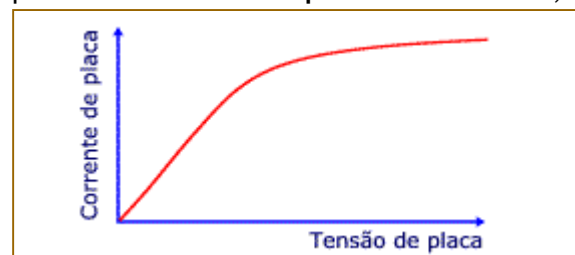


Fig 03

A variação da corrente de placa com a tensão se dá de forma parecida com o gráfico ao lado. Ela varia linearmente com a tensão até certo valor e depois a curva se achata com tendência a um limite, isto é, uma **tensão de saturação** (acima desta, não há aumento da corrente de placa).

A característica de linearidade das válvulas é superior à dos semicondutores.

Construção prática

O arranjo esquemático do tópico anterior não é usado na prática. Isto porque, para se obter correntes em níveis apreciáveis, a placa deve ter a maior área possível exposta ao filamento.

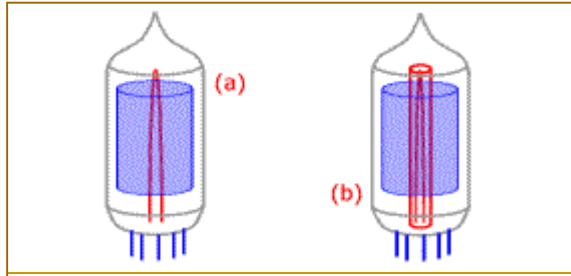


Fig 04

A Figura 04 (a) dá uma ideia da construção prática típica: a placa é um tubo cilíndrico vertical que envolve o filamento. O conjunto está no interior de um invólucro de vidro sob vácuo, com pinos de ligação na parte inferior para encaixe em soquete.

Conforme tópico anterior, o filamento é ao mesmo tempo um elemento de aquecimento e emissor de electrões (cátodo). Este tipo de construção é chamado **aquecimento directo**.

Muitas vezes é conveniente uma separação eléctrica entre os mesmos. Assim, o cátodo é um fino tubo que envolve o filamento conforme Figura 01 (b). Este tipo é dito **aquecimento indirecto**.

O aquecimento indirecto tem vantagens, pois separação eléctrica entre filamento e cátodo dá liberdade ao desenvolvimento dos circuitos. Além disso, em muitos casos pode-se alimentar o filamento com corrente alternada, evitando rectificação. A contrapartida é um maior consumo de energia, pois nunca há total transferência de calor do filamento para cátodo. Válvulas de alta potência, como os magnetrões dos fornos de microondas, usam em geral aquecimento directo.

Simbologia

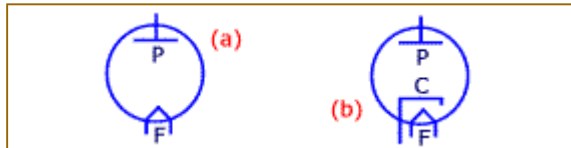


Fig 05

Na Figura 05 (a), o símbolo padrão para o diodo de aquecimento directo (placa e filamento, que é também o cátodo).

Na Figura 01 (b), o símbolo para o diodo de aquecimento indirecto (placa, cátodo e filamento).

Tensões típicas

Além do volume e do consumo de energia para aquecimento, uma outra desvantagem das válvulas em relação aos semicondutores são as tensões altas que precisam para operar. O filamento é aquecido com tensão baixa (5V, 12V), mas a placa requer valores bem maiores. Valores típicos para aparelhos comuns estão na faixa de 100 a 300 V. Válvulas de alta potência requerem em geral alguns milhares de volts.

Triodo

Válvulas diodos, conforme tópicos anteriores, têm função apenas rectificadora. Foram usadas em fontes de alimentação e circuitos detectores, elas não são mais usadas para esta função, nem nos equipamentos actuais que têm válvulas. Diodos semicondutores são mais vantajosos e podem ser construídos em forma de associações em série para rectificar altas tensões.

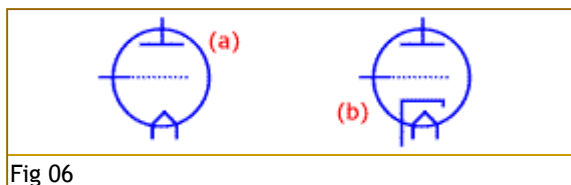


Fig 06

O grande passo na evolução das válvulas foi dado com a introdução de um elemento de controle ou **grelha de controle** entre o cátodo e a placa, conforme símbolo ao lado. E, por conter 3 electrodos, é denominada triodo. Nas Figuras 06 (a) e (b) os símbolos para aquecimento directo e indirecto respectivamente.

O termo grelha pode lembrar algo reticulado, mas na realidade é uma espiral de fio que envolve o cátodo e naturalmente sem contacto físico com o mesmo.

Um potencial negativo aplicado na grelha pode bloquear total ou parcialmente o fluxo de electrões entre cátodo e placa e, assim, controlar a corrente que circula pela placa. Isso dá ao triodo a capacidade de actuar como amplificador.

Algumas características do triodo

A Figura 07 deste tópico dá o esquema simples de polarização do triodo.

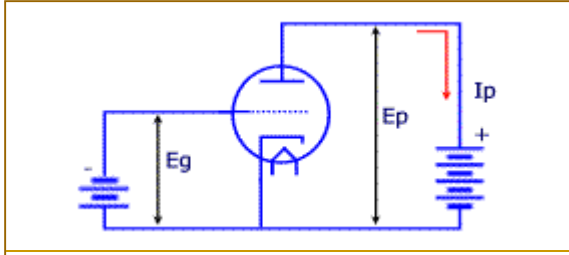


Fig 07

A grelha é polarizada com um potencial negativo E_g e a placa é alimentada com um potencial E_p e, nesta condição, corresponde a uma corrente de placa I_p .

Obs: os valores numéricos indicados a seguir são típicos de um triodo de baixa potência. Não valem para todos os tipos.

