

電子電路實驗用書(3)

脈衝電路實驗(上)

文京圖書有限公司
編譯委員會書編譯



文京圖書有限公司

本書經內政部
著作權註冊

有著作權 不准翻印

脈衝電路實驗(上) 〈電子電路實驗用書(3)〉

定價新台幣 35 元

中華民國64年10月 5日 印刷
中華民國64年10月10日 發行

編譯者：文京圖書有限公司
編譯委員會

主譯者：柯 順 隆

出版者：文京圖書有限公司

台北市萬大路170號1/2樓

TEL: 3810576 郵劃18007號

本公司登記證字號：行政院新聞局

局版台業字第0929號

發行人：陳 炳 煌

台北市萬大路170號之3

TEL: 3810576

印刷者：東雅印製廠有限公司

台北市西藏路528~530號

TEL: 3814886

.....
本書著作權執照：台內著字第 號
.....

電子電路實驗用書(3)

脈衝電路實驗(上)

文京圖書有限公司 編譯
編譯委員會



文京圖書有限公司

1

2

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。

留意於上面所學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會

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

本書使用方法

1. 多諧振盪電路	9
目的	9
原理	9
使用機器	13
實驗方法	13
I. 非穩定多諧振盪器之動作測定	13
II. 利用外部同步的非穩定多諧振盪器之動作測定	14
III. 單穩定多諧振盪器之動作測定	14
注意事項	15
結果之整理	15
研討	15
2. 波形整形電路	19
目的	19
原理	19
使用機器	21
實驗方法	21
I. 使頻率發生變化時之動作特性	22
II. 使時間常數發生變化時之動作特性	22
注意事項	23
結果之整理	23
研討	24
3. 鋸齒波發生電路	26
目的	26
原理	26
使用機器	29
實驗方法	30
I. 鋸齒波發生電路之動作特性	30
II. 方形波放大器之動作特性	31
注意事項	31
結果之整理	31
研討	32
4. 微分傳輸線電路	34

目的	34	原理	34
使用機器	36	實驗方法	36
I. 藉特性阻抗被終端的延遲電路之測定			37
II. 脈衝發生電路之動作特性			38
注意事項			38
結果之整理	38	研討	40
5. 2極管限制電路			41
目的	41	原理	41
使用機器	42	實驗方法	43
I. 電源電壓正時的限幅器			43
II. 電源電壓負時的限幅器			44
結果之整理	45	研討	46
6. 振鈴電路			47
目的	47	原理	47
使用機器	49	實驗方法	50
注意事項			51
結果之整理	51	研討	52
7. 檢相電路			53
目的	53	原理	53
使用機器	56	實驗方法	57
注意事項			58
結果之整理	58	研討	59
8. 幻形複振電路			60
目的	60	原理	60
使用機器	62	實驗方法	62
I. 自生振盪特性			62
II. 外生振盪特性			63

注意事項	64		64
結果之整理	64	研討	64
9. 定電壓電路			67
目的	67	原理	67
使用機器	68	實驗方法	69
I. 定電壓電路之動作測定			69
II. 定電壓電路之負載特性			70
注意事項			70
結果之整理	70	研討	71
10. 電源裝置			72
目的	72	原理	72
使用機器	74	實驗方法	75
注意事項			76
結果之整理	76	研討	78

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，正如前序已有所述可當作補助教材用。如欲當作實驗教科書使用時，倘先讀第 9、第 10 章，當可更增加一理解。

- | | |
|------------|--|
| 1) 多諧振盪電路 | 脈衝波形之觀測
多諧振盪器動作特性
非穩定、單穩定電路動作之比較測定
時間常數與頻率之關係 |
| 2) 波形整型電路 | 波形整型電路動作特性
微分電路、積分電路之特性測定 |
| 3) 鋸齒波發生電路 | 鋸齒波波形觀測
週期、返馳期間、直線性之測定 |
| 4) 微積分電路 | 傳輸線（分佈常數）之集總常數化
根據集總常數的延遲電路之特性
利用延遲電路的脈衝整型之觀測 |
| 5) 2極管限制電路 | 2極管限幅器之動作特性 |
| 6) 振鈴電路 | 觸發脈衝之功能
振鈴電路之動作 |
| 7) 檢相電路 | 鑑相器之特性測定 |
| 8) 幻形複振電路 | 幻形複振器動作及波形觀測 |
| 9) 定電壓電路 | 電壓變動率之測定
漣波百分比之測定
定電壓電路之動作 |
| 10) 電源裝置 | 與根據電壓變動率測定的定電壓電源之比較 |

