

電子電路實驗用書(4)

脈衝電路實驗(下)

文京圖書有限公司
編譯委員會 編譯



文京圖書有限公司

有著作權 不准翻印

脈衝電路實驗 《電子電路實驗用書(4)》

定價新台幣 35 元

中華民國61年5月15日 印刷
中華民國61年5月20日 發行



編譯人 文京圖書有限公司
編譯委員會
主編 柯 順 隆
發行人 陳 炳 煌
印刷所 永美美術印刷廠
台北市中華路2段157巷2號

內版台業字第1957號

發行所 台北市中華路2段151號
TEL: 380576. 郵劃18007號

文京圖書有限公司

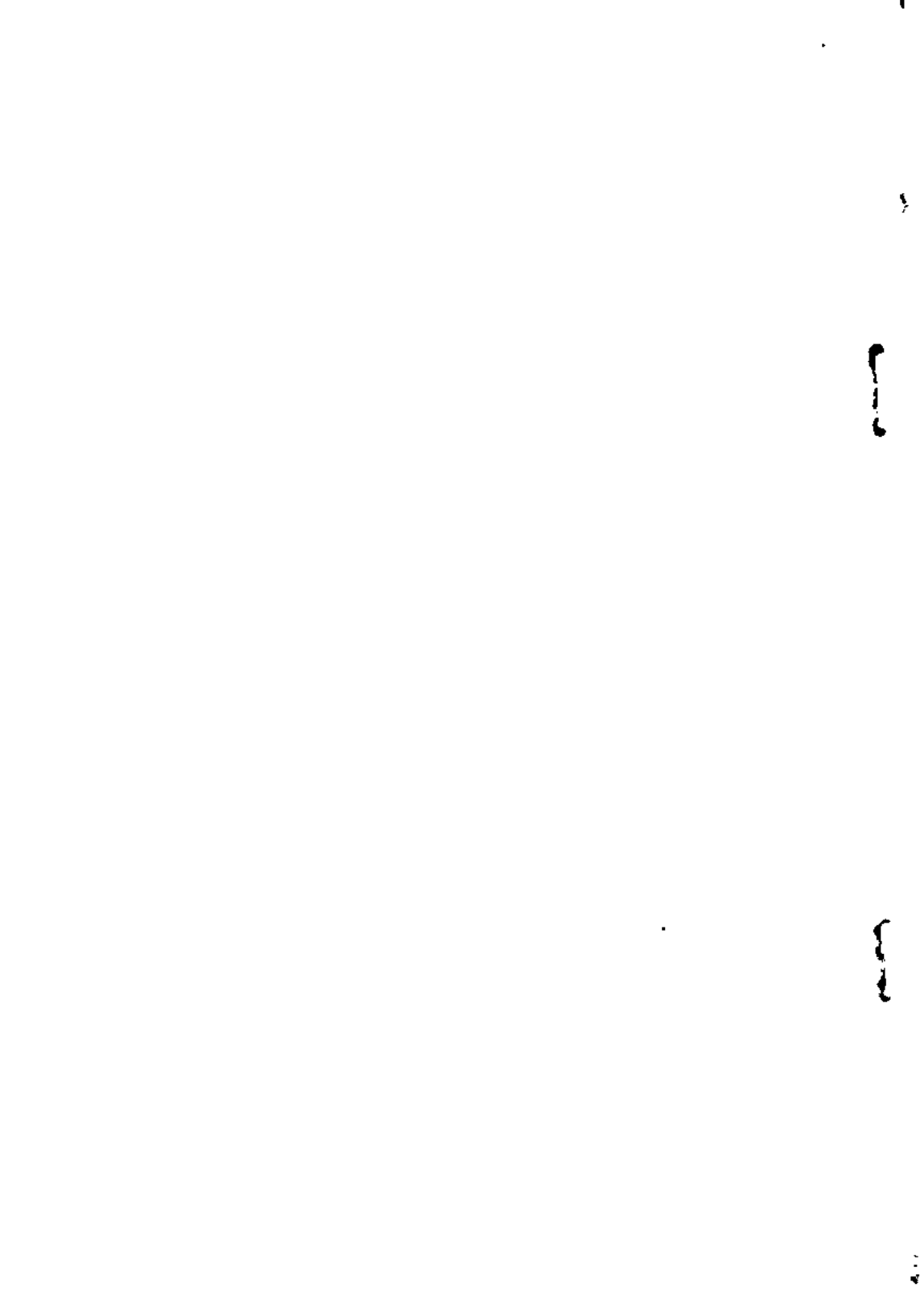
電子電路實驗用書(4)

