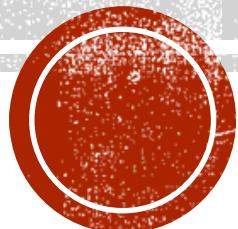


模組 BOOST CONVERTER BUCK-BOOST CONVERTER

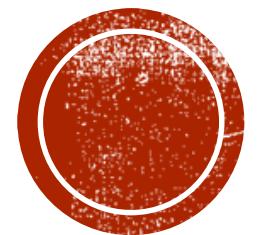
助教: 李承戰



大綱 OUTLINE

- Boost Converter
- Buck Boost converter
- 波型量測
- (補)直流電源供應器





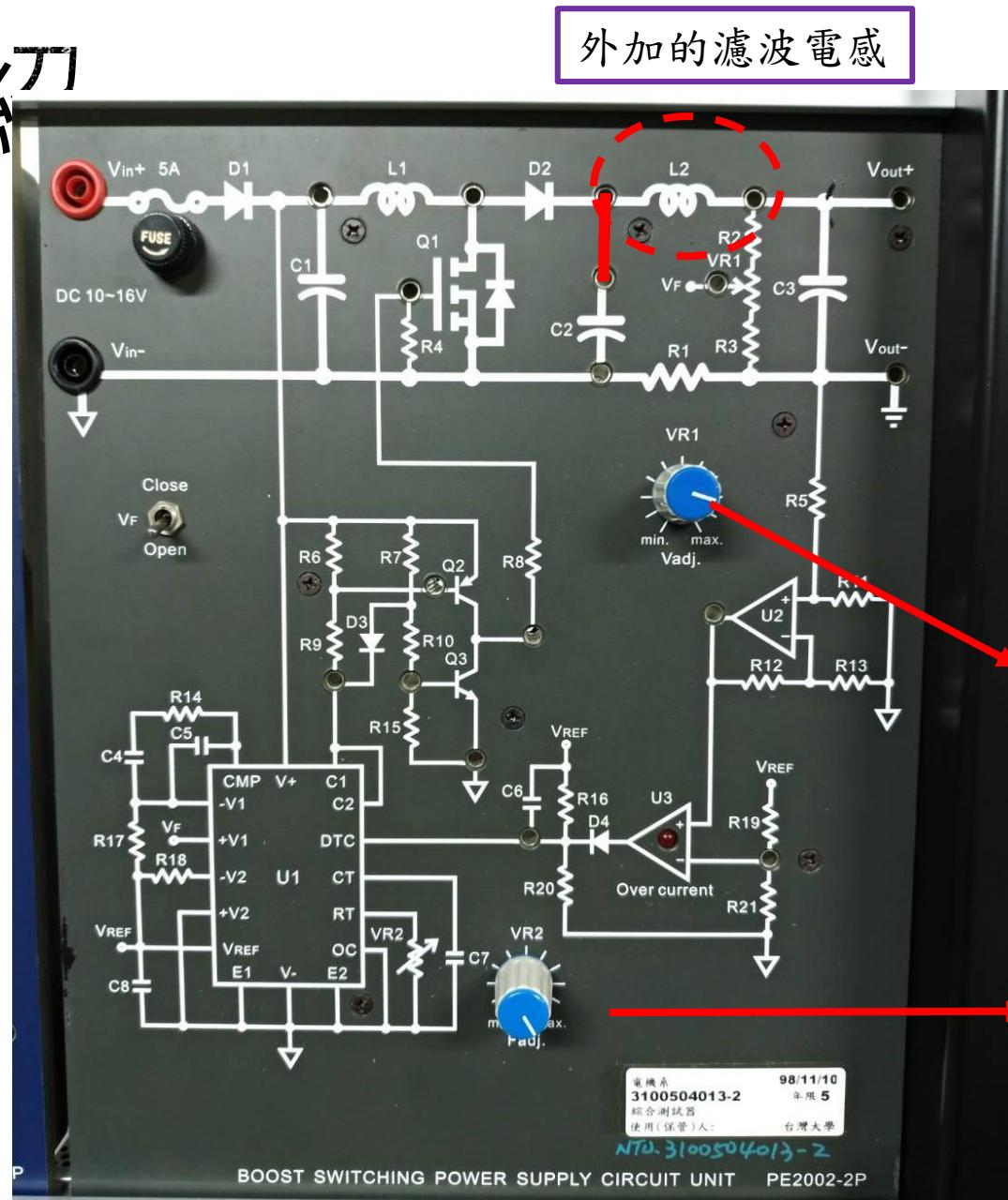
BOOST CONVERTER



模組介紹



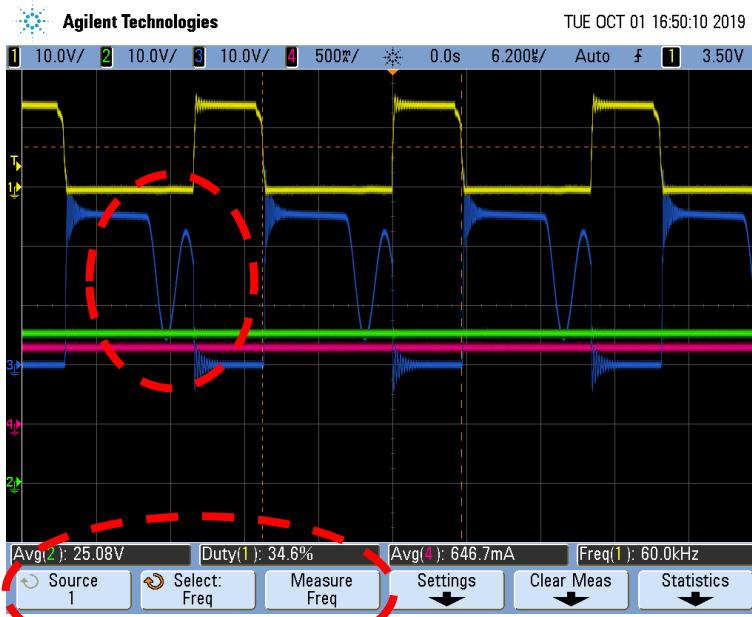
直流電壓輸入
輸入電壓範圍 10~16V
輸入限流 4A



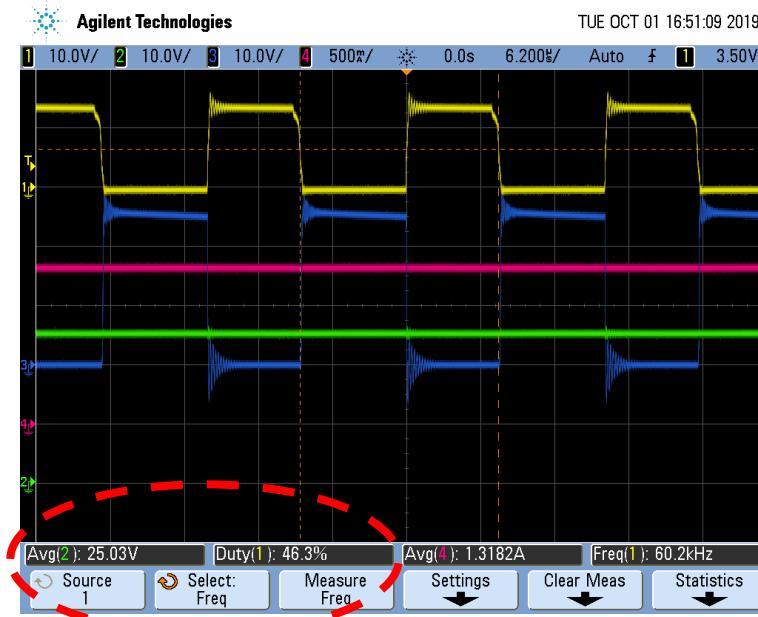
觀察DCM 波型

