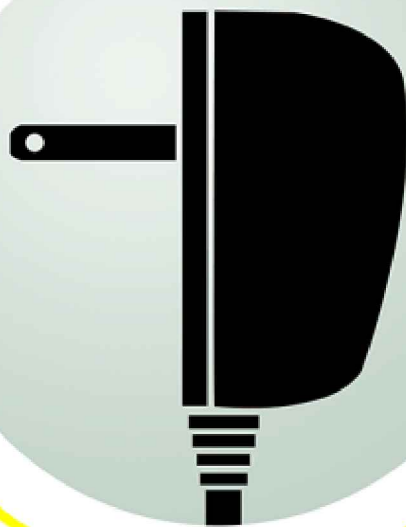


NEWTON C. BRAGA

# BANCO DE CIRCUITOS

VOLUME 34

100 CIRCUITOS DE



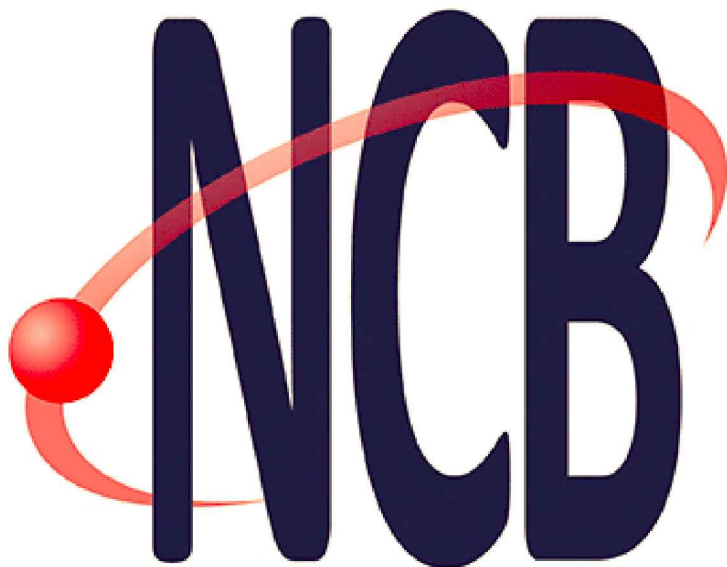
FONTES - 3

NCB

Newton C. Braga

Banco de Circuitos - volume 34  
100 Circuitos de Fontes - III

São Paulo - 2017



Institute NCB  
[www.newtoncbraga.com](http://www.newtoncbraga.com)  
[leitor@newtoncbraga.com.br](mailto:leitor@newtoncbraga.com.br)

Autor: Newton C. Braga  
São Paulo - Brasil - 2017

Palavras-chave: Eletrônica - Engenharia Eletrônica - Componentes - Educação  
Tecnológica - Fontes - Circuitos

Diretor responsável: Newton C. Braga  
Diagramação e Coordenação: Renato Paiotti

### MAIS INFORMAÇÕES

INSTITUTO NEWTON C. BRAGA  
<http://www.newtoncbraga.com.br>

### NOTA IMPORTANTE

Esta série de livros fornece conhecimentos básicos de eletrônica para cursos regulares, cursos a distância e para autodidatas consistindo, portanto numa literatura cuja finalidade é apoio, iniciação ou complementação de conhecimentos. Sua aquisição não implica no direito a obtenção de certificados ou diplomas os quais devem ser emitidos pelas instituições que adotam o livro ou ainda ministram cursos de outras formas. Da mesma forma o autor ou a editora não se responsabilizam por eventuais problemas que possam ser causados pelo uso indevido das informações nele contidas como o não funcionamento de projetos, ferimentos ou danos causados a terceiros de forma acidental ou proposital, ou ainda prejuízos de ordem moral ou financeira. Os eventuais experimentos citados quando realizados por menores devem ter sempre a supervisão de um adulto. Todo cuidado foi tomado para que o material utilizado seja encontrado com facilidade na época da edição do livro, mas as mudanças tecnológicas são muito rápidas o que nos leva a não nos responsabilizarmos pela eventual dificuldade em se obter componentes para os experimentos quando indicados em outros livros desta série.

# Índice

## **Apresentação**

### **Introdução**

- 1) Fonte com Transistor Regulador de Germânio
- 2) Redutor de 48 V para 15 V com 1,5 A
- 3) Regulador de 6 V Para Dínamos
- 4) Fonte de 12 V com Ultrabaixo Ripple
- 5) Fonte de 12,6 V com 3 A
- 6) Fonte sem Ripple Para Pré-amplificadores
- 7) Fonte de 0 a 15 V com 500 mA
- 8) Conversor de 5 para 400 V
- 9) Fonte de 12 V com 5 A
- 10) Fonte de 13 V com 1 A
- 11) Fonte Simétrica de 12 V
- 12) Conversor de +5 para -15 V
- 13) Conversor de +5 para -18 V
- 14) Regulador de 15 V com 100 mA
- 15) Inversor de Polaridade com o 555
- 16) Transformador de 110 V para 220 V
- 17) Fonte de - 20 V
- 18) Fonte Chaveada Ajustável
- 19) Fonte Sem Transformador com SCR
- 20) Fonte de 15 V com 200 mA
- 21) Fonte com Partida Lenta
- 22) Regulador de 0 a 40 V com 500 mA
- 23) Tensão Estabilizada Para Filamentos de Válvulas
- 24) Divisor de Tensão Regulador
- 25) Multiplicador DC com o 555
- 26) Fonte de 1,5 V
- 27) Fonte Simétrica de 14 V Sem Transformador
- 28) Fonte de 12 V com 10 A
- 29) Regulador de 5 V com FET
- 30) Regulador Negativo de 7 a 30 V
- 31) Reguladores em Paralelo
- 32) Gerador de -3 V
- 33) Fonte de 2 a 37 V com o 723
- 34) Regulador Chaveado
- 35) Referência de 1 V de Precisão
- 36) Conversor de 6 para 12 V
- 37) Regulador de 5 V com 2 A
- 38) Regulador Chaveado de 5 V com 1 A
- 39) Fonte Simples de 9 V

- 40) Referência de Tensão Ajustável
- 41) Fonte de Corrente de Precisão
- 42) Fonte de 0 a 30 V com o LM340
- 43) Fonte Chaveada de 5 V x 1 A
- 44) Regulador Para Fonte de Bancada LM117
- 45) Regulador Paralelo de 28 V x 500 mA
- 46) Alimentação de Alta Tensão Para Fotocélulas
- 47) Fonte Usando Transistores como Retificadores
- 48) Regulador de 0,5 V a 30 V com o 7805
- 49) Redutor de 9 V para o Carro
- 50) Regulador de 12 V com o 741
- 51) Fonte de Corrente Bilateral
- 52) Fonte AC – Variac
- 53) Regulador de 60 V
- 54) Regulador Chaveado Para Auto Rádio
- 55) Potenciômetro Eletrônica com o L149
- 56) Divisor Para Fonte Simétrica até 3 A
- 57) Regulador de Alta Corrente
- 58) Fonte com Acionamento Lento
- 59) Regulador de 7 a 30 V com o 7805
- 60) Regulador de Alta Tensão com o 7805
- 61) Fonte Simétrica Tipo Tracking
- 62) Fonte de Tensão Negativa com o 78xx
- 63) Shutdown Remoto para o 78xx
- 64) Regulador Ajustável com Compensação de Temperatura
- 65) Regulador de Tensão Controlado por Luz
- 66) Fonte Negativa com Tensão Aumentada
- 67) Fonte de -5 V x 4 A com o 7905
- 68) Regulador LDO com o LM2931-5
- 69) Fonte de Corrente Controlada por Tensão
- 70) Regulador Chaveado com o 723
- 71) Regulador de Corrente com o 7805
- 72) Booster de 5 A Para o 78xx
- 73) Proteção Contra Curto para os 78xx
- 74) Regulador Chaveado com o MC34034
- 75) Fonte Simétrica com Zeners
- 76) Fonte Variável de 0 a 12 V com 3 A
- 77) Fonte Variável de 0 a 12 V com 3 A (2)
- 78) Regulador de 15 V x 30 mA com o 723
- 79) Fonte de 22,5 V Para Multímetro
- 80) Fonte de 1 kV
- 81) Regulador de 6 V Para Dínamos
- 82) Fonte Multi-Tensão
- 83) Microrregulador de Tensão
- 84) Regulador de 10 A

- 85) Regulador Ajustável de Corrente
- 86) Fonte Simétrica com Dobrador de Tensão
- 87) Dobrador CMOS de Maior Corrente
- 88) Fonte Alterada com o 7805 e 7806
- 89) Regulador com Acionamento Suave
- 90) 78xx Para Mais de 1 A
- 91) Booster de Corrente
- 92) Regulador de 13,8 A x 8 A
- 93) Conversor Step Up
- 94) Conversor DC-DC Step-Down de 600 mA
- 95) LDO de 150 mA com o TPS780
- 96) Referência de Tensão Determinada Pela Temperatura
- 97) Redutor de 12 V para 3 V com 1 A
- 98) Regulador com Shutdown Externo para 3 A
- 99) Fonte de 13 V com 2 A
- 100) Regulador Chaveado Step Down com o LM2575

## **O TRANSISTOR 2N3055**

## **CIRCUITOS PRÁTICOS**

# Apresentação

O tema Coletânea de Circuitos tem sido uma constante em nossa longa carreira de escritor técnico. Assim, há diversos anos passados, abordando este tema, publicamos as séries “Circuitos e Informações” (7 volumes) e “Circuitos e Soluções” (5 volumes) contendo centenas de circuitos úteis e informações técnicas de todos os tipos. As séries se esgotaram, o tempo passou, mas os leitores ainda nos cobram algo semelhante atualizado e que possa ser usado ainda em projetos de todos os tipos. De fato, circuitos básicos usando componentes discretos comuns, de transistores a circuitos integrados, são ainda amplamente usados como solução simples para problemas imediatos, parte de projetos mais avançados e até com finalidade didática atendendo à solicitação de um professor que necessita de uma aplicação para uma teoria, ou de um aluno que precisa fazer um trabalho. De volta com esta série, mas com uma estrutura diferenciada, novos projetos e nova abordagem lançamos o nosso Banco de Circuitos já com 33 volumes anteriores a este. O diferencial na abordagem será dividir os diversos volumes da série por temas. Assim, no nosso primeiro volume tivemos circuitos de áudio, depois circuitos de fontes, no terceiro, circuitos osciladores, e assim por diante. Chegamos ao trigésimo quarto com uma quarta seleção de circuitos de fontes de alimentação e relacionados, já que nos dois volumes anteriores não conseguimos selecionar todos os que temos. Na verdade dispomos de uma enorme quantidade de circuitos em nosso estoque, mais de 12 000 deles e a cada dia este estoque aumenta o que quer dizer que teremos muitos volumes mais. Muitos dos circuitos apresentados podem ser acessados de forma dispersa no site do autor e também em outros livros. A vantagem de se ter estes circuitos organizados em volumes, além do acesso em qualquer parte, está na fácil localização de um circuito de determinado tipo. Teremos ainda artigos complementares de utilidade, relacionados com os temas abordados. A maioria destes circuitos, colhidos em publicações que, em alguns casos, podem não ser muito atuais,

recebe um tratamento especial com comentários, sugestões e atualizações que viabilizam sua execução mesmo em nossos dias. Enfim, com esta série, damos aos leitores a oportunidade de ter em seus tablets, Iphones, Ipads, PCs, notebooks e outras mídias uma fonte de consulta de grande importância tanto para seu trabalho, como para seus estudos ou simples como hobby.

Newton C. Braga



# Introdução

Depois do sucesso da seção Banco de Circuitos no meu site e das coleções esgotadas de Circuitos e Informações e Circuitos e Soluções, levo aos meus leitores uma coletânea de circuitos selecionados de minha enorme coleção de documentos técnicos e livros. Durante minha vida toda colecionei praticamente todas as revistas técnicas de eletrônica estrangeiras, dos Estados Unidos, França, Espanha, Itália, Alemanha, Argentina e até mesmo do Japão, possuindo assim um enorme acervo técnico. Não posso reproduzir os artigos completos que descrevem os projetos que saem nessas revistas, por motivos ditados pela lei dos direitos autorais, mas a mesma lei permite que eu utilize uma figura do texto, com citação, comentando seu conteúdo para efeito de informação ou complementação de um conteúdo maior. É exatamente isso que faço na minha seção no site e também disponibilizo neste livro. Estou selecionando os principais circuitos destas publicações, verificando quais ainda podem ser montados em nossos dias, com a eventual indicação de componentes equivalentes, fazendo alterações que julgo necessárias e disponibilizando-os aos nossos leitores. Para o site já existem mais de 8000 circuitos, no momento que escrevo este livro, mas a quantidade aumenta dia a dia. Acesse o site, que ele poderá lhe ajudar a encontrar aquela configuração que você precisa para seu projeto. Os 100 circuitos selecionados para esta edição da série são apenas uma pequena amostra do que você vai encontrar no site. Para esta edição escolhemos mais uma remessa com mais 100 circuitos de fontes de todos os tipos e correntes, analógicas e chaveadas, reguladores de tensão e muito mais.. Estes circuitos, na maioria dos casos, podem ser montados com facilidade, já que na maioria usam componentes comuns. Fica por conta do leitor a obtenção das partes necessárias, caso deseje ter uma montagem prática.

Newton C. Braga

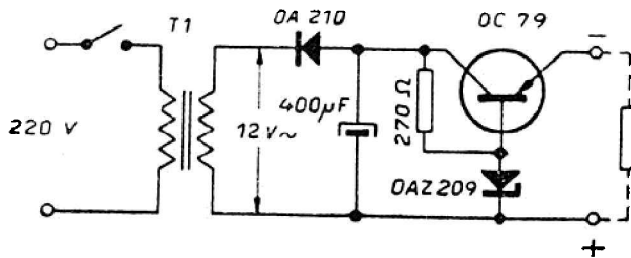
## Volumes Anteriores:

- Volume 1 - 100 Circuitos de áudio
  - Volume 2 – 100 Circuitos de fontes
  - Volume 3 – 100 Circuitos osciladores
  - Volume 4 - 100 Circuitos de potência
  - Volume 5 – 100 Circuitos com LEDs
  - Volume 6 – 100 Circuitos de rádios e transmissores
  - Volume 7 – 100 Circuitos de Filtros
  - Volume 8 – 100 Circuitos de Alarmes e Sensores
  - Volume 9 – 100 Circuitos de Testes e Instrumentação
  - Volume 10 – 100 Circuitos de Tempo
  - Volume 11 – 100 Circuitos com Operacionais
  - Volume 12 – 100 Circuitos de Áudio 2
  - Volume 13 – 100 Circuitos com FETs
  - Volume 14 – 100 Circuitos Diversos
  - Volume 15 – 100 Circuitos com LEDs e Displays (2)
  - Volume 16 – 100 Circuitos de Potência 2
  - Volume 17 – 100 Circuitos Automotivos
  - Volume 18 – 100 Circuitos de Efeitos de Luz e Som
  - Volume 19 – 100 Circuitos Fotoelétricos
  - Volume 20 – 100 Circuitos de Fontes 2
  - Volume 21 – 100 Circuitos de Osciladores (2)
  - Volume 22 – 100 Circuitos Ecológicos e Para Saúde
  - Volume 23 – 100 Circuitos com Válvulas
  - Volume 24 – 100 Circuitos de Jogos e Recreação
  - Volume 25 – 100 Circuitos TTL
  - Volume 26 – 100 Circuitos CMOS
  - Volume 27 – 100 Circuitos Para o Lar
  - Volume 28 - 100 Circuitos de Automação e Controle
  - Volume 29 – 100 Circuitos com LEDs e Displays (3)
  - Volume 30 – 100 Circuitos de som de válvulas
  - Volume 31 – 100 Circuitos de Rádios e Transmissores (2)
  - Volume 32 – 100 Projetos para Energia Alternativa
  - Volume 33 – 100 Circuitos de Optoeletrônica
- Outros livros recomendados do mesmo autor:

- Como Testar Componentes em quatro volumes
- Curso de Eletrônica Digital – Vol. 1 e 2
- Como Fazer Montagens
- Os segredos no Uso do Multímetro
- Curso de Eletrônica – Eletrônica Básica
- Curso de Eletrônica – Eletrônica Analógica
- Conserte Tudo

## 1) Fonte com Transistor Regulador de Germânio

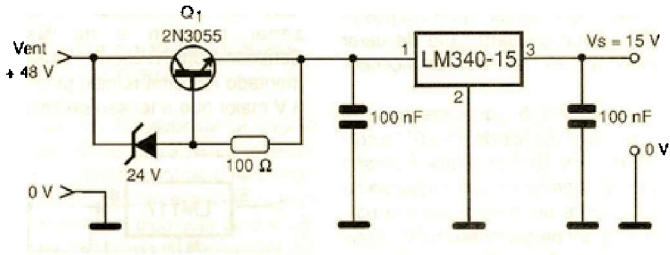
Esta fonte, obtida numa publicação de 1973, usa um transistor de baixa potência para regulação da tensão de saída. O zener é de 6 ou 9 V conforme a saída desejada e a corrente máxima é da ordem de 50 mA. O capacitor pode ser de 470 uF e o transformador tem 50 mA de corrente de secundário. Transistores equivalentes como o AC188, AD162 que podem ser encontrados em sucata podem ser utilizados



## 2) Redutor de 48 V para 15 V com 1,5 A

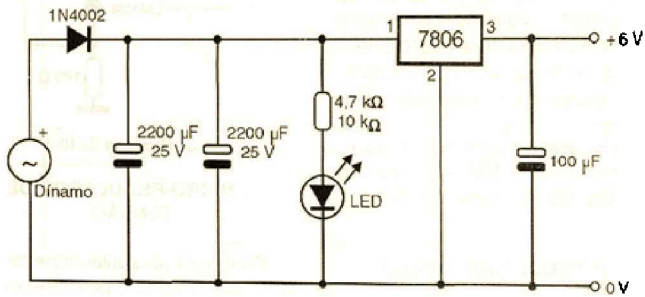
Para operar com tensões elevadas de entrada utilizando um regulador de tensão de 3 terminais como o LM340-15, podemos usar o circuito indicado na figura. Este circuito também serve para circuitos integrados que não admitem mais do que uns 25 V de entrada. Tanto o circuito integrado regulador de tensão quanto o transistor de potência 2N3055 devem ser montados em bons radiadores de calor. O diodo zener é de 1 W. Observe que neste

circuito a tensão de saída é de 15 V, mas podem ser usados outros integrados com saídas diferentes de acordo com a aplicação desejada. A corrente máxima de saída deste circuito é de 1,5 ampères.



