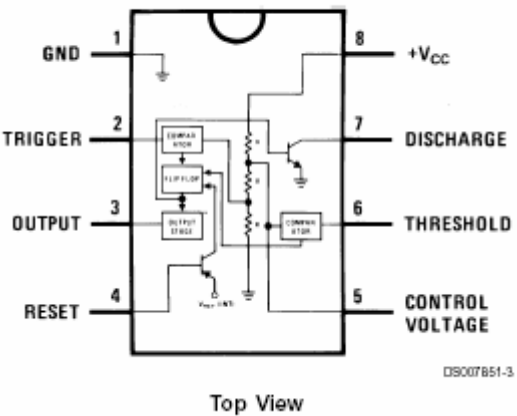


555 IC-脈波產生器

一、實習目的

1. 認識555定時器之功能及原理。
2. 瞭解555定時器之應用。

二、使用材料

零件名稱	零件值及腳位圖				數量
電阻	100	5K	10M	1000M	2
電阻	2K	8.2K	33K	150K	1
電阻	1K	10K			3
電阻	1M				2
電容	0.01u				7
電容	0.05u	10n			2
電容	10u	33u	100u		1
LED					1
Diode	1N4001				2
Timer 555	<p style="text-align: center;">Dual-In-Line, Small Outline and Molded Mini Small Outline Packages</p>  <p style="text-align: center;">Top View</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">DS907851-3</p>				6
Timer 555 的腳位圖及內部架構簡圖					

三、相關知識

555 之定時積電路是一個用途很廣的積體電路。555 是 Signetics 公司在 1972 年製造出來的第一個問世的定時器 (timer) 專用 IC，具有 8 隻腳，如圖 1 所示。由於價廉物美因此被廣泛應用於工業自動控制電路中。

555 的內部是由一大堆電晶體、二極體及電阻所組成，如圖 2 所示。但欲應用積體電路並不需浪費精神去詳究其內部電路之動作原理，只需瞭解其各接腳之功用即可應用自如。

茲將 555 各接腳之功用說明於下，請參考圖 3：

- (1) 第 1 腳 (接地；Ground)：接至電源之負極。
- (2) 第 2 腳 (觸發；Trigger)：當第 2 腳之電壓低於 $1/3 V_{CC}$ 時會令第 3 腳輸出高態，且第 7 腳對地開路。

