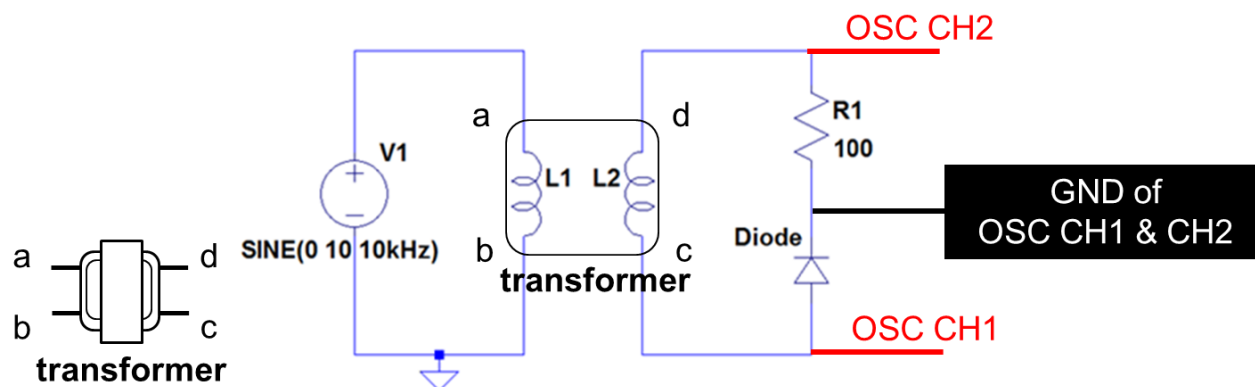


# REPORT

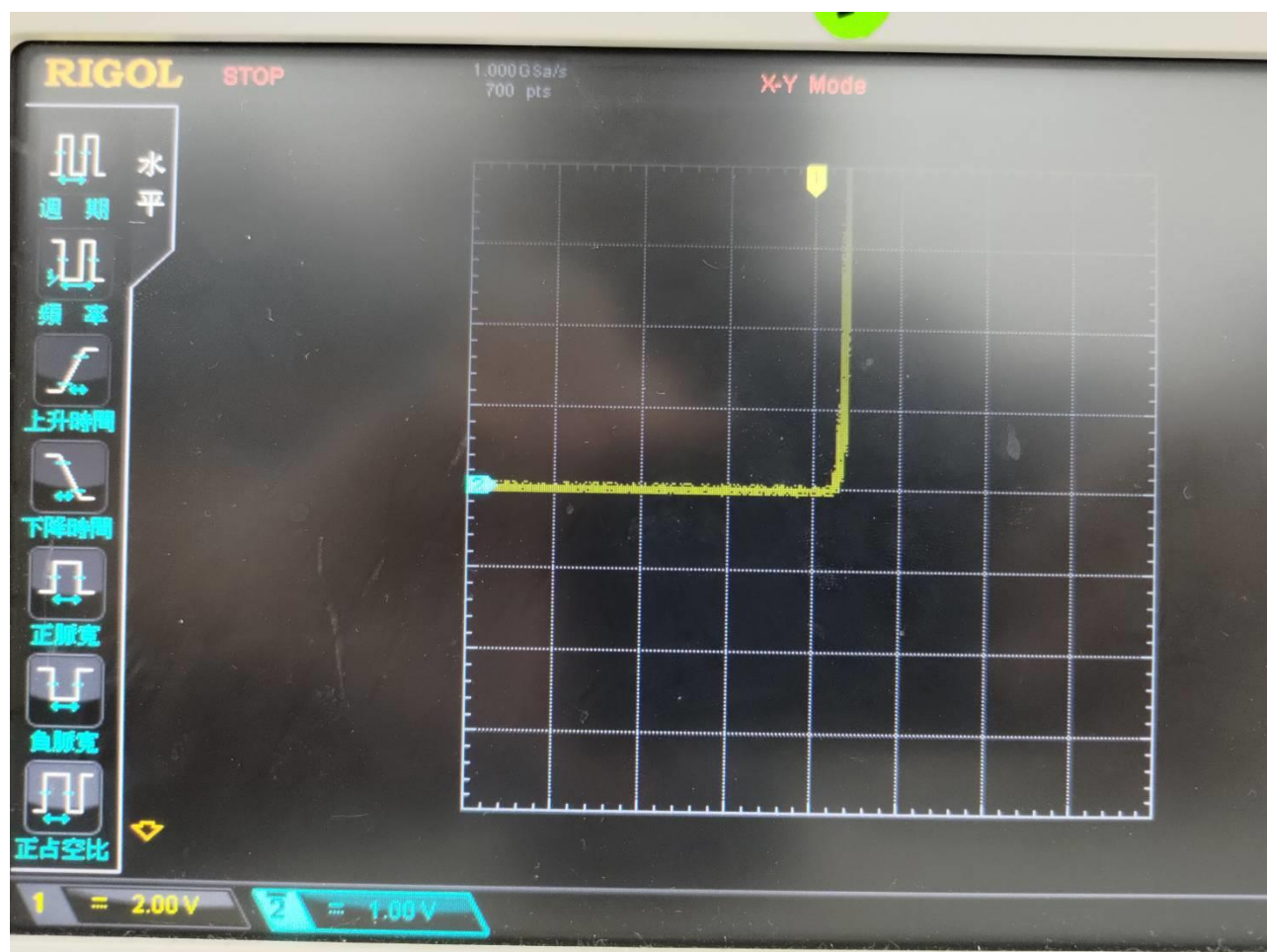
## Experiment 1: Measure Cut-in Voltage of the Diode



