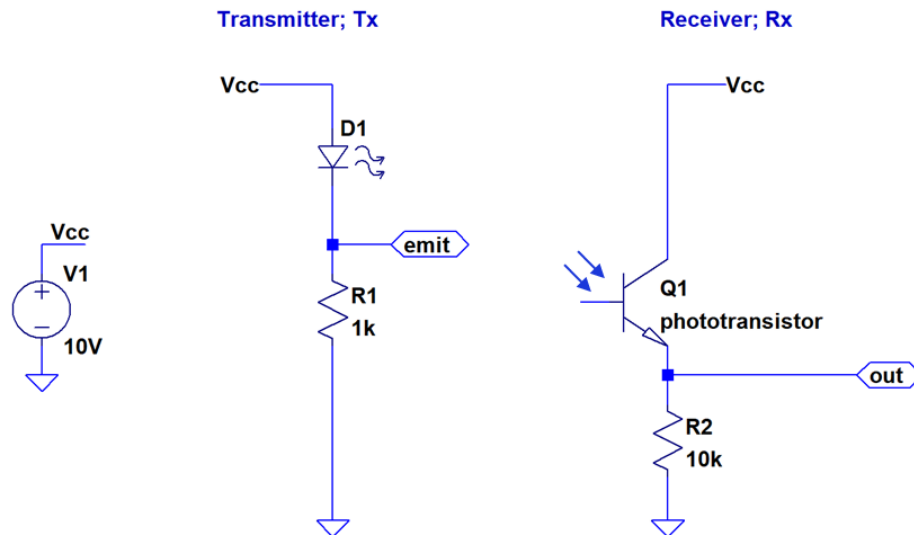


REPORT

Experiment 1: Optical Transmission and Operation Point



1.

$V_{\text{led,DC}} \text{ (V)}$	8.8
$V_{\text{out, DC}} \text{ (V)}$	2.8

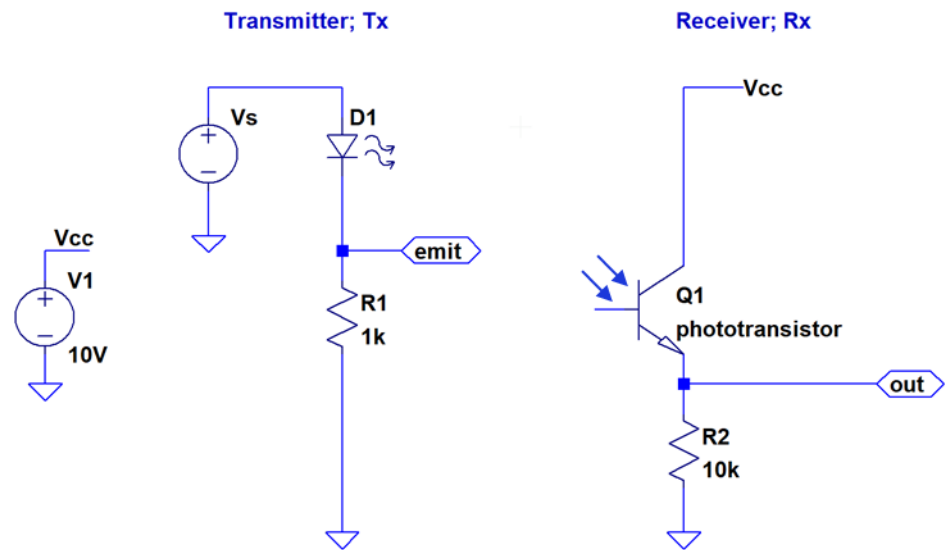
V_{emit} and V_{out} waveform (DC coupling)



輸入的直流電壓先經過 LED 的 voltage drop 後，發出紅外光的直流訊號，而後透過光電晶體將光子轉為光電流是為 I_B 。而後透過該電晶體將 Base 端電流放大從 Emitter 端出去，從而將無線的訊號可視化在示波器上。使我們能夠確定該光電晶體是確實有接收到 LED 所發出的紅外光訊號。

2,

$2V_s$:
 Sine,
 $f = 1 \text{ KHz}$,
 $V_{pp} = 1 \text{ V}_{pp}$,
 $V_{offset} = 2 \text{ V}_{DC}$



waveform in node “emit” and “out.”