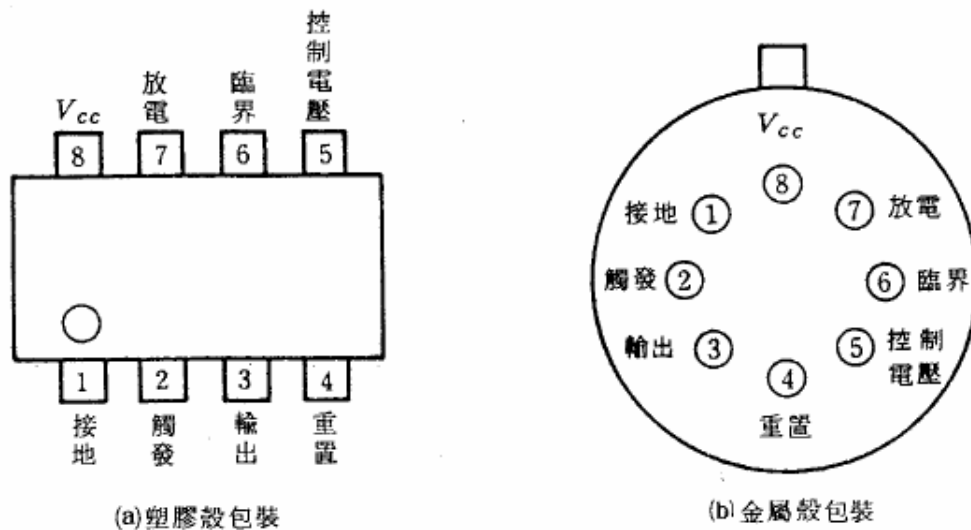


圖 1. 定時積體電路 555 之頂視圖

- (3) 第 3 腳 (輸出；Output)：555 的輸出腳，輸出電壓到底是高態或低態，完全受第 2、4、6 腳控制。

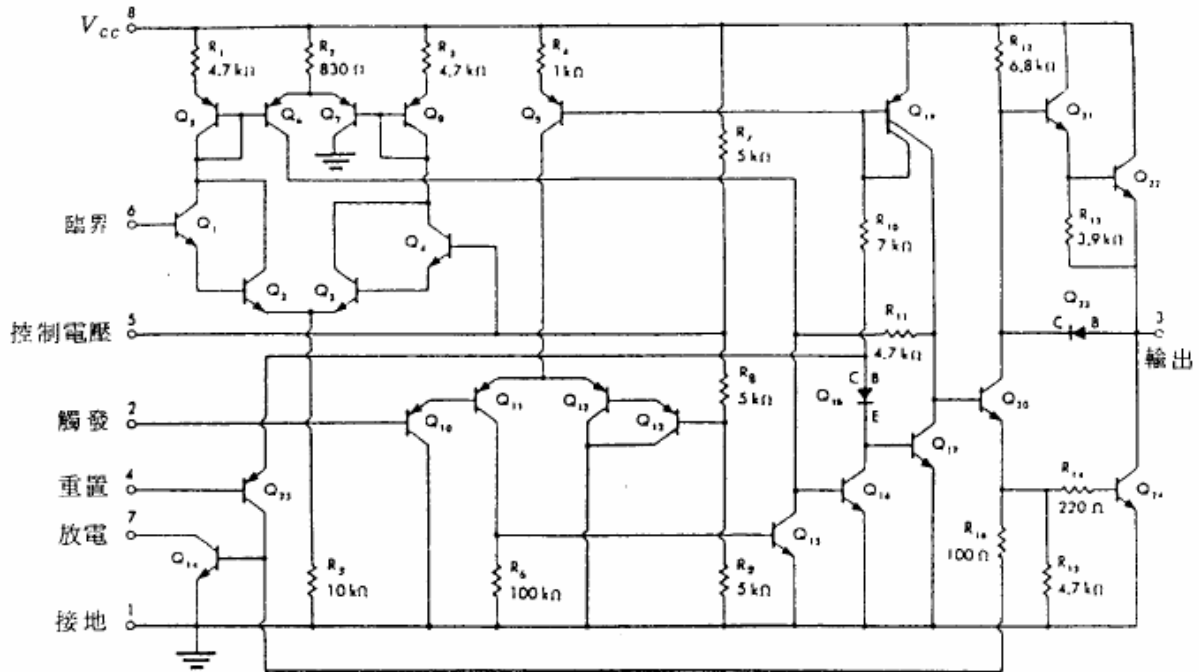


圖 2. 555 定時器之內部接線圖

- (4) 第 4 腳 (重置; Reset): 第 4 腳之電壓小於 0.4 伏特時, 會令第 3 腳之輸出成爲低態, 同時令第腳對地短路。不讓第腳發生作用時, 應接於 1 伏特以上之電壓。
- (5) 第 5 腳 (控制電壓; Control Voltage): 這一腳些接與比較器的參考電壓點相通, 允許由外界電路改變第腳及第 6 腳之動作電壓。平時大多接一個 $0.01 \mu F$ 以上之電容器接地, 以免 555 受到雜訊的干擾。
- (6) 第 6 腳 (臨界; Threshold): 當第 6 腳的電壓高於 $2/3 V_{cc}$ 時, 會令第 3 腳輸出低態, 同時令第 7 腳對地短路。
- (7) 第 7 腳 (放電; Discharge): 與第腳同步動作。當第腳輸出高態時, 第腳對地開路; 在第腳輸出低態時, 第 7 腳對地短路。
- (8) 第 8 腳 ($\pm V_{cc}$): 接電源之正極。第 8 腳對第一腳之電壓可以是 4.5~16 伏特。

