

哈爾濱工業大學講義

工業電子學實驗指導

電力傳動教研室編

1954

工業電子學實驗指導

電力傳動教研室編

1954

前 言

社會主義的計劃經濟已經給電子學在電氣化和自動化的設備中開闢了最廣闊的發展道路。應用電子管電路使人們能够靈活地控制和操縱各種各樣的生產機械。目前所謂離子傳動就是最完善的電力傳動技術中的一種。此外在電能生產、電氣運輸、電熱、電焊、電化學中，電子、離子設備和儀器都被廣泛地利用着。

高等工業學校中培養電氣工程師必須給以足夠的工業電子學知識。按照教學計劃的規定，電機系所有的專業和其他系的某一些專業都必須學習這門課程。

自1952年起，在蘇聯電力傳動專家、科學技術碩士、副教授瓦·格·德蘭尼可夫（В.Г.Драников）的指導下，我校開始講授這門課程，同時我們就在電磁測量實驗室中進行籌設工業電子學實驗室。當時由於設備缺乏，我們僅開了二極管整流器、真空管特性、一級放大器、串級放大器、定時電子管繼電器等五個實驗。1953年我校的工業電子學實驗室正式成立，在專家的指導下，我們開了九個實驗，題目和本講義中所列的九個相同，本講義的內容是根據實踐的經驗修改的，與教學大綱的配合較好。

為減少設備，增加器材的利用率，比較大的設備可以採用輪流的方式來做。例如充氣二極管整流器，汞弧整流器和閘流管整流器三個實驗，就可以採用這種方式。如果一班分成九組進行實驗，這幾個實驗的設備每樣只要預備三套就夠了。為了更節省器材，一個實驗又可分為兩部份來進行。例如做充氣二極管實驗時，一組先做充氣二極管特性，另一組先做充氣二極管整流器，然後調換過來做。這樣，設備又可以省去一半。

在籌備實驗時我們是遇到一些困難的。例如在國內不容易買到可控整流器實驗中所用的大功率閘流管，我們去年就用國內可以買到的小閘

流管20 50 來代替，用六個管子就可以得到600 毫安。這樣就可以利用它來控制電動機或發電機的激磁電流。

由於我們的經驗不足，缺點在所難免，望讀者指正，以便修改。

哈爾濱工業大學電力傳動教研室

1954年 12 月

實 驗 目 次

1. 矽整流器的研究.....	1
2. 二極真空管整流器的研究.....	4
3. 充氣二極管整流器的研究.....	7
4. 汞弧整流器的研究.....	11
5. 閘流管特性及其控制電路的研究.....	15
6. 真空管放大器的研究.....	19
7. 二級交流電壓放大器的研究.....	23
8. 真空管定時繼電器的研究.....	26
9. 光電管繼電器的研究.....	29
附錄 1. 充氣管之規格.....	33
附錄 2. 真空管之規格.....	41
附錄 3. 蘇聯真空管型號簡要說明.....	48

實驗一 矽整流器的研究

一、目的：研究矽片的單向導電性，並利用其特性做成整流器。

二、步驟：

(i) 矽片的伏安特性：

(1) 仔細觀察並繪出矽片的構造和形狀圖。

(2) 量矽片直徑，算出面積，並查出允許加上的電壓值及允許通過的電流值。

(3) 按圖1-1連接電路，移動電阻分位器，變更矽片兩端電壓，並讀出通過矽片的電流。但須注意不可超過(2)項所查出的允許

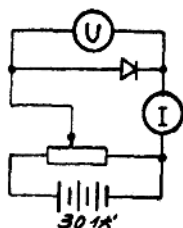


圖 1-1

電流值。

(4) 改變矽片的方向，同(3)項再做一遍。

(ii) 橋式矽整流器

(1) 按圖1-2連接一橋式整流器電路。 U_1 為加上之交流電壓； U_2 為整流器的輸出直流電壓； U_3 係熱耦式電壓表，其讀數為電壓的有效值； I 為負載電流。根據(i)(2)項所查出的允許電壓，算出可以允許加在橋上的最大交流電壓。(註：在我校實驗室實驗

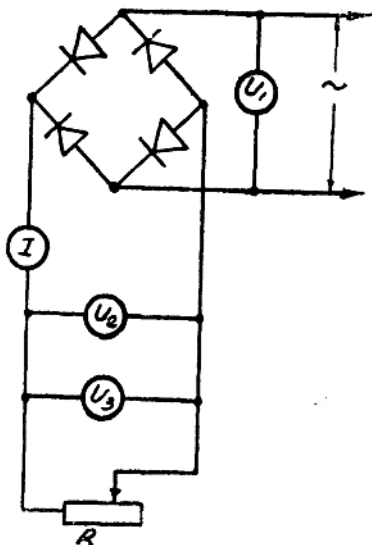


圖 1-2

時不超過55伏)