1. 多諧振盪電路

Multivibrator circuit

(Astable and Monostable)

目 的

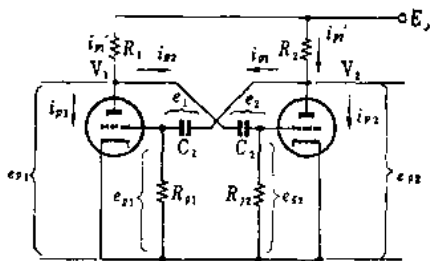
使學者了解非穩定多諧振盪器 (Astable multivibrator) 及單穩定多諧振盪器 (Monostable multivibrator) 的動作原理，學習其與正弦波振盪器在本質上之差異。

原 理

I. 非穩定多諧振盪器

多諧振盪器也叫做複振器，是 Abraham 和 Bloch 於 1918 年首次公諸於世的。

第 1.1 圖所示的是 P.G. (屏極與柵極) 耦合多諧振盪器，此電路在本質上係由 2 段的電阻—電容耦合放大器所構成，將第 2 段的輸出，透過電容器耦合於初段的真空管柵極。現在假設真空管 V_1 的屏極電流由於某種原因而增加時，負信號便會加於另一個真空管 V_2 的柵極。結果， V_2 的電流會減少，而輸出電位會變成正電位。



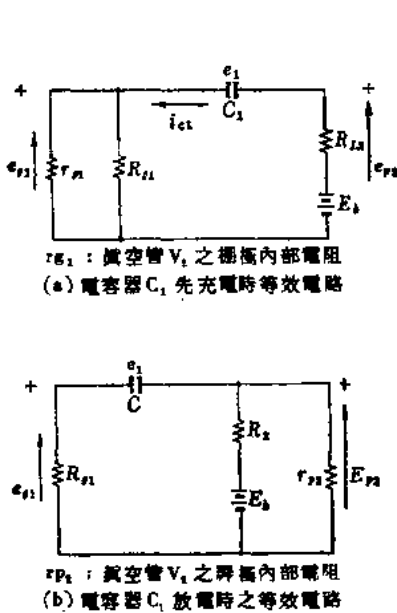
第 1.1 圖 屏極耦合式非穩定多諧振盪器

因 V_2 屏極電位之上升係透過 C_1 傳達至 V_1 柵極，所以 V_1 柵極就越發變為正。於是 V_1 屏極電流乃因而越發增加。此效應係屬於累積性而 V_1 電壓會達最小值，唯另一方面， V_2 柵極却會變成很深的負電壓，而幾乎是在一瞬之間， V_2 的電流會降低為 0。在 V_2 呈截止 (Cut-off) 這段期間，被蓄積於 C_2 的電荷乃透過柵漏電阻 (Grid-leak resistance) R_{g2} 逐漸放

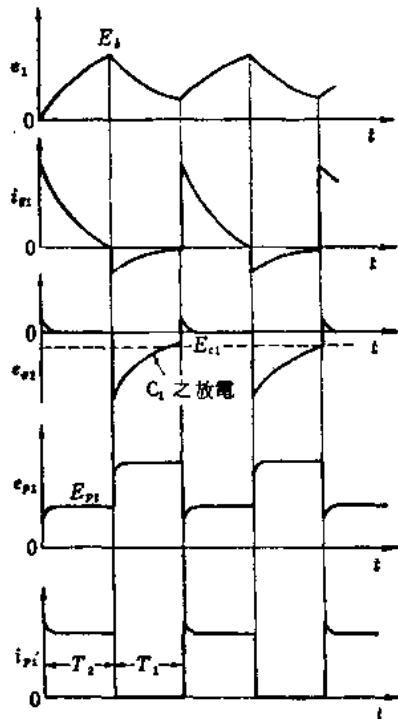
電，而當此放電達到真空管 V_2 的截止位準時，屏極電流會再度流通， V_2 導通而 V_2 的屏極電流便急劇增大，於是屏極電壓就會減少。結果， V_1 構極就急劇的變成負電位而屏極電流減少，終於變為截止(斷流)。