黃: V_{GS} ，藍: V_{DS} ，綠: V_O ，紅: I_O

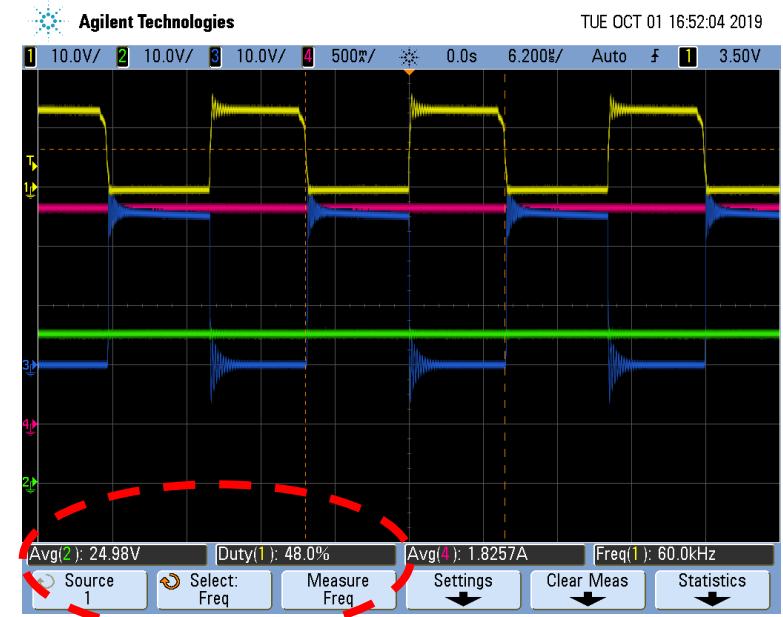
DCM



CCM 輕載



CCM 重載



在CCM中，理論上負載大小並不會影響Duty，但在實際實驗中還是會有差異？為什麼？
在DCM中，負載的大小會影響Duty，可以觀察到DCM時的Duty變化

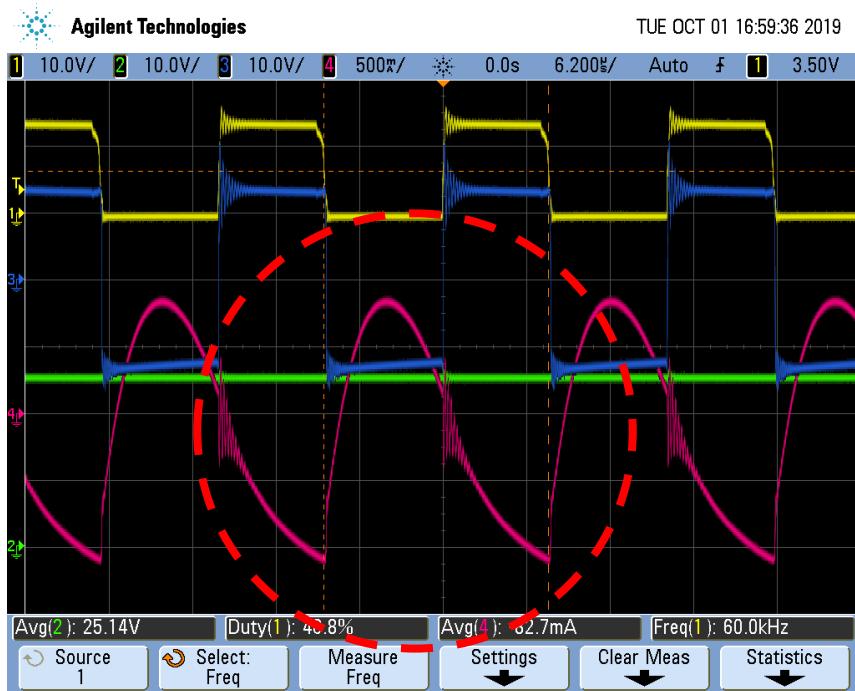


電感電壓 電容電流

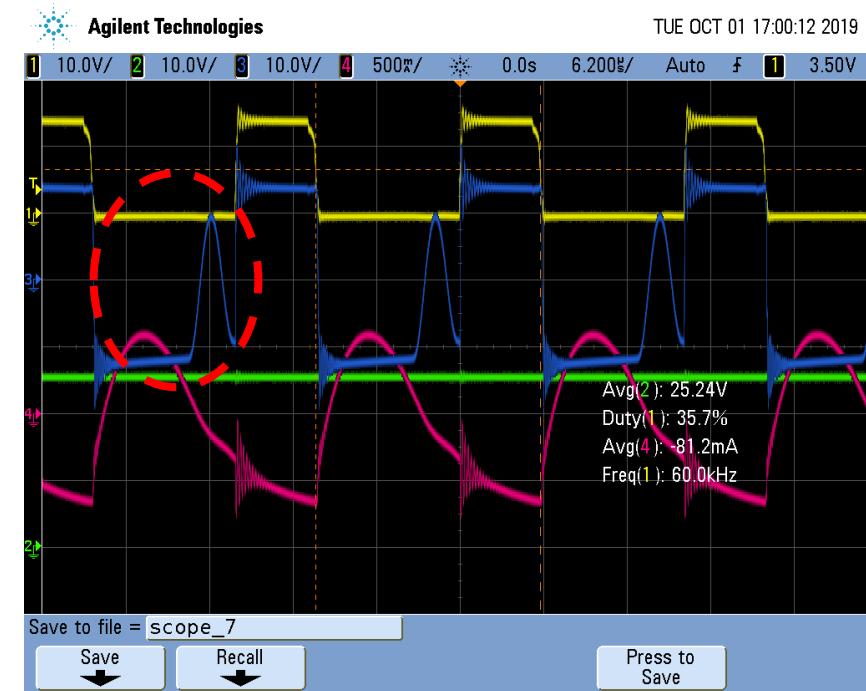
黃: V_{GS} ，藍: V_L ，綠: V_O ，紅: I_C 電容電流

電容電流並不是熟悉的三角波的樣子，比較接近電容充放電的樣子

CCM

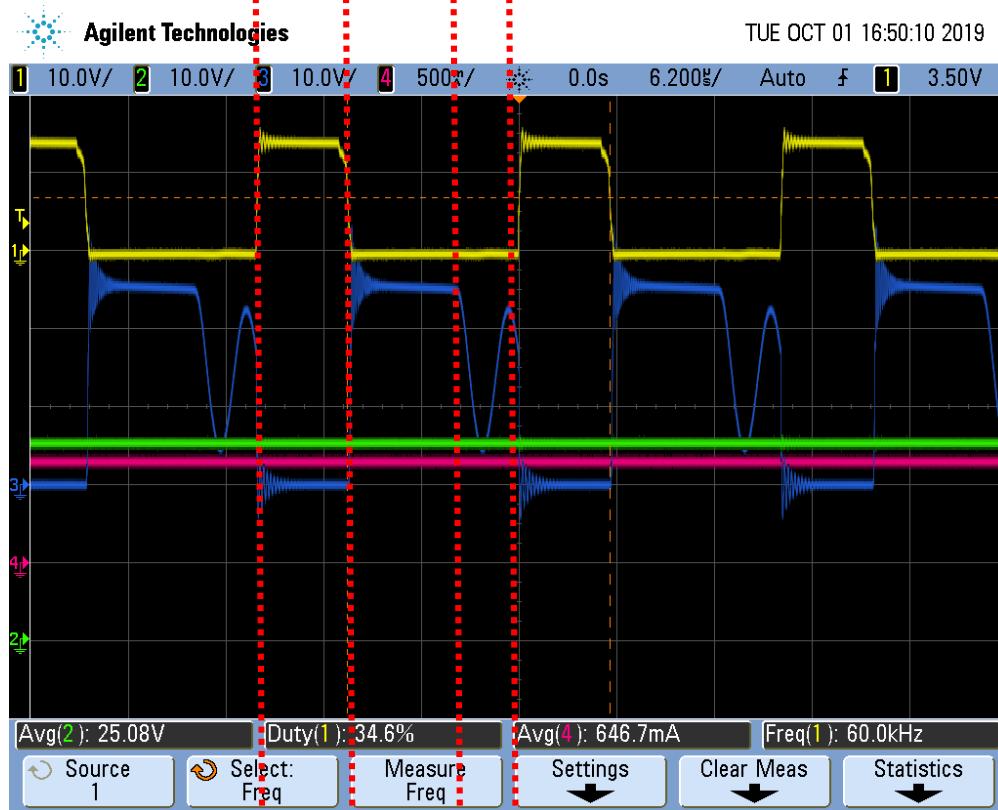


DCM



黃: V_{GS} ，藍: V_{DS} ，綠: V_O ，紅: I_O