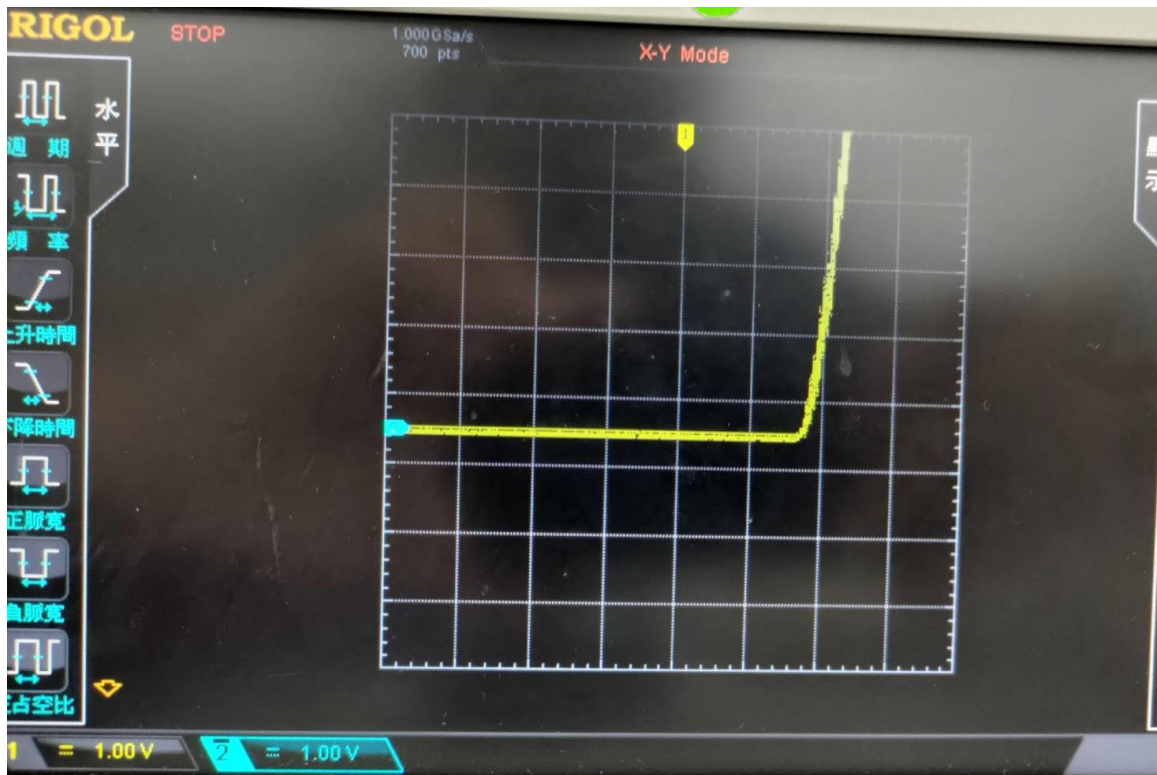
Voltage Type	1N4148 (Si)	LED	Zener (Si)
Cut-in voltage, $V_r$ (V)	0.7	2	0.7
break down voltage(V)			-5

