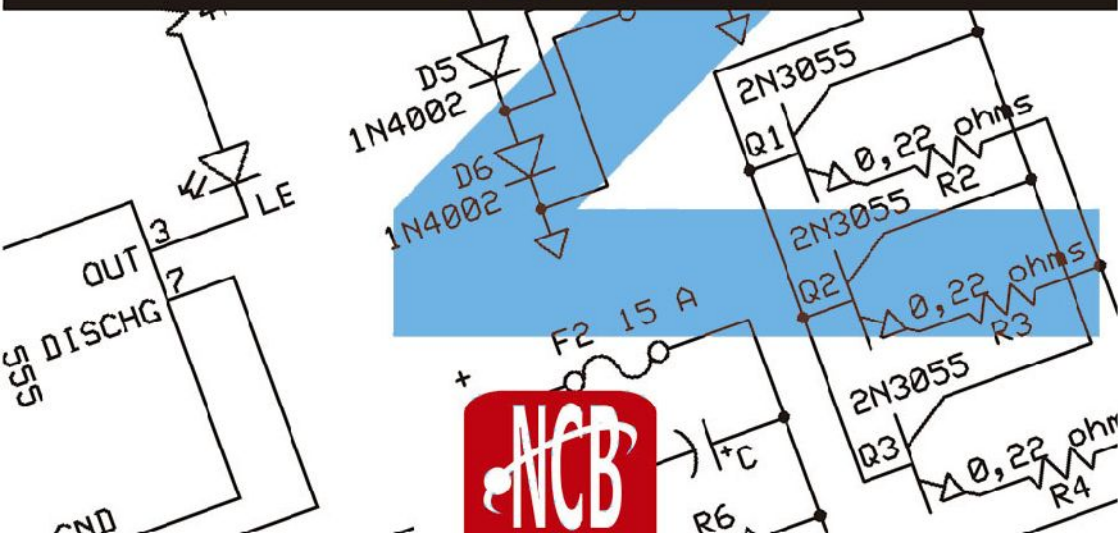


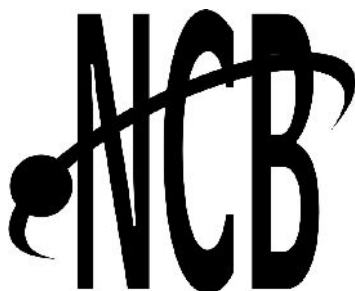
FONTES DE ALIMENTAÇÃO

VOLUME 2



FONTES DE ALIMENTAÇÃO

VOLUME 2



Instituto NCB

www.newtoncbraga.com.br
leitor@newtoncbraga.com.br

Fontes de Alimentação – V. 2

Autor: Newton C. Braga

São Paulo - Brasil - 2013

Palavras-chave: Eletrônica - Engenharia Eletrônica - Componentes – Reparação – Service – Fontes – SMPS – Proteção de Fontes - Crowbar – Conversores AC-DC – Fontes Chavead

Copyright by

INTITUTO NEWTON C BRAGA LTDA

1ª edição

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos, atualmente existentes ou que venham a ser inventados. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético atualmente em uso ou que venha a ser desenvolvido ou implantado no futuro. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17/12/80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenização diversas (artigos 122, 123, 124, 126 da Lei nº 5.988, de 14/12/73, Lei dos Direitos Autorais).

Diretor responsável: Newton C. Braga

Diagramação e Coordenação: Renato Paiotti

Índice

1. Fontes de Muito Alta Tensão.....	10
Fontes para aparelhos valvulados.....	10
Multiplicadores de Tensão.....	16
Dobrador de tensão convencional.....	16
Dobrador de tensão em cascata.....	17
Dobrador de tensão em ponte.....	18
Triplicador de tensão de onda completa.....	18
Triplicador de tensão em cascata.....	19
Quadruplicador de tensão de onda completa.....	19
Quadruplicador de tensão de meia onda.....	20
Multiplicador de tensão por n.....	21
2. Fontes de MAT.....	22
Fonte com Multiplicador.....	22
Fonte de MAT com Transistor Bipolar.....	24
Fonte com FET de potência e Integrado	29

Fonte com SCR.....	31
3. Inversores.....	34
Inversor Simples Transistorizado.....	35
Inversor com o 555.....	40
Inversor CMOS.....	43
Quatro Circuitos Seleccionados de Inversores.....	49
Inversor Simples.....	51
Pisca-Pisca Fluorescente.....	53
Estroboscópica Fluorescente.....	55
Sinalizador Ativado no Escuro.....	57
4. Fontes Chaveadas.....	60
Fontes lineares.....	60
Chaveadas ou comutadas.....	62
Conversores de Tensão.....	71
Conversores Boost.....	72
Conversores Buck.....	74
Configurações Boost.....	75
Outros tipos de Conversores.....	80
Circuitos Práticos.....	84

