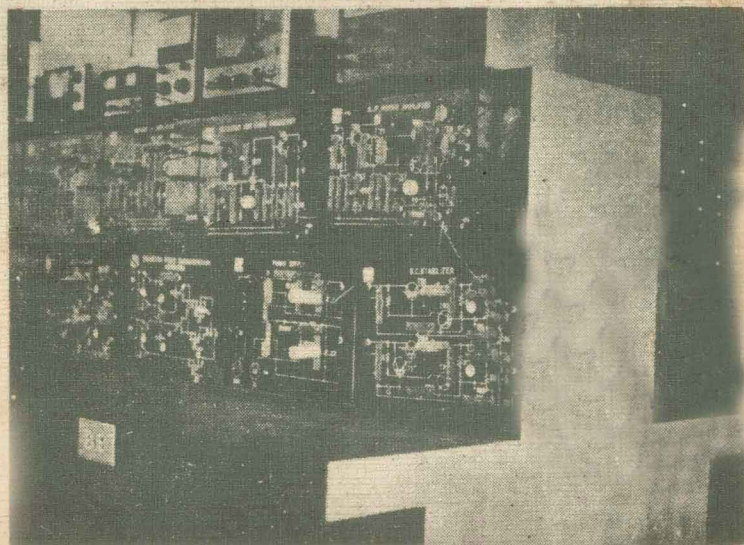


半導體 電子電路實習 (下)

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
(原工業技術圖書出版社)

翻
印
必
究

版
權
所
有

半導體電子電路實習(下)

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三版

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

台北市羅斯福路六段 22 號

電 話：931-3502

特 價 一 元

本書的理想

本書根據教學的原理編寫而成，內容包含下列三個部分：

1. 目的：敘述各單元的目的：
2. 知識單：提示各單元應有的相關知識。
3. 實習工作單：實際工作或實習的進行。

每部份若分開是獨立的，合則成為完整的系統，同時配合實際的教具教學，是一最完整的電子教學資料。

總校對： 許振聲

國立台灣師範大學工教系系主任

編纂小組： 施純協

國立台灣師範大學工教系講師

陳錫鎬

台北市立工農電子科主任

王邦義

台北市立工農電子科教師

黃瑞典

省立基隆商工電子科主任

鄺榮祖

省立瑞芳工職電子科教師

林容益

省立基隆商工電子科教師

張信安

台北市立工農電子科教師

目 錄

※ ※ ※ ※ 上 冊 ※ ※ ※ ※

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

※ ※ ※ ※ 下 冊 ※ ※ ※ ※

第 十 章	不穩定多諧振盪器.....	175
第十一章	單穩定多諧振盪器.....	187
第十二章	雙穩定多諧振盪器.....	199
第十三章	剪截電路.....	211
第十四章	箝位電路.....	223
第十五章	矽控整流器 (SCR).....	233
第十六章	間歇振盪電路.....	255
第十七章	R C 相移振盪電路.....	265
第十八章	電晶體鋸齒波產生器.....	275
第十九章	積體電路及線型放大器.....	287
第二十章	基本邏輯電路.....	319

第十章

不穩定多諧振盪器

壹 目的

- 一、使瞭解不穩定多諧振盪器的動作原理
- 二、使洞悉不穩定多諧振盪器之波形變化

貳 知識單

一、多諧振盪器

二、不穩定多諧振盪器的動作原理

三、實習電路分析

一、多諧振盪器

利用二只電晶體將甲管之輸出交連至乙管，又將乙管之輸出交連至甲管，造成振盪，則自集極取出之波形近於方波，方波乃是正弦波之基波和多次諧波組合而成，故稱此種振盪器為多諧振盪器 (Multi-vibrator) 或稱複振器。其基本振盪頻率由交連元件的時間常數而定，有集耦式與射耦式之分，又有自發式 (Self Pulse) 及觸發式 (Trigger Pulse) 之別。

多諧振盪器可以依觸發波形造成輸出穩定之狀態，分成三類即不穩定 (Astable 或 Nonstable)、單穩定 (Monostable 或 one shot) 及雙穩定 (Bistable)。

不穩定多諧振盪器即自發式多諧振盪器，可以自動並且不停止地在二種情況（第一級導電第二級截止，及第二級導電第一級截止）做暫時性的穩定情況下變動。每種情況之導電與截止的時間最長，由電路的元件決定之。

單穩定多諧振盪器屬於觸發式，有一起始的穩定狀態 (Initial Stable State) 和一工作的穩定狀態 (Operating Stable State)，利用觸發訊號使振盪器在預定時間內保持工作穩定狀態，然後自動回復到起始穩定狀態。