計算電感 (使用DCM性質)

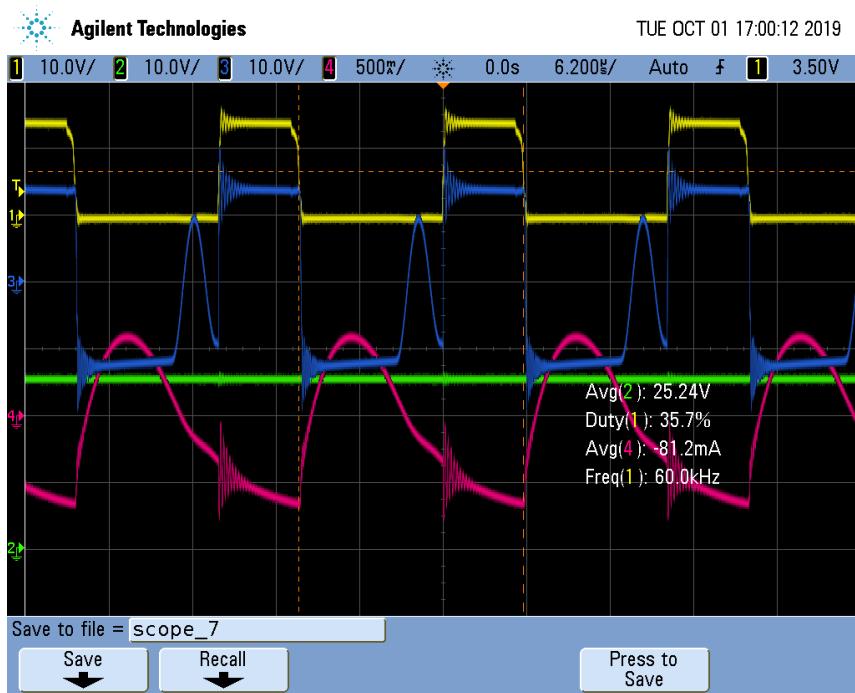


t_1 t_2 t_3

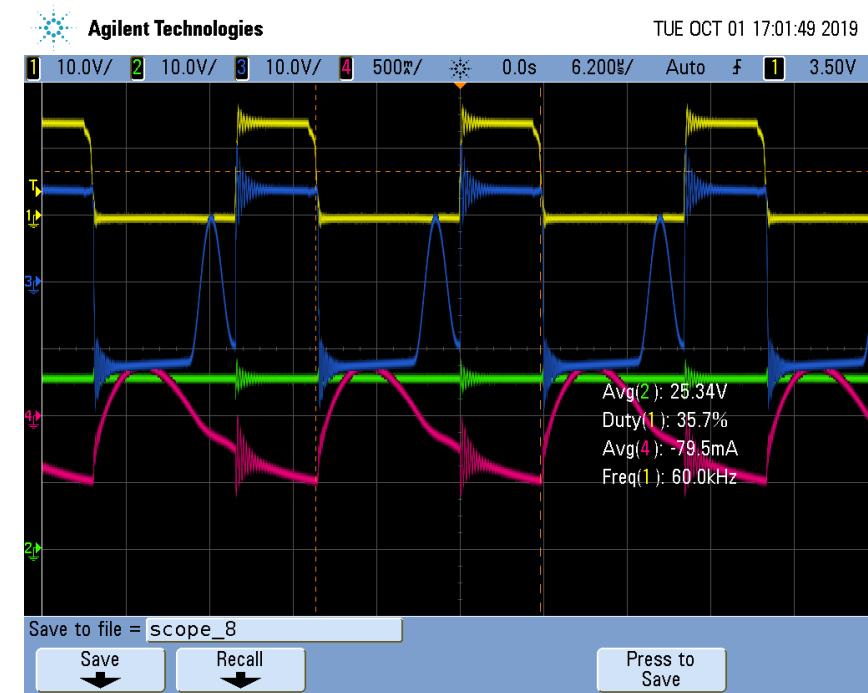
- 由電感電流平均值 I_L
 - $I_L(1-D) = I_O \text{ (CCM)}$
 - $\frac{\Delta I_L}{2} (D_2) = I_O \text{ (DCM)}$
 - $\Delta I_L = 2I_L \text{ (BCM)}$
- $V_L = L \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$
 - $V_{in} = L \frac{\Delta I_L}{t_1}$
 - $V_{in} - V_o = L \frac{\Delta I_L}{t_2}$
- 求出 L