Redutor de Tensão CMOS.....	84
Conversores DC/DC.....	86
Conversor 6 para 12 V x 800 mA.....	92
Fonte Chaveada de 100 W.....	94
5. Características dos Componentes Usados em Fontes.....	98
Diodos da série 1N4000	98
Os diodos 1N4000 ou 1N400X.....	100
Diodos 1N5400.....	107
Os diodos 1N5400 ou 1N54XX.....	109
Diodos da Série SK.....	110
Os Diodos SK.....	112
SKB2 - Pontes retificadoras de onda completa.....	113
Os transistores da série TIP.....	115
Série de Bipolares NPN e PNP.....	115
Série de Darlingtons NPN e PNP.....	118
Transistores da Série BD.....	120
Série de Bipolares NPN e PNP.....	121
O Transistor 2N3055	125
Questão de potência.....	127

Diodos Zener.....	129
Os Diodos Zener.....	130
Dissipadores de Calor.....	144
6. Fontes Industriais.....	153
Fontes Industriais.....	153
Tipos de Fontes.....	155
Confiabilidade de Degradação.....	158
As Próximas Gerações de Fontes.....	160
Tipos de Montagem.....	161
7. Fórmulas úteis para projeto de fontes.....	162
Diodo Semicondutor.....	162
Retificador de Meia Onda.....	163
Retificador de Onda Completa.....	164
Coefficiente de Filtro LC.....	166
Coefficiente de filtro RC.....	168
Fator de Ripple.....	169
Fator de Ripple:.....	169
Indutância de Filtro.....	170
Capacitância de Filtro.....	171

Dobrador de Tensão Convencional.....	172
Dobrador de Tensão em Cascata.....	172
Dobrador de Tensão em Ponte.....	173
Triplicador de Onda Completa.....	174
Triplicador de Tensão em Cascata.....	175
Quadruplicador de Onda Completa.....	176
ZENER	177
Divisor de Tensão Capacitivo.....	181
Regulador de Tensão em Série (um transistor).....	183
Regulador de Tensão Paralelo.....	191
Transformadas de Fourier.....	195

INTRODUÇÃO

No primeiro volume de Fontes de Alimentação apresentamos 41 projetos de fontes, além de muitas informações sobre este tipo de circuito. Neste segundo volume, além de novos circuitos, incluindo outros tipos de fontes como os tipos chaveados, fontes de alta tensão e também fontes industriais, abordaremos as características dos componentes mais comuns que encontramos nas fontes de alimentação. E para terminar este volume teremos uma coletânea de fórmulas úteis que são usadas no projeto de fontes, de reguladores de tensão e também de suas características. Lembramos aos leitores que muitas destas fontes foram publicadas em nosso site e em outros veículos técnicos e que muito mais pode ser encontrado no site do autor.

1. Fontes de Muito Alta Tensão

Tensões acima de 80 V são consideradas altas e acima de 2 000 volts são consideradas muito altas (MAT).

Existem diversos tipos de circuitos que precisam dessas tensões tanto para alimentação como para a simples polarização de componentes.

Num primeiro caso temos os circuitos valvulados que operam com tensões na faixa de 80 a 500 V (amplificadores, transmissores, etc.) e num segundo caso tubos de raios catódicos, eletrificadores, filtros eletrostáticos e câmaras de ionização que operam com tensões na faixa de 2 000 a 40 000 volts.

A seguir damos algumas sugestões de fontes que podem ser utilizadas na alimentação desses circuitos.

Fontes para aparelhos valvulados

As fontes típicas de aparelhos valvulados fazem uso de um transformador com dois ou mais secundários, conforme mostra a figura 201.

