

ETECH

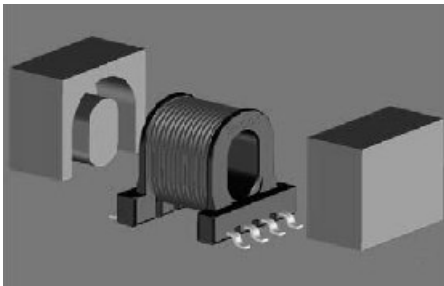
xDSL Transformer

之最佳化設計理論

內容概要

- ◆ xDSL變壓器的主要參數
- ◆ 訊號與磁滯曲線
- ◆ 訊號失真 (Signal Distortion, THD)
- ◆ Insertion Loss的計算
- ◆ Air Gap的影響分析
- ◆ 一些相關的變壓器設計分析
- ◆ 材料特性表 (小訊號)
- ◆ 材料應用範圍

xDSL變壓器的設計參數



訊號失真(THD)

Insertion Loss $a_c(f)$

磁滯材料常數 η_B

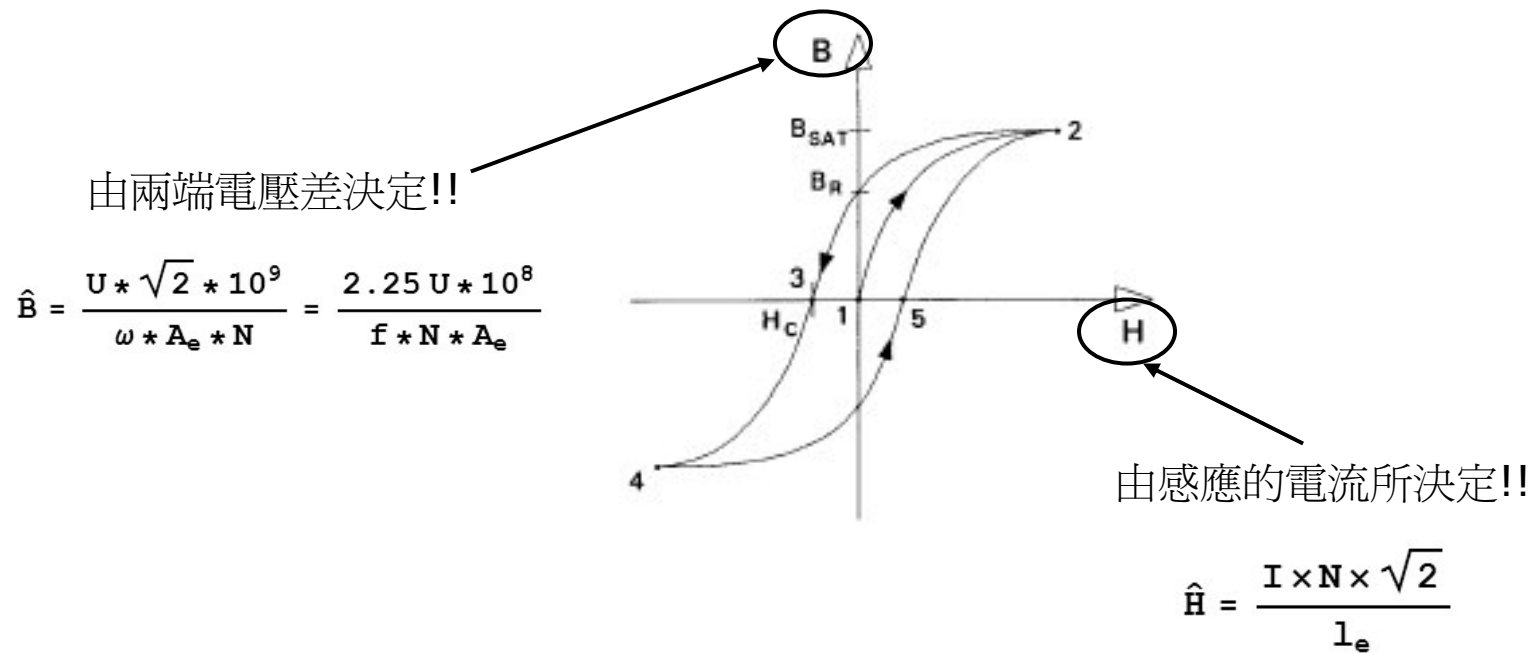
小訊號損失 $g_p(f)$

溫度行爲

頻帶 (Frequency Band)

