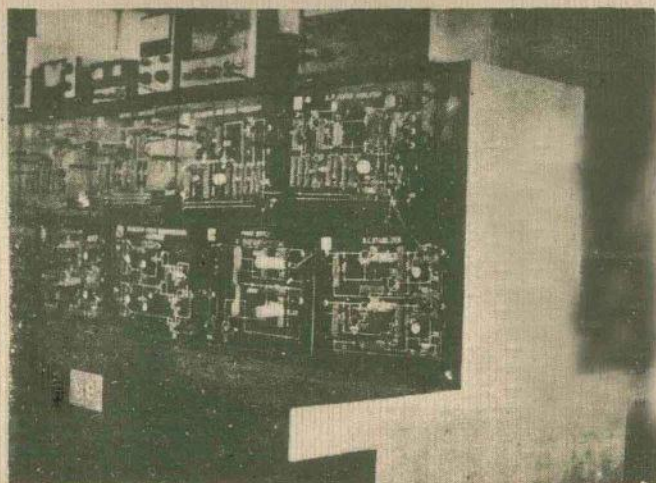


閱

半導體

電子電路實習 (上)

許振聲教授總校
工業技術圖書編纂小組編著



師友工業圖書公司 印行

翻
印
必
究

版
權
所
有

半導體電子電路實習(上)

中華民國六十一年十二月十日初版

中華民國六十五年二月三十日四版

編 著 者 工業技術圖書編纂小組

出 版 者 師友工業圖書股份有限公司

台北市重慶南路一段62號6樓

郵政劃撥第100538號師友工業圖書公司

電 話：361-3832

本公司登記證字號：行政院新聞局局版台業字第1231號

發 行 者 吳 仲 庚

台中市成功路344號二樓

印 刷 者 僑興彩色印刷公司

台北市羅斯福路6段22號

電 話：931-3502

特 價 元

目 錄

本書的理想.....	I
目錄.....	II
第一章 電源供應器.....	1
第二章 直流穩定電路.....	29
第三章 電晶體特性實習.....	43
第四章 聲頻功率放大電路.....	83
第五章 檢波與聲頻放大電路.....	103
第六章 第一及第二級中頻放大電路.....	119
第七章 射頻放大電路.....	133
第八章 變頻電路.....	147
第九章 超外差式收音機系統.....	163

第一章

電源供應器

壹 目的

- 一、使瞭解電源變壓器的作用
- 二、使瞭解二極體半波整流及全波整流的原理
- 三、使瞭解濾波電路的作用

貳 知識單

一、變壓器

二、二極體

三、電源電路

一、電源變壓器

1 簡介

電力公司供應之交流電經常保持 110 V、60Hz 供輸給用戶，但是在電子裝置中，直接使用 110 V 電壓的並不多，常需將它昇壓或降壓後使用，此一種將市電昇降壓之變壓器稱為電源變壓器。

電源變壓器通常是在 E、I 字形的矽鋼片所疊成的鐵心上繞綫，先繞連接電源之初級圈，然後再繞次級圈，若次級圈有幾組繞組，則以高壓綫圈先繞，次繞低壓綫圈。此乃電壓低者電流較大，綫圈之線徑必大，圈數又少，繞於外較適宜。圖 1-1 為典型之電源變壓器。