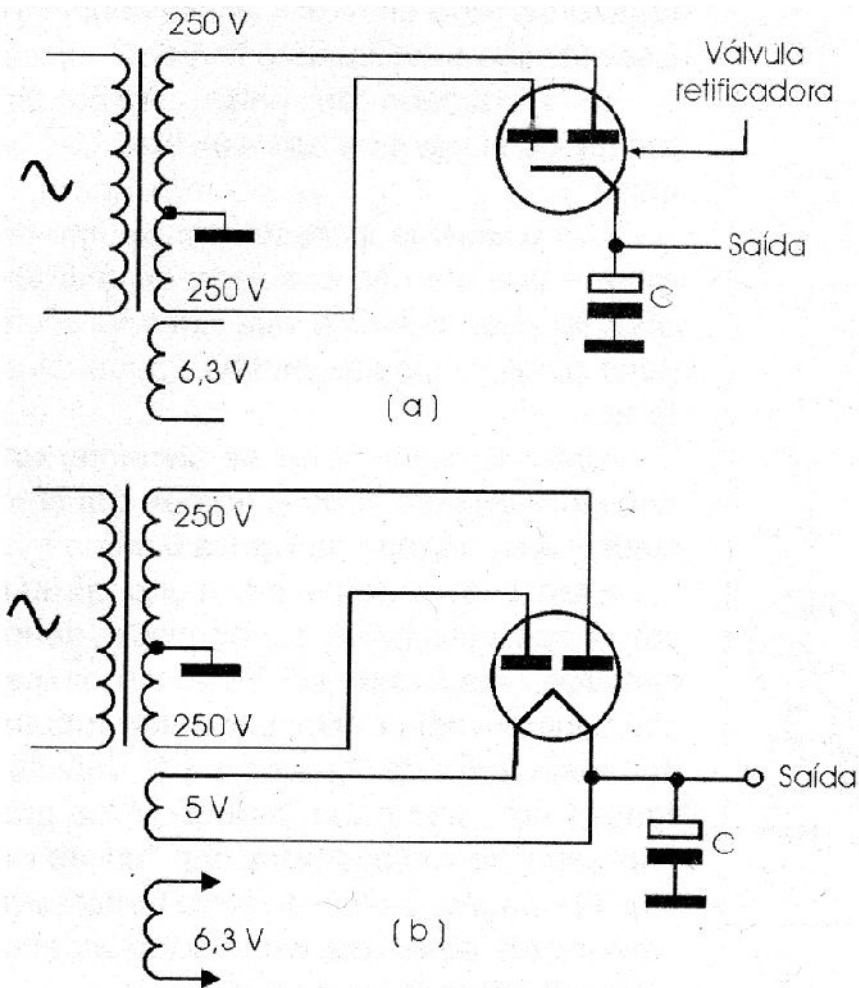


Figura 201 – Fontes típicas de aparelhos valvulados

Em (a) temos uma fonte com um transformador dotado de secundário de alta tensão para os circuitos de placa (anodo) e um secundário de 6,3 V para alimentação dos filamentos das válvulas.

Em (b) temos uma fonte com transformador dotado de dois secundários de baixa tensão. Um deles fornece 5 V para o filamento da

válvula retificadora e outro 6,3 V para os secundários das demais válvulas.

Atualmente, as válvulas retificadoras podem ser substituídas por diodos como os 1N4004 e 1N4007, o que elimina a necessidade de um enrolamento para filamento da válvula retificadora.

No entanto, deve continuar presente o enrolamento para os filamentos das demais válvulas.

Na figura 202 temos fontes típicas de alta tensão para equipamento valvulado usando diodos 1N4007. No primeiro caso de uma fonte de meia onda e no segundo caso, uma fonte de onda completa.