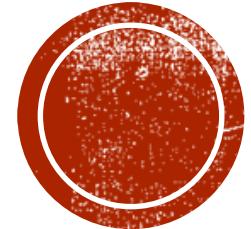
輸出濾波電感L₂

有L₂



Bypass L₂





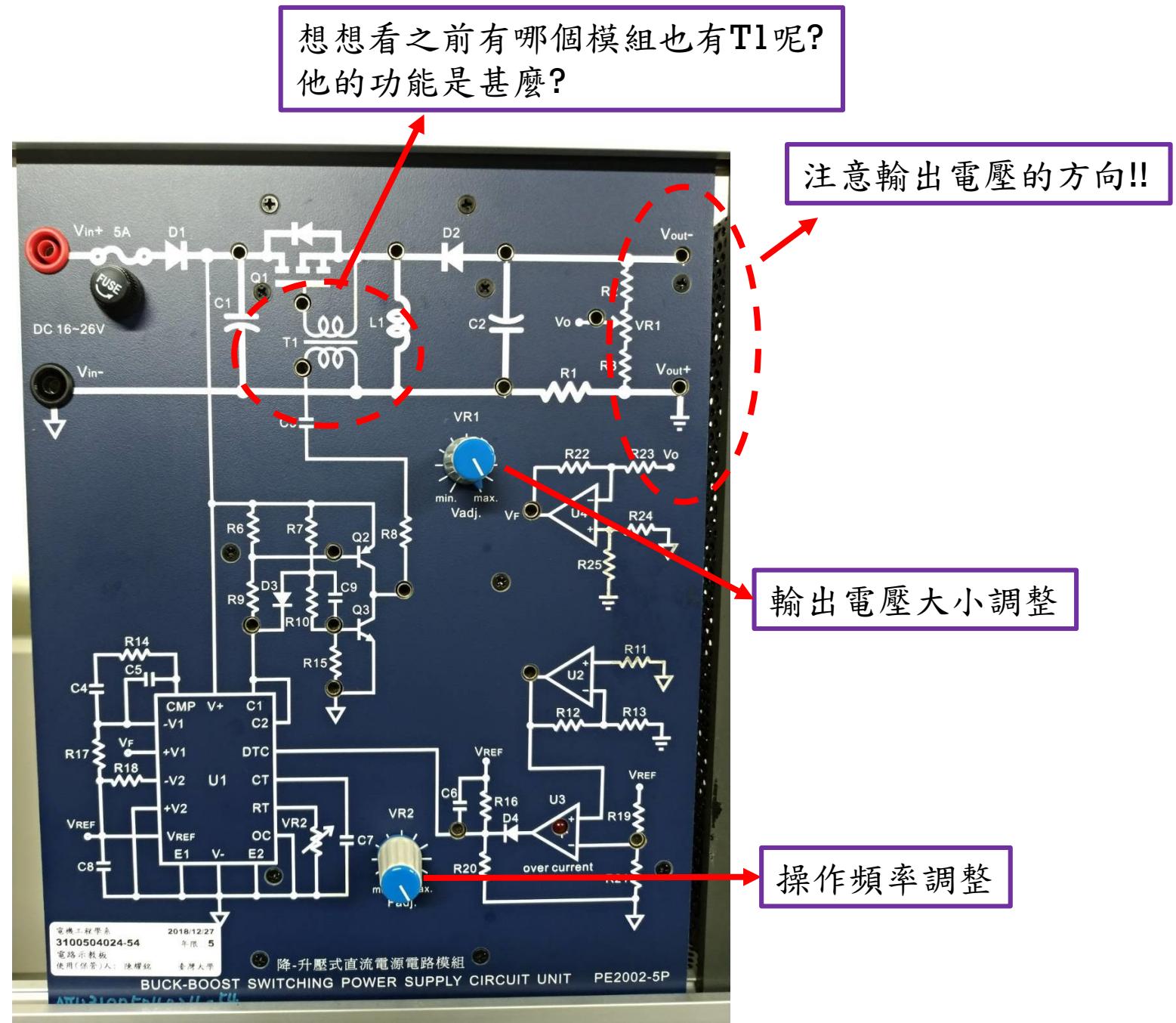
BUCK-BOOST CONVERTER



模組介紹

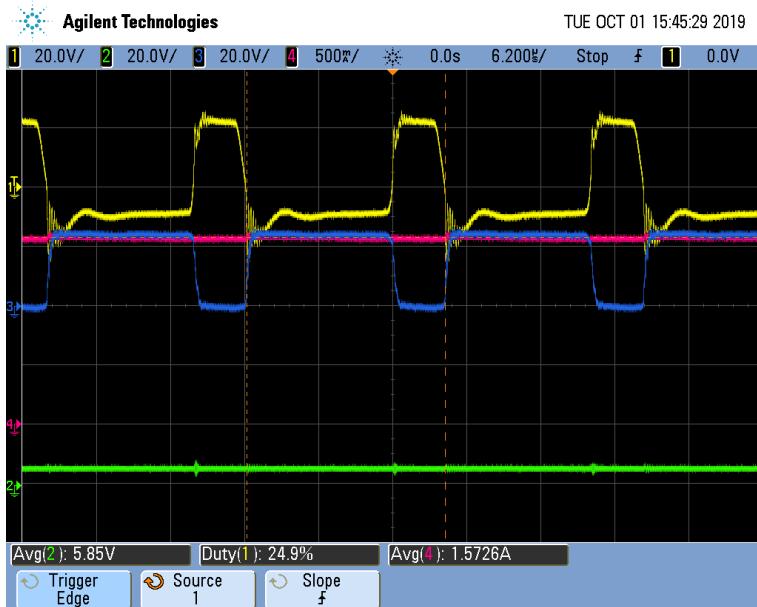


直流電壓輸入
輸入電壓範圍16~26V
輸入限流 3A

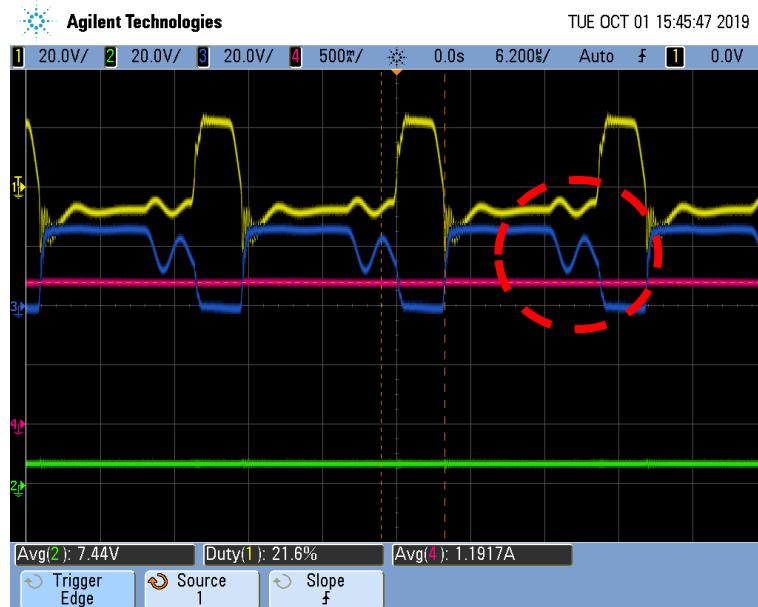


觀察DCM波型

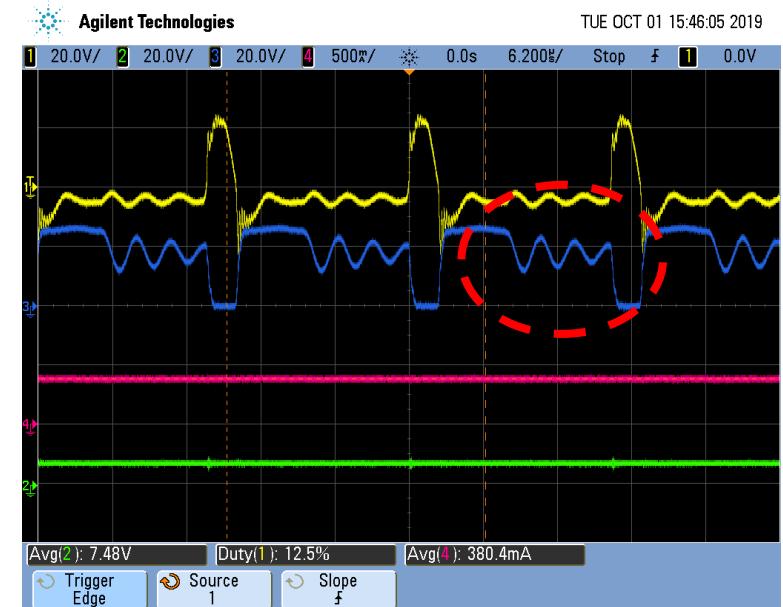
重載



輕載



輕輕載



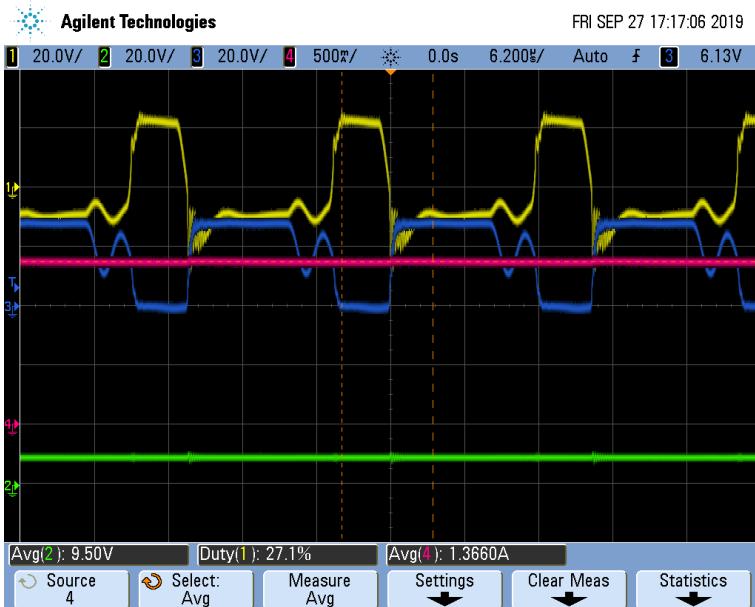
黃: V_{GS} ，藍: V_{DS} ，綠: V_O ，紅: I_O

DCM 操作時，在電感電流為零時，會有LC共振!!

