

科學圖書大庫

機器控制與控制系統

譯者 梁振坤

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

中華民國六十八年九月十日二版

機器控制與控制系統

基本定價 3.20

譯者 梁振坤 國立台灣大學電機研究所畢業

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53-2號 電話 7813686號

發行者 負責人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號

承印者 大原彩色印製企業有限公司 台北市西園路2段396巷19號
電話：3611986

譯者序

近廿年來工業的進步神速，使得控制工程在工業上的需求日益增加，工業的發展趨向於快速的自動化，往日的機械控制方式已逐漸無法滿足需求而逐漸採用電子自動控制方式。

本書主要介紹如何將控制組件使用於機械控制系統中，爲了使讀者有整體性的瞭解，書中有關機械及電機方面所必備的知識及原理均加以涉及。全書共分六大部份：基本電學原理、直流馬達、交流馬達、電感器電控制器及電源裝量、基本機械液壓及氣壓原理及自動控制等。讀者於讀完本書後即可對於控制系統有深一層的瞭解。本書極適合於初學控制系統的工業同仁做參考，同時對於欲瞭解機械自動化的讀者亦極適合。

譯者才疏學淺，書中若有疏漏之處，尚希諸先進及讀者指正是幸。

譯者謹識 1977年10月10日

基本電學原理

第一部份“基本電學”敘述電測量單位。歐姆定律與其使用及串聯與並聯電路差別，本部份亦說明串聯與並聯電路的電阻效應。如何使用電阻作分壓器及產生與使用電壓降的方法。

第二部份“基本磁學”描述如何產生磁場及如何將磁場使用於馬達、測量裝置及作電路與電氣裝置中的電阻。

第三部份“交流電流效應”描述交流電流、電壓及電流相位、自感、電感、電抗、交流電路中電容器使用及如何使用電感線圈作變壓器。

第四部份“基本電子學”扼要地敘述二極體及電晶體並說明如何用以整流及放電信號，同時亦介紹簡單的電晶體電路及如何使用電容器於此等電路中。

目 錄

譯者序

基本電學原理

第一部份 基本電學

電量單位	1
歐姆定律	2
符 號	3
串聯與並聯電路	3
電阻串聯電路	8
電阻並聯電路	9
電壓降	12
圖 表	17
分壓用電阻	25

第二部份 基本磁學

磁場的產生	30
馬達的磁場	30
量錶的磁場	31
使用磁場作自感發電機	32

第三部份 交流電流效應

交流電定義	35
電流與電壓相位關係	36
線圈的電抗	38
交流電路電容	40
電感線圈變壓器	44

第四部份 基本電子學

使用電阻作電壓控制	47
使用二極體作整流	51
電晶體	60
電晶體電路的電容	64
複習摘要	68

直流馬達

直流馬達的基本磁效應

磁場內的導線運動	73
藉換向器使電樞轉動	74
直流並激馬達	79
大直流馬達的起動	86
直流串激馬達	90
複習摘要	94

交流馬達

第一部份 交流馬達

交流馬達中的磁效應	96
磁 學	97
交流電流的產生	101
線圈於磁場內的運動	106

第二部份 交流馬達的基本型式

三相馬達	
鼠籠感應馬達	111
鼠籠式轉子	112
鼠籠式轉子的轉動	113

IV

轉速差	114	交流電用的繼電器改良	180
繞線式感應馬達	114	極化繼電器的操作	181
同步馬達	116	高功率的主繼電器與次繼電器	
單相馬達	119	控制	183
分相馬達	119	部分響應信號的旋轉	184
電容起動馬達	121	響應信號的磁放大	188
排斥式馬達	123	閘流管的響應信號	189
蔽極式馬達	126	固態整流器的響應信號	197
馬達外殼與支架	128	第三部份 電源	
軸承及潤滑	129	電流的整流與濾波	203
