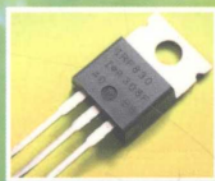
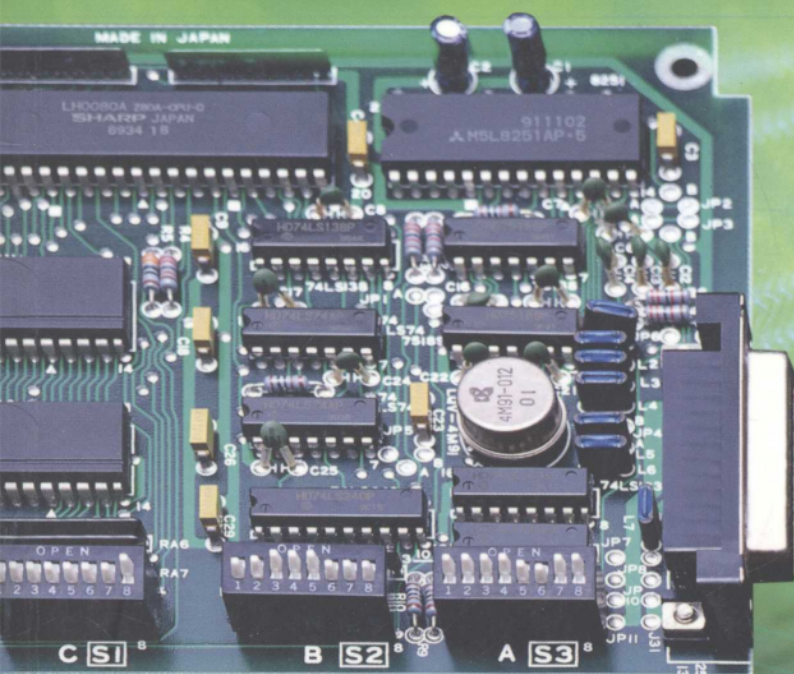
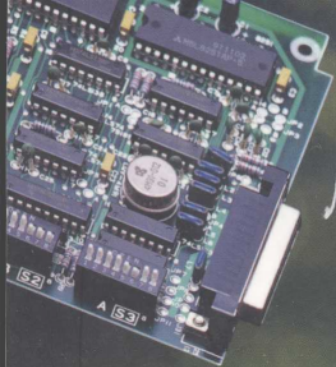


電路學

曲毅民 編著



全華圖書股份有限公司 印行



電路學

1. 本書特別注重基本物理觀念，以淺入深的方式說明，並將艱澀難懂之處輔以例題及插圖說明。
2. 本書結合電路學與基本電學的觀念，可使讀者在學習電路學的同時能複習到基本電學的觀念。
3. 本書章末附有單位換算和函數指數對照表，可使讀者在計算上更為方便。



ISBN 978-957-21-6106-7



9 789572 161067

NT / 500



00500

電路學

曲毅民 編著



全華圖書股份有限公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

電路學 / 曲毅民編著. -- 初版. -- 臺北縣土
城市：全華圖書，2008.01
面；公分

ISBN 978-957-21-6106-7(平裝)

1. 電路

448.62

96023346

電路學

編 著 曲毅民

執行編輯 游小玲

發行人 陳本源

出版者 全華圖書股份有限公司

地 址 236 台北縣土城市忠義路 21 號

電 話 (02) 2262-5666 (總機)

傳 真 (02) 2262-8333

郵政帳號 0100836-1 號

印刷者 宏懋打字印刷股份有限公司

圖書編號 05947

初版一刷 2008 年 3 月

定 價 新台幣 500 元

I S B N 978-957-21-6106-7

全華圖書

www.chwa.com.tw

book@ms1.chwa.com.tw

全華科技網.OpenTech

www.opentech.com.tw

版權所有 · 翻印必究

序

一、爲了配合時勢之需要(「電路學」由原定六學分精減爲三學分)同時考慮到「電路學」內容之完整，重新篩選編排。全書計十一章，提供任課先進擇要施教，萬不可因教學時數之減半，而影響到專業課程基礎之奠定。

