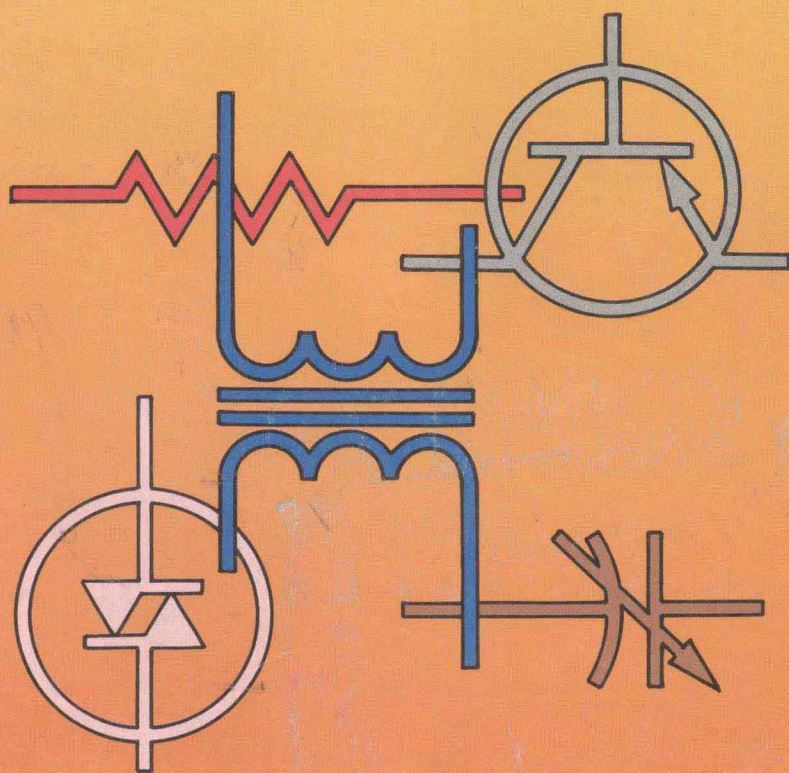


國民中學

電子工

下 冊



國立編譯館主編

中華民國七十八年一月 正式本

國民中學
選修科目 **電子工教科書** 下冊

定價：（由教育部核定後公告）

主 編 者 國 立 編 譯 館

編 審 者 國 立 編 譯 館 國 民 中 學
電 子 工 教 科 用 書 編 審 委 員 會

主任委員 王 師

委 員 李海水 林力宏 林富雄 許振聲

陳兆銘 楊維楨 趙天儀 劉學明

嚴文方

編輯小組 王 師 李海水

總 訂 正 王 師

封面設計 王鍾齡

插圖繪製 莊紋岳 陳仲良

出 版 者 國 立 編 譯 館

地 址：臺北市古亭區 10770 舟山路二四七號

印 行 者 九 十 二 家 書 局（名稱詳見背面）

經 銷 者 臺 灣 書 店

門市部：臺北市忠孝東路一段一九二號

電 話：三 九 二 八 八 四 三

印 刷 者 內文： 台 元 彩 色 印 製 公 司
封面：

編 輯 大 意

- 一、本書係遵照民國七十二年七月教育部公布之國民中學選修科目工業組電子工課程標準而編輯。
- 二、本書內容以實作為主，以相關知識為輔，務使學生在實作中增進了解，引起興趣。
- 三、本書分上下兩冊，內容取材是基於：（一）切合實用；（二）顧及安全；（三）器材價廉且易購置；（四）與日常生活發生密切關係；（五）初學者容易製作及調整等原則。
- 四、對於不斷推陳出新的電子元件和技術，本書亦盡可能加以蒐集，期使學者對於日新月異的電子材料有更深一層的認識。
- 五、本書上、下冊各分十五章，配合講解、示範、實作、研討、參觀等活動，內容足敷第三學年每週四至六小時教學之用。
- 六、圖表說明，力求清晰完整；詞句表達，力求淺顯易懂；方法介紹，力求詳細明確。
- 七、每章之後，編有習題，俾使學生加深學習心得與效果。
- 八、本書所選電路均經過實驗，能得到預期效果。
- 九、各章講授順序，任課教師可視實際情形，酌量調整。
- 十、本書如有疏漏之處，請各校教師隨時提供意見，俾作修訂時之參考。