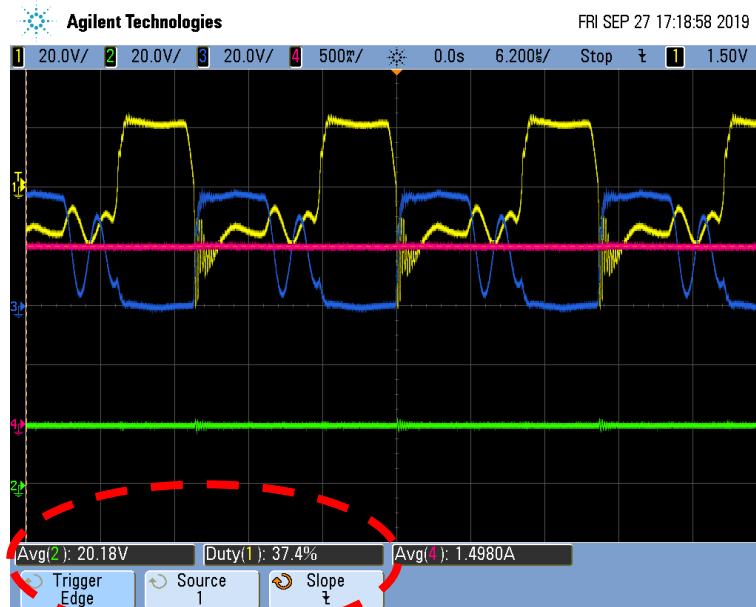


BUCK-BOOST CONVERTER $V_{IN}=20V$

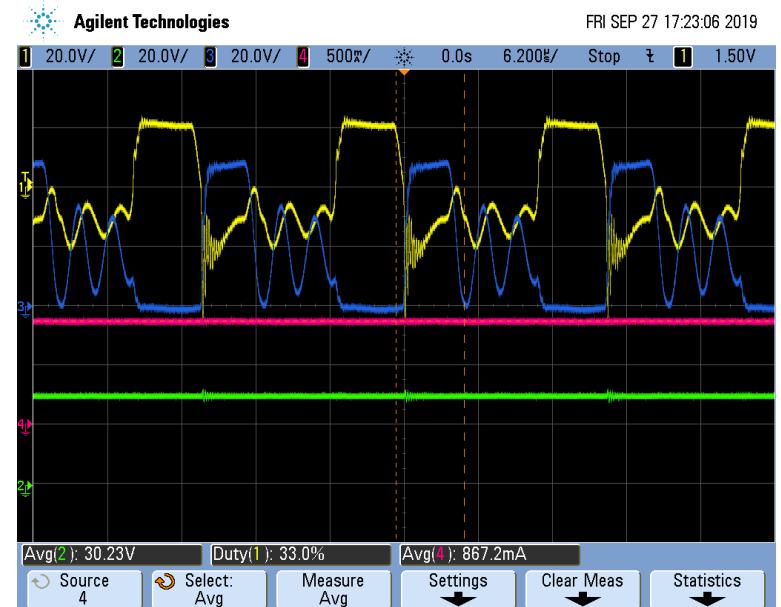
降壓



維持



升壓



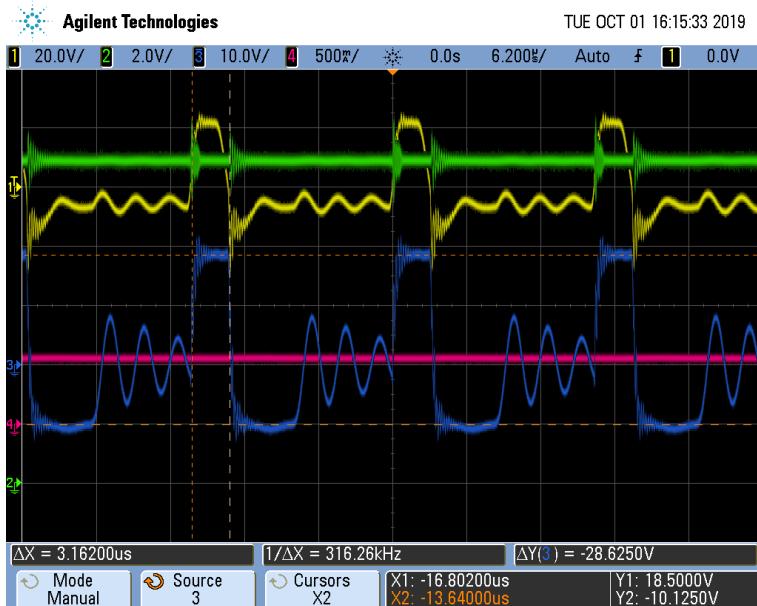
黃: V_{GS} ，藍: V_{DS} ，綠: V_O ，紅: I_O

因為屬於DCM操作，所以等電壓輸出時，Duty不是50%

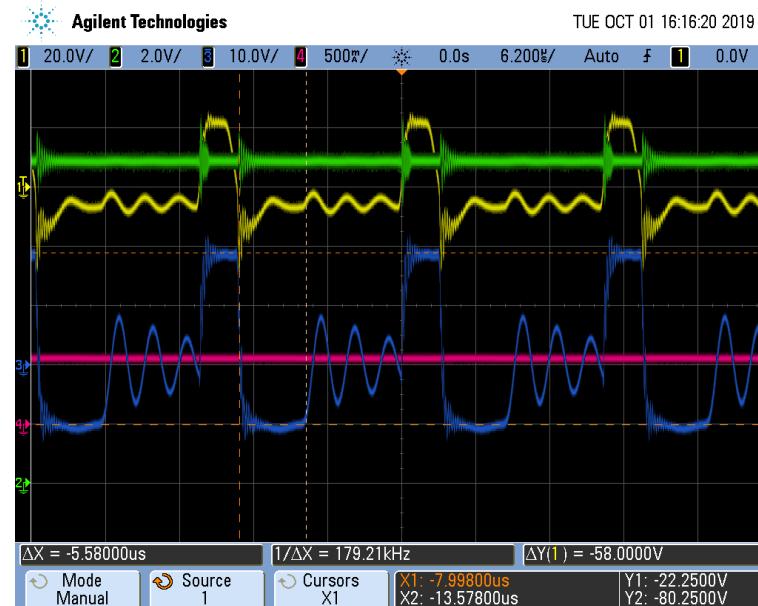


計算電感(1) 量測導通時間與電感電壓

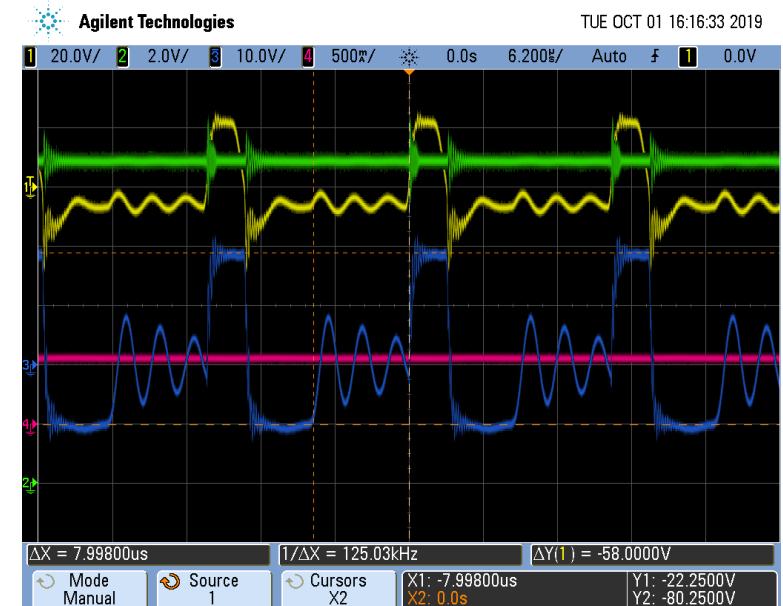
**Duty On, I_L Charge,
 $t_1=D_1T$**



**Duty Off, I_L Discharge,
 $t_2=D_2T$**



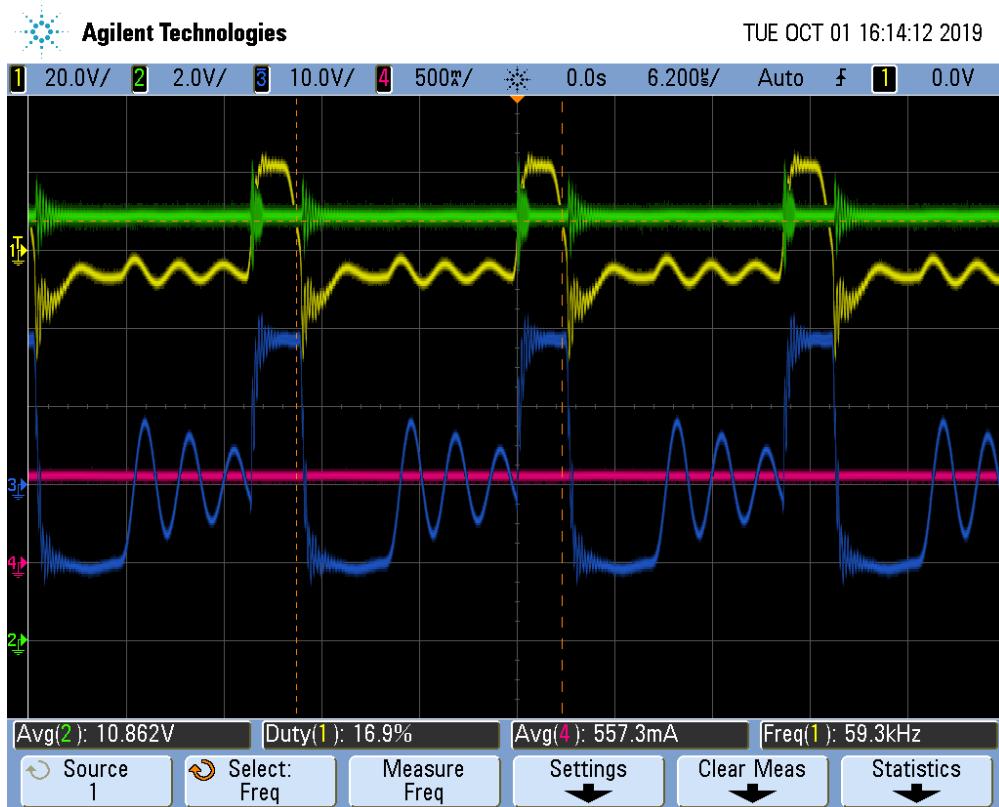
Duty Off, $I_L=0$, $t_3=D_3T$



黃: V_{CS} ，藍: V_L ，綠: V_O ，紅: I_O



計算電感(2) 量測輸出電流 I_o



- 由電感電流平均值 I_L
 - $I_L(1-D) = I_o \text{ (CCM)}$
 - $\frac{\Delta I_L}{2} (D_2) = I_o \text{ (DCM)}$
