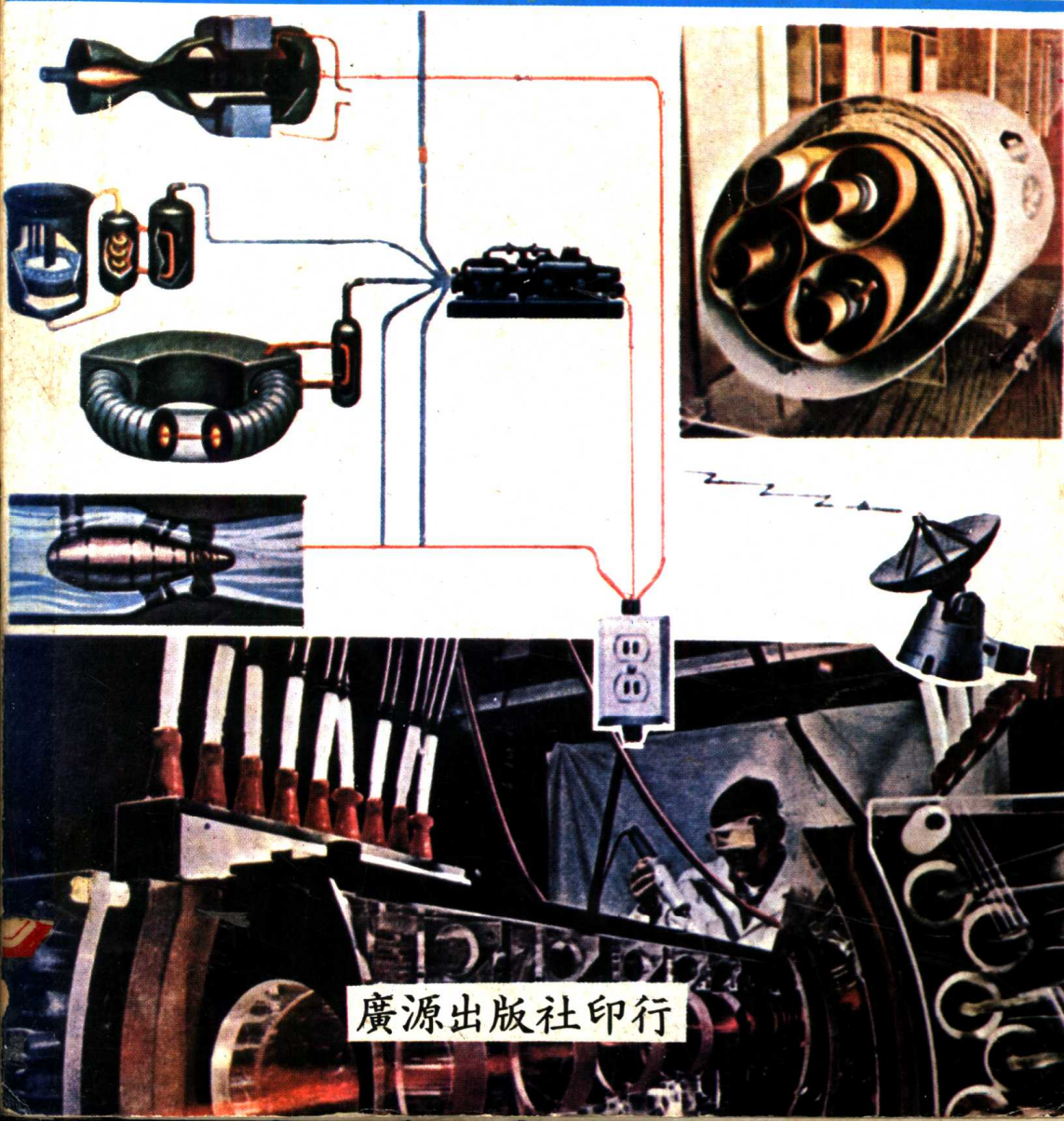


電子裝置電路詳解

ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUIT THEORY

本社編輯部

Boylestad Nashelsky



廣源出版社印行

電子裝置電路詳解

本社編輯部

廣源出版社印行

電子裝置電路詳解

編著者：本社編輯部

發行者：廣源出版社

出版者：

九龍金華街二二七號十一樓

承印者：振興印刷公司

澳門龍巖街152號地下

定價港幣十二元正

前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，（廣源出版社）特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。晚園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

