

科學圖書大庫

基礎交流電路

譯者 邱明義 廖秀雄 廖財昌

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

基礎交流電路

譯者 邱明義 廖秀雄 廖財昌

徐氏基金會出版

譯 序

交流電路學係學習電機有關人員所必修習之專業科目，本書不以生澀的文字敘述理論，而以簡潔新穎之方式，針對基本的交流電路理論作有系統的介紹，務使讀者對交流電之觀念落實生根。因此不但適於學習電機者研讀，亦可作一般人員之參考。

筆者於公餘譯成本書，百密一疏，或有謬誤之處，請不吝指正。

廖 秀 雄

廖 財 昌 謹識於台北

邱 明 義

原 序

本書乃專為連續學習基本電學的人所設計。它提供了分析及應用交流電路所需的一般知識、理論以及解決問題的技巧，從最簡單到最複雜的。它的目標是使對研究基本電學的觀念和原理有興趣的人能因本書而紮下穩固的基礎，因此而能在機會來臨時更進一步地作有關物理學、電子學、計算機科學及其他工程方面的研究。本書乃專為課堂上課的學生、教師以及自學者所設計編寫的教科書。它的編寫方式除了能使讀者儘快獲得分析交流電路所需的知識外也能使讀者獲得使用於這類分析的一些測量技巧。每一課的前面都有一個明確的目標，它列舉了讀者在完成該課以後所應該知道的知識或應該會做的事。

雖然本書的讀者在研習交流電路之前即應對簡單的代數及直流電路都已有了基本上的瞭解，本書在介紹新概念、術語及必要的數學時都會視需要而伴以圖解式的例題。計算的過程都很詳細地一步一步列出以便使代數使用方法、指數的使用以及冪數的用法等能夠輕易地為讀者所瞭解。

本書首先介紹交流電流，交流電壓的產生方式及為何用正弦波能說明交流電壓及其電路所形成的交流電流的特性。

由於示波器為觀測交流電壓及交流電流的基本工具因此在進行電阻性交流電路分析之前有一課程來介紹它。

在課程中討論了一些關於電容及電感的新觀念及其在交流電路中的動作。接著介紹了相關的電阻—電容性及電阻—電感性串並聯電路的分析技巧。在介紹電感的課程中包含了有關互感及變壓器的重要討論。

由於在變動電壓及變動電流的電路中電容和電感的反應對分析交流電路非常重要，因此有一課程專門討論電阻—電容性及電阻—電感性電

路中的時間常數。

以前面幾個課程為基礎接著介紹較為複雜的電路分析，這些電路包括電阻性、電容性及電感性元件的串聯、並聯及串並聯組合電路。分析方法以利用虛數相量代數法代替了直角三角形分析法以提供分析最複雜的交流電路的技巧。

本書最後討論了交流電路中的共振現象。

本書的編寫方式並不是以完整的數學證明方式來支持理論而是僅作基本概念的說明以使讀者能夠瞭解電的實際應用方法。

本書的特點

誠如本書序言中所說明的，本書主要是為學習基本電學的人所設計，它已假設本書讀者已具備了直流電路原理方面的基本知識並已有包含了代數在內的數學基礎。

本書具有下列特點，它的設計目標是在幫助讀者更有效地學習分析交流電路的原理。

1. 在每個課程前面列出了詳細的目標。這些目標告訴讀者在完成該課程後應該要會的新知識。我們建議讀者在進入課程前要先閱讀這些目標。
2. 在每個課程後面都附有三個分析性教材以幫助讀者更充分瞭解基本概念以及該課程中所介紹的原理及技巧的應用。第一個部分是一套示範性的例題，在例題中都有一步一步的詳細解答。這些例題將該課中所介紹的理論實際應用在交流電路中。利用這種方式可使讀者從基本概念的瞭解中引向這些概念的運用以解決實際交流電路中的問題。

