

單元十三 齊納二極體的基本特性實驗

一、前言

齊納二極體(Zener Diode)主要使用於穩壓電路、載波電路及過電壓保護電路等。汽車電路中常有突波電壓產生，其值可能高達 400V，若無適當之保護電路，將損壞電路元件如電動馬達、發電機、電子元電等。圖 13.1 為齊納二極體應用於汽車過電壓保護電路之應用例，途中於發電機之 B+ 接頭處並聯一個齊納二極體，當電路中有突波電壓產生且大於齊納二極體之崩潰電壓(此例中設定為 14V)時，齊納二極體導通，並且保持其兩端之電壓降固定為 14V，因此發電機其其他元件所承受之最高電壓亦為 14V，此一齊納二極體稱為過電壓保護二極體(Overvoltage Protection Diode)。

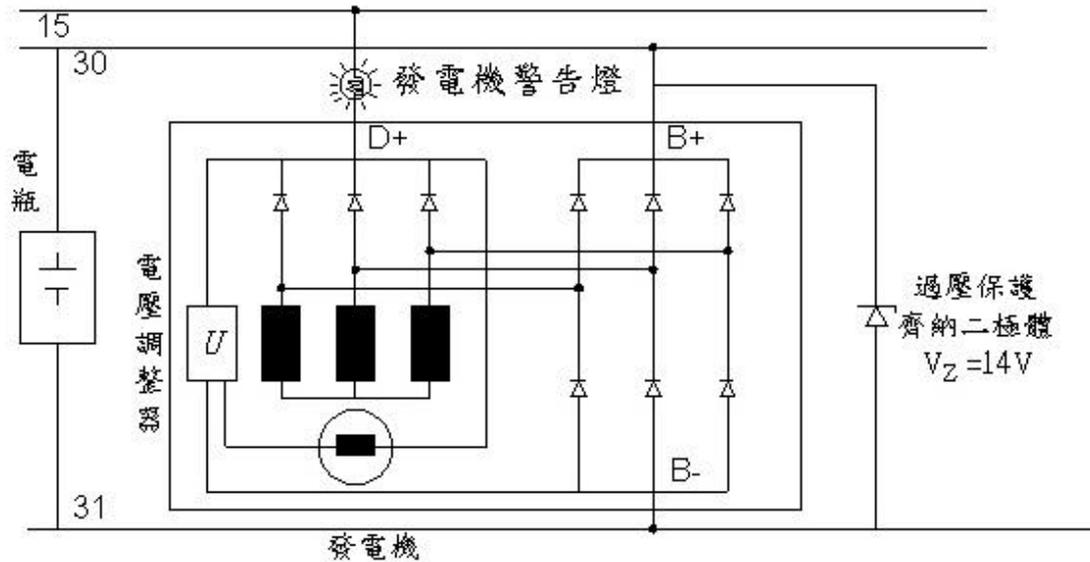


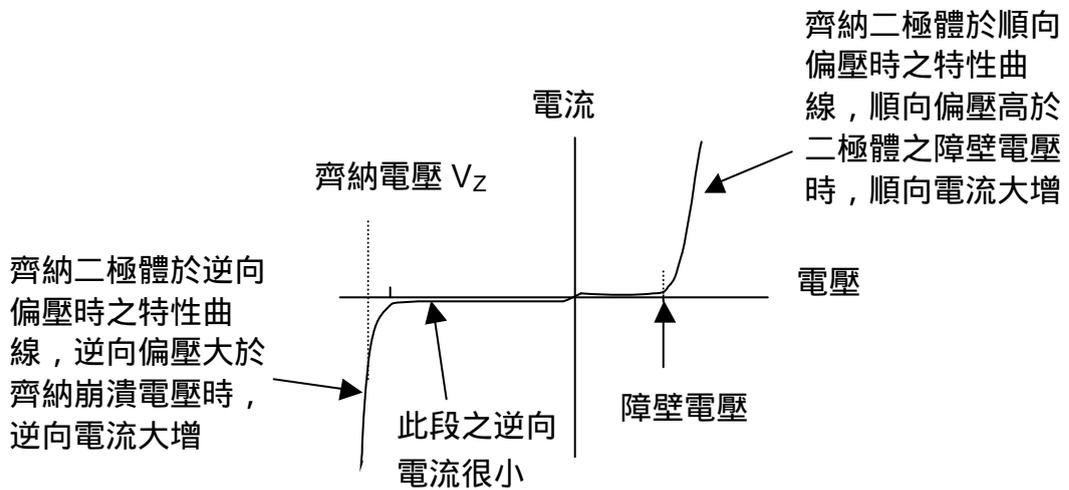
圖 13.1 為齊納二極體應用於汽車過電壓保護電路

二、實驗目的

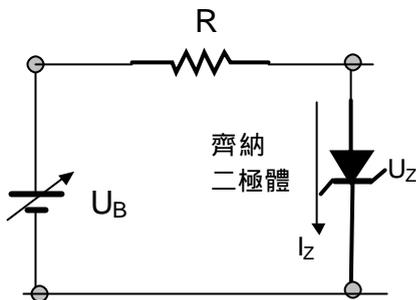
透過實驗使同學了解齊納二極體之特性及過電壓保護電路之原理，並能應用於汽車電路之故障診斷上。

