

信號與雜訊的關係

信號與雜訊的關係:

邏輯上如果信號(Signal)=雜訊(Noise)

假設信號(Signal)完全=雜訊(Noise)

那濾除雜訊就=濾除信號

所以信號不完全=雜訊的邏輯是正確的

信號與雜訊的關係

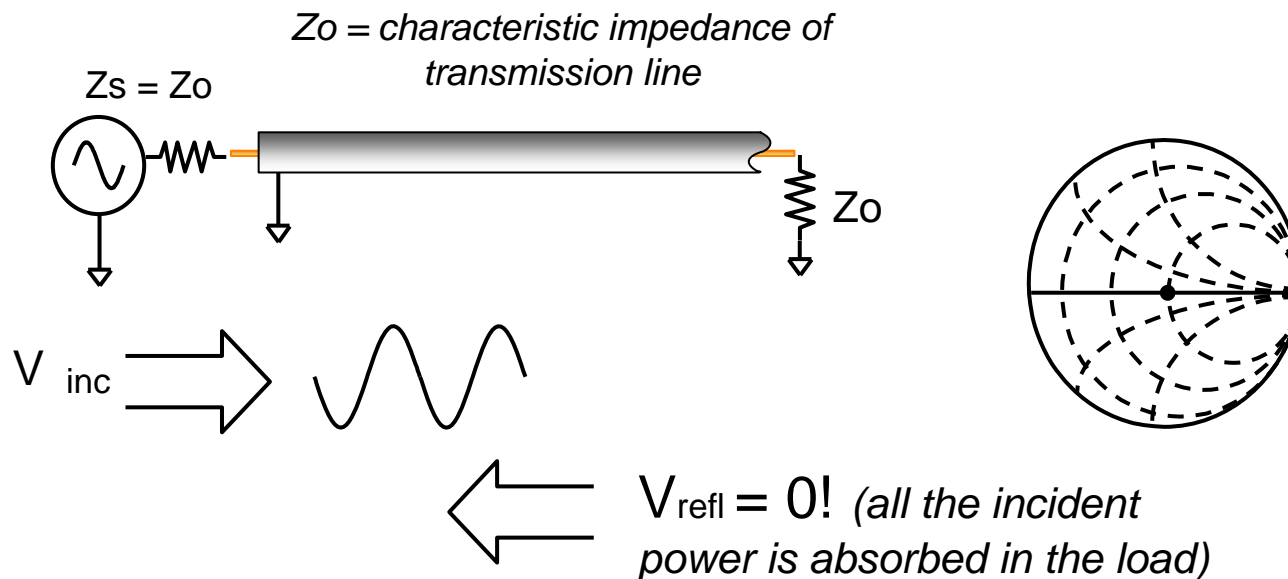
信號就如SIGNAL字體本身, 字體大小不會變化
而雜訊卻是由信號所衍生, 就像影子一樣的存在
影子的大小會因為週邊環境的變化而隨之變化。
然而只要信號不滅, 影子就會一直存在。
所以工程師永遠在追求最小影子的狀態



SIGNAL **SIGNAL**

雜訊的產生因素(信號路徑上阻抗的變化)

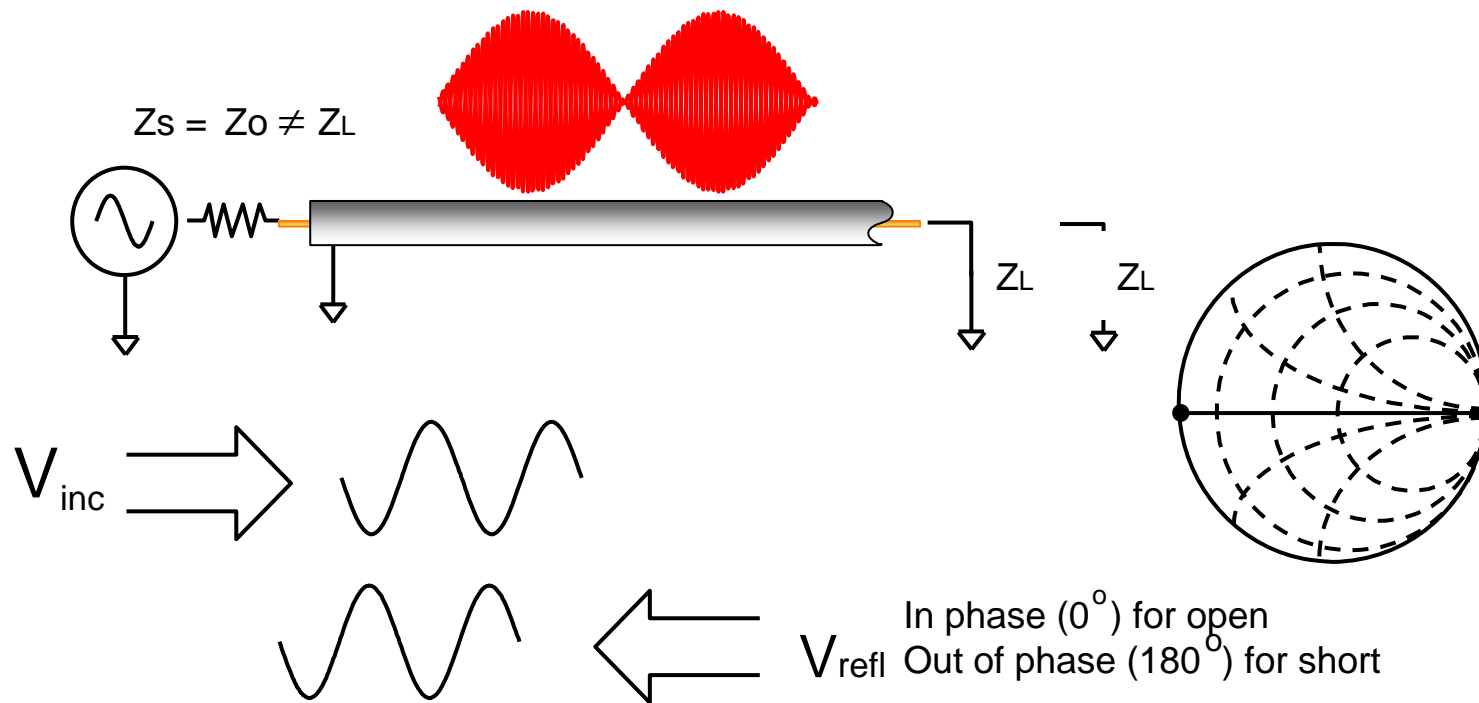
信號如果從源頭走到末端，都在一個阻抗一致的理想路徑，就像走在一條平直的道路，沒有任何障礙，那就一直可以保持一貫的速度前進。這種理想的狀態就不會有雜訊產生。



For reflection, a transmission line terminated in Z_0 behaves like an infinitely long transmission line

雜訊的產生因素(信號路徑上阻抗的變化)

