

## A. Conversor boost bidirecional em corrente

Em algumas aplicações é preciso prever a reversibilidade do fluxo de corrente entre as fontes/acumuladores colocados nos diferentes lados CC do conversor. Isso requer topologias que permitam a inversão no sentido da corrente. A figura A.1 mostra um conversor para tal modo de funcionamento.

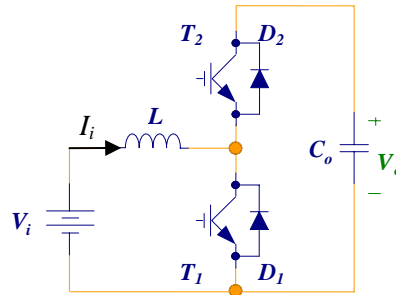


Figura A.1 Conversor *boost* bidirecional em corrente.

O transistor superior,  $T_2$ , pode ser comandado de modo complementar a  $T_1$ , o que garante que o funcionamento sempre será no modo de condução contínua. A característica estática que relaciona as tensões de “entrada” e de “saída” por meio da razão cíclica, definida para o transistor inferior,  $T_1$ , é:

$$V_o = \frac{V_i}{1 - \delta}$$

Sendo  $\delta' = 1 - \delta$ , a equação pode ser reescrita como:

$$V_i = V_o \cdot \delta'$$

que é a relação de um conversor abaixador de tensão que tem a tensão  $V_o$  como “entrada” e a tensão  $V_i$  como “saída”.

Note-se que, em regime permanente e no modo de condução contínua, a largura de pulso depende exclusivamente das tensões (desprezando efeitos de perdas), ou seja, se  $V_i$  e  $V_o$  forem constantes, em regime permanente  $\delta$  tem que ser constante.

O processo de alteração no sentido da corrente e, portanto, do fluxo de energia, se dá com mudanças transitórias na razão cíclica.

Suponha-se que o conversor está operando com corrente de entrada positiva. O fluxo de potência é de  $V_i$  para  $V_o$ . Nessa situação a condução da corrente se dá por  $T_1$  e por  $D_2$ .

Ao variar a largura de pulso (sobre  $T_1$ ) ocorrerá um desequilíbrio na tensão média sobre a indutância (que deixa de ser nula) e, conseqüentemente, conduz a uma alteração na corrente média. Uma diminuição de razão cíclica produz uma redução na corrente. A depender do tempo que tal alteração se mantiver, pode haver a inversão de sentido da corrente.

Quando ocorre inversão no sentido da corrente há uma troca de condução entre diodos e transistores. Ou seja, para uma corrente negativa (figura A.1) o diodo  $D_2$  deixa de conduzir e a corrente circula por  $T_2$  e, no intervalo complementar, passa por  $D_1$  ao invés de  $T_1$ .

Atingida o novo valor de corrente desejado, é restabelecida a largura de pulso de regime permanente e a corrente se estabiliza, como mostra a figura A.2.

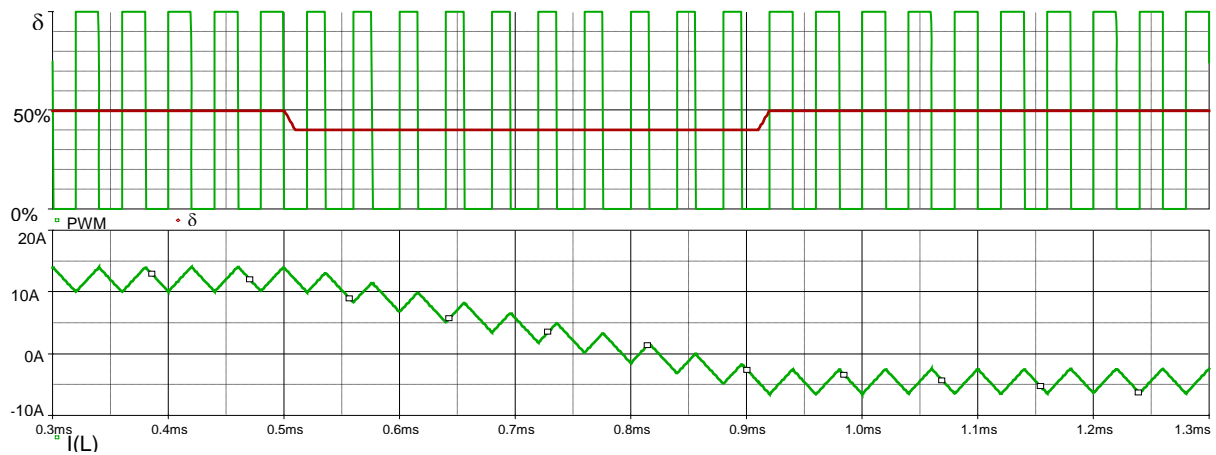


Figura A.2 Formas de onda para conversor *boost* bidirecional em corrente ( $V_i=100V$ ,  $V_o=200V$ ,  $\delta$ : variação de 50%  $\rightarrow$  40%  $\rightarrow$  50%)

### A.1 Conversor *boost interleaved* (condução contínua)

O conversor *boost interleaved* (ou entrelaçado), na configuração com duas fases e bidirecional em corrente é ilustrado a Figura A.3. O número de fases é indicado pelo número de indutores na entrada. Este conversor pode também ser implementado com um maior número de fases. Quanto maior a quantidade de fases, menor a corrente em cada indutor e maior o efeito de cancelamento da ondulação entre as fases. No caso de duas fases o acionamento dos transistores correspondentes em cada fase é realizado com uma diferença de metade do período de comutação.

