

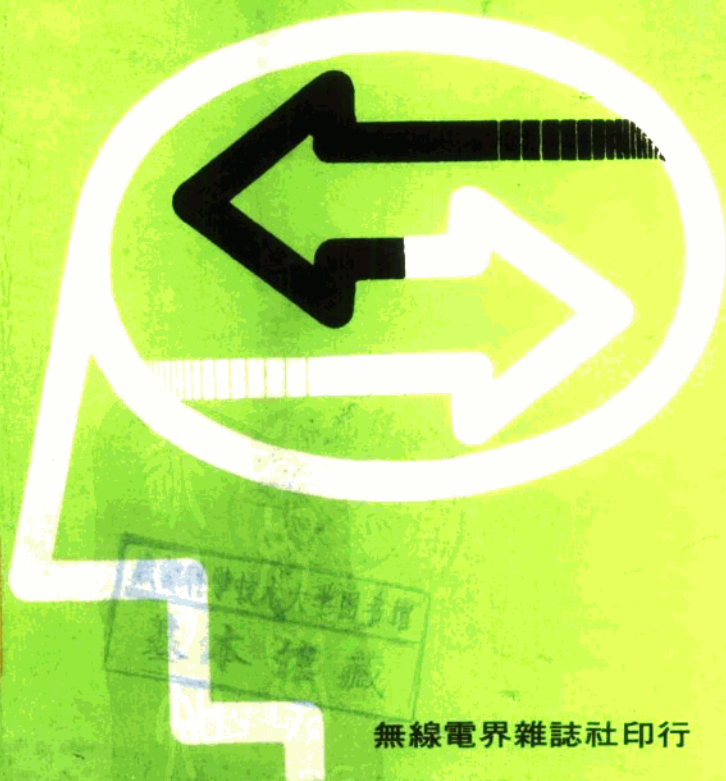
547417

電學與電子學入門叢書

電子電路
基礎講座
—5—

馬達與發電機

黃鑑村 編著



無線電界雜誌社印行

基本電學與電子學

第五卷 馬達與發電機

黃鑑村 編著

無線電界雜誌社印行

~~501~~

~~4484~~

~~T. 5~~

電學與電子學入門叢書

第五卷 馬達與發電機

中華民國六十五年六月初版

版權所有 不許翻印

特價 NT\$ 70

編著者：黃 鑑 村

發行者：無線電界雜誌社

台北市復興南路13-1號

電話：7 1 1 2 7 6 5

郵政劃撥帳戶：2 7 5 6

印刷者：中美美術印刷廠

台北市天水路32號

登記證：局版臺誌字第1026號

本叢書之序

我們生活在電學與電子學的世界中。電力爲我們帶來人造的光和熱，以及担任許多工作所需之能。電學是無線電、電視、計算機——亦即所謂「電子學」的整個領域——之基礎。

雖然我們在工藝上的進步已達到能成功地衝破太空阻碍之程度，但我們仍在不斷學習關於電學與電子學之新事物。其主要原因之一是電在某些方面是無法捉摸的。換言之，電不可依平常的方法用人類的感覺來觀察之。然而，我們能觀察電的存在所生之結果，並不斷發現用電的新方法，在電子學方面爲尤然。

電子學是一門相當新的科學。雖然我們對於電學可以追溯至富蘭克林、貝爾、及愛迪生，但電子學僅可追溯至數十年前馬可尼及德福雷斯特 (De Forest) 的發現與發展。事實上，直到有了無線電以後，電子學才真正變成一門長滿初生羽毛的科學。第二次世界大戰造成了迅速的工藝發展之需求，而長程無線電、無線電導航、雷達、聲納等得以實現。自第二次世界大戰以來的這些年中，電子學已有不斷的迅速發展；實際上，由於其發展步調如此之迅速，以致教育與訓練之設施難以追隨。

電子科學已擴展至如此的寬度與深度，以致其現在確爲各項專門工藝之併合。誠然，這些個別的工程都是基於相同的基本原理——由於教材和教授法的關係，這些原理一直都難以了解。

