

投稿類別：工程技術類

篇名：雙極性電晶體偏壓電路之熱跑脫分析

作者：

丁培軒。臺北市立松山高級工農職業學校。電機科三年級勇班。

王兆平。臺北市立松山高級工農職業學校。電機科三年級勇班。

王柏皓。臺北市立松山高級工農職業學校。電機科三年級勇班。

指導老師：

邱佳椿老師

## 壹●前言

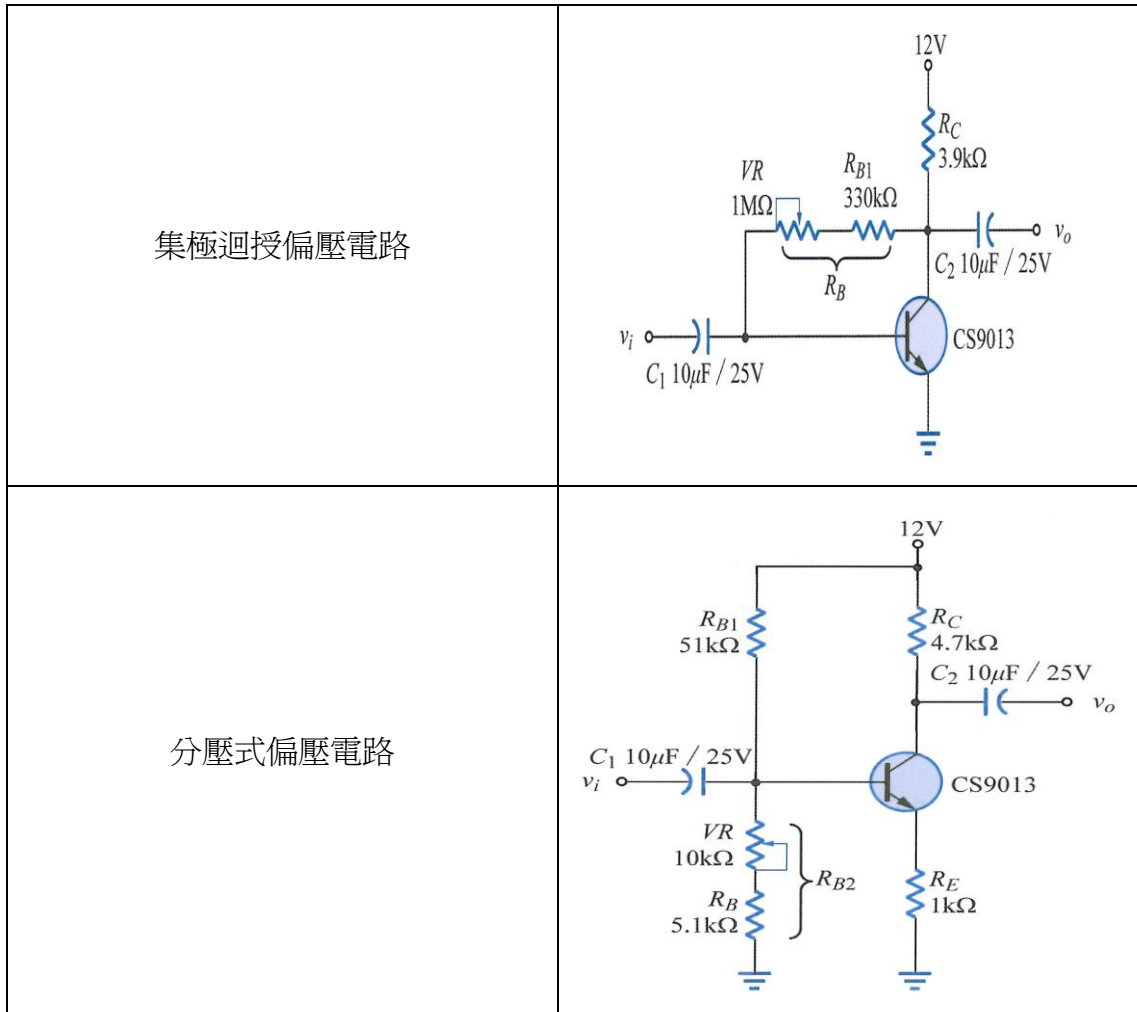
高三複習時剛好碰到這單元，常常聽到電晶體受溫度影響產生截波，因此做此實驗來研討輸入與輸出受溫度影響；而我們這篇專題只專研討受溫度影響而往飽和區移動。

## 貳●正文

### 一、各種偏壓電路介紹

表 1 各種偏壓電路介紹

偏壓電路	電路圖
<p style="text-align: center;">固定偏壓電路</p>	
<p style="text-align: center;">射極迴授偏壓電路</p>	