二、攻讀本書前須具有物理學中電學部份及基本電學(電工原理)的觀念。熟練解題技巧及電算機之操作(解交流電路時爲了節省時間，必須要借助於電算機)。

三、本書內容之編排特別注重基本物理觀念，由淺入深循序漸進，艱澀難懂之處多以例題及插圖輔助說明，期使讀者能融會貫通，以利攻讀其他專業課程之基礎，習題部份另備教師手冊，供採用先進索取參考。

四、本書所用名詞，均依教育部公佈由國立編譯館編訂之電機工程名詞爲準。

五、本書編寫，雖經多次校訂，但疏漏謬誤之處在所難免，敬祈先進與讀者惠予指正。當無任感幸！

編者謹識

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

本書「電路學」融合基本電學和電路學的觀念，原理都有一定的規律性，較艱深之處有例題及插圖輔助說明，所以容易理解。書中每章節都附有例題，可讓讀者練習，讀者可把本章所學應用在例題上加的深學習印象。

另外本書後附有單位換算和函數指數的對照表，讓讀者在計算上更為方便。本書適用於私立大學、科大電子、電機系「電路學」之課程使用。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各相關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

相關叢書介紹

書號：05796007
書名：電子學(上冊)(第七版)
(附 Multisim 範例光碟)(全彩)
編譯：楊棧雲、李世文
王俊惠、曾鴻祥
16K/600 頁/625 元

書號：05797007
書名：電子學(下冊)(第七版)
(附 Multisim 範例光碟)(全彩)
編譯：楊棧雲、李世文
王俊惠、曾鴻祥
16K/596 頁/625 元

書號：0073302
書名：工業電子實習
(修訂二版)
編著：陳本源
16K/312 頁/280 元

書號：01961
書名：電力電子理論與實作
編著：楊宗銘
20K/238 頁/180 元

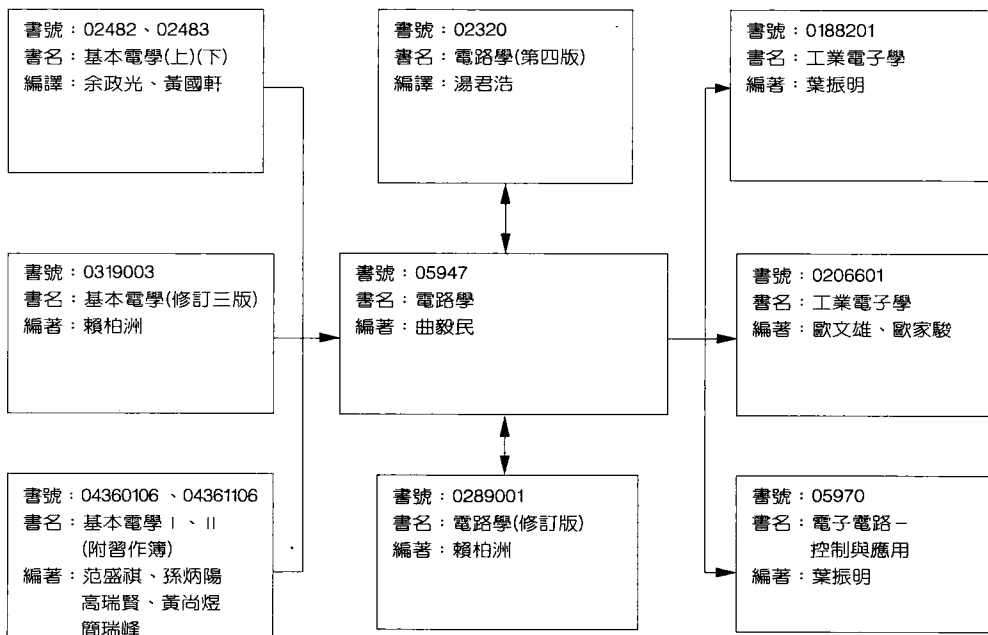
書號：03126027
書名：電力電子學(第三版)
(附範例光碟片)
編譯：江炫樺
16K/736 頁/580 元

書號：05180017
書名：電力電子分析與模擬
(附軟體、範例光碟片)
(修訂版)
編著：鄭培璿
16K/496 頁/450 元

書號：03564037
書名：電子電路模擬－使用 P
Spice A/D(附 10.5 系統
88 光碟片)(修訂三版)
編著：盧勤庸
20K/400 頁/380 元