(2) 固定 U_1 , 變更負載 R , 讀 U_2 , U_3 和 I 值, 則可得整流器的外部特性曲線, 即 $I-U_2$ 關係曲線。又可由 U_2 和 U_3 值, 求得波紋因數。

(註: 電流不可超過(1)(2)項所查出的電流值的兩倍)。

(3) 置 R 值為50歐, 變更 U_1 讀 U_2 和 I 值。

(4) 用陰極示波器觀察輸出的電流波形; 又於輸出端跨接一電容器, 觀察其波形的變化。

三、使用儀器:

(i) 硒片的伏安特性實驗:

硒片	一片
米尺	一支
直流電源流 30伏	一組
滑桿式電阻分位器 1.8安, 100歐	一個
直流電壓表 0—3—30伏	一只
直流電流表 0—1000 毫安	一只

(ii) 橋式硒整流器實驗

硒整流器 (四臂, 每臂四片串聯)	一組
調壓變壓器 200伏安, 110伏	一個
滑桿式電阻器 3 安, 120歐	一個
交流電壓表 0—75伏	一只
直流電壓表 0—50伏	一只
直流電流表 0—5安	一只
熱耦式電壓表 0—50伏	一只
電容器 8 微法, 100伏	二個
陰極示波器	一台

四、要求結果:

(1) 硒片的構造圖;

(2) 硒片的直徑和面積, 允許通過的電流值和每片所允許的逆電壓值;

(3) 硒片的伏安特性曲線，並在其上繪正向和反向的電阻電壓關係曲線，即 $R-U$ 曲線；

(4) 橋式硒整流器的外部特性曲線，即 $I=f(U_2)$ ；

(5) 計算波紋因數；

(6) 負載電阻為一固定值時，輸入電壓與輸出電流和電壓的關係曲線；

(7) 繪出從示波器中觀察所得到的波形圖；

(8) 討論以上各項所得結果。

五、問題：

(1) 通過硒片的電流過大時或加在硒片兩端的電壓過大時，會有什麼結果？如何計算橋式硒整流器的允許電流和電壓值？

(2) 硒片兩端的電壓很小時，就可以有很大的電流通過，為什麼當用硒片做整流器時却要採用很大電壓之電源呢？

(3) 整流器外部特性曲線隨負載電流的增大而下降，是甚麼緣故？

(4) 實驗中為什麼要用熱耦式電壓表？

六、附表：

硒 片 的 參 數 表

硒片的直徑 (毫米)	允許在每片上的反顛電 壓 有 效 值 (伏)	允 許 通 過 的 電 流 值 (安)
7	18	0.003
18	18	0.04
25	18	0.07
35	18	0.15
45	18	0.3
67	16	0.6
89	16	1.2
100	16	1.5
112	16	2.0

