

五年制專科學校適用

電 工 學

魏 榮 堂 編 著

臺灣開明書店印行

電 工 學

魏 榮 堂 編 著

臺 灣 開 明 書 店 印 行

民國六十一年四月初版發行
民國六十四年十二月六版發行

每冊基價二元九角
(按照同業規定倍數發售)

電 工 學

印 翻 准 不 • 權 作 著 有

主編者 國立編譯館

編著者 魏榮堂

補助機關 國家科學委員會

發行人 劉甫琴

印刷者 臺灣開明書店

總發行所

臺北市中山北路一段七七號
電話 西五三六九 五〇〇〇 號
郵局劃撥賬號第一二五七號

臺灣開明書店

行政院新聞局登記證：局版臺業字第〇八三七號

電 工 學

目 次

第一章 概 說

1·1 電能之功用	1
1·2 能量之傳輸	2
1·3 電流之產生	2
1·4 電流流動之速率	5
1·5 電 位	5
1·6 絕對電位	8
1·7 庫侖平方反比定律	8
1·8 電 阻	9
1·9 歐姆定律	9
1·10 電能與電功率	10

第二章 電阻與電流效應

2·1 電阻與電阻係數	17
2·2 電阻之溫度係數	19
2·3 電流之熱效應——焦耳定律	22
2·4 熱電效應	24

2.5	電流之化學效應	26
2.6	法拉第電解定律	27
2.7	電鍍與電鍊	29
2.8	伏打電池	29
2.9	乾電池 (Dry cell)	31
2.10	鉛蓄電池	32
2.11	電池之極化作用及局部作用	33

第三章 直 流 電 路

3.1	定 義	36
3.2	克希荷夫定律	37
3.3	電阻之組合	39
3.4	Δ -Y 變換	46
3.5	較為複雜之直流電路	49
3.6	平衡之電橋電路	52
3.7	重疊定律	53
3.8	戴維寧定律	56

第四章 磁 場

4.1	磁 極	63
4.2	磁極間之作用力	63
4.3	磁場與磁場強度	65
4.4	磁力線	66
4.5	磁之分子學說	67
4.6	磁通密度	68

4.7	磁通密度 B 與磁場強度 H 之關係	69
4.8	$B-H$ 曲線	70
4.9	磁滯及磁滯迴線	71
4.10	磁場中之能量	72
4.11	磁鐵間之吸力	73

第五章 電流之磁效應

5.1	電流所生之磁場	75
5.2	磁勢與磁位降	76
5.3	安培定律	77
5.4	墨奧特薩發爾特定律	77
5.5	導體通電時在磁場中所受之力	80
5.6	帶電流導體在均勻磁場中受力之公式	81

第六章 電 磁 感 應

6.1	電磁感應現象	85
6.2	法拉第——楞次定律	85
6.3	直線導體在磁場中運動時所感應之電勢	86
6.4	自感與自感電勢	88
6.5	互感與互感電勢	89
6.6	自感與互感間之關係	91
6.7	感應線圈	93
6.8	渦流及渦流損失功率	93

第七章 直流電流，電壓及電阻之量度

7.1	直流安培計	96
7.2	安培計之分流器	97
7.3	直流伏特計	98
7.4	伏特計之倍增器	99
7.5	用伏特計及安培計測量電阻	100

第八章 直流電機之動作原理

8.1	直流機之運用理論	103
8.2	環形電樞線圈	104
8.3	電樞繞組	105
8.4	換 向	114
8.5	主磁場磁通之分佈——僅主磁場單獨激磁	116
8.6	電樞線圈之感應電勢	117
8.7	電樞反應	119
8.8	機，電之能量平衡	122