振動、溫度及潤滑	132	電壓調整	209
清洗與通風	132	複習摘要	212
第三部份 馬達控制		基本機械液壓及氣壓原理	
全壓起動	133	第一部份 基本機械、液壓及氣壓控制組件	
減壓起動器	135	槓桿	215
過載及欠壓保護	136	齒輪	216
起 動	137	齒輪的齒隙	216
倒轉與制動	138	凸輪	218
過載馬達	139	彈 簧	219
電裝備的接地	139	液體壓力	221
電擊的預防	140	平行流體與紊流	224
複習摘要	141	流體的功率損失	226
電感知器電控制器及電源裝置		氣體壓力	227
第一部份 電感知器		壓縮熱	228
自生式電感知器	143	第二部份 機械液壓及氣壓感知器	
可變電流感知器	148	複合棒感知器	232
數位輸出感知器	155	加速度及速率感知器	234
圖 表	159	壓力感知器	238
橋式電路感知器	170	黏度感知器	245
振盪電路感知器	176	流量感知器	248
第二部份 電控制器		第三部份 液壓、氣壓及機械控制器	
控制器響應信號的繼電器放大	179		

液壓控制器	254
氣壓控制器	257
機械控制器	259
第四部份 螺管、液壓及氣壓引動器	
螺管引動器	263
線性液壓引動器	264
旋轉式液壓引動器	265
線性氣壓引動器	266
旋轉式氣壓引動器	268
第五部份 液壓及氣壓系統	
開路及閉路液壓系統	270
液壓累積器	270

定流與定壓	272
氣壓系統	275
複習摘要	277
圖表	279

自動控制

圖表	296
自動控制程式規劃	305
字碼、字母及符號	306
數目	306
字母	311
複習摘要	313

第一部份 基本電學

圖表 1 至 12 編排於中央供參閱用，現在可將這些圖表取下另訂成一部份供閱讀時隨時參考。

電量單位

1. 電能可由兩種主要電源獲得。在家庭、在農場及工廠內所用的電能由大型發電機獲得，而閃光燈所用電能則由_____獲得。
2. 由電池所獲得的電流屬於直流電流 (d c)，直流電流恒沿_____方向流動。
3. 在家庭、農場及商業上所用的電能屬於交流電流 (a c)，即電流先沿一個_____流動然後再沿_____流動方向。
4. 電量的第一個基本單位是庫侖。
庫侖與加侖屬於同一類的測量單位；因此，庫侖屬於 (壓力 / 電量) 單位。
5. 另一個較為熟悉的電量單位叫安培 (簡寫成 “安”)，在一秒鐘內流過一庫侖的電流量就是一安培；因此安培屬於 (流率 / 壓力) 單位。
6. 第三個電量單位為電阻，流有電流的導線並非為完全導體而恒含有_____。
7. 電阻的單位是_____。
8. 試填入下表。

電池

同一

方向；另一個方向
(反方向)

電量

流率

電阻
歐姆

安培
歐姆

單位名稱	單位內含
庫侖	電量
	流率 (電流)
	電流阻抗

9. 第四個電量單位是伏特。

將一安培的電流流過一歐姆的電阻需要一伏特的推動力

力；所以，伏特是一種（量／流率／壓力）單位。

10. 欲使一安培的電流流經一歐姆的電阻所需的電壓為 _____。

11. 電壓的單位是 _____，電流的單位是 _____ 而電阻的單位則是 _____。

壓力

伏特

伏特·安培

歐姆

歐姆定律

12. 伏特·安培與歐姆的關係可以表示成數學方程式：

1 伏特 = 1 安培 × 1 歐姆（歐姆的符號是 Ω ）。

欲使 5 安培的電流流過 1 歐姆的電阻需 _____ 伏特的電壓。

5

13. 上題的敘述：伏特 = 安培 × 歐姆，稱為歐姆定律。根據歐姆定律，將 10 伏特的電壓加於 2 歐姆（10 伏特 = 安培 × 2 歐姆）上，則有 _____ 安培的電流流過。

5

14. 25 伏特的電壓於一未加歐姆數的電阻上產生 2 安培的電流。

伏特 = 安培 × 歐姆；歐姆 = ?

