

科學圖書大庫

基本脈衝和數位電路

譯者 段 悔

徐氏基金會出版

序 言

近代電子學的應用，除了正弦波之外，便是脈衝波，它在電信、電視、雷達以及電子計算機等系統中廣被採用。數位電路是分析交換電路的一種基本工具；交換電路現已廣泛使用，簡單者如控制開關，複雜者如電子計算機系統均屬之。

本書所譯語句淺顯通達，易於閱讀，為電子工程從業人員及大學電子及電機科學生之良好讀物。譯者段梅君畢業於私立大同工學院電機工程學系，服務電信工程單位多年，在公餘之暇譯成此書，為有志於電子工程之青年學子盡其一己之綿力，其志可嘉，爰誌數語，以為介紹。

張 有 德

譯 序

1. 本書譯自 Ronald J. Tocci "Fundamental of Pulse and Digital Circuits" 1972 年 5 月版。
2. 本書電子電路之分析，適用於電腦（計算機）之 IC 交換電路及電視機電路，可作為職業學校、專校、大學二年級之教科書，更是技術人員及參加考試者必備之良好參考書。
3. 本書着重基本觀念之誘導，簡化計算，例題習題很多，且以典範零件值敘述電路之運用，反復變換，以使觀念清楚，是本書特點。
4. 本書第一至第四章為網路及頻率含量分析，尤以 RC 網路及濾波電路陳述甚詳。第六章介紹二極體邏輯電路的應用。第八章有關布耳代數及開路分析，包括雜訊邊限、扇入扇出之基本概念，RTL、DTL、TTL 等邏輯開族之比較。第九章以下各章復振器是本書精華，材料新穎豐富，廣泛使用於 IC 型式之交換電路，更強調其輸入輸出之關係，正與實際電路運用情形一樣。
5. 本書有關專門術語名詞，是根據國立編譯館編訂，教育部於民國 60 年 6 月公布之電子工程名詞一書譯出，各名詞後附有原文，以資參考。
6. 本書譯成，承許德輝先生贊助甚多，特致深深謝意。
7. 譯者於公餘之暇完成此書，倉卒付梓，錯誤難免，尚祈先進賢達不吝指教，俾資改正，毋任感荷。

譯者 段 悔謹識

中華民國六十四年五月

目 錄

第一章 線性電路分析

1.1 緒論	1
1.2 電阻器	1
1.3 電容器	3
1.4 電感器	8
1.5 克希荷夫定律	10
1.6 分壓器	12
1.7 戴維寧定理	14
1.8 重疊定理	15
習題	15

第二章 波形分析

2.1 緒論	18
2.2 理想矩形脈衝	18
2.3 實用矩形脈衝	19
2.4 觸發脈衝(閃爍、尖波)	20
2.5 週期性脈衝波形	20
2.6 頻率分析—諧波含量	23
2.7 頻率分析—線性網路	27
2.8 頻率分析—非週期性波形	31
習題	31

第三章 RC 電路

3.1 緒論	34
3.2 經電阻器充電的電容器	34
3.3 時間常數	36

3.4 放電的電容器	38
3.5 指數型式	40
3.6 指數型式的應用	44
3.7 輸入矩形脈衝之RC電路	51
3.8 非理想輸入之反應	56
3.9 拂掠(掃波)輸入之RC電路	61
3.10 備註	63
3.11 自然反應與強迫反應	63
3.12 週期性矩形波輸入	64
3.13 週期性拂掠(掃波)輸入	71
3.14 加載效應	72
習題	80

第四章 RL與RLC電路

4.1 緒論	86
4.2 充電的電感器	86
4.3 放電的電感器	89
4.4 RL電路指數型式的應用	92
4.5 RLC串聯電路	96
4.6 RLC並聯電路	103
習題	105

第五章 脈衝變壓器和延遲線路

5.1 緒論	109
5.2 理想脈衝變壓器	109

5.3	實用脈衝變壓器	112
5.4	實用脈衝變壓器的反應	113
5.5	延遲線路——一般的	118
5.6	集總參數延遲線路	119
5.7	分佈參數延遲線路	123
	習題	125

第六章 二極體開關

6.1	緒論	127
6.2	二極體特性	127
6.3	簡單二極體電路	129
6.4	二極體截割電路	134
6.5	二極體定位電路	138
6.6	二極體邏輯閘—OR 閘	141
6.7	AND 閘	145
6.8	PN 二極體暫態特性	148
	習題	151

