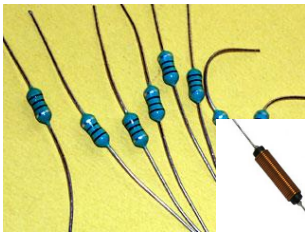


電感器



電感器（inductor）是一種電磁感應元件，用絕緣的導線在繞線支架（bobbin）或鐵芯（core）上繞製一定匝數的線圈（coil）而成，此線圈稱為電感線圈或電感器。根據電磁感應原理，當線圈與磁場有相對運動，或是線圈通過交流電流產生交變磁場時，會產生感應電壓來抵抗原磁場變化，而此抑制電流變化的特性就稱為電感（inductance）。

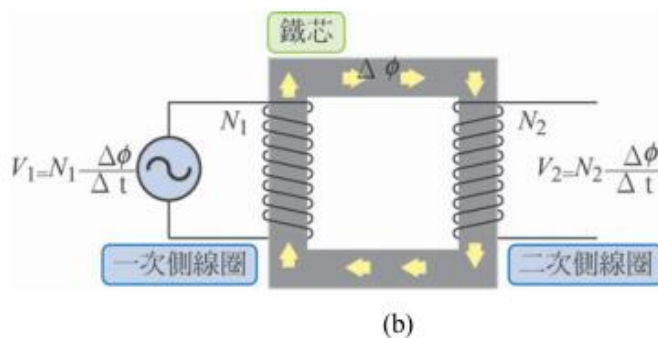
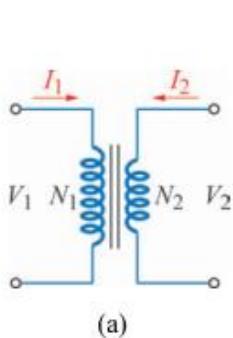
電感器可以分為兩大類：(1) 變壓器 (2) 線圈

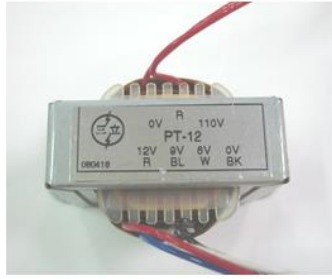
(1) 變壓器

變壓器的符號，如下圖(a)所示，變壓器的功能是利用電磁感應的原理，將交流電提升或降低到負載所需的適當交流電壓。其結構為兩組線圈，彼此絕緣並繞在同一鐵芯上，如圖(b)所示，接到的交流電壓的線圈稱為一次側線圈(初級線圈)，接到負載的線圈稱為二次側線圈(次級線圈)，交流電壓連接到一次側線圈時，會產生磁通的變化，藉由鐵芯傳遞到二次側線圈，變化的磁通使得二次側線圈產生交流電壓。二次側線圈產生的交流電壓大小與變壓器的圈數成正比關係，即 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 。

可藉由改變變壓器圈數的比例來得到負載所需的交流電壓。

變壓器的種類可分為電源變壓器、輸出變壓器、輸入變壓器、脈波變壓器等，其中電源變壓器最為常被使用。





(c)

(2) 線圈

電感器又稱為線圈，在電路中常以 L 表示，電感器的單位以亨利(H)來表示。在使用上常會以 $\mu H(10^{-6}H)$ 、 $nH(10^{-9})$ 來表示較低的電感值。

常用的電感符號，如下圖所示。

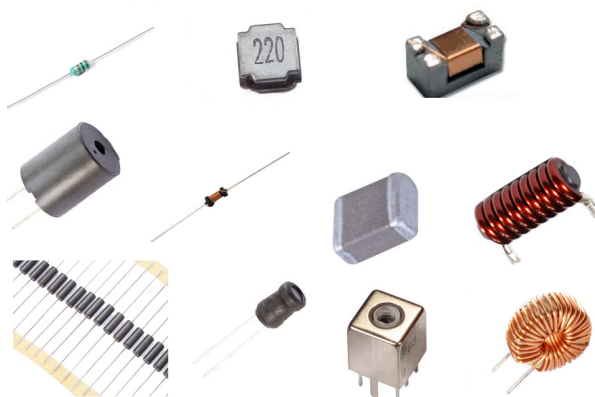


電感線圈也是一個儲能元件，它以磁的形式儲存電能，儲存的電能大小可用下式表示： $W = \frac{1}{2}LI^2$ 。

可見，線圈電感量越大，儲存的電能也就越多，相同電流下，將導線繞成多匝線圈，可以加大磁場，在線圈內部加入諸如鐵芯等導磁材料，可大幅加大磁場，因此，常見的電感都是內置鐵芯的線圈。電感在電路最常見的作用就是與電容一起，組成 LC 濾波電路。

[元件結構]

電感是由電導材料盤繞磁芯製成，典型的如銅線，也可把磁芯去掉或者用鐵磁性材料代替。比空氣的磁導率高的芯材料可以把磁場更緊密的約束在電感元件周圍，因而增大了電感。電感有很多種，大多以外層瓷釉線圈（enamel coated wire）環繞鐵素體線軸製成，而有些防護電感把線圈完全置於鐵素體內。一些電感元件的芯可以調節。由此可以改變電感大小。小電感能直接蝕刻在印刷電路板上，用一種鋪設螺旋軌跡的方法。小值電感也可用以製造電晶體同樣的工藝製造在集成電路中。



