

3.3 - Retificando, filtrando e regulando a tensão

Ponte de diodos

Um único diodo permite a passagem de apenas metade do ciclo da corrente alternada. Quatro diodos, montados conforme o diagrama da figura 3.3.1, formam o que se chama uma "ponte" e permitem a passagem tanto do ciclo positivo como do negativo em uma única direção. O resultado é uma corrente pulsante com um pólo positivo e outro negativo.

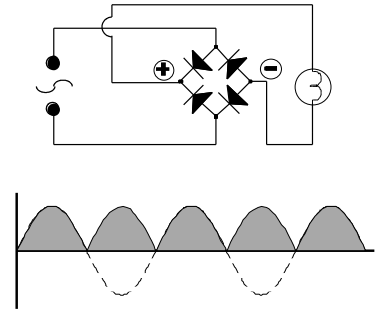


Figura 3.3.1

Capacitores para a filtragem

A tensão retificada pulsante, fornecida por um diodo ou por uma ponte retificadora de quatro diodos, oscila entre zero e a tensão máxima 60 ou 120 vezes por segundo. Isto é inaceitável para diversas aplicações. A ligação de um capacitor em paralelo com a saída do retificador absorve estas flutuações. Entretanto, ao se ligar uma carga à saída da fonte, o capacitor passa a se descarregar nos momentos do ciclo em que a tensão fornecida pelos diodos está abaixo da tensão no capacitor, como indica a figura 3.3.2. Estas flutuações se chamam "ripple" e têm sua amplitude proporcional à corrente drenada pela carga de acordo com a fórmula:

$$V_{\text{ripple(rms)}} = (0,0024s) \frac{I \text{ (em ampères)}}{C \text{ (em farads)}}$$

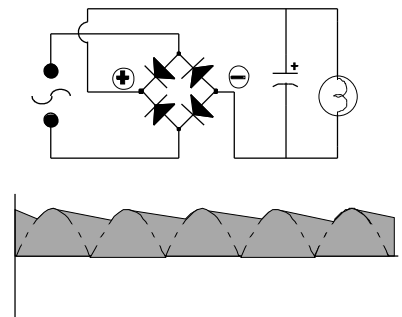


Figura 3.3.2

Observe não se obtém o valor pico-a-pico da variação de voltagem, mas sim seu valor rms ($V_{pp} = \sqrt{2} V_{rms}$). O valor 0,0024s se refere a duração do ciclo de descarga em uma rede de 60 Hz. Ou seja, uma fonte que está fornecendo 3A e tem um capacitor de filtro de 4.700 μ F terá um ripple de 1,53Vrms (0,0024 x 3 x 0,0047). A mesma fonte fornecendo 1A teria um ripple de 0,51 V (510mV). Repare também que o ripple só desaparece se a corrente for zero ou o capacitor tiver capacitância infinita.

O circuito mostrado na figura 3.3.3, utilizando quatro diodos 1N5408 e um capacitor de 4.700 μ F em uma montagem pelo [método das ilhas coladas](#), pode retificar e filtrar 3 ampères com o ripple de 1,53V calculado acima.

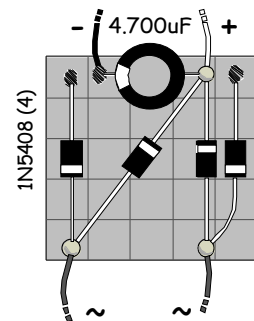


Figura 3.3.3

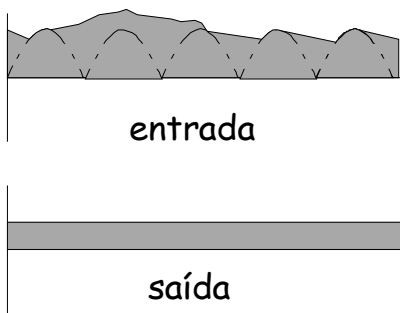


Figura 3.3.4 – Tensão na entrada e na saída de um regulador integrado.

carcaça ligada ao terra
(pino central)