國民中學 電子工 下冊

目 次

第十六章 電源供給器

16-1 概 說.....	1
16-2 電源供給器的使用方法.....	2
16-3 工作原理.....	3
16-4 轉換式電源供給器.....	4
習 題.....	5

第十七章 常用電子儀表

17-1 概 說.....	6
17-2 信號產生器.....	7
17-3 示波器.....	11
17-4 數位式多用電表.....	20
17-5 測量實例.....	25
習 題.....	28

第十八章 音樂電鈴

18-1 概 說.....	29
18-2 原理簡介.....	29
18-3 電路安裝.....	31
習 題.....	33

第十九章 電晶收音機

19-1 概 說	34
19-2 調幅原理簡介	37
19-3 電路安裝	39
習 題	41

第二十章 小型發射機

20-1 概 說	42
20-2 原理簡介	42
20-3 電路安裝	46
習 題	47

第二十一章 邏輯電路及數位積體電路

21-1 概 說	48
21-2 邏輯電路簡介	48
21-3 二進制碼及 BCD 碼簡介	53
21-4 各種邏輯電路實作	54
21-5 積體電路簡介	58
21-6 單晶片積體電路製程簡介	59
21-7 各種類型的數位積體電路簡介	61
習 題	62

第二十二章 光控電路

22-1 概 說	63
22-2 原理簡介	63
22-3 電路安裝	65
習 題	66

第二十三章 數位振盪器

23-1 概 說	67
23-2 原理簡介	67
23-3 電路安裝	68
習 題	70

第二十四章 計數器

24-1 概 說	71
24-2 原理簡介	71
24-3 電路安裝	72
習 題	73

第二十五章 光電元件

25-1 概 說	74
25-2 光電二極體	74
25-3 太陽能電池	75
25-4 光電晶體	77
25-5 發光二極體及七段顯示器	79
25-6 紅外線發射——接收器	82
25-7 光電交連器	83
25-8 光 纖	84
習 題	85

第二十六章 紅外線防盜器

26-1 概 說	86
26-2 原理簡介	87
26-3 電路安裝	89

習 題.....	90
----------	----

第二十七章 簡易防火系統

27-1 概 說.....	91
27-2 原理簡介.....	91
27-3 電路安裝.....	93
習 題.....	94

第二十八章 電唱機

28-1 概 說.....	95
28-2 電唱機簡介.....	95
28-3 雷射唱盤.....	99
28-4 電唱機的維護.....	103
習 題.....	109

第二十九章 錄音機

29-1 概 說.....	110
29-2 錄音機的基本構造.....	111
29-3 卡式錄音機的結構.....	114
29-4 匣式錄放音機.....	116
29-5 錄音帶.....	117
29-6 錄音機的調整與維護.....	121
習 題.....	127

第三十章 電視機

30-1 概 說.....	128
30-2 電視發射與接收系統.....	128
30-3 黑白電視機的結構.....	131

30-4	黑白電視機的簡單調整.....	133
30-5	黑白電視機的簡單維護.....	136
30-6	彩色電視機的結構.....	137
30-7	彩色電視機的簡單調整.....	138
30-8	彩色電視機的簡單修護.....	141
	習 題.....	141
附錄一	常用積體電路的功能及接腳圖	143
附錄二	中英文名詞索引.....	147

第十六章 電源供給器

16-1 概 說

電的種類分爲直流電與交流電兩種。由電力公司所供應之電能爲交流電，但交流電不能直接當作電子電路的電源，因爲電子電路工作時所需之電源爲直流電。由以上可以得知：絕大多數的電子設備均需一轉換器，此種轉換器將交流電能轉換爲直流電能，而後者提供了電子設備所需之電能，使該設備得以順利工作；此處所提的轉換器即稱爲電源供給器。例如，圖 16-1 的電源供給器是供給一般家用手提式收音機使用的直流電源，由於小型電晶體收音機用電的規格約爲 6V，150mA，所以一般小型整流器是根據這項規格設計製作的。