三、相關知識

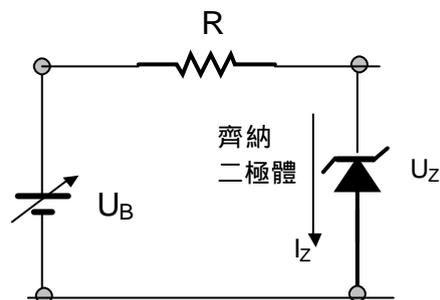
電路中，當齊納二極體之陽極的電壓高於陰極時稱為順向偏壓，反之則稱為逆向偏壓。圖 13.2(a)為齊納二極體之特性曲線。



(a) 齊納二極體之特性曲線



(b) 齊納二極體順向偏壓



(c) 齊納二極體逆向偏壓

圖 13.2 齊納二極體之特性

1. 齊納二極體順向偏壓

如圖 13.2(b)所示，當齊納二極體在電路中為順向偏壓時，其特性曲線為圖 13.2(a)之右半邊，我們可以知道其特性和普通二極體相同。

2. 齊納二極體逆向偏壓

於圖 13.2(b)中，齊納二極體在電路中為逆向偏壓，此時其特性曲線為圖 13.2(a)之左半邊。此為齊納二極體之正常工作區域。當圖 13.2(b)中之電源電壓 U_B 之電壓值較小，使齊納二極體所承受之電壓 U_Z 小於其額定之齊納電壓值 V_Z 時，齊納二極體截止而不導通，此時電路中的電流 I_Z 幾乎為零，且 U_B 與 U_Z 之關係為 $U_Z = U_B$ 。假設於該電路中，我們所購買之齊納二極體的 V_Z 為 6V，當電源電壓 U_B 為 4V 時，齊納所承受之電壓 U_Z 也等於 4V，由於 $U_Z < V_Z$ ，齊納二極體不導通。增加 U_B 則 U_Z 隨之上升，當 U_Z 上升至約等於 V_Z 之 6V 時，則齊納二極體因崩潰而導通，大量電流可通過齊納二極體。若 U_B 下降，使 U_Z 跟著降低至低於 V_Z 之 6V 時，齊納二極體又恢復為不導通狀態。在齊納二極體導通狀態中，其兩端之電壓降 U_Z 保持固在 V_Z 之 6V，增加 U_B 只是增加迴路電流 I_Z ，並不會改變 U_Z 值，亦即 $U_Z = V_Z = 6V$ 。此時迴路電流 I_Z 為 $I_Z = (U_B - V_Z)/R = (U_B - 6V)/R$ 。

於應用上，我們可以再電器負載旁並聯一齊納二極體，如圖 13.3 所示，加諸於負載之電壓 U_B 不超過齊納電壓 V_Z 時，齊納二極體不發生作用，當 U_B 高於 12V 以上時，齊納二極體導通，若圖中電路之電阻 R 設計得當，齊納二極體將使 A、B 兩端之電壓差保持固定為 12V，因為負載和齊納二極體並聯，故亦承受 12V 之電壓，因此，該負載在此電路中最高只承受 12V 之電壓，此一電路稱為過電壓保護電路。