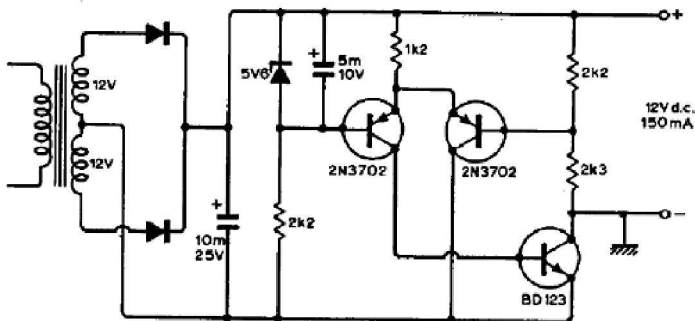
### 3) Regulador de 6 V Para Dínamos

O circuito apresentado na figura é indicado para fontes alternativas de energia como, por exemplo, as obtidas a partir de um dínamo de bicicleta. O dínamo pode ser acoplado a sistemas mecânicos de produção de energia tais como: quedas de água, moinhos de vento, etc. O circuito integrado 7806 deve ser dotado de um bom dissipador de calor e a corrente máxima obtida na saída não deve superar 1 ampère. Com a presença do regulador o circuito pode alimentar com segurança pequenos aparelhos eletrônicos como rádios, gravadores, etc., sem o perigo de sobrecargas causadas pela flutuação da tensão que um dínamo comum apresenta quando em funcionamento normal. O LED serve apenas para indicar que a energia está sendo produzida, e funciona como uma carga para o circuito quando não há nada ligado em sua saída.



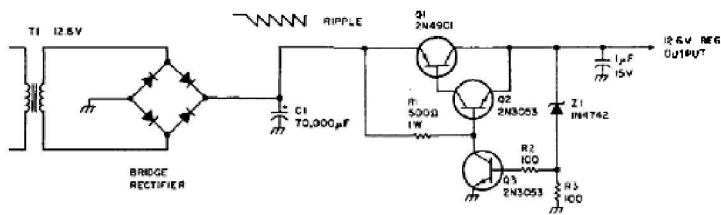
## 4) Fonte de 12 V com Ultrabaixo Ripple

Os transistores desta fonte de 12 V x 150 mA podem ser os BC558 para os PNP e o BD135 para o NPN. O circuito é de uma publicação de 1974 e os componentes com valores não padronizados podem ser aproximados para os atuais. Os diodos retificadores podem ser os 1N4002.



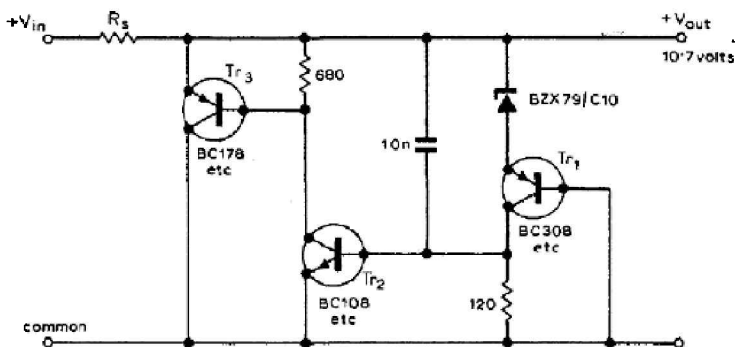
## 5) Fonte de 12,6 V com 3 A

Este circuito é de uma antiga publicação americana de 1977. O transistor Q1 pode ser um TIP42 e Q2 um BD135. Q3 podem ser um BC548, e os diodos retificadores 1N5404. O transistor Q1 deve ser montado num excelente radiador de calor. O transformador tem secundário de 3 A com a tensão entre 15 e 18 V.



## 6) Fonte sem Ripple Para Pré-amplificadores

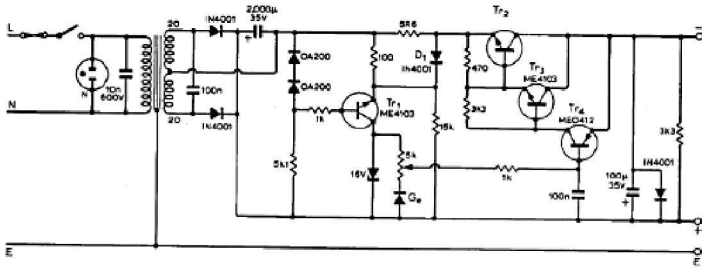
Encontramos este circuito numa publicação de 1977. Ele fornece uma tensão da ordem de 6 V para pré-amplificadores de áudio de baixo consumo e de muito alto ganho. O circuito pode usar transistores BC548 para os NPN e BC558 para o PNP. O resistor R3 depende da corrente exigida pelo pré-amplificador alimentado.



## 7) Fonte de 0 a 15 V com 500 mA

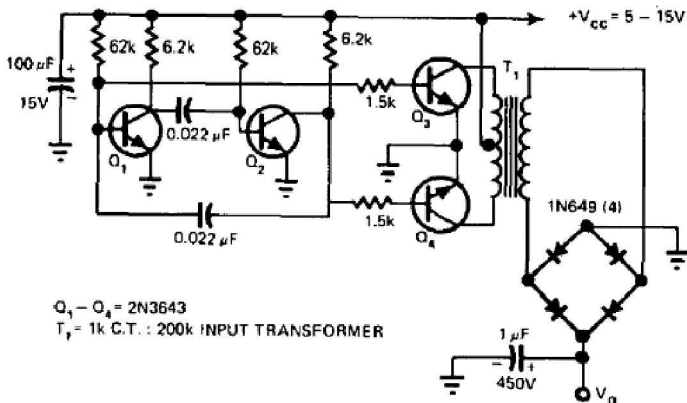
Esta fonte simples para a bancada usa apenas transistores e pode fornecer até 500 mA com um BD135 para TR2. Os demais transistores podem ser os BC548 para os NPN e BC558 para os PNP. O BD deve ser dotado de radiador de calor. Com os

transistores originais a corrente máxima é menor.



## 8) Conversor de 5 para 400 V

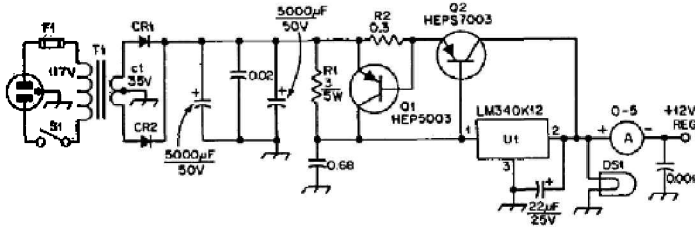
Este circuito converte tensões de 5 a 12 V em tensões de 100 a 400 V. O transformador tem primário de 110 V ou 220 V e secundário de 5 a 12 V com corrente de 300 mA ou mais. Os transistores do multivibrador podem ser os BC548 e os transistores de potência podem ser os BD135 ou TIP31. Os diodos da ponte são 1N4007. O circuito é de uma publicação de 1977.



## 9) Fonte de 12 V com 5 A

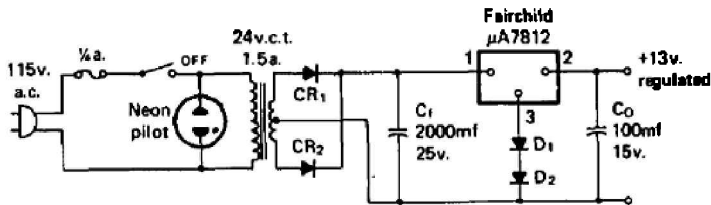
Este circuito é de uma publicação para radioamadores de 1977,

apresentando uma proteção crowbar. O transistor Q1 pode ser um BD136 e Q2 um 2N2955. O transistor e o circuito integrado devem ser dotados de bons radiadores de calor. O transformador tem 5 A de secundário. A lâmpada indicadora pode ser substituída por um LED em série com um resistor de 1k.



## 10) Fonte de 13 V com 1 A

Com este circuito é possível aumentar a tensão de saída de um regulador 7812. O circuito é de uma publicação de 1974. Os diodos podem ser 1N4002 e o circuito integrado deve ser dotado de radiador de calor. O transformador deve ter 1 ou 1,5 A de corrente de secundário.

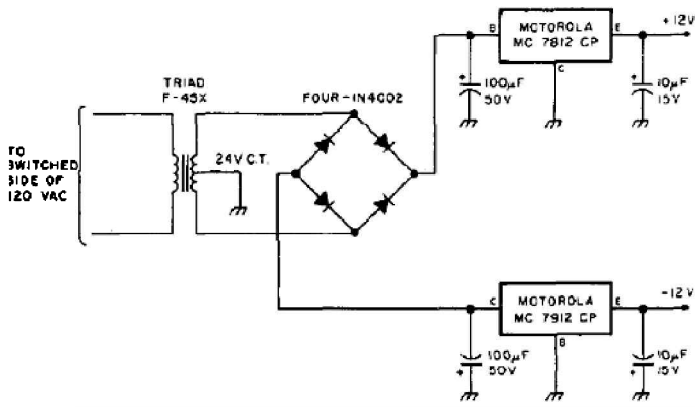


## 11) Fonte Simétrica de 12 V

Esta configuração tradicional de fonte simétrica com os reguladores 7812 e 7912 foi encontrada numa publicação de 1977. O transformador tem 2 A de secundário e os diodos da ponte são os

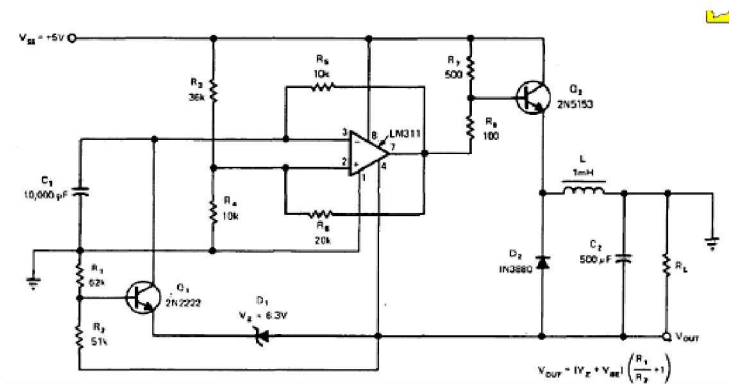


1N4002. Outras tensões podem ser obtidas com reguladores de outros tipos da mesma série.



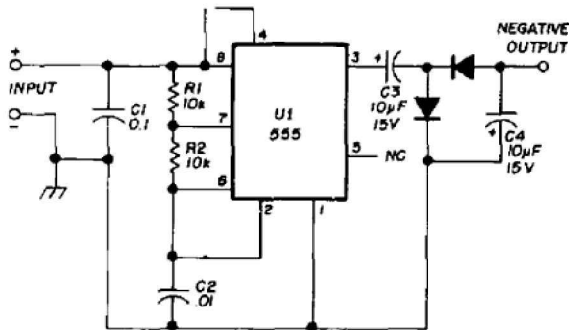
## 12) Conversor de +5 para -15 V

Encontramos este circuito numa documentação técnica antiga. O circuito pode ser elaborado com outros amplificadores operacionais e o transistor pode ser um BD135 para correntes até 500 mA. A tensão de saída pode ser alterada com a utilização da fórmula junto ao diagrama.



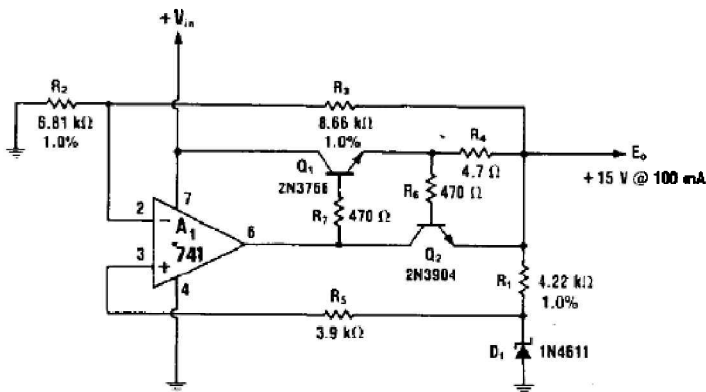
## 13) Conversor de +5 para -18 V

Esta configuração comum de conversor DC-DC foi obtida num manual para radioamadores de 1975. O circuito converte uma tensão positiva em negativa sob regime de baixa corrente. Os diodos podem ser os 1N4148. A frequência pode ser alterada conforme o rendimento desejado.



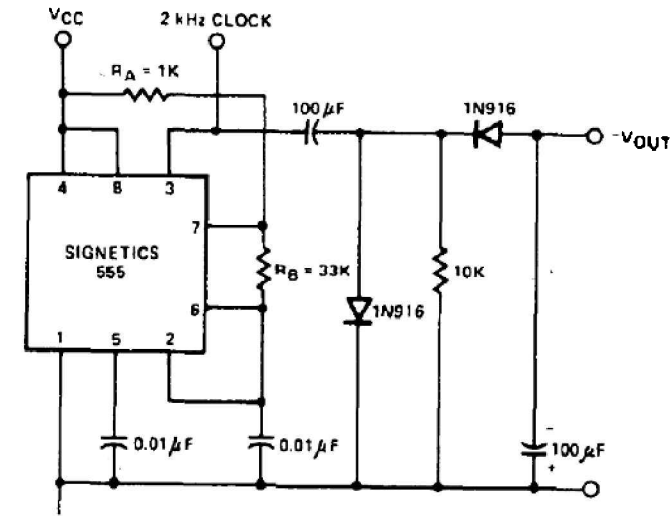
## 14) Regulador de 15 V com 100 mA

Encontramos este circuito numa documentação de 1974. O transistor NPN pode ser o BD135 e o PNP o BC548. O circuito usa um zener de 15 V. O operacional não precisa de fonte simétrica e a tensão de entrada deve ser pelo menos 2 V maior que a tensão de saída.



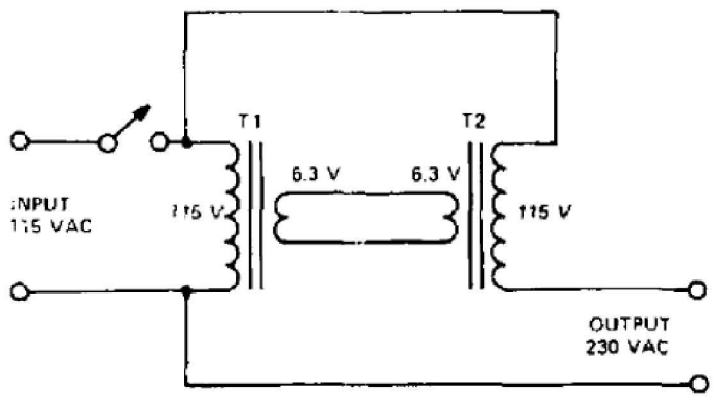
## 15) Inversor de Polaridade com o 555

Este circuito foi obtido num manual da Signetics de 1977. Com ele é possível obter uma tensão negativa a partir de uma tensão positiva sob regime de baixa corrente (alguns miliampères). Os diodos admitem equivalentes e a operação é sincronizada por um clock de 2 kHz.



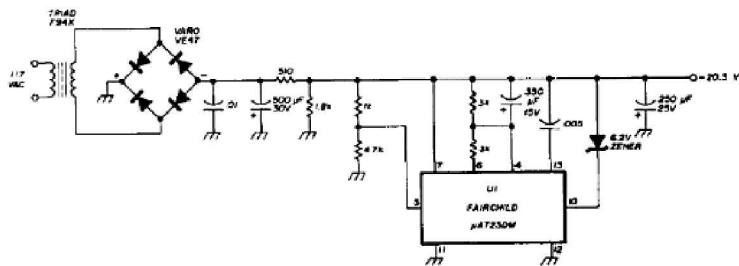
## 16) Transformador de 110 V para 220 V

Na figura temos o modo de se obter 220 V a partir de dois transformadores iguais de 110 V ou ainda 230 V a partir de dois transformadores de 115 V. O circuito é de uma publicação de 1974 e a potência máxima é dada pela potência dos transformadores usados, Por exemplo, um transforma de 6 V x 5 A resulta em 30 W. Podem ser usados transformadores iguais com outras tensões de secundário.