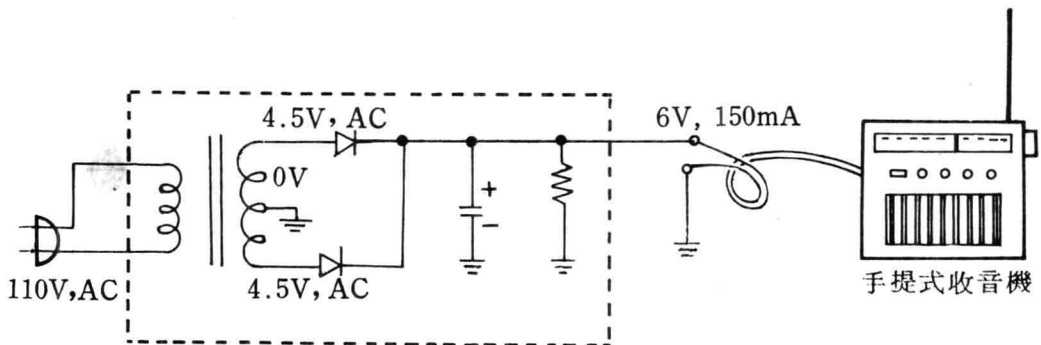


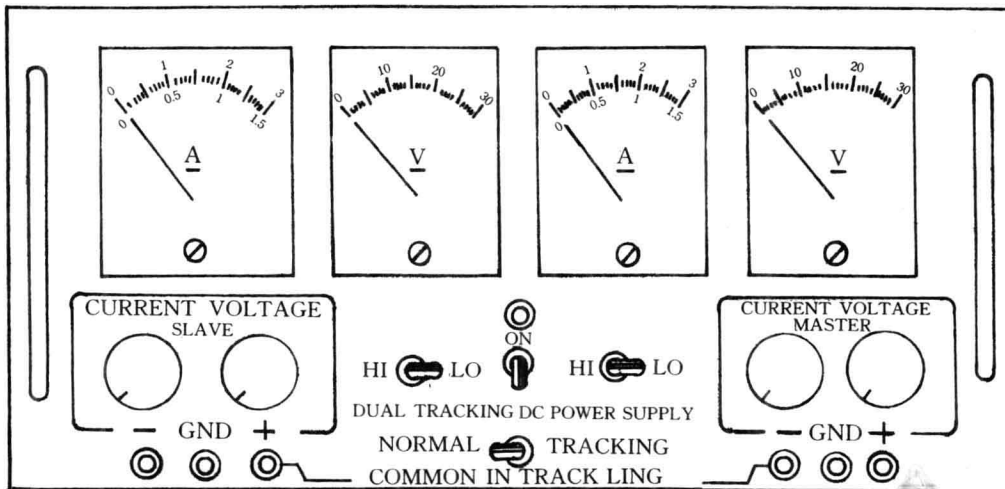
圖 16-1 可供手提式收音機使用的電源供給器

當收音機接上整流出來的直流電之後，就可以正常的收聽到由電臺發射出來的音樂及歌聲了。但是，如果將此一整流器所整流出來的直流電，提供在實驗室裏面，當作各種實驗電路或其他裝置所需要的直流電源，此時除非需求之電壓及電流相符，否則必會發生電壓太高而燒壞零件，或電

壓太低而使裝置不能動作的現象。換句話說，實驗室裏面需要可變化的直流電，亦即電壓的高低，可在一定的範圍內，視情況需要而隨意調整。因此實驗室中所需要的電源供給器為一種可將 110 V（有時為 220 V 或其他數值）的交流電，轉變為可調節的直流電壓的電子裝置。

16-2 電源供給器的使用方法

圖 16-2 為一可提供 0-30 V 電壓，0-3 A 電流的雙組電源供給器的面板圖。



CURRENT: 限流調整旋鈕

GND: 接地

SLAVE: 副電源組

NORMAL: 正常操作(兩組獨立電源)

MASTER: 主電源組

VOLTAGE: 電壓調整旋鈕

HI. LO: 電流表刻度範圍選擇

TRACKING: 追蹤(兩組連動構成同步雙電源)

圖 16-2 0~30V/3A 雙組電源供給器面板圖

面板左下方的+、-端子構成一組電源；右下方的+、-端子構成另一組電源，使用時可由左右兩邊的電壓調整旋鈕，分別調整左右兩組電源輸出電壓的高低；並可由面板上面的直流電壓表，指示出現在的輸出電壓為多少。一旦電源供給器接上負載，面板上面的直流電流表，會將每一組