注意事項:

- (1) 當第 2、6 腳之動作互相衝突時, 其優先次序爲第 4 腳 (復置) 第一優先, 第 2 腳 (觸發) 次之, 第 6 腳 (臨界) 最末。例如: 第 4 腳與第 6 腳同時作用, 則由第 4 腳決定第 3 腳及第 7 腳之狀態。
- (2) 第 3 腳之最大輸出能力爲 200 mA。

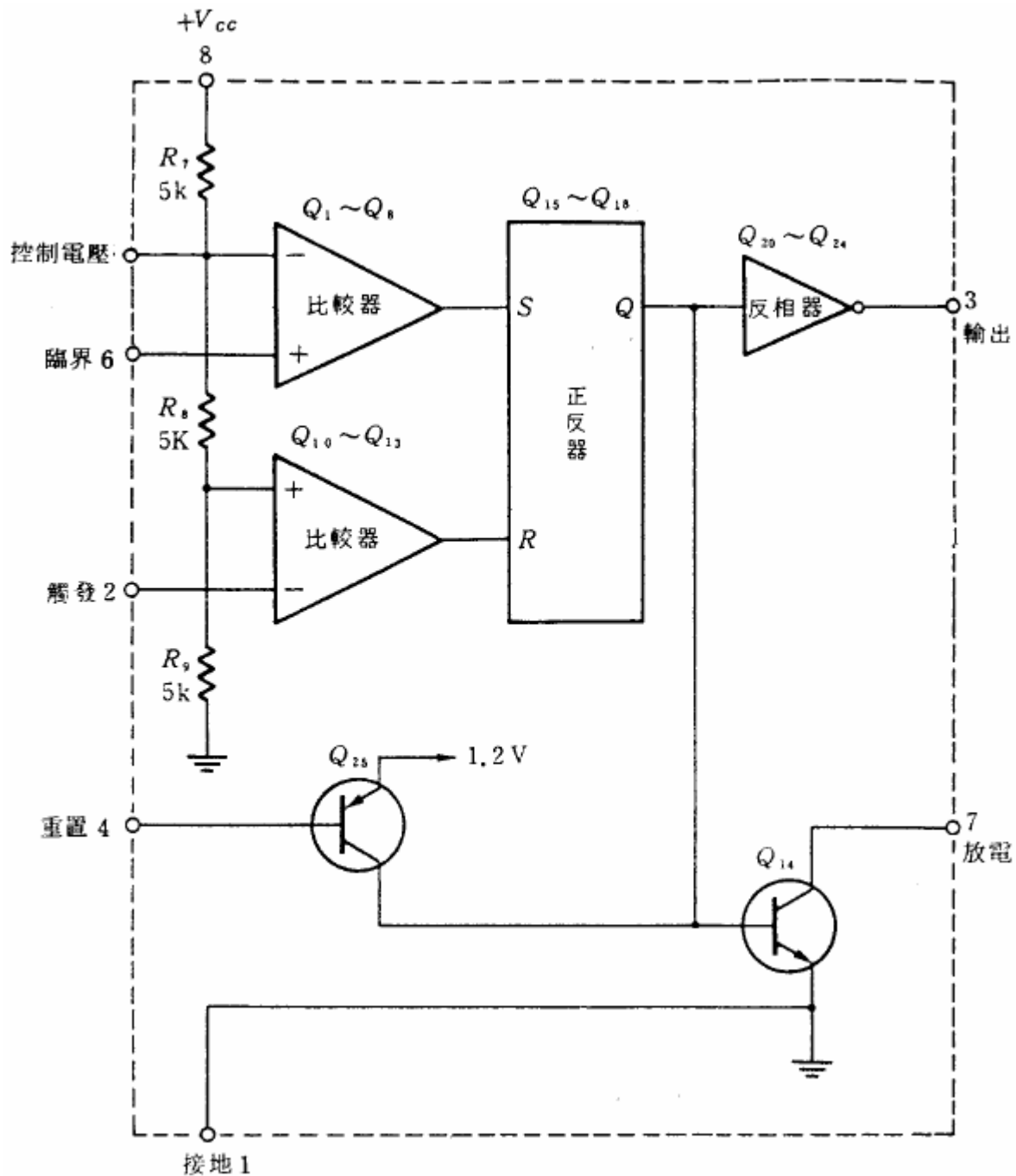


圖 3. 555 的簡圖

應用：

(1) 鋸齒波產生器

要得到一個非常線性的鋸齒波(Sawtooth wave)必須要有一個恒流源，因為電容電壓 $V_c = Q/C = I/C = (I/C)t$ 其中C是定值，如果向電容充電的電流I也是定值，很顯然的 V_c 與之間的關係變成直線性。

而在 Q1 的射極隨耦電路正好擔任此項任務，首先吾人注意電阻 R2 低下端 b 點如果由於 C1 充電使 b 點電位上升，則此上升的變動交流電壓量，經電晶體 Q1 之 B, E 間再經電容 C2 回到 R2 的上端 a 點，因為電晶體 Q1 的增益為 $\beta \approx 1$ 且輸入、輸出同相位，

使得 R2 兩端 a, b 因電位增加量幾乎完全相等，這說明了，電阻 R2 兩端，實在是並沒有因為電容的充電而使得 R2 兩端電壓有所變化，在電子學中稱此情況為靴帶原理，用下式可說明之，

$$I_{R2} = \frac{V_{ab}}{R_2} = \frac{V_a - V_b}{R_2}$$

當電容 C1 充電使電壓上升時 $V_a \Rightarrow V_a + \Delta V$

此時由於 Q1, C2 交連增量之故， V_b 變成 $V_b \Rightarrow V_b + \Delta V$ ，則

$$I_{R2} = \frac{V_a + \Delta V - (V_b + \Delta V)}{R_2} = \frac{V_a - V_b}{R_2} \cong I_{R2}$$