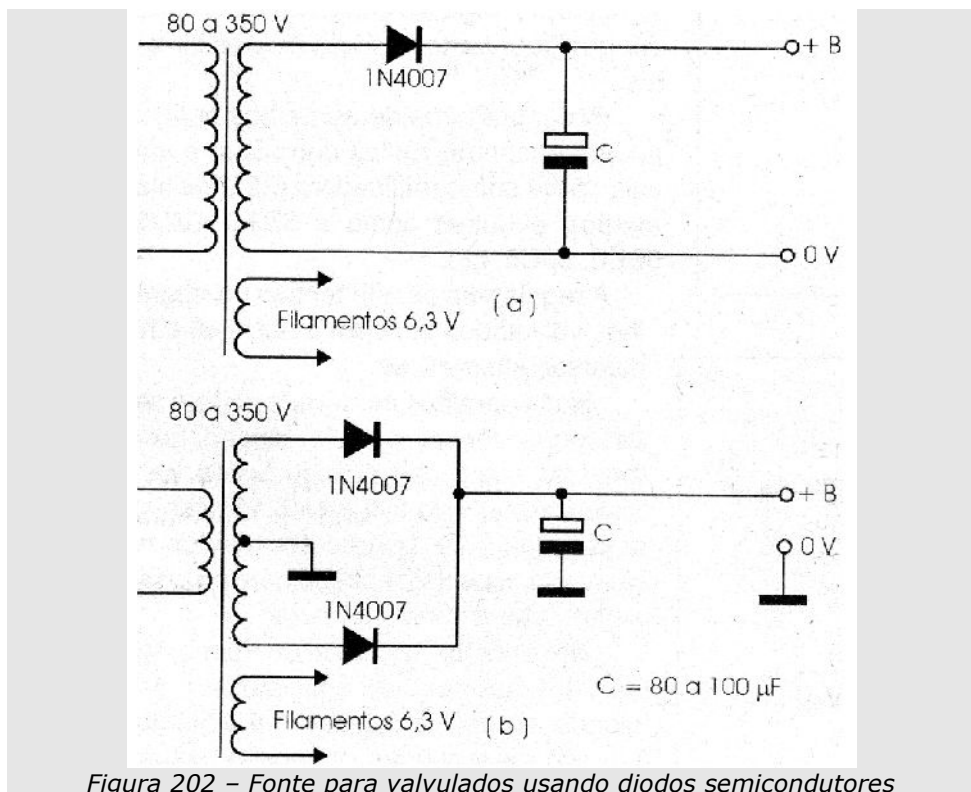


Figura 202 - Fonte para valvulados usando diodos semicondutores

As correntes dos transformadores usados nessas fontes variam bastante dependendo da potência do aparelho.

Os secundários de alta tensão têm correntes de 25 mA a 500 mA tipicamente enquanto que os secundários de baixa tensão têm correntes de 1 A ou mais.

Observamos que os transformadores usados nessas fontes são componentes pesados e volumosos.

Atualmente existem casas especializadas que podem fornecer esses componentes, quer seja com tensões padronizadas quer seja sob encomenda.

Alternativas para fontes de altas tensões que alimentam circuitos valvulados podem ser elaboradas com base em transformadores comuns e mesmo sem transformadores.

Assim, na figura 203 temos um circuito em que um transformador de duas tensões de entrada comum, com secundário de 6 V é usado como auto-transformador numa fonte que pode chegar aos 300 V de saída.

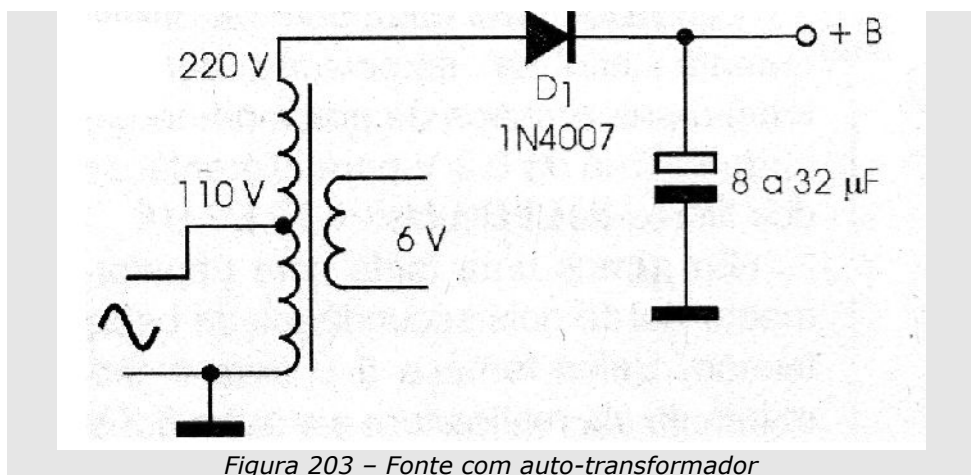


Figura 203 - Fonte com auto-transformador

O primário do transformador funciona como um auto-transformador elevando a tensão da rede de 110 V para 220/240 V. Essa tensão é retificada e filtrada.

O secundário de baixa tensão alimenta os filamentos das válvulas do circuito.

Um problema inerente desse tipo de fonte é que ela não é isolada da rede de energia. Isso significa que contactos com suas partes expostas pode causar choque.

Uma outra forma de se alimentar um circuito valvulado, sem o uso de transformador é a mostrada na figura 204.