第七章 電晶體開關

7.1	緒論	156
7.2	基本電晶體的運用	156
7.3	電晶體電路的近似分析	158
7.4	基本電晶體反相器	162
7.5	加載效應	165
7.6	暫態運用	170
	習題	173

第八章 邏輯閘和布耳代數

8.1	緒論	177
8.2	非閘 (NOT Gate)	177
8.3	電阻器—電晶體—邏輯閘 (RTL)	178
8.4	二極體—電晶體—邏輯	

	閘 (DTL)	181
8.5	電晶體—電晶體—邏輯閘 (TTL)	184
8.6	雜訊邊限	185
8.7	扇入和扇出	187
8.8	功率消耗	188
8.9	速率運用	189
8.10	布耳代數—邏輯電路數學	191
8.11	或加法	191
8.12	及乘法	193
8.13	非的運用	195
8.14	反或和反及之布耳式	197
8.15	布耳規則和定理	199
	習題	203

第九章 雙定態複振器

9.1	緒論	209
9.2	基本運用	209
9.3	正反器的觸發	213
9.4	正反器如—邏輯元件	224
9.5	定置—清除正反器	225
9.6	T 正反器	226
9.7	SCT 正反器	229
9.8	JK 正反器	229
	習題	229

第十章 單定態複振器

10.1	緒論	236
10.2	基本的電路	236
10.3	輸出脈衝寬度的變化	241
10.4	正向觸發脈衝	241
10.5	單擊如—脈衝延遲網路	242

10.6 單擊如一邏輯元件.....	243
習題.....	246

第十一章 訊號產生電路

11.1 緒論.....	250
11.2 非穩定複振器.....	250
11.3 拂掠(掃波)電壓產生器.....	253
11.4 電晶體拂掠(掃波)產生器.....	255
11.5 電晶體恒流拂掠(掃波)產生器.....	258
11.6 單界面電晶體運用.....	261
11.7 單界面弛緩振盪器—拂掠波形(掃波).....	264
11.8 UJT弛緩振盪器—閃爍輸出.....	270
11.9 階梯形波電路(分頻器).....	273
習題.....	276

第十二章 比較器電路

12.1 緒論.....	281
12.2 施密特觸發—簡介.....	281
12.3 電路之運用—UTP ...	283
12.4 電路之運用—LTP ...	287
12.5 在UTP和LTP電路零件之效應.....	289
12.6 訊差放大比較器.....	290
習題.....	295

附錄 A ϵ^x 和 ϵ^{-x} 值	302
附錄 B ϵ^{-x} 之計算尺求法 ..	305
附錄 C 濾波器截止頻率	307
附錄 D 上升和下降時間之測量	310
附錄 E 暫態	312

索引	316
----------	-----

第一章 線性電路分析

1.1 緒論

本章複習線性電路分析的原理和定理，着重於以後出現於電路分析中常用之物器。雖然某些分析技術僅應用於線性網路，若採用一些適當步驟，每次以一個步驟去處理非線性交換電路，這些分析技術仍容易利用的。電流、電壓極性之規定和某些使用之符號代表，在本書中將一一介紹。

1.2 電阻器

圖 1-1(a) 所示為一個簡單的電阻器，其兩端點標明為 x 和 y ，跨接於 x 和 y 者為 dc 電壓電源 V ，由於電源的正端接於 x ，而負端接於 y ，即 $V_{xy} = V$ ，換言之， x 對 y 之電壓 V_{xy} 是等於電源電壓 V ，相反地， y 對 x 之電壓 $V_{yx} = -V$ ，例如若電源電壓 $V = 6\text{v}$ ，那末 $V_{xy} = 6\text{v}$ ， $V_{yx} = -6\text{v}$ 。

於同一電路中，電流箭頭表示電流從電源負端流出，由 y 端流經電阻器至 x 端。這是通過電路實際的電子流方向，電流經常採用此項電子流方向。於此以前，習於慣例電流 (conventiond current 正電荷) 的學生們，應該不覺得這過渡變化太困難，事實上，熟練這二者的習慣是有益的。