電源所流出的電流大小指示出來。左右兩組電源的輸出電壓可從 0V 調整至 30V，輸出電流的最大值為 3A。如果輸出電流到達 3A，則電源供給器內部會產生限流作用，維持固定電流並降低輸出電壓。左右兩邊的電流調整旋鈕，分別調整左右兩組電源之限流大小，不過在調整時必須先將限流調整旋鈕調在最小位置，次將「+」、「-」輸出端子短路，再調整限流調整旋鈕，使輸出電流達到期望之限流值。此一限流調整裝置的作用，是避免實驗中的電路，接上電源之後，萬一有短路的現象發生時，不致流過太大的電流，而燒壞電源或負載電路中的零件。部分電源供給器並無限流電路裝置，這種電源供給器「+」、「-」輸出端不能任意短路，否則會燒燬電源電路。

以上的使用方法，是讓兩組電源獨立分開使用。當然我們也可以將左邊電源的「+」端及右邊電源的「-」端接地，把整個電源供給器當成是一組具有正負電源的電源供給器來使用。此時面板上的選擇開關，若是切換在「正常」(NORMAL)的位置，則可以由左右兩邊的電壓調整旋鈕，分別調整正負電壓值，當作兩組獨立電源使用。倘若電子裝置需要用到對稱的正負電壓時，可將選擇開關，切換至「追蹤」(TRACKING)的位置，此時面板上主、副兩組電源有相同之輸出電壓，右方主電源之電壓調整旋鈕，可調節所需之輸出電壓，左方副電源之電壓調整旋鈕這時無調節功能。

16-3 工作原理

至此，我們已對直流電源供給器的功能及使用方法，有一初步的認識與了解。下面我們將電源供給器的工作原理做簡單的說明。由 16-3 的方塊圖，我們可以看出電源供給器是如何將交流電轉變為可調整的直流電。圖 16-3 中最左邊的整流電路方塊是由變壓器、二極體及濾波電容器組合而成，其作用是將 110V 的交流電轉變為直流電。轉變後的直流電壓大

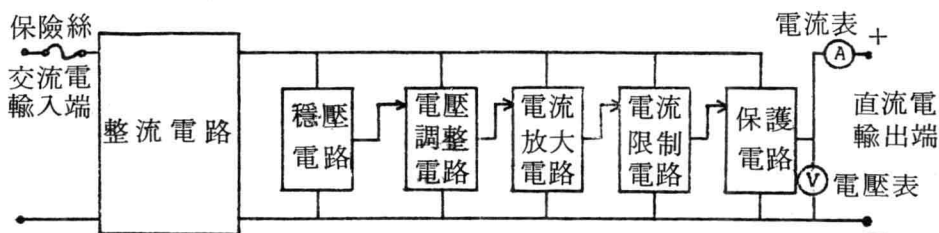


圖 16-3 直流電源供給器方塊圖

小，是變壓器之次級線圈的輸出電壓乘以 $\sqrt{2}$ 。例如：次級線圈的輸出電壓為 20 V ，乘以 $\sqrt{2}$ 倍，可得 28.28 V 的直流電壓。因電子電路所使用之電壓均甚低，因此將高電壓先降為低電壓之後，再利用齊納二極體、電晶體或穩壓積體電路先行穩壓，再由電感、電容所組成的二階濾波電路（如圖 16-4 所示），濾去漣波，以獲得純淨的直流電壓。常用的穩壓 IC 有 7805、7806、7812、7905、7906 及 7912 等編號，編號的前二碼代表正電源使用，還是負電源使用，如編號 7806 的 78 即表供正電源使用的穩壓 IC，可穩壓產生 $+6\text{ V}$ 的直流電壓；而編號 7912 的 79 即表供負電源使用的穩壓 IC，可穩壓產生 -12 V 的直流電壓。二次濾波電路的作用是讓直流電能夠更平滑、更穩定。以音響為例，倘若其直流電源所供應的直流電壓中，仍有漣波存在，則會因此而影響輸出音樂的品質，例如音樂中會夾雜著交流聲，就是由電源中的漣波所引起。