脈衝電路實驗

文京圖書有限公司 編譯
編譯委員會



文京圖書有限公司



原 序

電子是比較新的學問，所以，社會需求也就很劇烈，儘管如此，技術者供給方面無論如何總是落後一步。

解決這一問題最好的方法就是充實技術教育。那末技術教育須如何充實呢？是教授以理論，抑或反覆實驗呢？此兩種方法都不全於技術教育之充實。理論與實驗互相連結合一體者，始可得着真正技術教育的充足。

本書着眼於技術教育之充實，乃以高級工業學校、工業專科學校學生為對像而編輯，係最實用的「電子電路實驗」教科書。而且，除當作教科書使用外，同時也可以當作「電子測定」、「電子機器」、「電子電路」等副讀本使用，確信本書有廣泛的使用範圍。

本書有下面所舉幾個優點。

(1) 不偏重於定性上說明，同時也附加了定量上的說明，俾更進一步確實加深理論之理解。

(2) 附帶產業界實情與動向，乃慎選內容，俾能自然培養身為中堅技術者之實力。

(3) 構成上巧思設計，俾容易理解理論與實驗之互相關係。

(4) 將各實驗項目做系統性排列，俾能自學自習，且也使其與他教科書發生關聯性，以期提高學習效果。

(5) 電路圖不偏重於原理，同時也為了能實際應用而設計，尤其是注意到使每一學生趣味盎然埋頭於各種實驗。

留意於上面所舉各點而為了整理本書，乃承蒙大和電子工業公司提供具體性技術資料，並引用下列資料為參考文獻。茲僅向為出版本書而不遺餘力的產報有限公司、出版部各位賢達敬致謝忱。

1971年7月

著者 片方善治 謹識
金子豪男

參 考 文 獻

- (1) S. Seely, 小池勇二郎訳：應用電子工學／近代科學社
- (2) 川上正光：電子回路 (IV)／共立出版
- (3) 電氣通信學會東京支部編：最新のパルス技術／電氣通信學會
- (4) 川又晃：パルス基礎回路／日刊工業新聞社
- (5) 電氣通信學會編：通信工學ハンドブック／丸善
- (6) J. Millman, H. Taub: Pulse and Digital Circuits.
- (7) L. B. Arguimbau: Vacuum-Tube Circuits & Transistors.

文京圖書有限公司編譯委員書

原 著	片方善治・金子豪男		
翻 譯 者	柯 順 隆		
校 閱 者	台灣大學工學院電機工程學系	教授	楊 進 順
"	台灣師範大學工業教育學系主任	教授	許 振 聲
"	成功大學工學院電機工程學系	教授	黃 乙 卯
"	成功大學工學院電機工程學系	教授	姚 靜 波
"	南榮工業專科學校電子科		張 建 滄
"	南榮工業專科學校電子科		李 明 昌
"	南榮工業專科學校電子科		陳 壽 穗