## 二、工作點之設計及熱跑脫現象

### (一) 工作點之設計

使  $V_{CEQ}$  為  $V_{CC}$  之一半、 $I_{CQ}$  為  $I_{C(sat)}$  之一半，如以一來，工作點  $Q$  在工作區中間，使輸入訊號成線性放大且不失真。如圖 1 所示。

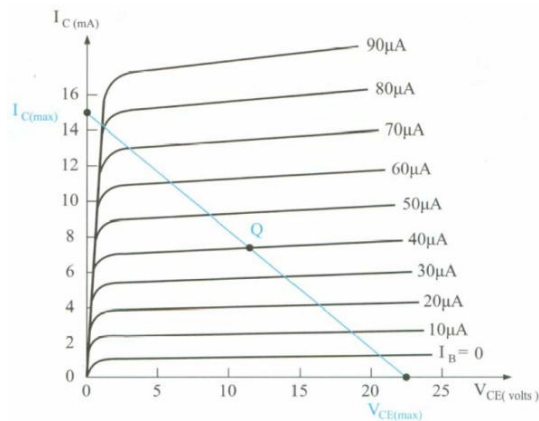


圖 1 工作點  $Q$

## (二) 熱跑脫 (thermal runaway)

當溫度增高時引發  $\beta$ 、 $I_{CBO}$  上升， $V_{BE}$  下降，使  $I_C$  電流上升，進而使電晶體工作溫度更進一步的增高，產生惡性循環，因而導致工作點往飽和區移動，使輸入正弦波的正半週截波，輸出正弦波的負半週失真。

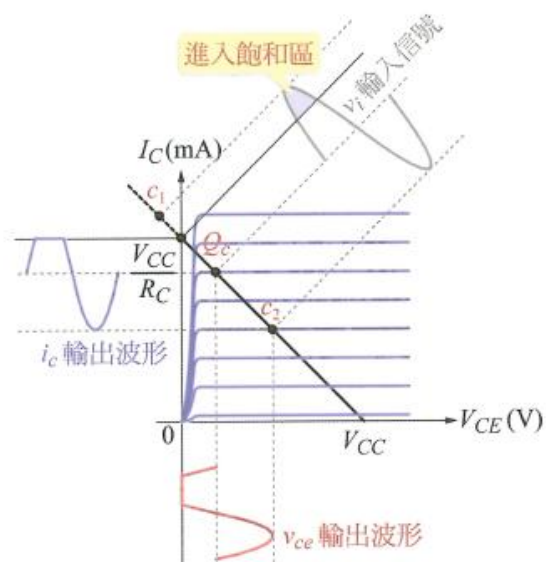


圖 2 工作點向飽和區偏移  
(資料來源：電子學實習 I)

## 三、實驗過程

### (一) 電壓、電流量測方法

如圖三所示，在麵包板上插入固定偏壓電路、射極迴授偏壓電路、集極迴授偏壓電路、分壓式偏壓電路，使用三台三用電表與一台電源供應器測量  $I_B$ 、 $I_C$ 、 $V_{CE}$ 。

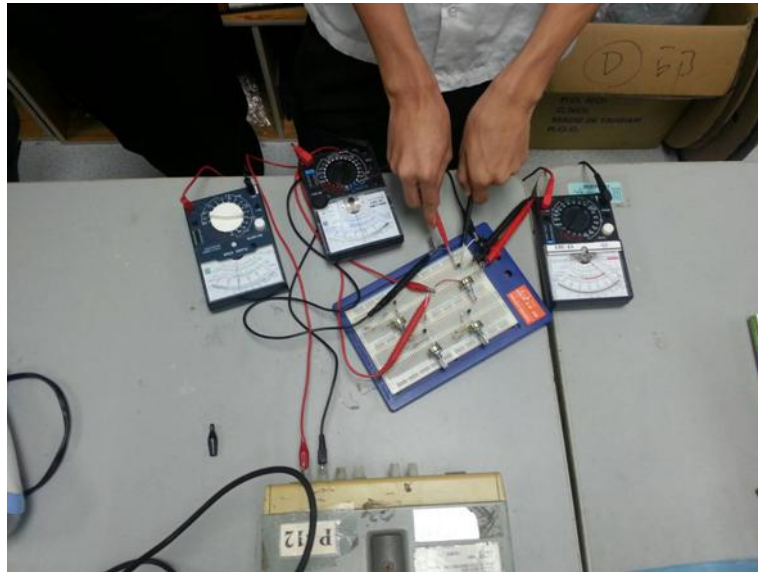


圖 3 測量過程 (一)

## (二) 加熱過程

如圖四，使用吹風機對電晶體加熱，相隔 10 公分與仰角 45 度，分別加熱 30 秒、60 秒後測量  $I_B$ 、 $I_C$ 、 $V_{CE}$  的數據。