◎上列書價若有變動，請
以最新定價為準。

流程圖



目錄

CONTENTS

第 1 章 概 論

1-1	電荷與電流.....	1-1
1-1-1	庫侖定律.....	1-3
1-1-2	電流.....	1-4
1-2	電場、電位與電壓.....	1-8
1-2-1	電場及電場強度.....	1-8
1-2-2	電力線.....	1-11
1-2-3	電位與電壓.....	1-12
1-3	功率與能量.....	1-16
1-4	基本電路元件之型式與規格.....	1-18
1-4-1	電阻器.....	1-18
1-4-2	電感器.....	1-23
1-4-3	電容器.....	1-25
1-5	電壓源與電流源.....	1-31
	習題一.....	1-35

第 2 章 電阻電路

2-1	電阻與電阻係數.....	2-1
2-2	歐姆定理.....	2-4
2-3	電阻的溫度係數.....	2-5
2-4	功率與電能.....	2-9
2-5	串聯電路.....	2-11
2-6	克希荷夫電壓定律.....	2-15

2-7	分壓器法則.....	2-17
2-8	並聯電路	2-19
2-9	克希荷夫電流定律.....	2-22
2-10	分流器法則.....	2-24
2-11	串並聯電路.....	2-27
2-12	Y- Δ 轉換.....	2-32
2-13	利用網路對稱性求等效電阻.....	2-38
	習題二.....	2-41

第 3 章 基本網路理論

3-1	電壓源與電流源轉換.....	3-1
3-2	網目分析法.....	3-5
3-3	節點分析法.....	3-9
3-4	戴維寧定理.....	3-12
3-5	諾頓定理	3-16
3-6	重疊定理	3-19
3-7	互易定理	3-22
3-8	密爾曼定理.....	3-25
3-9	最大功率轉移定理.....	3-29
	習題三.....	3-32

第 4 章 儲能元件

4-1	電容器中電壓與電流之關係.....	4-2
4-2	電容器的串聯、並聯和混聯.....	4-4
4-2-1	電容器之串聯	4-4
4-2-2	電容器之並聯	4-7
4-2-3	電容器之混聯	4-8

4-3	電容器的充電和放電.....	4-10
4-4	電容器的初值電壓和穩態電壓.....	4-13
4-5	電容器儲存的能量.....	4-14
4-6	電感器中電壓與電流之關係.....	4-16
4-7	電感器的自感與互感.....	4-18
4-8	電感器的串聯與並聯.....	4-23
4-8-1	電感器之串聯.....	4-23
4-8-2	電感器之並聯.....	4-27
4-9	電感器的初值電流和穩態電流.....	4-32
4-10	電感器儲存的能量.....	4-37
	習題四.....	4-42

第 5 章 暫態與穩態響應分析

5-1	自然響應與激發響應.....	5-3
5-2	無源 $R-L$ 與 $R-C$ 電路的自然響應.....	5-3
5-2-1	無源 RL 電路的自然響應.....	5-7
5-2-2	無源 RC 電路的自然響應.....	5-10
5-3	無源 RLC 電路的自然響應.....	5-13
5-3-1	無源 RLC 並聯電路的自然響應.....	5-13
5-3-2	無源 RLC 串聯電路的自然響應.....	5-28
5-4	RL 、 RC 、 RLC 電路之步階響應.....	5-34
5-4-1	RL 電路之步階響應.....	5-34
5-4-2	RC 電路之步階響應.....	5-38
5-4-3	RLC 電路之步階響應.....	5-43
5-5	RL 、 RC 、 RLC 電路之弦波響應.....	5-50
5-5-1	RL 電路之弦波響應.....	5-52
5-5-2	RC 電路之弦波響應.....	5-58
5-5-3	RLC 電路之弦波響應.....	5-63