電子裝置及電路理論問題詳解

目 錄

第 一 章	二端裝置	1
第 二 章	二極整流器和濾波器	23
第 三 章	電晶體與真空管	57
第 四 章	直流偏壓	81
第 五 章	小訊號的分析	117
第 六 章	場效電晶體	155
第 七 章	多級系統、分貝、及頻率問題	185
第 八 章	大訊號放大器	217
第 九 章	PNPN以及別種裝置	231
第 十 章	積體電路	239
第十一章	差類與運算放大器	243
第十二章	反饋放大器與振盪電路	261
第十三章	脈衝與數位電路	295
第十四章	調節器與各種零星電路的應用	321
第十五章	陰極射線示波器	329

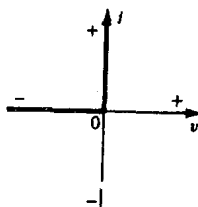
第一章 二端裝置

§1.1 緒 論

固態（半導體）二極體在體積、成本及電路特性上均優於二極管，但在極高頻率或甚高功率上的應用，尚不如二極管。

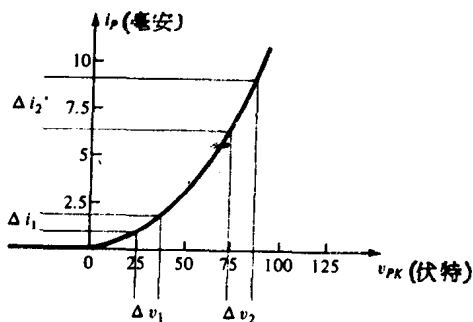
§1.2 理想二極體

1. 理想二極體之特性曲線如右圖所示
2. 理想二極體，在順向偏壓時，順向電阻為零，視為短路，在逆向偏壓時，逆向電阻為無窮大，視為斷路。



§1.3 真空二極管

1. 真空二極管之屏極特性曲線：
2. 真空二極管之陰極加熱方式可分為直熱式與間熱式，間熱式陰極之電位相當固定，直熱式會產生 60 赫芝之交流聲，故間熱式之使用較為普遍。



3. 真空二極管之最大電流不隨屏壓之增高而增加，僅能以提高燈絲溫度而增加，特定燈絲溫度之最大電流稱為飽和電流。

§1.4 充氣二極管

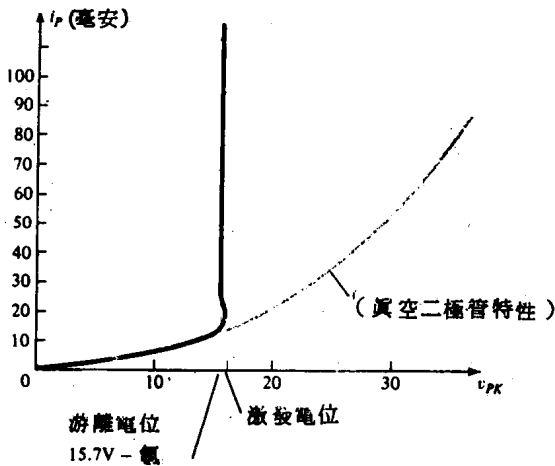
1. 充氣二極管係指管中充有氣體，如水銀蒸汽、氬、氖、氬，可分為熱陰極式與冷陰極式，只要所加屏壓高於氣體之游離電位，則因電子與氣體分子之碰撞，使氣體分子游離而釋出電子，累積效果引起