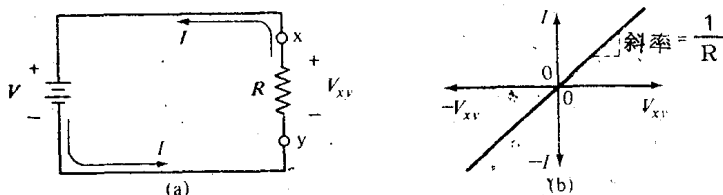


圖 1-1(a) 簡單電阻器電路
(b) 線性電阻器之電流電壓關係

由歐姆定律 (Ohm's Law) 得知，跨在電阻器的電壓和流經其上之電流，二者間之關係是依下列方程式而成正比的

$$V = RI \quad (1-1a)$$

2 基本脈衝和數位電路

其比例常數是電阻值 R ，該關係亦能重寫為

$$I = \frac{V}{R} \quad (1-1b)$$

電流與加之電壓仍成比例，其比例常數為 $1/R$ ，圖 1-1(b) 就是代表這種關係，其中直線部分表示電阻器對正負電壓之線性關係。事實上，在高電壓時，電阻器因內在熱而使其性質改變，其關係不再是直線性。歐姆定律第三公式解得 R 為

$$R = \frac{V}{I} \quad (1-1c)$$

若電壓 V 以伏特 (v) 為單位，電流 I 以安培 (A) 為單位，則電阻 R 之單位為歐姆 (Ω)。更常用的是 V 為 (v)， I 為 (mA)， R 則為 $k\Omega$ ($k\Omega$ 縮寫為 K)。

歐姆定律不僅適用於恒定的直流電源電路，而且也用於某些因時間變動

(Time - Varying) 的電源電路，因時間變動的電源，是由一具有對應極性符號的圓來代表 (閱圖 1-2)。小寫字母 v 用以表達因時間變動的電壓源，事實上，所有小寫字母如 v 和 i 均代表因時變動之量。此種情形的電源，可能是一正弦波、方塊波或是其他

型式的非恒定電壓。圖 1-2 的電路是重要的，因為歐姆定律仍然有效，即

$$i = \frac{v}{R} \quad (1-2)$$

式中 i 和 v 均是一個因時變動的量。

於圖 1-2 中是有極性符號的電壓源，這似乎是含糊不清，因為 v 是一個交變電壓，所以經一定時期之實際電壓極性如圖 1-2 所示，而於其他時期，極性恰好是相反的。圖 1-3 有助於極性符號的瞭解，在圖中電壓 v 是一方塊

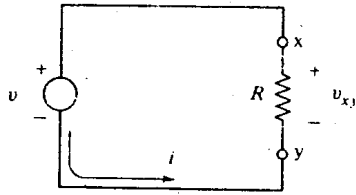


圖 1-2 因時變動的電壓源

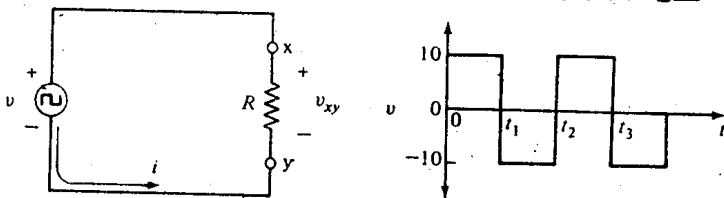


圖 1-3 因時變動電壓源的舉例

波，其波形已經繪出，當其為正時，這段時期是從0到 t_1 ，從 t_1 到 t_2 這段時期，來到電路中電壓極性，恰好是相反的負極性。

換言之，電路中正10伏電壓，在波形圖上是 $v = +10v$ ，而 $i = +10v/R$ ，相反地，負10v電壓在波形圖上是 $v = -10v$ ，如圖所示之相反方向，亦即 $i = -10v/R$ 。電流負值的意義是指與在電路圖中所示之電流方向相反。因此在電路圖中所示之電源極性相當於 v 波形之正部分。傳統的習慣，在波形或方程式與其在電路中所代表者，常建立正確一致的觀念。

1.3 電容器

在交換電路中電容器是很重要的電路元件，不但在某些電路中因其性質很有用，且因不同的電容量 (Capacitance) 遍及電路。電容器最簡單的構造，由絕緣物質 (如空氣) 分隔之兩金屬導體所組成。一電路中任何兩根導線間，有着定量的電容量存在，電容量的大小，取決於許多因素，如導體分開之距離，除高週率外，綫間電容量常忽略不計。本書中所述之某些電路中，電容器將供作特殊電路之用，另一方面，我們必須討論在其他電路部分 (如二極體、電晶體) 中之固有電容量。

