

## 電動機械實驗 (Electrical Machinery Laboratory) (EE384000)

### 一、課程說明 (Course Description)

#### 1. 課程宗旨 (Course Purposes)

此實驗課程旨在使同學了解電動機械靜止型與運動型裝置之操作原理與特性，最好是先修正課，如未修過電動機械而真有意願者（需有電機系背景，修過如電路學、邏輯設計、電子學、電磁學等基礎科目）也可參與，會藉由講解讓實驗順利連貫進行，亦會儘量以 IC-based 電路從事馬達及電力裝置之 SoC (System on Chip) 實驗。

The major purpose of this experimental course is to let the students understand the operation principles and characteristics of some static and rotational electromagnetic devices. The participated students are suggested to take the pre-requested course "Electric Machinery". In each experiment item, the technical details will be explained completely. In addition to the basic operation characteristics, the experiments concerning IC-based and SoC-based plants and motor drives will also be arranged as far as possible.

#### 2. 實驗內容 (Contents) :

- (1) 功率半導體元件概要 (Overview of power semiconductor devices)。
- (2) 步進馬達之驅動控制 (以分離電路及 IC 組裝) (Stepping motor driving control):  
此類馬達常用於電腦周邊裝置如磁碟機、資訊裝置、半導體製程機具等。
- (3) 直流無刷馬達及一些應用於電腦周邊致動器用馬達之驅動控制 (以分離電路及 IC 組裝) (Brushless DC motor and other motors used in computer peripherals, information devices and manufacturing equipments)。
- (4) 電子式日光燈及冷陰極螢光燈用安定器 (Electronic ballasts for fluorescent lamps and cold-fluorescent lamps):  
此類變頻點燈電路亦常見於液晶顯示器之背光照明、汽車頭燈等。
- (5) 變壓器之穩態及暫態特性 (Power transformer static and transient characteristics)。
- (6) 電力系統之傳輸特性及電力品質量測 (Measurements of power transmission characteristics and power quality parameters)。
- (7) 永磁直流馬達之電力電子速度控制 (以分離電路及 IC 組裝) (Power electronic speed control for permanent-magnet DC motor):  
此類馬達常用於電腦週邊裝置、資訊裝置、玩具等。
- (8) 單相感應機之電力電子速度控制 (以分離電路及 IC 組裝) (Power electronic speed control for single-phase AC motor):  
此類馬達常用於家電電器、散熱扇、壓縮機、冷氣機等。
- (9) 直流發電機基本操作特性 (DC generator operation characteristics)。
- (10) 直流馬達基本操作特性 (DC motor operation characteristics)。
- (11) 工業控制配電 (Industrial control distribution)。
- (12) 同步發電機基本操作特性 (Three-phase synchronous generator operation characteristics)。
- (13) 同步馬達基本操作特性 (Three-phase synchronous motor operation characteristics)。
- (14) 三相感應馬達基本操作特性 (Three-phase induction motor operation characteristics)。
- (15) 三相感應發電機基本操作特性 (Three-phase induction generator operation characteristics)。
- (16) 單相感應馬達基本操作特性 (Single-phase motors operation characteristics)。

二、指定用書 (Text Books) : 以講義進行之 (Lecture notes)。

#### 三、參考書籍 (References) :

- [1] P.C. Sen, " Principles of Electric Machines and Power Electronics," 2nd Edition, 1996.
- [2] A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr. and Stephen D. Umans, *Electric Machinery, 6/e*, McGraw-Hill Higher Education, 2003.
- [3] Stephen Chapman, *Electric Machinery Fundamentals*, McGraw-Hill, 2003.
- [4] Charles A. Gross, *Electric machines*, CRC Press, 2006.
- [5] James L. Kirtley, *Electric Power Principles: Sources, Conversion, Distribution and Use*, John Wiley, 2010.

四、教學方式 (Teaching Method) : 講解後實驗。

五、教學進度 (Syllabus) : 開學後第一週課上介紹課程內容、進行方式與進度。

六、成績考核 (Evaluation) : 報告、期中考、期末考。

七、可連結之網頁位址

- (1) <http://www.ee.nthu.edu.tw/ycchang/>
- (2) 教學資料及講義會於課中發放。

## 電動機械實驗簡介 (EE384000)

### (Introduction to Electrical Machinery Laboratory)

**電動機械實驗**旨在從事：電力系統基本特性實驗、電力品質基本特性實驗、工業控制配電實驗、變壓器實驗、各式旋轉電機特性實驗、電力電子基本電路特性實驗、馬達固態驅動控制實驗、及 SoC (System on Chip) 馬達驅動控制實驗等。在實驗進行前均先從事相關基礎知識之介紹。與電力電子電路有關之實驗項目在電子電路實驗室 (台達館 220) 進行，為二人一組；而電機之特性實驗在電動機械實驗室 (資電館 103 室) 進行，為五人 (或四人) 一組。講解課在電動機械實驗室 (資電館 103 室) 或資電館 104 教室進行；考試另找教室進行。以下為暫訂之電動機械實驗課程大綱，視情況再做改善修訂。

