

科學圖書大庫

電學與基本電子學

譯者 傅 寧

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

電學與基本電子學

譯者 傅 寧

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 石開朗

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十九年八月二十日初版

電學與基本電子學

基本定價 3.60

譯校者 譯者 傅 寧 國立交通大學電子碩士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 負責人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306號

發行者 負責人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 15795 號

電話 9221763
9446842

承印者 大原彩色印製企業有限公司

電話：3813998

原 序

“電學與基本電子學”一書的目的是在反映電和電子方面的蓬勃成長與發展。本書是教授基本原理的初端課程，也是此一極重要領域內生涯的一個起點。

本書描述清晰且多用圖說，初學者極易於瞭解。章節有組織因此全書的邏輯層次分明，由淺入深便於學習，所有新的觀念都是由前章演繹而得。此外，本書尚格外強調安全工作習慣的培養。

使用本書時，同學將會所有原理都很易於學習與使用，重要細節並加以醒目的顏色以資辨別。許多包括實施步驟的可行製作不僅可以幫助主動的學生，同時尚能培養興趣與自信。

各章末尾所提之問題有各種不同的難易程度。編寫這些習題時，作者盡量採用家庭中或工業中的實際應用例子。如此不僅有益於啟發思考力，也使學習範圍更加廣泛。

史蒂芬·R·馬特

目 錄

原序	I
第一章 基本理論的學習與應用	1
第二章 電的來源	15
第三章 導體與絕緣體	38
第四章 電阻器與電容器	61
第五章 歐姆定律	89
第六章 串聯電路	105
第七章 並聯電路	119
第八章 儀表	133
第九章 串並聯電路	158
第十章 交流電壓	181
第十一章 電磁感應	197
第十二章 電動機	216
第十三章 有感性感抗與阻抗	233
第十四章 LCR 電路	251
第十五章 濾波器	265
第十六章 二極體	277
第十七章 電晶體	295

第十八章	積體電路及其他固態元件·····	316
第十九章	電源供應器及示波器·····	341
第二十章	工作機會·····	366
參考部份	·····	374

製作計劃

計劃成品測試器與保險絲之省却	12
線路運通測試器計劃	16
蜂鳴器製作計劃	18
纖維光學燈製作計劃	20
對講機製作計劃	44
保險絲測試器製作計劃	47
自動防盜鈴製作計劃	50
可變霓虹位表製作計劃	66
閃光玩具製作計劃	80
電容放電器製作計劃	84
多重插座延長器	113
電的難題的設計	127
測謊器設計	147
電壓極性檢查器設計	149
電視天線耦合器設計	160
爬梯子遊戲的設計	177
“假四聲道”製作	193
電感	198
磁化器 / 消磁器設計	202
變壓器	208
電動機與發達機	216
直流電動機	220
保險絲燒斷指示設計	223
感應電動機	223
同步電動機	225
發電機	228
電感性的電抗	233
變壓器負載	239
推斥線圈設計	242
電容性電抗與阻抗	244

電容性電抗與阻抗	244
L C R 電路	254
諧振	256
金屬探測器製作	260
小的閃滅燈設計	274
電晶體種類	295
回答盒製作	296
閃光燈設計	303
製造電晶體	307
電流路徑	310
場效電晶體	316
矽控整流器	322
在 A C 電路中切斷 S C R	323
動力機械轉速控制製作計劃	324
音樂燈製作計劃	326
其它的固態元件	327
積體電路	328
印刷電路板	335
其他製作計劃	337
電源供應器的種類	341
電源供應器製作計劃	350
示波器	352
信號追蹤器製作計劃	362
五種就業方法	367

在 電工——電子實驗室中的一些預先警告

處理電氣的工作時，總會碰到一、兩個危險性的元件。有關每一種製作計劃的安全規則都須熟讀，並且小心不要碰到任一條通電的電線——不管它是接在低壓或是高壓。製作計劃中不會標明那個電壓具有危險性。可是，隨時記著任何情況下都有可能受到可怕的電擊。即使是一個正常的健康人也可能因為電擊而受到嚴重傷害。千萬迷糊不得；實驗室可不是嬉戲的場所。