使用歐姆定律即可求知電阻是 _____ 歐姆。

12.5

15. 試求下列未知量。

伏 特	安 培	歐 姆
30	2	_____
_____	10	10
100	_____	50

15 (歐姆)

100 (伏特)

2 (安培)

16. 歐姆定律常表示成以下關係式：

$$E = I R$$

E 為電動勢或電壓，單位是 _____。

伏特

I 為電流強度，單位是 _____。

安培

R 為電阻，單位是 _____。

歐姆

17. 歐姆定律可以寫成：E = _____。

I R

18. 歐姆定律亦可表示成

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{及} \quad R = \frac{E}{I}$$

兩個方程式係代表相同關係但具有不同的代數表示式，
即均是 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

IR

雖然兩種形式

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{及} \quad R = \frac{E}{I}$$

均可供求解 I 或 R，但一般常將兩個已知值寫成 $E = IR$ ，使得不需再記憶分式方程式。

19. 在方程式 $E = IR$ 中，E 的單位是 ，I 的單位是 而 R 的單位則是 。

伏特
安培·歐姆

符 號

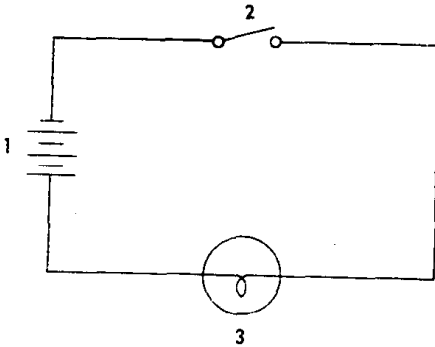
20. 有一種特殊速記法用以描述電路。

圖表 1 列舉電路的符號。

直線代表 。

導線

21. 圖示一簡單電路



此電路中(1)是 被連接至(2) 及(3) 。

電池，開關
燈泡

串聯與並聯電路

22. 上述電路中，燈泡並不被點亮，因為開關為 。

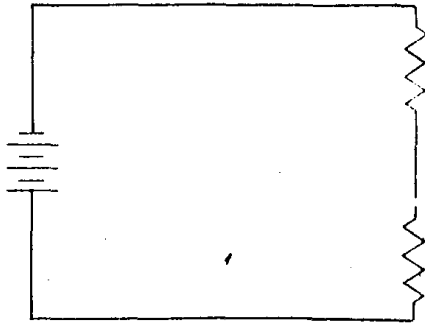
開路

23. 在上述簡單電路中，電流由電池開始流經開關而至燈泡然後流回電池。

此種可由電路任一點，開始依序經過電路的每個

組件而回至原點的電路稱為（串聯／並聯）電路。 串聯

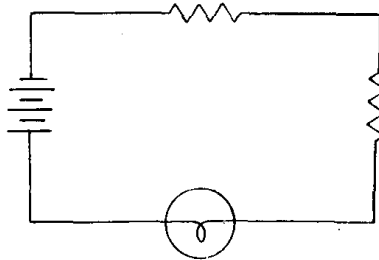
24. 圖示另一個串聯電路。



此電路由兩個 _____ 串聯連接至一個電池。

電阻

25. 見下圖電路



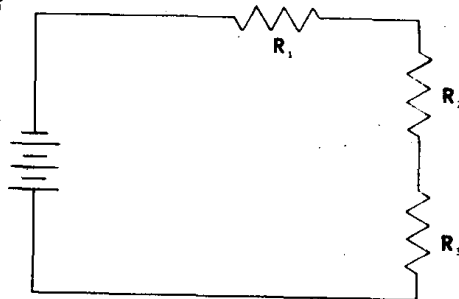
此電路的零件係連接成 _____。

串聯

26. 在以上電路中若一電荷由電池的一端流經電路而回到電池的另一端，則在串聯電路中，電路上的每一個零件均流過（相同／不同）的電流。

相同

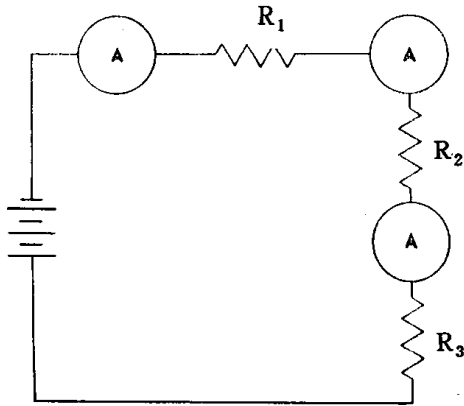
27. 見下圖電路



因為電阻 R_1 、 R_2 及 R_3 係串聯連接至電池兩端，每個零件均流過 _____ 的電流。

相同

28. 測量電流的安培計可與電路串聯，如下圖所示



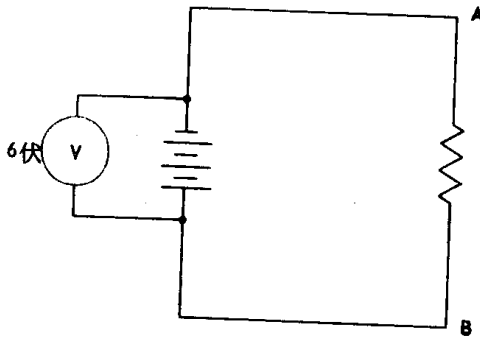
若 R_1 處的安培計讀數是 2 安培，則 R_2 處的安培計讀數是 _____ 安培，而 R_3 處的安培計讀數亦是 _____ 安培。