5-5-4 一般二階系統之完全響應	5-68
-------------------------	------

習題五	5-74
-----------	------

第 6 章 弦波函數與相量概念

6-1 弦波函數的產生與特性	6-2
----------------------	-----

6-1-1 弦波之週期、頻率及角速度	6-6
--------------------------	-----

6-1-2 弦波之相角及相角差	6-8
-----------------------	-----

6-2 平均值及有效值	6-14
-------------------	------

6-2-1 平均值(average value)	6-14
--------------------------------	------

6-2-2 有效值(effective value)	6-17
----------------------------------	------

6-3 波形因數與波峰因數	6-21
---------------------	------

6-3-1 波形因數	6-21
------------------	------

6-3-2 波峰因數	6-22
------------------	------

6-4 複數及複數的運算	6-24
--------------------	------

6-4-1 複數	6-27
----------------	------

6-4-2 複數的運算(Operation of Complex Number)	6-39
--	------

6-5 弦波函數數之相量形式	6-44
----------------------	------

習題六	6-48
-----------	------

第 7 章 弦波穩態電路

7-1 RLC 電路之相量形式	7-1
-------------------------	-----

7-1-1 純電阻電路	7-1
-------------------	-----

7-1-2 純電感電路	7-2
-------------------	-----

7-1-3 純電容電路	7-4
-------------------	-----

7-2 阻抗與導納	7-5
-----------------	-----

7-3 串聯電路	7-9
----------------	-----

7-4 並聯電路	7-21
----------------	------

7-5 串並聯電路	7-28
-----------------	------

7-6	串聯和並聯等效關係	7-34
7-7	交流網中分析(利用基本網路理論解交流電路)	7-39
7-7-1	電壓源及電流源的變換	7-39
7-7-2	克希荷夫電流定理(kirchhoff current law KCL)	7-41
7-7-3	克希荷夫電壓定律(kirchhoff voltage law KVL)	7-42
7-7-4	網目分析法(Mesh Current Method)	7-44
7-7-5	節點分析法(Node Voltage Method)	7-50
7-7-6	戴維寧定理(Thevenin's Theorem)	7-58
7-7-7	諾頓定理(Norton's Theorem)	7-65
7-7-8	重疊定理(Superposition Theorem)	7-68
7-7-9	倒置定理(Reciprocity Theorem)	7-70
7-7-10	代替定理(Substitution Theorem)	7-72
7-7-11	補償定理(Compensation Theorem)	7-77
7-7-12	米爾曼定理(Millman's Theorem)	7-87
	習題七	7-89

第 8 章 交流功率與能量

8-1	一般電路的功率	8-2
8-2	電阻消耗的功率與能量	8-6
8-3	電感中的功率與能量	8-8
8-4	電容中的功率和能量	8-11
8-5	複功率	8-13
8-6	最大功率轉移定理	8-22
8-7	功率因數的改善	8-30
	習題八	8-38

第 9 章 耦合電路

9-1	自感與互感	9-1
------------	--------------------	------------

9-2	互感電路	9-7
9-3	互感的極性	9-10
9-4	耦合電路的電壓方程式	9-14
9-5	耦合係數	9-22
9-6	理想變壓器	9-26
9-7	反射阻抗	9-32
9-8	耦合電路的等效電路	9-44
9-8-1	單位耦合線圈等效電路	9-44
9-8-2	任意耦合線圈之等效電路	9-48
	習題九	9-55

第 10 章 對稱平衡三相電路及不平衡三相電路

10-1	三相電源	10-2
10-1-1	Y 型接法之電壓與電流	10-7
10-1-2	Δ 型接法之電壓與電流	10-12
10-2	對稱平衡三相系統	10-14
10-3	Y 型接法三相電路	10-17
10-4	平衡三相系統負載端之線電壓與相電壓及線電流 與相電流間之關係	10-21
10-5	Δ 型接法三相電路	10-24
10-6	三相功率及其量度	10-27
10-6-1	三相電路之瞬時功率	10-30
10-6-2	平衡三相電路與單相電路之比較	10-32
10-6-3	三相功率的量度計－瓦特表	10-33
10-6-4	三相負載總功率之測量	10-35
10-6-5	兩瓦特計測量平衡三相負載之功率	10-38
10-7	其他多相電路	10-46

10-8	不對稱電源和不平衡負載	10-51
10-8-1	不平衡 Δ 連接之負載	10-52
10-8-2	不平衡三相四線 Y 連接負載	10-55
10-8-3	不平衡三相三線 Y 連接負載	10-57
10-9	不平衡三相電路的網目解法	10-66
10-10	不平衡三相電路功率之測量	10-69
	習題十	10-72