**ADJUST THE OSCILLOSCOPE APPROPRIATELY**

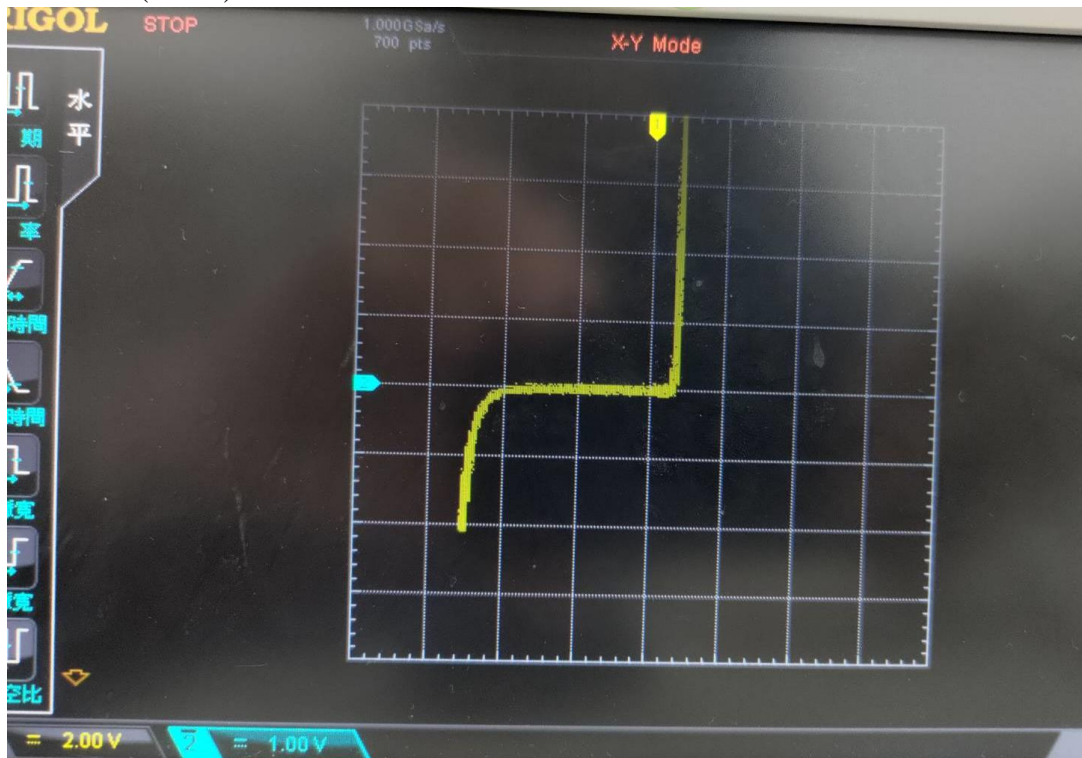
I-V curve (1N4148)



## I-V curve (LED)



## I-V curve (Zener)



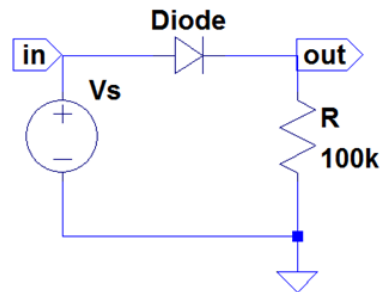
Question:

Please describe what happened when LED frequency decreasing below 100 Hz.

在做 X-Y mode 的時候( $f=10\text{kHz}$ )，可以觀察到 LED 燈發出紅光。而後將頻率調到小於  $100\text{Hz}$  的時候可以觀察到 LED 燈變暗許多。

## Experiment 2: The Characteristics of Halfwave Rectifier

**ADJUST THE OSCILLOSCOPE APPROPRIATELY**



1.

$V_{in}$  &  $V_{out}$  waveform in DC coupling



這個實驗模擬的電路為半波整流，在這邊可以看出當輸入訊號在正半波的時候，才會有輸出訊號，並且輸出訊號為小於輸入訊號的，並不像電子學課本中的 ideal diode，也不是統一平移 0.7V，因此也不是電子學課本中的 0.7voltage drop 的模型。可以看到隨著輸入訊號的增加， $V_{in} - V_{out}$  的值相差變大，因此了解到真實世界的 diode 的表現其實是和過去電子學課本中所提及的模型還是有些微差異的！在半波整流器中，僅有一半的輸入訊號會變為輸出，因此可以得知對於功率的轉換會是非常沒有效率的。

$$\text{半波整流平均值: } V_{av} = \frac{\int_0^T v(t) dt}{T} = \frac{\int_0^\pi V_m \sin(2\pi ft) dt}{2\pi} \xrightarrow{f=\frac{1}{T}=\frac{1}{2\pi}} \frac{\int_0^\pi V_m \sin(t) dt}{2\pi} = \frac{V_m}{\pi}$$



2.

 $v_{in}$  &  $v_{out}$  waveform in DC coupling

$$(f, R, C) = (60\text{Hz}, 100\text{k}\Omega, 4.7\mu\text{F})$$



3.