Data Rate

磁滯曲線



- 由此可知，在磁性物質中，電流和電壓彼此之間並非一個線性比值。

訊號與磁滯曲線

- 在單一頻率輸入的情況下，一個帶有峰值電壓 U 的正弦波，其所感應的磁通量密度“峰值”可表示為：

$$\hat{B} = \frac{U * \sqrt{2} * 10^9}{\omega * A_e * N} = \frac{2.25 U * 10^8}{f * N * A_e}$$

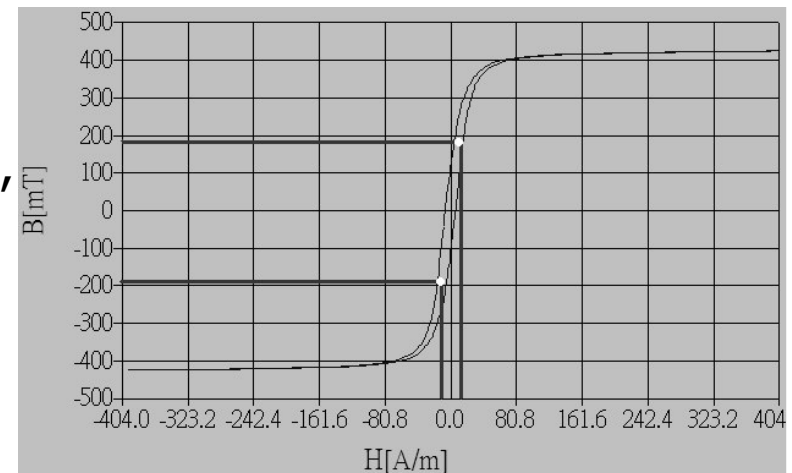
U : 電壓
 f : 頻率
 N : 線圈圈數
 Ae : 有效磁力線截面積

因此在單頻的情況之下，我們可以正確地描述一個信號的磁通量行爲！

Ex: $U=5$ Volt , $f=10$ kHz , $N=30$,

$A_e=19.5 \text{ mm}^2$ (for EP13)

