

## ※電感 Inductor

- \*為被動元件的一種，其作用在於抑制電流的變化。
- \*電感亦常被稱為“交流電阻”，其抑制電流變化的功能及以磁場儲存能量的能力，為電感最有用的特性。
- \*電流流經一電感時，會產生磁場，而磁場的變化，會在產生電流的反方向感應一電壓，這種抑制電流變化的特性，被稱為電感值。

## ※感抗 Inductive Reactance

- \*當交流電通過電感線圈時，電路中產生自感電動勢，進而阻礙電流的改變，因此形成感抗，以  $X_L$  表示。
- \*當電感量大時，交流電便難以通過線圈；由此說明當電感量大時，電感的阻礙作用亦大。
- \*當交流電的頻率越高，交流電也難以通過線圈；由此說明頻率越高，電感的阻礙作用也大。
- \*感抗的單位是歐姆，由此得知感抗和電感量成正比，也和頻率成正比，可由此列  $X_L = 2\pi fL$  公式表示之。

## ※阻抗值 Impedance

- \*所謂電感的阻抗值，是指其在電流下所有的阻抗總和。包含了直流和交流的部份。
- \*直流部份的阻抗值，僅僅是繞線的直流電阻。
- \*交流部份的阻抗值，則包括因電感所產生的感抗。

$$|Z| = (R + X_L)^{1/2}$$

## ※電感值 Inductance

- \*為一種電路的特性，能抑制電路中所流經之電流改變。
- \*所謂電感的電感值，會受到鐵芯的材質、鐵芯的形狀及尺寸、繞線的圈數和線圈的形狀所影響。
- \*通常用於表示一電感之電感值，其單位為微亨利( $\mu H$ )。
- \*電感值之單位換算，如下列所示：

$$1 \text{ henry (H)} = 10^6 \mu H$$

$$1 \text{ millihenry (mH)} = 10^3 \mu H$$

$$1 \text{ microhenry } (\mu H) = 1 \mu H$$

$$1 \text{ nanohenry (nH)} = 10^{-3} \mu H$$

### ※阻抗匹配 Impedance Matched

- \*調整兩個耦合電路，使得其中一電路的輸出阻抗與另一電路的輸入阻抗相等時，則稱之為阻抗匹配。
- \*阻抗匹配其目的在於傳輸線上，使其載頻的信號皆能傳至負載點，幾乎不會有信號反射回來來源點，進而予以提升能源的效益。
- \*阻抗匹配應用方式，一種是透過改變阻抗力；另一種則是透過調整傳輸線的波長，使其達成傳輸線之阻抗匹配。

### ※品質因素 Q Quality Factor

$$Q = \frac{2\pi fL}{R} = \frac{\omega L}{R}$$

- \*電感的品質係數是經由量測一電感相對損失的指標。
- \*品質因素的定義為：當線圈在某一頻率的交流電壓下工作時，線圈所呈現的感抗(X<sub>L</sub>)和線圈直流電阻(Re)的比值。
- \*在品質因素的提高方面，往往受到一些因素的限制，如導線中的直流電阻、線圈本身的介質所造成的損耗、鐵芯和屏蔽所引起的損耗以及在高頻工作時所產生的集膚效應等。因此線圈的 Q 值不可能做得很高。

### ※直流阻抗 DCR DC Resistance

- \*指電感線圈在非交流電下，所量測而得之電阻值。
- \*在電感器的設計過程中，常被最小化。
- \*DCR 單位為歐姆，在規格標示時，通常被額定為最大值。

### ※電感電流 Inductor Current

- \*一般情況下功率電感在電路工作時會同時存在兩個電流，一個是直流（直流電感），一個是交流（交流電感），但最常見的情況是既有交流又有直流。
- \*疊加電流：電感所流通的電流中，保持流過一個直流電流的基礎上，又通過一個或多個交流電流；則稱這種保持流通的直流電流或交流電流為疊加電流。
- \*當電感通過頻率時會產生電感量，其中疊加電流必然會影響其導磁率(μ<sub>i</sub>)也就是說電感量必定會下降。