 $v_{in}$  &  $v_{out}$  waveform in DC coupling

$$(f, R, C) = (60\text{Hz}, 100\text{k}\Omega, 0.05\mu\text{F})$$



4.

 $V_{in}$  &  $V_{out}$  waveform in DC coupling

$$(f, R, C) = (60\text{Hz}, 1\text{M}\Omega, 0.05\mu\text{F})$$



5.

 $V_{in}$  &  $V_{out}$  waveform in DC coupling

$$(f, R, C) = (10\text{kHz}, 1\text{M}\Omega, 0.05\mu\text{F})$$





在實驗編號 2~5 中為在實驗編號 1 的電路再多並聯上一個電容(濾波電容)。先是透過二極體消去負電壓的成分，再透過電容的充放電特性來將輸出波型變得圓滑，轉換成接近常數的直流電壓。

在這個實驗中我觀察到，若是使用較大容量的電容及較大的電阻，那麼可以形成較接近常數的輸出波型，我認為原因可以從 RC 電路的 time constant 來看：

RC 電路的时间常數  $\tau = RC$  所代表的是電容的跨壓減少到原本的  $\frac{1}{e}$  所需要花費的時間，換句話說，

時間常數反映了該電路從暫態抵達穩態所需要多少時間。在實作半波整流器時，在輸入為負半周的時期，是由電容放電，流經電阻，這邊可以視為一個 RC 電路，若要成為一個好的半波整流器，那麼在這段期間，是不能消耗過多的電壓的，因此需要很大的時間常數，才能組合出一個稱職的半波整流器，由  $\tau = RC$  可以得知，只要電阻與電容的乘積大就可以達到功效。

以這次的實驗數據來看：

實驗編號	電阻值	電容值	時間常數	輸出波型
2	100k $\Omega$	4.7 $\mu F$	470ms	常數
3	100k $\Omega$	0.05 $\mu F$	5ms	大起伏
4	1M $\Omega$	0.05 $\mu F$	50ms	小起伏
5	1M $\Omega$	0.05 $\mu F$	50ms	常數

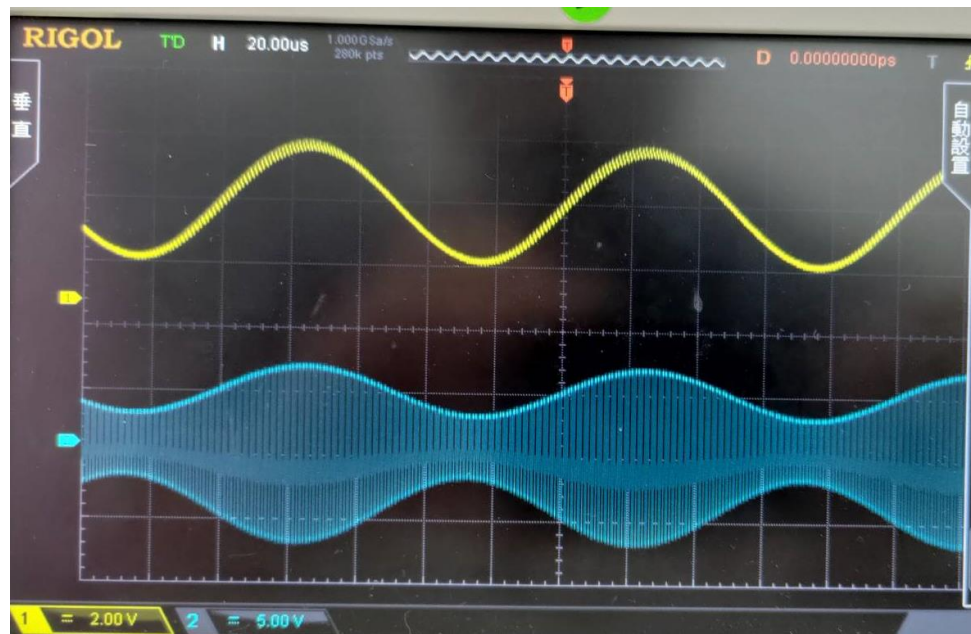
如同剛剛所推論的，隨著時間常數越大，那麼輸出就會接近常數。那麼怎樣才算大呢？由實驗 4 及實驗 5 可以得知，在同樣的時間常數下，若是改變輸入訊號的頻率也會造成影響。實驗 5 是使用輸入訊號頻率為 10kHz，而實驗 4 則都是使用 60Hz。那麼時間常數要多大才夠呢？我認為應該是需要跟輸入訊號的頻率比較，輸入的頻率必須足夠大，大到在電容根本來不及放電就又幫其充電了，因此才能夠輸出一個近似為常數的直流電壓。在實驗編號 5 中，輸入的頻率為 10kHz，週期為 0.1ms，而其時間常數為 50ms，表示電容根本來不及放電(放電時間為  $\frac{0.1ms}{50ms} = 0.2$  個時間常數)就又被充飽了，

因此輸出維持常數波型。而在實驗編號 4 中，輸入的頻率為 60Hz，週期為 1000ms，而其時間常數為 50ms，電容可以有足夠的時間放電(因為週期大於時間常數許多)，能夠產生明顯的壓降，因此輸出波型就會參雜些許的起伏變動。

6.