電容器重要之電路特性可陳述於下：

電容器是反對任何跨在其兩端的電壓企圖作瞬間之變化的一種電路元件。爲了改變跨在電容器兩端的電壓，需要改變其兩板 (導體) 上電荷之分佈，所以這種改變是不能立即完成的，茲舉例說明圖1-4中的簡單電路。

任何跨在電容器兩端的電壓，是由於兩板上異性電荷產生靜電作用力的結果。因此無電荷即無電壓，在開關未閉合以前，電容器不充電 (在 x 和 y 兩板上沒有電荷)，所以 $V_{xy} = 0$ 。

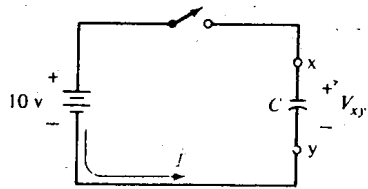


圖1-4 充電的電容器

當開關閉合時，似乎有10v電池電壓即刻引起電容器兩端產生10v電壓，然而這是不可能發生的，因為電子從電池負極流入電容器下板，然後從上板流出，需要一段時間，才能建立電容器兩板間之電位差 (電壓)，此時， V_{xy} 仍保留於零值。若如此情形，當開關閉合時，電路上所加之電壓如何出現呢？回答這問題非常容易，任何實際電路之導綫電阻和電池之內電阻均非零值，若假定在開關閉合時，此總電阻為 1Ω ，因而 $V_{xy} = 0$ 時，此10v電池電壓勢必完全加在此 1Ω 電阻上，而產生10A的初值電流，有此10A電流

4 基本脈衝和數位電路

，才開始向電容器充電。

明瞭此重要的觀點，就是充電所需之時間，我們必須考慮電容器充電至所加電壓值所需時間之各種因素。

電容器兩板電壓和電量間之關係是成正比例。

$$V = \frac{Q}{C} \quad (1-3)$$

Q 代表電量其單位為庫侖， C 代表電容量其單位為法拉， V 則為伏特，所考慮電容器為一線性元件者，因其電壓與電量之關係為一直線。

上述關係，在電路工作中是不常利用的，因為測量電荷流（電流）比電荷較為方便，也因為電路分析技術和定理常利用電流觀念，所以需要拓展需容器電壓與電流間之關係。在圖1-5中，電流（ I ）流入電容器的下板，而從其上板流出，在圖中電流源並不重要，因為在電路中電流是流過該點電子的流動率，電荷充入電容器之比率直接取決於電流（ I ）值，因此在該點建立電壓之比率亦直接取決於電流（ I ）。

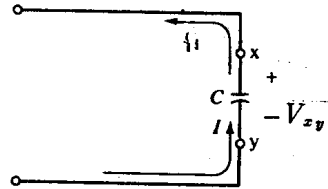


圖1-5

例如 $C = 1 \text{ F}$ ， $I = 1 \text{ A}$ ，此一安培相當於每秒流入一庫侖電荷之比率。在一秒內所有一庫侖之負電荷將儲存於電容器下板，依次地，感應一庫侖之正電荷於其上板，依照方程式（1-3）之關係，此一庫侖電荷將要在一法拉電容器上產生一伏特之電壓，於此一秒內，電容器電壓 V_{xy} 將已經增加至一伏特電壓之數，此乃一安培充電電流所使然。若此一安培電流允許在另一秒內移動，此電壓 V_{xy} 將又增加至另一伏特了。總之， V_{xy} 值是按每秒一伏特之比率而增加。

為表達量的變化，如 V_{xy} 由一值變化至另一值時，常用希臘字母 Δ (delta) 置於該量之前，正如上例 ΔV_{xy} 於時間 Δt 秒內其值為一伏特，此 V_{xy} 之變動率為

$$\frac{\Delta V_{xy}}{\Delta t} = \frac{1 \text{ v}}{1 \text{ sec}} = \frac{1 \text{ v}}{\text{sec}}$$

$\Delta V_{xy} / \Delta t$ 是代表 V_{xy} 變動率。

若上例中之電流增加至 2 A 時，很快地充至電容器之電荷為兩倍，所以在一秒時間的 Δt 內， ΔV_{xy} 將增加至 2 v ，因此 $\Delta V_{xy} / \Delta t = 2 \text{ V/sec}$ ，然此電壓之增加率是與充電電流成正比。一般有如下一方程式

$$\frac{\Delta V_{xy}}{\Delta t} = \frac{I}{C} \quad (1-4)$$

根據此一關係，電容器電壓之變化率將因定值電流 (I) 而恒定，所以 V_{xy} 在此比率下不斷地增加。圖 1-6 說明以 1 A 充電電流及 1 F 電容量作 V_{xy} 與時間之關係圖。