第九章 直流機之構造

9.1	軛	126
9.2	磁 極	126
9.3	電樞鐵心	127
9.4	電樞繞組	128
9.5	換向片，電刷與電刷座	128
9.6	其 他	129

第十章 直流發電機的外部特性

10.1 電機之激磁方式	131
10.2 磁化曲線與場阻線	132
10.3 直流發電機的外部特性曲線	135

第十一章 直流電動機之速率與轉矩特性

11.1 電動機之轉矩特性	139
11.2 速率特性	141
11.3 電動機之分類與應用	143

第十二章 特殊電機

12.1 第三電刷發電機	145
12.2 魯遜堡發電機	146
12.3 功率放大機	147

第十三章 直流電動機之控制

13.1 起動與停止控制	149
13.2 速率控制及正逆轉控制	153

第十四章 正弦交流

14.1 交流電之用途	154
14.2 正弦波之產生	154
14.3 正弦波之表示及相角	156
14.4 交流電之有效值或均方根值	157

14.5	正弦波之向量(相量)表示法	159
14.6	正弦波之加減	160
14.7	發電機之頻率, 極數與轉數之關係	162

第十五章 複數之應用

15.1	以相量代表正弦波	164
15.2	相量之複數表示法	164
15.3	複數之演算	166

第十六章 簡單之 $R.L.C.$ 電路

16.1	電阻電路	170
16.2	電感電路	172
16.3	電容電路	175
16.4	電阻與電感之串聯電路	179
16.5	電阻與電容之串聯電路	180
16.6	電阻, 電感及電容之串聯電路	182
16.7	串聯諧振電路	187
16.8	導納, 電導及電納	188

第十七章 三相交流

17.1	三相發電機	194
17.2	Y 接三相平衡電路	196
17.3	Δ 接三相平衡電路	200
17.4	三相功率之量度	203
17.5	三相輸電與單相輸電使用銅量之比較	206

第十八章 同步機及交流機之基本原理

18.1	交流機主磁場磁通之分佈	209
18.2	單相與多相發電機	210
18.3	同步機	212
18.4	機械角, 電機角, 空間角, 時間角	213
18.5	感應電勢	214
18.6	交流機之磁勢與旋轉磁場	216
18.7	繞組方式——適用於一般交流機——包括同步感應機	220

第十九章 同步機之構造

19.1	與直流機比較	224
19.2	轉磁式與轉電式	224
19.3	凸極式與全極式	225
19.4	立式與橫式發電機	226
19.5	同步機的構造	226
19.6	散熱	227

第二十章 變壓器之動作原理

20.1	變壓器的用途	229
20.2	理想變壓器	229
20.3	漏磁通	233
20.4	激磁電流與鐵損	234
20.5	等效電路	236

第二十一章 變壓器之構造

21.1	鐵 心	240
21.2	內鐵式與外鐵式之比較	241
21.3	繞 組	242
21.4	鐵(油)櫃與散熱	242
21.5	套管及呼吸器	244

第二十二章 變壓器之電壓變動率與效率

22.1	電壓變動率	246
22.2	效 率	247
22.3	變壓器參數之量度	249

第二十三章 變壓器之連接

23.1	變壓器之極性	252
23.2	變壓器之並聯	253
23.3	變壓器之 Y 接及 Δ 接之特點比較	254
23.4	Y, Δ 連接之諧波效應	256
23.5	$Y-\Delta$ 連接	256
23.6	$\Delta-Y$ 連接	257
23.7	$V-V$ 連接	258
23.8	開 Y 連接	259
23.9	$\Delta-\Delta$ 連接	259
23.10	$Y-Y$ 連接	260
23.11	$T-T$ 連接	260

23·12 三相變壓器之多相連接·····	261
-----------------------	-----

第二十四章 特殊變壓器

24·1 電壓互感器 (P.T.) 與電流互感器 (C.T.)·····	263
24·2 自耦變壓器·····	265
24·3 感應電壓調整器·····	266
24·4 三繞組變壓器·····	267

第二十五章 多相感應電動機之動作原理

25·1 基本原理·····	268
25·2 定部同步速旋轉磁場與轉差率·····	270
25·3 感應電動機與變壓器之比較·····	271
25·4 繞組電阻及漏抗·····	272
25·5 激磁電流·····	273
25·6 定部等效電路·····	274
25·7 轉部效應與轉部等效電路·····	274
25·8 電流特性曲線·····	276
25·9 轉矩特性曲線·····	277
25·10 轉部槽型對轉部電阻之影響·····	278
25·11 感應電動機之分類·····	280

第二十六章 感應電動機之構造

26·1 感應電動機之定部與同步電動機定部之比較·····	283
26·2 外殼與通風·····	283
26·3 散熱方式·····	284

26.4	保護方式	284
26.5	定部電樞鐵心與繞組	284
26.6	轉部鐵心與繞組	286

第二十七章 感應電動機的控制

27.1	控制符號	288
27.2	感應電動機之啓動方式	292
27.3	直加電源全壓啓動法	293
27.4	降壓啓動法	294
27.5	部份繞組啓動法	299
27.6	轉部繞線式啓動法	300
27.7	反 轉	301
27.8	逆轉制動(阻塞制動)與輕堆	303
27.9	動力制動	305
27.10	感應電動機速率控制	306
27.11	順序控制	308