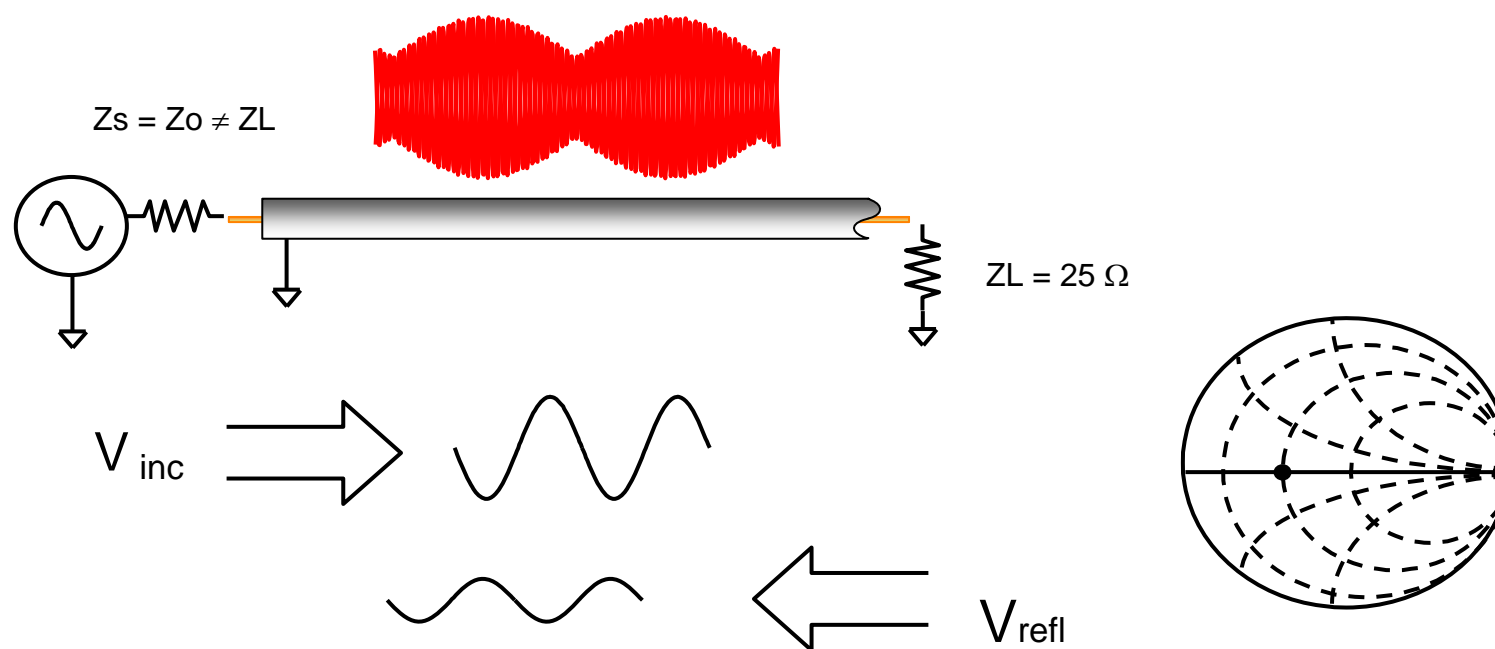
信號走在路徑上如果突然發生短路(Short)或開路(Open)就像行進的海浪碰到礁石或岩壁,撞擊的能量產生很大的反作用力,激起很大的反射作用,就像衝高的浪湧一般,此時反射的能量就形成很大的雜訊(Noise)信號。



For reflection, a transmission line terminated in a short or open reflects all power back to source

雜訊的產生因素(信號路徑上阻抗的變化)

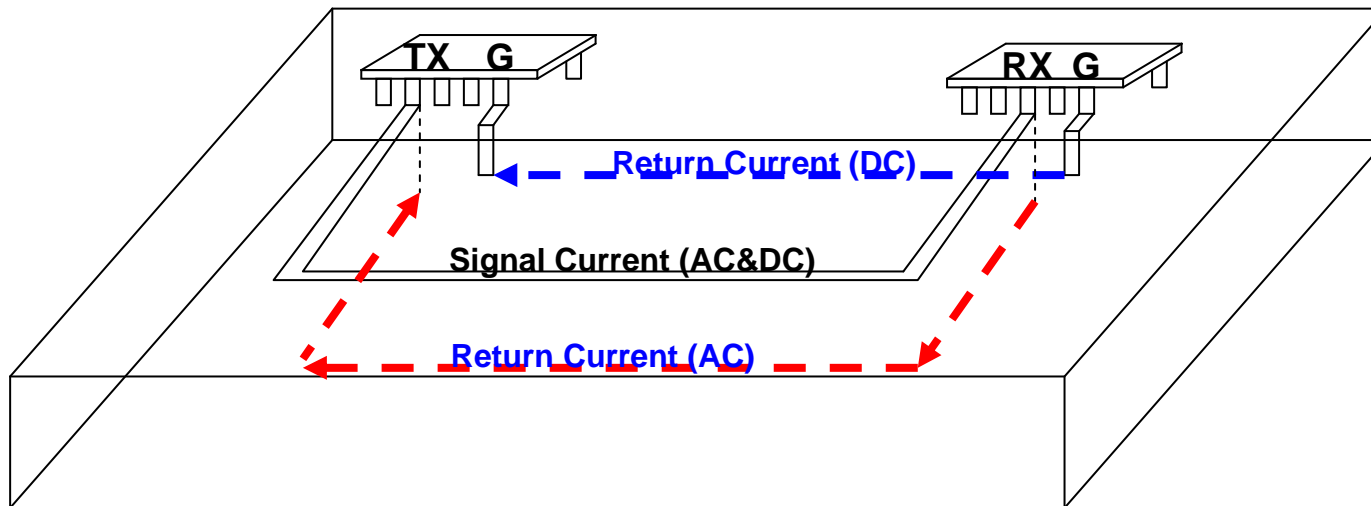
信號走在路徑上因為阻抗的變化所產生的反射能量亦隨著變化，阻抗越大，所產生的反射能量也越大，而雜訊強度亦隨著反射能量的變化而隨著成正比關係變化。