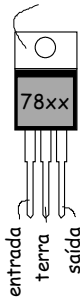


Figura 3.3.5

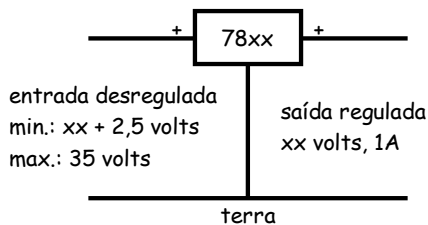


Figura 3.3.6

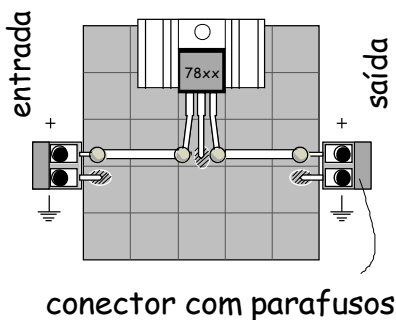


Figura 3.3.7

Reguladores de voltagem integrados

Estes circuitos integrados garantem, dentro de determinados parâmetros, que a voltagem disponível fique estável em um valor determinado, independentemente de variações de temperatura, de flutuações do consumo e de flutuações da entrada.

Outra característica destes circuitos é a substancial atenuação das flutuações características da filtragem (ripple) resultando em uma tensão constante bastante "limpa" (figura 3.3.4). Por exemplo, aquela fonte citada no item anterior, fornecendo 1A com um capacitor de filtro de $4.700\mu\text{F}$, teria seu ripple reduzido de 510mV para 0,51mV se utilizasse um regulador integrado 7805. Uma redução por um fator de 1000! O regulador LM317 proporciona reduções ainda maiores, podendo chegar a um fator de 10.000, usando um capacitor de $10\mu\text{F}$ em paralelo com seu resistor de ajuste, conforme indicado mais adiante.

Reguladores fixos positivos

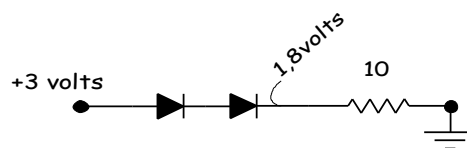
A família 78xx é barata e muito popular. Na nomenclatura destes integrados, xx representa a voltagem na saída. Os mais comuns são o 7805 (5V) e o 7812 (12V). Também existem 7806, 7809, 7815 e 7824, mas nem todos os fabricantes os produzem e sua disponibilidade não é tão grande. Também depende do fabricante a corrente máxima disponível. Todos fornecem pelo menos 1A, mas alguns fabricantes informam 1,5A em seus datasheets. Talvez a popularidade destes integrados se explique pela simplicidade de sua ligação (fig.3.3.6). A tensão na entrada deve ser pelo menos 2,5 volts maior que a tensão nominal de saída, e a tensão máxima admitida na entrada é de 35 volts.

A figura 3.3.7 mostra a montagem de um regulador integrado da família 78xx em uma placa de circuito impresso pelo método das ilhas coladas.

Reduzindo a voltagem com diodos

Existe uma queda de tensão razoavelmente fixa cada vez que a corrente elétrica atravessa um diodo. Esta queda de tensão existe sem a alta dissipação de potência de um resistor. Pode-se esperar uma queda de 0,6 volts para diodos de silício, de 0,2 volts para diodos de germânio e 0,4 para diodos tipo Schottky.

No circuito abaixo, usando diodos comuns de silício, a corrente que passará pelo resistor será aquela gerada por 1,8V, e não pelos 3 volts da fonte.



Reguladores fixos negativos

Para regular tensões negativas, existe a família 79xx. Contam com a mesma simplicidade de montagem.

A figura 3.3.10 mostra a montagem de um regulador integrado da família 79xx em uma placa de circuito impresso pelo método das ilhas coladas. Repare que o pino central ligado à carcaça é o pino “entrada” e não o “terra”. Portanto, a carcaça não pode entrar em contato elétrico com a placa, devendo haver um isolamento entre o integrado e o dissipador ou entre o dissipador e a placa.

O uso mais comum dos reguladores integrados negativos é na montagem de fontes simétricas, como a mostrada na figura 3.3.11.

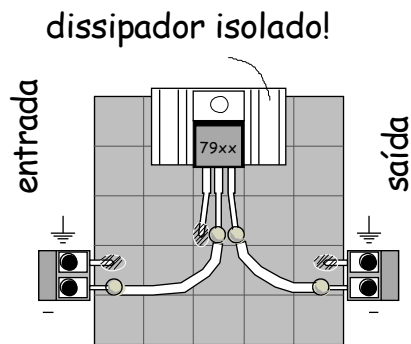


Figura 3.3.10

carcaça ligada à entrada negativa (pino central)