本叢書共分五卷，代表邁向電學與電子學原理的統一而簡單的途徑之一主要步驟。本叢書利用現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容係設計作為一標準課程者。更有進者，本叢書有特殊設計之版式，以資作為一自教之工具；因之，教師使用本叢書作為教科書，則其教授方法可較以往客觀，而收效也要大得多。

雖然本書之每一卷都已予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本知識。不過，僅需要對本科目習得相當簡單概念的讀者也可以只讀第一卷，而不用其他各卷。

第二卷講基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以僅用此書作為電路基礎學之一般教科書。

第三卷為關於真空管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書——試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

各位作者、編者、及顧問對本書貢獻良多。他們希

望本書可作為期待已久之標準教科書，而用以作為自教之指引，或用於任何需要了解電學與電子學原理之訓練中。

無線電界雜誌社

謝啟

謹以至誠，對參與本叢書準備，資料蒐集，及編輯之全體人員深致謝忱。若無諸君之寶貴貢獻，則本叢書不可能編成。

美國海軍電子學校教育專員孟尼士先生 (Bernard C. Monnes) 對本叢書之寫作、編排、及最後審核方面尤具卓越之貢獻，茲向孟先生表達最大之謝意。本叢書之最後定稿工作，不論在技術內容及教育價值，均主要地得力於孟先生的孜孜不倦，負責不懈之精神。

美國海軍史起模 (Ashley G. Skidmore) 先生及韋爾里上尉 (Lt. Loren Worley) 對本叢書之原始準備及協同編輯貢獻甚多，茲並伸謝忱。艾仁 (Irene) 及古席士 (Don Koosis)、孟久 (Raymond Mungiu)、諾佛尼 (George V. Novotny)、及布萊特 (Robert J. Brite) 諸君提供技術寫作，並對規劃表達方法貢獻良多，合併致謝。而史耐德 (Robert L. Snyder) 先生對於本叢書之初步準備及編組工作，尤應特別致謝。

本計劃學習叢書的最初構想則應歸功於訓練與重訓練公司 (Training & Retraining Inc.) 的職員希夫曼先生 (Stanley B. Schiffman)。

最後，謹向出版部之編輯同仁表達特別之謝忱，因為他們的寶貴協助已超乎出版者與著作者的平常關係之外。

本講座的主要內容 全五卷

本講座共分五卷，以簡明的敘述統一介紹電學與電子學的原理，採取現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容之設計係作為一完整標準課程之構想，使學者在研讀五卷之全部內容，而獲得電子科學之基本知識更有進者，本講座有特殊設計之版式，以資作自學之工具，因之，教師如採用本書作為教科書，則其教授方法，可較以往客觀且收效宏大。

雖然本講座之每一卷都予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。

第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本原理。

第二卷講解基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以用此書作為電路基礎之一般教科書。

第三卷為關於電子管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書。試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

第五卷

馬達與發電機

目錄

第一章 瞭解基本原理	頁數
第 1 — 1 節 電之來源.....	(7)
第 1 — 2 節 電能之產生.....	(7)
第 1 — 3 節 電力廠之位置.....	(10)
第 1 — 4 節 馬達是什麼.....	(11)
第 1 — 5 節 交流及直流發電機.....	(15)
第 1 — 6 節 直流馬達.....	(21)
第二章 直流發電機	
第 2 — 1 節 構造.....	(25)
第 2 — 2 節 電樞心子.....	(32)
第 2 — 3 節 電樞線圈.....	(34)
第 2 — 4 節 極片.....	(38)
第 2 — 5 節 分別激勵式 (他勵式) 發電機.....	(39)
第 2 — 6 節 自勵式發電機.....	(40)
第 2 — 7 節 發電機之損失.....	(45)
第 2 — 8 節 電樞反應.....	(47)

第 2—9 節	串勵直流發電機之特性.....	(51)
第 2—10 節	分勵式直流發電機之特性.....	(53)
第 2—11 節	複勵式直流發電機之特性.....	(55)
第 2—12 節	自動電壓規整.....	(57)
第 2—13 節	直流發電機之並聯工作.....	(59)
第 2—14 節	修護.....	(61)