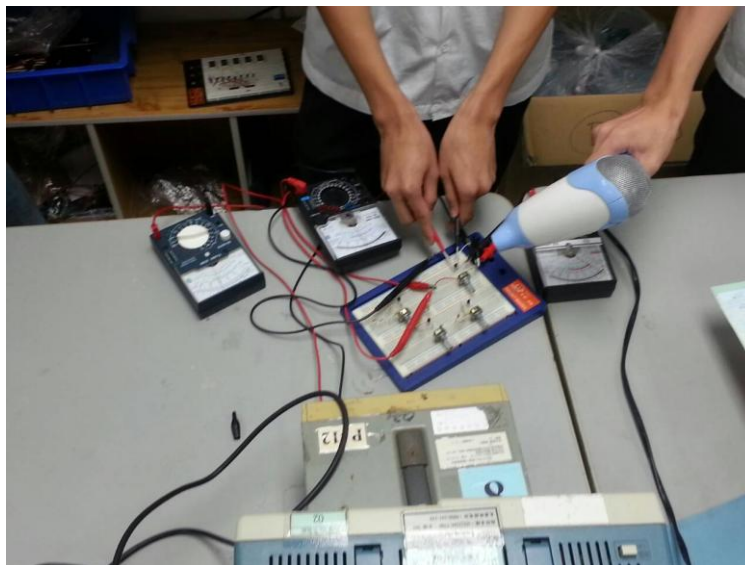


圖 4 測量過程 (二)

#### 四、實驗結果

##### (一) 實驗數據

經過上述一連串的實驗過程，將結果記錄如表 2 所示。

表 2 各種偏壓電路之實驗數據

		固定偏壓	射極迴授	集極迴授	分壓式
未加熱	$I_B$	$3.5 \mu A$	$3.1 \mu A$	$4.1 \mu A$	$3 \mu A$
	$I_C$	1.15mA	1.1mA	1.45mA	1mA
	$V_{CE}$	6V	6V	6V	6V
加熱 30 秒	$I_B$	$4 \mu A$	$3.2 \mu A$	$4.1 \mu A$	$3 \mu A$
	$I_C$	1.45mA	1.3mA	1.6mA	1.05mA
	$V_{CE}$	5V	5V	5.4V	5.7V
加熱 60 秒	$I_B$	$4.2 \mu A$	$3.2 \mu A$	$4.1 \mu A$	$3 \mu A$
	$I_C$	1.5mA	1.3mA	1.6mA	1.05mA
	$V_{CE}$	4.8V	5V	5.4V	5.7V

##### (二) 數據分析

將表 2 的測試數據做出各種偏壓電路之電壓、電流變化量，如表 3 所示。從表 3 可得知，分壓式偏壓電路對溫度的變化最小，故其為最佳之偏壓電路，與課本所教授的知識不謀而合。

圖 5~圖 7 為溫度對  $I_B$  電流、 $I_C$  電流、 $V_{CE}$  電壓之變化量，從三張圖可知分壓式的變化量最小，固定偏壓的變化量極大。

表 3 各種偏壓電路之電壓、電流變化量

		固定偏壓	射極迴授	集極迴授	分壓式
$\Delta 60$ 秒變化量	$\Delta I_B / \Delta t$	$0.7 \mu A/min$	$0.1 \mu A/min$	$0 \mu A/min$	$0 \mu A/min$
	$\Delta I_C / \Delta t$	0.35mA/min	0.2mA/min	0.15mA/min	0.05mA/min
	$\Delta V_{CE} / \Delta t$	1.2V/min	1V/min	0.6V/min	0.3V/min

