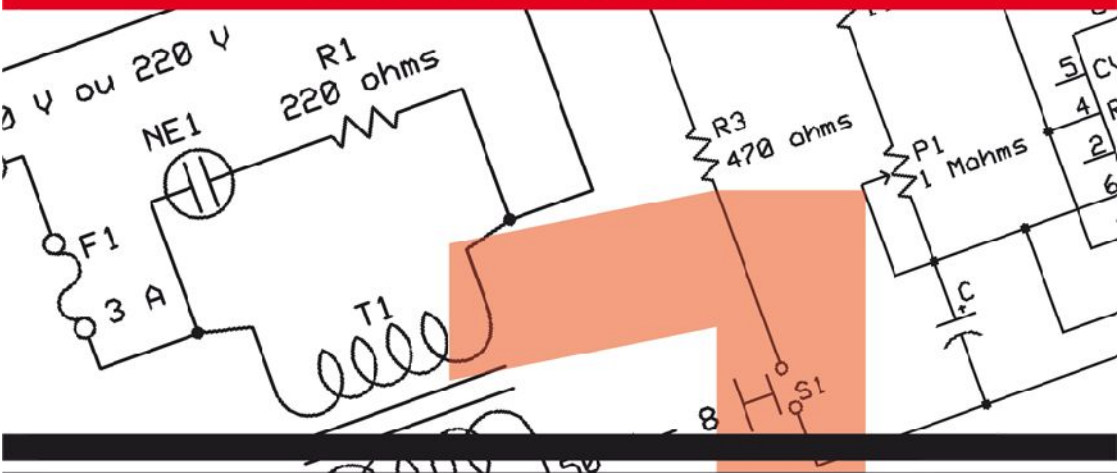
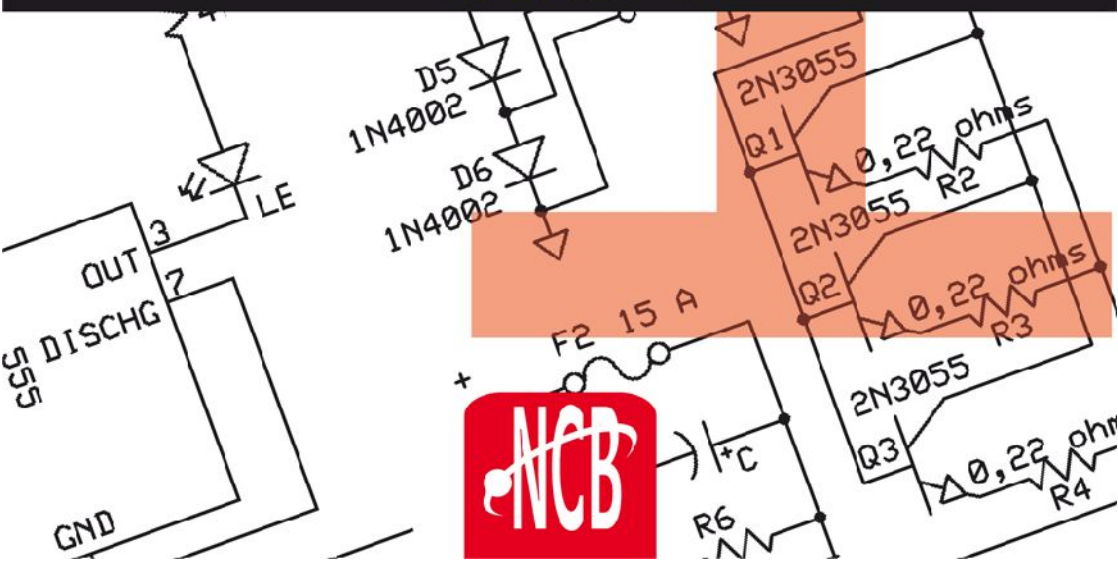


NEWTON C. BRAGA



FONTES DE ALIMENTAÇÃO

VOLUME 1



FONTES DE ALIMENTAÇÃO

VOLUME 1



Instituto NCB

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

Fontes de Alimentação – V. 1

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

Copyright by

INTITUTO NEWTON C BRAGA.

