

023784

509

3149

科學圖書大庫

電 子 學

基本交流原理

譯者 江英火

基本交流原理
基本交流原理

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

電 子 學

基本交流原理

譯者 江英火

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 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年十一月九日初版

電 子 學

基本交流原理

基本定價 3.80

譯者 江英火 師大工業教育研究所 師大工業教育系碩士

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 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 7815250 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

譯 序

由於電子科技的進步，電子產品現已廣泛的使用在各工業部門以及大眾的日常生活中。因此，電子學於今已不再僅僅為專門學習電子技術的人所應研究的了，任何人均可利用基本電子學知識來改進其本身的工作，它已成為人類生活的一部份。

然而，許多初學電子的人都有一共同的感覺，即電子學的理论過於深奧難懂，他們都苦於找不到一本能夠慢慢導引他們進入電子知識領域的書籍。

本書以漸進的方式來介紹這一門學問，每一節都很短且易於了解，並且依序編排。每一節後面均附有自我測驗及答案，這些測驗不但可幫助你了解每一節的主要內容，並可測驗你的學習程度。希望本書能使讀者得到最佳的學習效率。預祝你成功！

本書翻譯之工作，第九、十兩章由繆昌瑜先生擔任，第十一至十四章由余鑑先生擔任，第十五至十七章由方榮爵先生擔任，第十八、十九兩章則由筆者擔任。由於時間匆促，錯誤在所難免，敬祈先進不吝指正。

江英火謹筆於 台北

序 言

電子學爲本世紀產物，從無線電報開始，經過早期廣播和聲音重現的磁音，而進入數十億美元工業，已經完全發展，影響美國人生活的每一面——家庭、娛樂、貿易、工業、和政府。

電子學在我們每個人每天的生活中某些方面均有關聯，數以百萬計的人已深深地進入這門科學的技術和貿易方面，有些人已被捲入且愉快地爲新技術所奴役。

在此方面的老前輩爲新科學的奧秘和神奇所吸引，年青的一代已經被目前已利用於所有工業而有驚人成就（和未來發展）的一門博大科學迷住了。

什麼思想和動機使你對電子學發生興趣？你的動機對你的成功甚爲重要。從另一方面而言，可能有一些保留和未定性，但是，你的熱心將使你完全涉及這方面。

欲在電子學有所成就，想像力和好奇心是主要的動力，但是，不要以爲只相信此信條就夠了，因而導入歧途。冷靜和判斷力也很重要。固定的學習時間表和在尖端科學永不停止研究的精神爲你應毫不保留接受的真理。

本書以漸進方式介紹電子學，每節很短，易懂，並依序出現，在每一節後面均附有自我測驗並有答案，這些測驗幫助你了解主題，並測驗你學習程度。

高級電子學爲一極複雜的主題，而這些複雜性已引導一些錯誤觀念，若說獲取基本電子知識是很困難的，這是誇大的言論，基本電子學爲一直接了當的學問，科學的基本原理很簡單，只需要一些合理的學習時間和有限的數學基礎。

II

學習電子學最大的障礙在於讀者心理狀態而不是課程難易，學習電子學不可太急，以“忘却任何每件事情”的心情研讀，但要持之有恆。早些建立此學習方法，你會發現你能以驚奇的洞察力完成一些困難的題材。避免“囫圇吞棗”填鴨式的課程，這些經常使得課程比它真正的還要難，填鴨式的課程使你得到片段的知識，許多重要題材馬上就忘記。

電子學應用於科學上任何一方面，就其本身而言，它提供很好的收入、有趣的工作、和許多計畫收入。然而，任何對本身工作以外其他方面具有熱力和興趣的均會發現電子學知識可從很多方面得到。譬如，工業電子學合併工業程序和電子技術而成；幅射天文學由電子學和天文學組成；大部份的太空科學均由電子學和其他科學組成；商業上利用電子計算機；醫學上所使用的設備許多均為電子儀器。