Se a fonte que alimenta a placa é de tensão constante, é possível a determinação de curvas características da variação da corrente de placa I_p em função da tensão de grelha E_g .

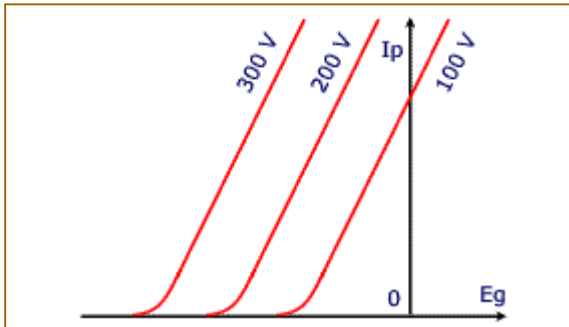


Fig 08

A Figura 08 dá exemplo para diversos valores da tensão de placa E_p (300, 200 e 100 V).

Se a polarização da grelha é mantida negativa, quase não há corrente circulando pela mesma. Isso faz da válvula um amplificador de altíssima impedância, ao contrário da maioria dos transistores. Em alguns casos isto é vantajoso mas em outros não, devido a maior sensibilidade a interferências.

Observar que, para uma mesma tensão de placa, existe um limite inferior para a polarização da grelha, onde a corrente de placa é nula. É chamada polarização de corte.

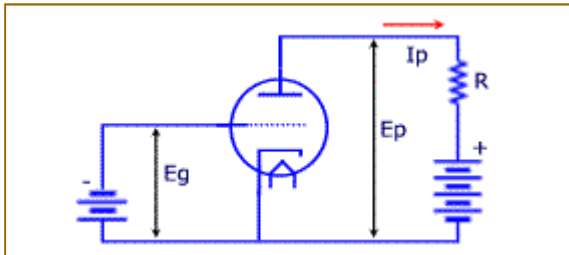


Fig 09

O circuito anterior (Figura 07) serve apenas para medição das curvas características.

Um amplificador real deve ter uma carga de onde possa ser retirado o sinal amplificado.

Na Figura 09 ao lado, a carga consiste na resistência R, em série com a placa (pode ser também o primário de um transformador).

Com a carga, mesmo considerando a tensão da fonte constante, a tensão e a corrente de placa irão variar com a variação da polarização de grelha, devido à queda de tensão na resistência.

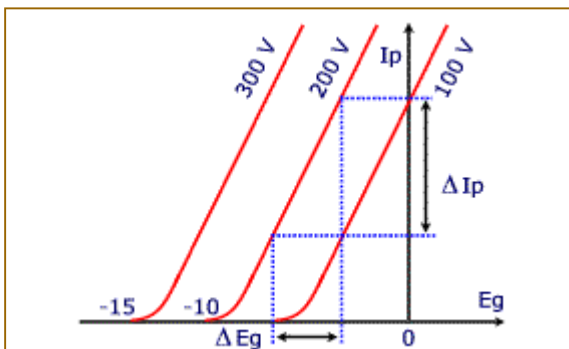


Fig 10

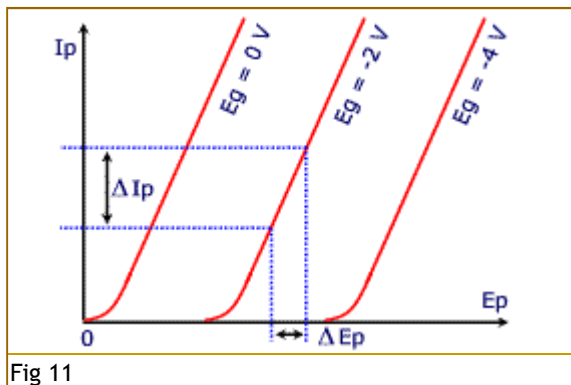
Na Figura 10 ao lado, uma variação ΔE_g produz uma variação da tensão de placa $\Delta E_p = 100$ V.

E o ganho (ou factor de amplificação) da válvula é dado por

$$\mu = \Delta E_p / \Delta E_g.$$

Valores típicos de μ para triodos estão na faixa de 4 a 100.

Um outro factor, chamado transcondutância, é dado pela relação $g = \Delta I_p / \Delta E_g$. Como é uma relação entre corrente e tensão, a unidade é o inverso do ohm (Ω^{-1}). Valor típico para um triodo é $0,0025 \Omega^{-1}$.



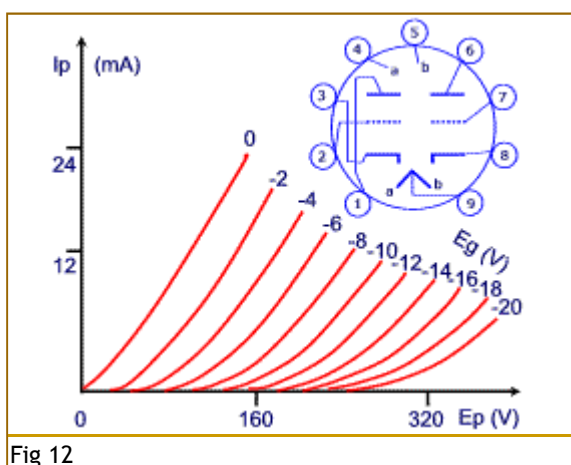
No gráfico da Figura 11, a tensão de grelha é mantida constante e as curvas indicam a corrente de placa em função da tensão aplicada, para diversos valores da tensão de grelha.

O coeficiente $r = \Delta E_p / \Delta I_p$ é uma relação entre tensão e corrente que circula pela placa, ou seja, é uma unidade de resistência (Ω). É chamada resistência de placa. Valor para um triodo típico cerca de 10 000 Ω .

Como estamos considerando apenas as regiões lineares das curvas, os factores dados se relacionam pela fórmula: $\mu = g r$.

Um triodo real

Aqui algumas especificações de um triodo 12AU7. É um triodo de baixa potência para uso geral e foi bastante empregado em etapas pré-amplificadoras de áudio.