第一章 基本理論的學習與應用

“電”真是神奇！只要考慮看看，一分鐘的沒電會給生活帶來多大改變，就可以體會到電給人帶來的好處。你能想像嗎？沒了燈、收音機、立體音響，沒有電視、電影，也沒法開動汽車？

幾乎沒有東西的製造或操作與電扯不上關係。冬天、電溫暖了家庭；夏天裡，電造成空氣調節，你身上穿的衣服是電動縫紉機，與巨大的電動織布機的產品。

報紙、雜誌和書本編印所需的印刷機，由電所操作。而醫院裡、實驗室和研究中心使用的電動儀器呢？想想火箭裡使用的電動齒輪（圖 1-1），若沒了電和它帶來的一切福祇，這個世界將變得何等陰暗！

電的使用



圖 1-1 攜帶複雜電氣設備的太空船。

用電就和駕車一樣。享受它們帶來的方便時，你無須具備修理損壞部份的能力。如果你想開燈，你只須扳開開關；如果你想發動汽車，你只須開啓電門鑰匙

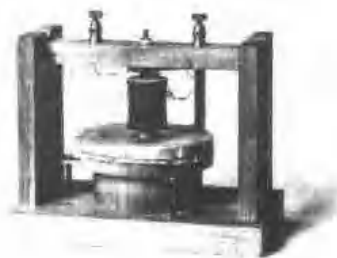


圖 1-2 貝爾的第一具電話。

2 電學與基本電子學

如果燈不亮或是車子無法發動，你應該可以找到負責修理的專門人員。一般而言，你無須具有專門的修理技術，卻可以享受電和車子的好處。

安 全

對某一件事，如果你懂得越多，遭遇問題時，你的修理工作也越容易進行，可是，對於自己動手，有句警告卻是必要的。有很多熟悉某件事的人受傷了，只因為自己的疏忽，所以疏忽，因為他們相信，“那只會發生在別人身上，絕不會發生在我身上”。

「如果你尊重電，它會好好為你服務，如果對它疏忽總有天你會受到生活中的大衝擊」。

自從富蘭克林放過他著名的風箏與鑰匙，和貝爾發明了電話（圖 1-2），在電這門中已有許多重要發現。

【注意】 有些人為了重複富蘭克林暴風雨中的風箏實驗而致命或受到重傷。在學習本書當中，你可以發現有些比較安全的電的實驗。

許多年來，電的發現，已經造就出一些東西，使我們的工作較為輕鬆、家庭生活更為舒適。為了明瞭今天的許多重大進步，我們有必要回顧以往的許多發現。這每一個舊的發現都是今日電機知識裡的一塊基石。