Standing wave pattern does not go to zero as with short or open

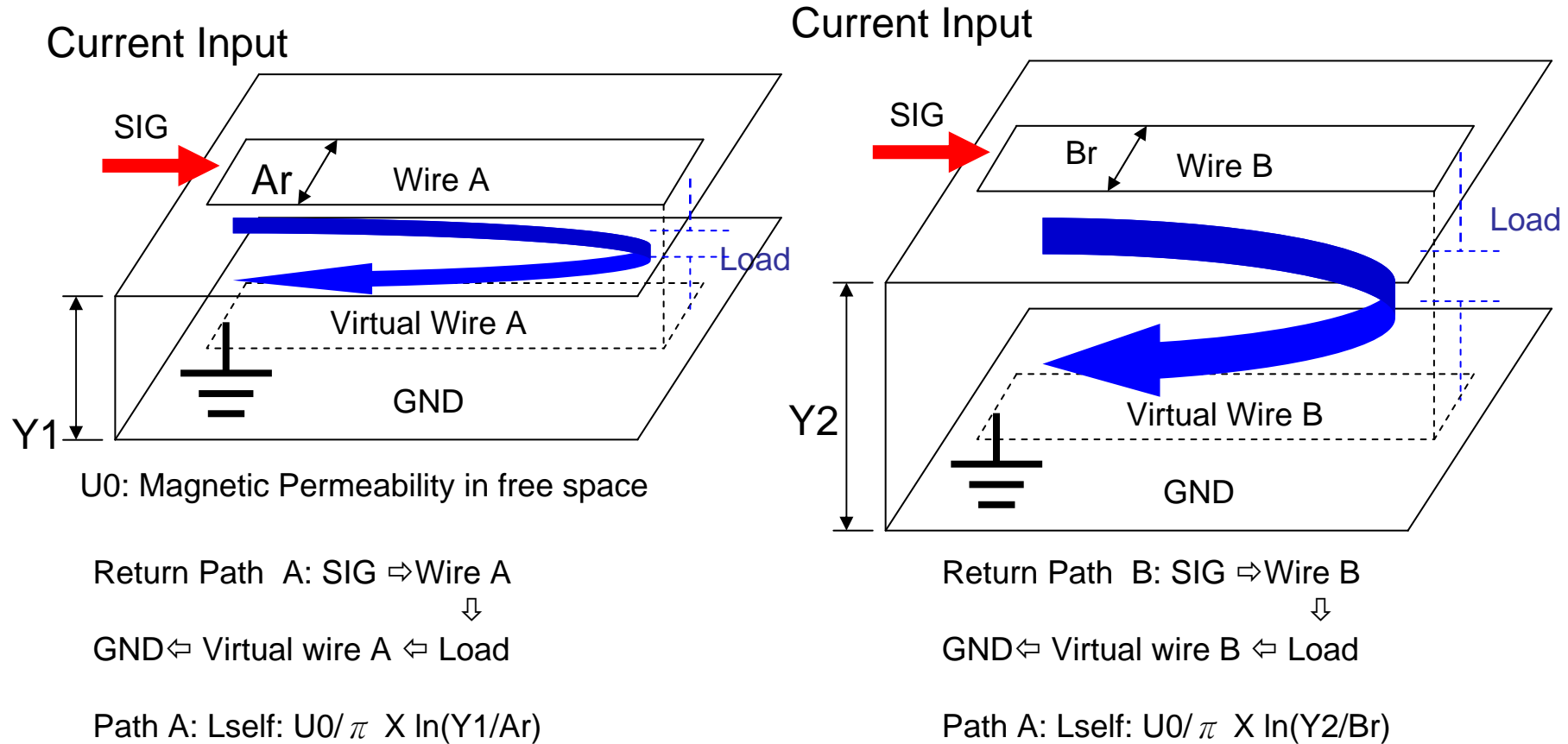
雜訊的產生因素(回流路徑的影響)

以單端信號路徑的型態，其回流必須走在其最近距離的連續金屬平面上，該金屬平面又稱為信號傳輸線的參考面，回流路徑就像信號傳輸線 (Signal Trace) 照鏡子一樣，其形狀及路徑就像鏡射影像一樣，映照在最近距離的金屬參考面上，回返電流信號就走在參考面裡，路徑所構成的面積越大則所形成的回流面積也越大，此回路面積在高頻的時候極容易受到高頻耦合效應而造成耦合輻射雜訊產生。