在大多數電路中，電容器之充電電流並非恒定之直流，但在某種情況是以正在連續地變動之電流替代，因而此電容器電壓變動率將不是常值（如圖

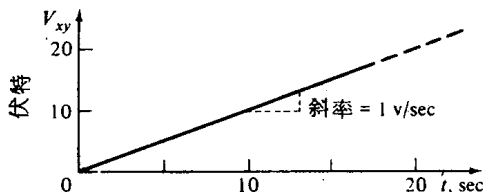


圖 1-6 定值充電電流產生電容器電壓之定值增加率

1-6)，其值隨變動之電流而變動（如圖 1-7）。圖 1-7(a) 說明電容器正被一個因時間變動的電流充電。圖 (b) 是在如此條件時電容器電壓與時間之典型曲線（實曲線），這曲線表示 v_{xy} 在 $t = 0$ 時之增加率為最大，而於

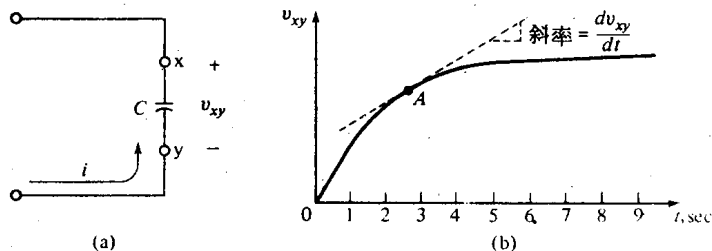


圖 1-7 (a) 電容器正被因時變動之電流充電
(b) 電容器電壓非均勻變動曲線

$t = 5$ 秒時增加率漸減至零值，以後 v_{xy} 保持定值。

於短暫的 Δt ，常須決定 v_{xy} 在曲線上特殊點的變動率，因 v_{xy} 的變動率是連續變化的，此種情形在彎曲內特殊點之一邊，其結果不受變化之影響。一微小之 Δt （盡可能使接近於零）常決定很小之 Δv_{xy} ，然 $\Delta v_{xy} / \Delta t$ 比值將產生所希望之電壓變動率。當此變化任意小時，這 Δ 符號被字母 d 所代替，所以 v_{xy} 變動率可寫為數式 dv/dt ，那末

6 基本脈衝和數位電路

$$\frac{\Delta v_{xy}}{\Delta t} = \frac{dv_{xy}}{dt} \quad (\Delta t \text{ 非常微小})$$

此 dv_{xy}/dt 更適於表達 v_{xy} 之變動率，且常用於本書中，在微積分中該量可視為 v_{xy} 之時間導數 (Time derivative)。

其實要求在曲線上一點之 dv_{xy}/dt 值是很容易的，只要對曲線上列舉之各點作切線 [閱圖 1-7(b)]，此切線之斜率即為所求。

依照前述討論，方程式 (1-4) 可更改為一般式

$$\frac{dv_{xy}}{dt} = \frac{i}{c} \quad (1-5)$$

此關係包含 $i = I$ 為常值之特殊情形。

例題 1-1

在圖 1-8(a) 中電容器被具有圖 1-8(b) 波形之電流 (i) 充電，在無任何計算下，試繪出電容器電壓結果之波形圖，並假定電容器一開始時就完全放電。

解：

因為電容器最初是完全放電， v_{xy} 初值為零。在 $t = 0$ 時，充電電流至 $(+I_1)$ 值，直至 $t = t_1$ 時仍維持此值，當此時期內，電容器電壓均勻增加，如圖 1-8(c) 所示。

