

# **William Stallings**

# **Data and Computer**

# **Communications**

## **7<sup>th</sup> Edition**

---

**Bagian 3**

**Transmisi data**

# Terminology (1)

---

- Pemancar
- Penerima
- Media
  - Guided medium
    - e.g. twisted pair, optical fiber
  - Unguided medium
    - e.g. air, water, vacuum

# Terminology (2)

---

- Direct link
  - Tidak ada alat perantara
- Point-to-point
  - Direct link
  - Hanya 2 peralatan yang menghubungkan
- Multi-point
  - Lebih dari 2 alat yang menghubungkan

# Terminology (3)

---

- Simplex
  - Satu arah
    - e.g. Television
- Half duplex
  - Dua arah, tetapi hanya satu arah secara serentak
    - e.g. police radio
- Full duplex
  - Dua arah pada waktu yang sama
    - e.g. telephone

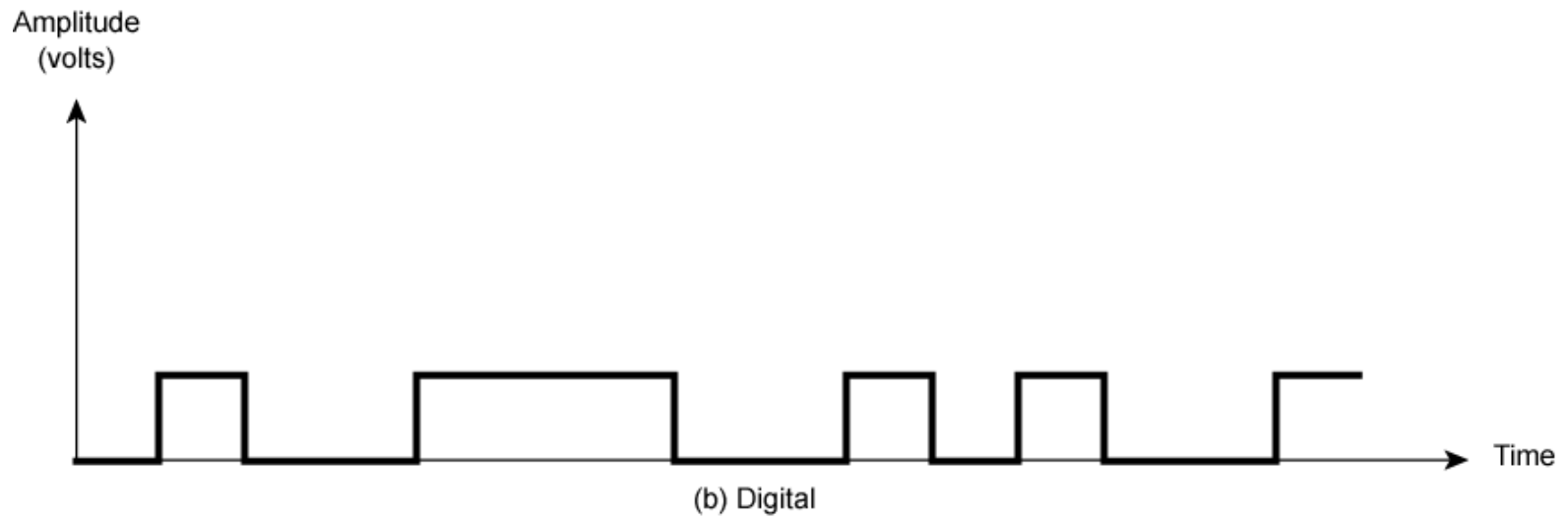
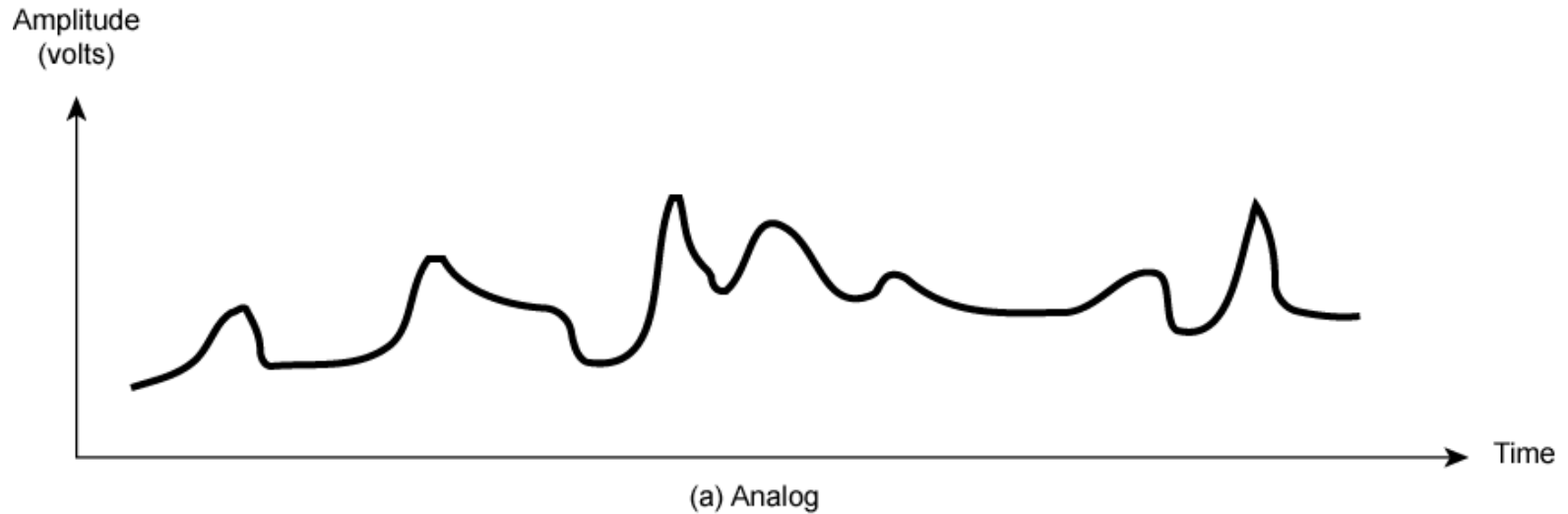
# Frequency, Spectrum and Bandwidth