2

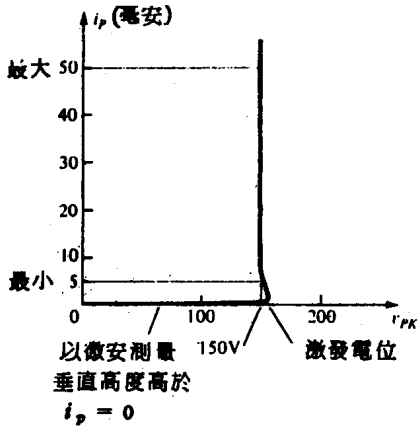
大量電流，故充氣管在游離前電阻幾為無窮大，游離後甚低。

2. 冷陰極式充氣二極管由於沒有加熱燈絲，其點弧電位比熱陰極式甚高。冷陰極可應用於霓虹燈之構造，在游離區中則會光亮，其顏色依氣體而定。

3. 熱陰極充氣二極管之特性曲線



4. 冷陰極充氣二極管之特性曲線



§1-5 半導體二極體

1. 傳導能力（電子濃度介於絕緣體與金屬之間稱為半導體，如 鎢、矽、氧化鋅、氧化銅。
2. 將五個價電子的雜質原子摻入四個價電子的晶體結構中，則此雜質原子在晶體結構中貢獻了一個較為自由的電子，而形成 n 型半導體，如把 銻、磷或砷雜質原子摻入矽、鎢半導體材料中，即成為矽質、鎢質 n 型半導體。
3. 將三個價電子的雜質原子摻入四個價電子的晶體結構中，則晶體內的原子結構少了一個電子（稱為電洞），就形成 P 型半導體，如把 硼、銻或銻雜質原子摻入矽、鎢半導體材料中。
4. 未摻入雜質原子的半導體稱本質半導體，其中電子與電洞濃度大致相等，摻入雜質原子後的半導體稱外質（雜質）半導體，包括 n 型與 P 型， n 型半導體中電子濃度高於電洞濃度， P 型半導體中電洞濃度高於電子濃度。
5. n 型半導體中之雜質原子因提供電子，稱為施體， P 型半導體中之雜質原子因提供電洞（等於接受電子），稱為受體。
6. n 型半導體中電子較多，電洞較少，故電子為多數載體，電洞為少數載體， P 型半導體中電洞較多，電子較少，故電洞為多數載體，電子為少數載體。
7. 接面二極體接面附近未被遮蔽的正、負離子區域，稱為空間電荷區，由於缺少自由的載體，故又稱為空乏區。
8. 接面二極體被逆偏時，增大空乏區寬度，使多數載體流降為零，但有些微少數載體流（即逆向飽和電流）。順偏時，減小空乏區寬度，使多數載體流變大。
9. 每當溫度升高 10°C ，則逆向飽和電流 I_s 約增加一倍。在順偏與逆偏時二極體電流與溫度 T 及偏壓 V 之關係式為

$$I = I_s (e^{11600 V/T_k} - 1) \quad (1-1)$$

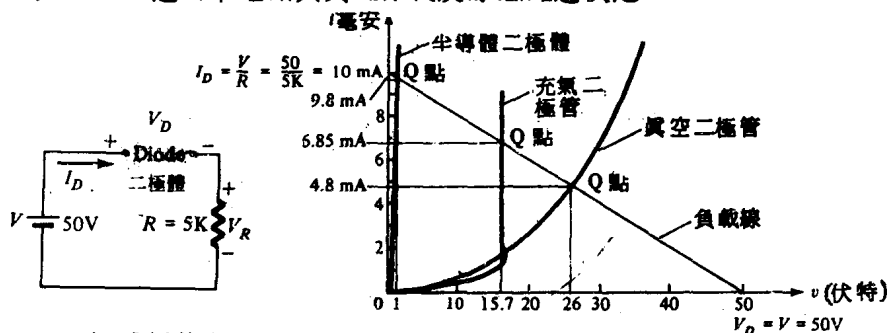
T 為絕對溫度

10. 當二極體之外加逆向電壓愈大時，終使少數載體獲得足夠之能量與速度，而與晶體離子相碰撞，破壞共價鍵，產生電子-電洞對，繼續碰撞作用，此種累增過程結果形成大量電流，是為累增崩潰。若由於外加電壓之強大電場，直接破壞共價鍵而形成大量電流，是為會納崩潰。

11. 進入崩潰區之前所能加的最大逆偏電壓稱為尖峯倒壓，簡稱 *PIV* 額定值。
12. 矽質與鍺質的比較，矽質半導體的 *PIV* 額定較高，電流額定值較大，溫度範圍較大，但順向時切入（抵補）電壓較大。
13. 半導體二極體之製造一般可分為下列四種型式①成長接合型，②合金型，③擴散型，④點觸型。