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

Onde são usadas as fontes	11
Fontes Lineares.....	16
O transformador.....	17
Retificação.....	25
Filtragem.....	30
Regulagem e ajuste.....	35
Regulador Série.....	37
Regulador Paralelo (shunt).....	42
Proteção.....	43
Indicadores de Saída (Tensão x Corrente).....	46
Fontes de Corrente Constante.....	49
Os circuitos.....	50
Fontes de alta corrente.....	56
ETAPAS DE ALTA CORRENTE.....	57
Montagem.....	65
FONTES TTL	67
Fontes Variáveis com Circuitos Integrados.....	75

Seleção de fontes com o regulador LM723.....	82
CIRCUITO 1.....	85
CIRCUITO 2.....	85
CIRCUITO 3.....	86
CIRCUITO 4.....	87
CIRCUITO 5.....	87
CIRCUITO 6.....	88
CIRCUITO 7.....	89
CIRCUITO 8.....	90
CIRCUITO 9.....	90
CIRCUITO 10.....	91
CIRCUITO 11.....	92
CONCLUSÃO.....	93
Fonte de 1,2 - 24 V/1,5 A com o LM317.....	93
Fonte Fixa de 12/13,2 V com o LM317 (1,5 A).....	98
Fonte de 1,2 - 24 V x 3 A com o LM350T	102
Fonte 0-12 V x 3 A.....	107
Fonte de 4,5 - 25 V x 10 A	112
Fontes de corrente constante.....	117

Carregador de NICAD.....	121
Fonte de Corrente Constante com Transistor Bipolar.....	124
Fonte de Corrente Constante com Transistor Darlington	127
Fonte de Corrente Constante com LM350.....	130
Fontes de Corrente Constante Com Transistores NPN....	140
Fonte de Corrente Constante Para LEDs.....	143
Outras Fontes Lineares.....	146
Circuitos Práticos.....	159
Fonte simples de 6/12 V.....	159
Fonte Simples com Regulagem a Zener (3 a 12 V x 30 mA)	162
Fonte Simples sem Transformador (3 a 12 V x 20 mA)..	165
Fonte Fixa com Transistor 6/9/12 V x 500 mA/1 A.....	169
Fonte Ajustável de 0 a 12 V x 1 A com Transistor.....	172
Fonte Ajustável de 0 x 12 V x 2 A – com Darlington.....	176
Fonte Transistorizada Protegida 0 a 12 V x 1 A.....	180
Fonte Fixa Transistorizada com Regulador Paralelo	184
Reostatos (Simples e Darlington).....	187
Usando Transistores.....	189

Circuitos Darlington.....	192
Transistores Darlington.....	194
Outras configurações.....	196
Fonte Redutora Transistorizada de 12 para 9 ou 6 V para o Carro (I)	197
Fontes Simétricas Simples.....	199
Fonte Simétrica Transistorizada.....	202
Proteção para Fontes com Relé.....	205
Proteções Crowbar	207
Circuitos Práticos Crowbar.....	210
Circuito com Transistor.....	210
Circuito com SCR.....	211
Circuito com SCR e Relê.....	212
Circuito Para Corrente Alternada.....	213
Fontes Lineares com Reguladores Integrados.....	214
Fonte de 3 a 24 V x 3 A com Operacional.....	214
Fontes de 1 A com reguladores 78XX (5 a 15 V).....	218
Fonte 6/12 V x 5 A	221
Fonte fixa DE 12/12,6/13,2V x 10 A com o 7812.....	225

Eliminadores de pilhas com o CIs 78XX.....	231
Fonte simétrica 12+12 V x 1 A.....	238

INTRODUÇÃO

Todos os circuitos eletrônicos precisam de energia elétrica para funcionar. Porém, nem sempre essa energia está disponível numa tomada da rede de energia ou mesmo numa bateria, na forma como o circuito eletrônico precisa.

Assim, considerando que a maioria dos circuitos eletrônicos opera com baixas tensões contínuas e que na rede de energia temos altas tensões alternadas é preciso haver um meio de se fazer a conversão para a utilização. Da mesma forma, existem circuitos que operam com tensões contínuas mais elevadas do que aquela que a fonte de energia disponível pode fornecer.

Essa conversão da energia disponível para a forma como o circuito necessita são usadas configurações específicas que recebem o nome de “fontes de alimentação”.

Uma fonte de alimentação consiste, portanto, num circuito que a partir da tensão elétrica disponível (alternada ou contínua) fornece a tensão contínua (ou mesmo alternada) na forma como o circuito alimentado necessita.