目 錄

本書之使用法

1. 維恩電橋振盪電路	9		
目的	9	原理	9
使用機器	11	實驗方法	12
I. 使 R 發生變化時的振盪頻率之測定			12
II. 使 C 發生變化時的振盪頻率之測定			13
注意事項			13
結果之整理	13	研究	15
2. 波形整型電路			17
目的	17	原理	17
使用機器	19	實驗方法	20
注意事項			21
結果之整理	21	研究	23
3. 閘流管鋸齒波發生電路			25
目的	25	原理	25
使用機器	26	實驗方法	27
I. 起動特性			27
II. 自生振盪特性			29
III. 外生振盪特性			29
結果之整理	30	研究	33
4. 脈衝形成電路			35
目的	35	原理	35
使用機器	36	實驗方法	37
注意事項			38
結果之整理	38	研究	39

5. 定位電路	41		41
目的	41	原理	41
使用機器	43	實驗方法	44
注意事項			45
結果之整理	45	研究	47
6. 間盪振盪電路			49
目的	49	原理	49
使用機器	52	實驗方法	52
I. 自生振盪的振盪頻率及波形之測定			52
II. 外激振盪的振盪頻率及分頻之測定			53
注意事項			54
結果之整理	54	研究	55
7. 軌帶式電路			57
目的	57	原理	57
使用機器	59	實驗方法	59
注意事項			60
結果之整理	60	研究	60
8. 定電壓電路			63
目的	63	原理	63
使用機器	65	實驗方法	65
I. 定電壓電路之動作測定			65
II. 定電壓電路之負載特性			66
注意事項			66
結果之整理	66	研究	67
9. 電源裝置			69
目的	69	原理	69
使用機器	71	實驗方法	72
注意事項			73
結果之整理	74	研究	75

電子電路實驗用書

- 〔第1卷〕 電子管電路實驗（上）
- 〔第2卷〕 電子管電路實驗（下）
- 〔第3卷〕 脈衝電路實驗（上）
- 〔第4卷〕 脈衝電路實驗（下）
- 〔第5卷〕 電晶體電路實驗

本書之使用方法

利用本書有可以做下述實驗之可能，正如原序所述，還可以活用為補充教材。如當作實驗之教科書使用時，倘能先讀第 8 章以及第 9 章，當可了解得更快。

- | | |
|-------------------|---|
| 1) 維恩電橋振盪
電路 | CR 振盪器之動作特性
正反饋振盪器之動作原理
CR 振盪器之相位特性 |
| 2) 波形整型電路 | 利用波形變換的脈衝發生法
CR 微分電路之動作特性
CR 積分電路之動作特性
3 極管限制器之動作原理
時基發生電路之動作特性
閘流管之起動特性
CR 電路之充放電特性
大功率脈衝形成器之動作原理
做真線路的脈衝之形成 |
| 3) 閘流管鋸齒波
發生電路 | 2 極管定位器之動作特性
直流定位電路之動作原理 |
| 4) 脈衝形成電路 | 間退振盪電路之動作特性
間退振盪電路之同步特性
間退振盪器與分頻之動作原理 |
| 5) 定位電路 | 間退振盪器與分頻之動作原理 |
| 6) 間退振盪電路 | 軌帶式電路之動作特性
軌帶式電路與直線性之原理
軌帶式電路與米勒積分電路之比較 |
| 7) 軌帶式電路 | 定電壓電路之機能與動作原理
定電壓放電管之動作特性
定電壓放電管之靜態特性 |
| 8) 定電壓電路 | 2 極管之整流特性
單相全波整流電路之動作特性
漣波百分比之測定
電壓變動率之測定 |
| 9) 電源裝置 | |

1. 維恩電橋振盪電路

(Wien bridge oscillator circuit)

目 的

就 CR 振盪器中較具代表性的維恩電橋振盪器 (Wien bridge type oscillator)，研究自生擺盪 (Self oscillation) 現象之同時，使學者領會利用 $C \cdot R$ 的相位推移和頻率測定法。