由上式看 I_{R2} 並未誤電容充電高之故有所增減，也因此之故使得輸出的鋸齒波得以線性化，R3 一般設計時，為求放電快，其值較小，R4 設立的目的，為了保護 Q1。鋸齒波當充到 $2/3 V_{cc} \cong 3.03V$ 時，則 555 計時器第 7 腳放電腳之電晶體”ON”，C1 經 R3 及晶體飽和電阻快速放電，故週期可說完全由充電常數來決定

$$T = C1[0.75(R1+R2)+0.693R3]$$

(2) 50%對稱波電路

電源初切上時，電容器並沒有充電，此時 555 的第 3 腳輸出為高電壓，此時電容 C1 經 R1 充電，但當充電到 $\frac{2}{3} V_{cc} = 10V$ 時，555 的第 6 腳被觸發動作，使得輸出腳第 3 腳轉態成低電位(0V)，此時電容 C1 勢必經 R1 而放電(因第 3 腳輸出為”L”可視之為接地)當 VC1 放電到 $\frac{1}{3} V_{cc} = 15/3 = 5$ 伏特時，第 2 腳被觸發使輸出 PIN3 又再輸態成高電位(大約是 $V_{cc} = +15V$)，如此週而復始的振盪。其中 C2 為旁路(bypass-capacitor)電容，對控制而言是不太必要的，其作用是免除外界雜波從此腳輸入 555 成誤動作，說電阻 R2 的目的為拉起(pull-up)電阻，保持 PIN3 的輸出電壓準位接近 $V_{cc}(+15V)$ ，如果沒有 R2 則 TTL 的輸出高電壓準位可能低於要求值。

(3) 單穩態電路觸發器 Mono-stable multi-vibrator

當送入一個 pulse，將會觸發 555 計時器，參照電路圖，555 的內部有兩個比較器，其比較結果決定 R-S flip-flop 的輸入準位，此時測量接第 3 腳會輸出方波，高準位與低準位，接腳 6 會輸出 1/4 的全波，與 RC 時間常數有關。

