

High frequency LLC resonant converter

高頻LLC諧振轉換器

組別：A223

指導教授：吳財福 教授

組員：曾星澄、周聖桓

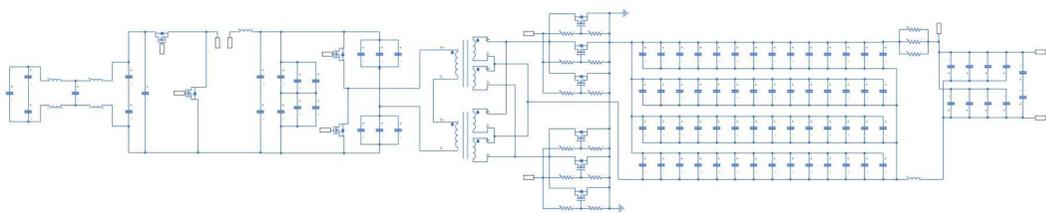
Abstract

本專題目標在於設計出銜接電源與系統之間的直流轉直流高頻諧振降壓型轉換器，並減少降壓過程的能量損耗。採用LLC諧振電路是為了避免發生硬切換損失。傳統設計會使系統在開關期間因為同時存在電壓與電流而造成能量損失，而LLC諧振電路可以控制系統達成軟切換，在開關期間電壓和電流不會交互作用產生能量損耗。

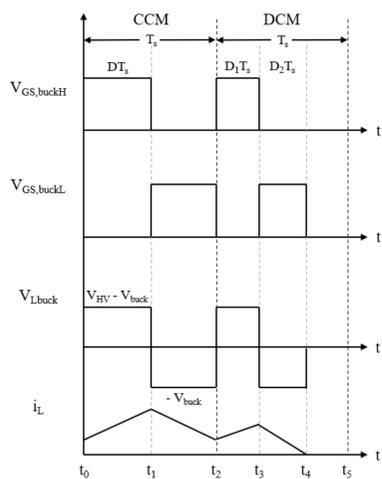
我們將電路劃分成降壓轉換器、諧振槽、變壓器、回授電路、整流與濾波電路。系統的控制由微控制器RX62T接受回授電壓並給出PWM訊號。

基於實驗室的LLC電路設計，專題內容在軟體層面首先透過PSIM電路模擬得出目標的責任比率以及切換頻率…等，電路板製作完成後則是調整RX62T的控制程式以達到目標值。

Implementation

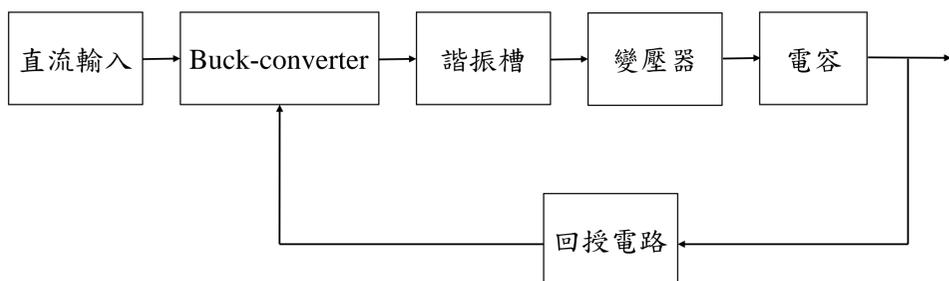


Buck-converter進行第一次降壓，送至LLC產生弦波到變壓器以14:3第二次降壓，以開關元件設計整流電路，輸出端接上多個並聯電容以消除漣波，後端再接上電容則是為了穩壓。



依據伏秒平衡
 $(V_{HV} - V_{buck})DT_S = V_{buck}(1 - D)T_S$
 $\frac{V_{buck}}{V_{HV}} = D$
 $(V_{HV} - V_{buck})D_1T_S + (-V_{buck})D_2T_S + 0 \times (1 - D_1 - D_2)T_S = 0$
可以推得
 $\frac{V_{buck}}{V_{HV}} = \frac{D_1}{D_1 + D_2}$
 D_1 為 S_{buckH} 的責任比率， D_2 為 S_{buckL} 的責任比率。