於是兩個不穩定的極限狀態就這樣重覆。這就是說，當 V_1 呈 ON (通路) 時， V_2 便呈 OFF (斷路)，而 V_1 OFF (斷路) 時， V_2 便呈 ON (通路)。

第 1.2 圖、第 1.3 圖所示者分別為 C_1 之充放電等效電路及各部波形。



第 1.2 圖 C_1 之充放電等效電路



第 1.3 圖 非穩定多諧振盪器動作特性

多諧振盪器之振盪週期 T 係根據下面公式

$$T_1 = 2.3 R_{s1} C_1 \log_{10} \frac{E_b - E_{p2}}{-E_{s1}} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$T_2 = 2.3 R_{g2} C_2 \log_{10} \frac{E_b - E_{p1}}{-E_{c2}} \dots\dots\dots (1.2)$$

但是式中 E_{p1}, E_{p2} : 真空管 V_1 及 V_2 導通時的屏極電壓

E_{c1}, E_{c2} : 真空管 V_1 及 V_2 之截止電壓

而成爲 $T = T_1 + T_2$ 。

在這裡，2支真空管之特性要是完全相同的話，則

$$E_{p1} = E_{p2} = E_p \quad R_{g1} = R_{g2} = R_g \quad E_{c1} = E_{c2} = E_{c0}$$

$$C_1 = C_2 = C$$

而且根據(1.1)，(1.2)式，變爲 $T_1 = T_2$ 。

因此，週期 T 則

$$T = T_1 + T_2 = 4.6 R_g \cdot C \log_{10} \frac{E_b - E_p}{-E_{c0}} \dots\dots\dots (1.3)$$

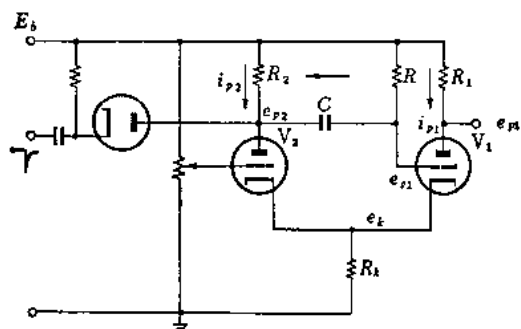
II. 單穩定多諧振盪器

單穩定多諧振盪器係應用2支真空管，1支爲直流耦合，另1支爲交流耦合的2段電阻耦合放大器，而是利用任意波形的觸發輸入即可以發生一定方形波的一種脈衝整形電路。同時還可以將方形波的持續時間做大幅度且自由地變化，所以，可以當作延遲電路 (Delay circuit)、脈衝發生器 (Pulse generator)、時間電路等極爲廣泛用途。

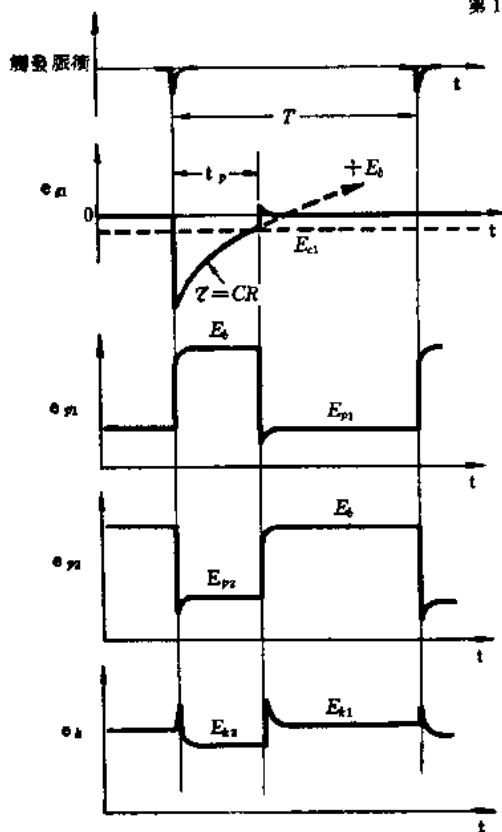
關於第1.4圖所示的陰極耦合式之動作原理，首先是如係靜止狀態時 V_1 爲 ON (通路) 而 V_2 爲 OFF (斷路)，把負觸發脈衝供給至輸入， V_1 便會暫時呈 OFF，而 V_2 則呈 ON，在 t_p 的遲延時間之後再度恢復爲靜止狀態。此 t_p 就是脈衝寬度，從第1.5圖所示動作特性可以明白

