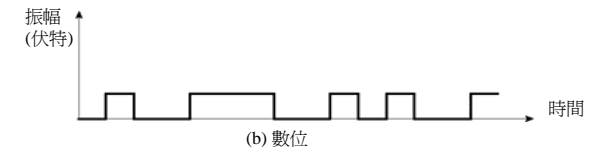
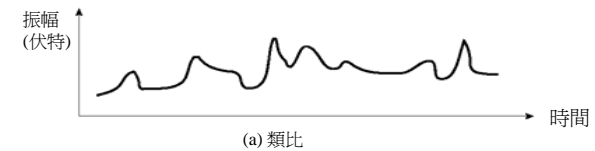


基本傳輸原理

Signals for Conveying Information
Analog and Digital Data
Channel

1

類比信號與數位信號波形



2

時域分析(I)

- 類比信號:其訊號強度隨時間軸呈現平滑變化
 - 沒有間斷或不連續的信號
- 數位信號:於一時間區間其信號強度維持在一個固定的準位，另一區間信號強度可改變到另一個準位
- 週期信號(periodic signal):是最簡單的一種信號形式，在時間軸上，它以相同的信號形式重複出現
 - $s(t+T) = s(t) \quad -\infty < t < +\infty$
 - 其中常數T 為信號的週期(T是滿足上式的最小值)

3

時域分析(II)

- 非週期信號:在時間軸上，不會以相同的信號形式重複出現
- 構成訊號的主要成份包含有
 - 振幅峰值(peak amplitude):信號在時域的最大值或最大強度；其單位為伏特
 - 頻率(f):信號重複的速率[單位為 週/每秒，或赫芝(Hz)]

4

時域分析(III)

- 週期(T):信號重複的時間, 頻率與週期的關係為
 - $T = 1/f$
- 相位(ϕ):單一週期內信號在時間軸相對位置的時間差
- 波長(λ):單一週期內佔有的距離
 - 相鄰兩個連續週期內兩個相同相位點的距離

5

正弦波 訊號的表示方式

- 一般的正弦波

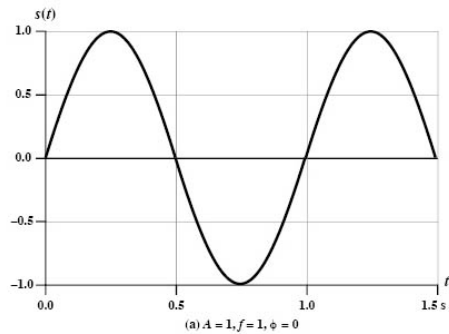
$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$