 - $\Delta I_L = 2I_L \text{ (BCM)}$
- $V_L = L \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$
 - $V_{in} = L \frac{\Delta I_L}{t_1}$
 - $V_o = L \frac{\Delta I_L}{t_2}$
- 求出 L

波型量測與問題

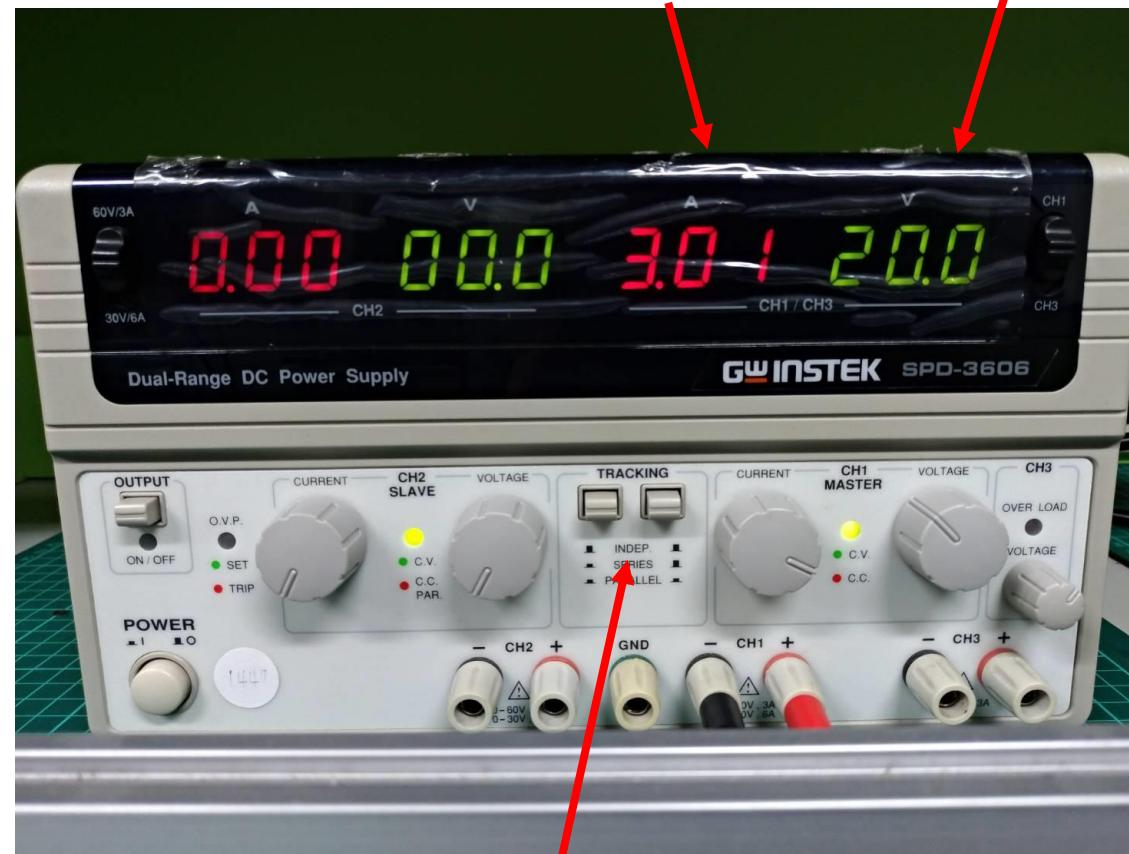
- 觀察CCM和DCM狀況下， V_{GS} ， V_{DS} ， I_L ， V_O ，分析波型是否有和模擬不同的地方，為什麼?(20%)
- 呈現出CCM和DCM輸入輸出與PWM信號duty cycle之關係，並計算是否符合預期。(20%)
- 在CCM中，理論上負載大小並不會影響Duty，但在實際實驗中還是會有差異?為什麼?(10%)
- Boost/Buck-boost誤差分析與討論。(20%)
- Buck測量輸出電壓波形(AC mode)，觀察它與 I_C 以及電容的ESR的關係，分析波型關係。(20%)
- 推導出Boost/Buck-boost電路的可能電感值和 C_{DS} 大小(**Bonus 5% 5%**)。
- 觀察模組電路圖和 V_{GS} ，為什麼Boost和Buck-boost的開關驅動電路不同?(**Bonus 5%**)