雙穩定多諧振盪器亦屬觸發式，利用觸發波來選擇二種穩定狀態之一種，此二種穩定狀態為第一級導流第二級截止及第二級導流第一級截止，每當加入一觸發波則電路將變更某一穩定狀態而成另一種穩定狀態。

二、不穩定多諧振盪器的動作原理

圖 10-1 為不穩定多諧振盪器的基本電路，假設 Tr_1 集流 i_{c1} 比 Tr_2 之集流 i_{c2} 略大，則 R_{c1} 上之電壓降 E_1 （極性如圖示）必大於 R_{c2} 之電壓降 E_2 ，故 a 點之負電位必較 c 點為低，在 a 與 c 點之電壓變化經電容器 C_1 及 C_2 之交連使 d 點及 b 點取得一正性電壓，電路所

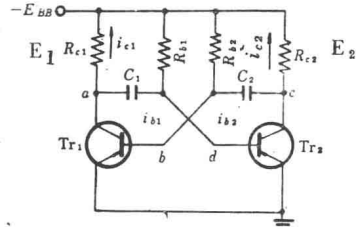


圖 10-1 不穩定多諧振盪器

用電晶體為 PNP 型，射基極間順向偏壓，射極電位應較基極為正，故 d 、 b 點之正電壓將使順向偏壓減小，集極銳減，但因 $E_1 > E_2$ ，故 $i_{c2} < i_{c1}$ ，此時 R_{c1} 之電壓降 E_1 愈大，而 R_{c2} 之電壓降 E_2 愈小，

並使 i_{c2} 愈小而 i_{c1} 愈大，終使 i_{c2} 斷流， i_{c1} 飽和（設飽和電流為 I_c ），以上動作實際上在瞬間完成，參考圖 10-2 ①。

此時我們可假定為第一種穩定狀態。 V_d 之電壓將透過 R_{b1} 、 C_1 、 Tr_1 放電，由於 Tr_1 在導通時內阻甚小， $r_{Tr1} \ll R_{b1}$ ，時間常數 $T_1 = (R_{b1} + r_{Tr1}) C_1 \approx R_{b1} C_1$ 。當 C_1 之電壓由 I_{c1} 、 R_{c1} 之值放電至

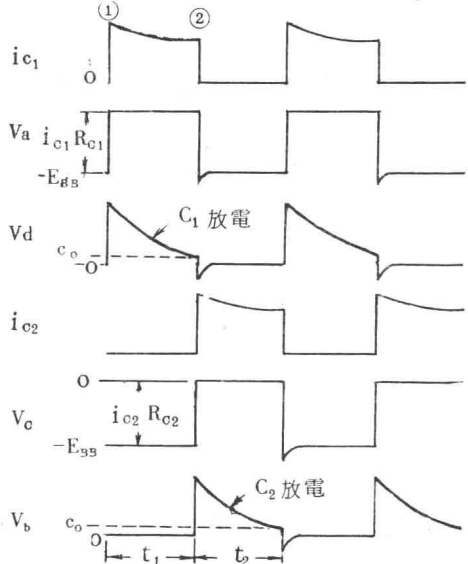


圖 10-2

Tr_2 之斷流偏壓之後， C_2 開始導流， i_{c2} 增加， E_2 ， V_e 之負電位減小（即正向增加），經 C_2 交連 V_b 亦正向增加， i_{c1} 減小， E_1 減小， V_d 減小， i_{c2} 愈大， V_b 愈高， i_{c1} 愈小，終至 i_{c1} 斷流， i_{c2} 飽和（設飽和電流為 I_{c2} ），如圖 10-2 ②所示，此時我們可假定為第二種穩定狀態。 V_b 之電壓將透過 R_{b2} ， C_2 ， Tr_2 放電，同樣 Tr_2 在導通狀態，內阻甚小， $r_{Tr2} \ll R_{b2}$ ，放電時間常數 $T_2 = (R_{b2} + r_{Tr2}) C_2 \approx R_{b2} C_2$ ，當 C_2 之電壓由 $I_{c2} R_{c1}$ 之值放電至 Tr_1 之斷流偏壓之後， Tr_1 開始導流， i_{c1} 增加， i_{c2} 減小，再度變為第一種穩定狀態，繼而 C_1 再放電使 Tr 導通， i_{c2} 增加， i_{c1} 減小，又恢復成為第二種穩定狀態，如此周而復始，不停止地交互變換於二種穩定狀態之下。

由以上所述，我們可以知道，振盪的週期為 C_1 及 C_2 放電由最大電壓 $I_c R_c$ 至斷流電壓 E_c 所需時間之總和，亦即 $T = t_1 + t_2$ （參考圖 10-2）。 t_1 決定於 C_1 之放電時間常數 $T_1 \approx R_{b1} C_1$ （參考圖 10-3），又 t_2 決定於 C_2 之放電時間常數 $T_2 \approx R_{b2} C_2$ ，故任意變更 R_{b1} 、 R_{b2} 、 C_1 及 C_2 均可使振盪頻率變更，當然變更電源電壓及電晶體亦會影響頻率的變化。當 $R_{b1} = R_{b2}$ ， $C_1 = C_2$ ， Tr_1 及 Tr_2 用同型電晶體，則輸出波形將為等寬之方波。