學習機會

“電學與基本電子學”一書之設計在於利用各種學習計劃，介紹原理的

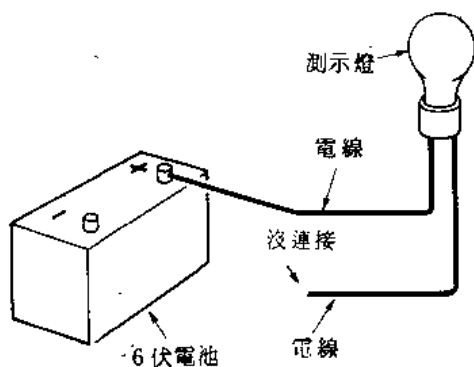


圖 1-3 一個電池、電燈和電線為構成電路所需。不過，因為一條電線沒連上，這並不是一個完全電路。

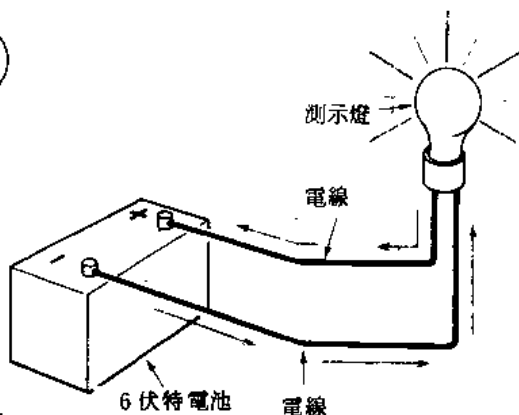


圖 1-4 這電路和圖 1-3 一樣，電燈亮了，因為電線已接上電池。

實際應用，以作為各項定理之詳細解說。本書也提供各種基礎，以導引到未來在電子、電機及其他相關行業之專業知識。

為避免混淆和使學習容易起見，各新出現的電機電子術語都會被盡可能地詳盡解釋。有時，解釋地相當簡短。不過，這時會告訴你在一個特殊章節裡會有完全之描述。這種處理新概念的方法將有助於為當時所著重的事實建立更深刻的理解和印象。

電路的基本觀念

你是如何開燈的？前面提到過可以扳開一個開關。那末，這個動作又是如何把燈光招引來的？想要瞭解這個問題的話，你得先認識一些有關電的知識。

首先，觀察圖 1-3。圖中有一個電池、電線和一盞（燈泡和燈座）。一條線把燈泡接往電池，另一條連接燈卻沒接到電池上。因為一條線沒有接上，燈是滅的。可是兩條電燈線都接到電池上時，如圖 1-4，燈即明亮地點着了。這所以發生，因為電在一個“完全電路”中流通了！

“完全電路”有三個因素；首先要有電或能量的來源（本例中是電池）第二，要有負載，或任一個使用這能量的裝置，圖 1-3，1-4 中的負載就是電燈。第三，要有把能量從電源送到負載再從負載送回裝置。就像你現在可能正猜測的答案，這路線正是由電線構成的。

電學當然不只是個簡單線路，但是學習電路結構，卻是了解這個科目的第一步。

電 子

當你詳細研讀這些和電有關的實例時，將會有必要用到物理學。（物質和能量，以及二者的相互作用）。假設你有一具很棒的顯微鏡，可拿來瞧瞧電線中發生了什麼事情——在電線與電池連通的前後。在連通之前，圖 1-5，有許多電子隨意地運動著（沒有固定方向或形

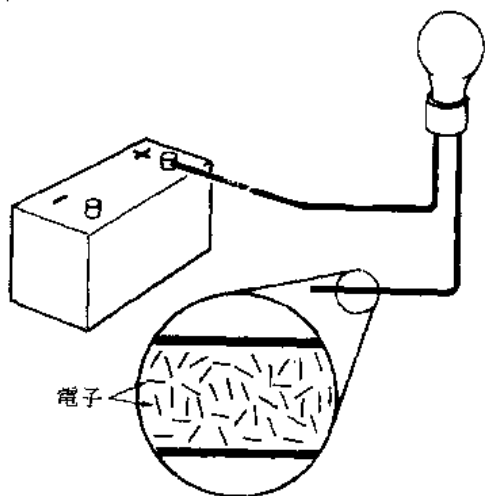


圖 1-5 使用強力顯微鏡所見圖 1-3 內的電子沒有流動。

4 電學與基本電子學

式)。這些電子小到要有百萬倍個一百萬個電子才能構成一個針尖。

在接通之後，圖 1-6，電子從電池穿過電線流到電燈再流回電池內。電子運動有多快？電子以光速運動，每秒大約可以跑 186,000 英里(300,000 公里)。

注意看，電路接通時，電流由(-)流入電經而由(+)流回電池。在第三章將會詳細解說這個事實。

本章中曾經提及開關的使用，開關可以方便我們開、閉電路，圖 1-7。閉上開關，允許電子流通。打開時，沒有電子能夠跳過間縫。這稱為“開路”。

基本上，開關(Switch)提供一個開和關閉電池與線路間連通的簡便方法。按下電扭可使電路連通來做同一件事。看圖 1-8A，有一個人按下你家門鈴按鈕，在圖 B 與 C 中，因而造成電子流入門鈴。放開按鈕時，如圖 1-8 A，停止了電子流動以及鈴聲。只要按鈕再度被按下，同樣的開、關動作可再重複(B 及 C)造成門鈴的再度響起。