第三章 直流馬達

第 3—1 節	基本直流馬達之連接.....	(67)
第 3—2 節	電樞損失.....	(69)
第 3—3 節	電樞反應.....	(69)
第 3—4 節	反電動力.....	(70)
第 3—5 節	直流分勵式馬達.....	(70)
第 3—6 節	直流串勵式馬達.....	(72)
第 3—7 節	直流複勵式馬達.....	(74)
第 3—8 節	人工起動器.....	(76)
第 3—9 節	自動起動器.....	(78)
第 3—10 節	繼電器.....	(80)
第 3—11 節	馬達之效率.....	(83)
第 3—12 節	速率控制.....	(85)

第四章 交流發電機

第 4—1 節	交流發電機.....	(91)
第 4—2 節	同步交流發電機.....	(92)
第 4—3 節	感應發電機.....	(94)

第 4 — 4 節	單相及多相.....	(95)
第 4 — 5 節	發電機之定額.....	(99)
第 4 — 6 節	電樞反應.....	(100)
第 4 — 7 節	頻率.....	(101)
第 4 — 8 節	頻率控制.....	(101)
第 4 — 9 節	電壓規整.....	(102)
第 4 — 10 節	電壓規整器.....	(104)
第 4 — 11 節	並聯應用.....	(106)
第五章 交流馬達		
第 5 — 1 節	三相磁場.....	(113)
第 5 — 2 節	同步馬達.....	(114)
第 5 — 3 節	功率因數.....	(115)
第 5 — 4 節	多相感應馬達.....	(116)
第 5 — 5 節	滑差.....	(119)
第 5 — 6 節	單相交流馬達.....	(122)
第 5 — 7 節	感應馬達之起動.....	(130)
第六章 三相制		
第 6 — 1 節	三相發電機及配電.....	(135)
第 6 — 2 節	Y 形連接.....	(138)
第 6 — 3 節	三角接法.....	(146)
第 6 — 4 節	功率之測量.....	(148)
第 6 — 5 節	變壓器之連接.....	(152)
第七章 電力變換		

第 7 — 1 節	交換之需要.....	(159)
第 7 — 2 節	直流至交流變換器.....	(159)
第 7 — 3 節	直流至直流變換器.....	(162)
第 7 — 4 節	交流至直流變換器.....	(164)
第 7 — 5 節	頻率變換.....	(170)

第八章 伺服控制系統

第 8 — 1 節	甚麼是伺服控制系統.....	(177)
第 8 — 2 節	伺服之原理.....	(177)
第 8 — 3 節	開式及閉式伺服系統.....	(180)
第 8 — 4 節	工作原理.....	(182)
第 8 — 5 節	伺服馬達.....	(184)
第 8 — 6 節	伺服放大器.....	(186)
第 8 — 7 節	電機械直流伺服放大器.....	(190)
第 8 — 8 節	交流伺服放大器.....	(192)
第 8 — 9 節	輸入控制功能部.....	(195)
第 8 — 10 節	同步器之基本原理.....	(198)
第 8 — 11 節	同步發送機及接收機系統.....	(202)
第 8 — 12 節	差異同步機.....	(204)
第 8 — 13 節	同步控制變壓器.....	(206)
第 8 — 14 節	完整之伺服系統.....	(209)
第 8 — 15 節	伺服系統之應用.....	(210)

本叢書之序

我們生活在電學與電子學的世界中。電力爲我們帶來人造的光和熱，以及担任許多工作所需之能。電學是無線電、電視、計算機——亦即所謂「電子學」的整個領域——之基礎。

雖然我們在工藝上的進步已達到能成功地衝破太空阻碍之程度，但我們仍在不斷學習關於電學與電子學之新事物。其主要原因之一是電在某些方面是無法捉摸的。換言之，電不可依平常的方法用人類的感覺來觀察之。然而，我們能觀察電的存在所生之結果，並不斷發現用電的新方法，在電子學方面爲尤然。

電子學是一門相當新的科學。雖然我們對於電學可以追溯至富蘭克林、貝爾、及愛迪生，但電子學僅可追溯至數十年前馬可尼及德福雷斯特 (De Forest) 的發現與發展。事實上，直到有了無線電以後，電子學才真正變成一門長滿初生羽毛的科學。第二次世界大戰造成了迅速的工藝發展之需求，而長程無線電、無線電導航、雷達、聲納等得以實現。自第二次世界大戰以來的這些年中，電子學已有不斷的迅速發展；實際上，由於其發展步調如此之迅速，以致教育與訓練之設施難以追隨。