- 2π 弧度 = $360^\circ = 1$ 週期

6

正弦波 訊號的表示方式

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$

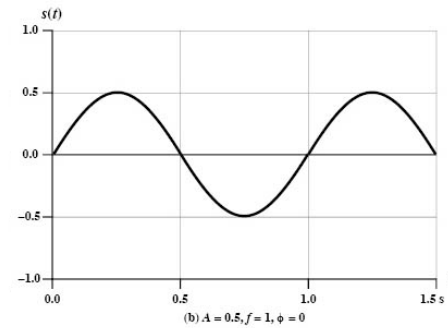


- (a) $A = 1, f = 1 \text{ Hz}, \phi = 0$; 因此 $T = 1 \text{ s}$

7

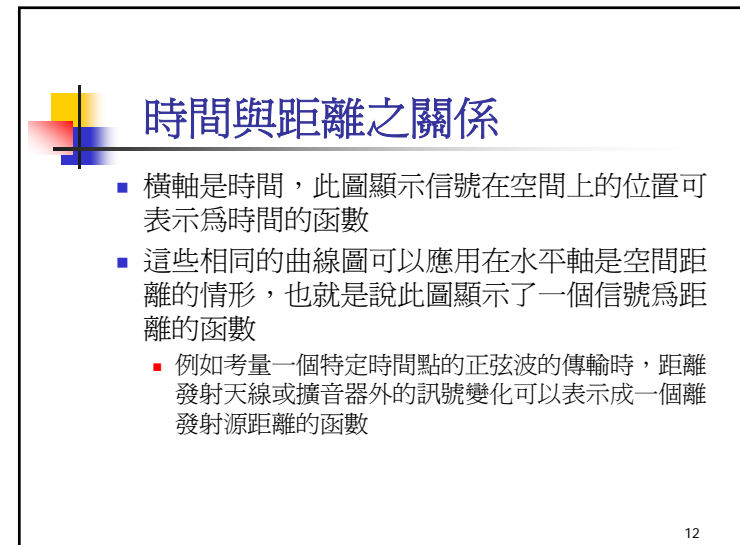
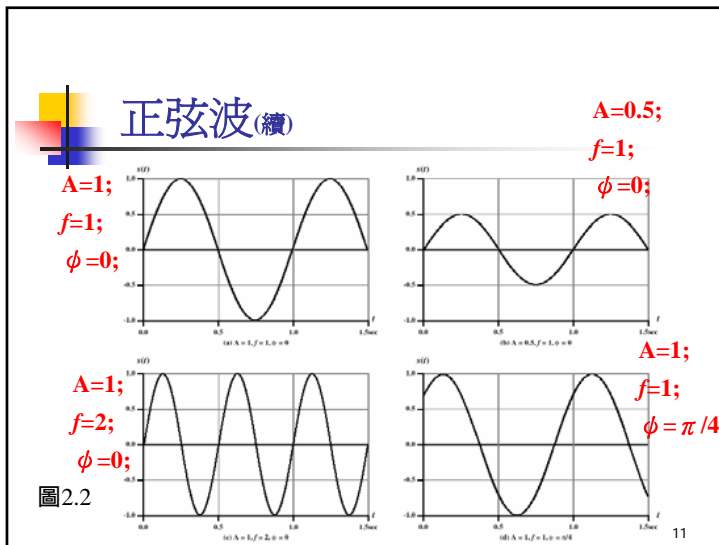
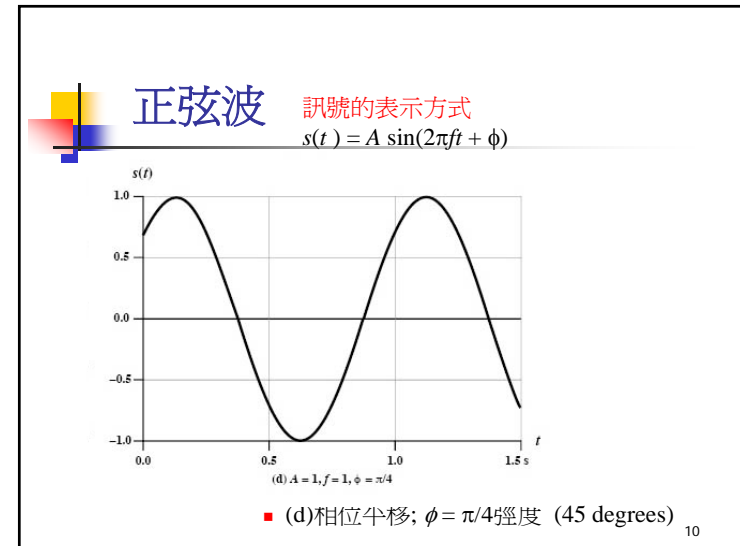
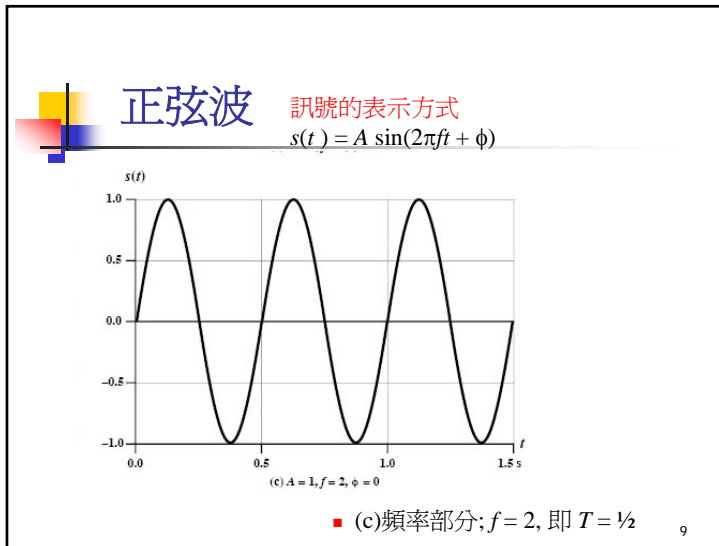
正弦波 訊號的表示方式