綜合圖 10-2 及 10-3，根據實驗振盪週期 $T = t_1 + t_2 \approx 0.7 (C_1 R_{b1} + C_2 R_{b2})$

..... (式 10-1)

假若 $C_1 = C_2 = C$ ， $R_{b1} = R_{b2} = R_b$ 則上式可以改

$$T = 1.4 C R_b \quad \text{..... (式 10-2)}$$

故任意變更 C 及 R_b 之一，便可以使週期發生變化。

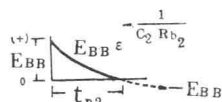
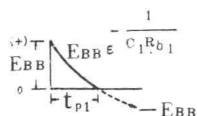


圖 10 - 3

決定振盪週期之參數

三、實習電路分析

圖 10-4 為本章所用之不穩定多諧振盪器實習電路， TR_1 、 TR_2 及其附屬零件組成不穩定多諧振盪器，利用 R_2 及 R_3 改變波寬調整頻率， TR_2 集極輸出經 RC 交連至 TR_3 ，再經一次放大後輸出， TR_3 為共集極 (CC) 接法，俗稱射極耦合器 (Emitter Follower)，電壓增益小於 1，但輸入輸出相位相同，增加此級的目的在於使振盪器電路與外接輸出電路隔離以免影響振盪之穩定性。

倘若選用一觸發脈衝 (Trigger Pulse)，其頻率比不穩定多諧振盪器之頻率略高，則可使此多諧振盪器變成同步多諧振盪器。

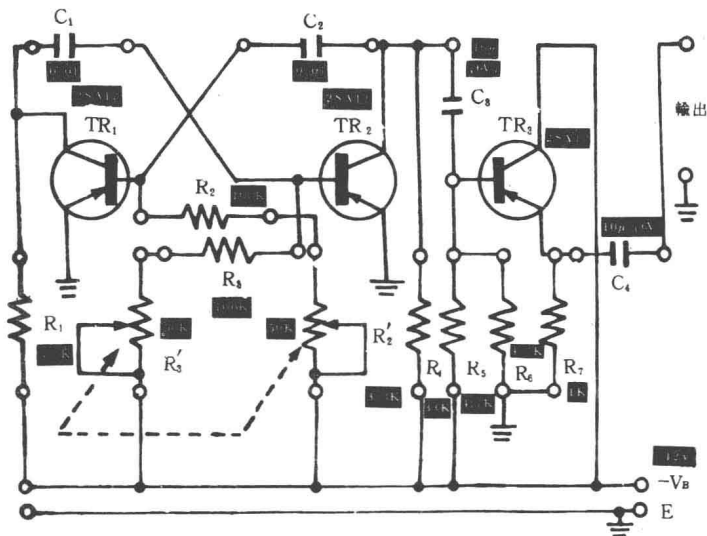


圖 10-4 不穩定多諧振盪器

叁 實習工作單

一、不穩定多諧振盪器動作特性測定

一、不穩定多諧振盪器動作特性測定

實驗步驟：

1 將電源電路，直流穩定電路及不穩定多諧振盪器等三塊電路板依電路圖接妥後，如圖 10-5 所示連接。

2 電源開關 S_1 扳到 ON 的位置。調整直流穩定電路中之 R_3 電位器，使輸出為 12 V。

3 將 12 V 電源加於不穩定多諧振盪器測定電路之 $-V_B$ 及 E 兩插口中。

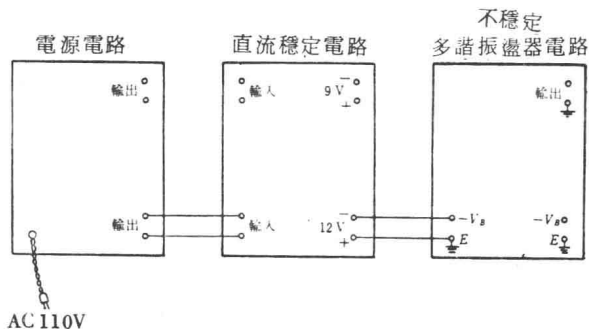


圖 10 - 5 不穩定多諧振盪器特性測試電路連接圖

4 將 R_2' 及 R_3' 兩可變電阻調整為最大（即 50 K Ω ）。

5 以示波器觀測電晶體 Tr_1 、 Tr_2 之基極、集極及輸出端之波形，並將各部分波形繪錄於表 10-1 中。

6 參考圖 10-6 脈衝之定義及其波形，將顯示於示波器上之波形，測出上升時間，下降時間，脈衝寬度，週期電壓壓，衝擊係數等記錄於表 10-1 中。

$R_2 + R_2' = \underline{\hspace{2cm}}, R_3 + R_3' = \underline{\hspace{2cm}}, C_1 = \underline{\hspace{2cm}}, C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