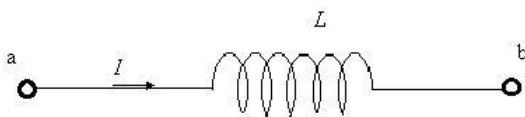
電感的種類

[電感電路]

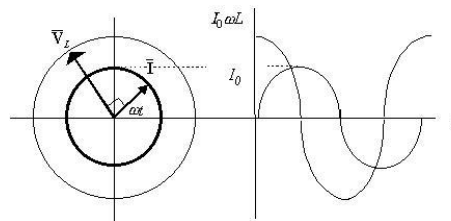
電感的電流與電壓的相位關係

交流電流 $I = I_0 \sin \omega t$ 流經一電感 L ，由**法拉第定律**知道 ab 兩段的電壓差為 $V_L = L \frac{dI}{dt}$ ，得 $V_L =$

$I_0 \omega L \cos \omega t = I_0 \omega L \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ ，很明顯的電感的電壓和電流有 90 度的相位差，而且電感的電壓是超前電流相位 90 度，下圖是電感的電流和電壓的相位圖示。



電感在交流電路中



電感的電流和電壓的相位圖

[電感的阻抗]

電感的電抗稱之為感抗 X_L ，電流 $I_0 \sin(\omega t)$ 用複數表示式 $\text{Im}[I_0 e^{j\omega t}]$ ，

$$V(t) = L(dI/dt) = L \frac{d\text{Im}[I_0 e^{j\omega t}]}{dt} = j\omega L * \text{Im}[I_0 e^{j\omega t}] = X_L * \text{Im}[I_0 e^{j\omega t}]$$

所以 複數分析中電感的感抗 $X_L = j\omega L$

$$\text{感抗} : X_L = \omega L = 2\pi fL$$

[品質因子 Q]

一個理想的電感元件是不會因流經線圈的電流的大小而改變其敏感度。

但是於實際環境下，線圈內的金屬線會令電感元件帶有繞組電阻。由於繞組電阻是以串聯著電感元件的電阻形式出現，所以亦被稱為**串聯電阻**。由於串聯電阻的存在，實際電感元件的特性會不同於理想電感，可以用品質因數表示電感和電阻之的比例。

一個電感元件的品質因數（簡稱 Q）是它處於某一特定頻率時，它的電感電抗和電阻之間的比例，這個比例是用來量度電感元件的有效程度。品質因數越高，電感元件的表現越相似理想中電感元件的表現。

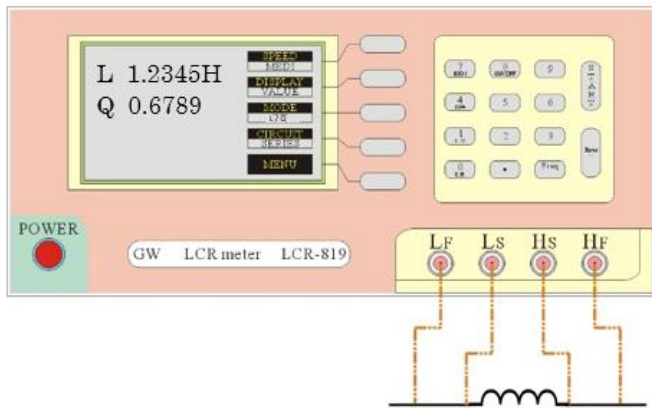
電感元件的品質因數 Q 能由以下方程式可得，R 是電感元件的內部電抗：

$$Q = \omega L / R$$

使用鐵磁性材料而其他部份不變的話，電感會上升，因此品質因數會被提高。但是若頻率上升時，鐵磁性材料的電感會降低，也就是電感是頻率的變數。

實驗步驟與數據

項目一：隨頻率改變的電感值



- (1) 首先要了解 LCR meter 如何使用和校正！
- (2) 取一 1mH 電感將其兩端適當連接於 LCR-819，如上圖。
- (3) 設定面版：MODE 設定為 L/Q 兩者均可。
- (4) 設定頻率：面版按【Freq】→按面版上的數字鍵→【Enter】。
- (5) 按【START】，開始掃描。記錄數據 L。
- (6) 改變 LCR-819 量測頻率，重複步驟 3-4，完成表一。
- (7) 繪出 電感-頻率圖。
- (8) 利用公式 $X_L = 2\pi fL$ 算出感抗值，並填入表二
- (9) 繪出 感抗-頻率圖。

頻率(KHz)	0.020	0.050	0.100	0.200	0.500	0.800	1.000	2.000	5.000
電感值									
頻率(KHz)	7.500	15.000	20.000	25.000	30.000	40.000	50.000	80.000	100.000
電感值									

表一

頻率(KHz)	0.020	0.050	0.100	0.200	0.500	0.800	1.000	2.000	5.000
感抗									
頻率(KHz)	7.500	15.000	20.000	25.000	30.000	40.000	50.000	80.000	100.000
感抗									

表二