當一個負的 trigger pulse 輸入後，在 $V1$ 小於 $1/3$ 的 V_{cc} 即 V_{TL} 情況下，S 被設為高態，Q 輸出同樣是高態，Q' 為低態，內部 Q1 被關閉，C 開始充電，速度與 RC 值有關，當充電到 $V1$ 約等於 $2/3$ 的 V_{cc} ，即 V_{TH} 時，R 變為高態輸入，S 為低態輸入，則 Q 輸出為 0，Q' 輸出為 1，因為 Q' 的高態，使 Q1 導通，則 C 進行放電到 0V。

參考公式：
$$v_c = V_{cc} (1 - \exp(-\frac{t}{RC}))$$

$$T = CR \ln 3 \approx 1.1CR$$

(4) As-table multi-vibrator

a. $\frac{1}{3}V_{cc} < V_c < \frac{2}{3}V_{cc} \Rightarrow R = 0, S = 0$

b. 當 $V_c < \frac{1}{3}V_{cc}$ 時 $S=1, R=0$ 則 Q1 OFF，C 經 R_a, R_b 從 $\frac{1}{3}$ 的 V_{cc} 充到 $\frac{2}{3}V_{cc}$ ，高態週期 $T_H = C(R_a + R_b)\ln 2 \approx 0.69C(R_a + R_b)$

c. 當 $V_c > \frac{1}{3}V_{cc}$ 時，C 經 R_b 由 $\frac{2}{3}V_{cc}$ ，放電到 $\frac{1}{3}V_{cc}$ ，低態週期

$T_L = CR_b \ln 2 \approx 0.69CR_b$ ，總週期的參考公式如下 $T=0.69C(R_a+2R_b)$

$duty\ cycle = \frac{T_H}{T} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$

(5) 觸摸開關

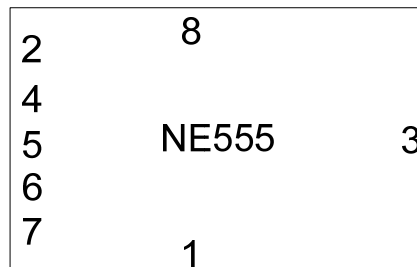
平常第 2 腳被保持於 $> \frac{1}{3}V_{cc}$ ，因此單穩態電路不動作。當手指摸到觸摸板（任何會導電之材料均可作為觸摸板）時人體上之交流信號會令第 2 腳之電壓降 $\frac{1}{3}V_{cc}$ 以下，觸發單穩態電路而令發光二極體 LED 發亮一段時間。（ $T = 1.1RC$ 秒）

(6) 倍壓電路

輸出電壓 V_o 約可達到電源電壓 V_{cc} 的兩倍。555 是組成一個無穩態電路，因此第 3 腳不斷的輸出高態→低態→高態→低態→……，當第 3 腳輸出低態時，C1 會經 D1 而充電，因此 C1 兩端有大約 V_{cc} 的電壓存在，於第 3 腳輸出高態時，C1 低電壓加上 V_3 大約等於 $2V_{cc}$ 經 D2 而向 C2 充電，故 C2 兩端的電壓可達到 $2V_{cc}$ 左右。

電容器的耐壓 C1 不得低於 V_{cc} ，C2 不得低於 $2V_{cc}$ 。

實驗項目中 NE555 電路圖腳位圖：



四、實習項目

實習一 鋸齒波產生器

- i. 按圖 4.所示將電路接妥。
- ii. 測量 Va、Vb 兩點波形。
- iii. 改變 R1、R2、R3、C1 的值，測量 Vb 的頻率。
- iv. 記錄測量數據。