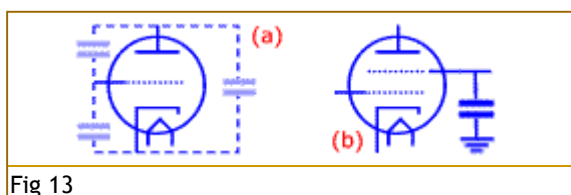
Notar que é na realidade um duplo triodo (solução para economizar espaço). O filamento tem derivação central, permitindo 2 tensões de alimentação.

Alguns valores típicos ou máximos:

Tensão de filamento: 6,3 - 12 V.
 Corrente de filamento: 300 - 150 mA.
 Tensão de placa max: 330 V.
 Corrente de placa max: 22 mA.
 Dissipação de placa max: 3 W.

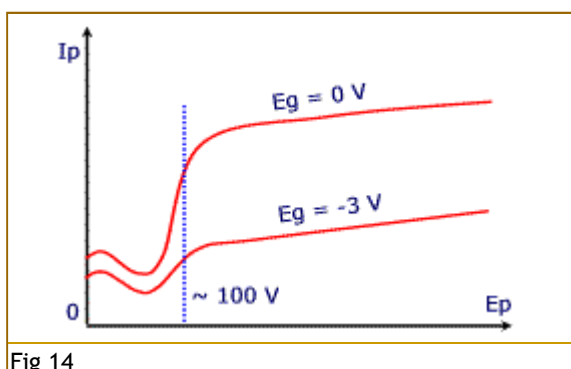
8-) Tetrodo

Em uma válvula ideal, ocorre somente o efeito termiônico. Em uma válvula real, entretanto, outros podem ocorrer, em geral indesejáveis para a aplicação. A capacidade é um fenómeno que está sempre presente entre dois condutores isolados entre si.



Um triodo apresenta capacidades parasitas entre os electrodos conforme Figura 13 (a). São normalmente desprezíveis em baixas frequências como as de áudio. Em frequências altas, a capacidade entre grelha e placa pode produzir realimentações, inviabilizando a operação do circuito.

Para contornar o problema, foi adicionada uma grelha entre a placa e a grelha de controle, chamada **grelha de blindagem**.



Ela é alimentada com um potencial positivo inferior ao da placa e um condensador ligado à massa e de baixa reactância na frequência de operação drena o sinal, actuando realmente como uma blindagem contra a realimentação.

Com o electrodo adicional, a válvula é denominada tetrodo, que está representado na Figura 13 (b).

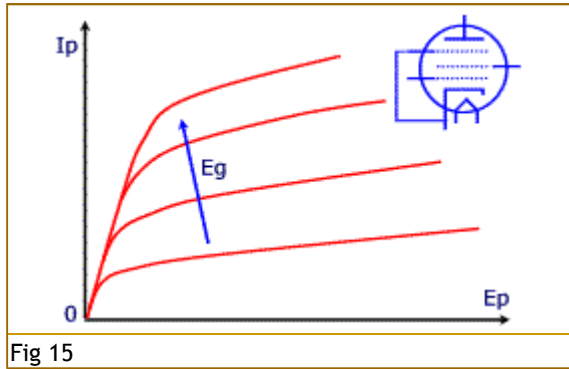
Na Figura 14, curvas características típicas de corrente versus tensão de placa.

Notar a não linearidade e regiões de resistência negativa com E_p baixo. Tais factos provocam distorções no sinal e o

projecto do circuito não deve permitir a operação nessa faixa.

Pentodo

No tetrodo ocorre um facto indesejável, responsável pela distorção do início da curva conforme tópico anterior: o potencial positivo da grelha de blindagem acelera os electrões, provocando emissão secundária de electrões na placa.



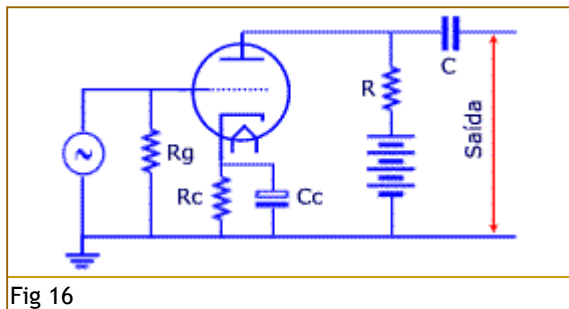
O pentodo é formado pela adição de uma **grelha supressora** entre a placa e a grelha de blindagem, conforme Figura 15. Ela é ligada ao cátodo (em geral, internamente).

O potencial negativo da grelha supressora diminui a velocidade dos electrões que foram acelerados pela grelha de blindagem.

Isso reduz a emissão secundária na placa e ao mesmo tempo impede a troca de electrões entre a grelha de blindagem e a placa. Assim a indesejável distorção é eliminada, conforme curvas da Figura 01.

Exemplo de uma etapa amplificadora

Na Figura 16 deste tópico, exemplo comum do uso de um triodo em uma etapa amplificadora de acoplamento RC.



Notar que não há uma segunda fonte para polarizar a grelha. Isto é dado de forma prática pela resistência R_c , de baixo valor (em geral $< 1\text{ K}$), em série com o cátodo.

Nesta situação, o cátodo fica mais positivo que a massa, ou seja, a massa fica mais negativa que o cátodo, com um valor dependente da corrente de placa e de R_c .

Uma vez que não circula corrente pela grelha, basta ligá-la à massa através da resistência R_g , de alto valor (em geral, $\geq 1\text{ M}\Omega$) para não drenar o sinal de entrada.

O condensador em paralelo C_c , electrolítico de alto valor, é necessário para evitar que a polarização da grelha flutue com a variação do sinal amplificado.

Válvulas termiônicas : tópicos diversos

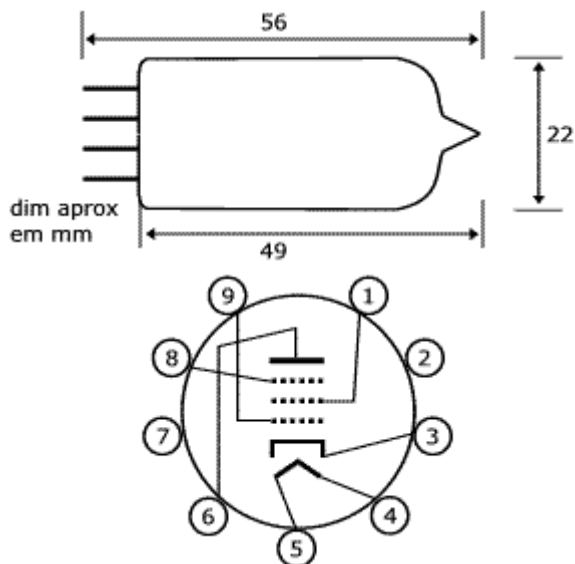
Principais características de alguns tipos comuns na "era da válvula". Provavelmente ainda são usadas em casos especiais e pelos entusiastas.