## 17) Fonte de - 20 V

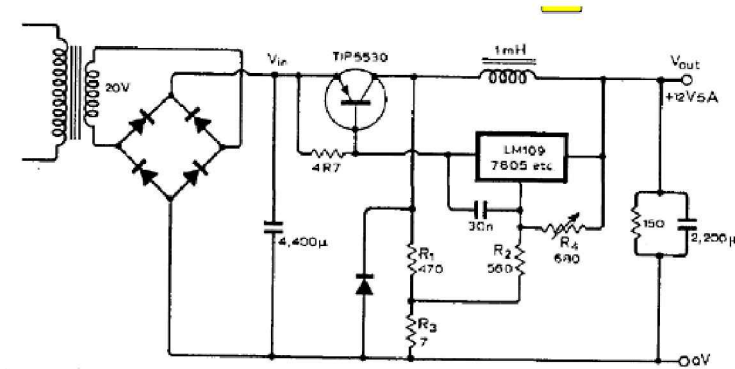
Este circuito destina-se a polarização de varicaps em circuitos de sintonia. Encontramos numa publicação de 1976. Os diodos da ponte podem ser os 1N4004 e o transformador tem secundário de 18 V x 50 ou 100 mA.



## 18) Fonte Chaveada Ajustável

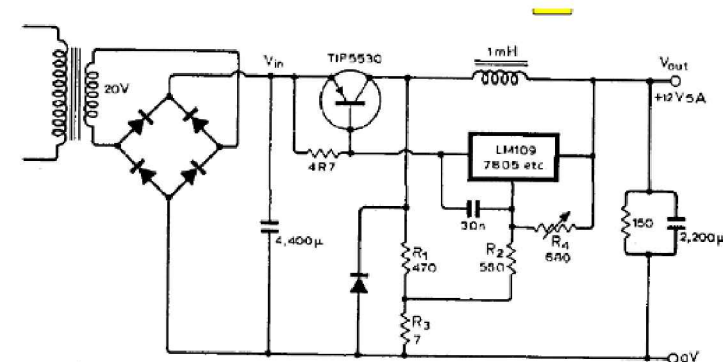
Encontramos este circuito numa documentação de 1976. O transistor e o circuito integrado devem ser dotados de bons

radiadores de calor. Os diodos retificadores e o transformador devem ter corrente de acordo com o que se deseja na saída.



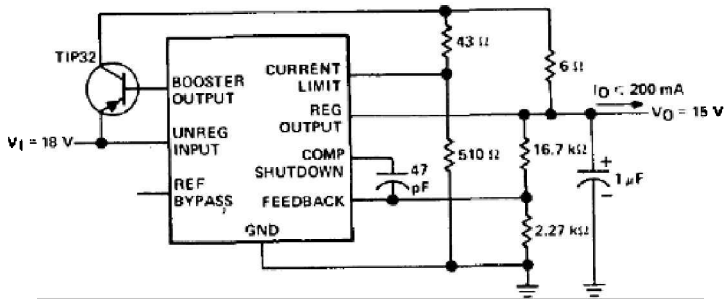
## 19) Fonte Sem Transformador com SCR

Encontramos este circuito numa documentação de 1976. O transistor e o circuito integrado devem ser dotados de bons radiadores de calor. Os diodos retificadores e o transformador devem ter corrente de acordo com o que se deseja na saída.



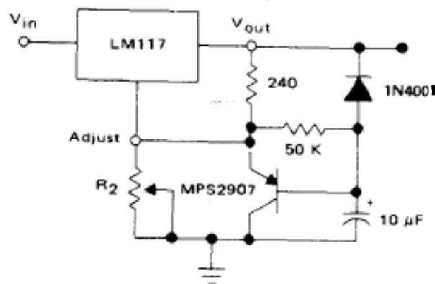
## 20) Fonte de 15 V com 200 mA

O regulador apresentado é sugerido pelo “The Linear and Interface Databook” da Texas Instruments de 1973. O transistor deve ser montado num bom radiador de calor e o circuito integrado é o SN62106, SN7306 ou SN72376.



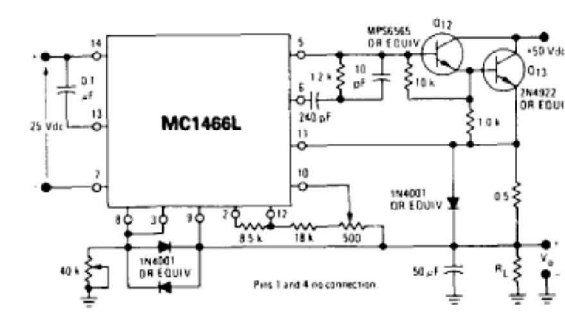
## 21) Fonte com Partida Lenta

Esta configuração já foi encontrada em outros manuais, pois o LM117 é fabricado por diversas empresas de semicondutores. Este circuito, especificamente é do Linear Databook da Motorola de 1990. O transistor pode ser o BC558.



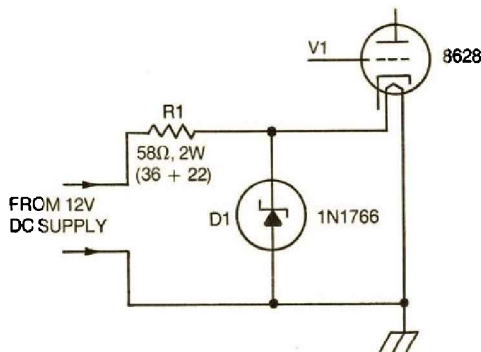
## 22) Regulador de 0 a 40 V com 500 mA

O circuito integrado usado neste projeto é pouco comum e os transistores também, mas podem ser substituídos por equivalentes. O circuito é do Linear Databook da Motorola de 1990.



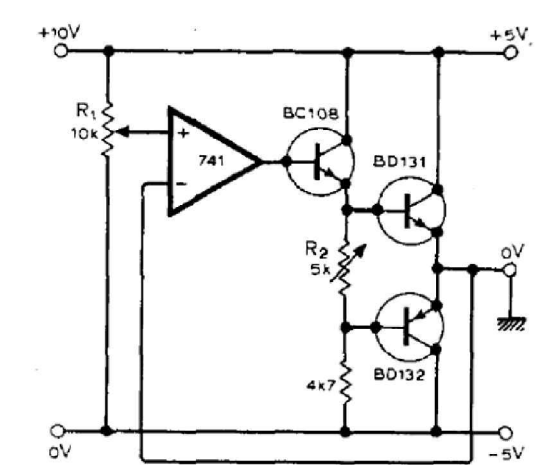
## 23) Tensão Estabilizada Para Filamentos de Válvulas

Na figura mostramos como obter uma tensão estabilizada para o filamento de uma válvula de 6,3 V x 100 mA. Para outras correntes o resistor e o diodo zener devem ser recalculados. O resistor deve ser de fio podendo eventualmente ser ligados resistores de 36 (33) e 22 ohms em série. O circuito é de uma antiga documentação americana.



## 24) Divisor de Tensão Regulador

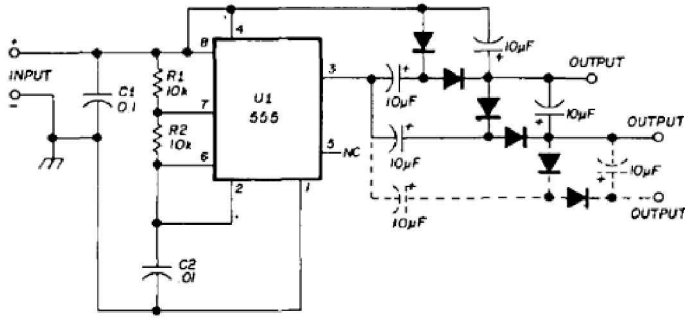
Encontramos este circuito numa documentação técnica de 1976. Os transistores podem ser os BD135 e BD136 dotados de radiadores para uma corrente máxima de 500 mA. O BC108 pode ser substituído pelo BC548.



## 25) Multiplicador DC com o 555

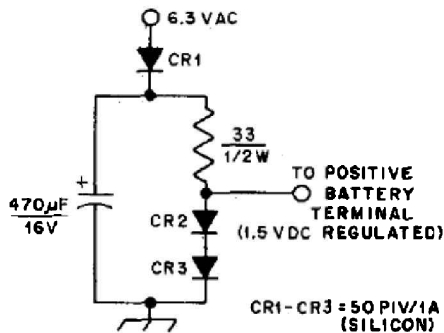
Na figura temos um conversor DC-DC de muito baixa corrente usando um 555. O circuito pode ter entradas na faixa de 5 V a 15 V e a saída depende apenas do número de etapas que o multiplicador usa. A corrente é de alguns miliampères apenas.





## 26) Fonte de 1,5 V

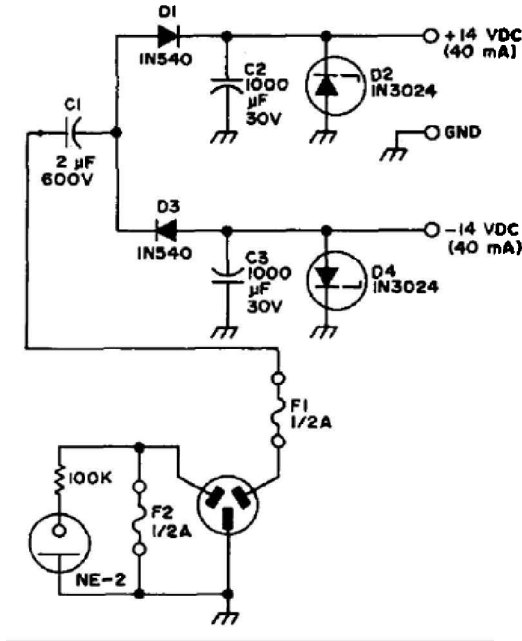
Esta fonte fornece uma tensão de 1,5 V a partir do secundário de 6,3 V ou 6 V de um transformador comum. Os diodos são de silício como os 1N4148. O circuito é de uma documentação de 1976. O circuito equivale a uma célula do tipo AAA. Para maiores corrente, reduza o valor do resistor de 33 ohms.



## 27) Fonte Simétrica de 14 V Sem Transformador

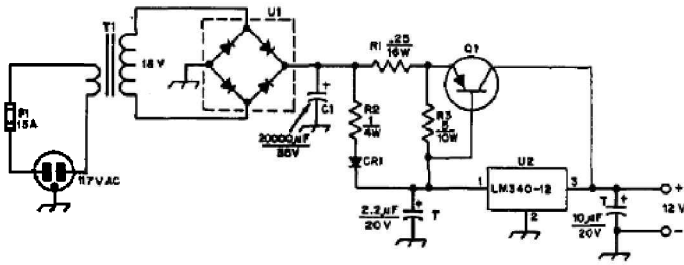
Encontramos este circuito numa revista 73 de 1971. Outras tensões

de saída podem ser obtidas com a troca dos zeners, que devem ser de 1 W. A corrente máxima é de 40 mA. O capacitor C1 é de 2,2 uF de poliéster com 400 V de tensão de trabalho. Para a rede de 220 V use um capacitor de 1,5 uF. Lembre-se que a fonte não é isolada da rede de energia.



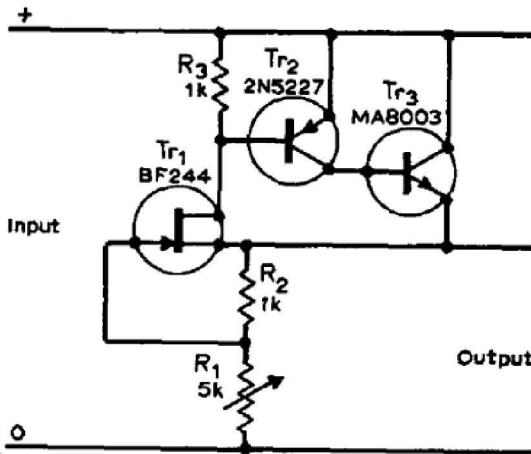
## 28) Fonte de 12 V com 10 A

Este circuito é de uma revista QST de 1976. A fonte pode fornecer uma corrente de 10 A com o transistor indicado, um HEP237. No entanto podem ser usados transistores mais modernos de correntes menores, como o 2N2955 para correntes até 5 A. Os diodos da ponte devem ser para 10 A assim como o enrolamento secundário do transformador.



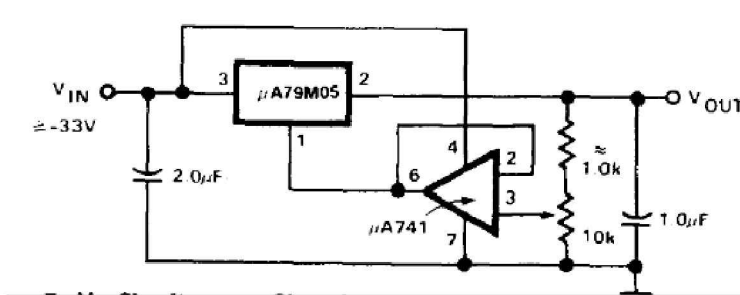
## 29) Regulador de 5 V com FET

Este regulador é de uma documentação de 1971. O FET pode ser o BF245 ou MPF102 e a corrente máxima de saída é de 60 mA com os transistores originais. Pode ser usado o BC558 para TR2 e BD135 para TR3 com a possibilidade de ser obter uma corrente maior.



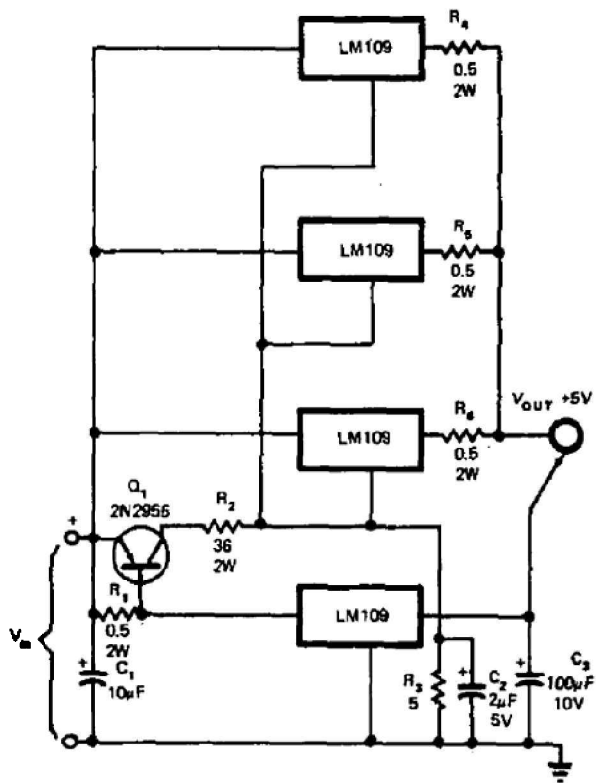
## 30) Regulador Negativo de 7 a 30 V

Encontramos este circuito no Signetics Analog Data Manual de 1977. O circuito integrado é um regulador negativo e o ajuste da tensão é feito no potenciômetro. A corrente máxima é de 1 A. O circuito integrado 70M05 deve ser dotado de radiador de calor e o capacitor de 2  $\mu\text{F}$  pode ser trocado por um de 2,2  $\mu\text{F}$ , valor comercial atual.



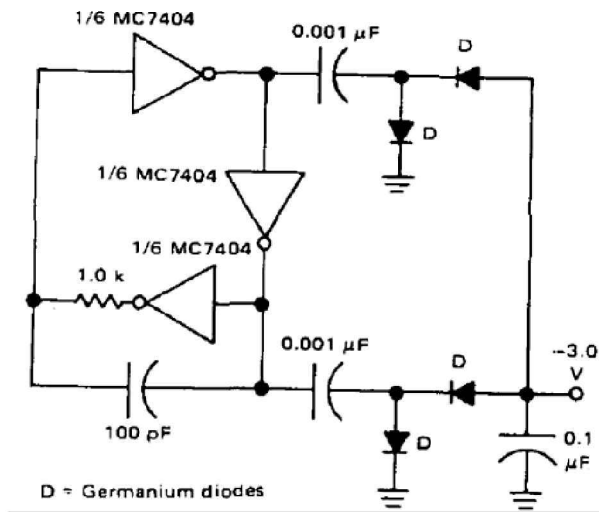
## 31) Reguladores em Paralelo

A configuração mostrada é válida para outros reguladores de 3 terminais, observando-se a colocação de resistores em série para melhor distribuição das correntes. O transistor de potência deve ser dotado de dissipadores de calor.



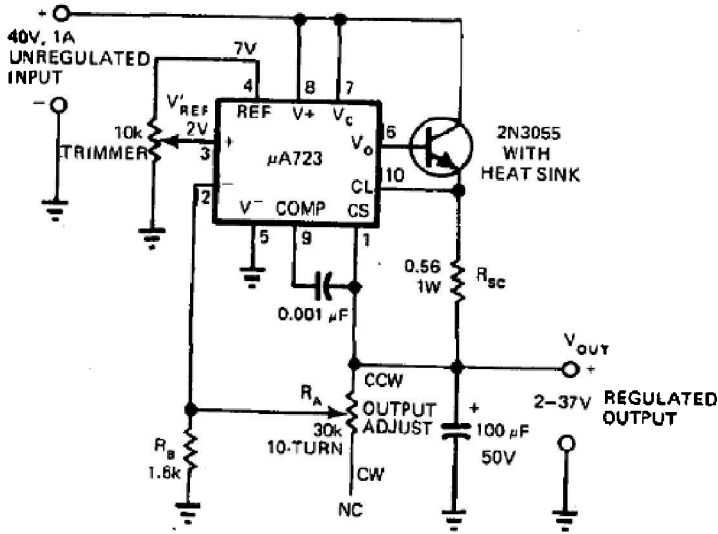
## 32) Gerador de -3 V

Encontramos esta configuração num manual de circuitos integrados da Motorola de 1975. Os diodos devem ser de germânio e a alimentação do circuito deve ser feita com uma tensão de 5 V. A corrente máxima de saída é da ordem de 100  $\mu$ A. Outros inversores TTL podem ser utilizados.