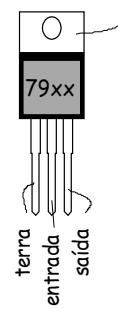


Figura 3.3.8

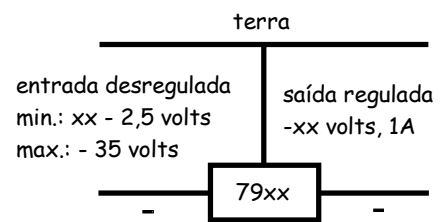


Figura 3.3.9

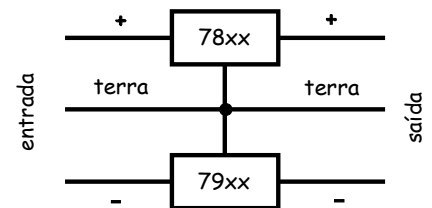


Figura 3.3.11

Reguladores ajustáveis

O regulador LM317 é um integrado de 3 pinos barato e fácil de encontrar e pode ter sua voltagem de saída regulada entre 1,25 e 37 V, suportando uma corrente de 1,5 ampères se for montado em um dissipador apropriado. O tamanho do dissipador é determinado pela corrente drenada e também pela redução de tensão feita pelo regulador. Ou seja: para uma mesma corrente de saída, um LM317 ligado a uma entrada de 12 volts e regulando a saída para 3 volts, vai esquentar muito mais do que um regulador ligado à mesma entrada mas reduzindo a tensão para 9 volts.

O LM317 funciona tentando manter a tensão no pino de saída 1,25 volts (esta tensão pode variar de um componente para outro) acima da tensão no pino de ajuste. Se a tensão no pino de ajuste for de 5 volts, o LM317 levará a tensão no pino de saída para 6,25 volts.

carcaça ligada à saída (pino central)

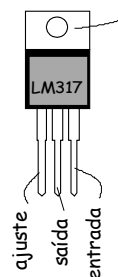


Figura 3.3.12

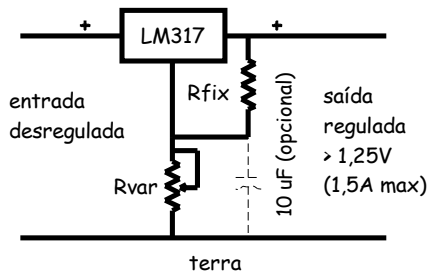


Figura 3.3.13

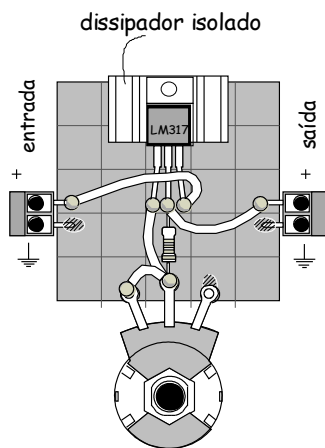


Figura 3.3.14

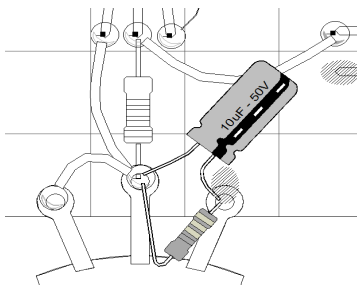


Figura 3.3.15

Sua montagem é semelhante à da família 78xx, precisando apenas de um resistor fixo e um potenciômetro para determinar sua tensão de saída. Esta tensão pode ser calculada aproximadamente como:

$$V_{out} = 1,25 \times \left(1 + \left(\frac{R_{var}}{R_{fix}} \right) \right)$$

Fórmula 3.1

A tensão de entrada deve ser sempre 3 volts maior que a tensão esperada na saída, mas limitada a um máximo de 40 volts. A corrente de saída deve ser acima de 10mA para o bom funcionamento do integrado.

O circuito mostrado na figura 3.3.13 ilustra a utilização do LM317 como fonte variável de tensão.

O potenciômetro (Rvar) e o resistor (Rfix) devem ser escolhidos de forma que o giro completo do eixo do potenciômetro corresponda à variação de zero à tensão máxima esperada na saída. A tabela abaixo sugere valores que atendem esta exigência:

Vtagem máxima na saída	Rfix	Potenciômetro
5V	330Ω	1k
9V	150Ω	1k
12V	560Ω	5k
15V	390Ω	5K
24V	270Ω	5K
29V	180Ω	5k
37V	330Ω	10k

Tabela 3.2

Usando a fórmula 3.1, pode-se calcular valores para as resistências necessárias para qualquer tensão de saída. Se não forem encontrados no mercado potenciômetros com a resistência necessária, pode-se colocar um resistor em paralelo com o potenciômetro. Por exemplo, se não for encontrado um potenciômetro de 5k, pode-se usar potenciômetro de 10k com um resistor também de 10k em paralelo. Este arranjo sacrifica a linearidade da variação de tensão mas isto não interfere com a maioria das aplicações.