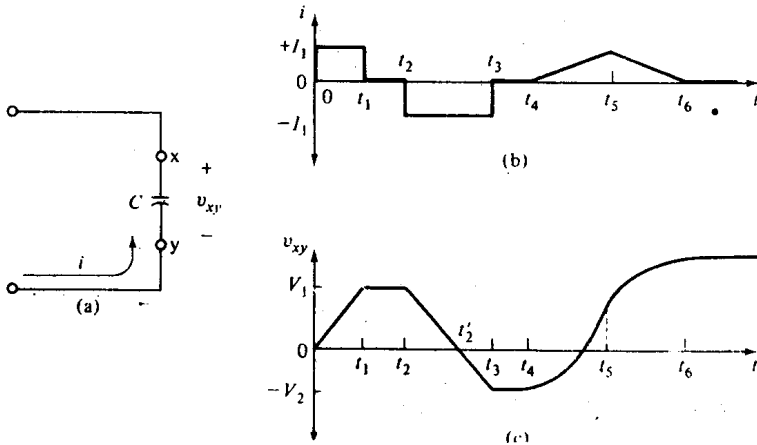


圖 1-8

在 t_1 時，電壓 (v_{xy}) 因已充電上升至 $(+V_1)$ ，而電流 i 突然下降至零值 (電流源在此無關緊要)，由於 $i = 0$ ，再無電荷充至。然而在 $t = 0$

和 $t = t_1$ ，這段時間內，已充之電荷仍保留在電容器兩板上，且產生電壓 $v_{xy} = V_1$ ，只要 $i = 0$ ，電荷就仍保留，而 V_{xy} 也就維持 V_1 伏*，直至 $t = t_2$ 時為止。在 $t = t_2$ 時，電流 (i) 突然改變其值為 ($-I_1$)，意即於 $t_2 - t_3$ 這段時間內，電子由電容器 x 點流入而從 y 點流出，電荷流動率仍就與原先 $i = +I_1$ 時一樣，只是電流的方向相反而已。

在 $t = t_2$ 時，電容器被充至 $+V_1$ 伏，且使 x 點對 y 點言為正，但在 $t = t_2$ 以後，電流為 ($-I_1$) 值，使得 x 點對 y 點之正性遞減。於此電容器電壓開始以定值比率由 $+V_1$ 減少至零值 (閱圖 1-8)，因為 i 是定值。在 (t_2') 時，電荷完全減少至零值 ($v_{xy} = 0$)，然而因 ($-I_1$) 值仍在流動，使得 x 點對 y 點言變為負極性，而 v_{xy} 在負方向均勻增加。

以上情形持續至 t_3 ，此電流將再度為零，在此時間， v_{xy} 伸展至 ($-V_2$) 值，但仍保留此值至 t_4 ，因為零值電流意即 v_{xy} 無改變 ($dv_{xy}/dt = 0$)。

在 $t = t_4$ 時，電流以線性正值增加至 t_5 ，當此時期內，因電流以正值增加，所以 dv_{xy}/dt 亦將以正值增加，如同電流 i 所增加者一樣。在 $t_4 \rightarrow t_5$ 期間，電壓波形部分以漸快速率增加。

在 t_5 時，電流 i 以綫性減少，直至 t_6 時為零，在此時期電流仍在正值，所以電壓 v_{xy} 仍也是增加，但以慢速率增加直至 t_6 時，電壓之增加，方告停止 (因 $i = 0$)。

例題 1-2

在例題 1.1 中電容量雙重增加對 v_{xy} 波形有何效應發生？

解：

雙重電容量其意即因等量電荷儲存在電容器上，產生之負電壓是正電壓大小的一半，此關係可由下式得知

$$V = \frac{Q}{C} \quad (1-3)$$

因此當電流波形賦予時，電壓波形將正確地有同樣形狀如圖 1-8(c) 所示，但在所有各點，由於被 Q 除的因素影響有所減低。

電容器的重要特性，綜述於下：

* 在實際的電容器中，電荷慢慢地漏逸，因為電容器兩板間有着不完善的介質，漏電在所難免。其範圍取決於電容器的型式，大多數非電解質電容器漏電情形很低。本例題漏電應忽略，且其隱藏在大多數的電路中。

1. 電容器不允許其電壓作瞬間變動。
2. 電容器電壓依電流經過電容器的流動率成正比，與其電容量成反比。

1.4 電感器

在脈衝與交換電路中，電感器雖不如電阻器和電容器同樣廣泛地採用，然在各種重要電路中，仍是不可缺少的一部分，所有導線上於某種程度時，像電阻器和電容器一樣，電感器的性質是存在的。因此仍值得究研其基本特性與其在電路中工作之效應。

電感器最重要之電路特性可陳述於下：

電感器反對任何經過其上之電流欲作瞬間地變化之電路元件。

這種性質是楞次定律(Lenz's Law)的結晶，該定律曾述及一個電感器反對任何欲改變鏈 (Linking) 於線圈上的磁通量 (Magnetic flux)，因為在線圈中電流的流動，勢必產生磁通，任何電流流動的改變即產生磁通的改變。