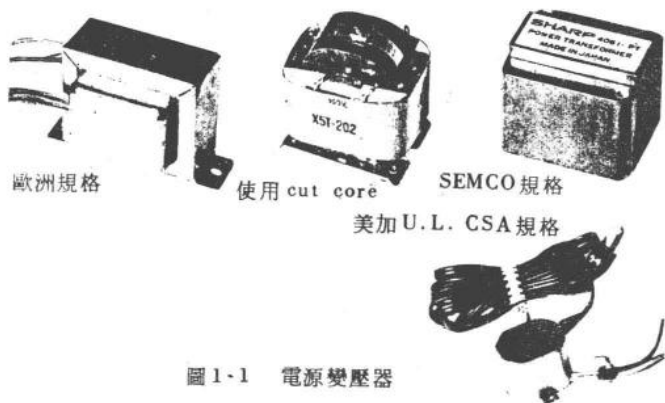


圖 1-1 電源變壓器

2 電源變壓器的重要數據：

如圖 1-2 所示之變壓器，假設初級圈 (Primary Coil) 之圈

數為 N_p 匝，通過之電流為 I_p ，電壓為

E_p ，電功率為 P_p ；次級圈 (Secondary Coil) 之圈數為 N_s 匝，通過之電流為 I_s ，電壓為 E_s ，電功率為 P_s 。

，則變壓器電壓與綫圈匝數成正比，即：

$$\frac{E_p}{N_p} = \frac{E_s}{N_s} \text{ 或 } \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \dots\dots\dots (\text{式 1-1})$$



圖 1-2 變壓器

又假使綫圈所消耗之熱量忽略不計，根據功的原理 (Principle of work)：凡一切裝置功能之耗損不計，則輸入之功必等於輸出之功。同時間內初級圈與次級圈所作之功相等〔註：功率等於單位時間所作的功，即 $P = \frac{W}{t}$ ，在同時間內功 (W) 相等，則功率 (P) 亦必相等〕。

$$P_p = P_s$$

$$\text{又 } P_p = I_p \cdot E_p = \frac{E_p^2}{Z_p}$$

$$P_s = I_s \cdot E_s = \frac{E_s^2}{Z_s}$$

$$\text{故 } \frac{I_s}{I_p} = \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \dots\dots\dots (\text{式 1-2})$$

$$\sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}} = \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \dots\dots\dots (\text{式 1-3})$$

$$\text{再設 } N_p : N_s = n$$

$$\text{則 } Z_p = n^2 Z_s \quad \dots\dots\dots (\text{式 1-4})$$

〔例一〕設一電源變壓器之綫圈有四組：初級圈電壓 110V，圈數為 550 匝；

6 半導體電子電路實習

次級圈有三組，電壓分別為 6.3 V, 40 V, 45 V。其中 40 V 及 45 V 二組均為中點抽頭，如圖 1-3 所示，求各次級圈之匝數？又假設通過 6.3 V 次級圈的電流為 2 A；40 V 及 45 V 二組之電流最大為 250 mA，求初級圈中通過之電流最小需若干？

解：設 $E_p = 110V$, $N_p = 550T$, $I_p = ?$

$$E_{s1} = 6.3V \quad N_{s1} = ? \quad I_{s1} = 2A$$

$$E_{s2} = 40V \quad N_{s2} = ? \quad I_{s2} = 250mA$$

$$E_{s3} = 45V \quad N_{s3} = ? \quad I_{s3} = 250mA$$

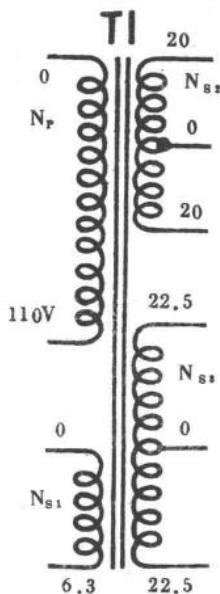
由式 1-1 得 $\frac{E_p}{N_p} = \frac{E_{s1}}{N_{s1}} = \frac{E_{s2}}{N_{s2}} = \frac{E_{s3}}{N_{s3}}$

$$\text{即} \quad \frac{110}{550} = \frac{6.3}{N_{s1}} = \frac{40}{N_{s2}} = \frac{45}{N_{s3}}$$

$$\text{故} \quad N_{s1} = 31.5 T$$

$$N_{s2} = 200 T$$

$$N_{s3} = 225 T$$



圖三

該次級圈消耗之總電功率及 P_s ，則

$$P_s = E_{s1} I_{s1} + E_{s2} I_{s2} + E_{s3} I_{s3}$$

$$\text{即} \quad P_s = 6.3 \times 2 + 40 \times 250 \times 10^{-3} + 45 \times 250 \times 10^{-3}$$

$$= 12.6 + 10 + 11.25$$

$$= 33.85W$$

$$\text{又} \quad P_F \geq P_s$$

$$E_F I_F \geq P_s$$

$$110 \times I_F \geq 33.85$$

$$I_F \geq 0.35 A$$

答：次級圈分別為 31.5 匝（6.3 V 組），200 匝（20 V - 0 - 20 V 組），225 匝（22.5 V - 0 - 22.5 V 組），通過初級圈的電流最少為 0.35 安培

