

Multiplicadores de tensão

Uma etapa importante das fontes de alimentação, inversores, geradores de tensões muito altas (MAT), eletrificadores e outros equipamentos é a que faz a retificação e eventualmente a multiplicação da tensão, para que ela atinja valores mais elevados do que os disponíveis na aplicação. Para alterar uma tensão, multiplicando-a por valores diversos existem diversas configurações que são muito úteis. São os dobradores, triplicadores, quadruplicadores ou multiplicadores por n de tensões, de que trataremos neste artigo. No meu livro "Fontes de Alimentação" o leitor encontrará mais sobre o assunto, inclusive circuitos práticos.

Para se obter uma tensão contínua maior do que o valor de pico de uma tensão alternada a partir de um processo de retificação e filtragem existem diversas soluções práticas. Na verdade, podemos multiplicar tensões alternadas, obtendo tensões contínuas de valores muito mais altos usando apenas componentes passivos como diodos e capacitores. As configurações de dobradores, triplicadores ou ainda multiplicadores por qualquer fator inteiro positivo são bastante comuns em fontes de alimentação de muitos aparelhos eletrônicos. Para o leitor que deseja fazer uso destas configurações, damos algumas delas a seguir. Observamos que estes circuitos são basicamente criados para operar na rede de 60 Hz, no entanto, também podem operar com frequências mais altas, caso em que os capacitores podem ter seus valores reduzidos proporcionalmente.

1. Dobrador de tensão convencional

Essa configuração é mostrada na figura 1, usando dois diodos e dois capacitores.

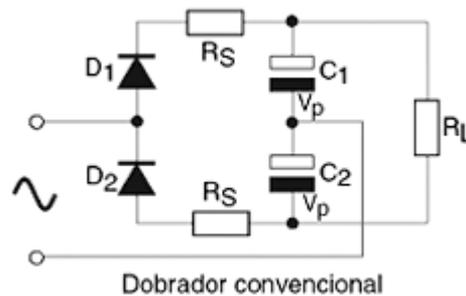
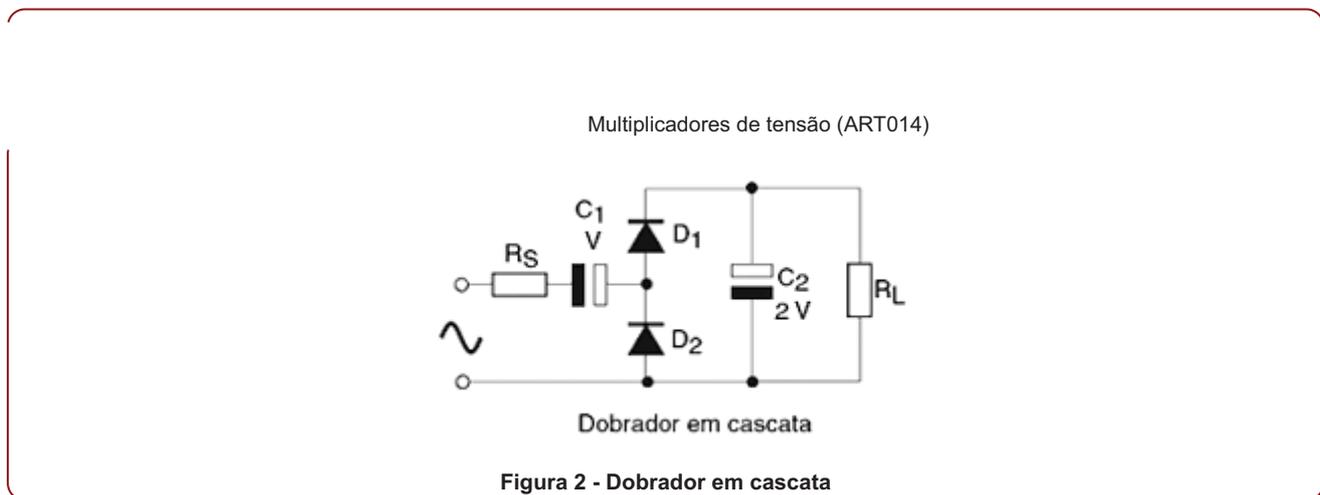


Figura 1- Dobrador de tensão convencional.