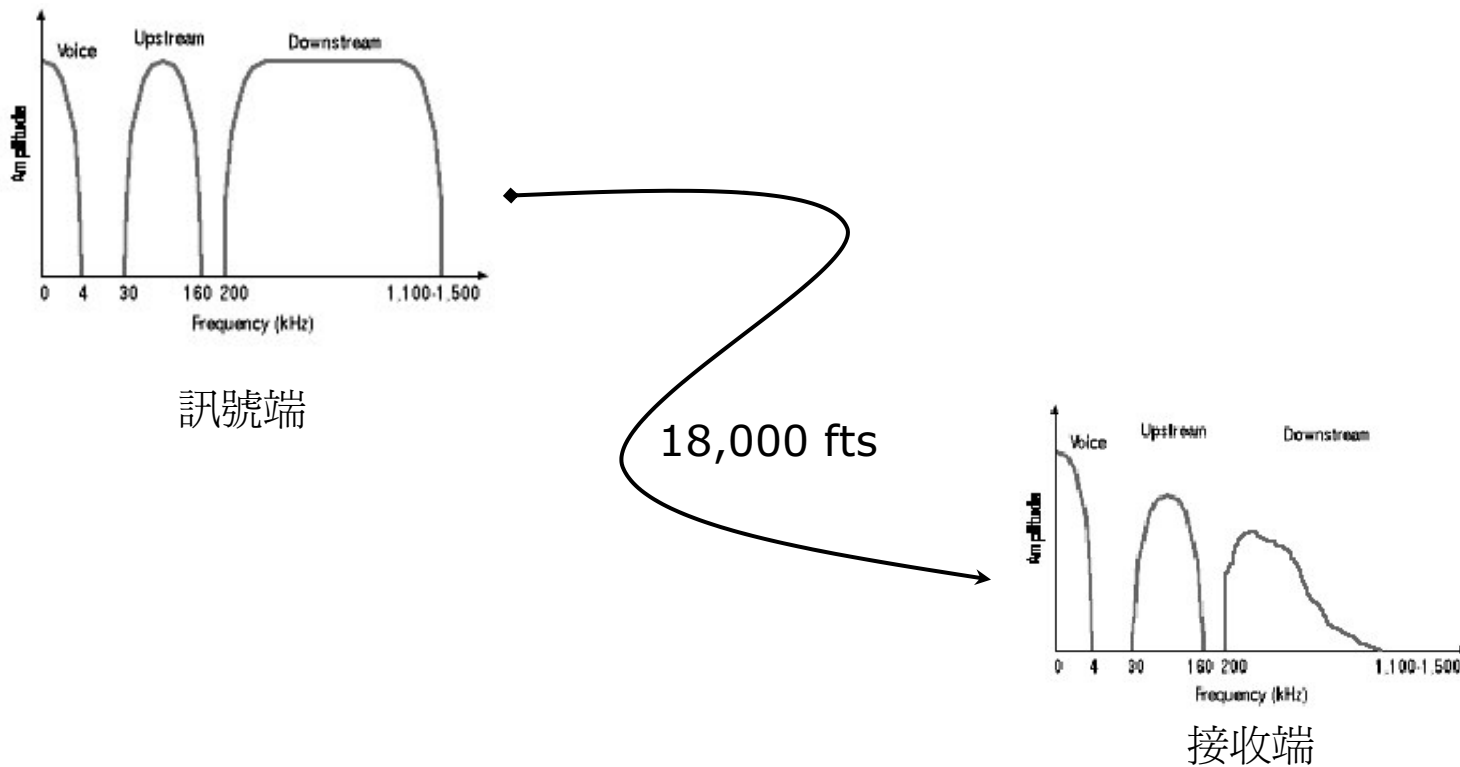
⇒ $B = 192.3 \text{ mT}$



T38 ; Ungapped

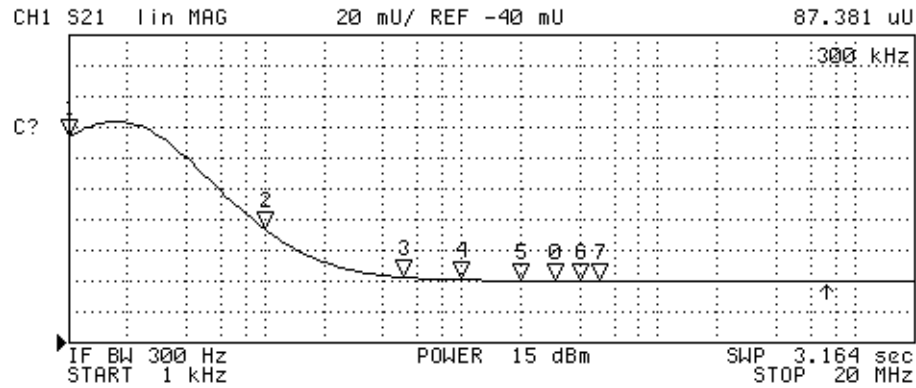
多頻混合信號之遠距離傳輸

- 由於高頻信號的衰減較快，因此在經過遠距傳輸之後頻譜的變化示意如下：



18K ft. 之後不同頻率之衰減狀況

[縱軸 → 電壓]



N	SWP PARAM	VAL
0	300 kHz	87.381 uU
1	1 kHz	93.536 mU
2	10 kHz	33.546 mU
3	50 kHz	2.5883 mU
4	100 kHz	866.03 uU
5	200 kHz	259.57 uU
6	400 kHz	28.353 uU
7	500 kHz	16.682 uU