3 電源變壓器繞綫之依據：

變壓器鐵心的大小，關係着最大負荷電功率值，此乃鐵心大，磁通量大，故電功率可大，它們的簡化關係可以式 1-5 表示之：

$$P = (A \times 5.58)^2 \quad \text{或} \quad A = \frac{\sqrt{P}}{5.58} \quad \dots\dots\dots(\text{式1-5})$$

P = 電功率，單位瓦 (W)

A = 鐵心橫截面積，單位平方英寸 (in^2)

〔例二〕：例一的變壓器，其橫截面積應為多少？

$$\text{解：} \quad A = \frac{\sqrt{33.85}}{5.58} = 1.04 \text{ in}^2$$

即鐵心最小面積為 1.04 平方吋，否則變壓器無法達到額定瓦數。

變壓器每伏特所繞圈數亦可以下式表示：

$$N = \frac{10^8}{4.44 FBA} \quad \dots\dots\dots(\text{式1-6})$$

N — 每伏特匝數；

B — 磁通密度，一般小型變壓器約為 50000

F — 交流電的頻率，本省市電為 60 Hz。

A — 鐵心橫截面積，單位 in^2

$$\text{如以〔例一〕為例則} N = \frac{10^8}{4.44 \times 60 \times 50000 \times 1.04} = 7.2 (\text{T/V}) \text{ 故}$$

初級圈 110 V 應繞 792 圈。由式 1-6 可知，變壓器鐵心面積大時，繞

8 半導體電子電路實習

阻圈數可以減少。致於繞經的大小，依通過最大電流值查表 1-1 之銅繞表可得。(例一)之初級圈電流 0.35 A 需用 # 25 SWG (Standard Wire Gauge , 標準繞規) , N_{s1} 電流 2 A 需用 # 18 SWG , N_{s2} 及 N_{s3} 的電流為 250 mA 需用 # 28 SWG 。

4. 電源變壓器接綫的顏色表現

圖 1-4 是 E I A 之接綫顏色表示參攷圖，可供讀者參攷。

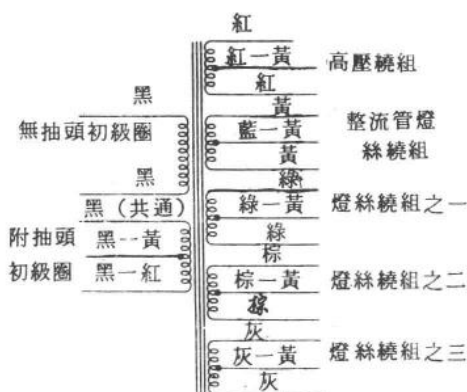


圖 1-4

二、二極體

1 二極體簡介

二極體 (Diode) 與二極管相似，有單向導電的特性，亦即電子流的方向，只能由陰極流向陽極，如圖 1-5 所示。反向便不能通過

綫號 SWG (英規)	最大電流值 A (安)	綫徑 mm (毫米)	橫截面積 mm ² (平方毫米)
1	83.7	7.348	42.41
3	66.4	6.544	33.63
4	52.6	5.827	26.67
5	41.7	5.189	21.15
7	33.1	4.621	16.77
8	26.3	4.115	13.30
9	20.8	3.665	10.55
10	16.5	3.264	8.36
11	13.1	2.906	6.63
12	10.4	2.588	5.26
13	8.2	2.305	4.17
14	6.5	2.053	3.31
15	5.2	1.828	2.62
16	4.1	1.628	2.08
17	3.3	1.450	1.65
17-18	2.6	1.291	1.31
18	2.0	1.150	1.04
19	1.6	1.024	0.82
20	1.3	0.9116	0.65
21	1.0	0.8118	0.52
22	0.81	0.7230	0.41
23	0.64	0.6438	0.33
24	0.51	0.5733	0.26
25	0.41	0.5106	0.20
26	0.32	0.4547	0.16
27-28	0.25	0.4049	0.13
29	0.20	0.3606	0.10
30	0.16	0.3211	0.08
31-32	0.13	0.2859	0.064
33	0.10	0.2546	0.051
34-35	0.079	0.2268	0.040
36	0.063	0.2019	0.032
37	0.050	0.1798	0.0254
38	0.039	0.1601	0.0201
39	0.032	0.1426	0.0159
40	0.025	0.1270	0.0127
41	0.020	0.1131	0.0100
42	0.016	0.1007	0.0079