$$\begin{aligned} t_p &\doteq CR \log_e \frac{2E_b - E_{p2} - E_{k1}}{E_b - E_{k2} - E_{c1}} \\ &\doteq 2.3 CR \log_{10} \frac{2E_b - E_{p2} - E_{k1}}{E_b - E_{k2} - E_{c1}} \dots\dots\dots (1.4) \end{aligned}$$

但式中 $E_{k1} = i_{p1} R_k$ $E_{k2} = i_{p2} R_k$



第 1.4 圖 陰極耦合式單端定多層檢波器



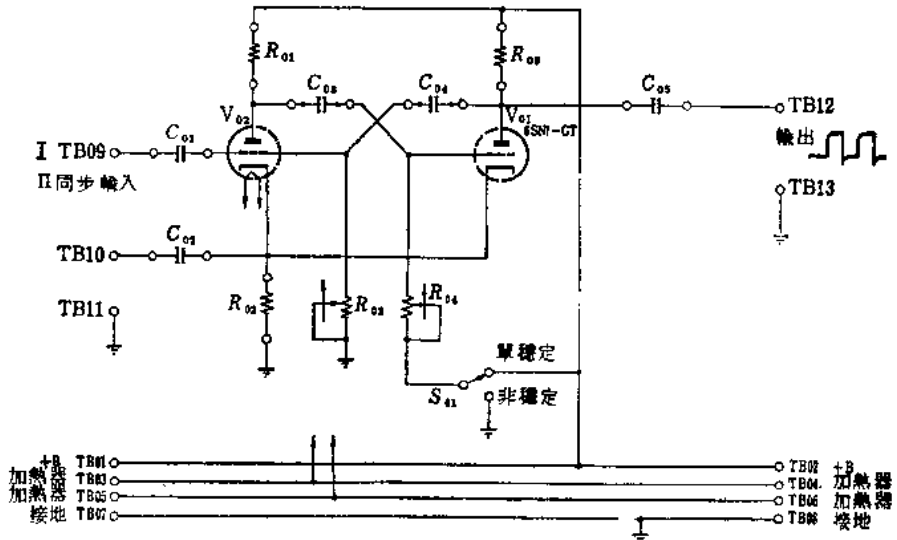
第 1.5 圖 第 1.4 圖之動作特性

E_{c1} : 真空管 V_1 之截止電壓

E_{rc} : $E_b - i_{r2}R_2$

使用機器

- i. 電源裝置
- ii. 定電壓電路
- iii. 多諧振盪電路
- iv. 陰極射線管示波器 (同步儀)
- v. 低頻 (方形波) 振盪器
- vi. 三用電表



(多諧振盪電路)