SELECT LETTER

SPACE

BACK SPACE

ERASE TITLE

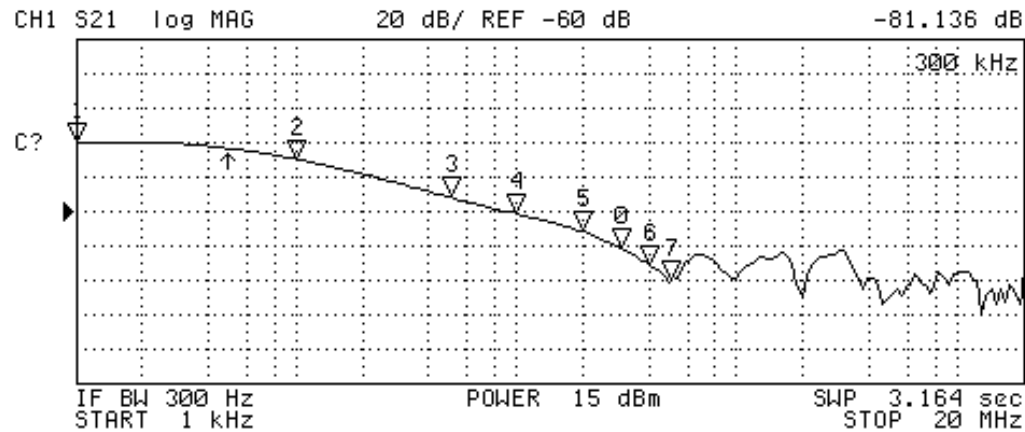
DONE

STOR DEV [DISK]

CANCEL

18K ft. 之後不同頻率之衰減狀況

[縱軸→dB]



SELECT LETTER
SPACE
BACK SPACE
ERASE TITLE

N	SWP PARAM	VAL
0	300 kHz	-81.136 dB
1	1 kHz	-20.579 dB
2	10 kHz	-29.491 dB
3	50 kHz	-51.727 dB
4	100 kHz	-61.291 dB
5	200 kHz	-71.608 dB
6	400 kHz	-90.984 dB
7	500 kHz	-99.523 dB

DONE
STOR_DEV [DISK]
CANCEL

多頻混合信號之遠距離傳輸

- 因此若將信號**獨立**分析，則由於強度〔峰值電壓〕衰減和頻率有高度相關，可得到：
 - 高頻 → 強度低 → 操作於低磁通密度區域
 - 低頻 → 強度高 → 操作於高磁通密度區域
- 不同操作區域其波形的失真也不同！