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$



- (b) 其振幅峰值為: $A = 0.5$

8



訊號分析

- 時域分析:
 - 表示成時間的函數
- 頻域分析:
 - 信號是由不同頻率成分所組成

13

頻域分析(I)

- 當信號的所有頻率成分是某一個頻率的整數倍，則此最小頻率稱為基礎頻率(fundamental frequency)
- 頻譜(spectrum)是一個信號頻率的涵蓋範圍
- 頻譜的寬度是信號的絕對頻寬(absolute bandwidth)
- 一般信號大部分的能量侷限於相對窄頻帶內，此頻帶寬稱為有效頻寬(effective bandwidth)或簡單地稱為頻寬。

14

頻域分析(II)

- 週期信號是由不同的振幅、頻率和相位之正弦波所組成
- 整體總和信號的週期是基礎頻率的倒數

15

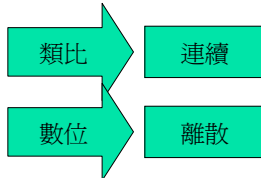
資料傳輸速率與頻寬的關係

- 資訊攜載量與其頻寬有直接的關係，頻寬愈大資訊攜載量愈大
- 概論
 - 數位信號的頻寬無限大
 - 一般傳輸系統先將信號限制在某一頻寬內再傳送
 - 對於任何指定的媒介而言，傳送頻寬愈大成本愈高
 - 限制傳輸系統的頻寬會造成信號失真

16

資料傳輸之名詞定義

- 資料(data):定義為一種傳送訊息的實體
- 信號(signal):是一種用來表示資料的電或電磁形式
- 傳輸(transmission):是一種信號的傳送與處理以達到傳送資料之目的



17

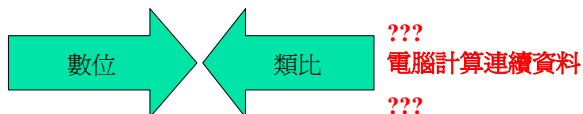
類比信號

- 類比信號(analog signal)是一種連續變化之電磁波，傳遞於某些介質上，適合傳遞電波信號之媒介與信號頻率有關
- 傳遞電波信號之媒介：
 - 銅線(雙絞線)
 - 光纖電纜
 - 大氣或空間傳播
- 類比信號可傳送類比和數位資料

18

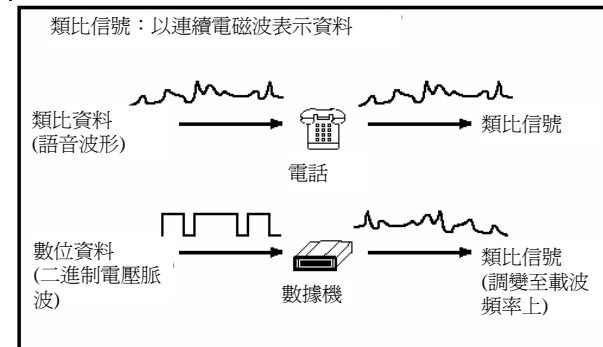
數位信號

- 數位信號(digital signal)是一個電壓脈波的序列，此脈波的序列可傳送於銅線上
- 一般數位信號系統比類比信號系統便宜
- 數位信號傳輸系統較不容易受雜訊干擾
- 主要的缺點是數位信號比類比信號易衰減
- 數位信號可傳送類比和數位資料