回返電流路徑所形成的電磁雜訊

Return Current Path

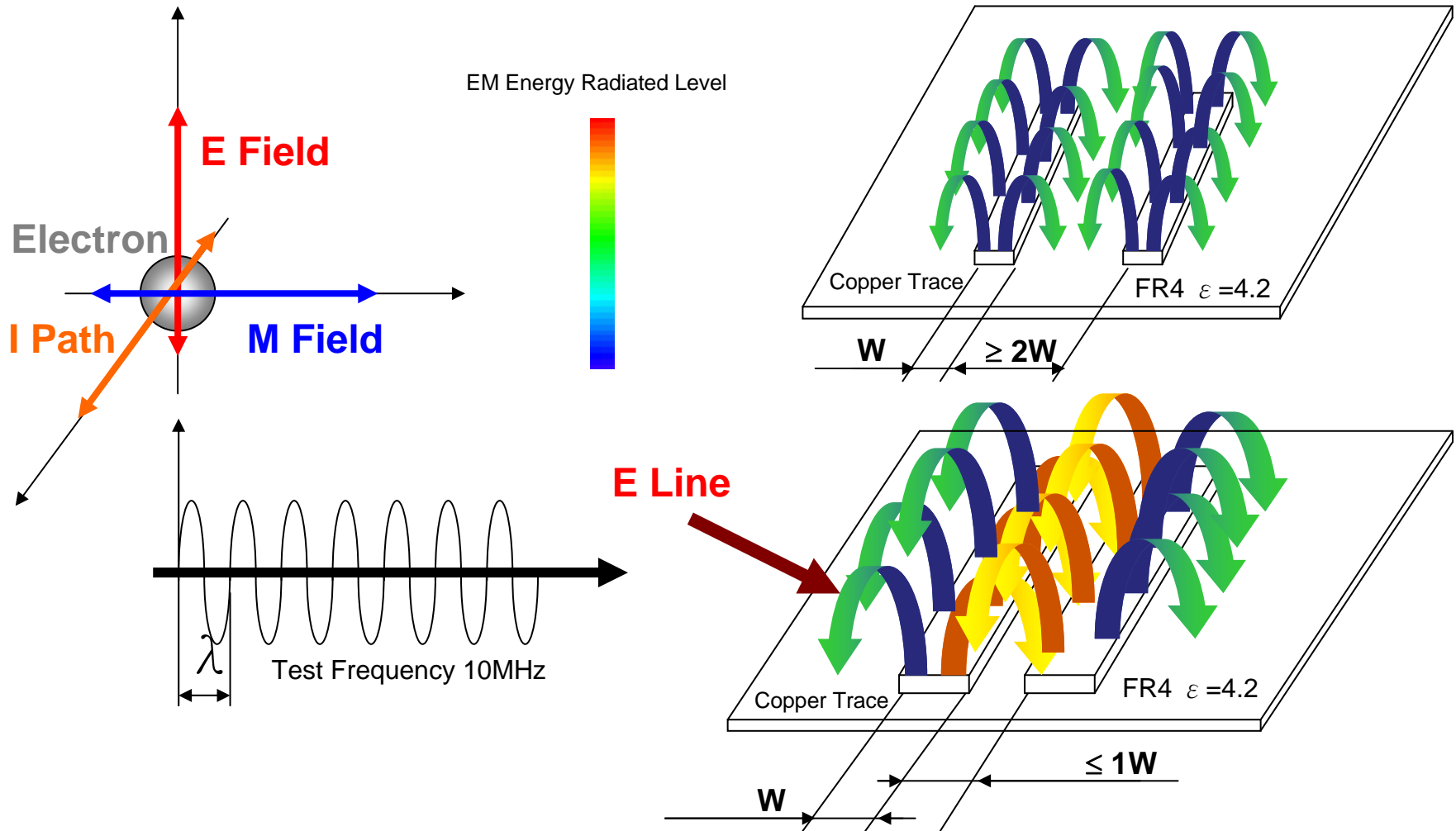


If $Ar = Br \Rightarrow$ Path A Inductance (L) < Path B

$$V_N = L \frac{di}{dt} \Rightarrow V_A < V_B$$

2條平行線的電場耦合效應引起的雜訊

2 Parallel Line E Field Coupling Model



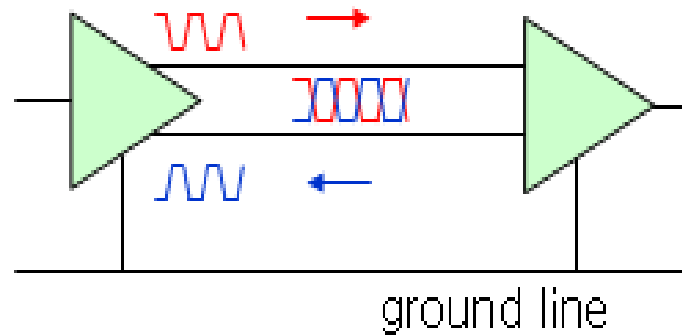
差動信號線的型態

Features of differential transmission

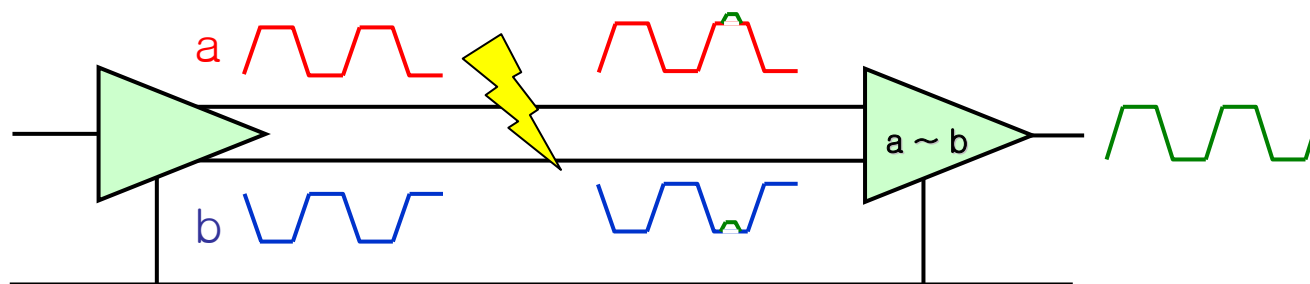
Differential Transmission

There is separate return path other than ground line

It's called **Balanced Transmission**



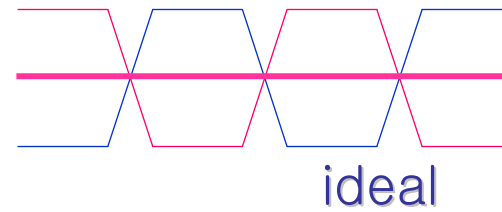
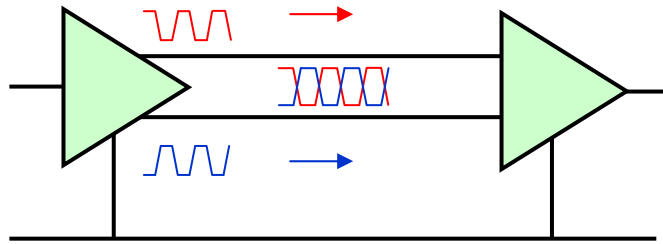
- Strong for external noise



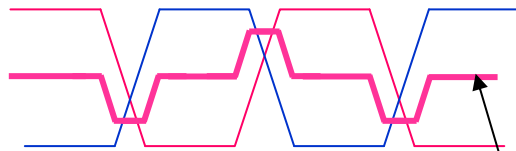
Signals are detected by subtracting the current of 2 lines