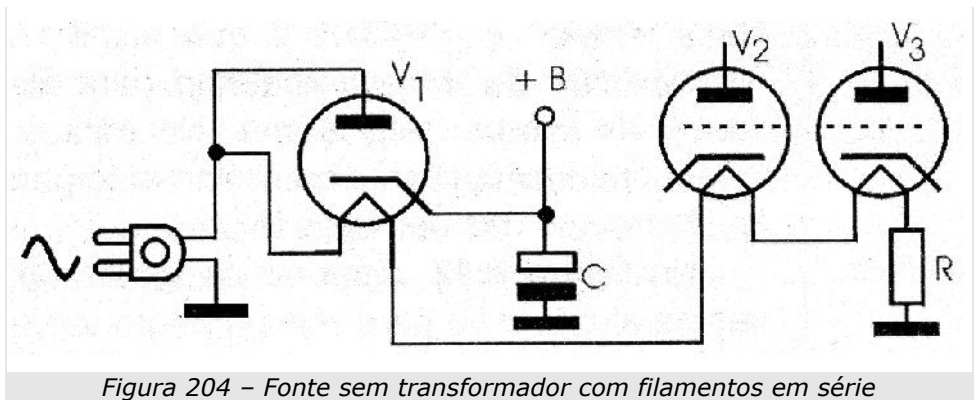


Figura 204 - Fonte sem transformador com filamentos em série

Esse tipo de fonte era muito usada em rádios valvulados econômicos, denominados "rabo quente".

Essa denominação curiosa vem do fato do resistor redutor de tensão para os filamentos das válvulas ligadas em série estar "embutido" no próprio cabo de força.

Assim, em função de sua dissipação, o cabo de força funcionava levemente aquecido, resultando na denominação desses aparelhos.

Veja que a retificação da alta tensão é feita a partir da própria rede de energia, não havendo qualquer isolamento. Isso significa o perigo de choques ao se tocar em qualquer parte exposta desses circuitos.

Recuperadores de aparelhos antigos podem encontrar rádios que usam a válvula 35W4 como retificadora (35 V de filamento) e outras como a 6BA6, 6AV6, 6BE6, 50C5, etc.

A regulagem de alta tensão de aparelhos valvulados também é possível e existem diversas alternativas.

Nos aparelhos modernos podem ser usados zeners de alta tensão, exatamente como nas configurações transistorizadas, conforme mostra a figura 205.

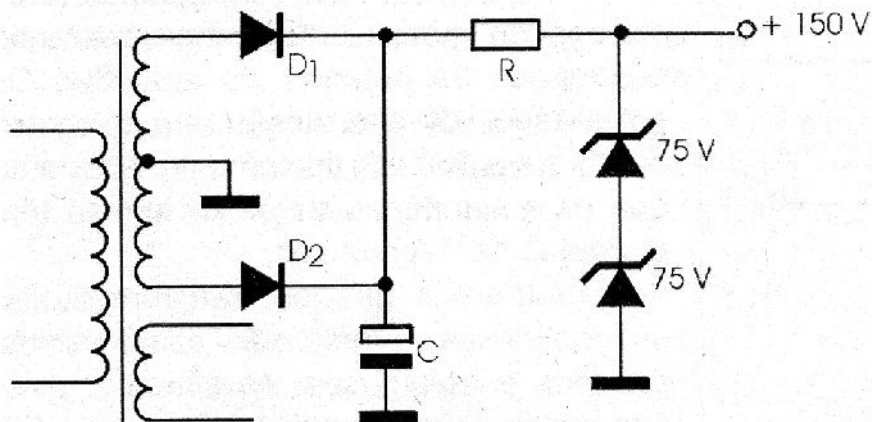


Figura 205 - Fonte para valvulados com diodo zener de alta tensão

Zeners a partir de 75 V podem ser obtidos no mercado especializado, se bem que não sejam componentes comuns.

No entanto, existem componentes da "era da válvula" equivalentes aos diodos zener.

Na figura 206 mostramos um circuito regulador de tensão usando uma válvula a gás.

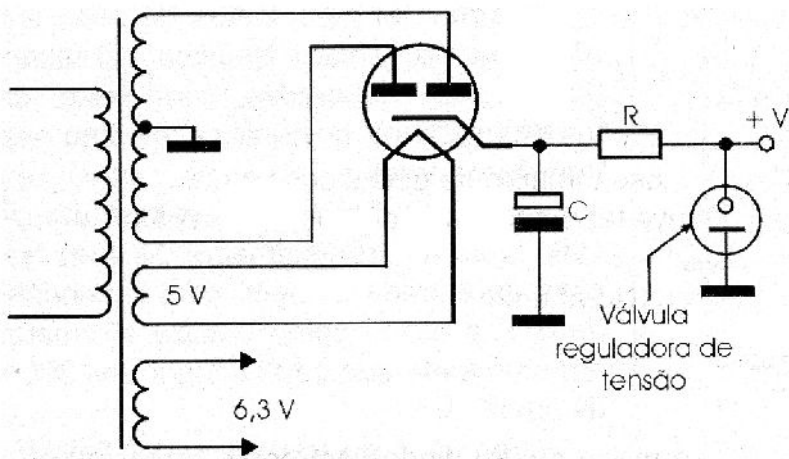


Figura 206 - Fonte com válvula reguladora de tensão