2, 2

29. 只要安培計被連接至串聯電路上任一點，則各安培計恒讀出 _____ 的電流。

相同

30. 在圖示電路中，伏特計被連接至（並聯）電池兩端用以測量電壓。



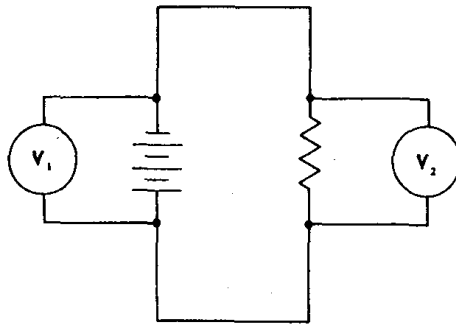
伏特計讀數為 6 伏特，若將伏特計連接於 A 與 B

點間，則其讀數是 _____ 伏特。

6

31. 將兩伏特計連接成圖示電路

6 機器控制與控制系統

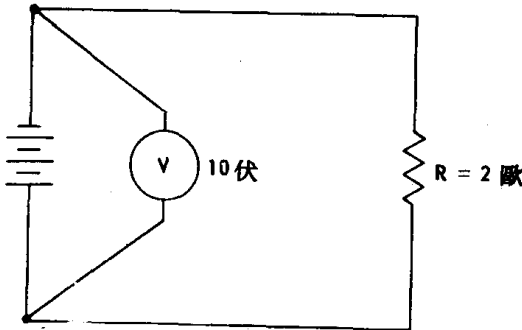


若伏特計 V_2 讀數是 10 伏特，則伏特計 V_1 的讀數必是 _____ 伏特。

32. 於上電路中，電池電壓與電阻兩端電壓是 _____

10
相同或
相等

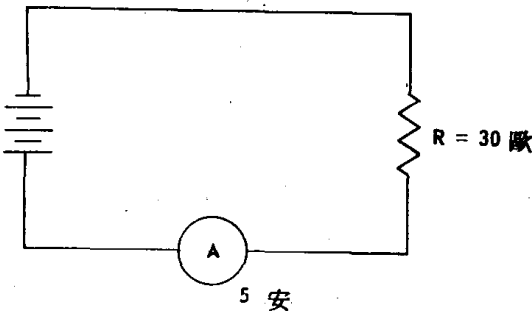
33. 見下圖電路



流經 R 的電流是 _____ 安培 ($E = IR$)。

5

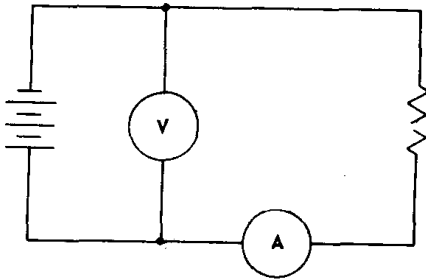
34. 計算電池的電壓



電池電壓 = _____。

150 伏特

35. 比較伏特計與安培計在電路中的連接法。



____ 是被跨接（並聯）至電池
 ____ 是被串接至其他的零件。

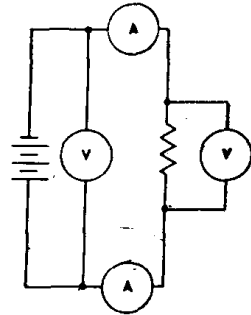
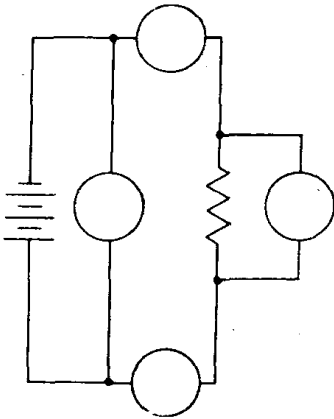
伏特計
 安培計

36. 欲測量電路的電流時須將安培計與該電路串聯，使得同樣的____ 流經安培計及電路的其他零件上。