Para estes últimos, há também o circuito de um receptor regenerativo simples.

6267 (EF86) |
6AU6 / 12AU6 |
6U8-A | 6V6 |
12AT7 | 12AU7 | 12AX7 |
12AY7 |
Amplificador de áudio simples |
Fonte simples para válvulas |
Receptor regenerativo de uma válvula |

6267 (EF86)

Pentodo desenvolvido especialmente para uso como amplificador de áudio.

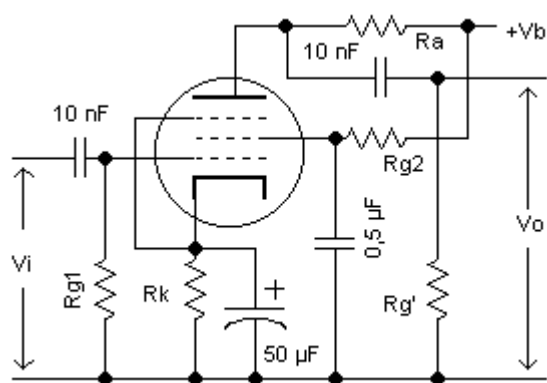


Aquecimento indirecto, AC ou DC. Filamento 6,3 V 200 mA.

Valores máximos dados na tabela abaixo.

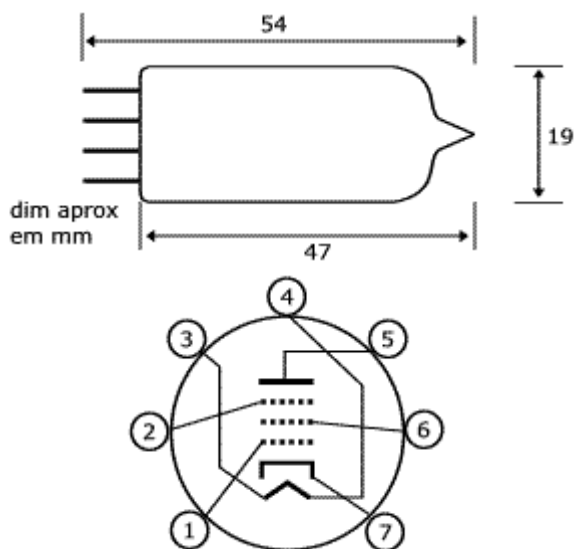
Simb	Parâmetro	Un	
Va	Tensão de anodo	V	300
Vg1	Tensão de grelha 1	V	-
Vg2	Tensão de grelha 2	V	200
Pa	Dissipação do anodo	W	1,0
Pg2	Dissipação da grelha 2	W	0,2
Ik	Corrente de catodo	mA	6
Vkf	Tensão catodo-filamento (catodo positivo)	V	100

A tabela abaixo dá alguns valores usuais para uma etapa amplificadora típica.



Simb	Parâmetro	Un				
Vb	Tensão de alimentação	V	300	300	150	150
Ra	Resistência do anodo	kΩ	100	220	100	220
Rg'	Resistência grelha estágio seguinte	kΩ	330	680	330	680
Rg1	Resistência grelha 1	kΩ	-	-	-	-
Rg2	Resistência grelha 2	kΩ	390	1000	390	1000
Rk	Resistência do catodo	kΩ	1	2,2	1	2,2
Ia	Corrente do anodo	mA	-	-	-	-
Ik	Corrente de catodo	mA	2,4	1,1	1,05	0,5
Vo/Vi	Ganho de tensão	-	129	194	110	147
Vo	Tensão de saída	Vrms	62	53	27	22
Dtot	Distorção total	%	5	5	5	5

6AU6 / 12AU6



Pentodo de alto ganho, especial para amplificadores de radiofrequência ou de frequência intermédia.

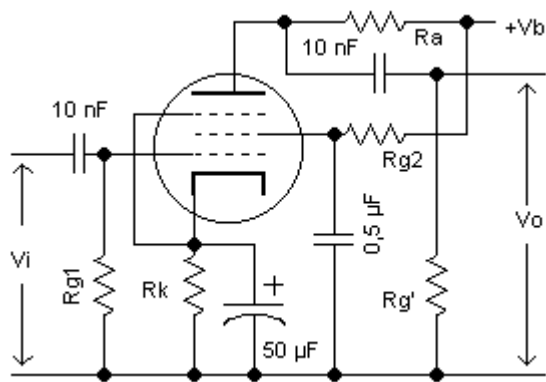
Aquecimento indirecto, AC ou DC, 6,3 V $\pm 10\%$ 300 mA (6AU6) ou 12,6 V $\pm 10\%$ 150 mA (12AU6).

Valores máximos conforme tabela abaixo.

Simb	Parâmetro	Un	
Va	Tensão de anodo	V	330
Vg1	Tensão de grelha 1	V	0
Vg2	Tensão de grelha 2	V	330
Pa	Dissipação do anodo	W	3,5
Pg2	Dissipação da grelha 2	W	0,75
Vkf	Tensão cátodo-filamento (pico)	V	200

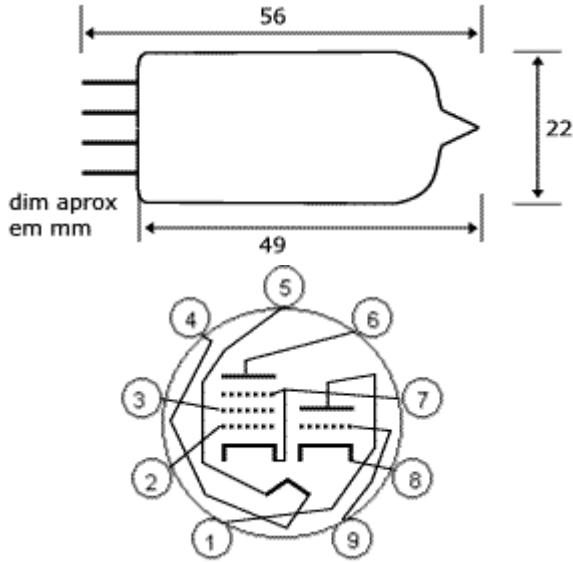
A tabela abaixo dá valores usuais para uma etapa amplificadora típica (acoplamento com resistência e classe A de operação). Os valores de capacidade são apenas exemplos (devem ser ajustados de acordo com a frequência de operação).