§ 1-6 負載線與靜態條件

1. 二極體之基本電路與其工作線及靜態點之決定



2. 二極體靜態負荷線之公式為

$$V_D = V - I_D R \quad (1-3a)$$

§ 1-7 靜態電阻

1. 二極體靜態點之靜態電阻為

$$R_{dc} = \frac{V_D}{I_D} \quad (1-6)$$

§ 1-8 動態電阻

1. 二極體 *Q* 點附近之動態電阻為

$$r_{ac} = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} \quad (1-7)$$

§ 1-9 平均交流電阻

$$r_{av} = r_d = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} \quad \text{點到點}$$

(1-8)

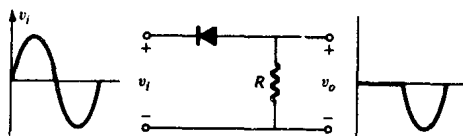
§ 1-11 截波器與定位器

1. 截波電路之輸入訊號在輸出時有一部份被截割，定位電路就是將被波形箝在不同的直流階層上。

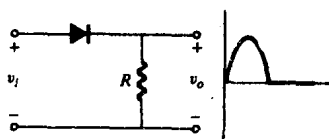
2. 各種截波電路圖

簡易串聯截波器

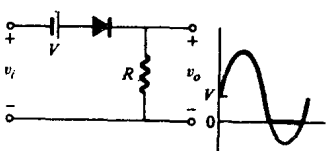
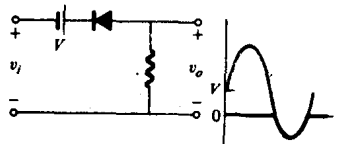
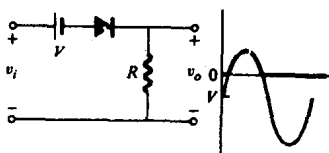
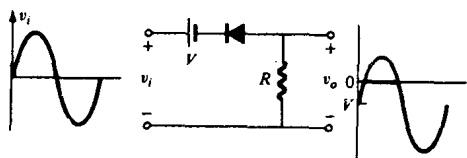
正



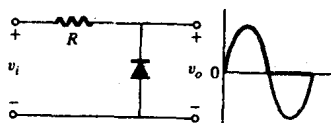
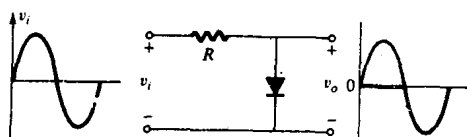
負



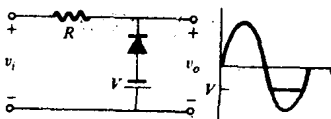
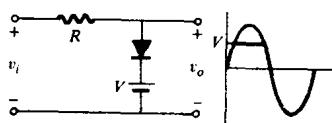
偏壓串聯截波器