#### 電動機械實驗課程大綱

項 目	內 容
1、步進馬達驅動控制	(1) 組立全步或半步驅動電路；(2) 組立以 Hybrid IC 為主之驅動電路；(3) 觀測驅動特性、電流響應加速特性等。
2、電子式照明	<b>A. 電子式日光 (螢光) 燈 (Fluorescent lamp) :</b> (1) 了解電氣照明燈具之演進，T8 及 T5 日光燈、螺旋式螢光省電燈泡 (Compact fluorescent light, CFL)、LED 燈管等；(2) 了解並組立傳統日光燈安定器並量測其特性；(3) 組立與量測電子式日光燈安定器並量測其特性；(4) 比較傳統與電子式日光燈安定器。 <b>B. 冷陰極螢光燈 (Cold cathode fluorescent lamp, CCFL) 驅動電路:</b> (1) 瞭解冷陰極螢光燈之結構與點燈特性；(2) 組立 CCFL 之 IC-based 驅動電路；(3) 量測觀察所組立 IC-based CCFL 燈具之特性。
3、變壓器	(1) 絕緣電阻測試；(2) 極性測試；(3) 激磁電流波形及頻譜；(4) 湧浪電流 (Inrush current) 及消磁之暫態特性量測；(5) B-H 曲線測試；(6) 等效電路參數量測及效率量測；(7) 三相連接及其特性量測；(8) 變壓器之特殊連接 (Scott-T 接之三相變兩相變壓器) 及其特性量測。
4、電力傳輸特性與電力品質量測	(1) 單線圖與實際配線圖之認識；(2) 電力系統等效電路參數量測；(3) 傳輸功因、效率、壓降、諧波等電力品質量測；(4) 功因之改善；(5) Y-Y 連接之有關問題 (諧波特性及中性點浮動現象等)；(6) 漏電斷路器之工作原理；(7) 環境磁場之量測。
5、直流馬達之固態(電力電子)速度控制	(1) 電力電子簡介 (功率半導體概要)；(2) 開流體相位驅動電路之組裝、速度對導通角關係之量測、各電路中波形之量測；(3) 以 BJT 為主之 PWM 速度控制驅動電路之組裝、速度對 Duty ratio 關係之量測、各電路波形之量測。
6、單相感應馬達之固態 (電力電子) 相位速度控制 (或 PWM 控制 (Optional))	(1) 交流開流體或雙向開流體 (Triode AC semiconductor switch, TRIAC) 及單接面電晶體 (Uni-junction Transistor, UJT) 簡介；(2) TRIAC 為主相位調控之調光控制；(3) 電容感應馬達之轉向控制 (應用 TRIAC)；(4) 電容感應馬達之速度控制 (應用 TRIAC)。 (以下為 Optional)：(5) 組裝單極切換 PWM 馬達速度驅動電路；(6) 瞭解 MOSFET 之驅動控制特性；(7) 量測改變幅度調制指數 $m_a$ (改變電壓) 對速度之特性；(8) 量測改變頻率調制指數 $m_f$ (改變頻率) 對速度之特性。
7、直流發電機	(1) 激磁特性 (內部特性或開路電壓特性) 量測；(2) 各式發電機負載特性 (端電壓特性) 量測比較。
8、直流馬達	(1) 各式馬達之轉速與轉矩特性；(2) 各式馬達之電流與轉矩特性；(3) 啟動特性。
9、工業控制配電	(1) 工業配電元件之認識；(2) 工業配線圖之認識；(3) 工業控制配電及特性實驗：三相感應馬達正反轉順序控制配電。
10、同步發電機	(1) 無載測試；(2) 短路測試；(3) 負載特性測試 (含電阻性、電感性、電容性負載)；(4) 並聯之步驟。
11、同步馬達	(1) 啟動步驟；(2) 同步馬達 V 曲線之量測。
12、三相感應馬達	(1) Y- $\Delta$ 啟動步驟；(2) 轉矩-轉速特性曲線；(3) 無載及堵住測試以估測等效電路參數及效率；(4) 繞線式感應馬達之轉子電阻對 Torque-speed 曲線之影響。
13、三相感應發電機 (風力鼠籠式感應發電機)	(1) 激磁特性及磁化電感量測；(2) 電壓建立 (內部特性或開路電壓特性) 特性；(3) 負載特性 (端電壓特性) 量測。
14、單相感應馬達	(1) 啟動；(2) 電容啟動/運轉單相感應馬達之 Torque-speed 曲線。