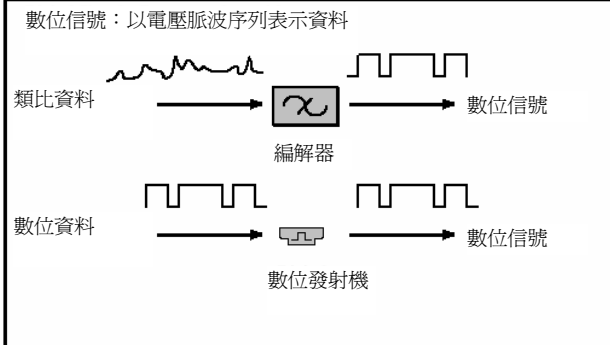
19

類比信號表示及傳輸類比和數位資料



20

數位信號表示及傳輸類比和數位資料



21

信號與資料選擇

- 數位資料→數位信號
 - 一般而言，數位資料編成數位信號的裝置比數位轉類比的裝置簡單且便宜
- 類比資料→數位信號
 - 類比資料至數位形式的轉換使能用於現代的數位傳輸與交換裝置
- 數位資料→類比信號
 - 一些傳輸媒介
 - 例如光纖和衛星只傳送類比信號
- 類比資料→類比信號
 - 類比資料可很容易地轉成類比信號

22

類比傳輸

- 類比傳輸方式不必考慮其傳輸之信號內容
- 類比信號傳輸時會衰減，因而限制了傳輸的距離
- 利用放大器增加信號能量，但不幸地雜訊也同時放大，信號的失真也越來越嚴重
 - 類比資料(例如聲音)可容忍較大的失真
 - 利用類比傳輸數位資料易造成數位資料的錯誤

23

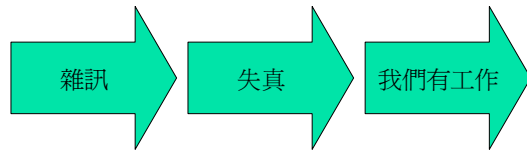
數位傳輸

- 要考慮其傳輸之信號內容
- 衰減會危害資料完整性數位信號
- 數位信號傳輸數位資料(使用中繼器)
 - 重整回復1與0的形式
 - 重新輸出回復的數位信號
- 類比信號傳輸數位資料
 - 傳輸裝置將類比信號回復原數位信號
 - 產生一個新且未受雜訊干擾之類比信號

24

通道容量

- 雜訊等傳輸損害會限制資料傳輸速率
- 對於數位資料的傳輸而言，這些損害怎樣限制資料傳輸速率？
- 在給定傳輸條件下，一個指定通訊路徑(通道)的最大資料傳輸速率稱為通道容量



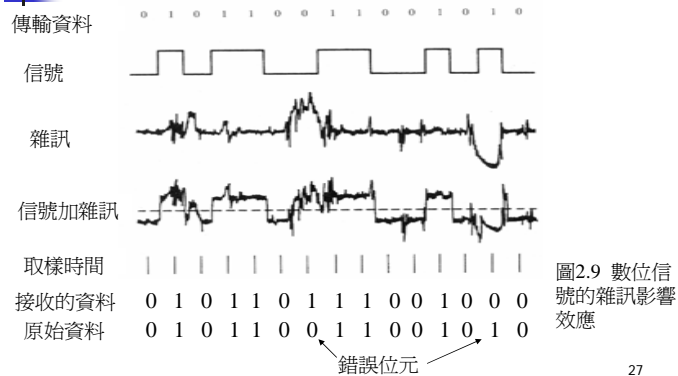
25

通道容量相關的名詞

- 資料率：資料傳送的速率，單位是位元每秒 (bps)
- 頻寬：發射機和傳輸媒介的本質將傳輸信號侷限於某一頻率範圍稱之為傳送信號的頻寬，單位是週每秒或是Hz
- 雜訊：通訊路徑上的平均雜訊準位
- 錯誤率：錯誤發生的機率
 - 所謂錯誤是指傳送0接收到的卻是1或傳送1而接收到的卻是0

26

數位信號的雜訊影響效應



27

訊雜比

- 訊雜比是指傳輸上某一個特定點之信號功率與雜訊功率的比值
- 一般在接收端測量
- 訊雜比(signal-to-noise ratio, SNR or S/N)

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \frac{\text{信號功率}}{\text{雜訊功率}}$$

- 一個高的訊雜比表示高品質的信號
- 訊雜比設定了可實現的資料速率之上限

28

沈農通道容量定理

- 方程式： $C = B \log_2(1 + \text{SNR})$
- 通道容量可實現的最大理論值
- 實際上可達到的比理論值低很多
 - 考量白色雜訊(熱雜訊)的情況
 - 未考慮脈衝雜訊
 - 未考慮衰減失真或者延遲失真

29

沈農通道容量定理



提出通道容量可實現的最大理論值

Before 80's ???????????? 效能不到一半
凡人無法達到神的領域...