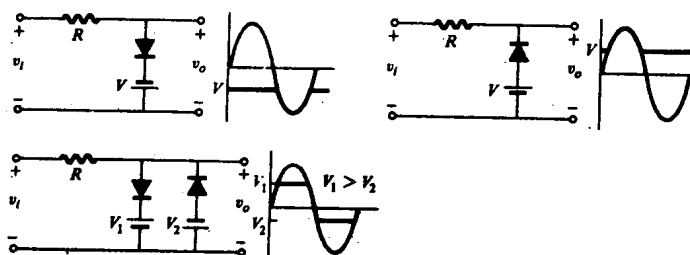


簡易並聯截波器

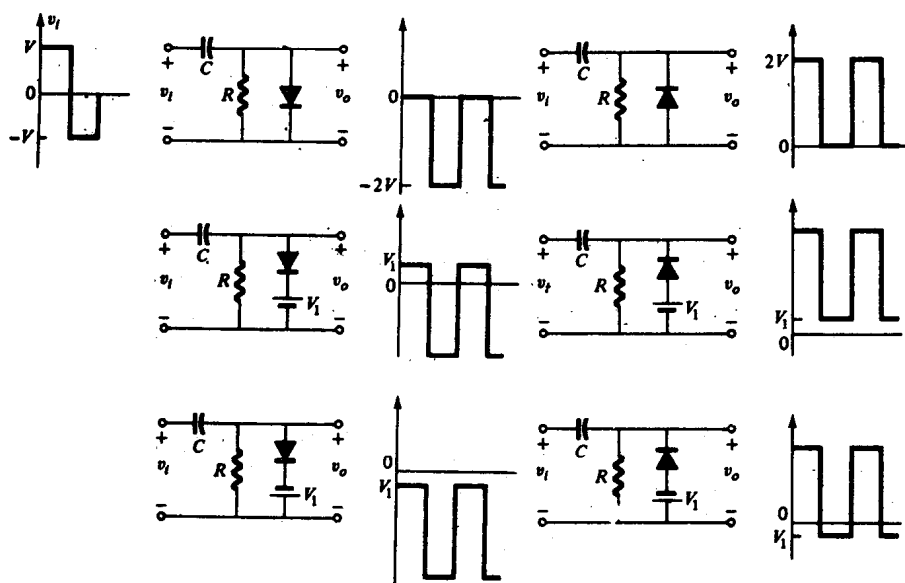


偏壓並聯截波器



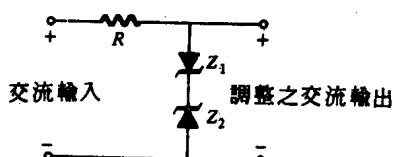
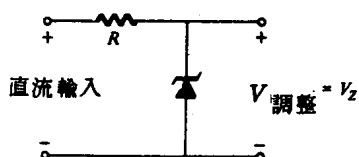


3. 各種定位電路圖， $RC \gg \tau$

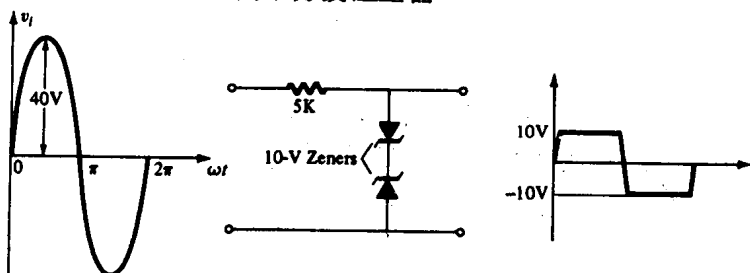


§ 1-12 會納二極體

1. 會納二極體之應用：直流與交流電壓調節器，電壓參考基準，截波網路。
2. 會納二極體作為電壓調節器

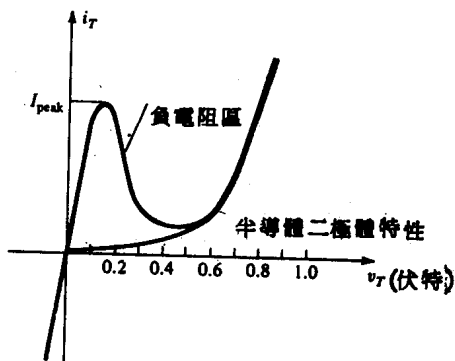


3. 會納二極體作為一簡單方波產生器



§ 1-13 透納二極體

1. 透納二極體的半導體材料中，摻入的雜質濃度比一般二極體高到幾百（仟）倍，空乏區的寬度亦僅為一般的百分之一左右，故載體在低順偏下即能容易穿過空乏區，其特性曲線有一段是為負電阻區。其應用甚廣，如振盪器、放大器、高速開關、邏輯電路、混波器、檢波器等。