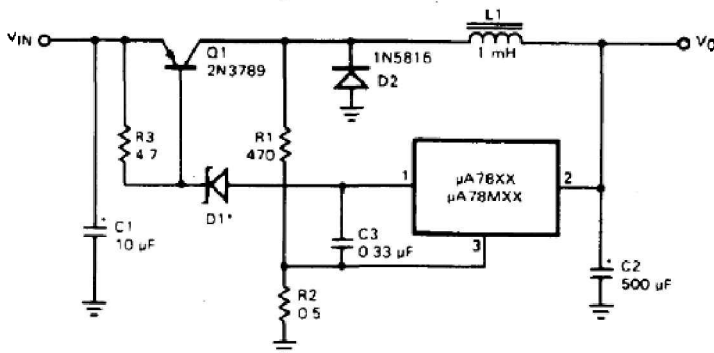
### 33) Fonte de 2 a 37 V com o 723

A corrente de saída deste circuito é de alguns ampères com o 2N3055, que deve ser dotado de um bom radiador de calor. O circuito é de uma publicação de 1978. A corrente máxima de saída é de 1 A e a entrada de 40 V para uma saída máxima de 37 V.



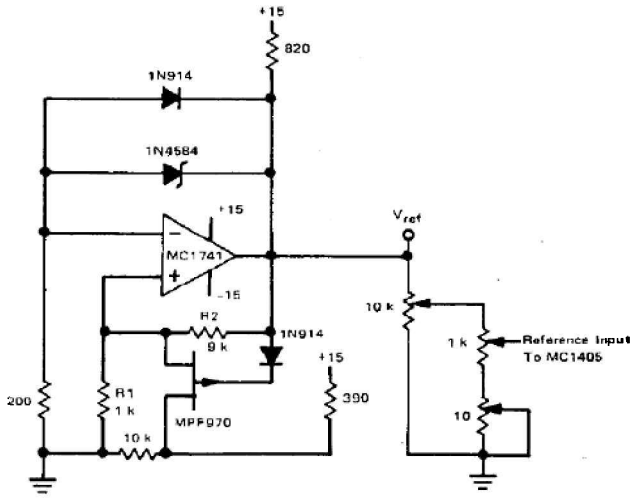
## 34) Regulador Chaveado

Encontramos este circuito no Signetics Analog Data Manual, da Signetics de 1977. O circuito fornece correntes na faixa de 100 mA a 1 A com tensões de 5 a 24 V, conforme o regulador utilizado. O transistor pode ser um TIP32 dotado de radiador. O diodo pode ser o 1N4002. D1 reduz a tensão de entrada para um nível aceitável pelo regulador.



## 35) Referência de 1 V de Precisão

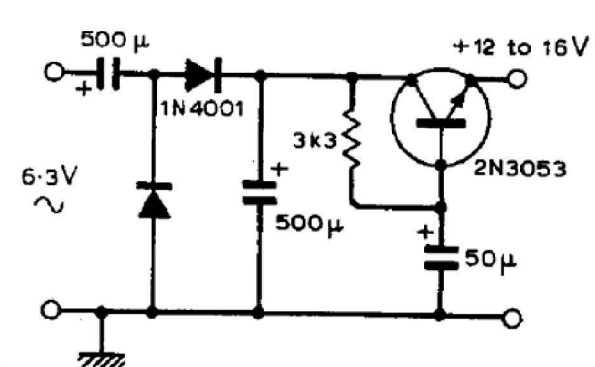
Este circuito é de um manual da Motorola de 1975. O FET pode ser o BF245 e o ajuste da tensão de saída é feito nos potenciômetros. A fonte de alimentação deve ser simétrica.



## 36) Conversor de 6 para 12 V

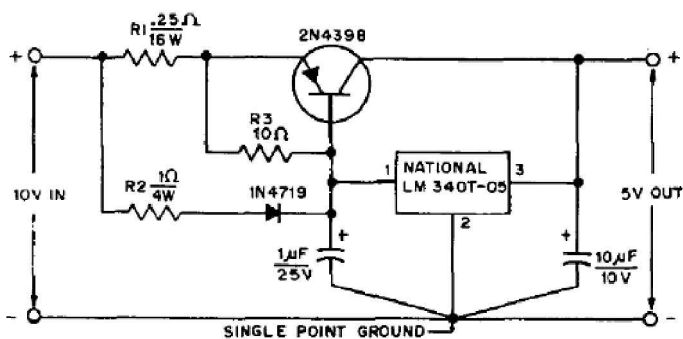
Este simples conversor não usa transformador e o transistor pode ser o BD135 para correntes até uns 100 mA. O circuito é de uma documentação de 1975. Os diodos também podem ser os 1N4002 ou 1N4004. Observe que a entrada deve ser de tensão alternada.





## 37) Regulador de 5 V com 2 A

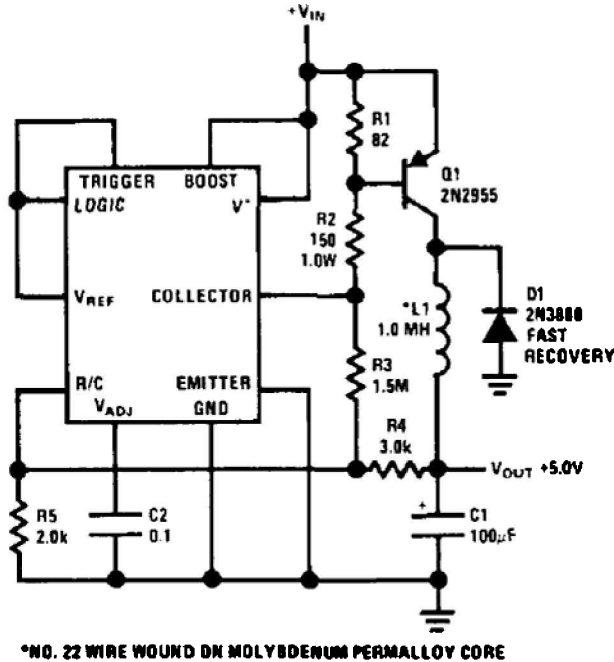
Este circuito foi encontrado numa revista QST de 1976. O transistor pode ser o 2N2955 montado em radiador de calor. Os resistores podem ter seus valores aproximados para os comerciais atuais. R1 deve ser de fio.



## 38) Regulador Chaveado de 5 V com 1 A

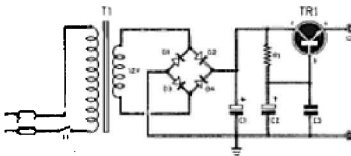
Este circuito é de uma documentação da National Semiconductor de 1973. O circuito tem uma regulação menor do que 0,5% e o

ripple na frequência de comutação é menor do que 30 mV. A saída pode ser ajustada para tensões entre 1 e 30 V através de R1.



## 39) Fonte Simples de 9 V

Esta fonte, encontrada numa publicação italiana Elettronica Prática número 9, de 1977, fornece correntes até uns 200 mA. A corrente pode ser maior com o BD135. O transformador é de 12 V com pelo menos 250 mA. O transistor deve ser dotado de um dissipador de calor e o transformador pode ter primário de 110 V, se esta for a tensão da rede local.

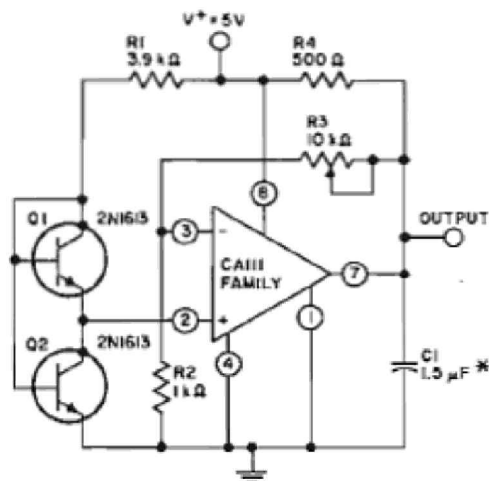


### COMPONENTI

- C1 = 1.000  $\mu$ F - 24 V (eletrolítico)
- C2 = 100  $\mu$ F - 12 V (eletrolítico)
- C3 = 22.000 pF
- R1 = 1.000 ohm (vedi testo)
- TR1 = 2N1711
- T1 = trasf. (220 V - 12 V - 0.3 A)
- D1-D2-D3-D4 = 1N4004

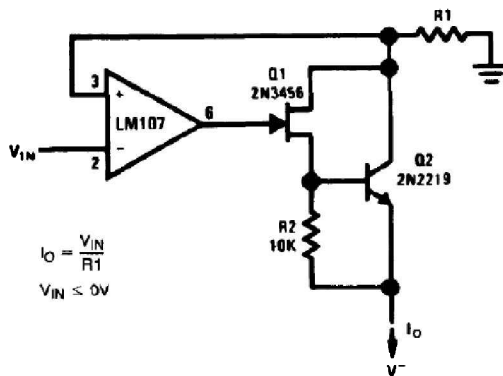
## 40) Referência de Tensão Ajustável

Encontramos este circuito numa documentação técnica da RCA de 1972. O comparador pode ser qualquer tipo e C1 preferivelmente deve ser de tântalo. Os transistores admitem equivalentes de uso geral como os BC548. Observe que, para Q1 o curto entre coletor e base é proposital para que se aproveite no circuito a referência dada pela junção base-emissor. O resistor R4 pode ser de 470 ohms.



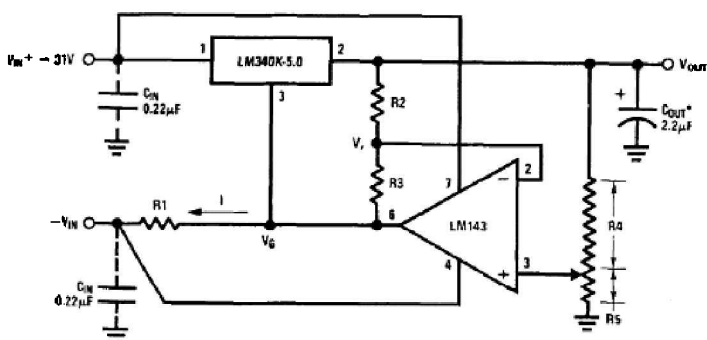
## 41) Fonte de Corrente de Precisão

Este circuito fornece uma corrente dada pelos componentes calculados segundo a fórmula junto ao diagrama. A corrente máxima depende de Q2 que é da ordem de 200 mA para o 2N2219 e 500 mA para um BD136. O FET pode ser o BF245. O circuito se aplica a outros operacionais. O transistor Q2 deve ser montado em radiador de calor apropriado.



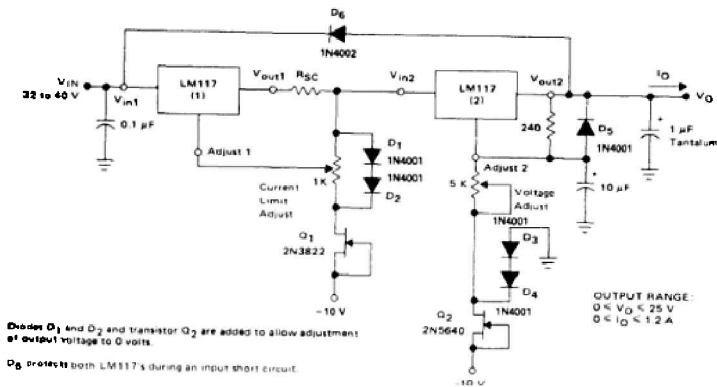
## 42) Fonte de 0 a 30 V com o LM340

O circuito apresentado é do Linear Applications Handbook da National Semiconductor de 1994. O LM340 deve ser dotado de radiador de calor e R4 deve ser de 10k com a tensão sendo ajustada pela relação R4 e R5. Amplificadores operacionais equivalentes podem ser utilizados e a tensão de entrada deve ser de pelo menos 31 V. R2 e R3 podem ter valores próximos a 1k.



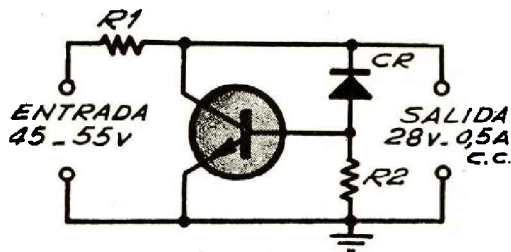
## 43) Fonte Chaveada de 5 V x 1 A





## 45) Regulador Paralelo de 28 V x 500 mA

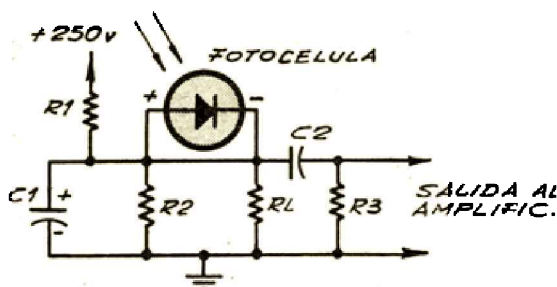
Encontrei este circuito de regulador shunt típico numa revista argentina de 1973. O circuito pode ser montado com o transistor 2N3055 num bom radiador de calor. O diodo zener CR determina a tensão de saída, podendo ser usados outros valores. Observe a alta dissipação do resistor R1. Este circuito tem um rendimento muito baixo, pois boa parte da potência não usada na carga é dissipada no transistor.



CR = Diodo de referência, 27 V.  
 R1 = 28  $\Omega$ /10 W (incluye la resistencia de la fuente, transformadores, rectificadores, etc.).  
 R2 = 50  $\Omega$ /0,5 W.

## 46) Alimentação de Alta Tensão Para Fotocélulas

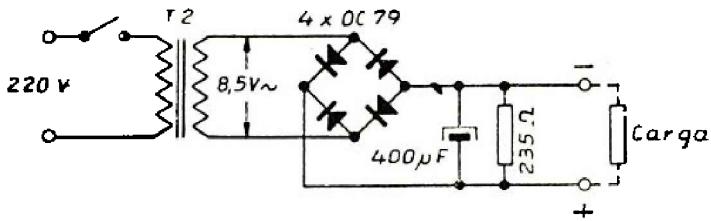
Este circuito é de uma publicação argentina de 1973. Ele fornece um sinal para um amplificador a partir de uma célula fotoelétrica alimentada por alta tensão. O símbolo usado na representação desta célula é de um foto-diodo, mas, as podem ser usadas fotocélulas usadas na alimentação de calculadoras e outros aparelhos solares. O circuito para a recepção de sinais modulados.



$C_1$ : 1  $\mu\text{F}/50 \text{ V}$ .  
 $C_2$ : .047  $\mu\text{F}/100 \text{ V}$ .  
 $R_1$ : 220 K; 1/2 W.  
 $R_2$ : 22 K; 1/2 W.  
 $R_3$ : 1 M $\Omega$ ; 1/2 W.  
 $R_L$ : 100 K; 1/2 W.

## 47) Fonte Usando Transistores como Retificadores

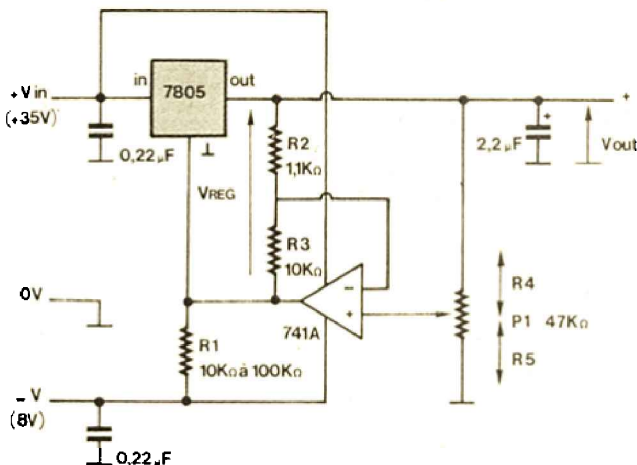
Esta fonte, obtida numa publicação de 1973, sugere o uso de transistores de germânio parcialmente queimados como retificadores. A fonte fornece aproximadamente 9 V de saída com uma corrente máxima da ordem de 50 mA. No caso, foram usadas as junções base-emissor de velhos transistores OC79, mas outros transistores podem ser usados. O capacitor pode ser de 470  $\mu\text{F}$  e o transformador tem 50 mA de corrente de secundário.



## 48) Regulador de 0,5 V a 30 V com o 7805

Este circuito mostra como usar um regulador fixo de 5 V numa fonte variável de 1 A. O circuito integrado deve ser dotado de dissipador de calor e é necessário ter uma fonte negativa de tensão.

Encontramos o circuito numa documentação francesa dos anos 80.