第二十八章 單相感應電動機

28.1	單相感應電動機之雙轉磁場	313
28.2	單相感應電動機之啓動方法	316

第二十九章 電機之應用與單相換向電動機

29.1	三相感應電壓調節器	321
29.2	感應發電機	321
29.3	換向電動機之原理	322

29.4 換向電動機之分類	323
---------------------	-----

第三十章 整 流

30.1 電動發電機組	325
30.2 同步變流機	325
30.3 電子管整流器	326
30.4 單相水銀整流器	329
30.5 多相水銀整流器	330
30.6 氧化銅整流器, 硒整流器與矽整流器	332

第三十一章 電 照

31.1 光波與光照	334
31.2 電照種類	335
31.3 白熾燈	336
31.4 日光燈	337
31.5 水銀燈	341
31.6 霓虹燈	342

第三十二章 家 庭 電 器

32.1 電熱類	343
32.2 旋轉電器類	348

第三十三章 電子管與電晶體

33.1 三極管	352
33.2 四極管, 五極管	355

33.3	放大器	357
33.4	二極體與電晶體	358
33.5	電晶體放大器	362
33.6	電波傳播	363
33.7	調幅廣播 (A.M) 與調頻廣播 (F.M)	364

第一章 概 說

電工學之領域非常廣泛，諸如如何將其他形式之能量變為電能，如何將能量輸送與分配，以及如何將電能再變為其他形式之能量等，均包括在所欲討論之範圍。

1-1 電能之功用

在所有能量中，電能之用途為最廣，蓋吾人能想像到之一切能量皆可由電能變換而來，現舉數例如下：

(1) **電能可變為機械能** 如電動機、電驛及電磁鐵等，均係由電能變換為機械能者。

(2) **電能可變換為熱能** 如電灶、電爐、電熱器、電焊機及電熨斗等均為由電能變換為熱能之裝置。

(3) **電能可變換為化學能** 電池在充電時，即為電能變換為化學能之一例，此外，如伏打電池需用電以促成化學反應，而電鍍、電鍊等須由電能來產生化學反應，均須藉電能始能達電化效應之目的。

(4) **電能可變換為光能** 如電燈等即為由電能變為光能之裝置。

(5) **電能可變換為聲能** 如揚聲器等。

(6) **電能可變換為磁場能量** 如電磁鐵、電動機等須將電能先變換為磁能後始變為機械能。

如上數例，可見電能確是非常有用。電能不但易於變換，且易於控

制，而其最主要之優點乃在能量之遠距離傳輸，因其他形式之能量，如機械能、化學能及熱能等均無法傳至遠距離也。

1-2 能量的傳輸

在甲地之能量欲傳至遠距離之乙地，則所有能量必須先變換為電能後，藉輸電線將電能傳輸至乙地，於乙地再度變換成其他形式之能量，因此，電能在傳輸過程中必須有電路——輸電線（正如搬運貨物時須有道路相同）及傳輸電能之工具——電荷或電流（如搬運貨物時須要貨車一般）。如圖(1-1)(a)所示，貨車在甲地裝貨而經道路把貨物運至乙地卸貨，而以空車回至甲地再裝貨，如此不斷地循環動作即可把甲地之貨物不斷地運至乙地使用。電能之傳輸與搬運貨物之動作相同，如(b)圖所示，電荷(或電流)把電源之能量(或功率)吸收後經輸電線傳輸至負荷，把電量放出交給負荷變成其他形式之能量使用，再經另一輸電線回至電源吸收電能，如此週而復始動作即可不斷地把電能傳輸至負荷。

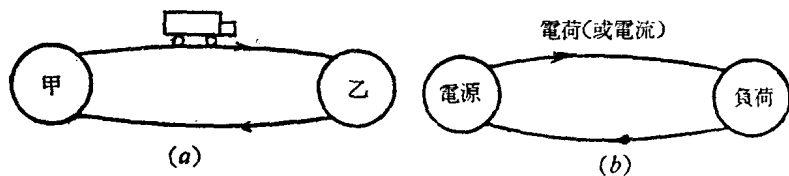


圖 1-1

1-3 電流的產生

(1) **原子之結構** 任何物質均由極小之分子所構成，若把分子再分為更小之質點，則成為原子，根據近代之電子學說，認為構成元素之原子(Atom)，係由帶正電之質子(Proton)、帶負處之電子(Electron)及不帶電之中子(Neutron)三種基本粒子所組成(其主要特性，示於表1)。