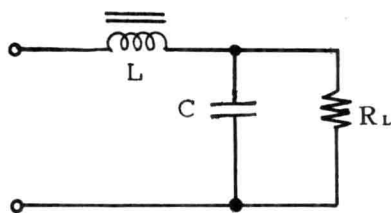


圖 16-4 典型二次濾波電路

16-4 轉換式電源供給器

電源供給器所供應之電壓及電流，視電子設備之需求，其規格範圍相差極鉅；且甚多電子設備需要多組電源，若以傳統的方法製作電源供給

器，那麼在體積上比較龐大。例如，一般數位電路或微電腦裝置，其主要的電源是 $+5\text{V}$ 直流電壓，以市面上流行的微型電腦系統為例，所耗用的電流大小約為 2A 。除此之外，系統中通常還會用到 -5V 、 $+12\text{V}$ 及 -12V 等電，若將這些電源全部製作在同一電源供給器中，則需用到體積非常龐大的變壓器；此外，為使直流電能夠更趨純淨，還需用到容量夠大的濾波電容。

有鑑於此，採用另一種方法製作的「轉換式電源供給器」(Switching Power Supply)，逐漸取代傳統方法製作的電源供給器，而使用於一般工業產品之中。這種電源供給器之所以受歡迎，是因為它的體積小、效率高，譬如 $+5\text{V}$ 、 -5V 、 $+12\text{V}$ 及 -12V 等四組電源，只需約 22 公分長、8 公分寬、5.5 公分高的體積，即可將全部的電路容納進去。簡單地說，傳統方法製作的電源供給器，是將 60Hz 、 110V 的交流電直接經變壓器升壓或降壓，再經由整流、濾波，得到穩定的直流電；至於轉換式電源供給器，則是先將 60Hz 、 110V 的交流電，經過轉換電路變成頻率較高的交流電，再做整流、濾波的工作。電路當中所需要的變壓器、濾波電容器、電感器的體積隨著頻率的增加而減小，轉換式電源供給器的體積會如此的小，就是因為這個緣故。

習 題

1. 試述電源供給器包括那些部分，它們分別具有那些功能？
2. 試述電源供給器中的「正常」(NORMAL) 及「追蹤」(TRACKING) 開關作用為何？
3. 試問選擇電源供給器時應注意那些事項？
4. 試問電源供給器二次濾波電路由那些零件構成，其作用為何？
5. 何謂轉換式電源供給器，簡述其原理。
6. 試比較傳統方法製作的電源供給器與轉換式電源供給器。
7. 試述電源供給器的限流作用。

第十七章 常用電子儀表

17-1 概 說

俗語說：「工欲善其事，必先利其器」。圖 17-1 可代表電子电路之典型測量方法，由圖可知當從事电路製作時，都需要用到信號產生器、電壓表、電流表或示波器，用以判斷及測量电路中各部分的工作情形，進而了解电路的動作是否正確；如果电路發生故障或線路接錯，亦可藉這些儀表找出零件損壞或線路接錯的位置。因此，認識各種電子儀表的功能與操作方法，是非常重要的課題，也是從事電子工作不可或缺的一項技術。本章將列舉幾種常用的電子儀表，做一簡單的說明。