當你在電學中學得越來越多時，有幾種開、閉電路的方法將

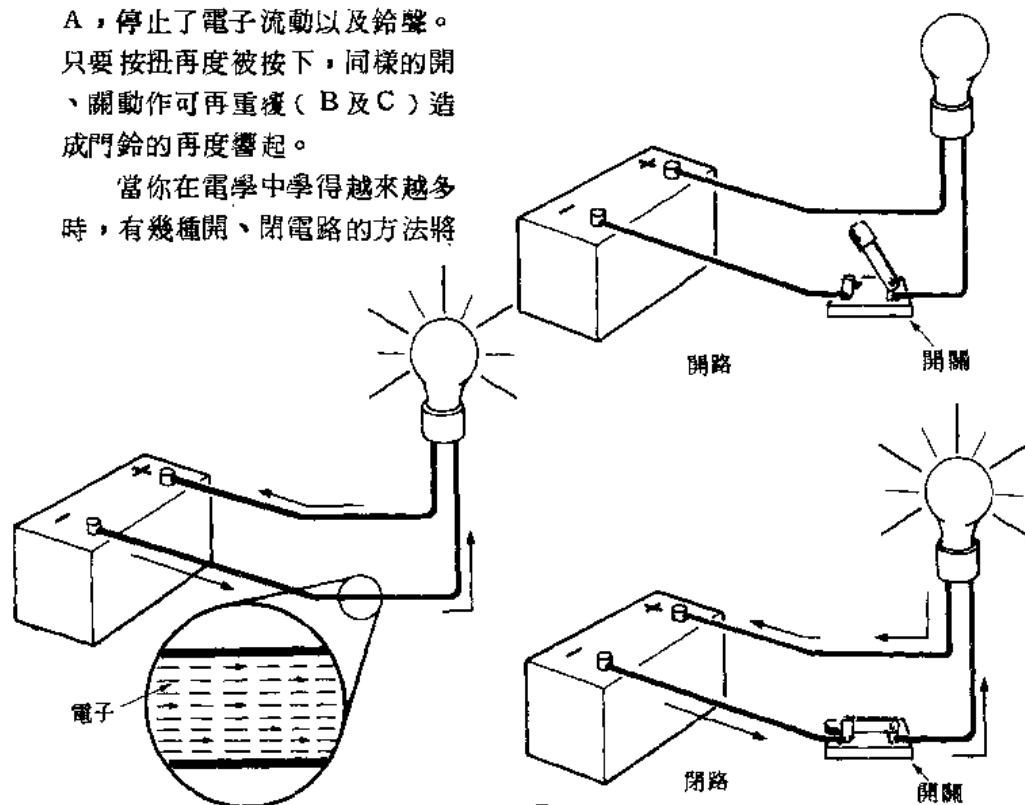


圖 1-6 使用強力顯微鏡所見圖 1-4 中的流動電子(沿某一固定方向快速運動)。

圖 1-7 在簡單電路中加入開關可以方便我們開閉電路。

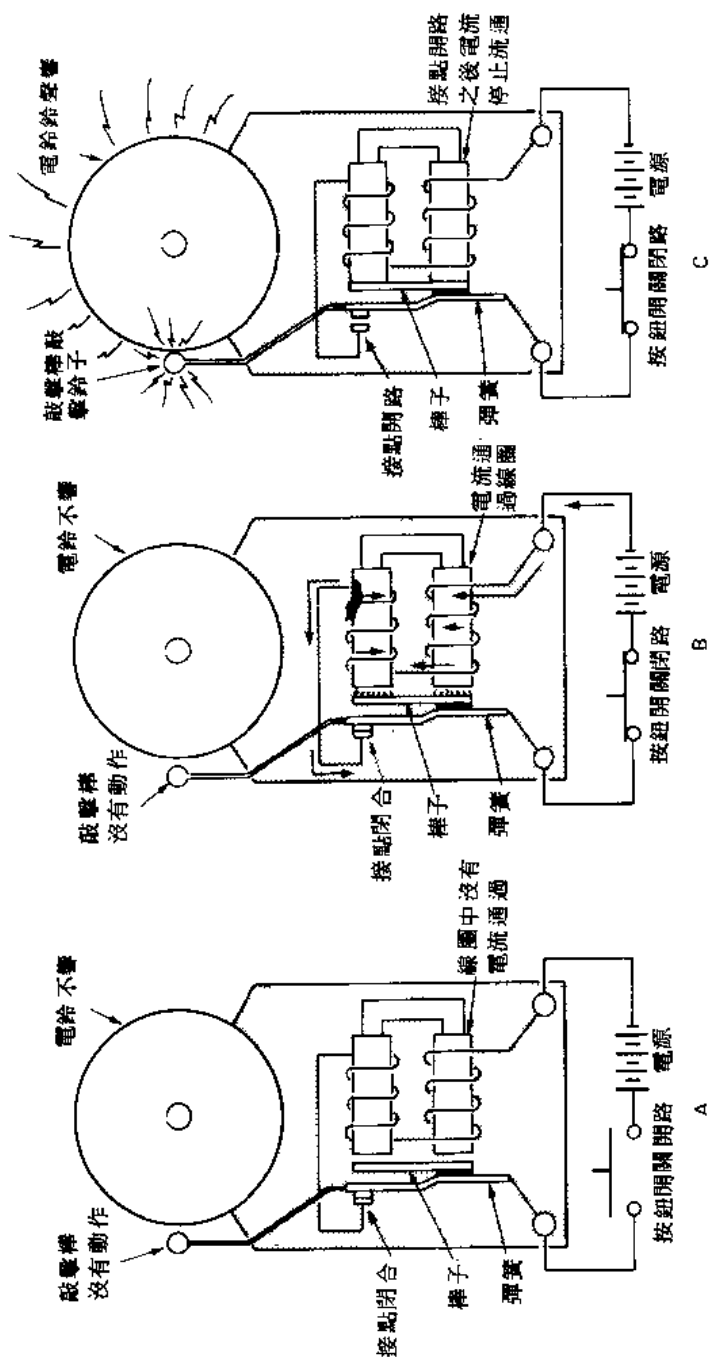


圖 1-1 振動式門鈴操作原理。A—常態下，電路在開關位置開路。B—按鈕一按下，線圈通電（磁性發生），吸引棒子和敲擊棒。C—棒子被線圈吸住，敲擊鈴聲。可是棒子的動作也造成電路開路，電流不再流經線圈（磁性消失），而彈簧則把棒子拉回原位。此時，電路再度接通，電鈴也會再被敲響。

會得到解釋。你會在本書中學到，這時候電做了什麼動作。

電池組

你可能注意過在有些圖例中的電池，標有 6 伏特 (volts) 而你的閃光燈使用兩個 $1\frac{1}{2}$ 伏特電池 (cells)，(圖 1-9) 這不能算是電池組 (battery)。
 。必須兩個以上的電池 (cell) 組在一起，才構成一個電池組 (Battery)。
 。另一種電池組 (圖 1-10)，在汽車、高爾夫球車和電動貨車上可以看得到。

使用英文時不少人把 cells 稱為 batteies，這並不是正確的用法。(還好中文中倒不易犯這種錯誤：譯者)學習電學與電子學時，正確的名詞使用，是非常重要的。想想看你會有多麼驚訝，如果你要的是一把螺絲起子，而別人卻給了你一把鋼鋸！正確地使用名詞術語可以在未來為你省不許多麻煩。

符 號

看看圖 1-4，電源，電線和負載都畫得極其詳盡。如今既然你正學著電子學，總得有其他簡單方法來代表這線路。否則，單是畫圖就要佔去多少時間。

因此，我們將使用一些符號而非直接畫上各個元件。例如，圖 1-11 將被拿來代替電池。因為一個電池組包含有兩個甚或更多電池，它的符號將會是一群電池的符號的組合，如圖 1-12 所示一般。注意，電池符號的長線代表正端，短線代表負端。