表 1-1 繞製變壓器適用銅綫表

10 半導體電子電路實習

，（註：只有微量電子流通過，一般可忽略不計，此種電流稱為截止電流 I_o ，其值愈小，二極體性能愈佳）。此種二極體已取代二極管當做電壓整流器（Rectifier）。



圖 1-5

2 二極體的特性曲綫

整流用之二極體，大多為矽（Silicon）二極體，圖 1-6 為三

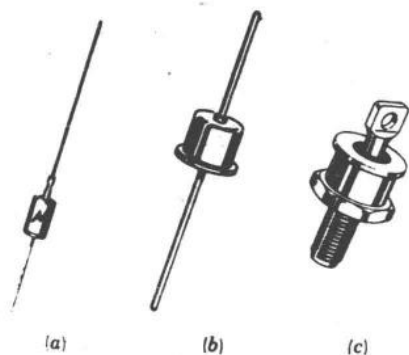


圖 1-6

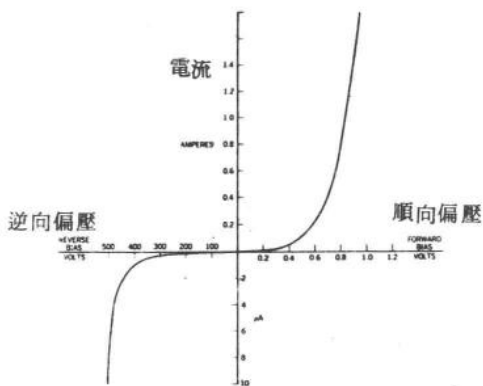


圖 1-7 二極體特性曲綫

種不同型式的整流用矽二極體。

圖 1-7 為矽二極體的特性曲線。

當加入順向偏壓時，（如圖 1-8 所示），其順向電阻（ R_F ）非常小。

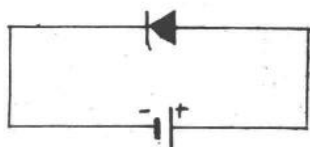


圖 1-8 順向偏壓

例如：曲線上順向電壓為 0.6V 時，順向電流為 0.2A，所以其順向電阻 R_F ：

$$R_F = \frac{0.6}{0.2} = 3 (\Omega)$$

又如：順向電壓為 0.8V 時，順向電流為 0.8A，所以順向電阻 R_F ：

$$R_F = \frac{0.8}{0.8} = 1 (\Omega)$$

由上可知：流過二極體之電流增加時，其順向電阻減少。

此二極體之逆向特性曲線，如同圖所示，座標上之電流單位為 μA ，電壓以 100V 為刻度。由此圖可以看出二極體之逆向電阻很大。

例如：在逆向偏壓 300V 時，逆向電流大約為 $0.4 \mu A$ ，其逆向電阻 R_R ：

$$R_R = \frac{300}{0.4 \times 10^{-6}} = 750 (M\Omega)$$

又如：在 500V 時， R_R 等於：

$$R_R = \frac{500}{8 \times 10^{-6}} = 62.5 (M\Omega)$$

圖 1-7 的曲線是在 $100^\circ C$ 時之矽二極體之曲線實例；可看出

矽二極體較能耐溫，適於整流之用。

3. 矽整流器 (Silicon-rectifier) 之規格：

一位電子技術員，要了解矽整流器，應先知道其規格，一般廠商供給之矽整流器規格大約包含下列幾項：

①反峯值電壓 (PIV)：

可加到矽整流器之最大逆向偏壓。

②最大正弦波輸入電壓 (指其有效值 rms)