波形的失真

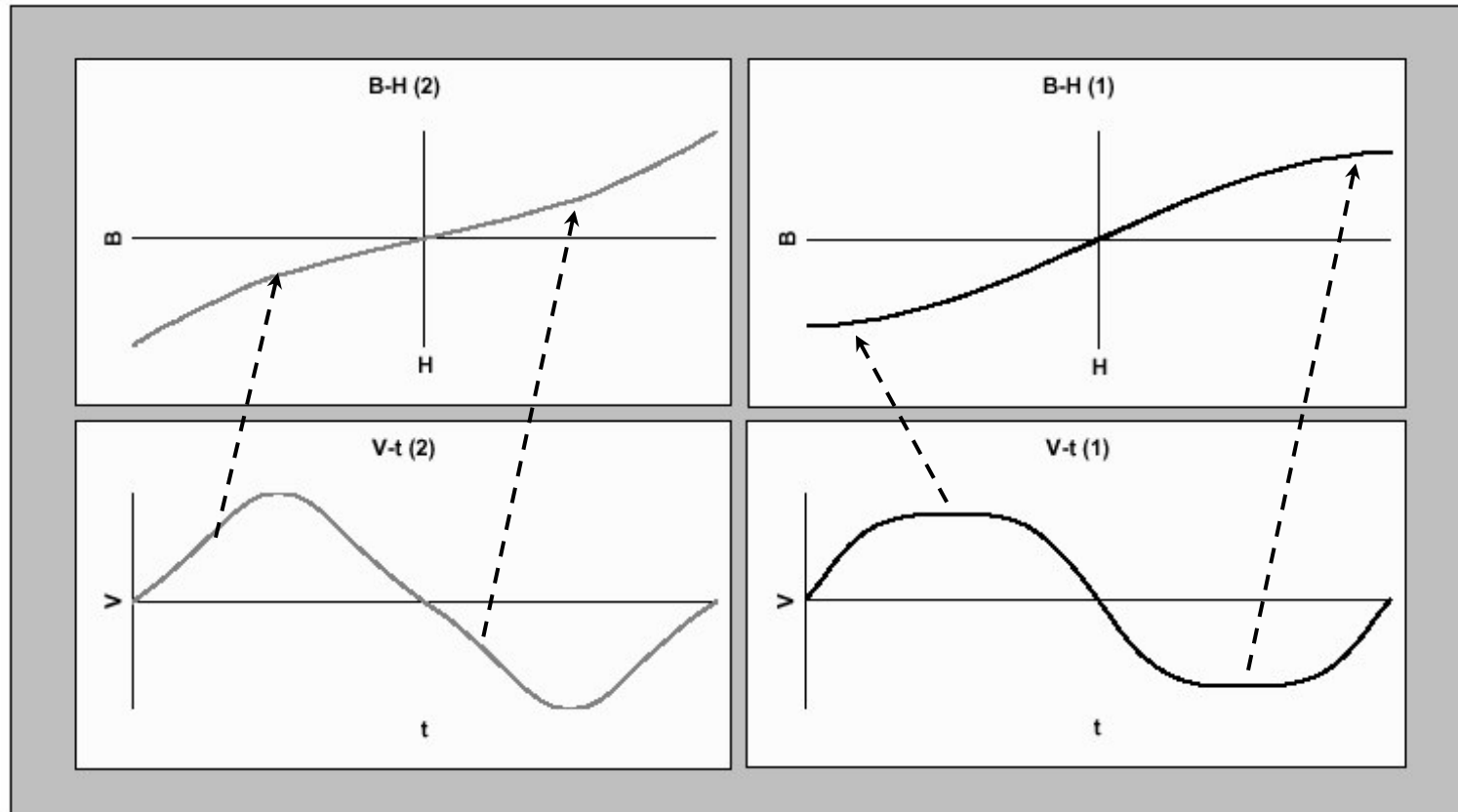


Fig. 2 Distortion in low flux region

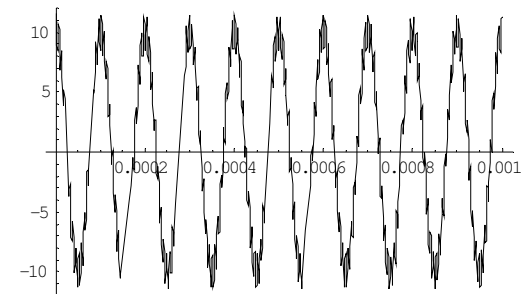
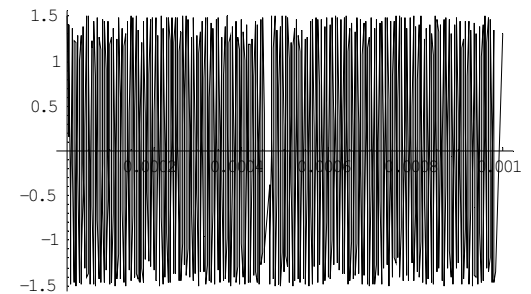
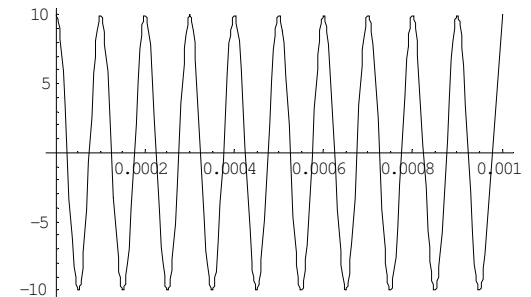
低通量失真