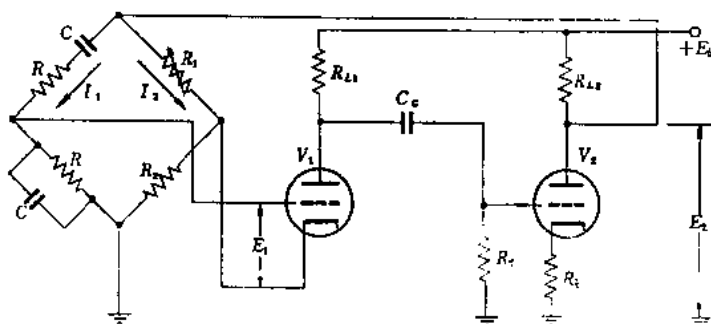
原 理

第 1.1 圖所示的是維恩電橋振盪電路之基本電路。

真空管 V_1 在此電路上，因陰極電阻 R_c 而進行負反饋。現在假設 G_1 為真空管 V_1 之放大度； G_2 為真空管 V_2 之放大度，則可依照下面公式求得輸入有效電壓 E_1 與輸出有效電壓 E_2 二者之關聯。

$$I_1 = \frac{E_2}{R + \frac{1}{j\omega C} + \frac{R}{1 + j\omega CR}} \dots\dots\dots (1 \cdot 1)$$

$$I_2 = \frac{E_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots (1 \cdot 2)$$



第 1.1 圖 維恩電橋振盪電路原理圖

於是，根據(1.1)、(1.2)式，

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{R}{1+j\omega CR}}{R + \frac{1}{j\omega C} + \frac{R}{1+j\omega CR}} - \frac{R_2}{R_1+R_2} \dots\dots\dots(1.3)$$

不拘 G_1, G_2 之內容如何， E_1/E_2 均表示所予反饋之大小。假設不在 V_1 電路反饋時的增益為 G_0 ，在這種情形下的綜合增益為 G_i ，則 $G_i = G_0 \cdot G_2$ 。因此，根據放大器之原理，對於如有反饋時的增益 $G_1 \cdot G_2$ ，可獲得下式所示之關聯。

$$G_1 \cdot G_2 = \frac{G_2}{1 - G_i \beta} \dots\dots\dots(1.4)$$

因振盪條件係 $1 - G_i \beta = 0$ ，故倘將 $G_i = G_0 \cdot G_2$ 代入於此條件，則

$$G_0 \cdot G_2 = \frac{1}{\beta} = \frac{E_2}{E_1} \dots\dots\dots(1.5)$$

於是，根據(1.3)、(1.5)式

$$\frac{1}{G_0 \cdot G_2} = \frac{R}{3R + j\left(\omega CR^2 - \frac{1}{\omega C}\right)} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots(1.6)$$

因 $G_0 \cdot G_2$ 一般都是實數，故為了能夠成立(1.6)式，則下面的(1.7)、(1.8)式就非同時成立不可。

$$\frac{1}{3} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \stackrel{!}{=} 0 \dots\dots\dots(1.7)$$

(實數部)

$$\omega CR^2 - \frac{1}{\omega C} = 0 \dots\dots\dots(1.8)$$

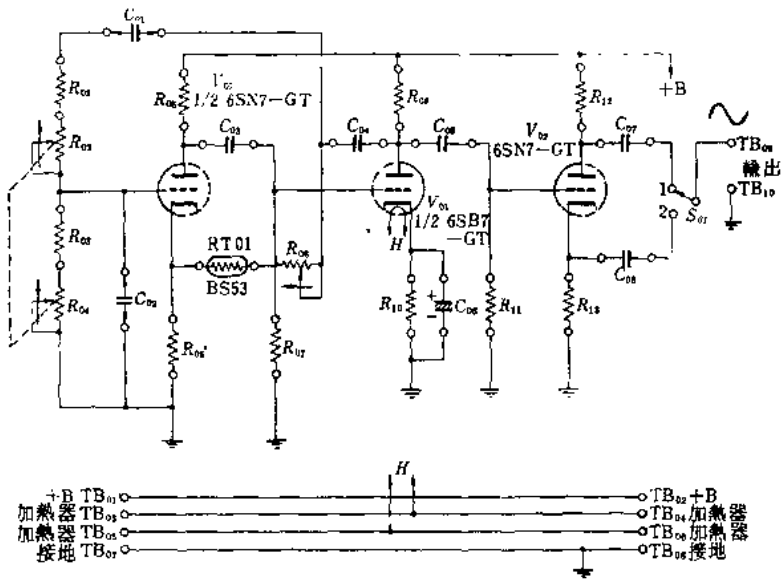
(虛數部)