直流電源供應器

檔位選擇

電壓輸出鍵



額定電壓/當下電壓

電流限制/當下電流

CH1/3選擇

CH3 電壓調整紐

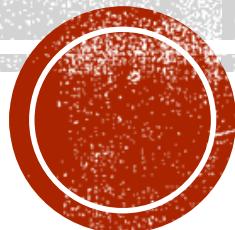
模式: CH1 CH2

1. 獨立
2. 串聯
3. 並聯

BOOST + BUCK-BOOST

如何計算電感值

By 助教戰



BOOST 計算電感值

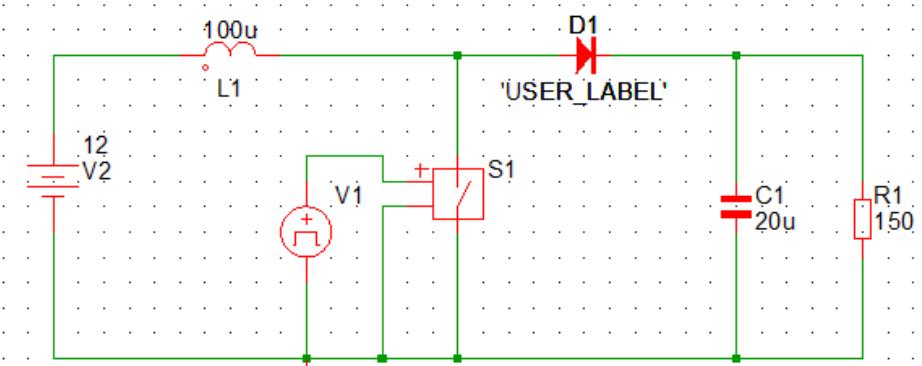
- 不知道電感電流的狀況
- 必須要是DCM
- 觀察電流之間的關係
 - 輸出電流 I_o
 - 二極體電流 I_D
 - 電感電流 I_L
- 由流進輸出端的電荷 = 流出輸出端的電荷
 - 電荷量 = $I \cdot t$ 圖下面積
 - $I_o \times DT = \frac{1}{2} I_{D,Max} \times D_2 T$, 其中 $D_2 = \frac{t_2}{T}$
 - 又因為 $I_{D,Max} = I_{L,Max} = \Delta I_L$ (DCM)
- 因此可知 $\Delta I_L = \frac{2I_o T}{t_2}$

模擬規格:

$$V_{in} = 12V$$

$$V_o = 34.47V \text{ (DCM)}$$

$$D = 60\%$$

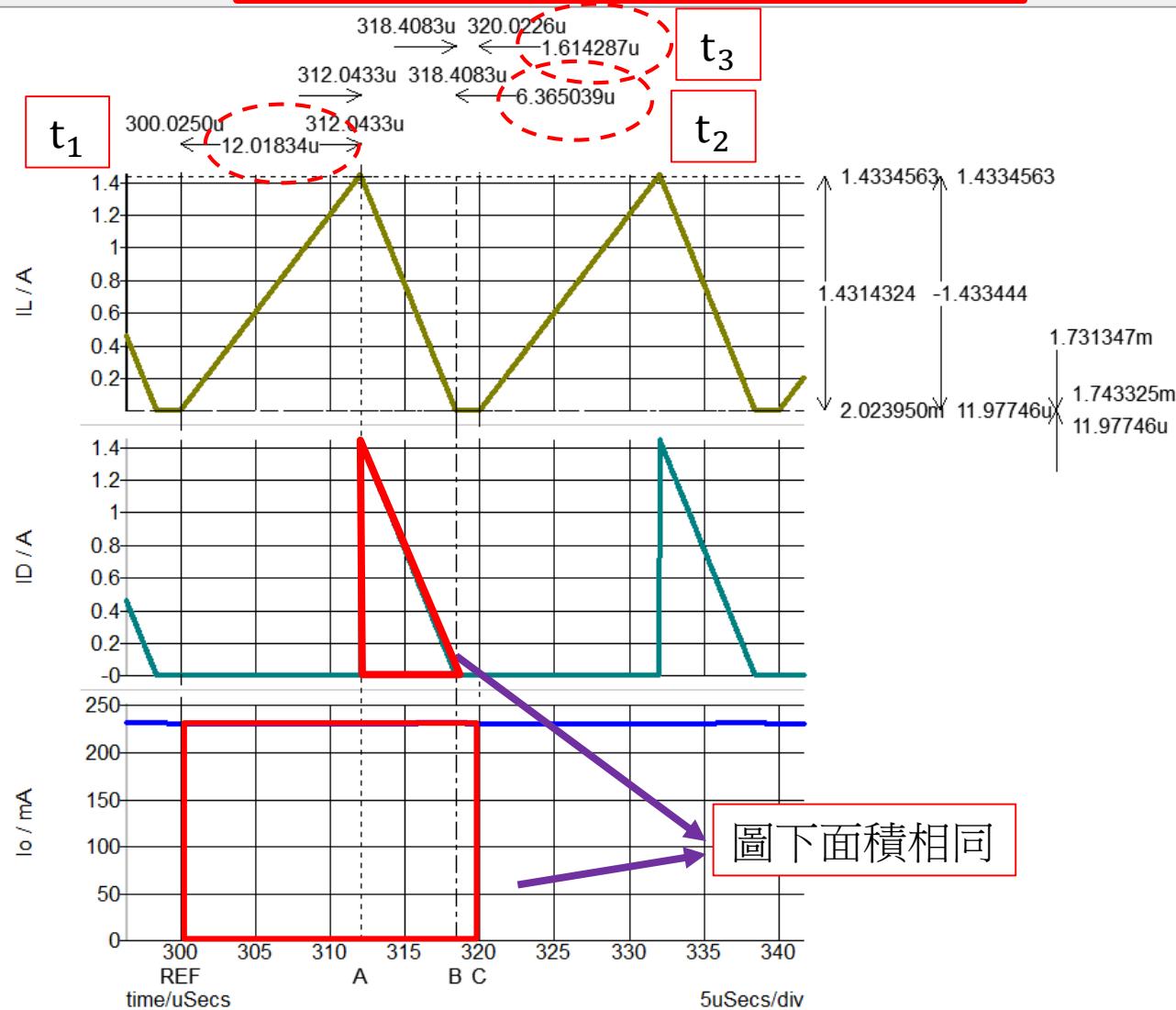


■ I_o
RMS 229.80495mA

■ I_L
Maximum 1.4404487A @652.0122uSecs

■ I_D
Maximum 1.4404143A @992.0122uSecs

$$I_{D,Max} = I_{L,Max} = \Delta I_L (\text{DCM})$$



■ 由量測得知：

- $t_2 = 6.365\mu\text{s}$
- $T = 20\mu\text{s}$
- $I_o = 229.8\text{mA}$
- $V_{in} = 12\text{V}$
- $V_o = 34.47\text{V}$