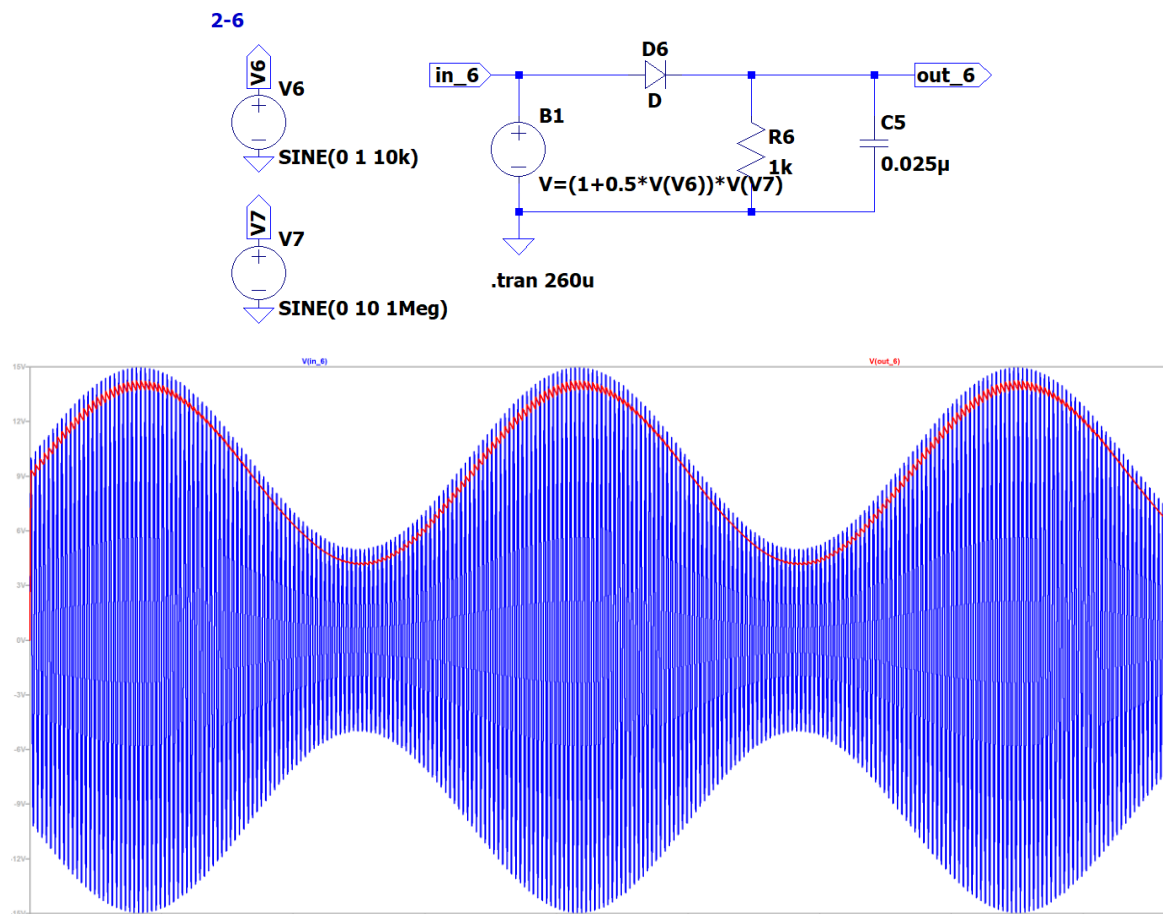
 $v_{in}$  &  $v_{out}$  waveform in DC coupling

(藍色是輸入訊號，黃色是輸出訊號)