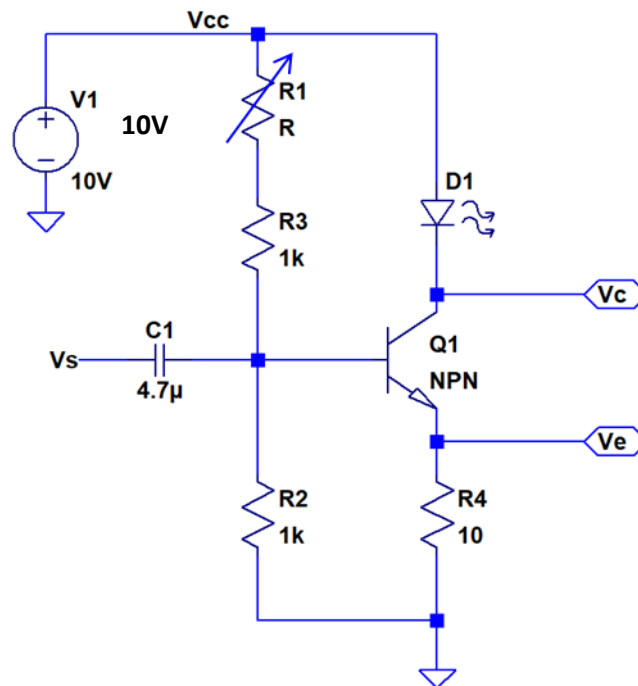
Out(AC coupling): ease to observe the peak to peak value and the shape of the waveform



在這個小題，我們將輸入的直流電壓改為有直流成分的交流電輸入，黃色的線為 $V_s - V_D$ ，為 emit 端子的輸出，而藍色的線為 out 在交流耦合(AC coupling)的情況下的輸出。為何要使用 Ac coupling 呢？為了要能夠清楚的觀察到交流的小訊號，因此把直流的成分濾掉。可以觀察到這邊經由光電晶體收到的訊號與我們所輸入的訊號皆為 sine wave，證明他真的收到正確的訊號。

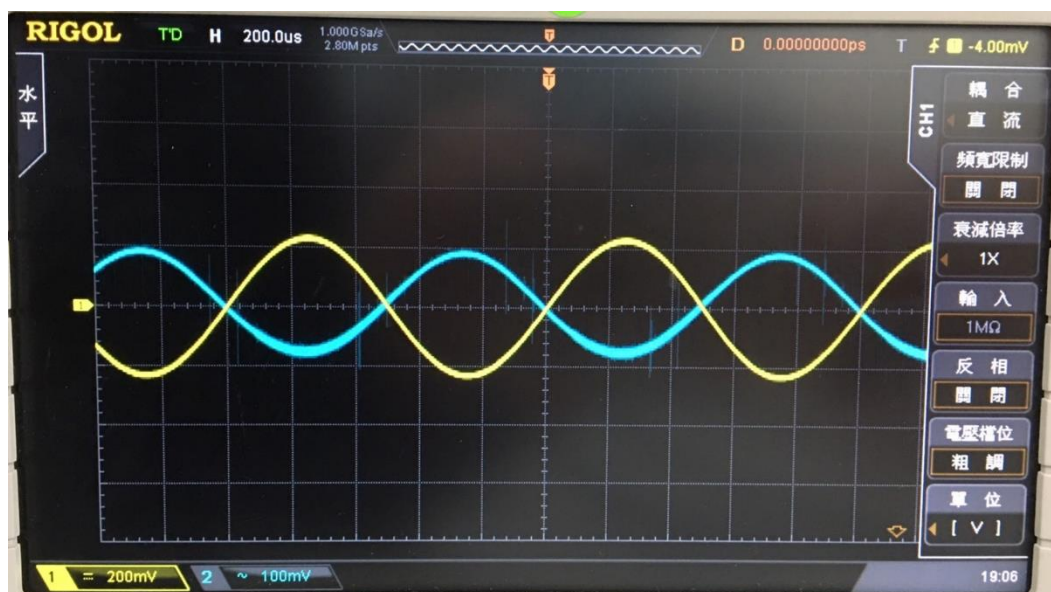
Experiment 2: Gain Stage - BJT Common Emitter Configuration

V_s :
 Sine,
 $f = 1 \text{ KHz}$,
 $V_{pp} = 500 \text{ mV}_{pp}$,
 $V_{offset} = 0 \text{ V}_{DC}$



$V_B \text{ (V)}$	$V_C \text{ (V)}$	$V_E \text{ (V)}$	$V_{s,pp} \text{ (V)}$	$V_{c,pp} \text{ (V)}$	$V_{e,pp} \text{ (V)}$
1.09	8.6	0.50	0.48	0.2	0.4

V_s and V_c waveform



黃色的線為 V_s 而藍色的線為 V_c

隨著 V_s 的變大，流進 BJT 的 I_c 也會隨之增加，這表示 V_{cc} 在經過 diode 的時候降壓會更多，使得 V_c 會較小，因此 V_s 與 V_c 是為反向的關係，與實驗結果相符。