As tensões de trabalho dos capacitores devem ser no mínimo o valor de pico da tensão de entrada. Os valores de R_s e R_c são bastante baixos servindo normalmente para limitar os surtos de corrente no momento em que o circuito é ligado, encontrando os capacitores descarregados. Uma corrente muito intensa neste momento poderia causar danos aos diodos. Valores típicos para a tensão da rede de energia são de 10 a 50 μF para os capacitores. Os diodos podem ser os 1N4004 para a rede de 110 V e 1N4007 para a rede de 220 V, até uns 500 mA de saída, tipicamente.

2. Dobrador de tensão em cascata

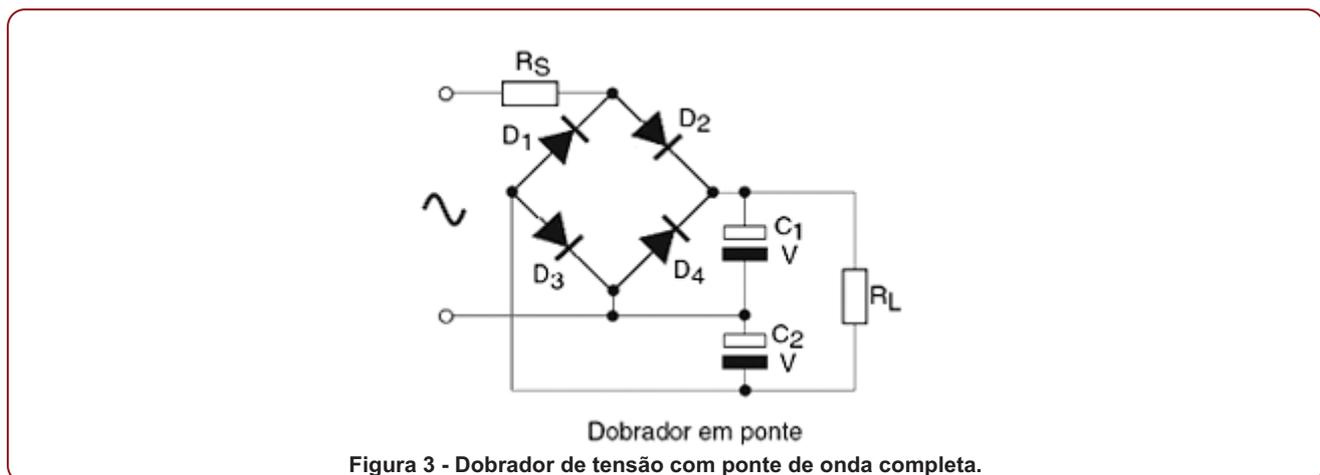
Esta configuração é mostrada na figura 2 e faz uso também de dois diodos e dois capacitores.



O capacitor C2 nesta configuração, entretanto, deve ter uma tensão de trabalho que seja o dobro da tensão de pico de entrada. A finalidade de Rs neste circuito é a mesma do circuito anterior. Valores típicos para os diodos e capacitores são os mesmos do circuito anterior.

3. Dobrador de tensão em ponte

Essa configuração trabalha em onda completa e faz uso de quatro diodos em ponte. Mostramos seu circuito na figura 3. A tensão de saída será aproximadamente o dobro da tensão de entrada.



Observe que os dois capacitores devem ter tensões de trabalho que sejam pelo menos do mesmo valor que o pico da tensão de entrada. Também é conveniente usar um resistor Rs na entrada para evitar picos elevados de tensão no circuito quando a fonte é ligada.