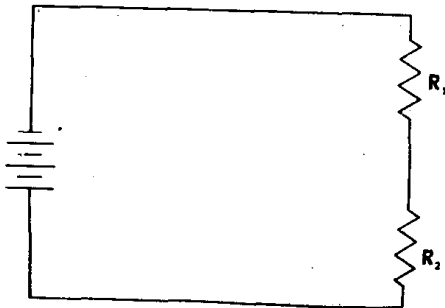
電 流

37. 伏特計必須被跨接（並聯）於欲測量電壓的零件上，此乃因為伏特計是測量電壓而非電流。

38. 將下圖中安培計的位置標以A，伏特計的位置標以V。



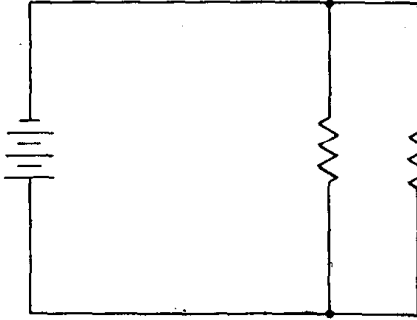
39. 見下圖電路。



此電路為(串聯/並聯)電路。

串聯

40. 圖示另一個含一個電池及二個電阻的電路。



電阻被(串聯/並聯)連接至電池上。

並聯

電阻串聯電路

41. 見圖表 2，圖 1 是由二個安培計 A_1 與 A_2 、二個開關 S_1 與 S_2 及兩個電阻 R_1 及 R_2 所組成，此等零件係彼此_____在一起。
串聯
42. 圖 1 中，若開關 S_1 及 S_2 均閉合且安培計 A_1 的讀數是 2 安培，則 A_2 的讀數必為_____安培。
2
43. 圖 1 中，若開關 S_1 開路，則安培計 A_1 及 A_2 的讀數是_____安培。
0
44. 圖 1 中，若開關 S_1 閉合而 S_2 開路，則安培計讀數是_____安培。
0
45. 在串聯電路內任一點測量流經電路的電流，其結果均(相同/不同)。
相同
46. 見圖表 2 圖 2，開關 S_1 閉合，電池的電壓是 10 伏特而電阻 R_1 為 10 歐姆，根據歐姆定律，流經電阻 R_1 的電流是_____安培。
1
47. 假定開關 S_2 閉合，電池的電壓是 10 伏特而電阻 R_2 是 5 歐姆。
由安培計 A_2 測得流經電阻 R_2 的電流應為_____安培。
2
48. 若 R_1 是 10 歐姆且 R_2 是 5 歐姆，則流經安培計