差動信號線的雜訊

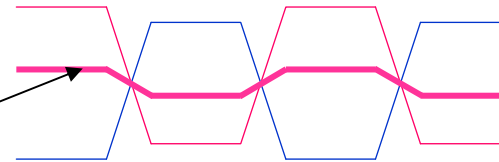
Collapsed balancing becomes noise



out of phase

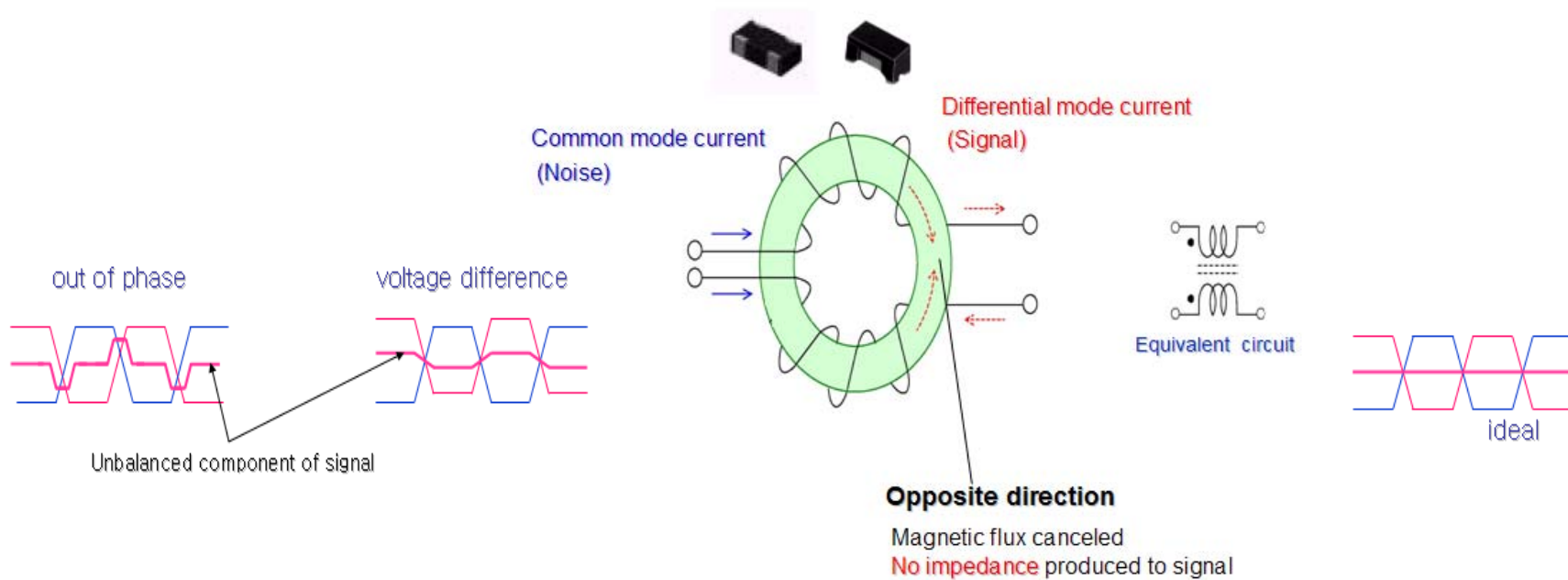


voltage difference



Unbalanced component of signal

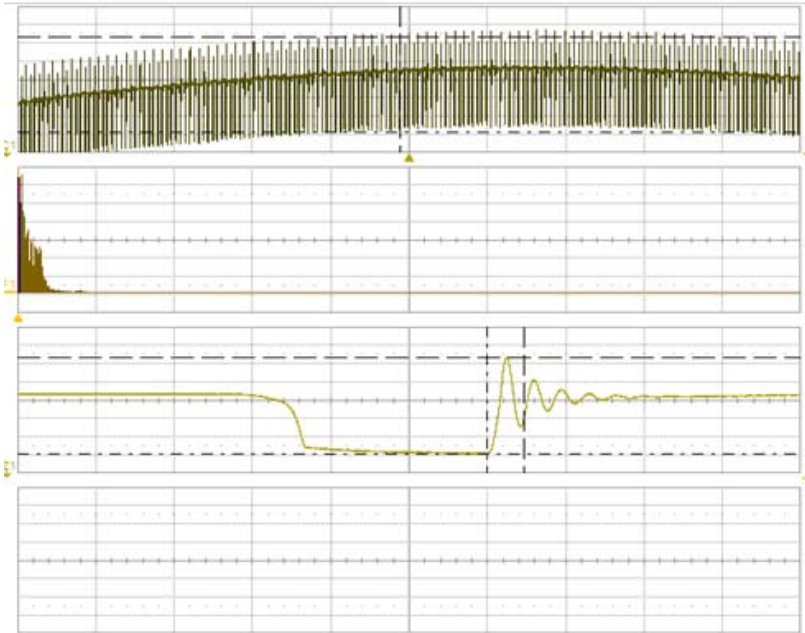
差動信號線的雜訊處理元件 共模濾波器



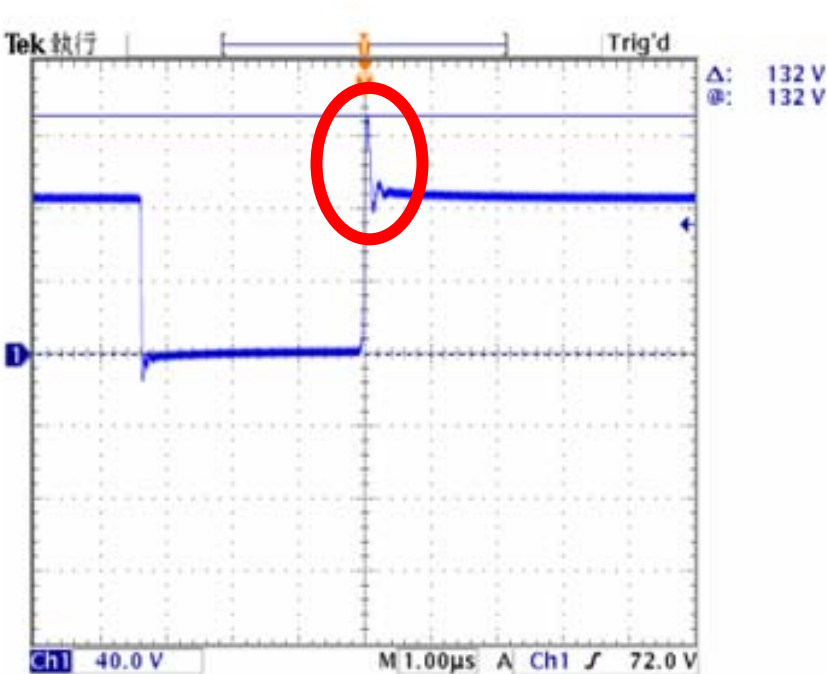
共模濾波器的主要功能將非平衡的信號相位調整為對稱平衡的相位信號

雜訊的種類

雜訊的形成由外部的信號耦合
進駐於工作信號所形成