Fig. 3 Distortion in high flux region

高通量失真

實際狀況

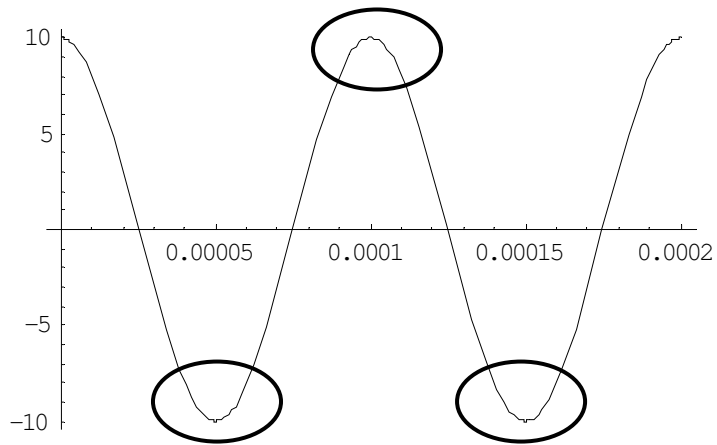
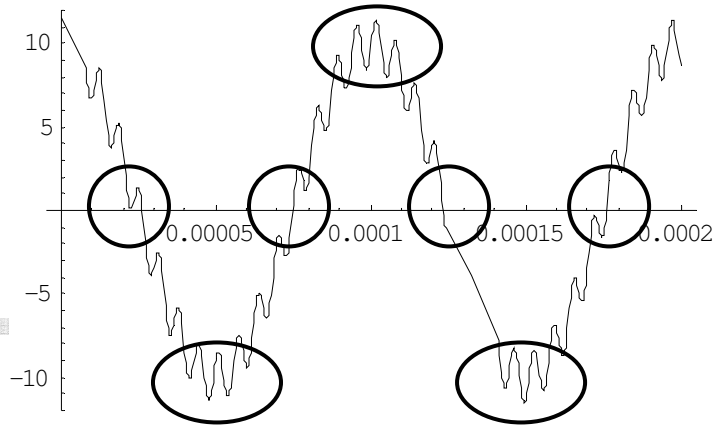
- 一個10 volt、頻率10 kHz之低頻訊號，其波形如右：
- 而一個經過衰減後為1.5 volt、頻率50 kHz之高頻訊號，其波形如右：
- 若這兩個訊號共同傳輸，則疊加所得的波形為：



失真分析

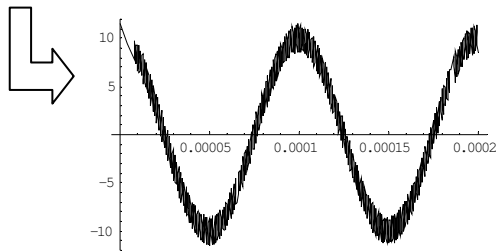
—— 高通量失真

—— 低通量失真

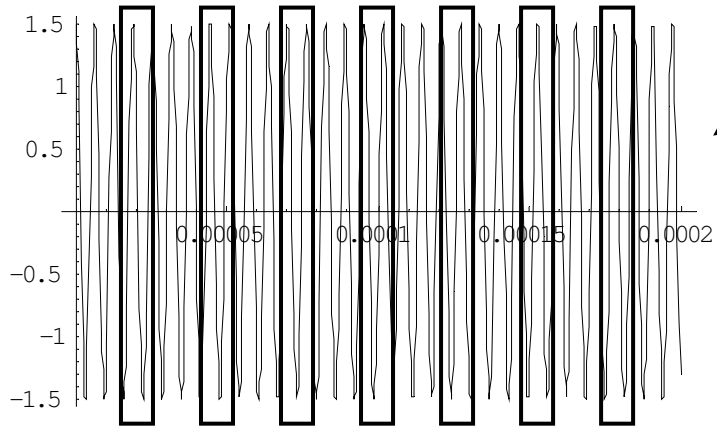


訊號分離

頻率越高，失真的波峰
數目越多、但比例低!!!