O tipo mais comum de fonte de alimentação é a que converte a tensão alternada da rede de energia de 110/220 V (117/127/220/24 V) em baixas tensões contínuas, na faixa de 3 a 60 V.

No entanto, também existem fontes especiais que convertem a tensão contínua mais baixa de uma bateria em uma tensão contínua mais alta para alimentar um circuito.

Todas essas fontes também recebem a denominação de conversores DC/DC (tensões contínuas para tensões contínuas) enquanto que também existem os conversores DC/AC ou inversores que convertem tensões contínuas em alternadas.

As fontes podem operar basicamente segundo duas tecnologias. Podem ser lineares ou analógicas que são as mais comuns e podem ser chaveadas ou comutadas, denominadas também “switched mode power supplies” ou SMPS que têm maior rendimento e cada vez são utilizadas.

Em nosso estoque de circuitos e projetos temos uma enorme quantidade de fontes de alimentação, de todos os tipos e para muitas finalidades.

Assim, separamos as fontes em dois volumes, contendo projetos práticos e informações importantes para quem deseja montar uma fonte de alimentação.

Nestes dois volumes abordaremos principalmente as fontes de corrente contínua, ou seja, que fornecem tensões contínuas em suas saídas quer sejam a partir de tensões alternadas da rede de energia, como de baterias de menor ou maior tensão.

Analisaremos seu princípio de funcionamento e daremos uma boa quantidade de projetos práticos.

A tecnologia será principalmente a linear ou analógica, por um simples motivo: são as fontes que podemos montar com facilidade e as que mais são usadas nas aplicações práticas.

As fontes chaveadas, é claro, não serão esquecidas. Analisaremos no segundo volume seu princípio de funcionamento, sua utilização e como podem ser montadas.

Até daremos alguns projetos, mas lembramos que essas fontes se destinam muito mais a aplicações industriais onde o rendimento, o espaço ocupado são fatores importantes.

Para essas existem componentes específicos prontos e elas exigem o emprego de componentes especiais, como o transformador de ferrite que oferecem certa dificuldade de obtenção no mercado comum de componentes.

Os projetos das fontes lineares abordados nestes dois livros utilizam componentes comuns, o que é muito importante para quem deseja ter uma fonte viável.

De nada adianta darmos um projeto de uma fonte sofisticada que não só seja cara demais para a aplicação que o leitor tenha em mente, como ainda use componentes e tecnologia que não estejam ao seu alcance.

A finalidade deste livro é ser prático: fontes que possam ser montadas, que atendam às necessidades do leitor e, sobretudo, que tenham um princípio de funcionamento que o leitor entenda.

Observamos que diversas dessas fontes foram publicadas em revistas e no nosso site e que muitas delas são desenvolvidas a partir de projetos das fábricas dos semicondutores básicos usados.

Newton C. Braga

Onde são usadas as fontes

Onde houver necessidade de uma alteração na forma como a energia elétrica deve ser utilizada por um circuito eletrônico, precisamos de um bloco especial que faça essa modificação.

Esse bloco é a fonte de alimentação, que pode ter os mais diversos graus de complexidade dependendo dos seguintes fatores:

- a) A tensão de entrada
- b) A tensão de saída
- c) Corrente
- d) Número de saídas

Normalmente, na obtenção de tensões contínuas a partir de tensões alternadas, que é o tipo mais comum de fonte, são utilizadas diversas tecnologias.

Essas tecnologias vão desde a mais simples que consiste na retificação e filtragem, até as mais complexas que envolvem circuitos reguladores analógicos ou ainda a conversão chaveada, que veremos em capítulos especiais deste livro.

As fontes de alimentação podem ser utilizadas tanto embutidas num equipamento, fornecendo a energia para os circuitos na forma que ele necessita como podem ser equipamentos isolados para uso em bancadas de reparos, desenvolvimento e testes.

A tecnologia a ser usada vai depender justamente desse uso.

Assim, nos equipamentos em que a fonte é embutida, existe a preocupação para que a fonte ocupe o menor espaço possível, tenha o máximo rendimento e seja a mais barata possível.

Para esses equipamentos existem duas possibilidades:

Se o equipamento não exigir uma tensão estabilizada, não for crítico, uma fonte simples do tipo analógico serve perfeitamente.

No entanto, se o equipamento for sofisticado e exigir uma fonte crítica como para a alimentação de microprocessadores, DSPs e outros circuitos desse tipo, a fonte deve ser chaveada.