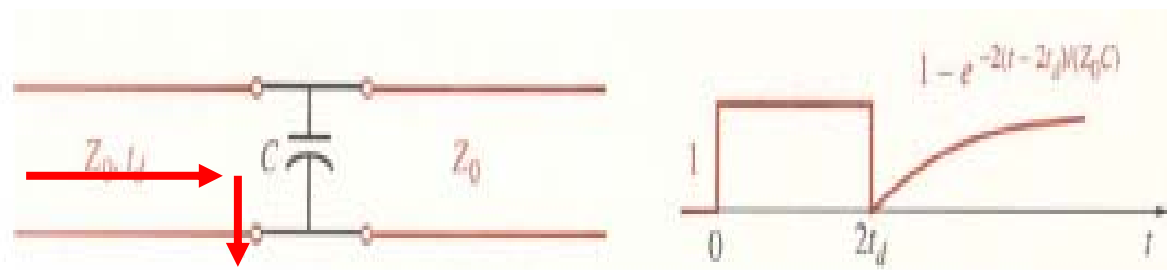
雜訊的形成由波形的畸變所形成



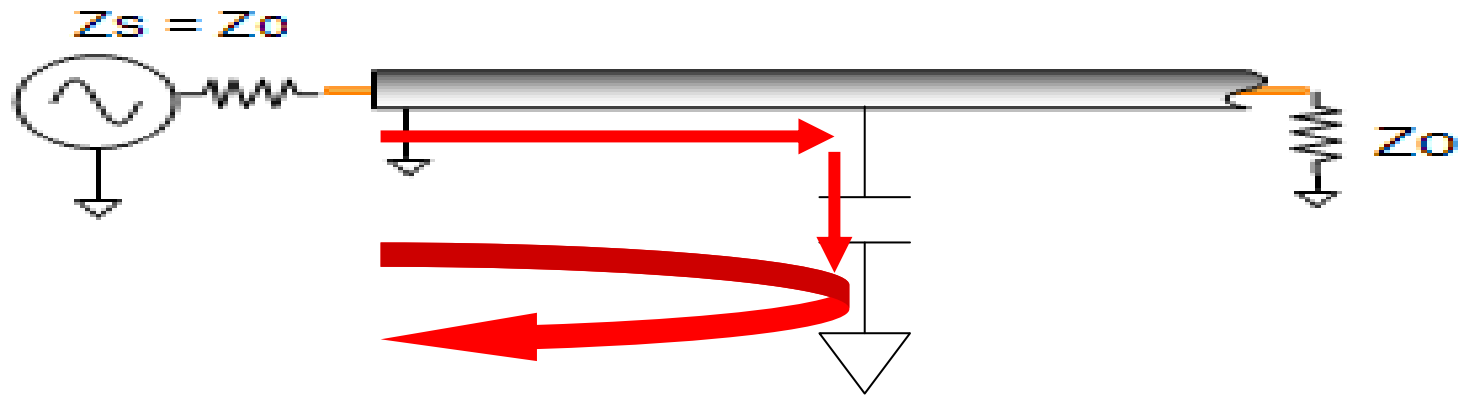
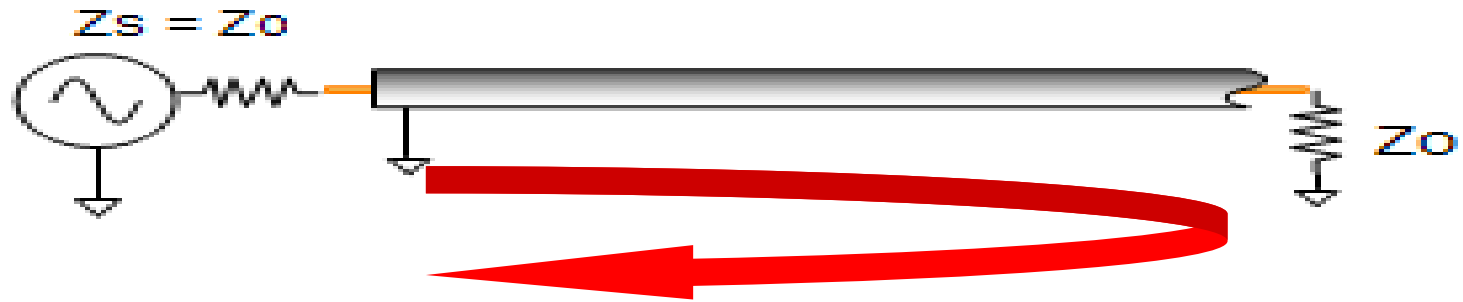
Current Typical EMI Noise suppressor Characteristic

一般的數位工程師所接受的傳統濾波觀念就是使用**旁路(By Pass)電容**，將所看到的雜訊濾除，所以我們可以先充份了解旁路電容對信號的最大衰減特性：

在TDR上信號看到旁路電容(BY PASS 電容)，就像看到一個低阻抗的通路，因此高頻信號會自動流經旁路電容下地，而每一個不同的電容值所產生的最大信號衰減頻率點及有效衰減頻帶都不一樣



