

## 新型無變壓器之高升壓比直流-直流轉換器

楊隆生、梁從主\*、陳建富

國立成功大學電機資訊學院電機工程學系

[tjliang@mail.ncku.edu.tw](mailto:tjliang@mail.ncku.edu.tw)

[IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 56, No. 8, pp. 3144-3152, Aug. 2009.](#)

### 摘

要 – 傳統直流-直流升壓型轉換器因切換開關導通電阻、二極體順向導通壓降、及電感器和電容器串聯等效電阻之影響，將導致無法獲得高升壓比。圖1為一可提供高升壓比之直流-直流轉換器。然而，此轉換器有兩問題待改善以提升轉換效率：(1) 當切換開關導通時，電流流經三個電力元件；當切換開關截止時，電流流經兩個電力元件。(2) 切換開關之電壓應力等於輸出電壓。本文提出一無變壓器高升壓比直流-直流轉換器如圖2所示。本轉換器採用兩相同電感值之電感器，當切換開關導通時，此兩電感器並聯儲能；當切換開關截止時，此兩電感器串聯釋能。本轉換器之架構相當簡單，且僅使用單一功率級。本轉換器與圖1之轉換器比較，具有下列優點：(1) 當切換開關導通時，電流流經兩個電力元件；當切換開關截止時，電流流經一個電力元件。(2) 切換開關之電壓應力小於輸出電壓。(3) 在相同輸入電壓、輸出電壓、及輸出功率之下，當切換開關導通時，本文所提轉換器之切換開關電流應力為圖1所示轉換器之半。最後，實作一應用於汽車頭燈輸出功率40 W之雛形電路已驗證本轉換器之性能。其電路規格如下： $V_{in} = 12\text{ V}$ 、 $V_o = 60 - 100\text{ V}$ 、 $f_s = 100\text{ kHz}$ 、 $P_o = 40\text{ W}$ 、 $L_1 = L_2 = 100\text{ }\mu\text{H}$ 及 $C_o = 68\text{ }\mu\text{F}$ 。



當操作於 $V_{in} = 12\text{ V}$ 、 $V_o = 100\text{ V}$ 及 $P_o = 40\text{ W}$ 時，一些實驗量測波形如圖3所示。由圖3(a)知兩電感電流值相等。當切換開關導通時，輸入電流為電感電流兩倍；當切換開關截止時，輸入電流與電感電流相等。圖3(b)顯示流經切換開關之電流。由圖3(c)知，切換開關之電壓應力為 $(V_o + V_{in})/2$ ，小於輸出電壓。圖3(d)顯示輸出二極體之輸出電壓及輸出電流。圖4顯示負載電壓變動之動態特性，可看出良好之輸出電壓調整能力。圖5顯示操作於 $V_{in} = 12\text{ V}$ 、 $V_o = 60 - 100\text{ V}$ 及 $P_o = 40\text{ W}$ 時，理想與實際的電壓增益曲線圖，其誤差乃因實際上電路損失造成。圖6顯示本文所提轉換器與圖1所示轉換器在 $V_{in} = 12\text{ V}$ 、 $V_o = 60 - 100\text{ V}$ 及 $P_o = 40\text{ W}$ 時其效率比較圖，由圖6知本文所提轉換器之效率較圖1所示轉換器高。

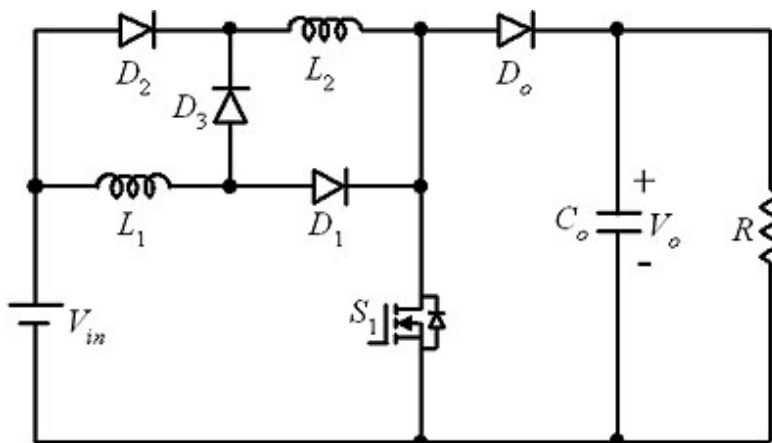


圖1 無變壓器高升壓比直流-直流轉換器(參考文獻如下)

B. Axelrod, Y. Berkovich, and A. Ioinovici, "Switched-capacitor/switched-inductor structures for getting transformerless hybrid DC-DC PWM converters," *IEEE Trans. Circuits Syst. I, Reg. papers*, vol. 55, no. 2, pp. 687-696, Mar. 2008.