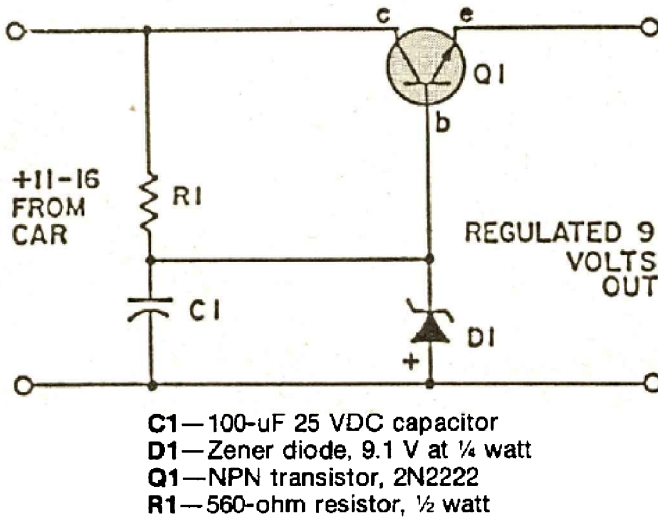


## 49) Redutor de 9 V para o Carro

Com o transistor original a corrente máxima deste redutor é da ordem de 200 mA. Correntes maiores podem ser obtidas com um BD135 (500 mA ou TIP31 (1 A). O circuito é de uma publicação

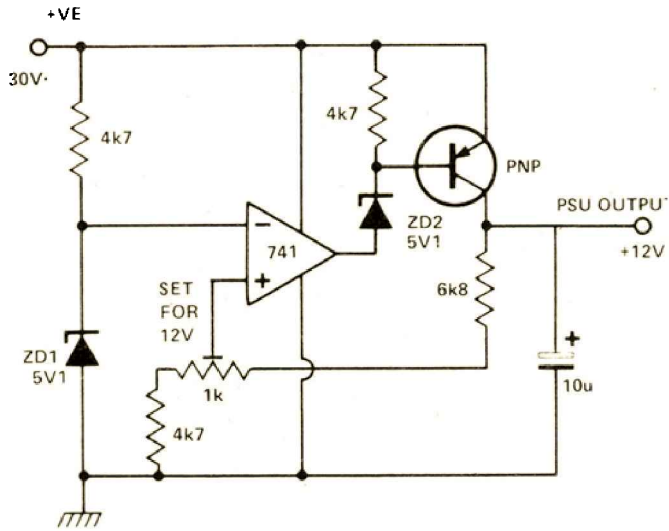


americana dos anos 80. Para o BD e TIP a corrente é maior, mas este componente deve ser montado em dissipador de calor. O circuito também pode ser usado para se obter 6 V com a troca do zener.



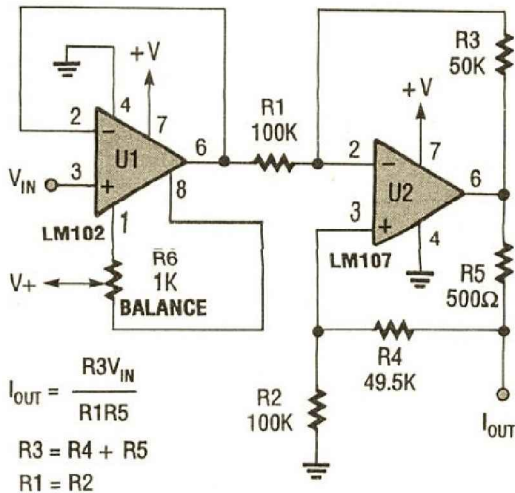
## 50) Regulador de 12 V com o 741

A corrente máxima deste circuito pode chegar a 500 mA com o BD136 e 1 A com o TIP32. O circuito fornece uma tensão de saída de 12 V ajustada no trimpot. Encontramos esta configuração numa documentação de 1978. O transistor deve ser montado em radiador de calor.



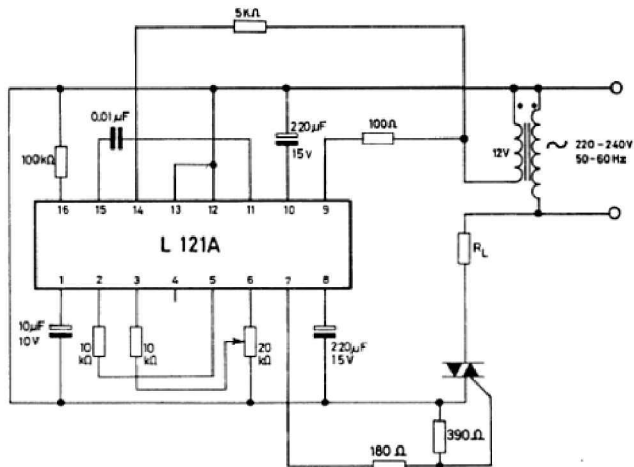
## 51) Fonte de Corrente Bilateral

Este circuito utiliza dois amplificadores operacionais que admitem equivalentes. A configuração é de uma documentação americana dos anos 90. Os valores dos componentes são calculados pela fórmula junto ao diagrama. A corrente é da ordem de algumas dezenas de miliampères e os resistores podem ter seus valores aproximados para os das séries comerciais mais modernas.

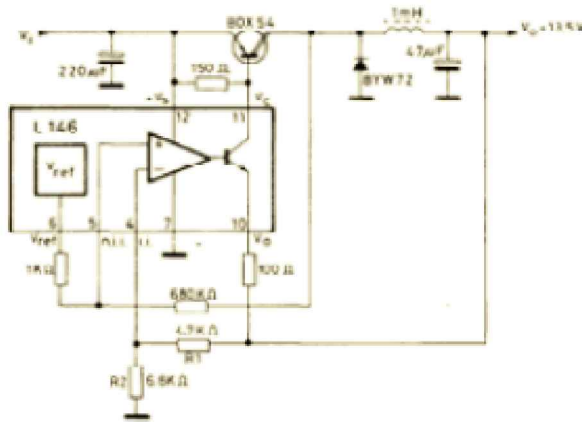


## 52) Fonte AC – Variac

Este circuito de variac com o L121 A foi encontrado no manual de circuitos integrados da SGS de 1982. O circuito controla diretamente a carga cuja corrente máxima depende do triac. O circuito pode ser modificado para operar na rede de 110 V. O circuito integrado utilizado não é muito comum no nosso mercado.



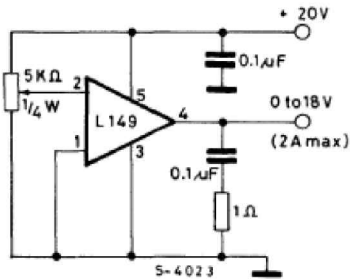




Output voltage	13.5V
Max output current	3A
Input voltage range	20 to 30V
Line regulation	50 dB ( $I_o = 2A$ ) $\Delta V_o = 10V$
Load regulation	0.1% ( $\Delta I_o = 3A$ )
Ripple	100 mVpp
Efficiency	75% ( $I_o = 3A$ )
Switching frequency	25 KHz

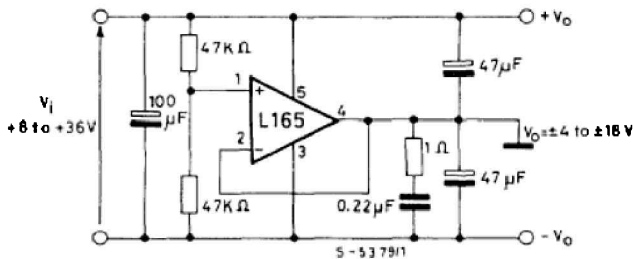
## 55) Potenciômetro Eletrônica com o L149

Encontramos este circuito que pode controlar até 2 A de carga com tensões de 0 a 18 V no manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. O circuito integrado deve ser dotado de bom radiador de calor. Este circuito integrado não é muito comum no nosso mercado atualmente.



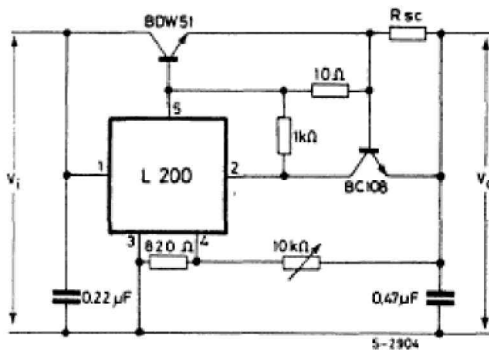
## 56) Divisor Para Fonte Simétrica até 3 A

Este circuito divide por 2 a tensão de uma fonte possibilitando seu uso como fonte simétrica. No caso, o circuito do manual de circuitos integrados da SGS pode fornecer até 3 A e foi encontrado no manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. O circuito integrado utilizado não é muito comum no nosso mercado, mas outros operacionais com as mesmas características podem ser utilizados.



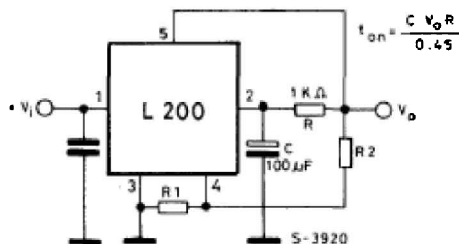
## 57) Regulador de Alta Corrente

O circuito integrado usado neste circuito não é muito comum atualmente, pois se trata de configuração obtida no manual de circuitos integrados da SGS de 1982. O transistor admite equivalente conforme a corrente desejada na saída. O transistor de potência deve ser montado em bom radiador de calor.



## 58) Fonte com Acionamento Lento

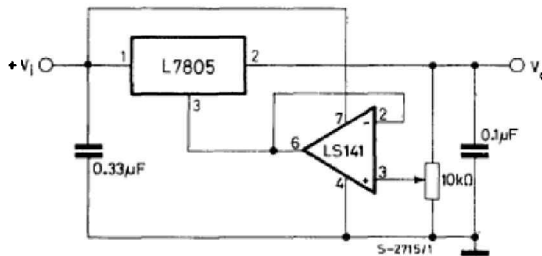
Este circuito foi encontrado no manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. O capacitor determina a taxa segundo a qual a tensão de saída sobe até chegar ao valor nominal determinado por R1 e R2. O circuito integrado utilizado não é muito comum atualmente.



## 59) Regulador de 7 a 30 V com o 7805

O L7805 é o equivalente SGS do 7805. O circuito é do manual de circuitos integrados lineares da SGS e o amplificador operacional

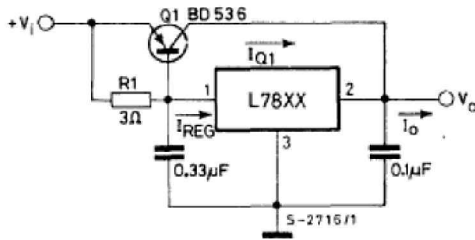
pode ser um 741. A tensão de entrada deve ser de pelo menos 33 V. A corrente máxima de saída é de 1 A. O circuito integrado 7805 deve ser dotado de radiador de calor.



## 60) Regulador de Alta Tensão com o 7805

Este circuito foi encontrado no manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. O L78xx é equivalente ao 78xx bem conhecido e o transistor admite equivalente conforme a corrente de saída. As fórmulas abaixo do diagrama possibilitam o cálculo dos componentes conforme a corrente de saída. O transistor de potência deve ser montado em radiador de calor.



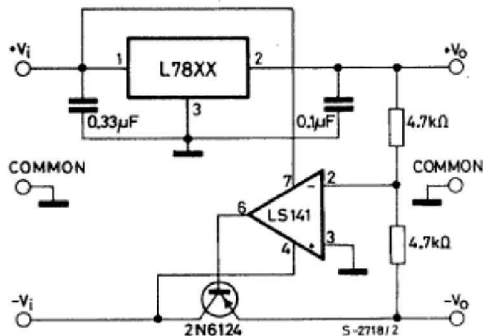


$$R_1 = \frac{V_{BEQ_1}}{I_{REG} - \frac{I_{Q_1}}{\beta_{Q_1}}}$$

$$I_o = I_{REG} + \beta_{Q_1} \left[ I_{REG} - \frac{V_{BEQ_1}}{R_1} \right]$$

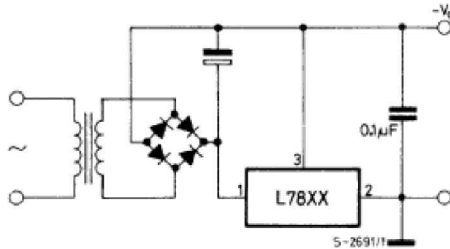
## 61) Fonte Simétrica Tipo Tracking

Este circuito é do manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. O L78xx é equivalente ao 78xx comum e o operacional pode ser o 741. O transistor deve ser escolhido de acordo com a corrente de saída da fonte.



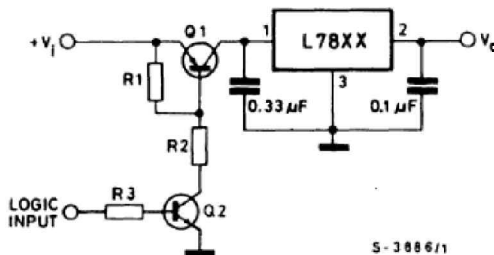
## 62) Fonte de Tensão Negativa com o 78xx

Encontramos este circuito no manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. O L78xx é equivalente ao 78xx e a tensão de saída depende do xx. O secundário do transformador deve ter tensão um pouco maior do que xx e a corrente máxima é de 1 A. O circuito integrado deve ser montado em radiador de calor.



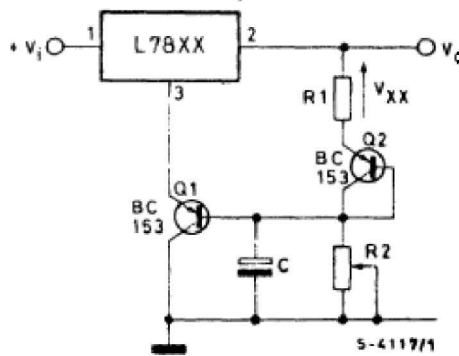
## 63) Shutdown Remoto para o 78xx

Este circuito é do manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. O L78xx é equivalente da SGS para os 78xx comuns onde o xx determina a tensão de saída. O transistor Q1 pode ser um TIP32 e Q2 pode ser um BC548. O circuito pode ser controlado por lógica CMOS ou TTL com R3 de 1k. R1 pode ser de 470 ohms e R2 de 220 ohms.



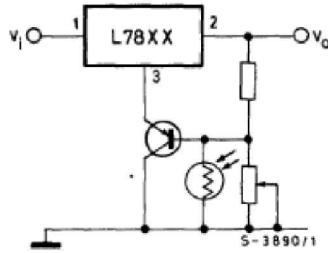
## 64) Regulador Ajustável com Compensação de Temperatura

O L78xx da SGS é equivalente ao 78xx comum. O circuito foi encontrado no manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. Para R1 pode-se usar um resistor de 220 ohms e para R2 um trimpot de 4k7. Os transistores podem ser os BC558. A corrente máxima de saída é de 1 A.



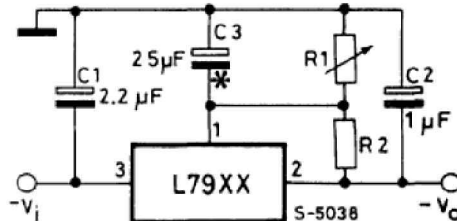
## 65) Regulador de Tensão Controlado por Luz

Neste circuito a tensão de saída depende da luz que incide no LDR, diminuindo quando a luz aumenta. O circuito é do manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. R1 pode ser de 220 ohms e o trimpot de 4k7. O transistor pode ser o BC558. O circuito integrado deve ser dotado de radiador de calor.



## 66) Fonte Negativa com Tensão Aumentada

O L79xx consiste na versão do 79xx da SGS. O circuito foi obtido no manual de circuitos integrados lineares da SGS de 1982. A corrente máxima é de 1 A e as fórmulas junto ao diagrama possibilitam o cálculo dos resistores conforme a tensão desejada. O circuito integrado deve ser dotado de radiador de calor.

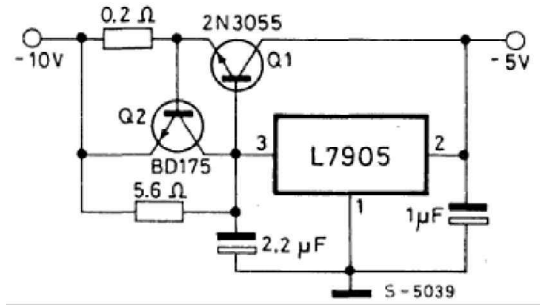


$$V_o \cong V_{xx} \cdot \frac{R1 + R2}{R2} \quad \frac{V_{xx}}{R2} > 3 I_d$$

## 67) Fonte de -5 V x 4 A com o 7905

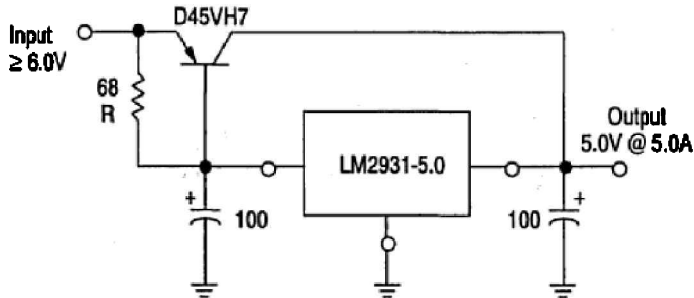
L7905 é um regulador negativo de tensão equivalente ao 7905. O circuito é do manual de circuitos integrados lineares da SGS de

1982. O 2N3055 deve ser dotado de bom radiador de calor. O circuito pode ser adaptado para operar com outros



## 68) Regulador LDO com o LM2931-5

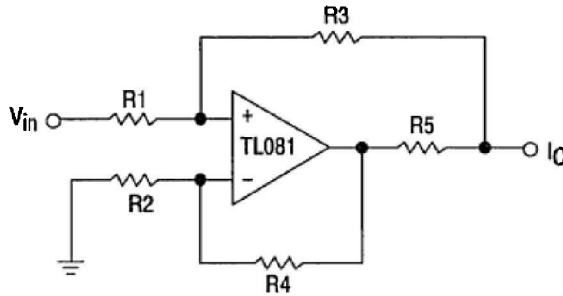
Este regulador de 5 V tem uma baixa queda de tensão, podendo fornecer correntes até 5 A. O circuito é do Linear Interface ICs da Motorola de 1993. O transistor deve ser de tipo de baixa resistência de condução. O transistor pode ser o 2N2955 montado em excelente radiador de calor.