在介紹這些常用電子儀表之前，必須先讓同學們了解，电路中有關各點的工作電壓，可藉著各種电路分析法則或定理演算出來。但是往往所計

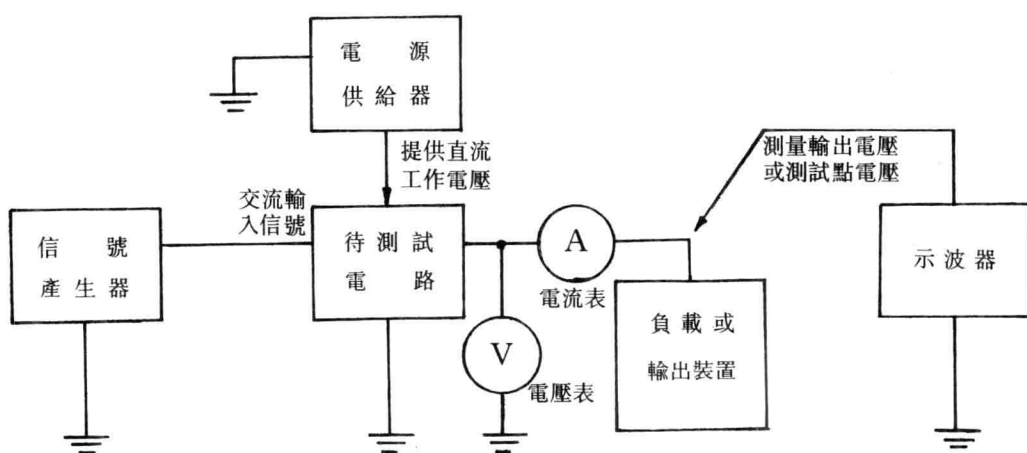


圖 17-1 待測電路與常用電子儀表的連接圖

算出來的電壓值，與電壓表或示波器測得的電壓值不一樣，兩者非常相近，卻有某一程度的差異，而此一差異即是所謂的誤差。誤差產生的原因，不外乎是儀表本身的誤差、操作方法不當，或由於周圍環境，如溫度、溼度、氣壓、地磁、雜散磁場及電場等因素而造成的影響。例如，圖 17-1 的電路，若以示波器測試其輸出電壓，即可能因示波器本身存在的誤差，或使用者觀測示波器時，其眼睛的位置未與時基線保持水平（如圖 17-2 所示），或測試前忘記將示波器的時基線歸零，以及電路工作時溫度上升等因素，而造成從示波器上面讀到的電壓值與計算出來的電壓值不一樣。因此，測試儀表的選擇、測試環境的選擇及儀表操作的練習，都會影響誤差的大小，甚至造成錯誤的判斷。讀完本章各節之後，同學們可利用多用電表與示波器，分別測試若干電路，並將測得的電壓值分別與計算值做一比較，即可比較出示波器與多用電表準確性之高低。

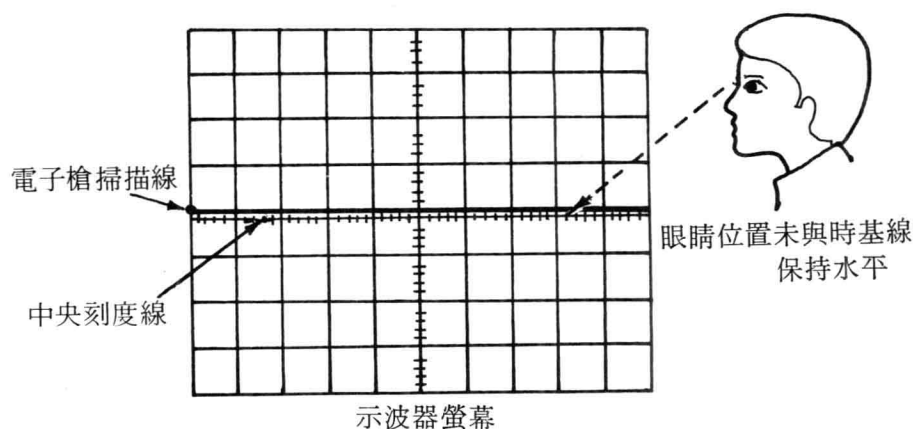


圖 17-2 使用示波器時因操作不當而造成的誤差

17-2 信號產生器

振盪器或信號產生器 (Signal Generator) 可輸出各種形式的信號波形，提供給技術人員作為電子電路調整、測試或量度特性時使用，是從事電子工作所不可或缺的一項工具。隨著科技的進步，信號產生器的種類

日新月異，新的儀表不斷地發展出來，但是有些儀表的功能彼此重複相同，又有些儀表同時具有多項功能，所以無法明確的分類。因此，對於各種不同的信號產生器，往往就其具有的功能或用途，予以不同的名稱，如音頻產生器、振盪器、掃描產生器、函數波產生器、脈波產生器、射頻產生器、調頻立體信號產生器、頻率合成器……等。

一般來說，振盪器與信號產生器的不同點是：振盪器係指能提供某一頻率正弦波信號的設備，而信號產生器的輸出振幅與頻率則具有廣泛的調整範圍，部分信號產生器且具有調變的功能。其次就信號產生器的輸出頻率範圍而言，大體上可分為兩類，一種是高頻信號產生器，頻率範圍大約是 100kHz 到 500MHz（甚至更高）；另一種是低頻信號產生器，頻率範圍大約是 1Hz 到 2MHz。

構成振盪的要件為：(一)要有正回授，(二)回授率 β 與電壓增益 A_v 乘積要大於或等於 1，即 $\beta A_v \geq 1$ （如圖 17-3 所示）。

圖 17-4 與圖 17-5 分別顯示柯爾畢茲（Colpitts）振盪器，FET 相移振盪器的電路及其頻率的計算公式。此外，圖 17-6 則顯示出函數波信號產生器的電路方塊圖，由圖中可知其產生信號的原理，是應用電壓大小可