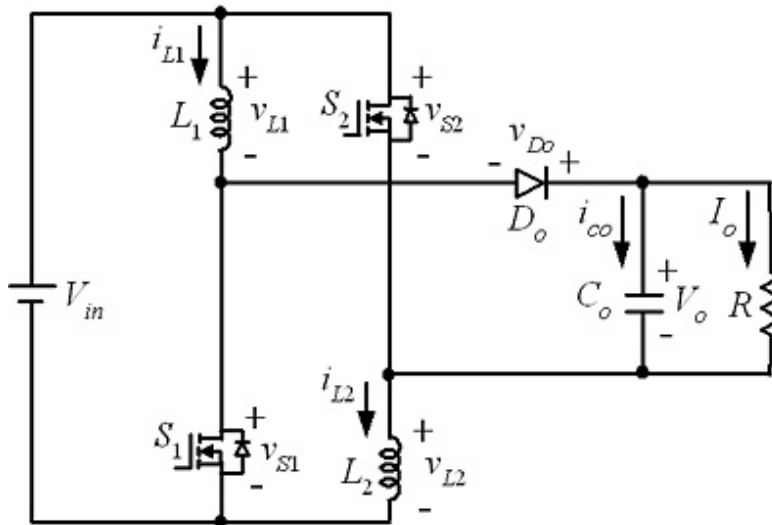


圖2 新型無變壓器高升壓比直流-直流轉換器

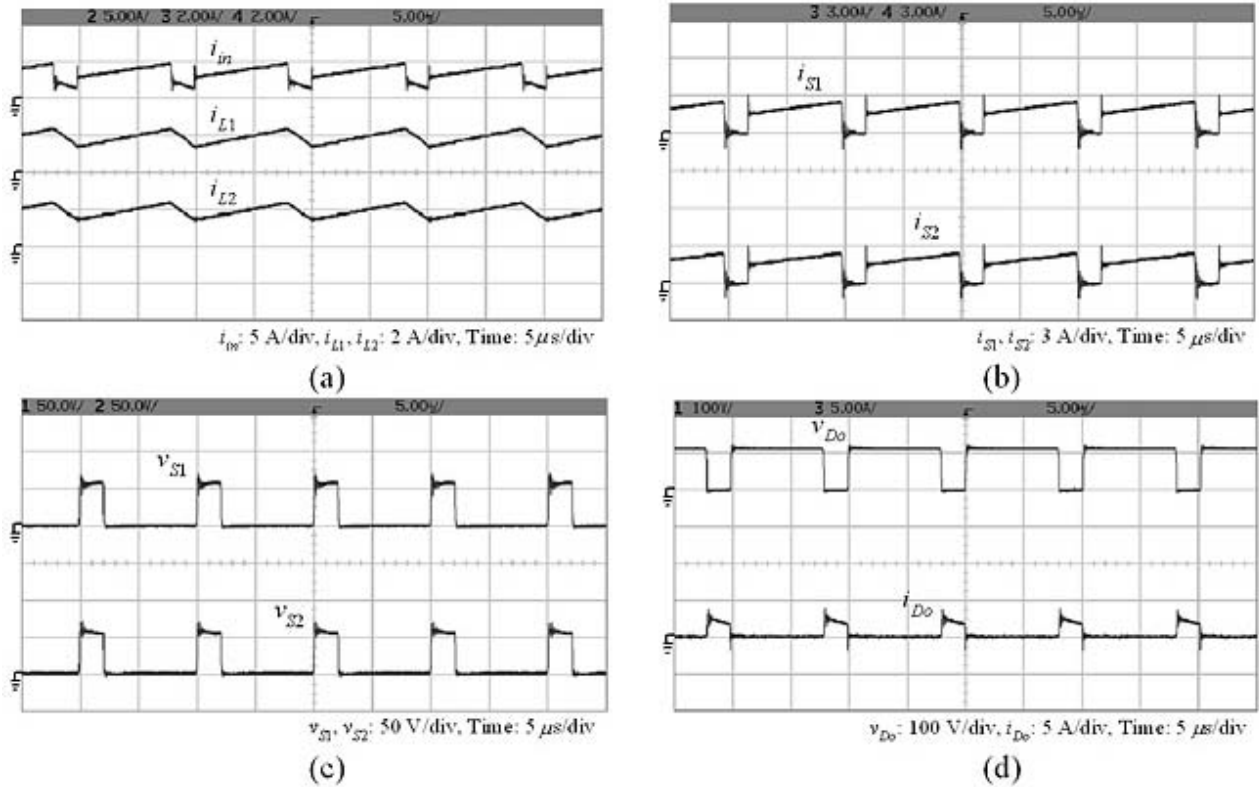


圖3 新型高升壓比直流-直流轉換器之實驗波形：

(a)  $i_{in}$ 、 $i_{L1}$ 、 $i_{L2}$ ；(b)  $i_{S1}$ 、 $i_{S2}$ ；(c)  $v_{S1}$ 、 $v_{S2}$ ；(d)  $v_{Do}$ 、 $i_{Do}$