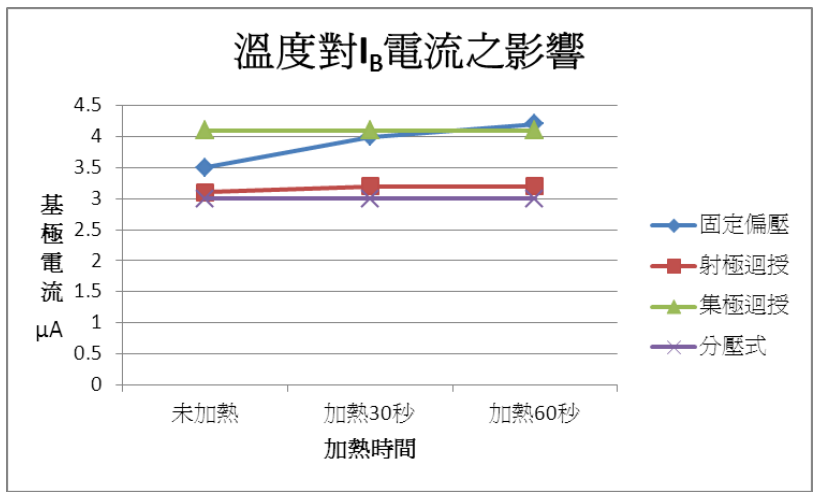


圖 5 溫度對  $I_B$  電流之影響

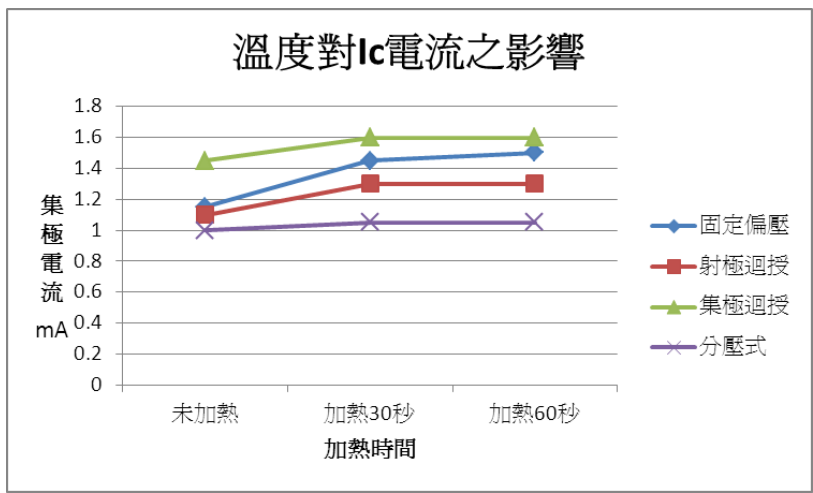


圖 6 溫度對  $I_C$  電流之影響

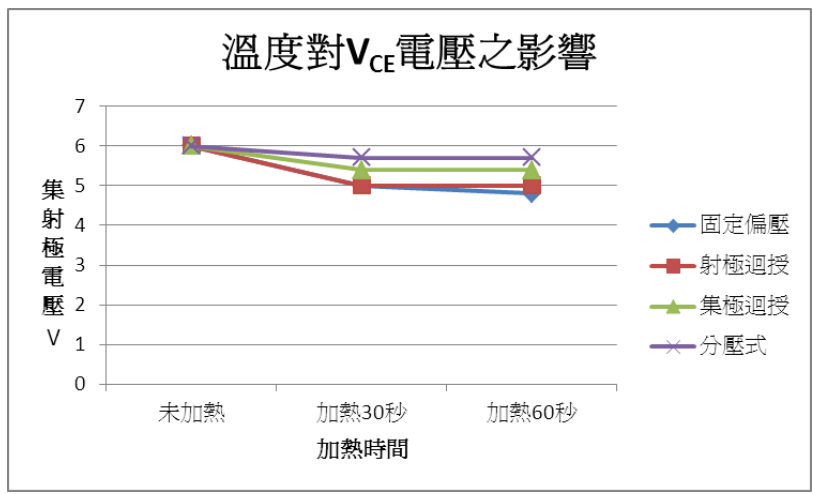


圖 7 溫度對  $V_{CE}$  電壓的影響

## 參●結論

現今的電子產品越做越輕薄，速度越來越快，但是如何在小小的體積上讓晶片所產生出來的熱量能夠馬上散熱，避免晶片因為過熱而造成熱當機，這是現在資訊電子工程師所要面對的問題。所幸現在的材料技術突飛猛進，我國的積體電路代工龍頭台積電又積極投入低電壓、低耗能的技術研發，所以改善散熱的問題已經不是太大的困難。

二年級上電子學第 5 章時，介紹到許多偏壓電路，當時並不知道為何要有這麼多的偏壓電路，所幸當時的吳秉融老師是出身於台積電公司員工，透過老師的介紹，讓我們瞭解溫度對電子產品的重要性，更會成爲一個產品能否上市的關鍵因素。後來想想也是，現在我們幾乎每人一機的智慧型手機，便宜貨與昂貴的手機最大的差別就是在於使用一段時間之後，便宜的手機其發熱的程度絕對遠大於昂貴的手機，更甚者，還會造成當機，可見溫度對電子產品的重要。

藉由此次小論文的机会，指導老師建議我們做一深入的實驗探討，讓數據說話，而不是像理論課一般狂背結果。

## 肆●引註資料

蔡朝洋、蔡承佑（2011）。**電子學實習 I**。新北市：全華。

江賢龍、周玉昆（2011）。**電子學實習 I**。新北市：台科大。

楊仁元、李月娥（2007）。**電子學實習 II**。新北市：龍騰。