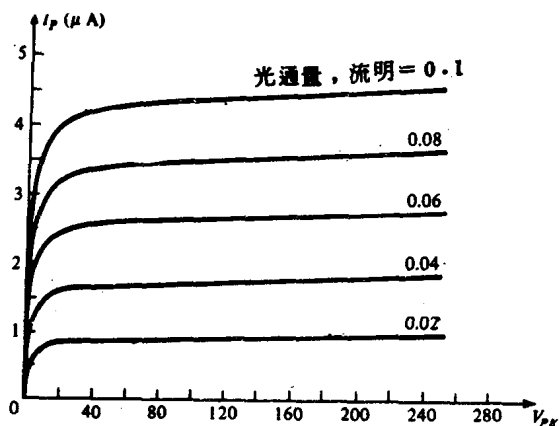


§ 1-15 變容二極體

1. 變容二極體係隨電壓變動而改變其電容之二極體。如逆向偏壓增高，則接面之空乏區寬度變大，結果使二極體電容變小。其應用如 *FM* 調變器、可調通頻濾波器、自動頻率控制器、參數放大器等。

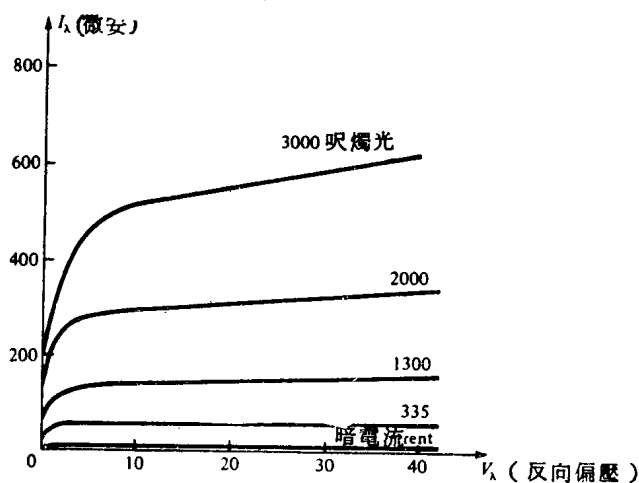
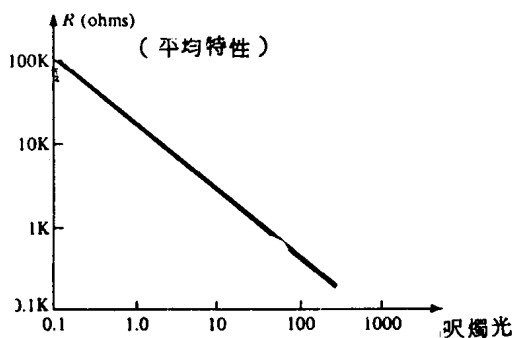
§ 1-16 光電管

1. 應用光電效應之原理，將光投射到由感光物質（鈉、鉀、鎢）製成之陰極，使之發射電子，稱為光電管。陰極所發射之電子數依光綫之強度及感光面積而定。感光物質之靈敏度則視光之頻率而定。
2. 改變入射光強度所得之特性



§ 1-17 半導體光導體與光電二極體

1. 光導體係其端電阻可隨入射光之強度而變化（相當綫性），常稱為光阻器。
2. 光電二極體是一種 *Pn* 接面二極體，係在逆向偏壓區中工作，其逆向電流隨入射光之強度作綫性增加。
3. 光導體之特性與光電二極體之特性：



-19 熱阻器

熱電阻是由負溫度係數之材料製造的，當其溫度升高時，電阻會降低，利用補償作用可以達到穩壓的目的。

習題解答

1. 描述一個理想二極體的特性曲線。

解：理想二極體在順向偏壓時導通，成短路狀態，順向電阻為零；
在逆向偏壓時不導通，成斷路狀態，逆向電阻為無限大。

2. (a) 為均方根值是 120 伏特的弦式輸入訊號畫出圖 1-2 中電阻器上的波形來。在波形上指明峯值電壓的大小。

(b) 將二極體接成和圖 1-2 中所示方向相反的情形，重作(a)。

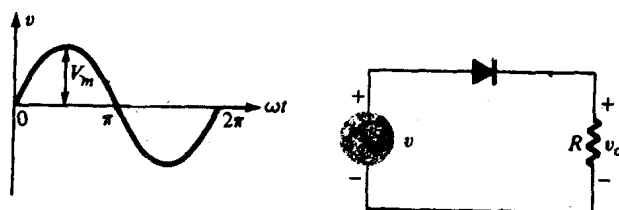
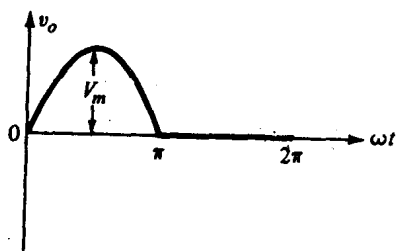