測定值 測定部分	各部分波形	各部測定值	週期
Tr ₁ 集極		t _p = <u> </u> μs	T' = <u> </u> ms
Tr ₁ 基極		t _r = <u> </u> μs	
		t _f = <u> </u> μs	
		T = <u> </u> μs	
		t _p /T = <u> </u>	
Tr ₂ 集極		t _p = <u> </u> μs	T' = <u> </u> ms
Tr ₂ 基極		t _r = <u> </u> μs	
		t _f = <u> </u> μs	
		T = <u> </u> μs	
		t _p /T = <u> </u>	
輸出		E = <u> </u> V	
		t _o = <u> </u> μs	
		t _r = <u> </u> μs	
		t _p /T = <u> </u>	

表 10 - 1

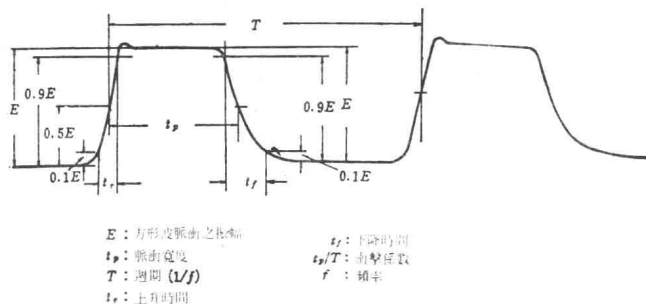


圖 10 - 6 脈衝之定義及其波形

7. 根據測得之電阻值及電容值，依下列公式，計算週期 T' ，並記於表 10-1 中。

$$T' = 0.7 [C_1(R_3 + R_3') + C_2(R_2 + R_2')]$$

$$R_2 + R'_2 = \underline{\hspace{2cm}}, R_3 + R'_3 = \underline{\hspace{2cm}}, C_1 = \underline{\hspace{2cm}}, C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

測定部分 \ 測定值	各 部 分 波 形	各 部 測 定 值	週 期
Tr ₁ 集 極		t _p = <u> </u> μs t _r = <u> </u> μs	T' = <u> </u> ms
Tr ₁ 基 極		t _r = <u> </u> μs T = <u> </u> μs t _p / T = <u> </u>	
Tr ₂ 集 極		t _p = <u> </u> μs t _r = <u> </u> μs	
Tr ₂ 基 極		t _r = <u> </u> μs T = <u> </u> μs t _p / T = <u> </u>	
輸 出		E = <u> </u> V t _p = <u> </u> μs t _r = <u> </u> μs t _p / T = <u> </u>	

表 10 - 2

$$R_2 + R'_2 = \underline{\hspace{2cm}}, R_3 + R'_3 = \underline{\hspace{2cm}}, C_1 = \underline{\hspace{2cm}}, C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

測定部分 \ 測定值	各 部 分 波 形	各 部 測 定 值	週 期
Tr ₁ 集 極		t _p = <u> </u> μs t _r = <u> </u> μs	T' = <u> </u> ms
Tr ₁ 基 極		t _r = <u> </u> μs T = <u> </u> μs t _p / T = <u> </u>	
Tr ₂ 集 極		t _p = <u> </u> μs t _r = <u> </u> μs	
Tr ₂ 基 極		t _r = <u> </u> μs T = <u> </u> μs t _p / T = <u> </u>	
輸 出		E = <u> </u> V t _p = <u> </u> μs t _r = <u> </u> μs t _p / T = <u> </u>	

表 10 - 3

8. 將 R_2' 及 R_3' 調為最小阻值，重複步驟 5、6、7，並將結果記錄於表 10-2 中。

9. 將 R_2' 及 R_3' 調為最大，改變 C_1 及 C_2 為 $0.05\mu\text{F}$ 及 $0.001\mu\text{F}$ ，重複步驟 5、6，並繪製圖形於表 10-3 中。

10. 以計算所得之值與示波器上測得之值比較看看，如有不同，試述其理由

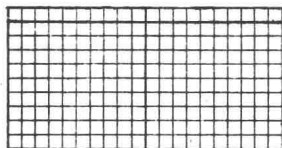


圖 10 - 7

11. 將 C_3 及 C_4 之電容值換為 $0.05\mu\text{f}$ ，以示波器觀測輸出波形，看看有何變化，將其波形繪於圖 10-7 中。

第十一章

單穩定多諧振盪器