### ※飽和電流 Saturation Current ( $I_{sat}$ )

- \*飽和電流又稱為直流重疊容許電流。
- \*在電感上加一特定量的直流偏壓電流，使電感的電感值下降，相對於未加電流時的電感值下降比例（30%），這種直流偏壓電流就叫為該電感的飽和電流。
- \*在電路中隨著通過電感的電流量增加，其電感量會隨之減小，這是由鐵芯材料物理特性決定的。
- \*飽和電流廣義的定義，因磁飽和因素，可說明為電感在電路中所能承受的最大電流；即電感量降低到一定程度的電流。

### ※溫升電流 Temperature Rise Current ( $I_{rms}$ )

- \*溫升電流又稱為溫度上升容許電流。
- \*RMS（Root-Mean-Square）在物理意義上，常被稱為有效值，或 DC-等效值電流，是等效的直流電流，它具有與電阻相同的電流流動行為。
- \* $I_{rms}$  是連續電流流經電感器，導致最大允許上升溫度；一般定義是使電感溫度上升  $40^{\circ}\text{C}$  的電流。
- \*在這種情況下， $I_{rms}$  數據表通常提供了一個額定基礎的應用直流，或是低頻交流電流。

### ※額定電流 Rated Current

- \*亦稱為定格電流，即允許能通過電感之連續直流電流強度。其含意是指電感器處在額定最高環境溫度的環境中、電感器溫升最高時、可以連續流過的直流電流大小。
- \*方法為找出兩個定額電流關鍵參數：
  - 第一個因素是  $I_{sat}$ ：可能出現的磁飽和的峰值電流。
  - 第二個因素是  $I_{rms}$ ：由平均電流所產生的溫升效應。

### ※自諧頻率 SRF Self-Resonant Frequency

- \*電感器並非是純感性元件，尚有分佈電容分量，由電感器本身固有電感和分佈電容而在某一個頻率上發生的諧振。
- \*電感在自諧頻率點時，顯現出具有高阻抗值的純電阻狀態。此時電感的感抗等於電容的容抗，並且互相抵銷。另外電感之品質係數於自諧頻率時為零，此時之感抗等於零。

### ※分佈電容值 Distributed Capacitance

- \*在電感的結構中，每一圈的導線或導體都起電容器極板的作用。其每圈結合起來的效果，有如單一的電容器，稱之為分佈電容值。
- \*分佈電容是與電感器並聯著，電感和分佈電容的並聯電路會在某個頻率產生諧振，這個頻率稱作自諧頻率。
- \*一個電感器的分佈電容越小，它的自諧頻率就越高；相反，如果分佈電容越大，它的自諧頻率就越低。

### ※鐵氧體磁芯 Ferrite Cores

- \*鐵氧體磁芯是一種磁性材料，由鐵及其他元素的氧化物所構成的晶體結構。
- \*這種晶體結構是在高溫及特定的方式、時間下將鐵氧體材料燒結而得。
- \*其一般的組成為  $xxFe_2O_4$ ，其中 xx 代表一種或好幾種金屬，最為常見的金屬組合為錳和鋅（Mn-Zn）及鎳和鋅（Ni-Zn），這些金屬都很容易被磁化。

### ※粉狀鐵磁芯 Powdered Iron Cores

- \*粉狀鐵是一種磁性材料，其內分佈著許多氣隙，與其他的磁性材料如鐵氧體比較起來，此分散的氣隙使得鐵芯能儲存較高的磁通量，這種特性使得在電感達飽和前，得以允許通過較高的直流電流。
- \*粉狀鐵磁芯幾乎以 100% 鐵製造，要使鐵粒子間相互絕緣，需混入黏結劑（如酚醛樹脂或環氧樹脂），壓製成鐵芯形狀，最後再以烘烤製程固化。
- \*一般它是最經濟的替代品，且他的導磁率一般比鐵氧體具有較穩定的溫度係數。