③在某一溫度下，其半波整流之順向電流 (以電阻為負載)。

④在某一溫度下之峯值順向電流。

⑤在某一電流及溫度下之最大順向電壓。

⑥在最大逆向電壓時之最大逆向電流。

⑦工作及保存溫度。

三、整流電路

1. 簡介：

一般電子儀器所用的直流電源，大多用 110V 之市電加以整流，現在一般的整流電路已由二極體代替二極管，以下介紹幾種整流電路：

圖 1-9 (a) 是最簡單的整流電路，由於二極體的單向導電現象，輸出之波形成為圖 (b) 所示之波形。

此半波整流有下列兩種重要數據：

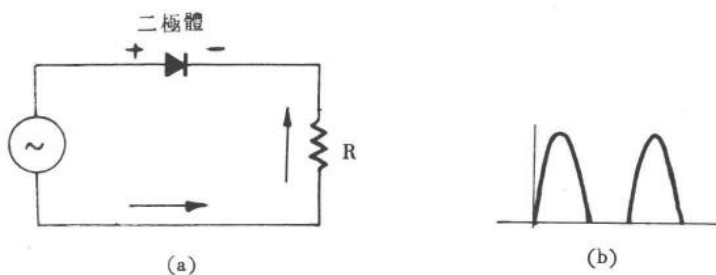


圖 1-9 二極體電阻負載

①其負載電阻上之平均電流 I_{AV} :

$$I_{AV} = \frac{0.636}{2} \times I_{max}$$

$$\therefore I_{AV} = 0.318 \times I_{max}$$

I_{AV} = 平均電流

I_{max} = 最大電流

②其輸出之直流脈衝之頻率與電流頻率相等即等於 60 Hz 。

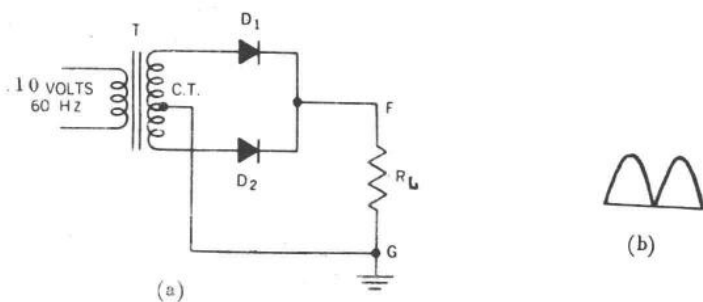


圖 1-10 全波整流

圖 1-10 (a) 為全波整流電路，圖 (b) 為其輸出波形。

①全波整流之平均電流 I_{AV} :

$$I_{AV} = 0.636 \times I_{max}$$

②全波整流之脈衝頻率為電源頻率之二倍即：

$$60\text{Hz} \times 2 = 120\text{Hz}$$

圖 1-11 (a) 為橋式整流電路，圖 (b) 為其輸出波形。

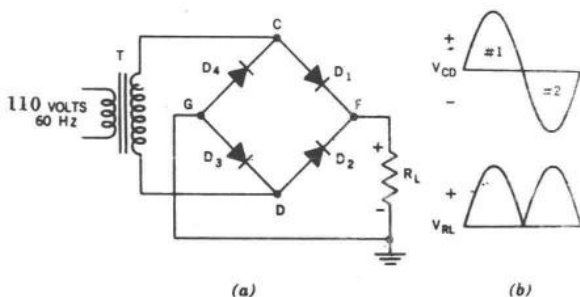


圖 1-11 橋式整流

在正半週時， D_1 、 D_3 成為通路，其等效電路如圖 1-12 所示。

在負半週時， D_2 、 D_4 成為通路，其等效電路如圖 1-13 所示。

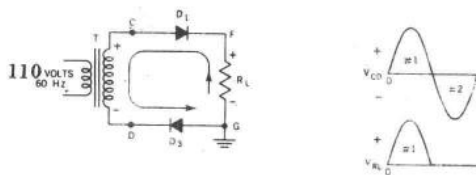


圖 1-12