電子科學已擴展至如此的寬度與深度，以致其現在確爲各項專門工藝之併合。誠然，這些個別的工程都是基於相同的基本原理——由於教材和教授法的關係，這些原理一直都難以了解。

本叢書共分五卷，代表邁向電學與電子學原理的統一而簡單的途徑之一主要步驟。本叢書利用現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容係設計作為一標準課程者。更有進者，本叢書有特殊設計之版式，以資作為一自教之工具；因之，教師使用本叢書作為教科書，則其教授方法可較以往客觀，而收效也要大得多。

雖然本書之每一卷都已予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本知識。不過，僅需要對本科目習得相當簡單概念的讀者也可以只讀第一卷，而不用其他各卷。

第二卷講基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以僅用此書作為電路基礎學之一般教科書。

第三卷為關於真空管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書——試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

各位作者、編者、及顧問對本書貢獻良多。他們希

望本書可作為期待已久之標準教科書，而用以作為自教之指引，或用於任何需要了解電學與電子學原理之訓練中。

無線電界雜誌社

謝啟

謹以至誠，對參與本叢書準備，資料蒐集，及編輯之全體人員深致謝忱。若無諸君之寶貴貢獻，則本叢書不可能編成。

美國海軍電子學校教育專員孟尼士先生 (Bernard C. Monnes) 對本叢書之寫作、編排、及最後審核方面尤具卓越之貢獻，茲向孟先生表達最大之謝意。本叢書之最後定稿工作，不論在技術內容及教育價值，均主要地得力於孟先生的孜孜不倦，負責不懈之精神。

美國海軍史起模 (Ashley G. Skidmore) 先生及韋爾里上尉 (Lt. Loren Worley) 對本叢書之原始準備及協同編輯貢獻甚多，茲並伸謝忱。艾仁 (Irene) 及古席士 (Don Koosis)、孟久 (Raymond Mungiu)、諾佛尼 (George V. Novotny)、及布萊特 (Robert J. Brite) 諸君提供技術寫作，並對規劃表達方法貢獻良多，合併致謝。而史耐德 (Robert L. Snyder) 先生對於本叢書之初步準備及編組工作，尤應特別致謝。

本計劃學習叢書的最初構想則應歸功於訓練與重訓練公司 (Training & Retraining, Inc.) 的職員希夫曼先生 (Stanley B. Schiffman)。

最後，謹向出版部之編輯同仁表達特別之謝忱，因為他們的寶貴協助已超乎出版者與著作者的平常關係之外。

無線電界雜誌社 主編黃鑑村

第五卷 馬達與發電機

引言

這是本叢書的第五卷，亦即最後一卷，其中要講的是交流及直流馬達與發電機之原理。課文之設計着眼在使讀者徹底瞭解馬達和發電機的基本原理。對每種機器的特性均有提供，以使學生能將每種機器與實際應用相關聯。用此方法，讀者的興趣就可以維持，而所提之資料有實際價值。

你將學些甚麼

你將見到馬達和發電機之動作如何依賴你已學過的基本電學原理。你將見到這些原理如何付諸應用而以電的機器來執行其任務。

首先你將學到變機械能為電能及變電能為機械能之方法。整流子(commutator)、滑環(slip ring)、扭力、左手定則、電刷、電樞、及許多其他名詞均將予解釋。

直流發電機將予詳細討論。構造詳情將予提供，包括軸承、電樞心子等。波形繞法(wave winding)、及簡單(單式)(simplex)、双重(双分)(duplex)、及三重(三分)疊繞法(triplex lap winding)均將予解釋。他勵式、分勵式、串勵式、及複勵式之發電機，以及各種損失(銅損失、渦流損失、及磁滯損失)均將予講解。你將學到關於電樞反應之知識及用以反抗此種反應之方法。將諸直流發電機並聯之方法將予提供，維護技術也將予講解。