### ※陶瓷磁芯 Ceramic Cores

- \*陶瓷是一種用於製作電感磁芯的常見材料。
- \*主要的功能是提供支撐線圈的結構，在有些設計上，它的結構也便於引腳定位。
- \*陶瓷具有非常低的熱膨脹係數，這使得在操作溫度的範圍內，電感有較好的感值穩定性。
- \*陶瓷並不具磁性，因此不會增加導磁率。大都使用在要求低感量、低磁芯損耗、高 Q 值（品質係數）的高頻產品。

### ※導磁率 Permeability

- \*磁芯的導磁率是指令磁芯具有集中磁通線能力的特性。
- \*磁芯的材質及磁芯的形狀會影響磁芯的“有效導磁率”。
- \*對一個已知的磁芯形狀、尺寸、及特定的繞線方式，具較高磁導率的磁性材質與較低磁導率的材質比較起來，會有較高的電感值。

### ※濾波器 Filter

- \*一種電路裝置。
- \*它的作用是在一個給定的頻率上，或者在一定範圍的頻率內控制電能。
- \*不同種類的被動元件，常被用來建構不同的濾波器，這些被動元件包含電阻、電容及電感。

### ※線性濾波器 Line Filter

- \*連接在一個電路輸入端或者一個組合電路輸入端的電源濾波器。
- \*它的作用是把來自電源線的雜訊清除掉。
- \*這類濾波器通常被設計成清除某一個頻帶中的雜訊。低通濾波器是一種典型的輸入濾波器，它讓低頻信號通過，例如直流電源，但是把高頻信號（其中主要成分是雜訊）衰減掉。
- \*帶通或低通濾波器，通常由電感和電容搭配而成。

### ※升壓穩壓器 Boost Regulator

- \*基本的 DC-DC 開關穩壓器電路。
- \*是將未經穩壓的輸入電壓，轉換成一個數值較高、已經穩壓的輸出電壓。
- \*這個較高的輸出電壓，是通過輸入端的一個電感對輸入電壓，進行充能並經由一個並聯的開關（電晶體）的開和關轉換後輸出。

### ※降壓穩壓器 Buck Regulator

- \*基本的 DC-DC 轉換器電路。
- \*是將未經穩壓的輸入電壓，在輸出端產生數值較低、穩壓了的輸出電壓。
- \*這個輸出電壓，是通過一個串聯的開關（電晶體）對輸入電壓進行限幅而將形成的脈衝，加到起平均作用的電感器和電容器電路上。

### ※銅損 Copper Loss

- \* 電流經線圈所產生的能量損失，這些能量損失將轉換成熱能。
- \* 此能量損失等於電流大小的平方乘上線圈的電阻 ( $I^2R$ )。

### ※磁芯損耗 Core Loss

- \* 磁芯損耗是由於磁芯材料中的交變磁場引起的。
- \* 磁芯損耗與頻率及磁通量變化幅度有關。
- \* 對於大功率、高頻開關穩壓器及高頻電路設計中，要求細心選擇磁芯，儘量降低磁芯損耗，以便電感器具有優越的性能。

### ※渦流損耗 Eddy Current Loss

- \* 在電感器的磁芯及繞線組中都存在渦流損耗。
- \* 繞線阻（或是導體）中的渦流損耗有兩種類型：鄰近效應和集膚效應所引起的渦流損耗。
- \* 在磁場中，磁力線四周的電場是由交變磁力線所產生的，如果磁芯材料存在導電性，就會產生渦流；而渦流在一個垂直於磁力線的平面中流動，由於這個現象而造成損耗。

### ※集膚效應 Skin Effect

- \* 集膚效應是指交流電流傾向於在導體的表面傳導，而不是在導體的整個橫截面上均勻的流動，此現象會造成導體的電阻提高。
- \* 導體中的電流產生的磁場，會在導體的中間產生渦流，它與導體中間原來的電流方向是相反的。因此隨著頻率的升高，主電流被迫靠近導體的表面流動。

### ※居里溫度 Curie Temperature

- \* 是指鐵氧體磁芯失去磁性的溫度。
- \* 當溫度接近居里溫度時，磁芯的導磁率急遽上升，引起電感量增加；但是到了居里溫度，導磁率下降到接近一，導致電感量急遽下降。