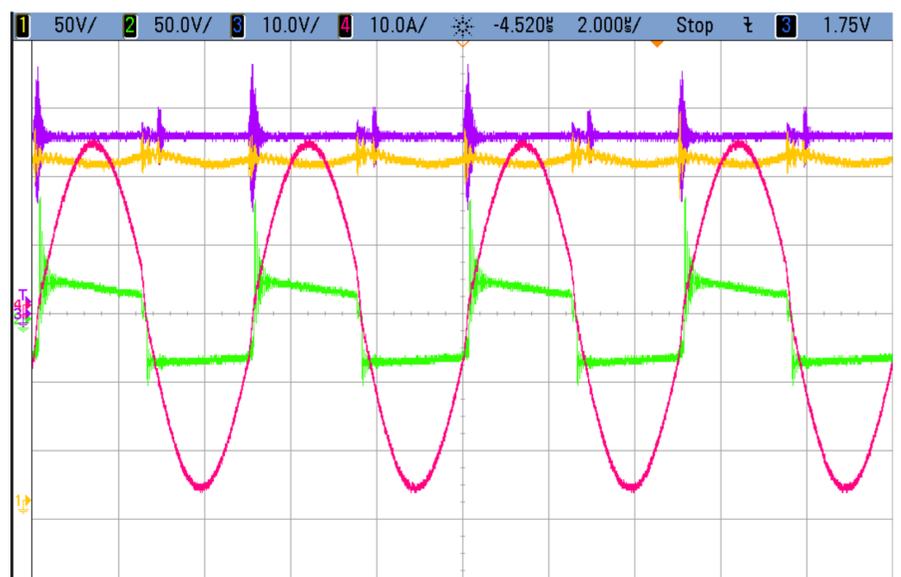
透過偵測回授電壓/電流，微控制器RX62T可以比較其與參考值間的誤差，有效的控制責任比率。



Result

利用直流電子負載控制輸出電流為操作變因，由於設計好的LLC諧振轉換器會將輸出固定為27.5V，我們觀測輸出的能量損耗。輸出電流越高，能承受的負載也越多，在能夠維持住變壓條件的同時，也要追求最高的效能。測試的結果直到80A為止，變壓器都能維持住壓降，但當功率超過1kW的同時，變壓器元件過熱，為避免元件損耗，停止測量。

I_{outDC}	P_{out}	$V_{in}=450V$		P_{out}/P_{in}
		I_{in}	P_{in}	
10A	275W	0.7A	315W	87.30%
20A	550W	1.3A	585W	94.02%
30A	825W	2.0A	900W	91.67%
40A	1100W	2.5A	1125W	97.78%
50A	1375W	3.1A	1395W	98.57%
60A	1625W	3.8A	1710W	95.03%
70A	1925W	4.4A	1980W	97.22%
80A	2200W	5.3A	2385W	92.24%



Conclusion

專題目的是為了實作出高頻高降比諧振轉換器，在前端使用降壓型轉換器，後端則是半橋轉換器。利用LLC諧振來使開關達到軟切換使其減少能量損失的目的達成。電容分兩階，第一階的作用是吸收電流的漣波，第二階是為了穩壓。整個系統先在降壓型轉換器降壓，之後又在諧振電路的變壓器以14:3的比例降壓，主要的壓降控制在降壓型轉換器，輸出電壓經由RX62T偵測後控制降壓型轉換器的責任比率。

為了控制電路，RX62T作為控制晶片，控制的對象包括電壓、電流回授電路，藉由偵測回授訊號輸出PWM訊號以此驅動電路輸出開關來進行切換。

最後我們在以450V的電壓輸入條件下，輸出27.5V，達成了原本的目標。目前還沒解決的問題是變壓器發熱，我們討論的結果認為是電路排列的問題。