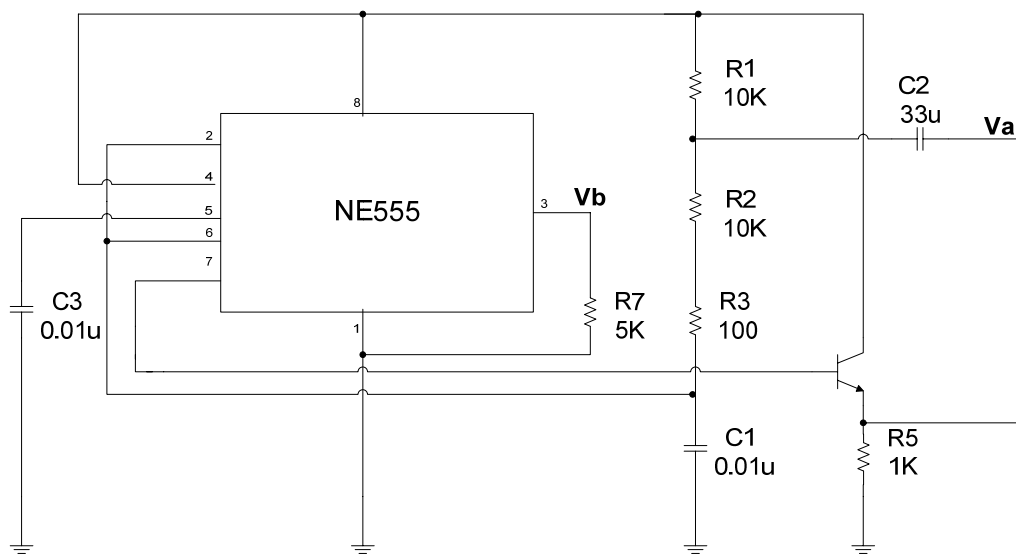


圖 4. 鋸齒波產生器

Vb 頻率		R3(Ω)	R1&R2(Ω)	C1(F)
計算值(Hz)	測出值(Hz)			

實習二 50%對稱波電路

- i. 按圖 5.所示將電路接妥。
- ii. 改變 R2、C1，測量 Vo、Vc 兩點波形。
- iii. 記錄測量數據。

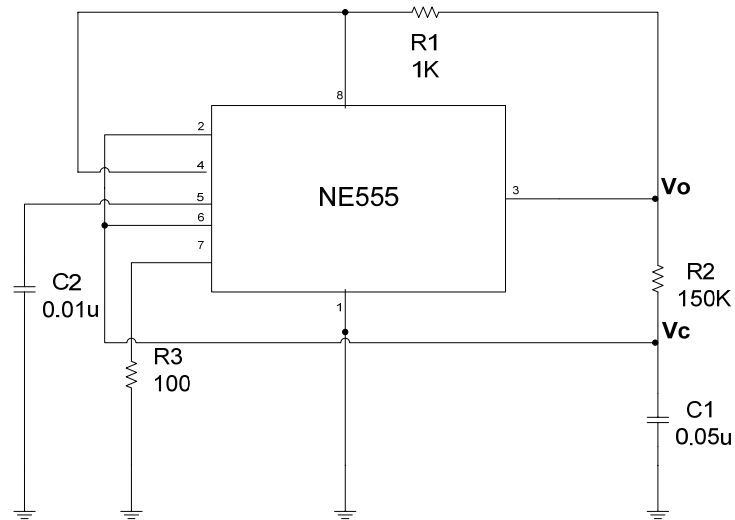


圖 5. 50%對稱波電路

Vo 頻率		R3(Ω)	R2(Ω)	C1(F)
計算值(Hz)	測出值(Hz)			