## 電動機械實驗室 (Electrical Machinery Laboratory) (大學部) EECS 103

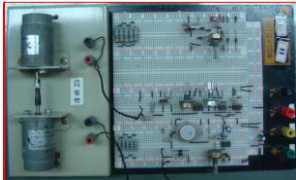
1. 支援課程：電動機械實驗 (EE384000) (正課：電動機械 (EE382000))
2. 其他有關課程：
  - ❖ 大學部：電力電子、電機控制、實作專題、電力系統。
  - ❖ 研究所：高等電機理論、固態電機控制、固態能量轉換。
3. 課程宗旨：此實驗課程旨在使同學了解電動機械靜止型與運動型裝置之操作原理與特性，亦儘量以IC-based 電路從事馬達及電力裝置之SoC實驗。

### 4. 實驗項目：

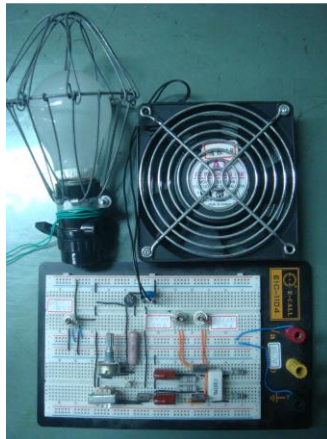
- (1) 步進馬達驅動控制(Stepping motor driving control)。(2) 電子式照明(Electronic fluorescent lamp)：
  - (a) 電子式日光燈；
  - (b) 冷陰極螢光燈。
- (3) 變壓器 (Transformers)。(4) 電力傳輸特性與電力品質量測(Power transmission characteristics and power quality measurements)。(5) 直流馬達之固態(電力電子)速度控制(Power electronic speed control for DC motor drive)。(6) 單相感應馬達之固態(電力電子)反轉及速度控制 (Reversible running and power electronic speed control experiments of single-phase induction motors)。(7) 直流發電機 (DC generators)。(8) 直流馬達 (DC motors)。(9) 工業控制配電(Industrial control distribution) (三相感應馬達正反轉順序控制配電)。(10) 三相同步發電機 (Three-phase Synchronous generators)。(11) 三相同步馬達(Synchronous motors)。(12) 三相感應馬達 (Three-phase induction motors)。(13) 三相感應發電機(Three-phase induction generators) (風力鼠籠式感應發電機)。(14) 單相感應馬達(Single-phase induction motors)。

### 5. 實驗設備：

直流馬達電力電子速度控制



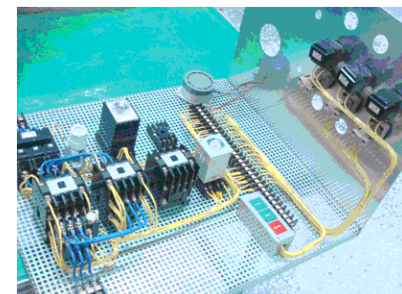
單相感應馬達  
電力電子速度控制



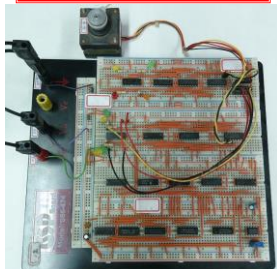
變壓器



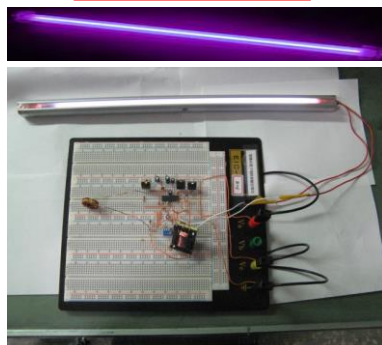
工業控制配電



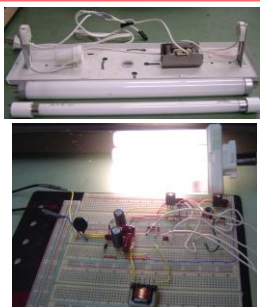
步進馬達驅動控制



冷陰極螢光燈實驗



熱陰極螢光燈照器具實驗



馬達/發電機實驗機台