## 69) Fonte de Corrente Controlada por Tensão

Encontramos este circuito no Linear Interface ICs da Motorola de

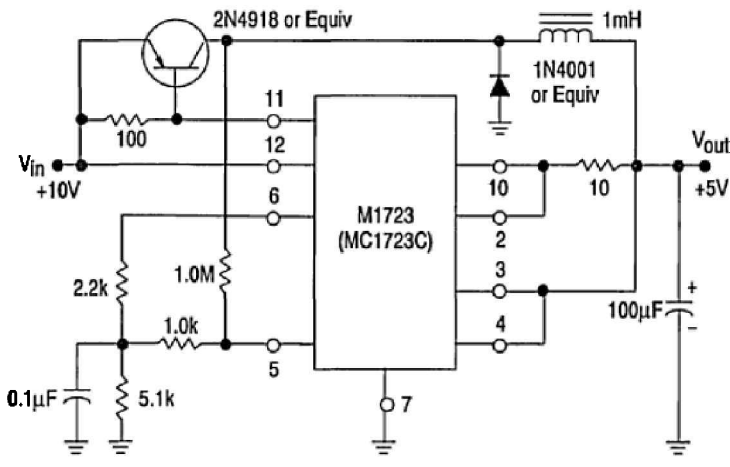
1993. O circuito deve ser alimentado por fonte simétrica e junto ao diagrama a fórmula para o cálculo dos componentes. Amplificadores operacionais com FET da mesma série podem ser utilizados.



If  $R1$  through  $R4 \gg R5$  then  $I_{out} = \frac{V_{in}}{R5}$

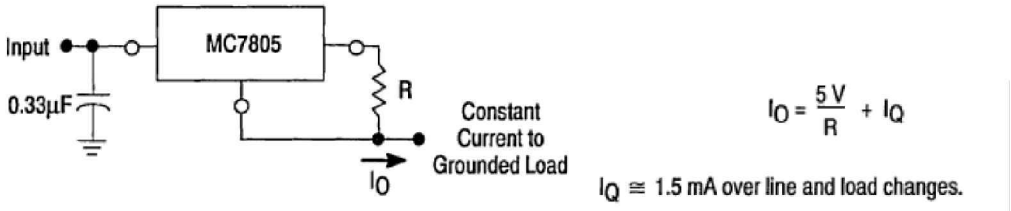
## 70) Regulador Chaveado com o 723

Este circuito é do Linear Interface ICs da Motorola de 1993. O MC1723 é o equivalente ao conhecido 723. O transistor admite equivalentes, devendo ser montado em radiador de calor, conforme a corrente. Para um TIP32 a corrente pode ser da ordem de 1 A. O componente crítico é o indutor.



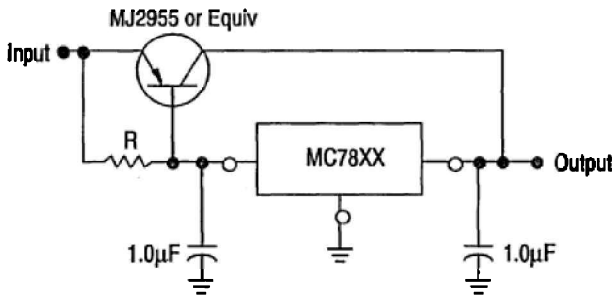
## 71) Regulador de Corrente com o 7805

Este circuito é a utilização convencional do 7805 como uma fonte de corrente constante até 1 A. O circuito é do Linear Interface ICs da Motorola de 1993. A fórmula permite calcular o resistor para a corrente desejada. Podem ser usados reguladores com outras tensões, modificando-se a fórmula para o cálculo de R. O circuito integrado deve ser montado em radiador de calor.



## 72) Booster de 5 A Para o 78xx

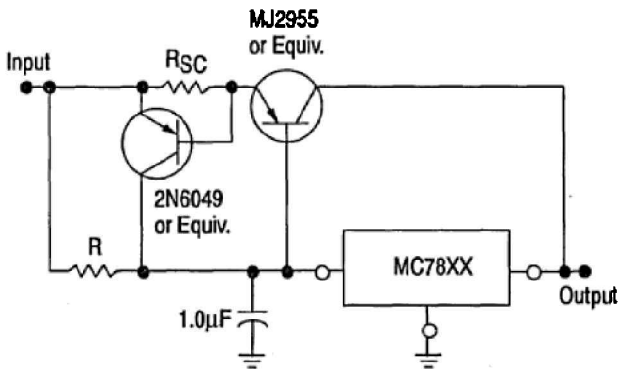
Encontramos este circuito no Linear Interface ICs da Motorola. Os componentes são atuais e o transistor deve ser dotado de um bom radiador de calor assim como o CI. O xx indica a tensão do circuito integrado.



XX = 2 digits of type number indicating voltage.

## 73) Proteção Contra Curto para os 78xx

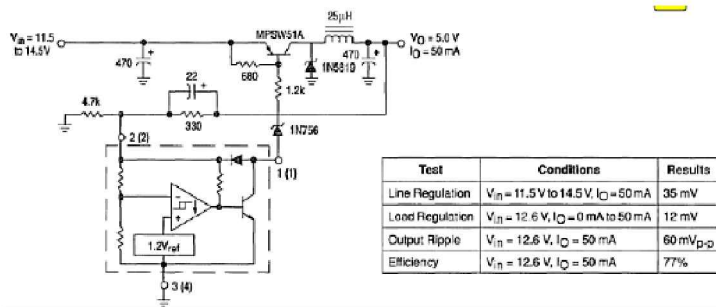
Este circuito de proteção vale para etapas com booster para os integrados da série 78xx onde o xx é a tensão de saída. O circuito foi encontrado no Linear Interface ICs da Motorola e os transistores admitem equivalentes. O circuito indicado é para uma corrente máxima de 5 A. O transistor de potência deve ser dotado de radiador de calor.



## 74) Regulador Chaveado com o MC34034

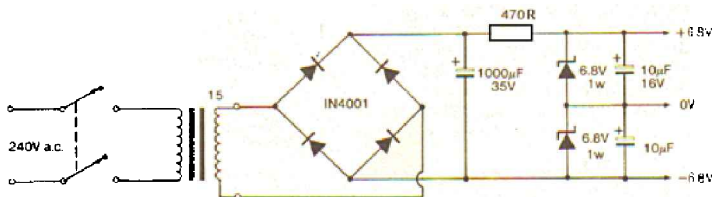
Também pode ser usado o MC33064, neste circuito do Linear Interface ICs da Motorola de 1993. O circuito usado não é muito comum atualmente. A corrente de saída é pequena. O transistor de potência também admite equivalente, devendo ser dotado de radiador de calor.





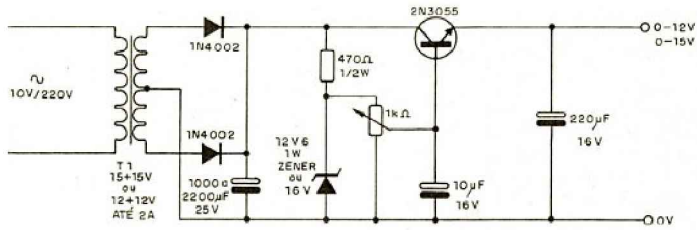
## 75) Fonte Simétrica com Zeners

A tensão de saída desta fonte é determinada pelos diodos zener, podendo ser alterada até um máximo de 12 V com o transformador usado. A corrente máxima é de algumas dezenas de miliampères e a filtragem pode ser melhorada com o uso de eletrolíticos maiores. A corrente do transformador deve ser da ordem de 200 a 300 mA. Para zeners de 1 W a corrente pode chegar a 500 mA e o resistor deve ser reduzido para 120 ohms x 2 W.



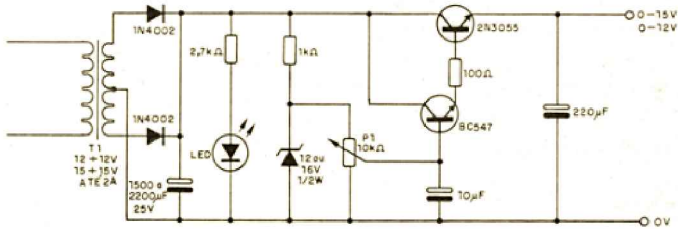
## 76) Fonte Variável de 0 a 12 V com 3 A

A fonte variável de 3 A mostrada na figura tem sua saída ajustada por um potenciômetro. A tensão máxima depende do diodo zener e a corrente máxima do secundário do transformador. O transistor deve ser dotado de bom radiador de calor. A fonte não é protegida.



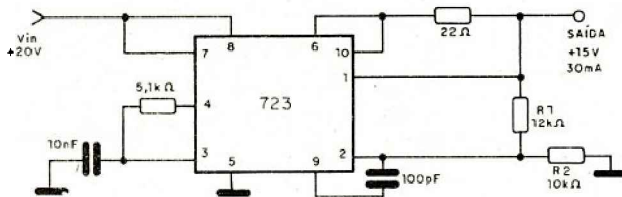
## 77) Fonte Variável de 0 a 12 V com 3 A (2)

Esta fonte utiliza um potenciômetro de baixa dissipação para controlar correntes até 3 A numa carga. A tensão máxima de saída é determinada pelo diodo zener. A corrente do secundário do transformador deve ser de acordo com a corrente desejada na saída. O transistor deve ser dotado de radiador de calor.



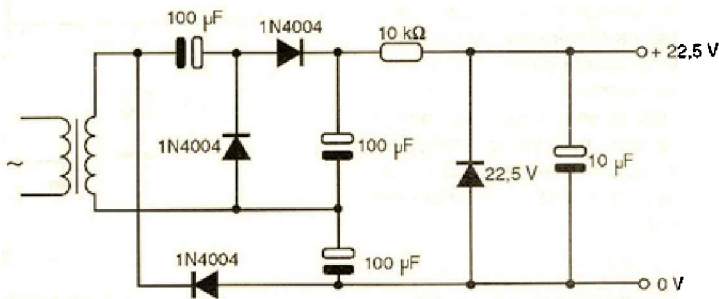
## 78) Regulador de 15 V x 30 mA com o 723

Este circuito se baseia no regulador de tensão 723, bastante conhecido por sua versatilidade. O circuito fornece uma tensão fixa de 15 V dada pelos resistores R1 e R2 que podem ser alterados. A corrente máxima de saída é de 30 mA e a tensão de entrada deve ser de pelo menos 20 V.



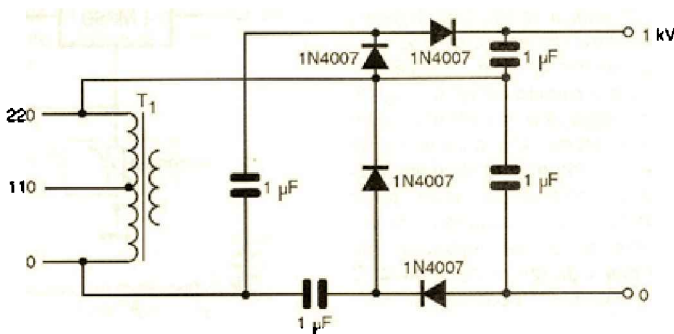
## 79) Fonte de 22,5 V Para Multímetro

Alguns multímetros antigos possuem uma escala de alta resistência que tem um circuito interno alimentado por uma bateria de 22,5 V. Além de ser muito difícil (senão impossível) encontrar esta bateria atualmente, seu custo é muito alto. Uma alternativa consiste no uso de uma fonte que é justamente a exemplificada na figura. Esta fonte pode ser usada também em circuitos de polarização que exijam uma tensão neste valor (22,5 V) sob corrente muito baixa. O transformador tem enrolamento primário de acordo com a rede de energia, e secundário de 12 V com pelo menos 50 mA de corrente. O diodo zener é de 400 mW e os capacitores devem ter tensão de trabalho de 50 V ou mais. O mesmo circuito, com modificações, como, por exemplo, a inversão de todos os diodos e capacitores, pode ser usado como fonte de tensão negativa para polarização de circuitos.



## 80) Fonte de 1 kV

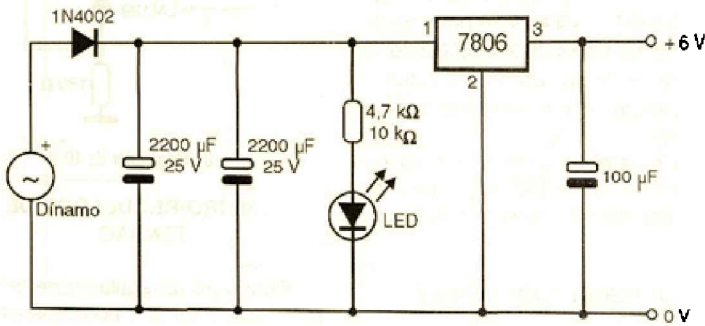
Este circuito nada mais é do que um quadruplicador de tensão que pode gerar perto de 1 000 V a partir dos 220 V obtidos de um autotransformador, que não será necessário se a rede local já for de 220 V. O circuito dado na figura usa capacitores de poliéster metalizado com uma tensão mínima de trabalho de 600 V. Os diodos admitem equivalentes e a corrente de saída é de apenas alguns miliampères, pois se deve considerar a reatância capacitiva dos capacitores usados no sistema quadruplicador.



## 81) Regulador de 6 V Para Dínamos

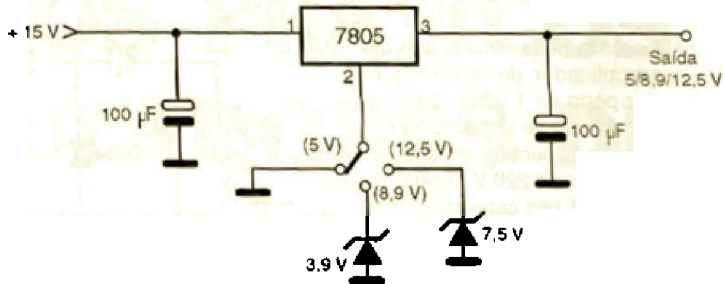
O circuito apresentado na figura é indicado para fontes alternativas de energia como, por exemplo, as obtidas a partir de um dínamo de bicicleta. O dínamo pode ser acoplado a sistemas mecânicos de produção de energia tais como: quedas de água, moinhos de vento, etc. O circuito integrado 7806 deve ser dotado de um bom dissipador de calor e a corrente máxima obtida na saída não deve superar 1 ampère. Com a presença do regulador o circuito pode alimentar com segurança pequenos aparelhos eletrônicos como rádios, gravadores, etc., sem o perigo de sobrecargas causadas pela flutuação da tensão que um dínamo comum apresenta quando em funcionamento normal. O LED serve apenas para indicar que a

energia está sendo produzida, e funciona como uma carga para o circuito quando não há nada ligado em sua saída.



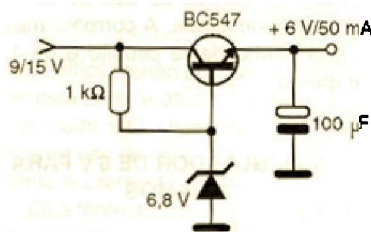
## 82) Fonte Multi-Tensão

O circuito da figura pode fornecer tensões de 5, 8,9 e 12,5 V em sua saída, fazendo tudo isso a partir de um regulador fixo de tensão de 5 V. A corrente máxima de saída é de 1 ampère e o circuito integrado regulador de tensão deve ser dotado de um bom radiador de calor, principalmente se o leitor pretender trabalhar em seus limites de corrente. Os diodos zener são de 400 mW e o capacitor de entrada precisa ter uma tensão de trabalho maior do que a de entrada. O capacitor de saída pode ser de 16 V.