電子學不僅僅供電子學科的學生研究了，電子學現在為人類生活的一部份，任何人可利用基本電子學知識改進他本身的工作，現在我們生活在電子學神奇的世界裡了。

ITT教育服務公司
訓練部門

簡 介

電子學四冊是爲使讀者具有良好電子學基礎而設計編著的，讀者完全不需要有電子基礎。第一冊以直流原理開始，第二冊研討交流原理，然後在第三冊中合併前二冊所述的原理和元件說明真空管和半導體如何工作，再來詳細解釋各種放大器和振盪線路。第四冊中，合併基本線路以說明實際應用中如何使用。

本系列書中包括 36 單元，分成四冊如下：

第一冊基本直流原理

- 第 1 單元 神奇的電子世界
- 第 2 單元 電子元件與代號
- 第 3 單元 物質與電性
- 第 4 單元 電流、電壓與電阻
- 第 5 單元 串聯與並聯線路
- 第 6 單元 導體、半導體、與絕緣體
- 第 7 單元 電阻
- 第 8 單元 直流功率源

第二冊——基本交流原理

- 第 9 單元 交流電壓與電流
- 第 10 單元 電容與電容抗
- 第 11 單元 磁與電磁
- 第 12 單元 電磁感應
- 第 13 單元 電力測量儀器
- 第 14 單元 電感與電感抗
- 第 15 單元 變壓器與電感電路

- 第 16 單元 交流電路 I
第 17 單元 交流電路 II
第 18 單元 諧 振
第 19 單元 濾波器
- 第三冊——電路
- 第 20 單元 電子管
第 21 單元 真空管放大器
第 22 單元 電源供應器
第 23 單元 半導體原理
第 24 單元 基本電晶體操作
第 25 單元 電晶體放大器 I
第 26 單元 電晶體放大器 II
第 27 單元 音頻電路
第 28 單元 射頻電路
第 29 單元 電晶體與真空管振盪器
- 第四冊——應用
- 第 30 單元 調變原理
第 31 單元 廣播接收原理
第 32 單元 A - M 廣播接收器線路 I
第 33 單元 A - M 廣播接收器線路 II
第 34 單元 F - M 廣播接收器線路 I
第 35 單元 F - M 廣播接收器線路 II
第 36 單元 F - M 立體多聲道系統

目 錄

譯 序

序 言

簡 介

第九章 交流電壓與電流

何謂正弦波·····	2
正弦波之性質·····	3
正弦波之瞬時值·····	10
頻率、週期及相位·····	15
交流電阻電路·····	21
直角三角形·····	25
向量使用法·····	31

第十章 電容與電容抗

靜電學·····	38
電容器與電容量·····	42
容 抗·····	47
歐姆定律與電容器·····	55
電容器之形式與特性·····	61
電容器之串聯與並聯·····	64

電容器應用於串聯交流電路·····	67
電容器應用於直流電路·····	75

第十一章 磁與電磁

基本磁學·····	80
磁之特性與單位·····	85
磁鐵、磁性物質之特性·····	89
電磁論·····	93
電磁電路·····	98
磁化力與磁場強度·····	100
磁化力與磁通密度·····	103
磁滯與磁滯迴路·····	105

第十二章 電磁感應

電磁感應原理·····	110
磁場交互作用·····	114
螺綫管·····	119
磁場與運動·····	121
磁場中之電子·····	127
基本交流發電機·····	130
原理與其各類關係·····	134

第十三章 電力測量儀器

達松伐爾儀表運轉·····	138
阻尼裝置·····	141
針葉式儀表·····	142
安培計·····	145
伏特計·····	149
伏特計靈敏度·····	153
靜電伏特計·····	155

歐姆計·····	157
特殊電表·····	162
功率計·····	163
瓦特計·····	166
熱偶電表·····	166
電流器儀表·····	169
三用電表·····	170
電流與電壓刻度·····	173
三用電表之正確性·····	175
線性表值範圍·····	175
歐姆計刻度·····	178
三用電表使用法·····	179
電壓和電流計·····	180
電阻計·····	180
 第十四章 電感與電感抗	
自感應·····	185
電 感·····	189
電感抗·····	192
歐姆定律和電感器·····	196
實用電感器·····	199
電感器之串聯與並聯·····	207
電感器之使用·····	210
 第十五章 變壓器與電感電路	
互 感·····	215
串並聯互耦線圈·····	221
鐵心變壓器·····	227
變壓器損·····	233
線圈Q值·····	238