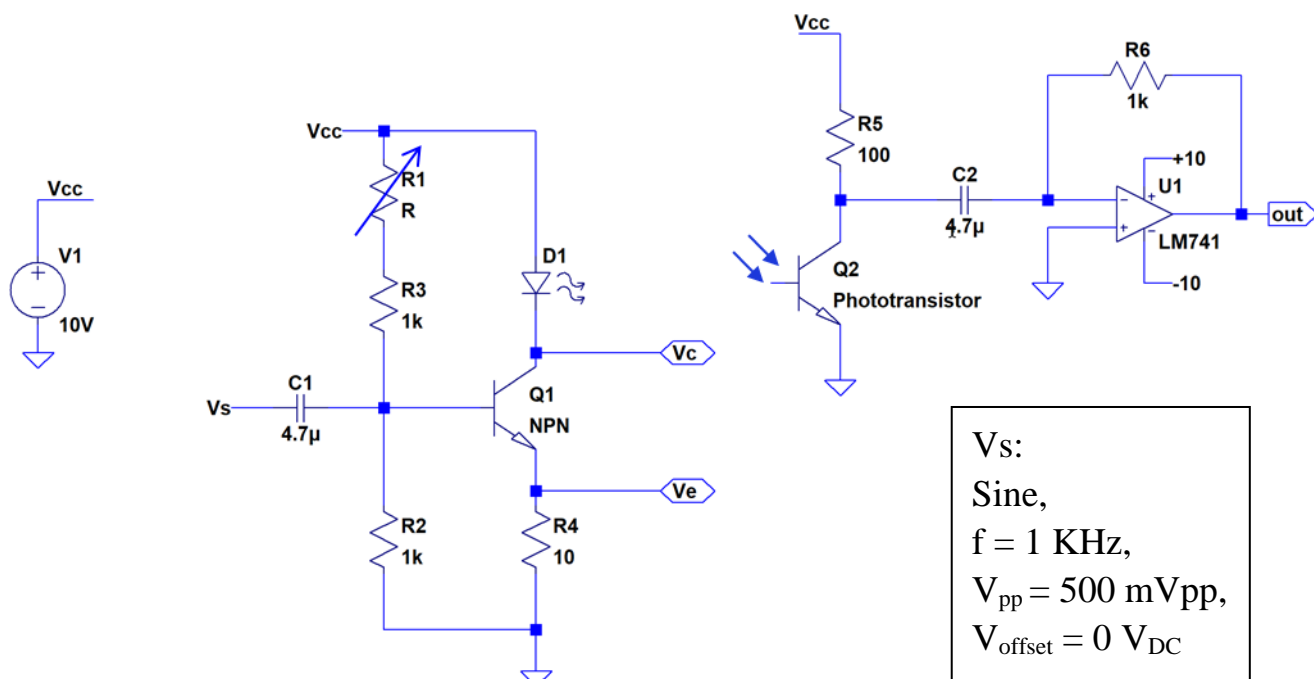
Vs and Ve waveform



黃色的線為 Vs 而藍色的線為 Ve

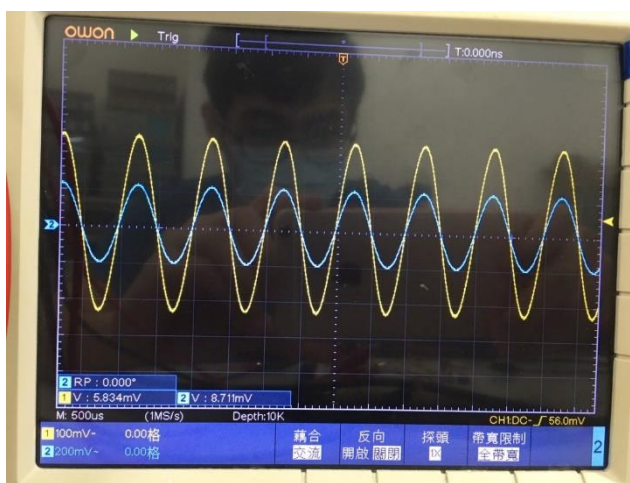
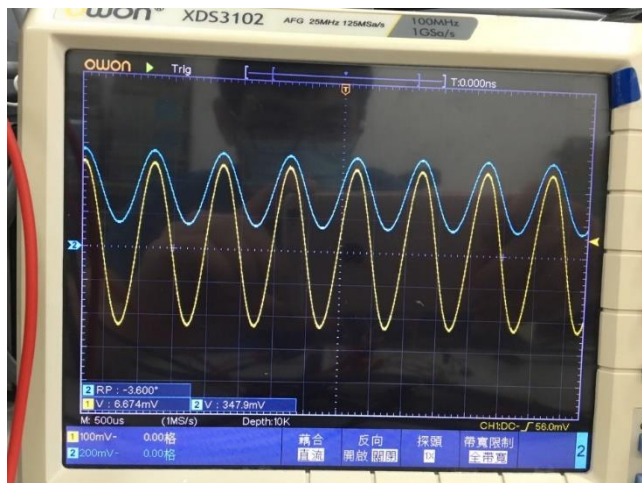
隨著 Vs 的增加流出 BJT 的電流 I_e 也會隨之增加，因此由 $V_e = I_e R_4$ 可以知道 V_e 也會隨之變大，因此可以推出 Vs 與 Ve 的關係為同向，與實驗結果相符。