Simb	Parâmetro	Un		
Vb	Tensão de alimentação	V	90	180
Ra	Resistência do anodo	kΩ	100	100
Rg'	Resistência grelha estágio seguinte	kΩ	100	100
Rg1	Resistência grelha 1	kΩ	100	100
Rg2	Resistência grelha 2	kΩ	100	200



Rk	Resistência do cátodo	kΩ	0,96	0,61
Ia	Corrente do anodo	mA	-	-
Vo/Vi	Ganho de tensão	-	68	96
Vo	Tensão de saída (max. para distorção 5%)	Vrms	13	27
Dtot	Distorção total	%	-	-

6U8-A



Triodo de médio ganho e pentodo.

Aquecimento indirecto, AC ou DC. Filamento 6,3 V ±20%, 450 mA.

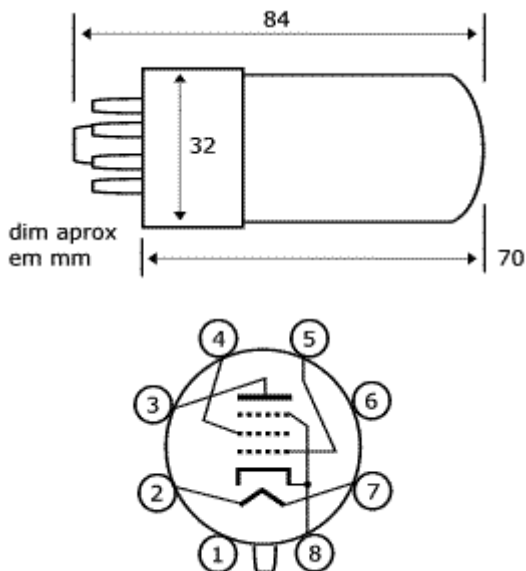
Parâmetros típicos conforme tabela abaixo

Simb	Parâmetro	Un	Triodo	Pentodo
Va	Tensão de anodo	V	150	250
Vg1	Tensão de grelha 1	V	-12	-10
Vg2	Tensão de grelha 2	V	-	110
Ia	Corrente do anodo	mA	18	10
S	Transcondutância	mA/V	8,5	5,2
μ	Factor de amplificação	-	40	-
Ri	Resistência interna	kΩ	5	400
Rk	Resistência de cátodo	Ω	56	68

Valores máximos conforme tabela ao lado

Simb	Parâmetro	Un	Triodo oscilador	Pent misturador
Va	Tensão de anodo	V	330	330
Vg1	Tensão de grelha 1	V	0	0
Vg2	Tensão de grelha 2	V	-	330
Wa	Dissipação do anodo	W	3	3
Vkf	Tensão cátodo-filamento	V	200 (pico)	200 (pico)

6V6



Pentodo de potência para uso em estágios de saída de áudio.

Aquecimento indirecto, AC ou DC. Filamento 6,3 V, 450 mA.

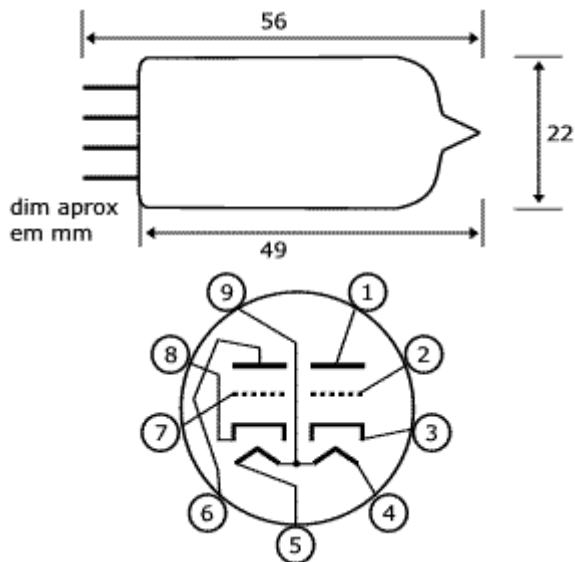
Parâmetros típicos conforme tabela abaixo (como amplificador classe A1).

Simb	Parâmetro	Un		
Va	Tensão de anodo	V	180	250
Vg1	Tensão de grelha 1	V	-8,5	-12,5
Vg2	Tensão de grelha 2	V	180	250
Ia	Corrente do anodo (max.)	mA	30	47
S	Transcondutância	mA/V	3,7	4,1
μ	Factor de amplificação	-	-	-
Ri	Resistência interna	kΩ	-	-
Rk	Resistência de cátodo	Ω	-	-
P	Potência de saída	W	2,0	4,5

Valores máximos conforme tabela ao lado.

Simb	Parâmetro	Un	
Va	Tensão de anodo	V	350
Vg1	Tensão de grelha 1	V	0
Vg2	Tensão de grelha 2	V	315
Wa	Dissipação do anodo	W	14
Wg2	Dissipação da grelha 2	W	2,2
Vkf	Tensão cátodo-filamento	V	200

12AT7



Duplo triodo desenvolvido para aplicações de rádio frequência (osciladores, amplificadores, misturadores).