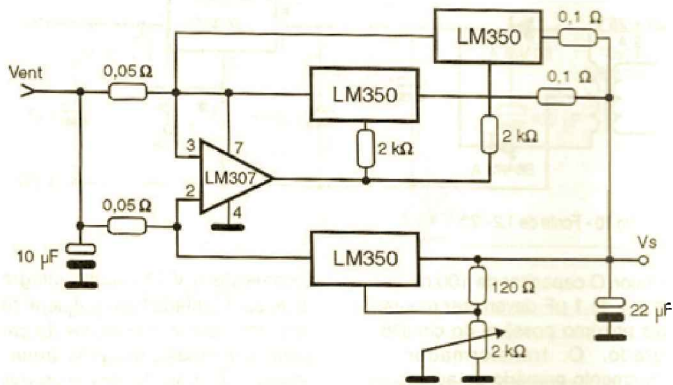
## 83) Microrregulador de Tensão

Com o microrregulador de tensão ilustrado na figura podemos elaborar uma fonte de alimentação para pequenos rádios, calculadoras, relógios e outros aparelhos cujo consumo não seja maior do que 50 mA. A entrada pode ser feita com tensões de 9 a 15 V. O diodo zener é de 400 mW e o capacitor eletrolítico tem uma tensão de trabalho de 6 V ou mais.



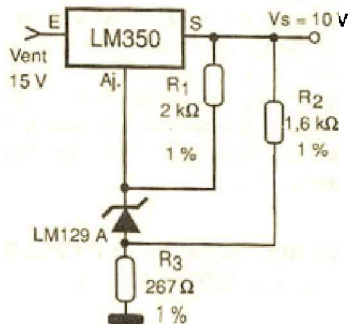
## 84) Regulador de 10 A

O circuito da figura é sugerido pela National Semiconductor e pode servir de base para uma excelente fonte ajustável de 1,2 a 25 V com corrente de saída de até 10 ampères. Todos os circuitos integrados devem ser montados em bons radiadores de calor. Os resistores de 0,1 ohms em série com os reguladores devem ser de fio de pelo menos 2 W de dissipação. A tensão de entrada precisa ser pelo menos 2 V maior que a tensão desejada na saída no ponto máximo. As trilhas de circuito impresso para a montagem deste circuito regulador têm que ser largas o suficiente para que possam trabalhar com as elevadas intensidades das correntes de saída.



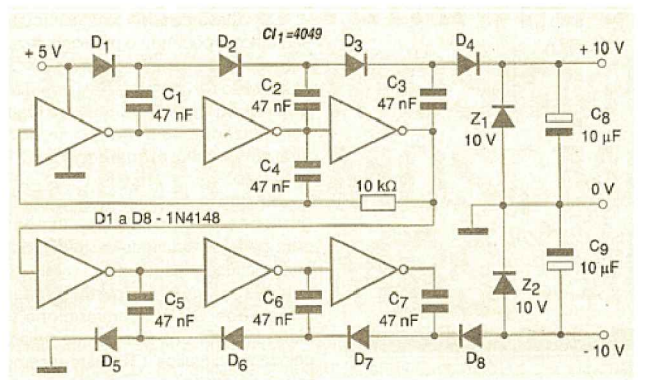
## 85) Regulador Ajustável de Corrente

O circuito da figura é um regulador de corrente com ajuste na faixa de 0 a 3 ampères. O circuito integrado regulador de tensão deve ser montado num radiador de calor e é preciso contar com uma fonte auxiliar de tensão negativa para a polarização. Esta fonte auxiliar deve ter tensões entre -5 e -10 V.



## 86) Fonte Simétrica com Dobrador de Tensão

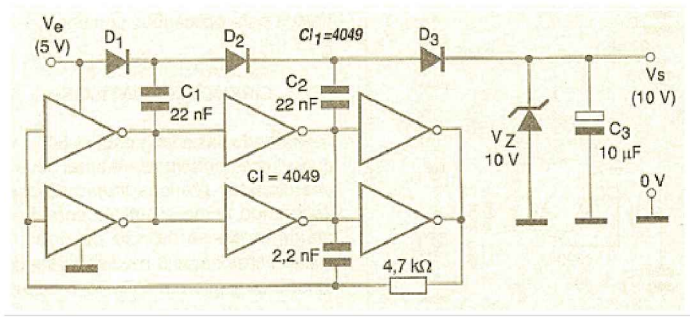
Esse circuito consiste numa fonte simétrica de 10 + 10 V que opera a partir de uma entrada simples de 5 V. Trata-se de um dobrador positivo e de um dobrador negativo num mesmo circuito. Três inversores do 4049 formam um oscilador que determina o ritmo de operação do inversor e ao mesmo tempo excitam as outras três portas inversoras no setor negativo do multiplicador de tensão. Os valores dos componentes são típicos podendo ser feitas alterações, conforme a aplicação. Também podem ser usados inversores TTL em configurações equivalentes, com as devidas alterações de valores dos componentes.



## 87) Dobrador CMOS de Maior Corrente

Neste circuito, a capacidade de corrente dobra, mas ainda assim é da ordem de microampères. A frequência de operação é determinada basicamente pelo capacitor de 2,2 nF e pelo resistor de 4,7 k ohms. Esses componentes podem ser alterados no sentido de se obter o melhor rendimento. Outras tensões de entrada podem ser utilizadas, com a troca do diodo zener por um que tenha o dobro da tensão de entrada. Os diodos D1 a D3 são do tipo 1N4148 ou equivalentes.



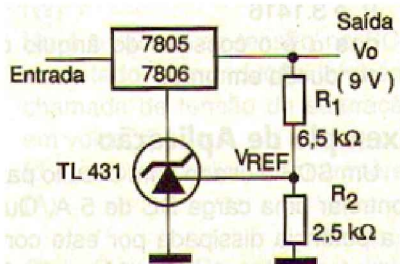


## 88) Fonte Alterada com o 7805 e 7806

Na figura mostramos um meio de se alterar a tensão de saída de um regulador fixo, como o 7805 ou 7806, de modo a obter uma tensão maior com referência de um TL431. A tensão de referência VREF será somada à tensão do regulador, sendo essa tensão dada pela relação entre R1 e R2 conforme a seguinte fórmula:

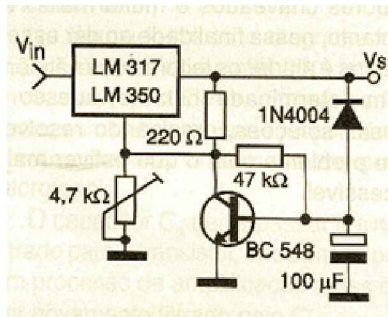
$$V_o = (1 + R1/R2)V_o$$

Para os valores indicados no circuito temos uma tensão de saída de 9 V quando o regulador de tensão é o 7805. A saída será 10 V para o 7806. A tensão de entrada, no caso é 14,0 de uma bateria de carro, mas podem ser usadas outras tensões de entrada. O circuito integrado deve ser dotado de radiador de calor apropriado e a corrente máxima de saída da configuração é 1 A.



## 89) Regulador com Acionamento Suave

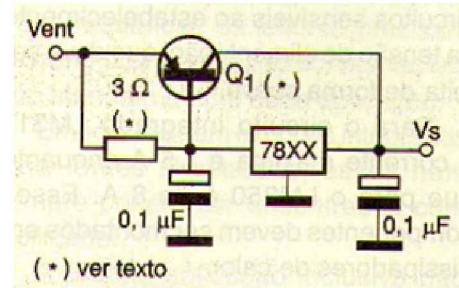
Ao se estabelecer a tensão na entrada desse regulador, a tensão de saída sobe suavemente até atingir o valor máximo ajustado em P1. Trata-se de bloco ideal para circuitos sensíveis ao estabelecimento da tensão de alimentação, que deve ser feita de forma suave. Para o circuito integrado LM317 a corrente máxima é 1,5 A e para o LM350 a corrente é 3 A. Esses componentes devem ser montados em dissipadores de calor. O capacitor determina o tempo de subida da tensão de saída, podendo ser alterado numa ampla faixa de valores. Esse circuito é sugerido pela National Semiconductor. A mesma configuração pode ser usada com outros reguladores de tensão de 3 terminais variáveis.



## 90) 78xx Para Mais de 1 A

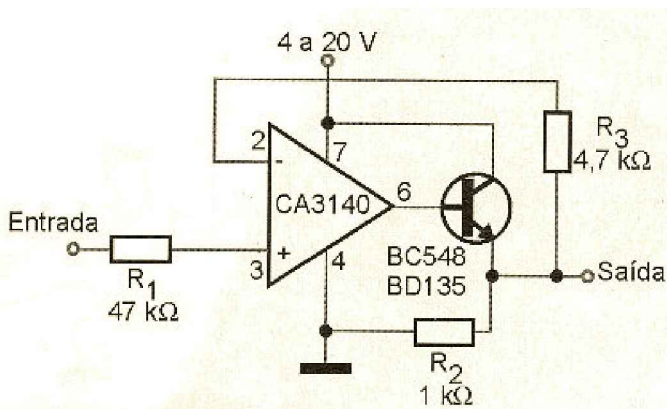
O bloco apresentado na figura, se bem que seja conhecido por muitos leitores, nem sempre está na memória de cada um de forma completa. Com ele é possível obter corrente maior do que 1 A de qualquer regulador da série 78XX, dependendo apenas do transistor empregado. Para um TIP42, por exemplo, podemos chegar facilmente aos 3 A, desde que ele seja montado em bom radiador de calor. O resistor de 3 ohms determina a corrente no regulador, que deve ficar em torno de 0,2 A. Eventualmente deve ser diminuído esse valor para se obter uma excitação maior de um

transistor de menor ganho e maior corrente de saída. O circuito regulador de tensão também deve ser montado num radiador de calor. Circuitos integrados da série, entre o 7805 e 7824 podem ser usados, sempre lembrando que a tensão de entrada deve ser pelo menos 2 V maior do que a tensão desejada na saída.



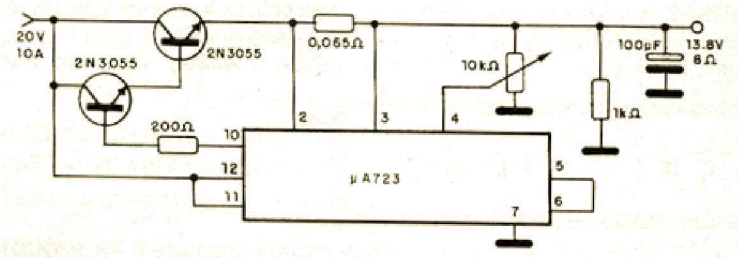
## 91) Booster de Corrente

Para se aumentar a capacidade de controle do CA3140 pode ser usado um circuito amplificador, como o da figura. Esse circuito permite controlar cargas de até 100 mA. Uma aplicação é em reguladores de tensão de fontes onde a entrada de referência determina a tensão de saída. Podem ser usados transistores de maior potência ou Darlington para se obter correntes ainda maiores para a saída.



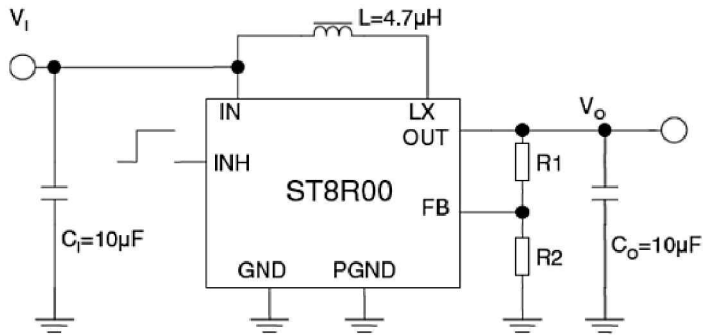
## 92) Regulador de 13,8 A x 8 A

Este circuito é ideal para a realização de fonte que possibilite o uso de aparelhos de potência automotivos numa bancada. Transceptores, amplificadores e outros equipamentos podem então ser alimentados pela rede de energia. O regulador usado um  $\mu A723$  que consiste num integrado específico para esta função. O transistor 2N3055 que tem o emissor no resistor de  $0,065 \text{ ohms}$  deve estar montado em excelente dissipador de calor. O resistor de  $0,065 \text{ ohms}$  deve ser de fio com boa dissipação.



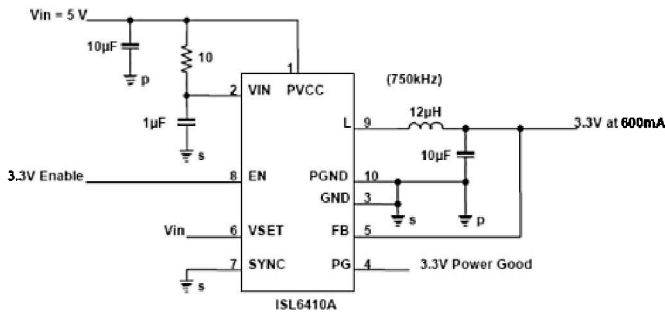
## 93) Conversor Step Up

O circuito apresentado na figura 6 utiliza o ST8R00 da ST Microelectronics que consiste num conversor elevador de tensão de 1 A. O conversor de 1 A consome apenas 500  $\mu A$  e pode fornecer tensões de saída ajustáveis de 6 V a 12 V a partir de tensões de entrada de 4 a 6 V. O circuito integrado ST8R00 é fornecido em invólucro DFN8 de 4 x 4 mm e possui como características adicionais a tensão de ripple muito baixa, apenas 5 mV (tip), e exige poucos componentes externos. A precisão da tensão de saída é de  $\pm 2\%$ . A tensão de saída é determinada pelo divisor resistivo formado por R1 e R2. A eficiência do circuito chega aos 90%. A operação PWM é feita numa frequência de 1,2 MHz.



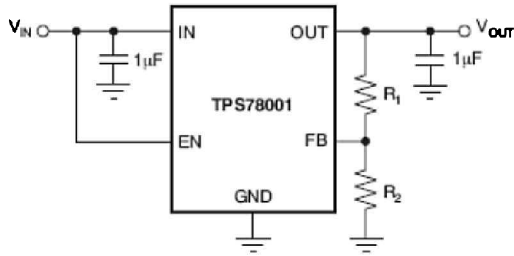
## 94) Conversor DC-DC Step-Down de 600 mA

O circuito apresentado na figura é sugerido pela Intersil ([www.intersil.com](http://www.intersil.com)) e faz uso do ISL6410 um regulador chaveado de 600 mA que possui o FET integrado. O circuito que emprega tecnologia PWM opera numa frequência de 750 kHz. O conversor buck (reduzidor) apresentado admite uma variação de 10% na tensão de entrada e a saída também pode ser programada para tensões de 1,2 V 1,5 V ou 1,8 V com o uso do ISL410) e 1,2 V, 1,8 V e 3,3 V com o ISL410A. A frequência também pode ser ajustada para valores entre 500 kHz e 1 MHz. Recursos como UVLO (travamento com subtensão) e monitor de power good estão disponíveis neste circuito. O circuito integrado ISL6410(A) pode ser obtido em invólucro MSOP de 10 pinos ou QFN de 16 pinos. Mais informações sobre este componente e suas aplicações podem ser obtidas no Application Note 1209 da Intersil.



## 95) LDO de 150 mA com o TPS780

A série de LDO (Low Dropout) TPS80 da Texas Instruments ([www.ti.com](http://www.ti.com)) pode fornecer tensões de saída de 1,5 a 54,2 V fixos ou ajustável de 1,22 a 5,25 V com corrente máxima de saída de 150 mA. A queda de tensão é de apenas 200 mV com 200 mA de corrente de saída. A potência consumida é extremamente baixa, com uma corrente de apenas 500 nA. O circuito é estável com capacitores cerâmicos de 1 uF e além disso ele possui tanto proteção térmica como proteção contra sobrecorrente. Os invólucros do circuito integrado podem ser tanto o TSOT23-5 como o SQN-5. Outra característica importante é a seleção de dois níveis de tensão de saída, o que permite ao projetista dirigir o projeto das fontes para aplicações específicas. A programação de tensão é feita por EPROM. Os leitores interessados em mais informações podem obter o datasheet diretamente no site da Texas Instruments. Na figura temos o diagrama para um regulador ajustável, com a fórmula para o cálculo dos componentes que programam a tensão de saída.



$$V_{OUT} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

## 96) Referência de Tensão Determinada Pela Temperatura

Apresentamos na figura uma interessante aplicação sugerida pela Microchip ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) em que a referência de tensão para um conversor A/D é determinada pela temperatura de um sensor. O circuito utiliza como sensor um termistor em paralelo com um resistor de modo a adequar a resposta do sistema. O ganho do circuito, nestas condições é dado pela fórmula:

$$V_{OUT:AMP} = V_{IN:AMP} \left(1 + (R_{NTC} || R_{PAR}) / R_1\right)$$

Onde:

$V_{out:amp}$  é a tensão de saída no amplificador operacional

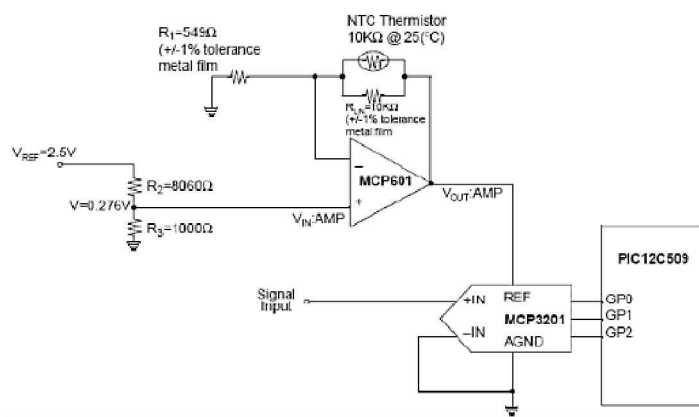
$V_{in:amp}$  é a tensão aplicada na entrada

$R_{ntc}$  é a resistência apresentada pelo termistor na temperatura tomada como referência.