4. Triplicador de tensão de onda completa

A tensão de saída do circuito da figura 4 é aproximadamente o triplo do valor da tensão de entrada.

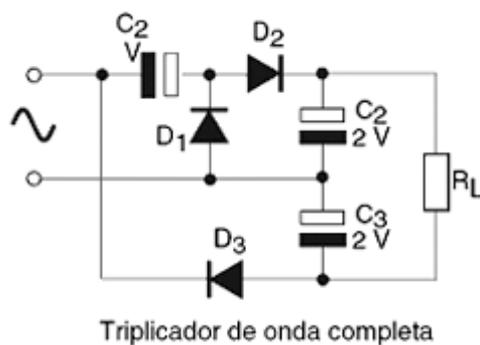


Figura 4 - Triplicador de tensão de onda completa.

São usados 3 diodos e três capacitores, sendo as tensões mínimas de trabalho dos capacitores pelo menos 50% maior que a tensão de pico de entrada. V_m neste circuito é o valor médio da tensão de entrada. Pode-se acrescentar um resistor (R_s) em série com a entrada como nos circuitos anteriores, para limitar a corrente no momento em que a fonte é ligada.

5. Triplicador de tensão em cascata

O circuito da figura 5 fornece em sua saída uma tensão que é aproximadamente o triplo da tensão de entrada.

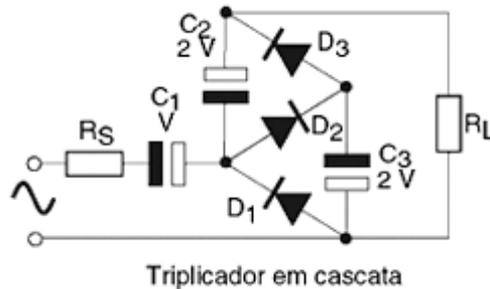


Figura 5 - Triplicador de tensão em cascata. São utilizados 3 diodos e 3 capacitores. Valem as mesmas especificações do primeiro circuito.

As tensões mínimas de trabalho dos capacitores são pelo menos 50% maior que o pico de entrada. O resistor R_S limita a corrente no momento em que o circuito é ligado e encontra os capacitores descarregados.

6. Quadruplicador de tensão de onda completa

O circuito mostrado na figura 6 fornece em sua saída uma tensão aproximadamente 4 vezes maior que a tensão aplicada em sua entrada.

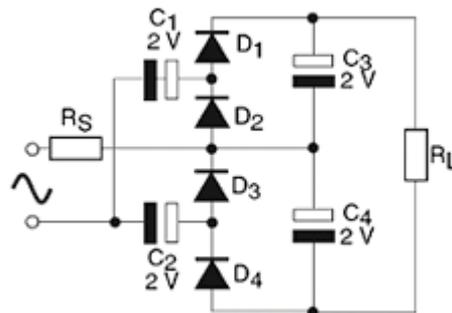


Figura 6 - Quadruplicador de tensão de onda completa.