■ 可計算出：

- $D_2 = \frac{t_2}{T} = 31.8\%$
- $\Delta I_L = \frac{2I_o}{D_2} = 1.444\text{A}$
- $L = \left(|V_o - V_{in}| \times \frac{t_2}{\Delta I_L} \right) = 99.0\mu\text{H}$

BUCK-BOOST 計算電感值

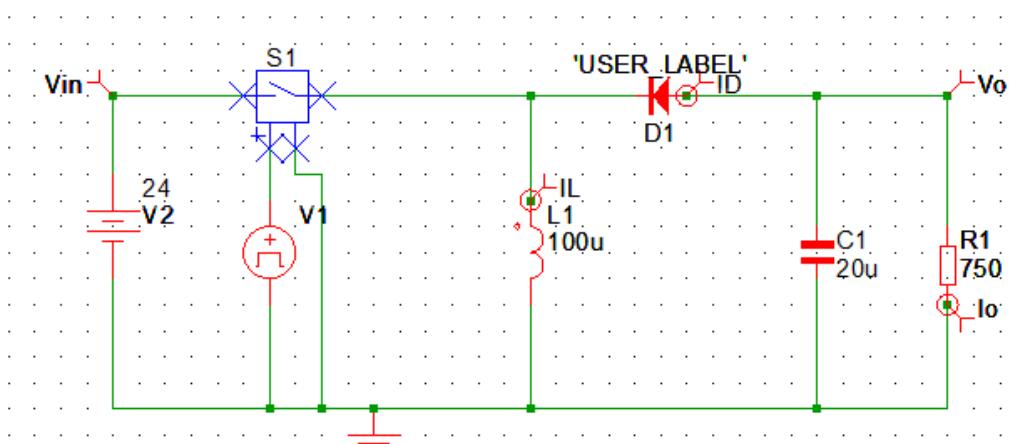
- 不知道電感電流的狀況
- 必須要是DCM
- 觀察電流之間的關係
 - 輸出電流 I_o
 - 二極體電流 I_D
 - 電感電流 I_L
- 由流進輸出端的電荷 = 流出輸出段的電荷
 - 電荷量 = $I \cdot t$ 圖下面積
 - $I_o \times DT = \frac{1}{2} I_{D,Max} \times D_2 T$, 其中 $D_2 = \frac{t_2}{T}$
 - 又因為 $I_{D,Max} = I_{L,Max} = \Delta I_L$ (DCM)
- 因此可知 $\Delta I_L = \frac{2I_o T}{t_2}$

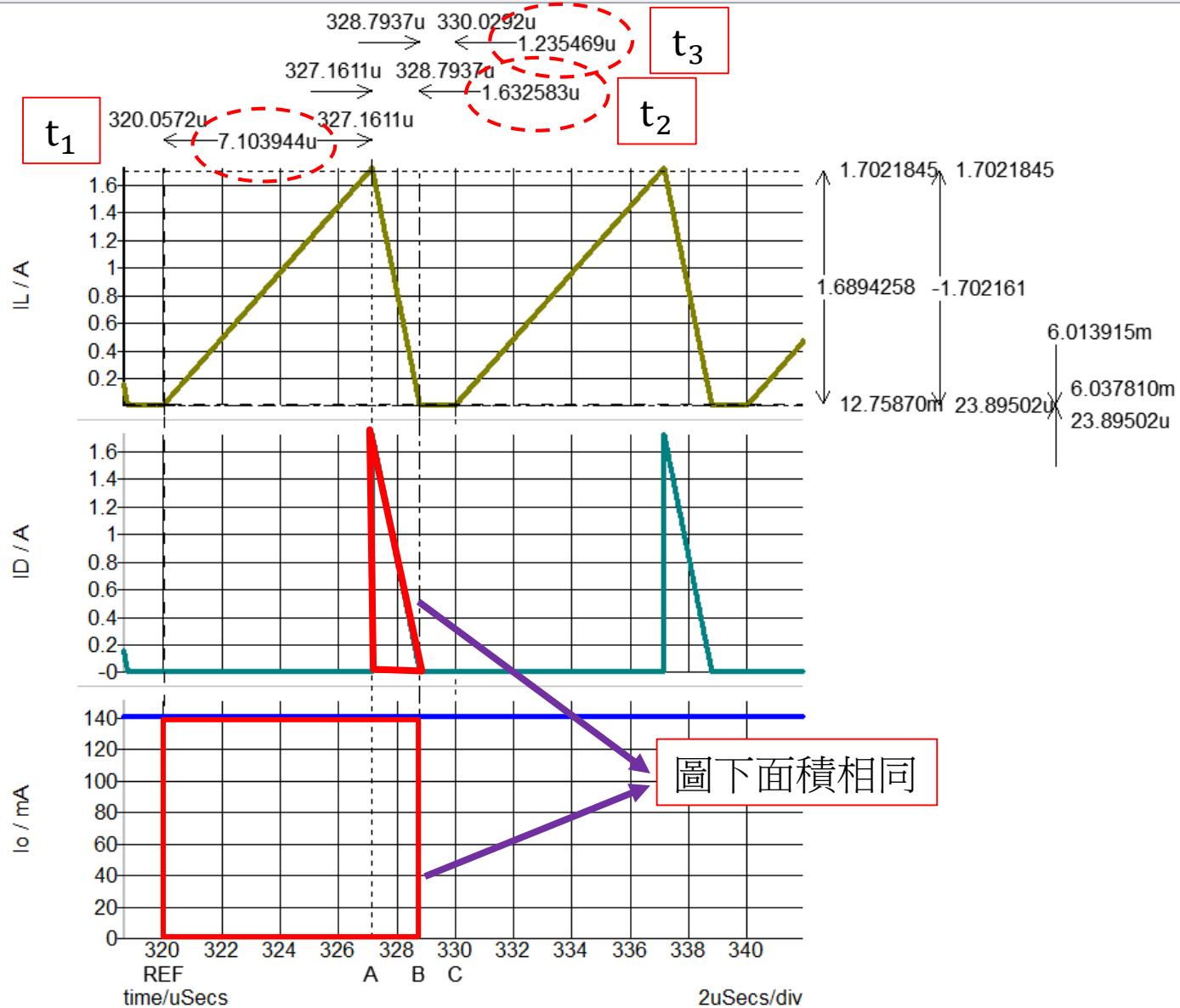
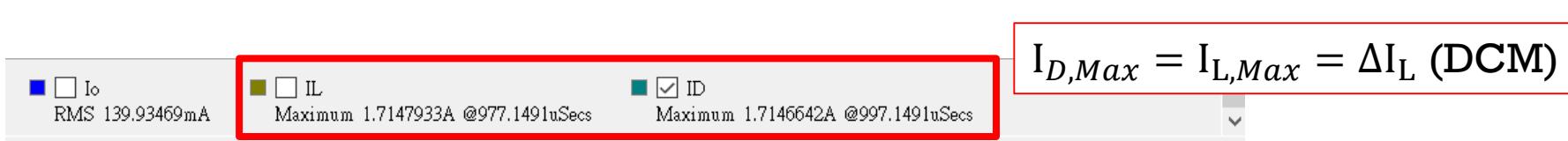
模擬規格:

$$V_{in} = 24V$$

$$V_o = 105V \text{ (DCM)}$$

$$D = 71.43\%$$





■ 由量測得知：

- $t_2 = 1.63\mu s$
- $T = 10\mu s$
- $I_o = 139.9mA$
- $V_{in} = 24V$
- $V_o = 105V$

■ 可計算出：

- $D_2 = \frac{t_2}{T} = 16.3\%$
- $\Delta I_L = \frac{2I_o}{D_2} = 1.717A$
- $L = \left(V_o \times \frac{t_2}{\Delta I_L} \right) = 99.7\mu H$