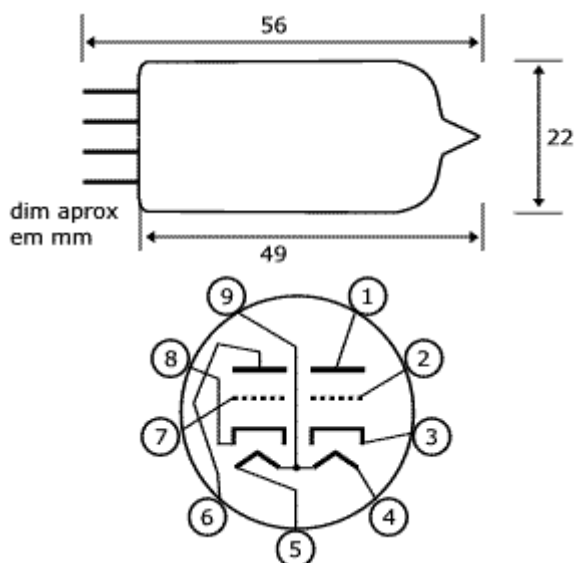
Aquecimento indirecto, AC ou DC. Filamento 6,3 V 300 mA (paralelo) ou 12,6 V 150 mA (série).

Simb	Parâmetro	Un		
Va	Tensão de anodo	V	100	250
Vg	Tensão de grelha	V	-1	-2
Ia	Corrente do anodo	mA	3	10
S	Transcondutância	mA/V	3,75	5,5
μ	Factor de amplificação	-	62	60
Ri	Resistência interna	k Ω	16,5	11

Valores máximos conforme tabela ao lado

Simb	Parâmetro	Un	
Va	Tensão de anodo	V	550
Wa	Dissipação do anodo	W	2,5
Ik	Corrente do cátodo	mA	15
Vg	Tensão de grelha	V	-50
Rg	Resistência de grelha	M Ω	1
Vkf	Tensão cátodo-filamento	V	90

12AU7



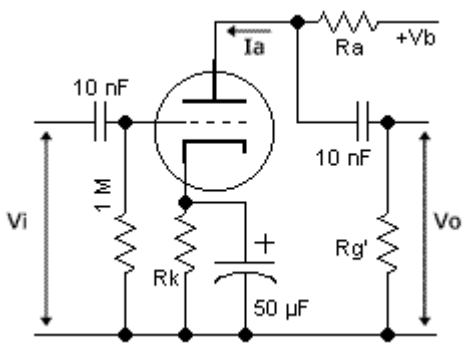
Duplo triodo desenvolvido em princípio para amplificador de áudio.

Aquecimento indirecto, AC ou DC. Filamento 6,3 V 300 mA (paralelo) ou 12,6 V 150 mA (série).

Simb	Parâmetro	Un		
Va	Tensão de anodo	V	100	250
Vg	Tensão de grelha	V	0	-8,5
Ia	Corrente do anodo	mA	11,8	10,5
S	Transcondutância	mA/V	3,1	2,2
μ	Factor de amplificação	-	19,5	17
Ri	Resistência interna	k Ω	6,25	7,7

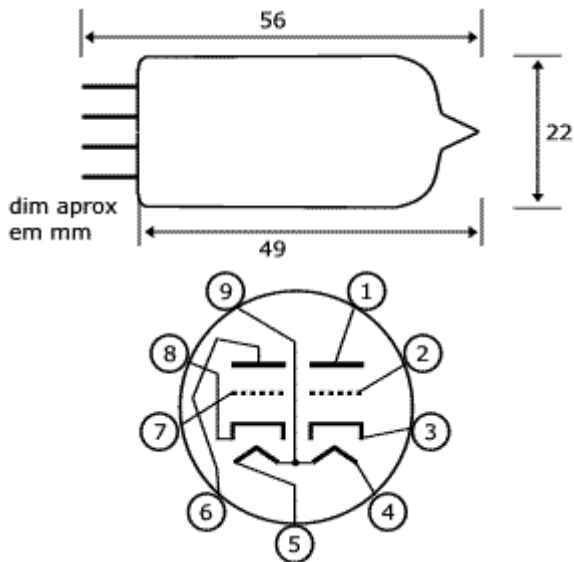
A tabela abaixo dá valores usuais para uma etapa amplificadora típica.

Simb	Parâmetro	Un				
Vb	Tensão de alimentação	V	150	150	250	250
Ra	Resistência do anodo	k Ω	47	100	47	100
Rg'	Resistência grelha estágio seguinte	k Ω	150	330	150	330
Rk	Resistência do cátodo	k Ω	1,2	2,2	1,2	2,2



Ia	Corrente do anodo	mA	1,82	0,98	3,02	1,63
Vo/Vi	Ganho de tensão	-	13,5	14	13,5	14
Vo	Tensão de saída (I _g = 0,3 μA)	V _{rms}	18	17	34	32
D _{tot}	Distorção total	%	6,1	5,6	6,4	5,9

12AX7

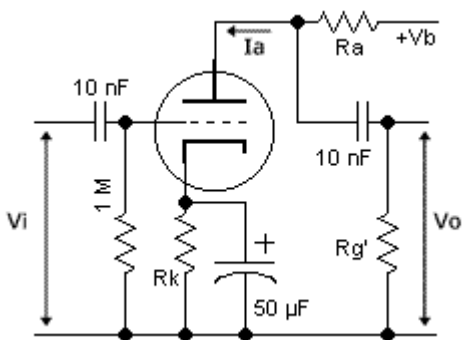


Duplo triodo desenvolvido em princípio para amplificador de áudio.

Aquecimento indirecto, AC ou DC. Filamento 6,3 V 300 mA (paralelo) ou 12,6 V 150 mA (série).

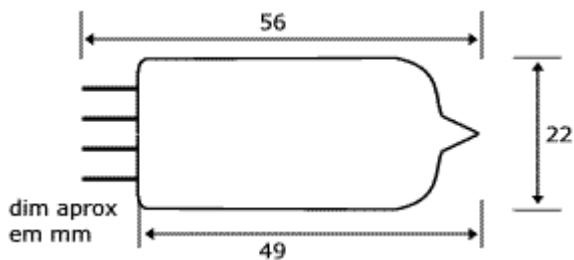
Simb	Parâmetro	Un		
Va	Tensão de anodo	V	100	250
Vg	Tensão de grelha	V	-1	-2
Ia	Corrente do anodo	mA	0,5	1,2
S	Transcondutância	mA/V	1,25	1,6
μ	Factor de amplificação	-	100	100
Ri	Resistência interna	kΩ	80	62,5

A tabela abaixo dá valores usuais para uma etapa amplificadora típica.