Neste circuito uma referência de tensão de 2,5 V de precisão é usado para gerar uma tensão de 0,276 V na entrada do amplificador operacional. Quando a temperatura do NTC é 0o C a resistência do termistor é aproximadamente 32,650 ohms. O valor do resistor em paralelo e do resistor de 10k ohms de filme metálico é de 7655,38 ohms. Isso dá um ganho para o circuito de 14,94 V/V. Quando a

temperatura do NTC for de 50° C a resistência do termistor será de aproximadamente 3601 ohms e com isso o ganho do amplificador será de 5,8226 V/V. Com estas características temos a seguinte fórmula para a função de transferência do conversor que digitaliza o sinal de entrada:

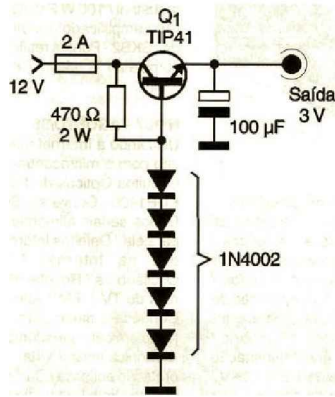
$$DIGITAL\ OUT = \left( \frac{V_{IN:ADS}}{V_{OUT:AMP}} \right) (2^{12} - 1)$$



## 97) Redutor de 12 V para 3 V com 1 A

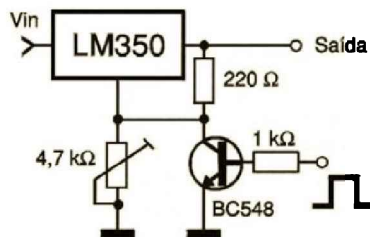
O circuito mostrado possibilita a alimentação de CD-players, tocafitas e outros aparelhos que usam 2 pilhas pequenas ou médias a partir dos 12 V obtidos da tomada do acendedor de cigarros do carro. O transistor O1 deve ser montado em radiador de calor. Os diodos em série determinam a tensão de saída. Será interessante que o leitor experimente diversas combinações de diodos ligando um voltímetro de modo a obter a tensão desejada na saída. Em alguns casos podem ser necessários até 6 diodos em lugar de 5 para se alcançar exatamente os 3 V de saída.





## 98) Regulador com Shutdown Externo para 3 A

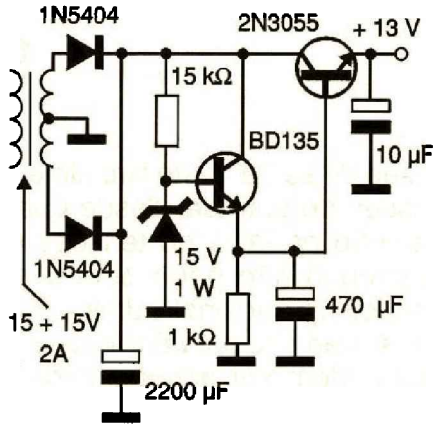
A tensão de saída deste circuito regulador pode ser cortada (caindo para 1,2 V) a partir de um nível alto aplicado na entrada do transistor. A tensão normal na condição de operação é ajustada no trimpot ficando entre 6 e 25 V, tipicamente. A corrente máxima para o LM350 é de 3 A. O circuito integrado regulador precisa ser montado num radiador de calor. A tensão de entrada deve ser pelo menos 2 V maior do que a tensão desejada na saída.



## 99) Fonte de 13 V com 2 A

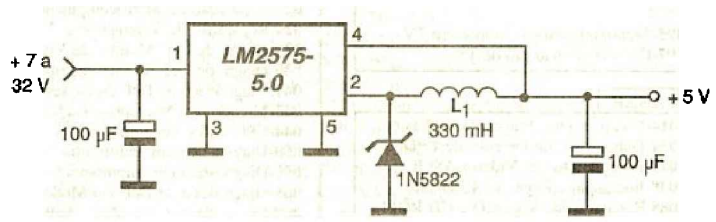
Esta fonte é ideal para alimentar rádios de carro, toca-fitas ou CD e

DVD players de carro a partir da rede de energia, desde que sua potência não seja maior do que 20 W por canal. O transformador deve ter um secundário de 2 A e o transistor de potência 2N3055 tem que ser montado num bom radiador de calor. O capacitor de 2 200 uF precisa ter uma tensão de trabalho de pelo menos 25 V, e o de 470 pF pelo menos 16 V.



## 100) Regulador Chaveado Step Down com o LM2575

O regulador de tensão chaveado apresentado na figura fornece uma tensão de saída de 5 V a partir de tensões de entrada de 32 V com corrente de até 1 ampère. O LM2575 (ou LM2576) da National Semiconductor pode ser encontrado com tensões de saída de 5, 12 ou 15 V e com tipos ajustáveis. O LM2576 é indicado para correntes de até 3 A. Nos dois casos, com correntes de 1 ou 3 A, o circuito integrado precisa ser dotado de um bom radiador de calor. A eficiência do circuito na conversão de tensão é de 80 a 90%.



# O TRANSISTOR 2N3055

Um transistor de enorme utilidade, considerado ideal para o “serviço pesado” e que todo montador ou projetista de aparelhos eletrônicos principalmente envolvendo aplicações industriais, controle, robótica e mecatrônica deve conhecer é o 2N3055. Capaz de dissipar potências de até 115 W e de operar com correntes de coletor de até 15A podemos usá-lo em fontes de alimentação, amplificadores de áudio, controles de potência, e em muitas outras aplicações que envolvam corrente contínua e baixas frequências. Veja neste artigo como usar o 2N3055.

O transistor 2N3055 pode ser encontrado nos catálogos de diversos fabricantes, dada a sua enorme utilidade. Trata-se de um transistor NPN de alta potência de silício, apresentado em invólucro TO-3 de metal, conforme mostra a figura 1.

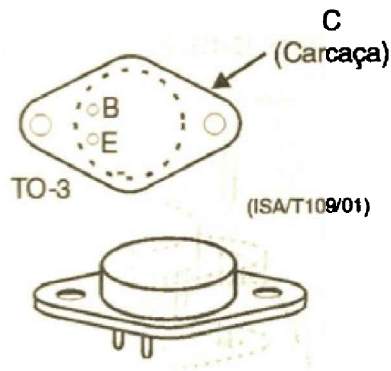


Figura 1 – Encapsulamentos metálicos do 2N3055

Uma versão de menor dissipação, e mais “econômica” é encontrada em invólucro plástico TO-220, como o TIP3055, mostrado na figura 2.



Figura 2 – Versão plástica do 2N3055

Exceto pela dissipação, a versão em invólucro plástico tem as mesmas características da versão original de invólucro de metal. O 2N3055 é um transistor de baixa frequência, ou seja, consegue-se controlar correntes elevadas, sacrificando-se sua velocidade. Assim, este transistor não consegue operar em frequências que estejam muito acima de algumas dezenas de quilohertz. No entanto, isso não é problema para as aplicações mais comuns que são:

- a) em fontes de alimentação comuns (não comutadas) controlando a corrente principal.
- b) como reostato, controlando a intensidade da corrente em cargas de potência como lâmpadas, motores, etc.
- c) na saída de amplificadores de áudio de alta potência, podendo ser ligados em paralelos para se obter saídas de centenas de watts.
- d) em circuitos comutadores que devam acionar dispositivos de correntes elevadas como solenoides, eletroímãs, etc.
- e) em carregadores de baterias, controlando a corrente principal.
- f) em inversores, gerando ou amplificando os sinais que devem ser aplicados aos transformadores.

Damos a seguir os máximos absolutos deste transistor:

Máximos à 25 graus centígrados:

**Máximos a 25 graus celsius:**

- Tensão coletor/base..... 100 V
- Tensão coletor/emissor..... 70 V
- Tensão emissor/base ..... 7 V
- Corrente contínua de coletor..... 15 A
- Corrente contínua de base ..... 7 A
- Dissipação máxima ..... 115 W
- Faixa de temperaturas de operação..... -65 a 200 graus C

**Características Elétricas:**

- Frequência de transição..... 10 kHz (min)
- Ganho de corrente ..... 15 (min) 120 (tip)

# CIRCUITOS PRÁTICOS

## 1. Fonte de Alta Corrente

O primeiro circuito aproveita bem as características do 2N3055 no controle de correntes elevadas. Temos uma fonte de 13,2 V (12 V) com uma corrente máxima de saída de 4 ampères.

O circuito é mostrado na figura 3 e o transistor 2N3055 deve ser montado num excelente radiador de calor.

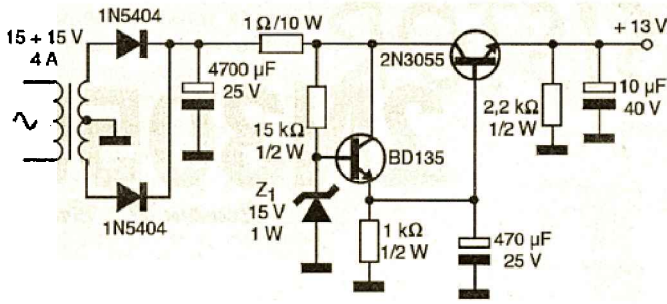


Figura 3 – Fonte de alta corrente com o 2N3055

Veja que, nas aplicações em que o 2N3055 opera com dissipações elevadas, é muito importante sua conexão térmica com o radiador de calor apropriado.

Na figura 4 temos o modo de se fazer a montagem de um 2N3055 num radiador de calor.

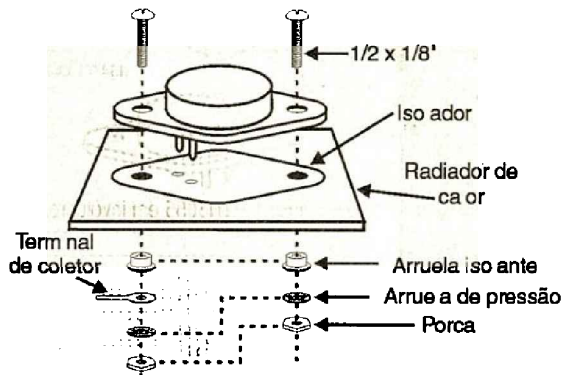


Figura 4 – Montagem do 2N3055 em dissipador de calor

Entre o radiador e o transistor é colocado um isolador de mica ou plástico especial untado com pasta térmica.

A pasta térmica facilita a transferência de calor, mas isola eletricamente o componente do radiador de calor.

Isoladores para os parafusos impedem que estes elementos de fixação façam contacto com o radiador mas tão somente com a carcaça.

Um dos parafusos de fixação é aproveitado como contacto de coletor sendo preso nele um terminal aberto, onde deve ser solado o fio correspondente.

Um teste com o multímetro depois da montagem, conforme mostra a figura 5, permite verificar se o transistor está devidamente isolado do radiador de calor.

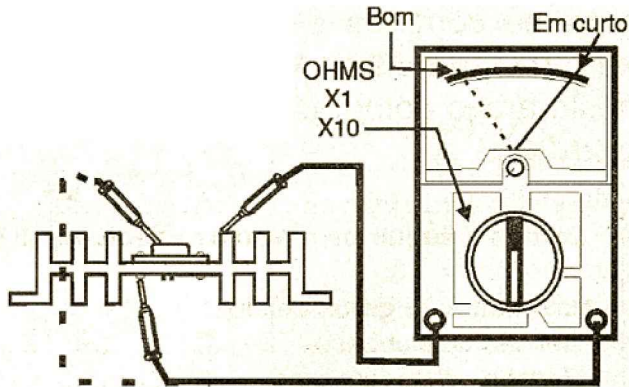


Figura 5 – Verificando o isolamento em relação ao dissipador

Na fonte de alimentação os diodos devem ser 1N5404 e o transformador deve ter um enrolamento secundário de 15+15 V com uma corrente de 4 ampères.

Os eletrolíticos devem ter as tensões mínimas de trabalho indicadas no diagrama para que não ocorram roncos.

Os fios de conexão que operam com correntes mais elevadas devem ter espessura apropriada.

## 2. Reostato

Uma aplicação simples do 2N3055 é a mostrada na figura 6 em que usamos este transistor como um “potenciômetro” eletrônico.

Com o 2N3055 podemos usar um potenciômetro comum para controlar uma corrente elevada numa carga como, por exemplo, uma lâmpada, um motor, um elemento de aquecimento ou qualquer dispositivo que exija até uns 4 ampères.

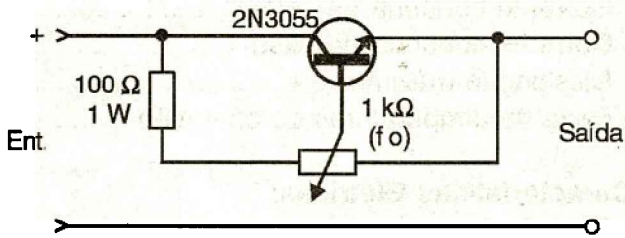


Figura 6 – Reostato com o 2N3055

O circuito opera com tensões de entrada de 6 a 15 V e o transistor deve ser dotado de um bom radiador de calor.

Evidentemente, este circuito só pode operar com correntes contínuas puras ou pulsantes, pois o transistor só pode conduzir a corrente num sentido.

### 3. Inversor

Na figura 7 temos um inversor de potência que pode ser usado para acender lâmpadas fluorescentes a partir de baterias de 6 V ou 12 V.

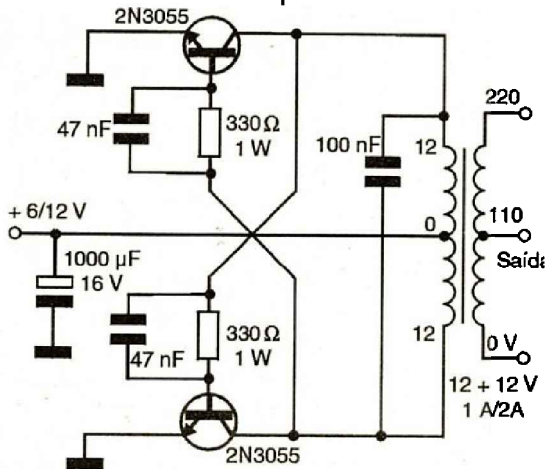


Figura 7 – Inversor de potência

A potência de saída dependerá do transformador usado, e os transistores devem ser montados em excelentes dissipadores de



calor.

Os resistores eventualmente devem ter seus valores alterados para se obter o melhor desempenho, conforme as características do transformador utilizado.

Lembramos que a tensão obtida na saída não é senoidal e a frequência não é de 60 Hz, o que significa que o circuito não serve para alimentar equipamentos eletrônicos.

### QUESTÃO DE POTÊNCIA

Leitores que já “queimaram” transistores como o 2N3055 em experiências que envolveram correntes menores que 15 A (às vezes menores) devem estar se perguntando se não haveria algo de errado nestas especificações.

Algumas explicações importantes devem ser dadas a esse respeito.

O que ocorre é que a corrente máxima que um transistor pode conduzir entre seu coletor e emissor não é um valor absoluto, mas depende também da tensão que existe entre esses dois elementos.

Os transistores possuem algo que se denomina SOAR que é a abreviação de Safe Operating Area Regulation ou Region.

Isso significa que existe certa área no gráfico tensão x corrente em que opera o transistor, dentro da qual a dissipação se mantém dentro dos limites que o componente pode admitir, conforme mostra a figura 9.

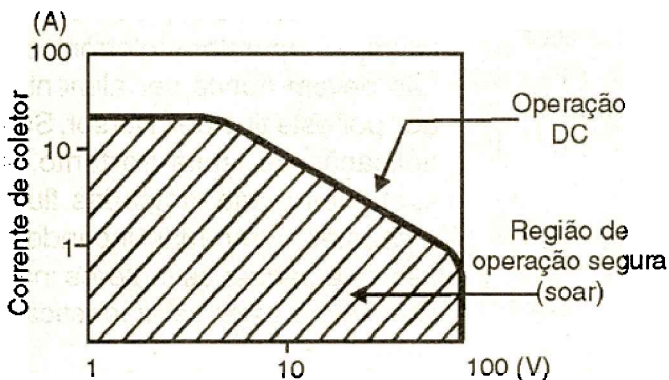


Figura 9 - SOA

Assim, um transistor 2N3055 realmente pode conduzir uma corrente de até 15 ampères, mas se neste momento, a tensão entre o coletor e o emissor for menor que um determinado valor: 7,66 A.

Por que este valor?

Se a tensão for inferior a este valor, o produto tensão x corrente será menor que os 115 watts que ele pode dissipar e tudo corre bem.

No entanto, se for maior como, por exemplo, 10A, a potência desenvolvida será de  $10 \times 15 = 150$  watts e o transistor não consegue dissipá-la, queimando.

Veja então que podemos trabalhar com correntes maiores se a tensão for menor e vice-versa.

Assim, na nossa fonte limitamos em apenas 4 ampères a corrente de saída, porque existem instantes em que a tensão entre o coletor e o emissor do transistor, com esta corrente, se torna suficientemente elevada para gerar uma boa quantidade de calor. Devemos manter esta dissipação dentro daquilo que o transistor pode admitir.

Vale isso para os projetistas “novatos” que, ao verem nos manuais de transistores tipos com dissipações de 150 watts ou mais logo imaginam que podem usar estes componentes em “potentes” amplificadores da mesma potência.

Não é nada disso! A potência que um transistor pode dissipar, de longe não é a máxima potência que ele pode controlar ou fornecer a um circuito externo.