實習五 觸摸開關

- i. 按圖 8.所示將電路接妥。
- ii. 改變元件值使得 LED 發光時間改變。
- iii. 記錄測量數據。

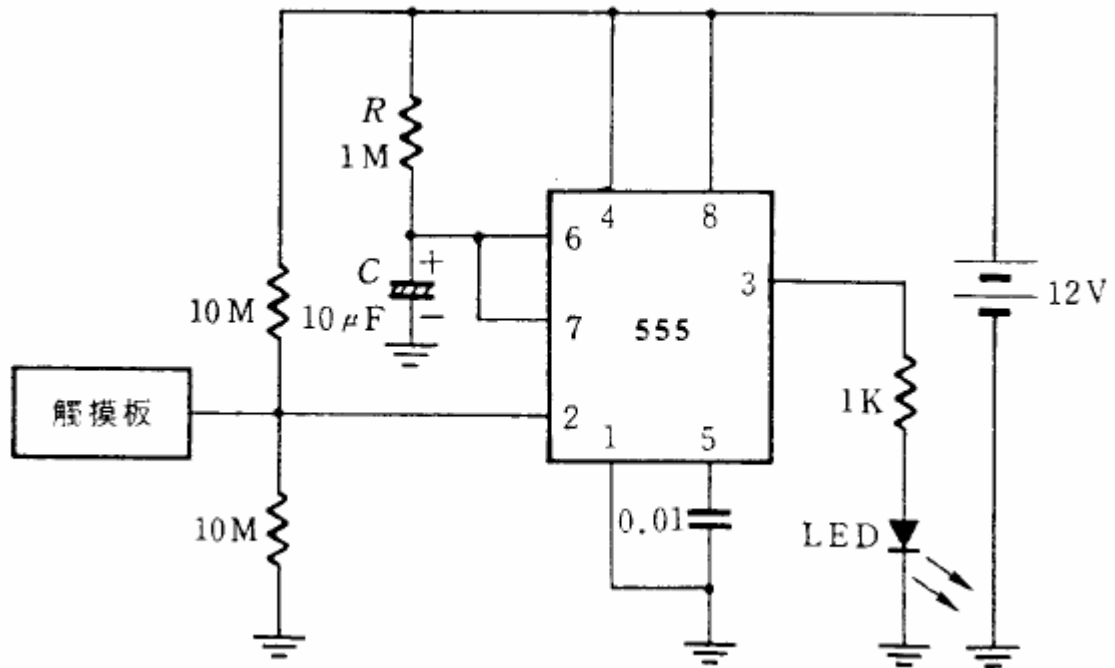


圖 8. 觸摸開關電路

實習六 倍壓電路

- i. 按圖 9.所示將電路接妥。
- ii. 測量 V_o 電壓值。
- iii. 記錄測量數據。

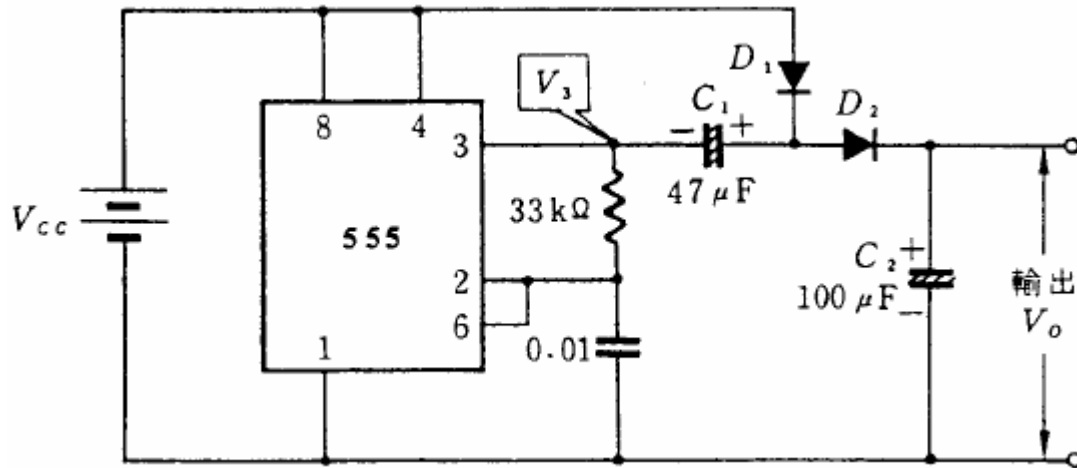


圖 9. 倍壓電路

Vo 頻率	
計算值(Hz)	測出值(Hz)