使用符號時，一條電線僅是一條線而已。而負載的符號則不會經常是相



圖 1-9 常見的閃光燈電池，不算是個電池組。正確的名稱應該是“ $1\frac{1}{2}$ 伏電池”。



圖 1-10 圖中是一個 12 伏汽車用電池組。它是由一組六個 2 伏電池組成。

同的，這得看是拿什麼元件做負載才能決定的。例如，圖 1-12, 1-14，顯示幾個一般使用的負載（揚聲器，電燈及門鈴）及它們的符號。此外，還有很多其他種類。

認識符號之後，我們可將前面幾個電路重繪出來。圖 1-16 是另一種繪畫圖 1-4 的方法；使用電池，電線和電燈。如果要給這個電路增加一盞燈，只要像圖 1-17 般，使用大黑點，把電線連接起來。

如果兩個電路非常接近，或者兩條電線沒有連接，就把黑點拿掉，如圖 1-18。這將告訴閱圖的人，兩條線雖有交錯，卻沒有連接在一起。

大多數從事電這個行業的人，把使用符號的簡圖稱為“線路圖”。圖 1-19 顯示一個完成的工業用電路圖。一個電視機修理人員若沒了線路圖，他也會在複雜的線路裡“迷了路”。

並非所有電視機的線路都是一樣的，即使是同一個牌子，機型也常常一年一年在變換著。一個電視機修理員常會擁有幾百份電視線路圖。有些公司專門印線路圖來出售。如果沒了線路圖，你能想像到你將如何去檢驗像圖 1-20 所示的複雜線路嗎？

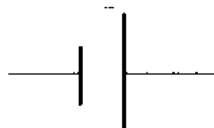


圖 1-11 電路圖中使用符號來分辨電路元件。本圖是電池的符號。

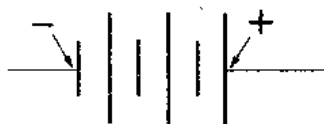


圖 1-12 電池組的符號為數個電池符號的組合。

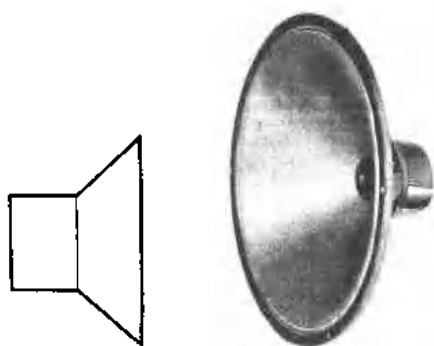


圖 1-13 揚聲器及其符號。

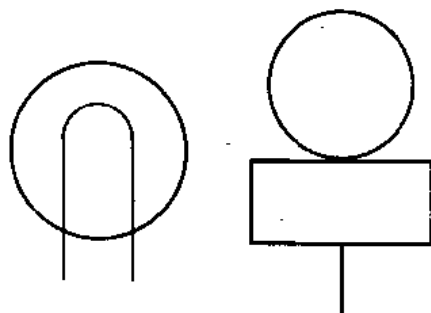


圖 1-14 圖中符號是：左：電燈、右：門鈴。



I.C.說：“嗨！我的名字叫I.C.。我會時常出現來為你解釋名詞，新片語和公式。我的身體是附有積體電路的印刷電路你認識我身上的其他部份嗎？在電學和基本電子學這本書中你將會學到這些元件的功能和它們的符號”。