Simb	Parâmetro	Un				
Vb	Tensão de alimentação	V	200	200	350	350
Ra	Resistência do anodo	kΩ	47	100	47	100
Rg'	Resistência grelha estágio seguinte	kΩ	150	330	150	330
Rk	Resistência do cátodo	kΩ	1,5	1,8	0,82	1
Ia	Corrente do anodo	mA	0,86	0,65	1,98	1,4
Vo/Vi	Ganho de tensão	-	34	50	42,5	61
Vo	Tensão de saída (I _g = 0,3 μA)	V _{rms}	18	20	33	36
D _{tot}	Distorção total	%	8,5	4,8	4,4	2,2

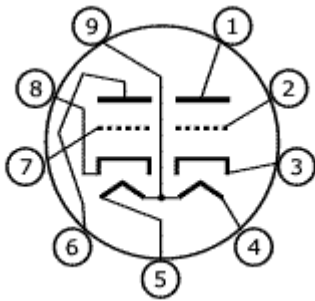
12AY7



Duplo triodo de médio ganho para uso genérico.

Aquecimento indirecto, AC ou DC. Filamento 6,3 V 300 mA (paralelo) ou 12,6 V 150 mA (série).

Simb	Parâmetro	Un	
Va	Tensão de anodo	V	250
Vg	Tensão de grelha	V	-4
Ia	Corrente do anodo	mA	3
S	Transcondutância	mA/V	1,75
μ	Factor de amplificação	-	40
Ri	Resistência interna	kΩ	22,8



Valores máximos conforme tabela ao lado

Simb	Parâmetro	Un	
Va	Tensão de anodo	V	300
Wa	Dissipação do anodo	W	1,5
Ik	Corrente do cátodo	mA	10
Vg	Tensão de grade	V	-50
Rg	Resistência de grelha	MΩ	-
Vkf	Tensão cátodo-filamento	V	90

Amplificador de áudio simples

O circuito abaixo é exemplo de um amplificador experimental simples de áudio, que usa um duplo triodo 12AX7 na função de pré-amplificador e um pentodo 6V6 como amplificador de potência.

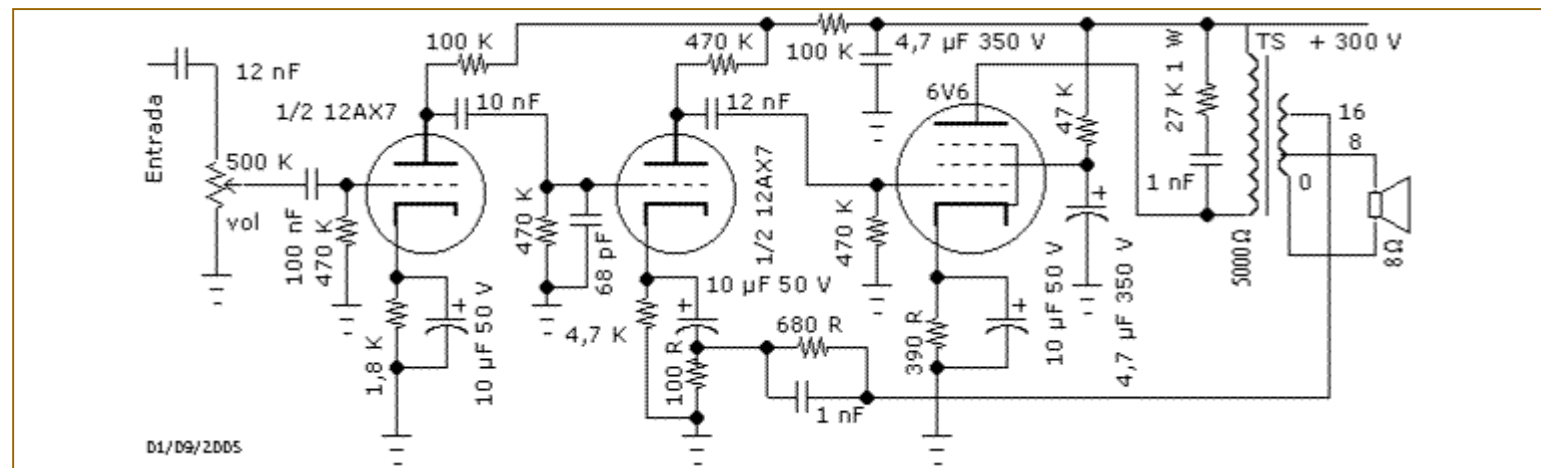


Fig 17

Notar a presença do transformador de saída TS entre o alto-falante e o circuito. Ele é necessário para o acoplamento de impedâncias. Uma derivação no seu secundário é usada para realimentação negativa (recurso para reduzir distorção e ruído).

Onde não indicado, resistências de 1/2 W e condensadores de 400 V ou superior.

Fonte simples para válvulas

A maioria dos circuitos com válvulas exige no mínimo duas tensões de fonte: uma tensão baixa, que em geral não precisa ser rectificadora, para os filamentos e uma tensão contínua alta (120 V ou mais) para a operação do circuito. Na época do domínio das válvulas não era problema encontrar transformadores apropriados, de dois secundários, de diversas tensões e capacidades. Nos tempos actuais, isso pode ser difícil.

O circuito da Figura 18 é uma improvisação que usa dois transformadores simples.