實驗二 二極真空管整流器的研究

一、目的：研究二極真空管的特性，並利用它做整流器。

二、步驟：

(1) 二極真

空管的特性：

(1) 量二極真空管的尺寸，並繪圖說明之。

(2) 查二極管的參數及底座圖，並記載之。

(3) 接電路

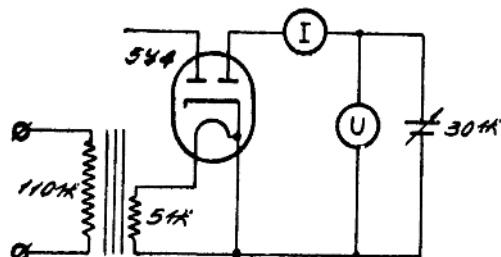


圖 2—1

如圖2—1所示。改

變管子兩端電壓 U ，讀流過管子的電流值 I ，即得伏安特性曲線。注意 I 不可超過一個陽極所能承受的電流值。

(II) 整流器

(1) 接一單相全波整流器，如圖2—2所示。計算變壓器次端電壓 U_2 所可用的最大值。計算濾波電容器 C_1 和 C_2 所需的耐壓值，和扼流圈 L

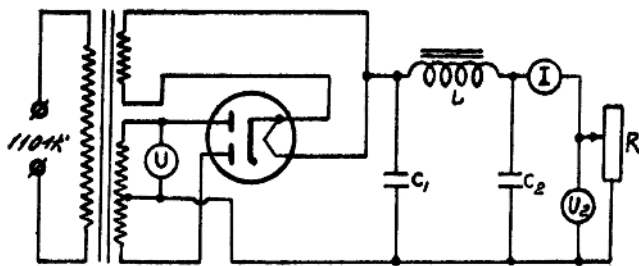


圖 2—2

及負載電阻 R 所需承受的電流值。同時可算出直流電壓表 U_2 及輸出直流電流表 I 所需的範圍。

(2) 根據前項算得的 U ，選好變壓器次端接頭，加上電壓，保持 U 不變，改變負載電阻 R ，讀 I 及 U_2 值。把 C_1 去掉，再做一遍。注意要保持 I 不大於管子所允許通過的電流值。

(3) 用陰極示波器觀察負載電流和通過二極管的電流波形。觀察時，要比較 L 、 C_1 和 C_2 在線路中和不在線路中時波形的改變。

三、使用儀器：

(i) 二極管特性：

5U4 二極真空管	一只
底座 (八脚)	一個
燈絲變壓器 5伏	一個
可變直流電源 0—30伏, 150毫安	一部
直流電壓表 0—30伏	一只
直流電流表 0—150毫安	一只

(ii) 整流器

5U4 二極真空管	一只
電源變壓器 500—0—500伏	一個
燈絲變壓器 5伏	一個
電容器 4微法 1000伏	二個
扼流圈 10~20亨 300毫安	一個
滑桿電阻 0.3安 5000歐	三個
底座 (八脚)	一個
交流電壓表 0—600伏	一只
直流電壓表 0—600伏	一只
直流電流表 0—250毫安	一只
固定電阻 10歐 (供觀察波形時用)	一個
陰極示波器	一台

四、要求結果：

- (1) 二極真空管的尺寸圖，底座及參數；
- (2) 二極真空管的伏安特性曲線；
- (3) 整流器在不同的濾波電路時的外部特性曲線，即 $U_2 = f(I)$ ；
- (4) 繪出由示波器觀察所得的波形圖；
- (5) 討論以上各項所得的結果。

五、問題：

(1) 電源變壓器次端所允許的最大電壓值受什麼所限制？扼流圈所能承受的電流值和電容器所能耐的電壓值怎樣計算？L 和 C 值影響整流器的那些特性？

(2) Π 型濾波器和 Γ 型濾波器對於整流器的影響有何不同？

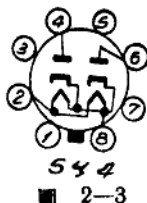
(3) 如果變壓器的中間抽頭接地，二極真空管的陰極對地之電位如何？是高壓嗎？做二極真空管之特性時，如果利用按照圖2—2所接成的整流器做直流電源，那麼圖2—1中所欲測的二極真空管燈絲電源，可否與整流器的燈絲電源共用？

六、附表：

5L14真空管的參數表

管 號	陽 極 數 目	燈 絲			最大反顛 電 壓 值	最大電流 顛 峯 值	整流電流
		加熱 方式	電壓 (伏)	電流 (安)	(伏)	(毫安)	(毫安)
5L14	2	旁熱法	5.0.	2.0	1400	375	125

5L14 底座圖



實驗三 充氣二極管整流器的研究

一、目的：研究充氣二極管的特性和利用它做整流器。

二、步驟：

(i) 充氣二極管特性：

(1) 仔細觀察充氣二極管的構造。查明其參數及底座圖。

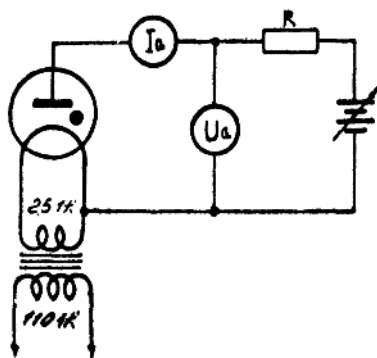


圖 3-1

(2) 接電路如圖 3-1 所示，改變直流飯壓，讀通過管子的電流值，得伏安曲線。注意電路中必須串聯一個電阻，在未加上直流飯壓前，燈絲至少要先加熱五分鐘以上。通過的電流不可超過管子的飯流額定值。

(ii) 充氣管整流器：

(1) 接一三相整流器如圖 3-2 所示，選擇變壓器的次端電壓，使其不超過對管子有損壞可能的電壓值。加上電壓後，保持其值不變，改變負載電阻 R ，讀輸出電流值及電壓值，得出外部特性曲線，即 $U=f(I)$ 。注意：電流不可超過對管子有損壞可能的數值。又去掉電容 C 及電感 L 濾波器後再做一遍。