第 11 章 非正弦波的分析

11-1	基波與諧波	11-1
11-2	對稱及非對稱波	11-3
11-3	傅氏級數	11-6
11-4	非正弦波之數學分析	11-9
11-4-1	軸的選擇	11-18
11-4-2	傅氏級數之另一表示法	11-20
11-4-3	頻譜	11-21
11-5	非正弦波之有效值	11-25
11-6	非正弦波所產生的功率和功率因數	11-28
11-6-1	功率	11-28
11-6-2	功率因數	11-29
	習題十一	11-35

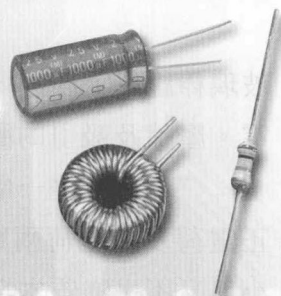
附 錄

附錄一	希臘字母	附-2
附錄二	單位所用的字首及意義	附-2
附錄三	單位換算	附-3
附錄四	指數函數表	附-11
附錄五	中國線規(C.W.G.)	附-18
附錄六	銅導線之美國標準線規及電阻值	附-19

附錄七 磁場與電場之比較	附-20
附錄八 磁路與電路之比較	附-21
附錄九 磁路及磁通密度之有關單位	附-21
附錄十 理想電感器及電容器的一些重要特性對照表	附-22
附錄十一 t 等於時間常數 τ 的整數倍時 $e^{-t/\tau}$ 的值.....	附-22

Chapter

1



概 論

1-1 電荷與電流

在自然界中，較易被人類發現的作用力為萬有引力及電磁力(electromagnetic force)，電與磁間之現象有極密切的關係，這是因為不論電效應或是磁效應，都肇始於電荷(electric charge)之分離及移動所形成的。在此，首先介紹什麼是“電”及其特性為何？“電”是一種物理現象屬能量的一種型態，如同熱能、機械能化學能等，雖在近代才被人類廣泛的運用，但它的名稱早在西曆記元前 600 年已確定，那時古希臘人發現琥珀經羊毛摩擦後能吸引輕微之物體。當前吾人對此現象的解釋為琥珀與羊毛摩擦後帶有“電荷”或該琥珀已“帶電”。英文“Electricity”(電)，即由希臘文“Elektron”(琥珀)衍化而來。

任何物體，與他物體摩擦，就能帶電，除上述琥珀經羊毛摩擦外，

玻璃棒經絲絹摩擦、火漆棒經貓皮、塑膠棒與頭髮摩擦……亦都能帶電。摩擦及吸引的動作都是“能”的行為。

“電荷”是一個總稱，其特性呈現於其產生的現象中，常見者分為正電荷及負電荷兩類。依據盧瑟福(Rutherford)原子學論知，物質中最小而又不失物質本身特性的質點稱為原子(Atom)故稱原子為組成物質的基本單位。而原子是由電子(Electron)及原子核(nucleus)所構成，電子圍繞原子核旋轉，如同太陽系中諸行星環繞太陽運行一樣。原子核中含有質子(proton)和中子(neutron)，質子數與電子數相等，電子的質量遠小於質子與中子的質量，故原子的質量約等於中子與質子的質量和，即原子核的質量。

最基本的電量是電子的電荷，每個電子帶有負電荷，質子帶正電荷，中子不帶電荷。原子內所有電子總負電荷量恰好與質子的總正電荷量相等，宇宙萬物本中性，原子當不例外，故在正常狀況下，原子對外是呈電之中性。

原子內的電子依本身所具不同的能量而在不同的軌道上環繞原子核旋轉，帶正電的原子核吸引帶負電的電子與其離心力正好平衡，束縛電子不致脫離原子核。原子核對外層軌道上電子的吸引力較內層軌道上電子為小。尤其最外層的電子稍受外界作用即脫離軌道而逸出，成為自由電子(free electron)，內層電子則不易脫離其軌道，故稱為束縛電子(bound electron)。

若圍繞原子核的自由電子，受外力而逸出一個，則原子中正負電荷不能平衡，原子遂呈現出正電荷，通稱為該原子帶有一個正電；反之若圍繞原子核的電子多出一個，則稱該原子帶有一個負電。如玻璃棒經絲絹摩擦後，由摩擦之作用迫使玻璃棒上的自由電子逸出跑到絲絹上，因而玻璃棒帶正電，絲絹則帶負電。