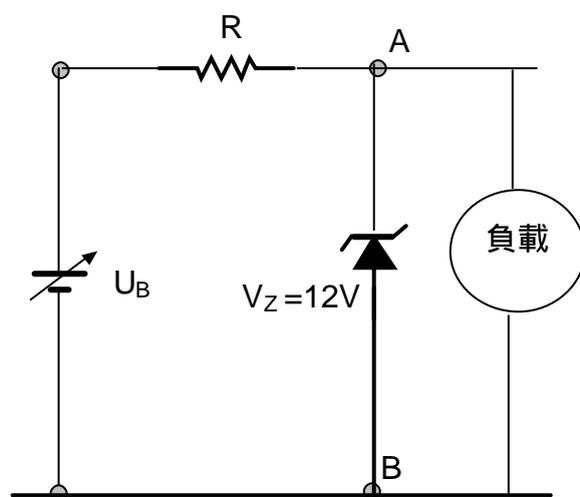


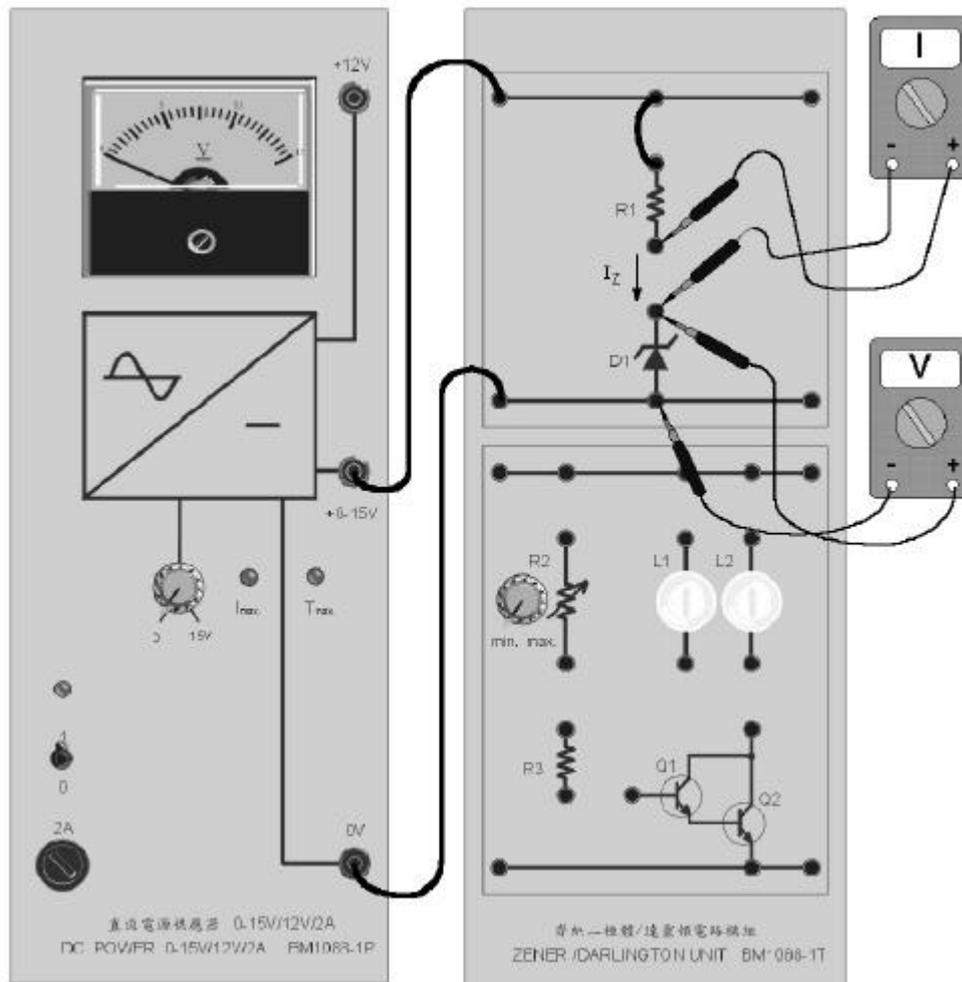
圖 13.3 過電壓保護電路

四、實驗儀器設備

- | | |
|-----------------|-----------|
| 1. 直流電壓/電流錶模組 | BM1088-2D |
| 2. 直流電源供應器 | BM1088-1P |
| 3. 齊納二極體/達靈頓電晶體 | BM1088-1T |
| 4. 連接線 | |

五、工作單

利用模組 BM1088-1P 及 BM1088-1T，完成如圖 13.4 所示之接線。



調整電源電壓，使電壓 U_B 由 0V 變化至 12V，觀察並紀錄齊納二極體之電壓降 U_Z 和電流 I_Z 之變化情形，並完成下表：

表 1

U_E	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V
U_Z									
I_Z									

六、討論

1. 由實驗數據，本電路之齊納二極體的齊納電壓等於多少？

$$V_Z = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. 當電源電壓 U_B 之電壓值小於齊納電壓值 V_Z 時， U_Z 與 U_B 之關係為何？

3. 電源電壓 U_B 等於多少時，齊納二極體導通？之後繼續增加 U_B ，齊納二極體之電壓降 U_Z 之變化情形為何？

4. 齊納二極體導通後，迴路電流 I_Z 、電阻 R_1 、和 U_B 之關係為何？請以實驗數據驗證之。