Para mesma ondulação na corrente de entrada, o conversor *boost interleaved* utiliza indutores de menor indutância. Isto ocorre porque a “defasagem” entre as fases provoca um cancelamento parcial na ondulação da corrente na entrada do conversor, conforme mostrado na Figura A.4. Nesta mesma figura, pode-se ainda constatar que a ondulação na corrente de entrada possui o dobro da frequência de comutação, o que facilita a filtragem, caso esta seja necessária.

As desvantagens que podem ser apontadas neste conversor quando comparado ao conversor *boost* convencional é que a introdução de mais fases torna os circuitos de comando mais sofisticados e aumenta o número de componentes. Enquanto estas desvantagens podem representar uma barreira para a utilização desta topologia em conversores de baixo custo, em aplicações de maior potência, que possuem naturalmente custo mais elevado, um pequeno aumento no custo do controle pode ser facilmente compensado pelas vantagens.

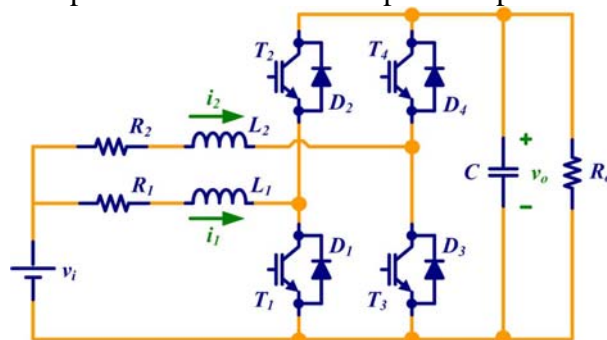


Figura A.3 Conversor *boost interleaved* bidirecional em corrente, com duas fases.

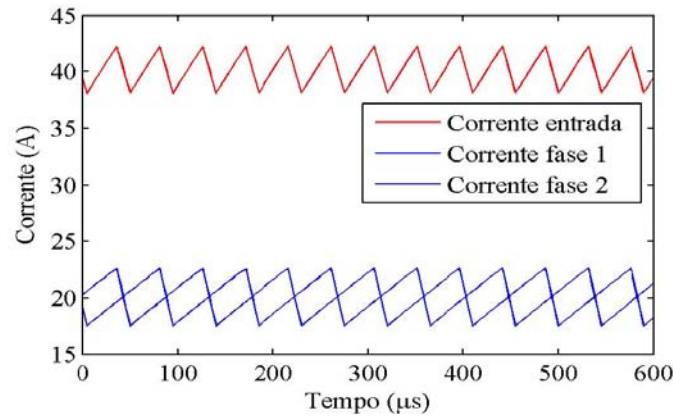


Figura A.4 Correntes no conversor *boost interleaved* (condução contínua)

O conversor *boost interleaved* no modo de condução descontínua<sup>1</sup> (sem fazer o comando complementar dos transistores), para um mesmo ganho de tensão, trabalha com razão cíclica reduzida em relação ao conversor no modo de condução contínua. A ondulação na corrente de entrada é reduzida pelo efeito de cancelamento entre as fases, mostrado na Figura A.5, para um conversor de seis fases. Além disso, as formas de onda da corrente na entrada e na saída possuem frequência correspondente à frequência de comutação multiplicada pelo número de fases, o que facilita a filtragem do sinal.

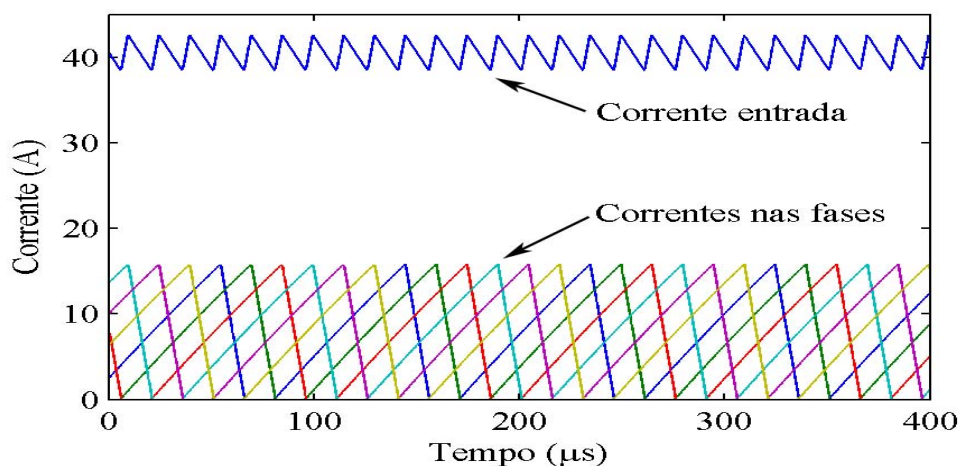


Figura A.5 Correntes no conversor *boost interleaved* com seis fases, em condução descontínua.

<sup>1</sup> Felipe Saldanha Garcia, “Conversores CC-CC elevadores de tensão, não isolados, com ganhos estáticos elevados”, Dissertação de mestrado, FEEC – Unicamp, 13 de agosto de 2010.