交流電路之串聯電感及電阻	241
直流電路之串聯電感及電阻	246

第十六章 交流電路 I

複習	252
電阻	252
電容	253
電感	255
串聯電阻—電容電路	256
串聯電阻—電感電路	257
並聯電阻—電容電路	257
並聯電阻—電感電路	267
時間常數	274
電阻—電容時間常數	275
電阻—電感時間常數	277
課程摘要	282

第十七章 交流電路 II

導納	284
串聯 $R-L-C$ 電路	290
改變頻率與阻件值	301
並聯 $R-L-C$ 電路	304
電容性 $R-L-C$ 電路	311
改變頻率和阻件值	314
特殊交流電路	318

第十八章 諧振

串聯諧振	325
串聯諧振電路的向量	329
串聯諧振電路的頻帶寬度和 Q 值	335

並聯諧振.....	345
並聯諧振電路的向量.....	348
並聯諧振電路的Q值頻帶寬度.....	354
諧振電路的應用.....	363

第十九章 濾波器

電阻—電容高通濾波器.....	369
電阻—電容低通濾波器.....	373
電阻—電感濾波器.....	380
並聯電阻—電容濾波器.....	383
電感—電容濾波器.....	388
常數-K和M驅動濾波器.....	394

附 錄

索 引

第九章 交流電壓與電流

電在某些時候可視為是電子單向移動，稱為直流電或直流電學。電的另外一種實用型式稱為交流電或交流電學。大部份的電子系統中都兼有兩種型式的電。直流電通常用來供給及操作電壓，而後轉換成為交流電，例如聲音及廣播訊號。交流電通常由電力公司供給。交流電是以正弦波形來變化，稱之為基本交流弦形。

單純的聲音也是正弦波，類如講話、音樂的複雜聲波是由各種不同頻率與振幅的正弦波組成，並且因頻率、振幅之不同而產生不同音波。

在許多電子設備中，由電源綫上傳來的交流電可轉成直流電，以推動各級的電子元件，產生的放大的或電子元件作用過程中的信號，基本上都是正弦波形。

欲了解交流電，正弦波的理论與特性是很重要的，仔細研讀本單元，你才能完全了解交流電及它與正弦波的關係。

本單元告訴你正弦波是基本波形，電以正弦波表示，可適用直流電中使用的許多規則。

你將習知以前所學的圓與三角和電子學的關係，這些我們都將依下列的順序來討論：

何謂正弦波

正弦波的性質

正弦波的瞬時值

頻率、週期與相位

交流電阻電路

直角三角形

向量使用法

何謂正弦波？

正弦波是基本的交流電波形，除此之外尚有許多波形，如脈衝、鋸齒波、及方波，但是這些波形都可以看成是由各種不同振幅、頻率及相位之正弦波所組合成的，因此除正弦波以外的其他波形，我們皆討論其正弦波之組合；基本正弦波電流是一種單頻率之波形。

波形有這麼多種，為何單選正弦波未研究呢？因為正弦波與時間及位移有特殊的關係，我們可以圖 9-1 來證明之。

假設有一點在半徑的前端，以等速度每秒繞圓一週，它走 90° 費時多久？走 180° 呢？因半徑以等速旋轉，因此轉 90° 需時 $\frac{1}{4}$ 秒，此時點在圓的最高點，當 180° 時，點需費時 $\frac{1}{2}$ 秒，並到達水平線，至 270° ，需費時 $\frac{3}{4}$ 秒，此時點在圓的最低點，最後，點回到起始點完成一週，共費時 1 秒。