第二個部分是一套練習題，它的答案附在本書後面。這些練習題可使讀者有機會嘗試使用新學到的知識並可測出讀者使用這些知識的正確程度。

最後的部分是一套測驗題，它的答案附在本書後面。這些測驗題在相當短的時間內即可完成，它可顯示出讀者在那方面已精通以及那方面需要加強。

目 錄

譯 序	I
原 序	II
本書的特點	IV
第一課 交流電介紹	1
目 標	2
引 言	3
直流電和交流電波形的對比	9
交流電波形的產生	11
波形週波數的辨認	16
波形頻率的計算	22
波形週期的計算	23
由週期計算出頻率	25
總 結	26
示範例題	27
練習題	33
測驗題	37
第二課 交流電與正弦波	41
目 標	42
頻率和週期之間關係的複習	43

波幅之標示法.....	45
正弦波與正弦三角函數.....	56
0°到90°三角函數表的使用.....	67
總 結.....	77
示範例題.....	78
練習題.....	82
測驗題.....	85
第三課 示波器及其使用.....	89
目 標.....	90
引 言.....	91
基本示波器.....	93
主結構控制.....	99
垂直控制.....	102
水平控制.....	112
交流波形的量測.....	116
總 結.....	119
示範例題.....	120
練習題.....	123
測驗題.....	128
第四課 正弦波及相位.....	137
目 標.....	138
引 言.....	139
電氣角度點之瞬間值.....	140
在某時間間距點的瞬間值.....	149
弧 度.....	154
相位關係.....	156
總 結.....	174
示範例題.....	175

練習題·····	181
測驗題·····	185
第五課 電阻性電路 ·····	187
目 標·····	188
基本概念複習·····	189
電路分析·····	199
功率消耗·····	213
總 結·····	216
示範例題·····	217
練習題·····	223
測驗題·····	225
第六課 電 容 ·····	227
目 標·····	228
引 言·····	229
電容的特性·····	229
電容器在物理上之說明·····	229
電容器之電容值·····	234
電容器之種類·····	239
電阻與電容之比較·····	244
電容電路相位關係·····	247
頻率與電容性阻抗之相互關係·····	251
電容抗·····	252
串聯及並聯電容抗·····	256
串聯和並聯電容量·····	260
串聯和並聯電容電路分析·····	263
總 結·····	272
示範例題·····	274
練習題·····	283

測驗題	287
第七課 R C 電路分析	291
目 標	292
引 言	293
串聯 R C 電路的相位關係	293
向量加法	297
向量之解	302
串聯 R C 電路分析	305
電阻及電抗電路之功率計算	317
並聯 R C 電路分析	320
並聯 R C 電路分析	328
並聯 R C 電路之功率計算	332
總 結	336
示範例題	337
練習題	344
測驗題	347
第八課 電感與變壓器	351
目 標	352
引 言	353
電磁特性	
電感之性質	357
電路中之電感	365
串聯及並聯電感器	372
互 感	374
變壓器	379
電感抗	393
串聯與並聯電感器之交流電路	399

總 結	405
示範例題	406
練習題	413
測驗題	417
第九課 R L 電路分析	421
目 標	422
引 言	423
串聯 R L 電路	423
並聯 R L 電路	442
線圈之 Q 值	453
總 結	456
示範例題	457
練習題	461
測驗題	463
第十課 R C 及 R L 時間常數	467
目 標	468
引 言	469
直流 R C 電路分析：充電循環	469
R C 直流電路分析：放電循環	474
R C 時間常數	478
通用時間常數表	481
直流 R L 電路分析：電流增加之抑制	493
直流 R L 電路分析：電流減少之抑制	498
R L 時間常數	500
R L 時間常數之定義	501
UTCC 與直流 R L 電路	502
總 結	507