實驗方法

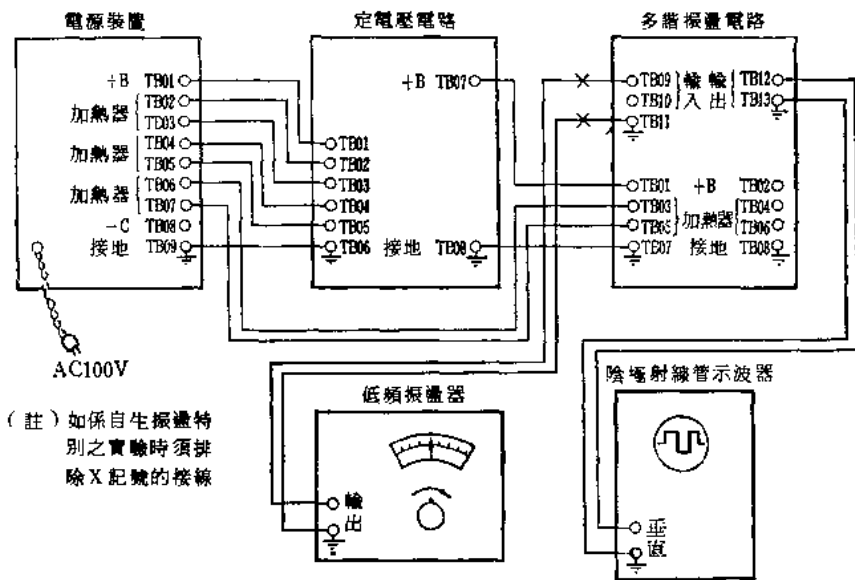
I. 非穩定多諧振盪器之動作測定

- (1) 依照第 1-6 圖所示連接各裝置。
- (2) 將電源裝置總開關 S_{01} , S_{02} 向“接”那邊扳倒，調整電壓調整器 () 和定電壓電路之 R_{07} , R_{08} ，將 +B 電壓調整為 250 V。

(3) 將多諧振盪電路的轉變開關 S_{01} 向“非穩定”那邊扳倒，將 R_{03} 、 R_{04} 轉變為最大（把表示轉動於 0）。這時候 R_{03} 、 R_{04} 會變為 $1\text{M}\Omega$ 。

(4) 藉陰極射線管示波器觀測輸出。入波形及 V_{01} 、 V_{02} 之屏極電壓以及柵極電壓，將上升時間（Rise time） t_r ，降落時間（Fall time） t_f 、脈衝寬度 t_p 以及週期 T 等予以記錄。

(5) 分別使 C_{03} 、 C_{04} 、 R_{03} 、 R_{04} 發生變化，將(4)的操作重覆。



第 1.6 圖 多諧振盪器電路

II. 利用外部同步的非穩定多諧振盪器之動作測定

(1) 將低頻振盪器再連接於實驗 I 之接線，使 $C_{03} = C_{04} = 0.001\ \mu\text{F}$ ， R_{03} 、 R_{04} 發生變化，並使旋鈕分別表示 7 及 6。（電阻值須用三用電表測定）。

(2) 調整低頻振盪器之頻率 f 為 $1000\ \text{c/s}$ ，輸出為 $40\text{V}_{\text{p-p}}$ ，重覆實驗 I 之(4)的操作，藉以了解外部同步之動作。

III. 單穩定多諧振盪器之動作測定

(1) 依照實驗 II 之接線，將多諧振盪電路的 R_{02} 及 C_{03} 分別調整為 $5\text{K}\Omega$ ， $0.1\ \mu\text{F}$ ，使 R_{04} 為最大（使表示為 0），排除了 C_{04} 之後，將 S_{01} 轉變為

“單穩定”。

(2)將低頻振盪器之波形轉變開關轉變為“方形波”，把頻率調整為 1000 c/s，輸出調整為 $25 V_{p-p}$ ，而使其動作，並觀測各部波形。

(3)改變 R_{04} 而重覆(2)的操作。

注意事項

- 1 電源裝置之總開關必須依照 S_{01} ， S_{02} 次序打開。
- 2 實驗 II、III 係使陰極射線管示波器之同步為“外部”，須調整得很細微。如果不易取得同步時，須使低頻振盪器輸出增大。
- 3 如須使用陰極射線管示波器時，須選用頻率通帶較寬者。

結果之整理

將實驗 I、II、III 分別依照第 1-1 表、第 1-2 表、第 1-3 表整理。

研 討

- 1 試述非穩定多諧振盪器、單穩定多諧振盪器以及雙穩定多諧振盪器三者之差異。
- 2 倘將 +B 電壓改變，週期便會發生什麼變化？
- 3 多諧振盪器被應用於那一方面？
- 4 非穩定多諧振盪器之週期及單穩定多諧振盪器之脈衝寬度，約略由時間常數 $C_{04} \cdot R_{04}$ ， $C_{04} \cdot R_{03}$ 所決定，試證之。
- 5 試將如果把非穩定多諧振盪器之柵漏電阻 R_{03} ，及 R_{04} 連接於 +B 電壓時的週期予以計算之。