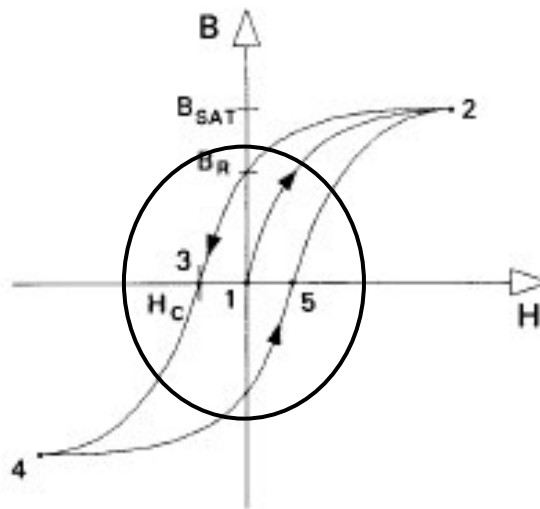


10 volt , 10 kHz + 1.5 volt , 300 kHz



失真分析

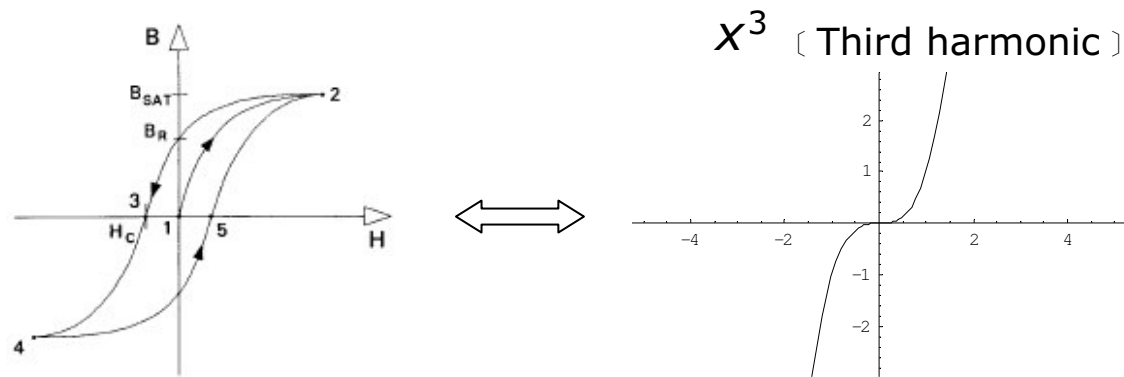
- 但是由之前的頻譜可看出，訊號經過遠距離傳輸之後，強度已降低許多〔 $\sim \text{mV}$ 〕，因此其混合信號應該不可能操作在高磁通量區域，所以此時較須注意的是高頻信號在低通量的失真！



信號失真之基本理論

- 由傅立葉分析所得之信號失真特性：

磁滯曲線 ----> 奇函數對稱曲線



在微小磁通量密度及正弦波信號中(IEC 401)：

Total Harmonic Distortion

$$\text{THD} \sim k_3 = \frac{U_3}{U_1} = 0.6 * \tan \delta_h \quad , \quad \tan \delta_h = \eta_B * \mu_e * \hat{B}$$

影響THD的參數分析

$$k_3 = \frac{0.6}{\mu_0} \cdot \underbrace{C(L, N, R)}_{\text{設計}} \cdot \underbrace{\frac{U}{f}}_{\text{工作環境}} \cdot \underbrace{\eta_B(T)}_{\text{材料}} \cdot \underbrace{CDF}_{\text{幾何形狀}}$$

$CDF \approx \frac{l_e}{A_e^2} \cdot \frac{l_N^{3/2}}{A_N^{3/2}} = \sqrt{\frac{l_e^5 \cdot l_N^3}{A_e \cdot A_N^3}} \cdot \frac{1}{V_e^{3/2}}$

$V_e = A_e \cdot l_e$

Core (points to l_e)
 Bobbin (points to l_N)