對地旁路電容可以縮短信號回流路徑

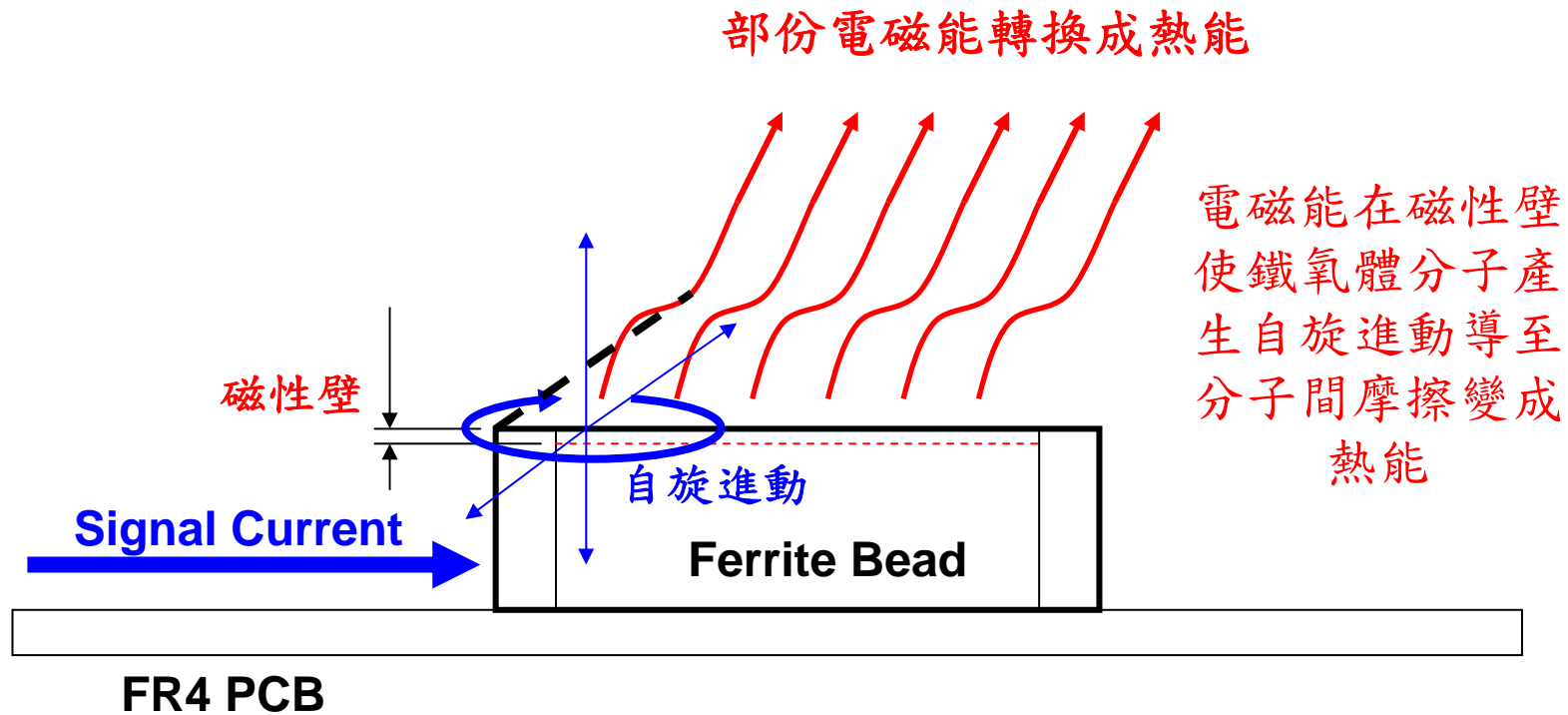


Current Typical EMI Noise suppressor Characteristic

Ferrite Bead Noise Filtering Characteristic

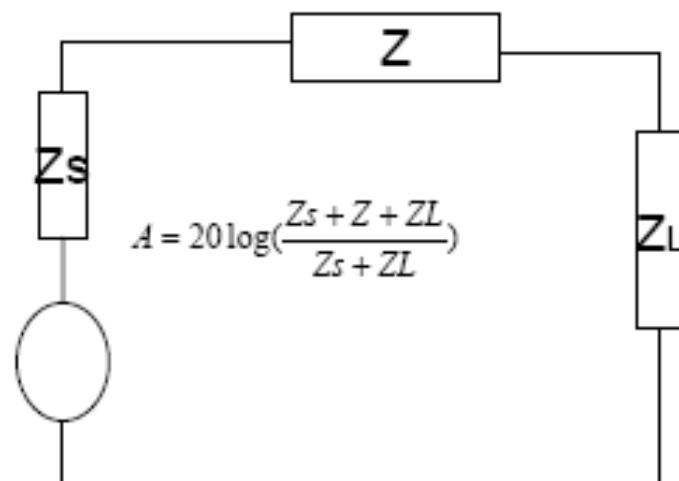
- 除了使用旁路電容來處理雜訊的問題之外,最常被拿來處理電子產品的EMI雜訊問題的元件就是磁珠(ferrite bead),磁珠的成份是由一種鐵氧體的合金粉末所構成,而合金的材質會影響濾波作用的頻帶,當電磁波射入此磁珠(ferrite bead)的材料表面時會在元件表面形成一層極薄的磁性壁,壁內部的磁性材料會因為外部射入的電磁能量形成自旋進動效應而產生分子間的相互磨擦,將部份電磁能轉化為熱能消散掉。
- 磁珠(ferrite bead)到底能轉化多大的電磁能量呢? 為什麼很多的時候用了很多不同阻值的磁珠,還是無法解決EMI雜訊的問題呢?
- 讓我們來徹底了解磁珠(ferrite)的信號衰減特性,就能知道磁珠的EMI濾波最佳的應用效果了

Ferrite Bead Noise Transfer Theory



Bead 衰減量計算

- Bead應用時的等效電路:
- Z: Bead的阻抗
- Zs: Source源阻抗
- ZL: Load負載阻抗
- Insertion Loss(插入損失)
- 通常元件的插入損失表示元件對EMI抑制的衰減能力
- 所以插入損失越大，表示元件對EMI雜訊抑制能力越強



Bead衰減量A:

$$A = 10 \log \frac{P1}{P2} = 20 \log \frac{V1}{V2}$$

P1: bead置入前負載上的功率

V1: bead置入前負載上的電壓

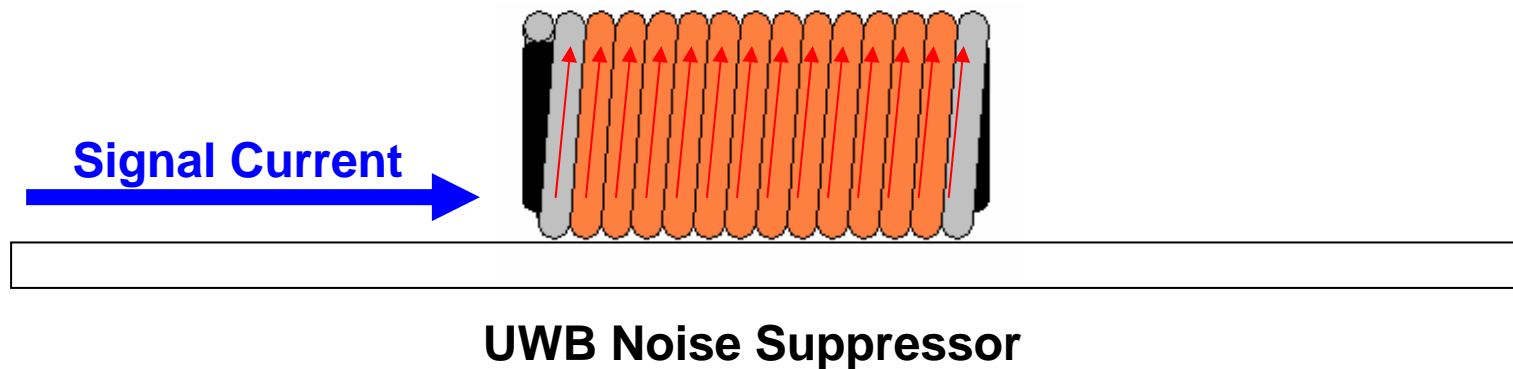
P2: bead置入後負載上的功率

V2: bead置入後負載上的電壓

UWB Suppressor Noise Transfer Theory

超寬帶的雜訊抑制器的核心鐵氧體核柱的材料為一種低導磁率特性的材料,所產生的阻抗帶寬為均勻分佈,即差入損失也均勻分佈,其特性為寬帶的濾波特性的,因為差入損失均勻分佈,所以對信號本體的損失分佈亦為寬帶的均勻分佈,其信號損失維持在可容許的範圍內,不致造成信號失真。

一般的鐵氧體磁珠材料為高磁導率的材料,其差入損失的分佈為標準的常態分佈曲線,即窄帶分佈,在最大的損失點具有高損失能力,此數值太大時通常會造成該頻點或頻帶的信號損失過大,造成失真。



Compare General and RDM Ferrite Feature

General Ferrite Feature

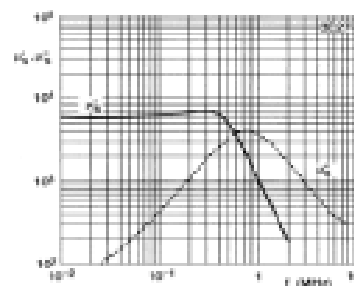
High permeability specialty NiZn ferrite used in EMI-suppression filters operating at frequencies up to 1000 MHz.

SYMBOL	CONDITIONS	VALUE	UNIT
μ_i	25 °C; ≤ 10 kHz; 0.25 mT	6000 \pm 20%	
B	25 °C; 10 kHz; 1200 A/m 100 °C; 10 kHz; 1200 A/m	\approx 430 \approx 270	mT
$\tan\delta/\mu_i$	25 °C; 100 kHz; 0.25 mT	$\leq 15 \times 10^{-6}$	
ρ	DC; 25 °C	\approx 0.5	Ωm
T_C		≥ 150	°C
density		\approx 4800	kg/m ³

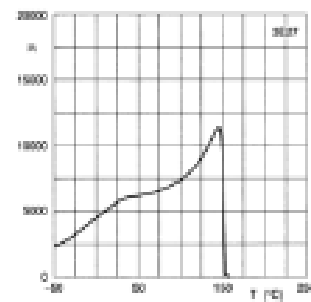
RDM UWB Ferrite Feature

High permeability specialty NiZn ferrite used in absorber tiles for anechoic chambers operating at frequencies up to 1000 MHz. relatively high T_C optimized for use in wideband as well as EMI-suppression filters.

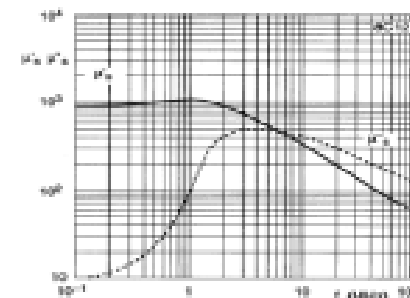
SYMBOL	CONDITIONS	VALUE	UNIT
μ_i	25 °C; ≤ 10 kHz; 0.25 mT	900 \pm 20%	
B	25 °C; 10 kHz; 1200 A/m 100 °C; 10 kHz; 1200 A/m	\approx 260 \approx 180	mT
ρ	DC; 25 °C	$\approx 10^5$	Ωm
T_C		≥ 125	°C
density		\approx 5100	kg/m ³



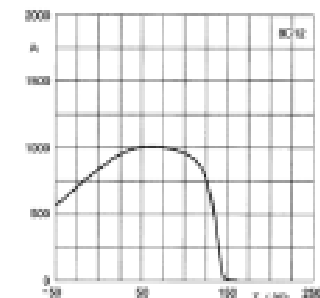
Complex permeability as a function of frequency.