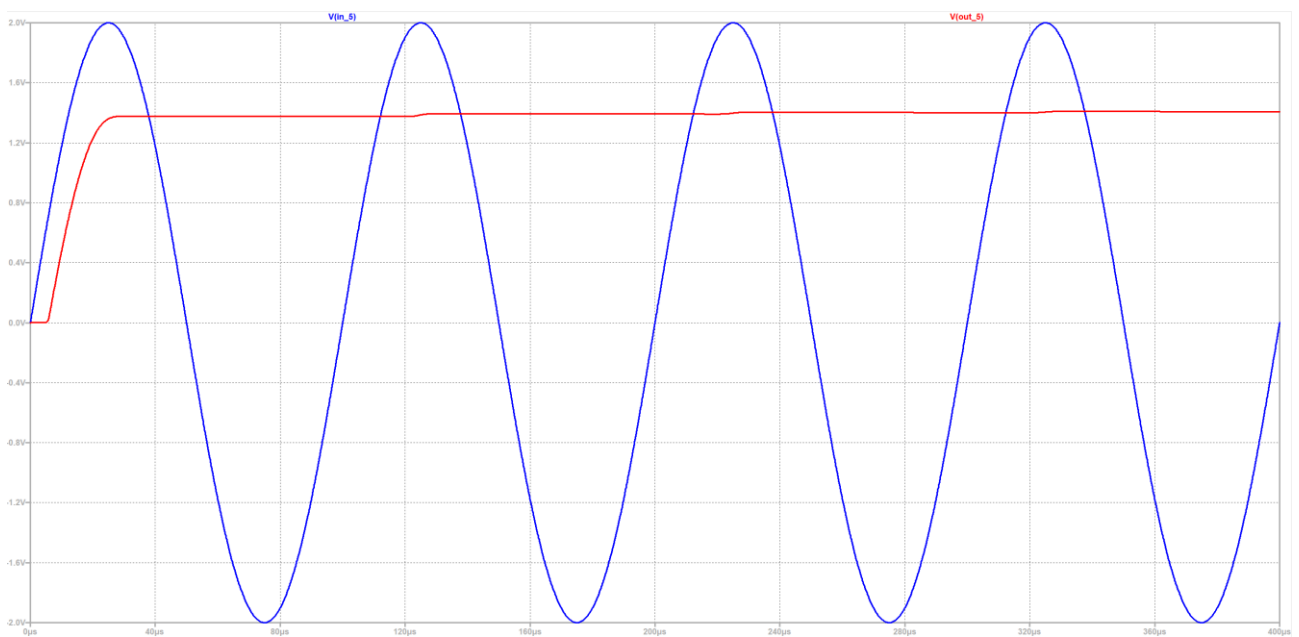
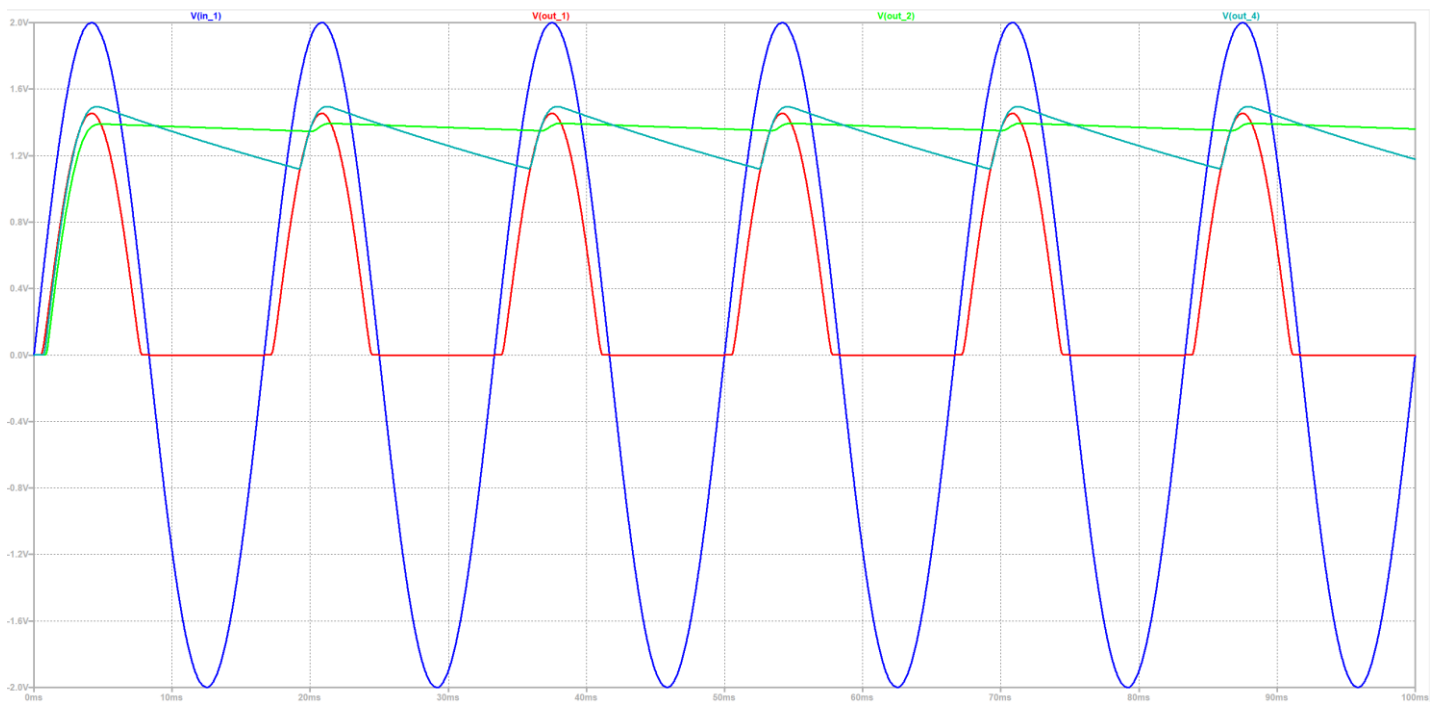
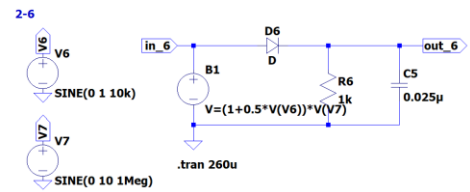
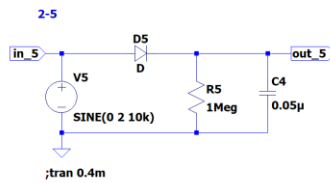
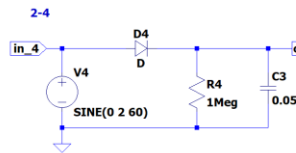
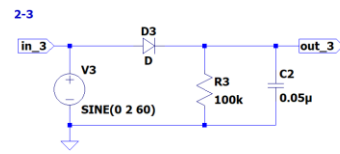
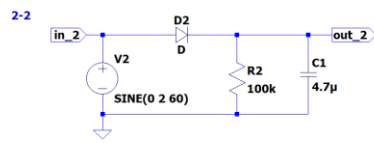
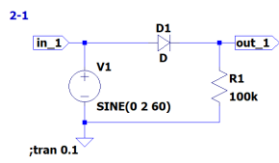
將 sine 波進行調變，並且透過二極體電路的解調變功能，解析出原本被加密的訊號為何。