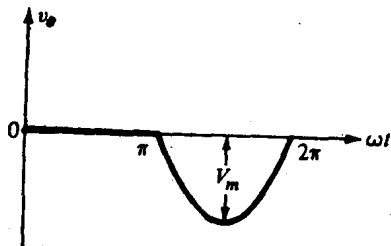
圖 1-2 基本的整流電路。

解：(a)



$$V_m = \sqrt{2} \cdot 120 \text{ V} \\ = 169.7 \text{ V}$$

(b)



$$V_m = 169.7 \text{ V}$$

3. 爲圖 1-90 的整流電路畫出輸入訊號的輸出波形。

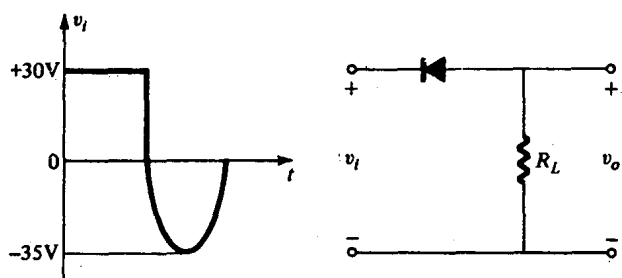
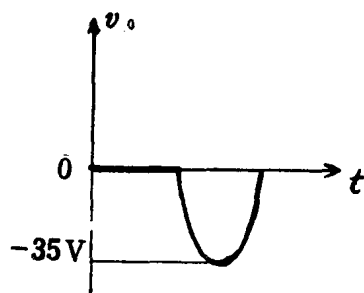


圖 1-90 習題 1-3 的波形與電路。

解：



4. 一個真空二極管和一個理想二極體比起來如何？

圖：真空二極管之特性在逆向偏壓時，極似理想二極管， $R_r = \infty$ ；但在順向偏壓時， $R_f \neq 0$ ， R_f 乃隨偏壓大小而改變，與理想二極管大不相同。

5. 是否必需加一個加熱（燈絲）電壓才能操作真空二極管呢？

圖：真空二極管之陰極需要燈絲直接或間接加熱，以產生熱游子發射。

6. 降低燈絲電壓對於真空管的操作會有什麼影響？

解：降低真空管燈絲電壓，會使陰極發射之電子數目減少，影響效果；萬一電壓降得太低，使陰極溫度低於發射溫度，則真空管無作用。

7. 冷陰極充氣二極管、熱陰極充氣二極管、和真空二極管之間有些什麼差別？

解：冷陰極充氣二極管有一甚高之激發電壓，故需強大之屏壓才能使它激發而整流，且激發後屏極與陰極間之電阻為零。真空二極管無需激發之屏壓只需順向屏壓，即能使它工作，而其電阻並不為零。熱陰極充氣二極管亦需較低之激發電壓才能工作，此與真空二極管不同。

8. 一個充氣二極管和一個理想二極體比起來如何？

解：充氣二極管需要激發電壓才能工作，理想二極管則無需激發電壓，只要順向屏壓即可工作。充氣二極管在激發前與激發後之特性與理想二極管相同。

9. 當輸入電壓的大小分別為 10、15、及 20 伏特時，為圖 1-91 的電路算出負荷電阻器上的電壓來。

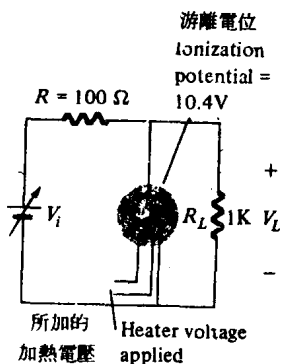


圖 1-91 習題 1-9 的電路。

解：當 $V_i = 10$ 時，二極管未激發， $V_L = 10 \times \frac{1k}{1k + 100}$

$$= 9.1 \text{ v}$$

當 $V_i = 15 \text{ v}$ 時，二極管已激發， $V_L = 10.4 \text{ v}$