示範例題	508
練習題	512
測驗題	514
第十一課 R L C 電路分析	517
目 標	518
引 言	519
R L C 串聯電路摘要	519
串聯 R L C 電路之分析	530
並聯 R L C 電路摘要	535
一個並聯 R L C 電路之分析	541
總 結	546
示範例題	547
練習題	552
測驗題	554
第十二課 相量代數	557
目 標	558
引 言	559
相量代數之介紹	559
交流電路分析之 j 算子應用	575
總 結	588
示範例題	589
練習題	594
測驗題	597
第十三課 複合 R L C 電路分析	599
目 標	600
引 言	601
以 j 算子表示阻抗	601

直角座標之複數數學運算.....	606
極座標形之乘法與除法.....	609
直角座標及極座標之運用.....	610
運用 j 算子符號分析電路.....	611
總 結.....	624
示範例題.....	625
練習題.....	630
測驗題.....	634
第十四課 共 振	637
目 標.....	638
引 言.....	639
共振之觀念.....	639
串聯共振.....	643
串聯共振電路例題.....	648
頻帶寬.....	654
改變頻率響應.....	658
並聯共振.....	662
並聯共振電路例題.....	668
改變頻率響應.....	674
總 結.....	676
課程總結.....	677
示範例題.....	678
練習題.....	684
測驗題.....	689
練習題答案.....	691
測驗題答案.....	710

附 錄

附錄一	單位轉換表	722
附錄二	希臘字母	727
附錄三	基本電路符號	728
附錄四	基礎直流電學的基本公式	729
附錄五	基礎交流電學的基本公式	730
附錄六	直角三角形的知識與等值第一象限角	732
附錄七	$0 \sim 90^\circ$ 三角函數	733
附錄八	如何使用平方根表	734
附錄九	利用計算機開平方根	737
附錄十	冪數法及十進制字首	738
附錄十一	通用時間常數曲線圖	739
附錄十二	峯幅值、峯對峯幅值以及 R M S 值轉換表	742
附錄十三	共 振	743
附錄十四	色 碼	744
字 彙		752

第一課 交流電介紹

本課程介紹了交流電的定義並與直流電作一比較，同時也討論了交流發電機的操作，並以例題作有關時間、頻率及週期特性方面的觀念的分析。

目 標

完成本課程後應能做到下列事項：

1. 說明交流電波形並區分圖表上交流電與直流電之波形。
2. 說明交流發電機如何產生交流電波形。
3. 確認交流電波形的週波數及週期。
4. 從已知的週期中算出頻率。
5. 從已知的頻率中算出週期。

引言

本書的主題為探討交流電的動作。圖 1-1 所顯示的電磁波是一種交流電的電子圖形。它是人們所知的所有現象中最為神秘且最為有用的一種。世界上每天都有這種電波從廣播收音機、電視及其他通信系統的天線中發射出來。從天線中發射出來的交流電為人造電磁波的主要來源。文字、音樂、電視圖形及其他聲音是由各種不同的電子設備將交流電放大後送入天線以經由空間傳送資訊。

本書的設計目標是提供分析從最簡單到最複雜的交流電路所需的一般性資料、理論以及解決問題的技巧。本課程包含了以交流電和直流電的波形比較來說明交流電的定義，交流電波形的產生理論及其說明以及介紹了交流電的週期和頻率之間的關係。

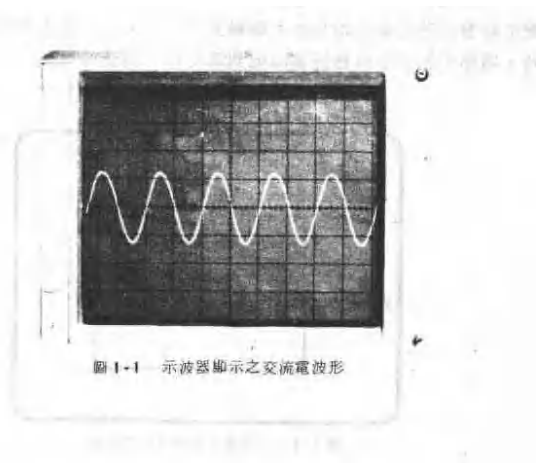


圖 1-1 示波器顯示之交流電波形