A colocação de um capacitor de 10 μF em paralelo com o resistor variável do circuito não é necessária para a maior parte dos usos, mas faz com que a redução do ripple possa chegar a um fator de 10.000.

A figura 3.3.14 mostra a montagem de um regulador variável em uma placa de circuito impresso usando o método das ilhas coladas. A 3.3.15 mostra, nesta montagem, o detalhe da ligação do resistor de ajuste mencionado acima e do capacitor de 10 μF , ambos opcionais.

O LM317 tem uma versão destinada a controlar tensões negativas como a família 79xx. Trata-se do LM337.

Obtendo maiores correntes

Existem no mercado os reguladores LM350 e LM338, capazes de fornecer 3A e 5A, respectivamente. Suas características elétricas são equivalentes às do LM317, sendo intercambiáveis em um circuito. Entretanto, são mais caros e difíceis de encontrar. Também seria possível usar transistores de potência para suprir grandes correntes mas, uma vez que o LM317 é barato e versátil, existe uma solução modular e expansível usando vários destes integrados ligados em paralelo. A figura 3.3.16 mostra o esquema de um circuito capaz de fornecer 4,5A, materializado na montagem da figura 3.3.17.

Para que os integrados dividam a corrente de saída por igual, é muito recomendável a ligação de resistores de 0,1 ou 0,2 ohms (mínimo de 1W) em sua saída. Como estes resistores são difíceis de encontrar no mercado de componentes, sugerimos sua substituição por 2 resistores de 1 Ω (min. 1/2W) ligados em paralelo, resultando em uma resistência de 0,5 Ω . Evidentemente, é possível usar mais resistores em paralelo para se obter uma resistência ainda menor.

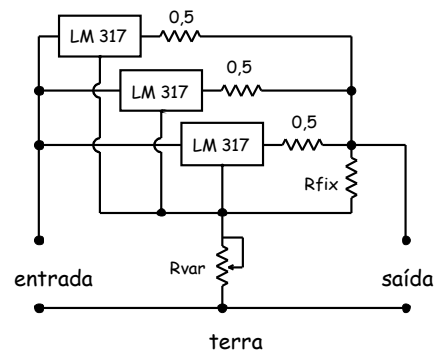


Figura 3.3.16 – Esquema da fonte de 4,5A.

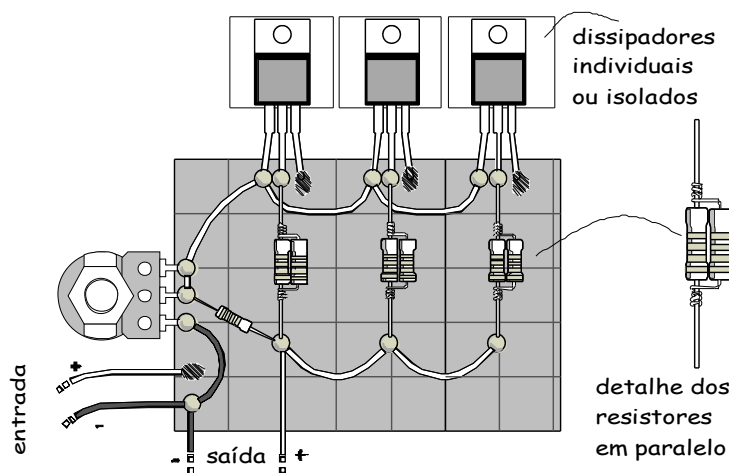


Figura 3.3.17 – Montagem da fonte ajustável de 4,5A pelo [método das ilhas coladas](#).

AVISO:

Este texto é uma leitura proporcionada por www.centelhas.com.br. Seu conteúdo, assim como todo o conteúdo do site, é propriedade intelectual do autor e não pode ser copiado ou modificado sem sua autorização. Não é autorizado o uso comercial deste trabalho. Entretanto, é permitido o download e a distribuição deste arquivo sem modificações para uso pessoal.

Nem o autor nem os administradores do site assumem qualquer responsabilidade sobre o uso das informações deste texto. Muitos precedimentos aqui descritos são potencialmente perigosos. A execução de qualquer destes procedimentos não deve ser tentada por quem não tem o conhecimento e a habilidade necessária. Este texto é um trabalho em desenvolvimento e pode conter erros e lacunas. Verifique no site a existência de versões mais atualizadas.