於是，根據(1.7)、(1.8)式

$$\left. \begin{array}{l} \text{振盪條件 } R_1/R_2 = 2 \\ \text{振盪頻率 } f_c = \frac{1}{2\pi RC} \end{array} \right\} \dots\dots\dots(1.9)$$

倘欲使此振盪器的頻率發生連續性變化，普通都是採取將 C 當作 2 聯的可變電容器 (Variable condenser) 使其同時發生變化，或是將 R 當作 2 聯的可變電阻使其同時發生變化的方法。

通常都是同時轉變 R 之值，藉以轉變頻率範圍。同時，對於頻率範圍之轉變以及真空管之低劣而為求使振幅穩定化，乃在實際上，大多數都是應用熱阻體 (Thermistor) 為 R_1 ，或應用鎢燈泡為 R_2 。



(維恩電橋振盪電路)

使用機器

- i. 維恩電橋振盪電路
- ii. 定電壓電路

iii. 電源裝置

iv. 低頻振盪器

v. 陰極射線管示波器(同步儀)

vi. 三用電表

實 驗 方 法

I. 使 R 發生變化時的振盪頻率之測定

(1) 依照 1·2 圖所示，連接電源裝置、定電壓電路、維恩電橋振盪電路之電源及輸出入端點。

(2) 將維恩電橋之輸出端點連接於示波器垂直端點，而低頻振盪器之輸出端點則連接於示波器之水平端點。

(3) 按照 S_{01} 及 S_{02} 次序打開電源開關，調整電壓調整器，將直流高壓電壓(+B 電源)調整為 200V。

(4) 証實了 R_{01} 、 R_{02} 為 330K Ω 之後，將可變電阻器 R_{01} 、 R_{02} 的旋鈕向順時針方向旋轉至極限而定於 10 (這時候 $R_{01} = R_{02} = 0$)。

使振盪電路的電容 $C_{01} = C_{02}$ 為 1000pF，調整可變電阻 $R_{01} = 5k\Omega$ 為能滿足電橋的振盪條件，並且用示波器觀測這時候的輸出波形並予記錄。