LTspice simulation:



將時間的 scale 調整到一樣，比較好做比較，可以觀察到輸出真的是一開始被加密的弦波。

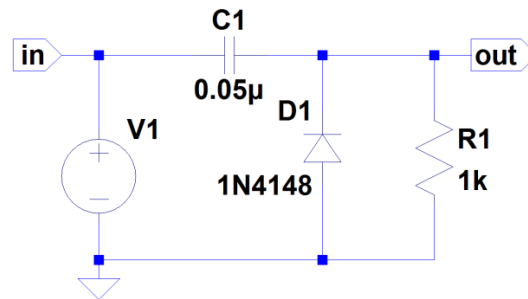
## LTspice simulation:





## Experiment 3: Clamp circuit

**ADJUST THE OSCILLOSCOPE APPROPRIATELY**

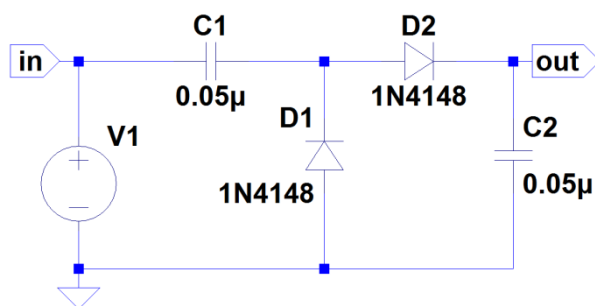


1.