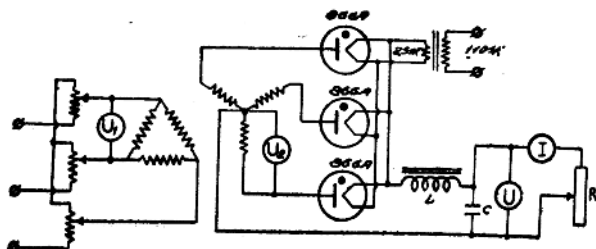


圖 3—2

(2) 用陰極示波器觀察負載電流和通過充氣二極管的電流波形。
觀察時，要比較 L 或 C 在電路中及不在電路中時，波形的改變。

三、使用儀器：

(1) 充氣二極管特性：

充氣二極管	866A	一只
燈絲變壓器	2.5伏 15安	一個
底座(四脚)		一個
電阻	1000歐 0.3安	一個
直流電流表	0—300毫安	一只
直流電壓表	0—30伏	一只
可變直流電源	0—30伏	一部

(II) 充氣二極管整流器

充氣二極管	866A	三只
燈絲變壓器	2.5伏 15安	一個
底座(四脚)		三個
可變電阻器	5000歐 1安	三個
電容器	4微法 1000伏	一個
扼流圈	10亨 1安	一個
交流電壓表	0—150伏	一只
交流電壓表	0—1500伏	一只

直流電壓表 0—1500伏

一只

直流電流表 0—1000毫安

一只

電源變壓器 110/1100 (單相)

三個

三相可調變壓器 2000伏安

一個

四、要求結果：

- (1) 充氣二極管的底座和參數；
- (2) 充氣二極管的伏安特性曲線；
- (3) 三相整流器的外部特性曲線，即 $U=f(I)$ ，比較有濾波器時與無濾波器時特性曲線之變化；
- (4) 繪出由示波器觀察所得的波形圖；
- (5) 討論上述各項所得的結果。

五、問題：

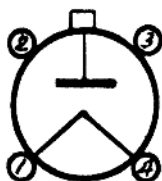
- (1) 使用充氣管整流器時應注意那些事項？
- (5) 充氣管整流器與真空管整流器有何不同？
- (3) 爲什麼在充氣管整流器中不用電容濾波？

六、附表：

866A 充氣管參數表

管 號	陰 極			最大交流 電 壓 (伏)	直 流 輸 出 電 流 (毫安)	最大反巔 電 壓 值 (伏)	飯 流 巔 峯 值 (毫安)
	加 熱 法	電 壓 (伏)	電 流 (安)				
866A	直 接	2.5	5	3500	250	10,000	1,000

866A 底座圖



866A

圖 6-3

實驗四 汞弧整流器的研究

一、目的：研究汞弧整流器之實際線路及工作原理。

二、步驟：

(1) 仔細觀察汞弧整流器的構造及所用的附屬設備。

(2) 按圖4—1檢查 BAP—120—30 型汞弧整流器的線路，並了解各部分的作用。

(3) 加上三相電源，然後按一下按鈕K，使汞弧管着火；逐次變更負載電阻，記下V和A值。

(4) 測量並記下整流器在額定輸出時之變壓器初端輸入功率、次端相電壓、輸出直流電流、輸出直流電壓等數據。

(5) 按圖4—2，檢查自動點火汞弧整流器的線路，並進行實際操作。

三、使用儀器：

整流器 3B—30型	一部
交流電流表 0—50安	一只
交流電壓表 0—250伏	一只
交流電壓表 0—200伏	一只
可變電阻箱 40歐 30安	三個
自動點火汞弧整流器	一部

四、要求結果：

(1) 把圖4—1畫成原理圖；

(2) 畫出汞弧整流器的外部特性曲線，即 $U=f(I)$ ；

(3) 由實測之數據算出：

(a) 變壓器之輸出功率，

(b) 負載功率，

(c) 整流管內部損耗功率，

- (г) 線路損耗功率，
 - (д) 整流效率，
 - (е) 藉變壓器的利用因數計算變壓器的伏安數；
- (4) 討論實驗結果。

五、問題：

- (1) 三相汞弧整流器之優點如何？
- (2) 自動點火之原理如何？
- (3) 在多相整流器之聯接中，那一種接法的變壓器之利用因數最好？並說明之。