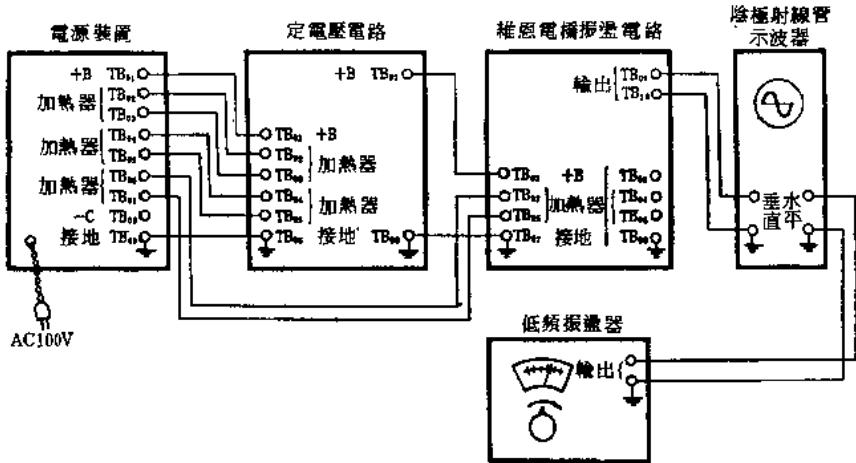
(5) 根據下式計算振盪頻率 f'_0 。

$$f'_0 = \frac{1}{2\pi(R_{01} + R_{02})C_0}$$

(6) 將陰極射線管示波器之同步旋鈕轉變為“Amp”，使低頻振盪器動作而觀察李沙育圖形(Lissajous' figures)，將被測定頻率予以比較測定。

(7) 使 $C_{01} = C_{02} = 1000pF$ 為一定，對於轉動 R_{01} 、 R_{02} 兩旋鈕至中央位置時，以及向反時針方向旋轉至極限(這時候 $R_{01} = R_{02} = 1M\Omega$)等情形，須依照前面一樣分別測定振盪頻率與輸出波形而與計算值互相比較。

(8) 關於 $C_{01} = C_{02} = 470pF$ 也須一樣測定。



第 1·2 圖 維恩電橋振盪電路

II. 使 C 發生變化時的振盪頻率之測定

(1) 使 $R_{01} \cdot R_{02}$ 為一定而改變 $C_{01} = C_{02} = C$, 調整 R_{01} , 測定面對 C 的各振盪頻率及輸出波形, 並與計算值互相比較。

注 意 事 項

1. 陰極射線管示波器之亮度如果過亮, 螢光面便會燒毀, 故宜加注意。
2. 如係根據李沙育圖測定頻率時, 須將同步調整得很周密。
3. 如係使用同步儀器 (Synchroscope) 時, 則不需要低頻振盪器。

結 果 之 整 理

分別將實驗結果依照第 1·1 表, 第 1·2 表予以整理, 並依照第 1·3 圖將特性繪成圖表。

第 1.1 表 I. 使 R 發生變化時的振盪特性

天氣 _____ 溫度 _____ [°C] 濕度 _____ [%]

使用真空管(名稱·符號等) _____ $E_p^* =$ _____ [V] $E_p^{**} =$ _____ [V]

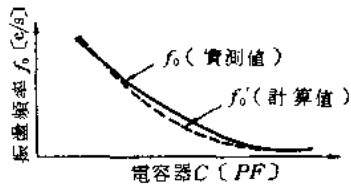
可變電容器		可變電阻		振盪頻率		輸出波形	備註
C [pF]		R [kΩ]		測定值	計算值		
C_{01}	C_{02}	R_{02}	R_{01}	f_0 [c/s]	f_0' [c/s]		
1,000	1,000	0	0				
1,000	1,000	500	500				
1,000	1,000	1,000	1,000				
470	470	0	0				
470	470	500	500				
470	470	1,000	1,000				

* 加熱電壓

** 屏極電壓

第 1.2 表 II. 使 C 發生變化時的振盪特性

可變電容器		可變電阻器		振盪頻率		輸出波形	備註
C [pF]		R [kΩ]		測定值	計算值		
C_{01}	C_{02}	R_{02}	R_{01}	f_0 [c/s]	f_0' [c/s]		



第 1.3 圖

研 究

1. 試根據屏極電壓 E_p 及加熱電壓 E_f 之值, 實驗振盪頻率究竟會發生什麼變化。
2. 試就屏極調諧式、柵極調諧式振盪器及晶體振盪器調查研究之。
3. 維恩電橋振盪電路上, 如係以 $R_{01} < 2R_{02}$ 時, 結果如何?
4. 試舉出發生於振盪器振盪電路的頻率變動之原因, 並予說明之。
5. 在發生穩定的振盪之後, 調節 R_{01} 而試觀察輸出之變化。
6. 將維恩電橋振盪電路的轉變開關 S_{01} 轉變為“1”及“2”而試觀測其波形。這時候相位關係會發生什麼變化?