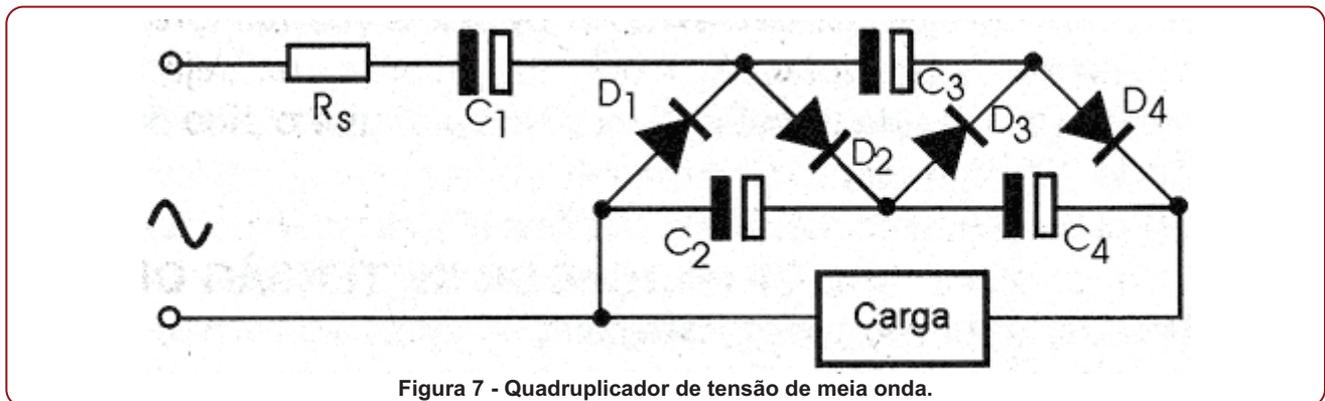
Os valores das tensões de trabalho mínima dos capacitores são indicados no próprio diagrama. Novamente as tensões dos capacitores devem ser maiores que o pico de entrada. Também é recomendado o uso de um resistor (R_S) em série com a entrada.

7. Quadruplicador de tensão de meia onda

Este circuito usa quatro diodos e quatro capacitores multiplicando por 4 a tensão de entrada. Os valores das tensões de trabalho mínimas dos capacitores são maiores que o pico de entrada como nos demais circuitos. A figura 7 mostra o circuito completo do quadruplicador.

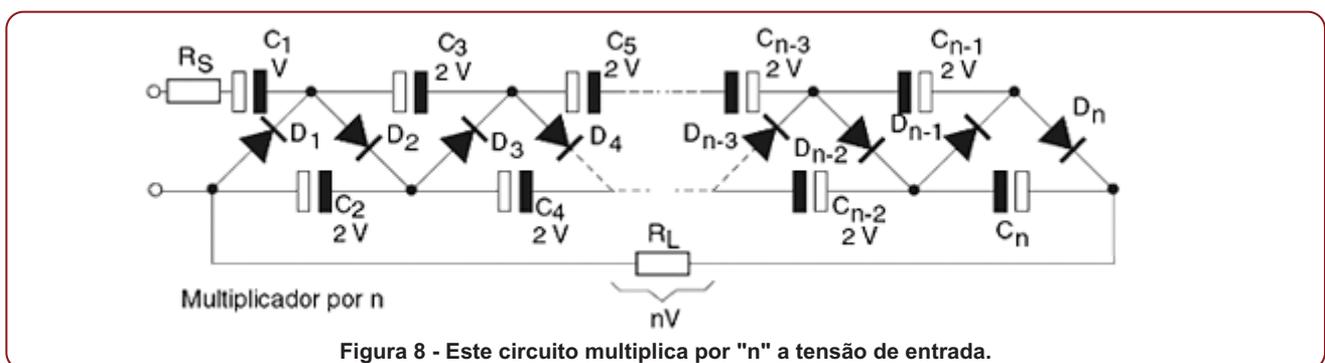
7. Quadruplicador de tensão de meia onda

Este circuito usa quatro diodos e quatro capacitores multiplicando por 4 a tensão de entrada. Os valores das tensões de trabalho mínimas dos capacitores são maiores que o pico de entrada como nos demais circuitos. A figura 7 mostra o circuito completo do quadruplicador.



8. Multiplicador de tensão por n

No circuito da figura 8, n pode ser qualquer fator positivo inteiro, e por ele ficará multiplicada a tensão de entrada.



Os capacitores usados neste circuito devem ter tensões mínimas maiores que o pico de entrada. Lembramos aos leitores que não podemos criar energia. Assim, à medida que vamos obtendo tensões maiores com a multiplicação dada por estes circuitos, as correntes disponíveis na carga vão se tornando proporcionalmente menores. Leve-se em consideração ainda que no processo de multiplicação de tensão existem perdas a serem consideradas, o que reduz ainda mais a corrente que podemos obter nas saídas e conseqüentemente a potência.