$V_{in}$  &  $V_{out}$  waveform in DC coupling



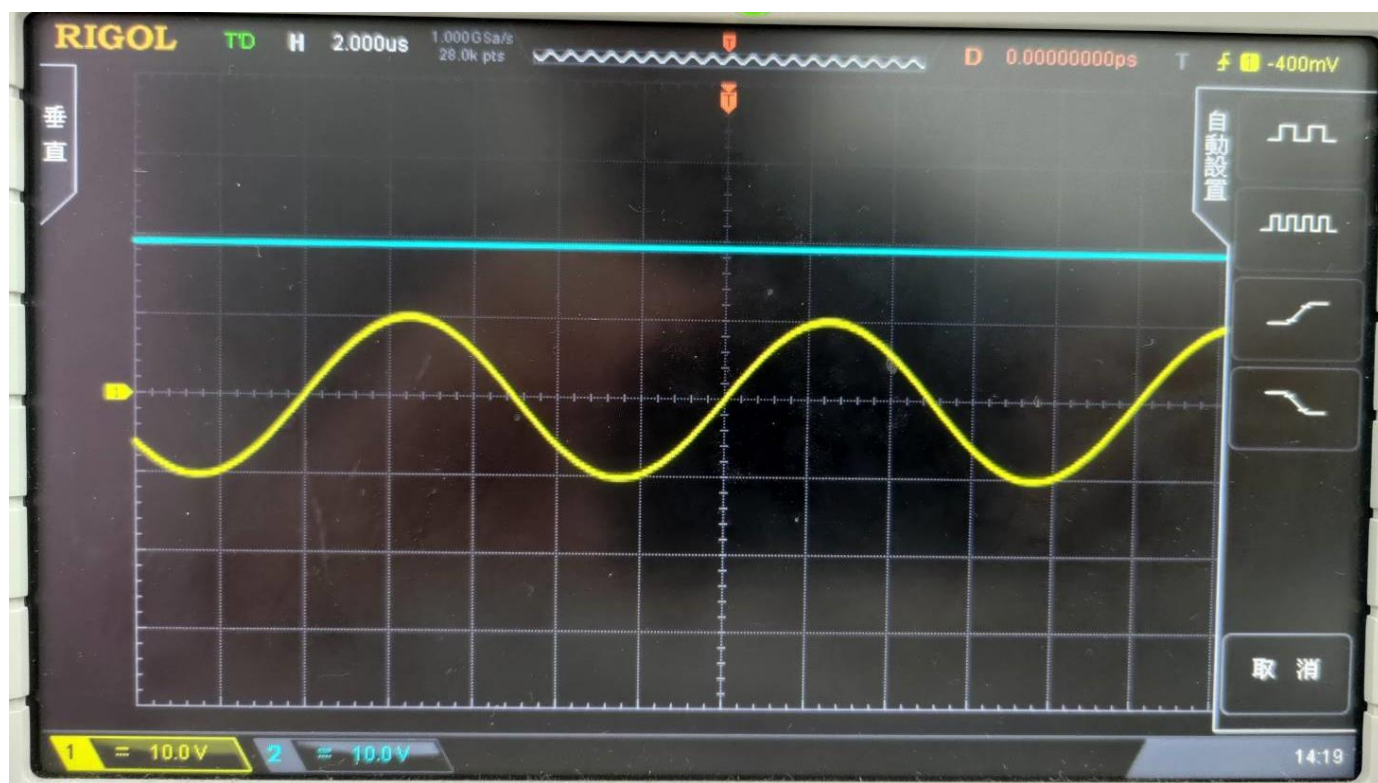
這次實做的電路為正箝位電路，能夠將輸入的波型往上平移一個 offset，而波的形狀不會產生改變。在輸入訊號為負半周的時候，二極體導通，因此能夠對電容充電，而此時的輸出則是輸入訊號再加上電容的跨壓，等式為： $V_{out} = V_{in} + V_C$ 。而在正半周，二極體斷路，此時的輸出也是輸入訊號再加上電容的跨壓，等式為： $V_{out} = V_{in} + V_C$ ，因此這個電路的功用為將輸入訊號往上平移。



2.

	Type (DC or AC)	Measured	Theoretical( $V_T=0$ )
$V_{out}$ (V)	DC	18.58	20

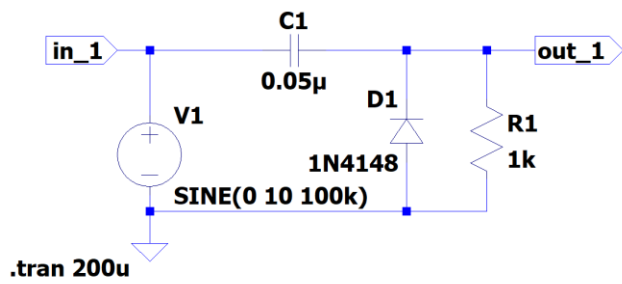
$V_{in}$  &  $V_{out}$  waveform in DC coupling



前半部的電路將輸入訊號往上平移為一個正箝位電路，而後段的電路則是前面已經見過的濾波電容能夠透過電容將輸入整流為常數的直流訊號。因此理論上的輸出值應該是 20V 的常數直流訊號。

LTspice simulation:

3-1



3-2