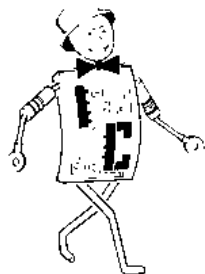


圖 1-15 I.C. 代表“積體電路”。它是許多元件共同所組成。

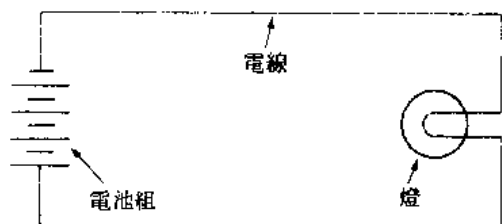


圖 1-16 使用符號，可以簡化繪製電路的手續。比較這個線路圖和圖 1-5。

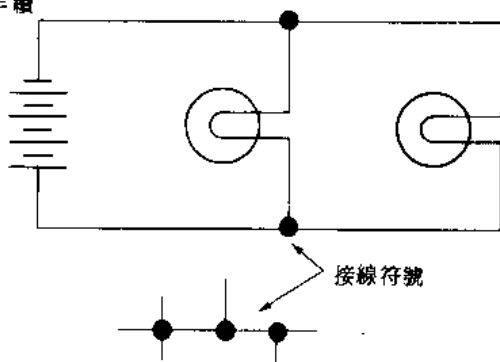
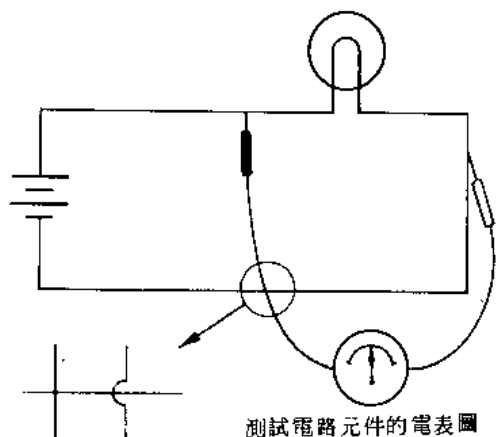


圖 1-17 圖 1-16 中又添加一盞新的燈，注意，一個大點代表“電線相連”。



交錯（而不相連）的電線符號

圖 1-18 如果電線很接近，或是交錯而不相連，圖中兩種符號均可被採用。

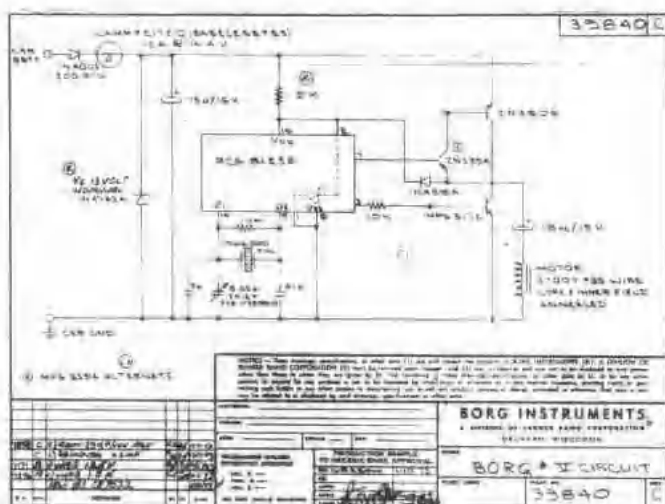


圖 1-10 右圖，一個常見的汽車時鐘。上圖，電子鐘的線路圖，輸出它所用的各個零件和彼此間的接線。

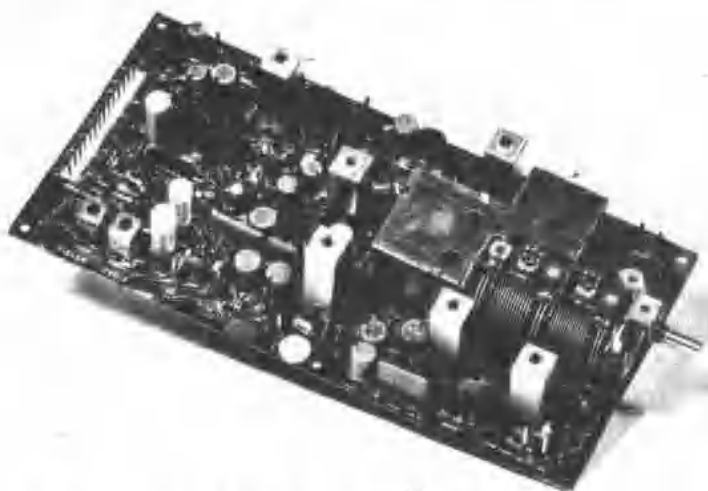


圖1-20 這個複雜的套件包含印刷線路和成打的電子元件。