該定律也述及在線圈中這項反對作用形成一個感應電動勢 emf (電壓)，以反對電流的改變 (說明於圖 1-9)。圖 1-9(a) 及 (b) 電流從 y 端流入經線圈至 x 端流出，沒有電流的任何說明，欲決定線圈電壓極性是不可能的。圖中電流的方向不足重視，電流本身如何改變 (增加或減少) 是重要的關鍵。

在圖 1-9(a) 中，流入線圈之電流正在增加，則線圈感應如圖所示極性之線圈電壓，即 x 端對 y 端言為正極，感應電壓如是之極性者即用以反對電流的增加，亦即 y 端之負電位，可趨使電子對抗電流之增加。

在圖 1-9(b) 中，流入線圈之電流正在減少，雖其流入之方向仍與圖 (a) 相同，而線圈感應電壓之極性却與圖 (a) 相反，因為 x 端是負電位，

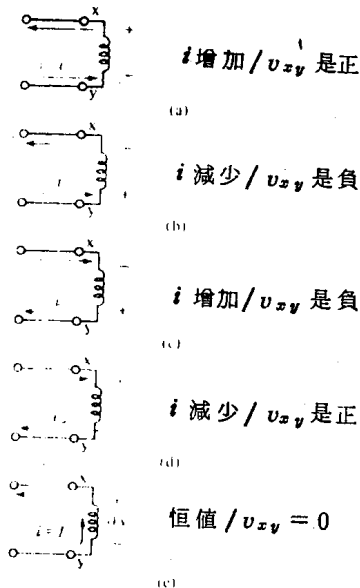


圖 1-9 變動的電流與 emf 間之關係

可趨使電子助電流增加（反對其減少）。

同理導致圖(c)和(d)之感應電壓極性，我們再強調決定感應電壓之極性者是電流如何增減而非電流方向之改變。圖(e)部分是說明恒值電流在線圈中，結果是無感應電壓產生（ $v_{xy} = 0$ ），乃因電流無增減，即無磁通量的改變，是以無感應電壓產生。

另一重要之特性是感應電壓之大小與電流之變動率成正比，其比例常數為線圈之電感量 (Inductance) L ，其數式如下：

$$v_{xy} = \left| L \frac{di}{dt} \right| \quad (1-6)$$

di/dt 乃電流因時間之變動率，其單位為安培/秒 (A/sec)， L 乃線圈電感量，其單位為亨利 (Henries)，而 v_{xy} 單位為伏特，兩豎直線只表示方程式之大小而不考慮極性或符號。為避免混淆起見，電壓極性最好取決於圖 1-9 中所強調之理由，學生明白圖示的意義後，要得到正確的結論應該毫無困難了。

例題 1-3

考慮圖 1-10 電路，在開關閉合後，試述電路電流動態。

解：

此處與前所討論的略有幾分不同，當開關閉合時，線圈電壓被迫為 10 伏，而電流如何動向必已確定。開關一經閉合，電流不即刻變化；如是，需要極大的線圈電壓（ di/dt 無限大），電流也必須始自零值，然而感應電壓須等於 10 伏，依前所述，感應電壓必須反對電流變化，因此電流必須如圖示之方向增加〔比較圖 1-9(a)〕，方程式 (1-6) 之另一型態可用以決定電流之增加率。

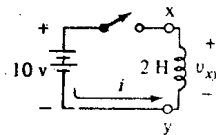
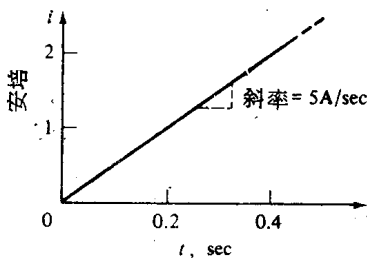


圖 1-10

10 基本脈衝和數位電路

$$\frac{di}{dt} = \frac{v_{xy}}{L} = \frac{10\text{v}}{2\text{H}} = 5 \frac{\text{A}}{\text{sec}}$$

因 v_{xy} 定值為 10v，電流將按此比率均勻增加，圖 1-10 即電流與時間之曲線圖。

實際上，正當電流增加時電路電阻（包括線圈電阻）已降低了一些電壓，因此減少了電壓 v_{xy} 和 di/dt 。由於電源電壓及電路電阻，使電流 i 到達其位準值 (Level) 之詳細情形，將於以後討論。