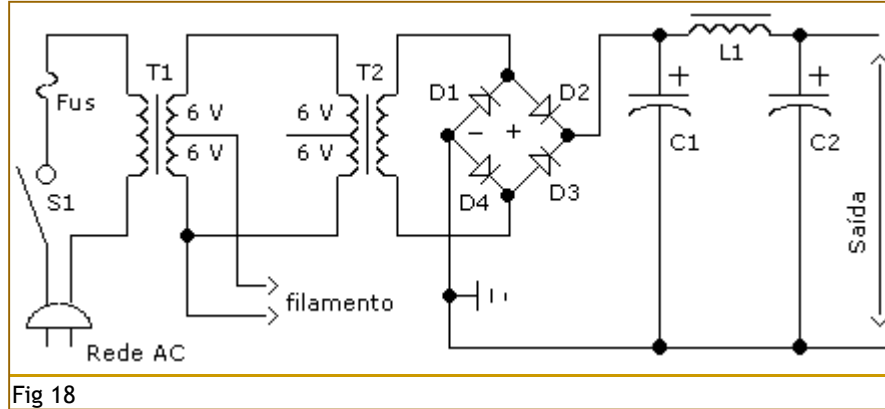


Fig 18

Se, por exemplo, a tensão de rede é 110 volts, T1 e T2 podem ser transformadores 110 V / 6 V + 6 V.

Desejando dobrar a tensão de saída, T2 deve ser 220 V / 6 V + 6 V.

Naturalmente, as potências dos transformadores devem ser dimensionadas de acordo com o circuito a alimentar.

Os diodos D1 a D4 dependem também dos parâmetros do circuito. Para correntes menores que 1 A, podem ser usados diodos da série 1N4... (1N4004 se T2 for 110 V e 1N4007 se for 220 V) ou similares.

Pode ser também difícil achar o indutor de filtro ("choke") L1. Se não há muita exigência de filtragem, pode ser substituído por uma resistência. Na maioria dos casos, para circuitos pequenos, um valor de indutância de 5 H é suficiente (pode-se tentar usar o primário de um pequeno transformador de 110 V. A resistência ohmica deve estar na faixa 80 a 150).

Os condensadores C1 e C2 podem ser, por exemplo, 47 e 100 μ F, 250 ou 350 V, dependendo da tensão de T2.

Receptor regenerativo de uma válvula

O circuito abaixo é um receptor regenerativo entre os muitos publicados nos tempos em que as válvulas dominavam a tecnologia electrónica. Alguns aficionados das válvulas dizem que é mais sensível e mais fácil de sintonizar do que os equivalentes transistorizados. Ou dizem que há um "toque de classe" que só as válvulas podem proporcionar.

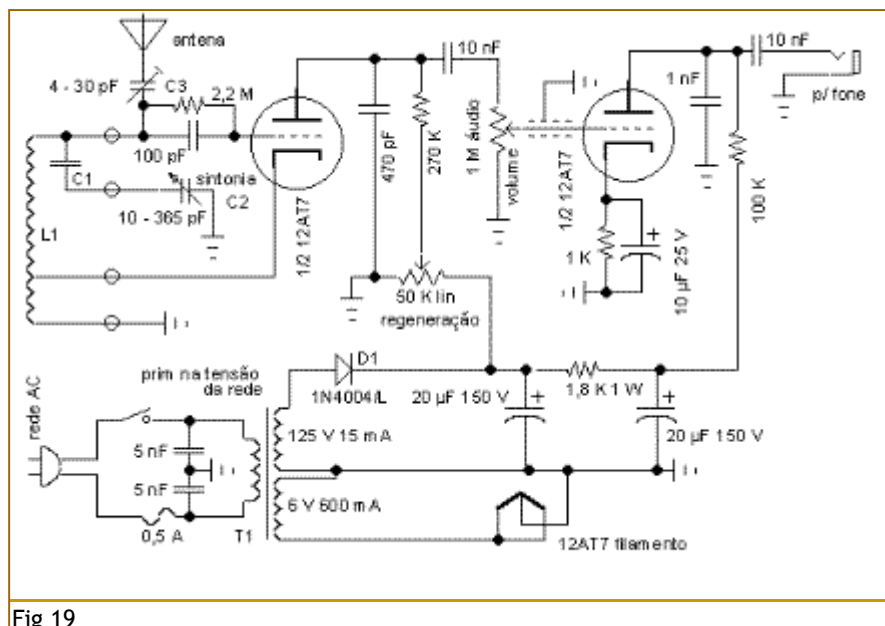


Fig 19

O nome "uma válvula" é um tanto relativo. Na realidade, usa um triodo duplo 12AT7, do qual uma unidade faz a função de detecção e a outra (à direita no diagrama) é amplificadora do sinal de áudio.

Se você pretender montar, provavelmente terá alguma dificuldade de encontrar a própria válvula (e soquete) e componentes como o condensador variável de sintonia C2. Mas ainda deve haver algumas (poucas) lojas que vendem tais componentes. Ou podem ser procurados em sites de leilões.

A bobina L1 deve ser construída com fio esmaltado 28 AWG enrolado, sem espaços entre espiras, em tubo de material isolante de diâmetro 38 mm.

O condensador C1 deve ser ligado próximo, formando um conjunto que, se desejado, pode ser montado num soquete. Assim, podem ser construídas várias bobinas para sintonizar diferentes faixas.

MHz	Espiras	Derivação	C1 pF
5,5 - 1,5	80	20	directo
1,65 - 2	75	20	47
3,5 - 4,2	29	8	47
6,5 - 8,5	13	3	47
9,5 - 9,7	12	3	27
14 - 14,5	8	4	10
21 - 22	5	2	20

Fig 20

A tabela ao lado dá o total de espiras e as espiras para derivação da ligação ao cátodo.

Obs sobre o esquema:

- resistências de 1/2 W 10% se não indicado.

- condensadores de 1000 V se não indicado.

O potenciômetro de 50 K do ajuste de regeneração deve ser do tipo linear. Um tipo não linear usado em áudio pode tornar difícil o ajuste, que em geral é bastante crítico. Outras alternativas pode ser adoptadas, como outro potenciômetro de menor valor em série para um ajuste fino.

Notar a indicação de cabo blindado entre o potenciômetro de volume (1 M) e a grelha da válvula. Isso serve para evitar interferências devido à alta impedância de entrada das válvulas.

O diodo da fonte está especificado, mas pode ser em princípio qualquer diodo rectificador comum de 1 A e tensão inversa cerca de 300 V.

O transformador da fonte T1 pode ter também alternativas, como o uso de dois se não for possível encontrar um com dois secundários.

Outra dificuldade pode ser a falta de caixa e chassis com furo para o soquete da válvula. Mas não é difícil improvisar com alguns materiais e ferramentas manuais.