- A_1 及 A_2 的電流 (相等 / 不相等) 。 不相等
49. 串聯電路內的電流均相等。
並聯電路內各並聯支路的電流 (相等 / 不一定相等) 。 不一定相等
50. 在圖 1 中，若將開關 S_1 開路；則流經 (R_1 / R_2 / R_1 及 R_2) 的電流被切斷。 R_1 及 R_2
51. 在圖 2 中，若將開關 S_1 打開，則流經 (R_1 / R_2 / R_1 及 R_2) 的電流被切斷。 R_1
52. 若圖 1 中的開關 S_1 及 S_2 閉路時將開關 S_2 打開，則流經電阻 R_1 的電流 (繼續 / 不再) 流通。 不再
流經電阻 R_2 的電流 (繼續 / 不再) 流通。 不再
在圖 2 中若開關 S_1 及 S_2 在圖示的倒置，則電流 (流經 / 不流經) 電阻 R_1 。 流經
電流 (流經 / 不流經) 電阻 R_2 。 不流經
53. 將並聯電路的其中一支路打開將 (影響 / 不影響) 該電路上的其他支路。 不影響
54. 見圖表 3，圖 1 中 R_1 及 R_2 係串聯，電流必須流經此兩個電阻，則整個電路的電阻為此兩電阻的 _____。 和
55. 在圖 1 中，電阻 R_1 及 R_2 ($R_1 = 6$ 歐姆， $R_2 = 4$ 歐姆) 可以一個 _____ 歐姆的電阻代替而不影響電流。 10
56. 串聯電路的總電阻是 (各電阻的和 / 各電阻中的最大電阻) 各電阻的和

電阻並聯電路

57. 圖 2 中， R_1 是 6 歐姆，被連接至 24 伏特電池上，根據歐姆定律，流經 R_1 的電流必為 _____ 安培。 4
58. R_2 亦為 4 歐姆電阻，被連接至 24 伏特電池上，流經 R_2 的電流必為 _____ 安培。 6
59. 一電池在 R_2 上產生 6 安培的電流，而在 R_1 上產生 4 安培的電流。

該電池所供應的總電流是_____安培。 10

60. 根據歐姆定律，若24伏特的電池於一電阻上產生10安培的電流；則該電阻是_____歐姆。 2.4

61. 將4歐姆與6歐姆的電阻並聯而成一2.4歐姆的等效電阻。

4歐姆與6歐姆並聯後等效電阻的算法是（兩電阻的和/另外算法）

另外算法

62. 歐姆定律可被用來導出並聯電阻的有效電阻的一般計算方式。令電壓是一伏特則使用公式

$$I = \frac{E}{R}$$

一伏特電源所供應的總電流是

$$I_t = \frac{1}{R_t}$$

$$I_t = \frac{1}{R_t}$$

（其中 I_t = 總電流而 R_t = 總電阻）

63 一伏特電源流經總電阻（或有效電阻）的總電流是

$$\frac{1}{R_t}$$

總電流亦等於流經各並聯電阻的電流和，若有三個電阻 R_1 、 R_2 及 R_3 ，則各別電流可被寫成

$$I_1 = \frac{1}{R_1} \quad I_2 = \frac{1}{R_2} \quad \text{且} \quad I_3 = \frac{1}{R_3}$$

總電流成爲

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

64. 一般方程式

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

適用於不等電阻的並聯；若並聯的電阻均相等則上式可加以簡化，若 $R_1 = R_2 = R_3$ 等；則