Initial permeability as a function of temperature.

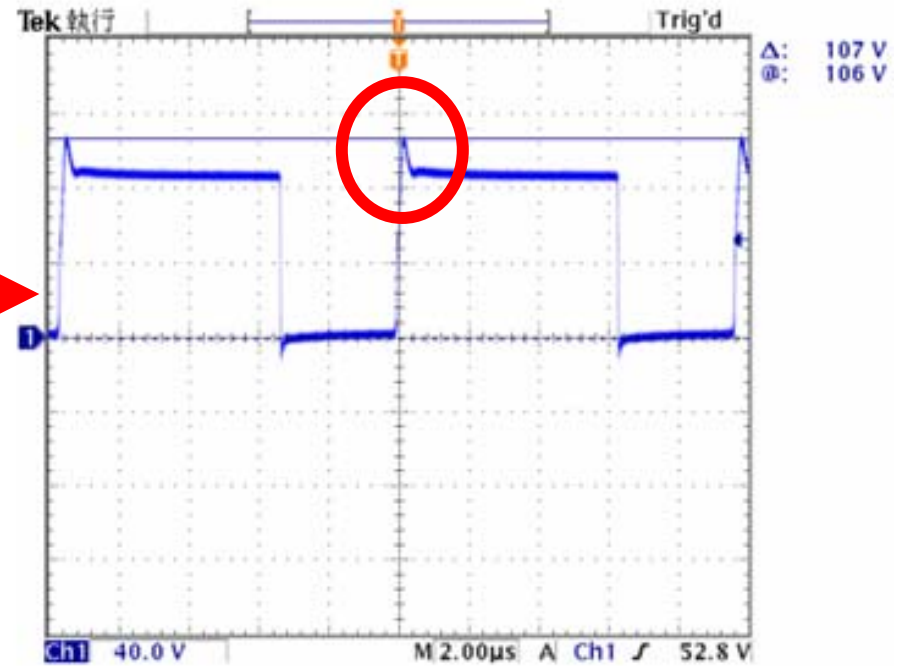
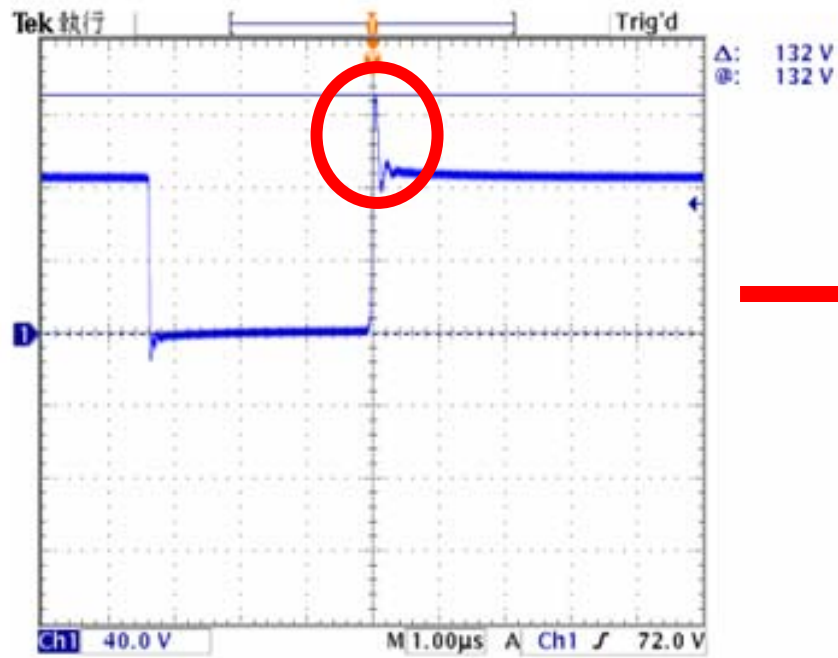


Complex permeability as a function of frequency.



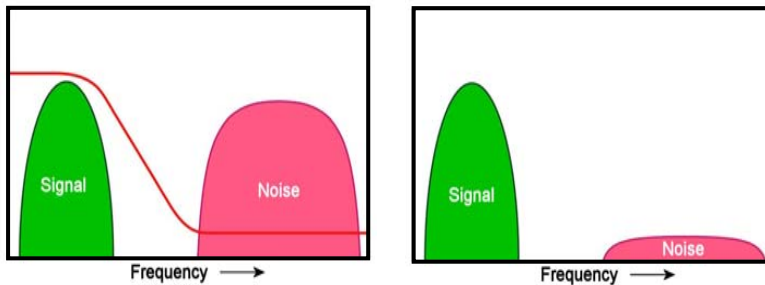
Initial permeability as a function of temperature.

利用元件將雜訊濾除

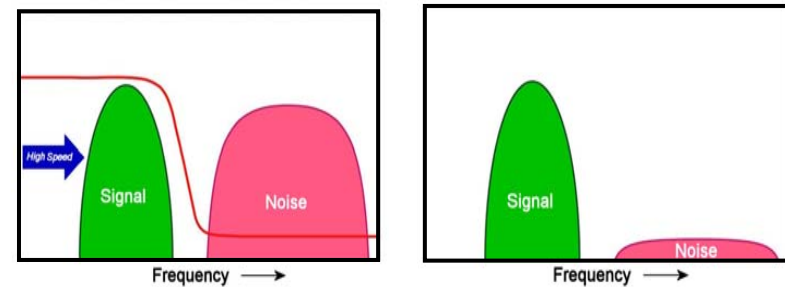


Selection of EMC Components

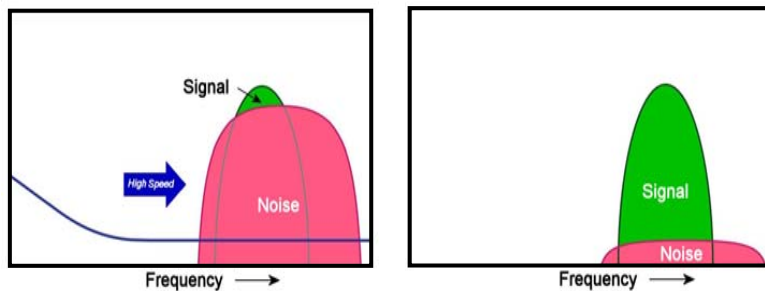
- Bead



- LC Filter



- Common mode filter



- Resistor