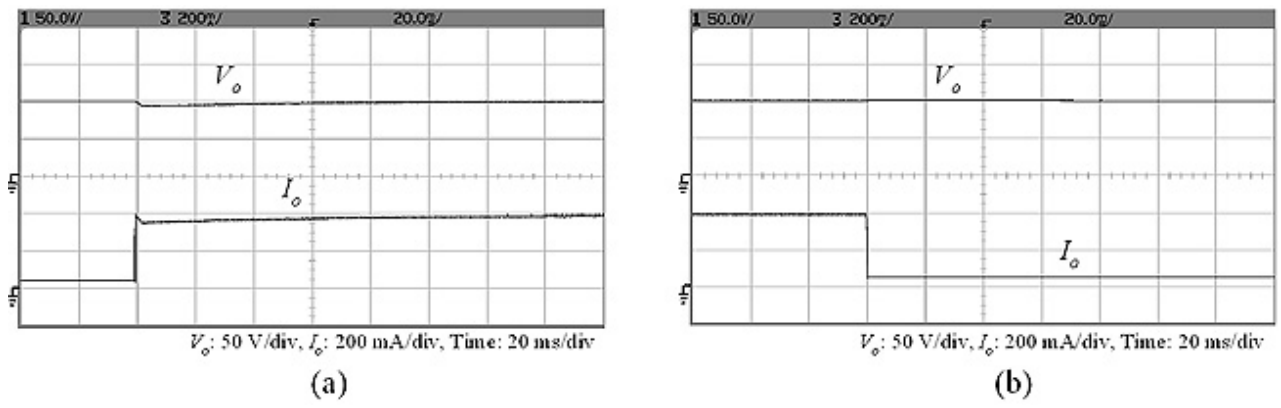


圖4 新型高升壓比直流-直流轉換器之動態響應：  
 (a)  $P_o : 5\text{ W} \rightarrow 40\text{ W}$  ; (b)  $P_o : 40\text{ W} \rightarrow 5\text{ W}$

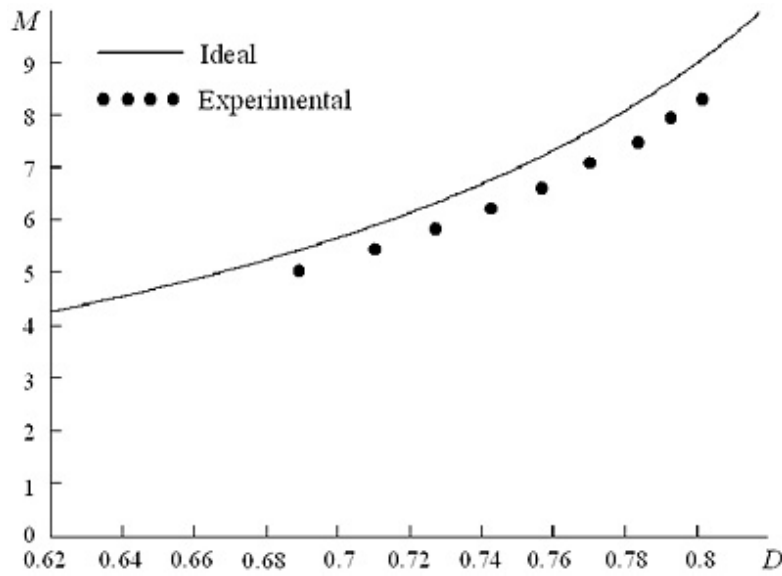


圖5 新型高升壓比直流-直流轉換器操作於  $V_{in} = 12\text{ V}$ 、 $V_o = 60 - 100\text{ V}$  及  $P_o = 40\text{ W}$  之理想與實際電壓增益曲線

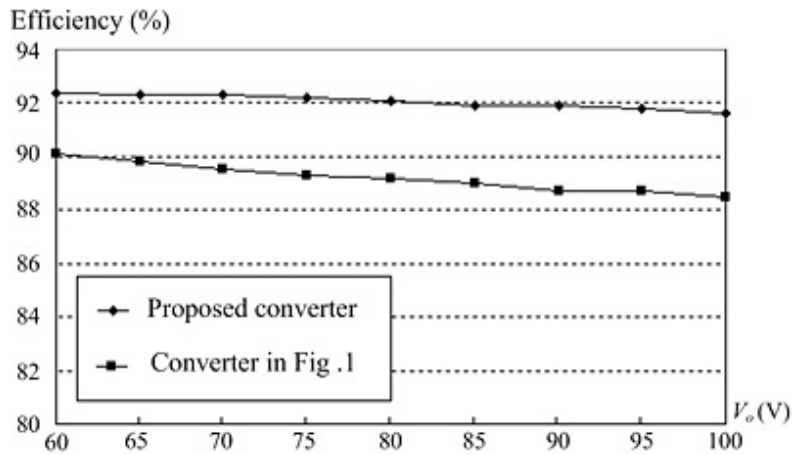


圖6 新型高升壓比直流-直流轉換器與圖1轉換器操作於  $V_{in} = 12\text{ V}$ 、 $V_o = 60 - 100\text{ V}$  及  $P_o = 40\text{ W}$  之效率比較