美國家庭用電，其標準電流為 60 週，這是每秒 60 週的意思，也是指每分鐘繞圓 60 週，因此一個正弦波共需時 $1/60$ 秒。

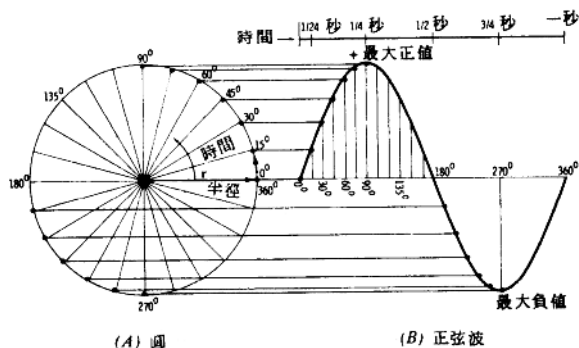


圖 9-1 點在圓上運動與正弦波之關係，正弦波表示每一時間，點的位置。

這些與正弦波有何關係？首先我們應知時間是隨旋轉位移而改變，因此我們可延長水平綫作為時間的參考綫，水平軸，依時距來分割，垂直軸代表振幅，如設完成一週需時一秒，則如圖 9-1B 所示，時間綫上一週的長度代表一秒鐘。

如圖 9-1 B 所示，時綫可依比例等分之。在半徑端的點，從原點開始，可將其位移標示在相對的時間上；例如：零度時，點是在原點，因此在水平綫上的這一點，代表零度、零時之正弦波，在 15° 時，表示是一秒的 $1/24$ ，點之位移在水平綫上方 $1/8$ 英吋處，此點可延伸至時綫上 15° 的正上方， 30° 時，點幾乎又移動了 $1/8$ 英吋，此點又可延至時綫 30° 之正上方，重複此步驟，將標示之各點以平滑曲律聯結之，即產生如圖 9-1 B 所示之波形。

正弦波表示水平綫上依時間及度數來旋轉的點，當你學到頻率時，你會發現時間與角度都是相同的參考點。例如圖 9-1， 90° 或 $1/4$ 秒都是指在正弦波上的相同點，時間可換算成角度，當轉一週所需時間知道後，角度亦可換算成時間。

自我測驗

【問題】

1. 圖 9-1 中，轉 180° 需時多少？
2. 正弦波的水平軸是代表振幅？（對或錯）
3. 圖 9-1 中 270° 等於幾秒？

【解答】

1. $1/2$ 秒；因 360° 等於 1 秒，則 180° 是其 $1/2$ 。
2. 錯，水平軸代表時間或角度。
3. $3/4$ 秒； 270° 為 $3/4$ 週，即為 $3/4$ 秒。

正弦波的性質

前節中，正弦波時間與振幅的關係可以圖表示之，由圖中可看出正

弦波由零度開始，至 90° 時達到最大值，在 180° 時，振幅再度為 0，振幅是正弦波的特性之一，圖 9-2 是二週期的正弦波，每一週期中，都有在橫軸上振動的正半週，及在橫軸下振動的負半週，除非有特殊標註，否則橫軸上之值為正，橫軸下之值為負，因此完全的一週，包括正半週與負半週。

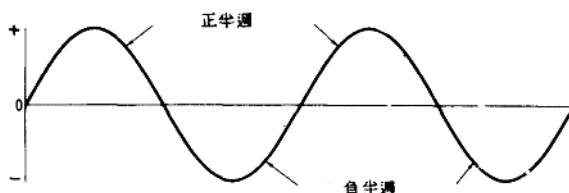


圖 9-2 二個週期的正弦波，可看出皆有正半週與負半週。

由橫軸開始，經正半週、負半週再回到橫軸，所需要的時間稱之為波之週期（如圖 9-3）。每秒鐘所完成的週數稱之為頻率。正弦波之二個重要特質即是週期與頻率。

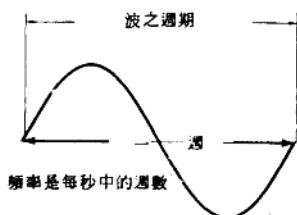


圖 9-3 正弦波之週期為一週

在電子或電機工作中，常要求出二正弦波之相關，二波之相關，我們稱之為相位；可能是電壓正弦波與電流正弦波之比較，也可能是兩電壓正弦波或兩電流正弦波之比較，因此正弦波的另一特質即是相位，或時間上之不同。