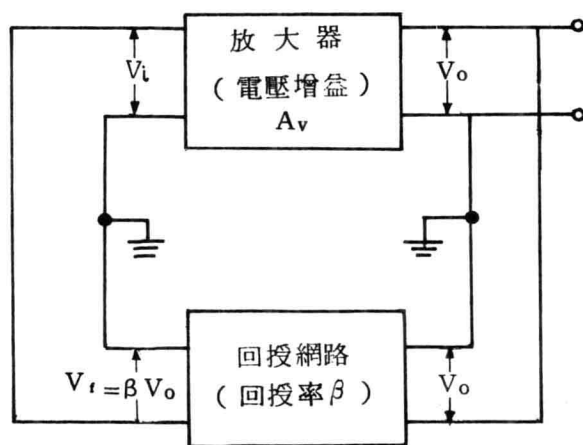


圖 17-3 回授放大器

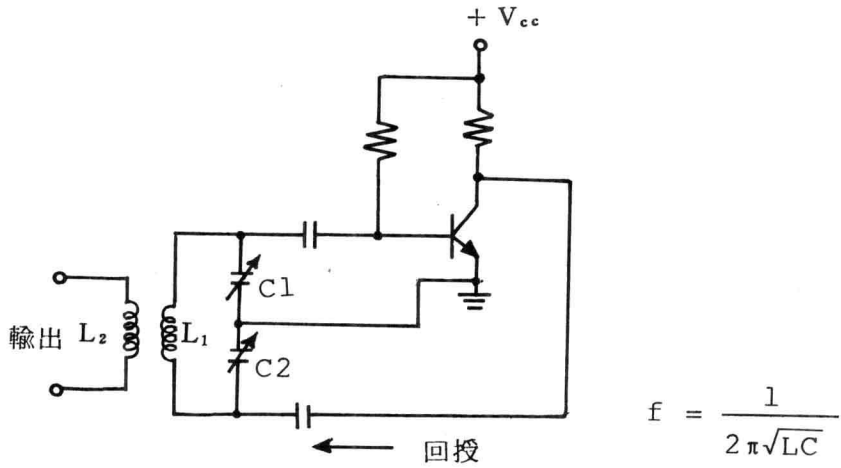


圖 17-4 柯爾畢茲振盪器

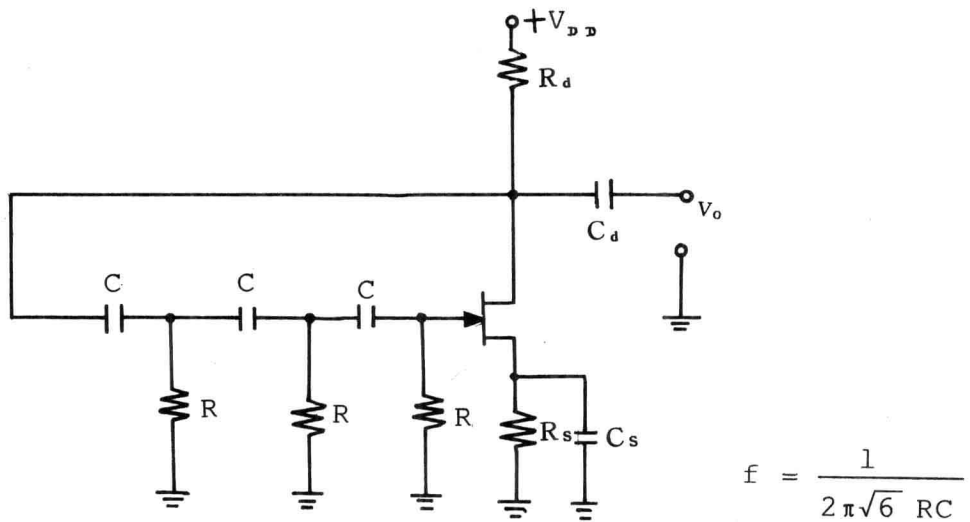


圖 17-5 FET 相移振盪器

改變振盪頻率的原理，而以電壓大小控制輸出信號頻率的高低。此一信號產生器所產生的基本信號為三角波；它是利用運算放大器（Operational Amplifier）所組成的積分器，而以恆定之電流對其中的電容器作充電及