1982 G. UNGER BOECK 達到 1/2 效能

After 90's 達到接近

Future

30

傳輸介質

- 傳輸媒介是指發射機與接收機之間的實體路徑
- 引導性傳輸媒介
 - 電波是沿著固態的媒介導引前進
 - 例如 雙絞銅線、同軸電纜或光纖
- 非引導性傳輸媒介
 - 非引導性的媒介只提供傳送電磁信號的介質但不加以導引
 - 此形式的傳送一般稱為無線傳輸
 - 例如 空氣、外太空

31

非引導性傳輸介質

- 藉由天線來達成傳送和接收
- 無線傳輸有指向性和全向性(等向性)兩個基本架構
 - 定向傳輸
 - 全向傳輸

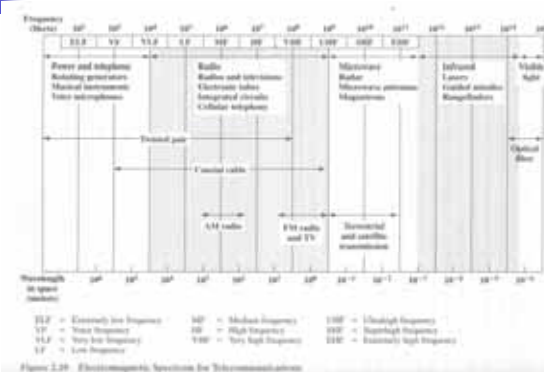
32

一般頻率的範圍

- 微波(microwave)頻率的範圍
 - 1 GHz to 40 GHz
 - 高指向性波束
 - 適用於點對點傳輸
 - 使用於衛星通訊
- 無線電(radio)頻帶
 - 30 MHz to 1 GHz
 - 頻率範圍是適合於全向性的應用
- 紅外線(infrared)的頻帶
 - 頻率範圍, 3×10^{11} to 2×10^{14} Hz
 - 用於短距離(例如, 單一房間)的點對點和多點傳輸之應用

33

一般頻率的範圍



34

多工

- 傳輸媒介的容量一般都超過單一信號傳輸所需要的容量
- 多工技術 - 用單一媒介攜載多個信號使得傳輸系統更有效率, 此種方式就是多工 (multiplexing)

35

多工技術示意圖



36

使用多工的理由

- 每kbps的成本可以因增加傳輸設備的資料速率而降低
- 傳輸設備的成本(每kbps的價格) 因增加資料速率而降低了
- 大部份個別的數據通訊裝置需要相對適度的資料速率

37

多工技術

- 分頻多工(frequency division multiplexing, FDM)
 - 利用媒介有用頻寬大於一個信號需要的頻寬之事實
- 分時多工(time division multiplexing, TDM)
 - 利用媒介的資料傳輸速率(有時可稱頻寬)大於一個數位信號所需的資料速率之事實

38

分頻多工

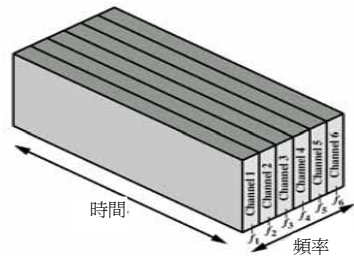


圖2.12 (a) FDM

39

分時多工

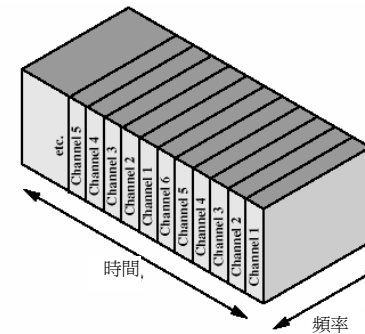


圖2.12 (a) TDM

40