No primeiro caso temos os equipamentos de baixo custo ligados à rede como brinquedos, órgãos eletrônicos muito simples, minuterias, alarmes, etc.

No segundo caso temos os equipamentos de som tipo pilha/luz, telefones celulares, etc.

Nestas fontes podem ser encontrados circuitos denominados conversores que alteram as tensões tanto de uma entrada externa como da própria pilha para a tensão que os circuitos necessitam para funcionar.

Também são utilizadas fontes chaveadas em equipamentos de consumo como televisores, monitores de vídeo que são ligados diretamente à rede de energia.

Estes equipamentos precisam de diversas tensões contínuas, algumas das quais de valores elevados as quais podem ser obtidas diretamente a partir da rede de energia sem a necessidade de um transformador.

Como esses equipamentos não possuem partes expostas, pode-se obter a tensão que eles necessitam a partir de fontes que não façam uso de transformadores.

Assim, é comum que nesses equipamentos sejam usadas fontes chaveadas sem transformadores que geram as tensões altas para algumas etapas e baixas para outras, conforme mostra a figura 1.

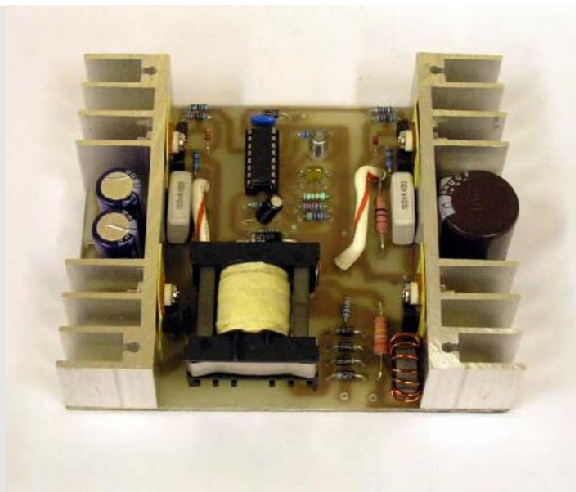


Figura 1 – Uma fonte chaveada comum

O transformador é um componente caro e pesado e sua eliminação pode ser um fator de economia muito importante para um fabricante de equipamentos eletrônicos.

No entanto, o transformador é importante em muitas aplicações, pois ele isola o equipamento da rede de energia, agregando assim segurança.

Poderemos tocar nos diversos pontos do circuito alimentado sem que isso signifique perigo de choques.

Também são usadas fontes analógicas sem transformadores (FAST) em circuitos muito econômicos de baixa tensão.

Nesses equipamentos, que não possuem partes expostas, uma fonte muito simples e sem a necessidade de uma corrente elevada serve perfeitamente.

Nas fontes de bancada, como a mostrada na figura 2, o tipo mais comum é o analógico.



Figura 2 – Fonte de bancada com indicadores analógicos de tensão e corrente

O que ocorre é que num circuito analógico é mais fácil alterar-se a tensão e de se fazer a implementação de recursos mais flexíveis como proteções, diversas tensões de saída, etc.

Assim, a grande maioria das fontes usadas em bancadas é desse tipo eventualmente contendo indicadores digitais de tensão como a mostrada na figura 3.



Figura 3 – Fonte com indicador digital.

Em vista do que vimos a escolha de uma fonte para uma aplicação envolve os seguintes fatores:

a) Tensão de entrada e saída

Alta tensão de entrada – baixa tensão de saída

Opções – alta potência:

- Fonte analógica com transformador
- Fonte chaveada com transformador

Alta tensão de entrada – baixa tensão de saída:

Opções – baixa potência

- Fonte sem transformador
- Fonte analógica com transformador

Alta tensão de entrada – alta tensão de saída

- Fonte chaveada sem transformador
- Fonte analógica com ou sem transformador

b) Corrente de saída

Baixa corrente de saída

- Fonte sem transformador
- Fonte analógica com transformador

Alta corrente de saída:

- Fonte analógica com transformador
- Fonte chaveada

c) Regulagem

Pequena regulagem:

- Fonte analógica simples
- Fonte sem transformador

Boa regulagem:

- Fonte analógica
- Fonte chaveada

A partir dessas considerações, podemos partir para a teoria de funcionamento das fontes e circuitos práticos.