Experiment 3: IR Transmitter / Receiver



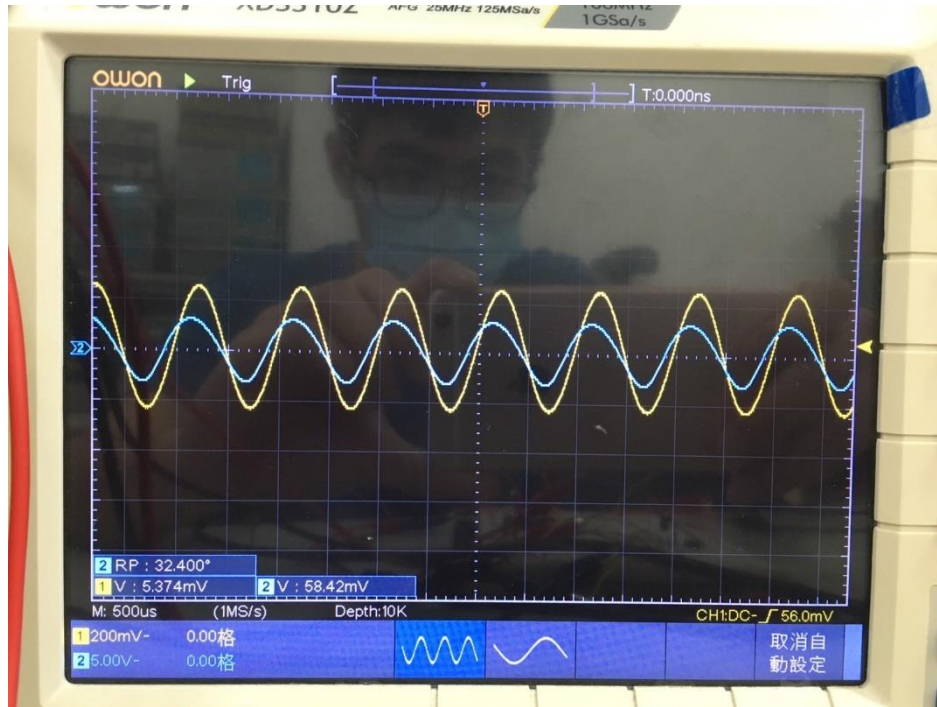
$V_B \text{ (V)}$	$V_C \text{ (V)}$	$V_E \text{ (V)}$	$V_{s,pp} \text{ (V)}$	$V_{e,pp} \text{ (V)}$	$V_{out,pp} \text{ (V)}$
0.97	7.03	0.32	0.48	0.4	6

Vs and Ve waveform



這邊的 Vs 與 Ve 的關係與 EXP2 相同，可以推出 Vs 與 Ve 之間的關係為同向，與實驗做出來的波形符合。

Vs and out waveform



黃線為 V_s 而藍線為 out

這邊的推導較為複雜，我將其分為三個部分來做討論。

〈case1〉 V_s 到 LED:

假如 V_s 增加，BJT 流入的電流 I_c 也會隨之增加，又 LED 發出的光強度是與電流大小成正相關。

〈case2〉 LED 到光電晶體:

隨著 LED 的光強度增加，光電晶體所收到的光子數量變多，意味著流入 Phototransistor 的電流 I_c 也會增加，因此 C2 電容正極的接腳的電壓會減少，因此到目前為止可以知道 V_s 與電容正極的接腳的電壓關係為反向。

〈case3〉 電容到微分器:

由微分器公式:

$$V_{out} = -R_f C \frac{dv}{dt}$$

WLOG 假設 $v(t) = -AV_s = -A \sin(2\pi ft)$, $A > 0$ (加負號是因為與 V_s 反向)

將其帶入微分器公式後可得:

$$V_{out} = (AR_f C 2\pi f) \cos(2\pi ft) = B \cos(2\pi ft + 90^\circ - 90^\circ) = B \sin(2\pi ft + 90^\circ), B > 0$$

由此可以推出 V_{out} 事實上是與 V_s 同向，只不過會有大約 90deg 的相位差，與實驗結果大致相符。