電感器的重要特性，綜述於下：

1. 電感器不允許電流作瞬刻變化。
2. 在電感器兩端能感應出電壓，其值與電流變動率成比例，其極性將欲反抗電流變化。

綜合三電路元件之基本特性列於 1-1 表中，在電容器與電感器之間有點不同，很明顯地在同一方式中電壓影響電容器，電流影響電感器，反之亦然。因此學生瞭解二者之一的動作，其另一動作常能確定。

表 1-1

電路元件	瞬時值 Δv	瞬時值 Δi	電流與電壓之關係
電阻器	無對抗	無對抗	$v = iR$
電容器	不允許	無對抗	$i = Cdv/dt$
電感器	無對抗	不允許	$v = Ldi/dt$

1.5 克希荷夫定律

不管電路的成分為何，有兩種基本電路定律可以解答，第一是克希荷夫電壓定律，茲述於下：

在電路中沿任何完整路徑所有電壓降之和必須等於沿同一完整路徑所有電壓升之和。

此定律是電路分析最有用的工具，茲於圖 1-11 說明之。

在圖 1-11(a) 中已註明經過每一支路 (Branch) 的電流和跨在每一電阻器上的電壓，若這些數字是正確的話，那麼可以選擇電路中任何完整路徑，都應該滿足克希荷夫電壓定律 (Kirchhoff's Voltage Law 簡寫為 KVL)。

一完整路徑由 w 點開始，經 x, z ，地而回到 w 點，從 w 到 x 點有 9v 電

位差， w 點較 x 點正 9v ，這是由於 3mA 電流流經 3K 電阻器所致。另 9v 電位差發生在 x 到 z 點，由於 1.5mA 流經 6K 電阻器所致。由 z 至接地點有 6v 電壓升高，因為 z 點對地言為負，由於 6v 電源所致，最後由接地點回至 w 點有 12v 電壓升高，由於 12v 電源所致。沿此一完整路徑電壓降共有 $9\text{v} + 9\text{v} = 18\text{v}$ ，電壓升高共有 $6\text{v} + 12\text{v} = 18\text{v}$ ，因而電壓升等於電壓降，能滿足 KVL 的要求，這種過程常用來校驗在電路中其他完整路徑是否也能滿足 KVL 的要求。

以上所述是恆值電壓和電流的 dc 電路，然而 KVL 不限制應用於 dc 電路；也能應用於任何一瞬間因時間變動的電路，亦即在電路中電流和電壓是連續變動的，在所有的各時間中，KVL 必須要滿足（在本章中出現之定理和基本方程式，應用於 dc 和因時變動的電路中都是真實的）。若將圖 1-11 (a) 中的 dc 電源改為因時變動的電源 v_1 和 v_2 ，則如圖 1-11 (b) 所示，當

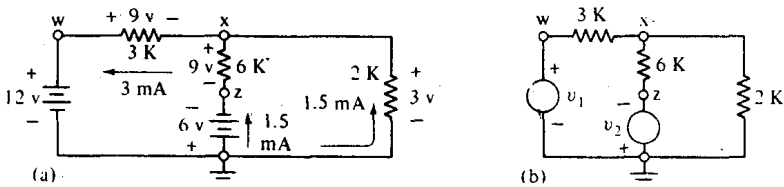


圖 1-11 克希荷夫電壓定律之應用
 (a) dc 電路
 (b) 因時變動之電路

此電路工作時，不論此兩電源為何值，必須要能滿足 KVL 的要求。舉例言之，在某一片刻時， v_1 可以是 12v ， v_2 可以是 6v ，在那一片刻之情形，是正確地與 (a) 部分有同樣的結果。

例題 1-4

考慮圖 1-12 之電路，在電路中之二極體是接以逆向偏壓 (Reverse-biased)，無電流通過（二極體於以後詳細討論），在電路中其他支路上，電流和電壓值都已註明如圖所示，試求跨在二極體兩端之電壓 (V_{zy})。

解：

為求電路中未知電壓，必須要先求完整路徑中之未知電壓，此未知電壓必

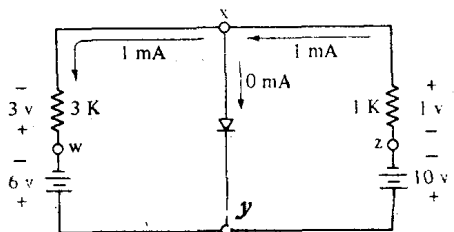


圖 1-12