---

- Time domain concepts
  - Analog signal
    - Various in a smooth way over time
  - Digital signal
    - Memelihara suatu level konstan kemudian mengubah ke level konstan yang lain
  - Periodic signal
    - Pola mengulangi dari waktu ke waktu
  - Aperiodic signal
    - Pola tidak mengulang dari waktu ke waktu

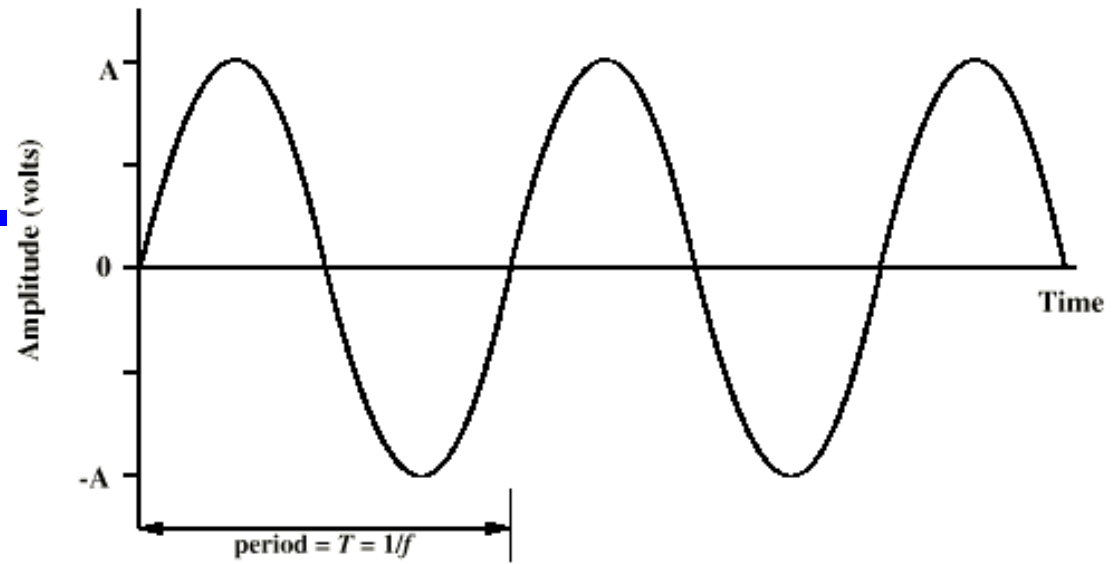
# Analogue & Digital Signals

---

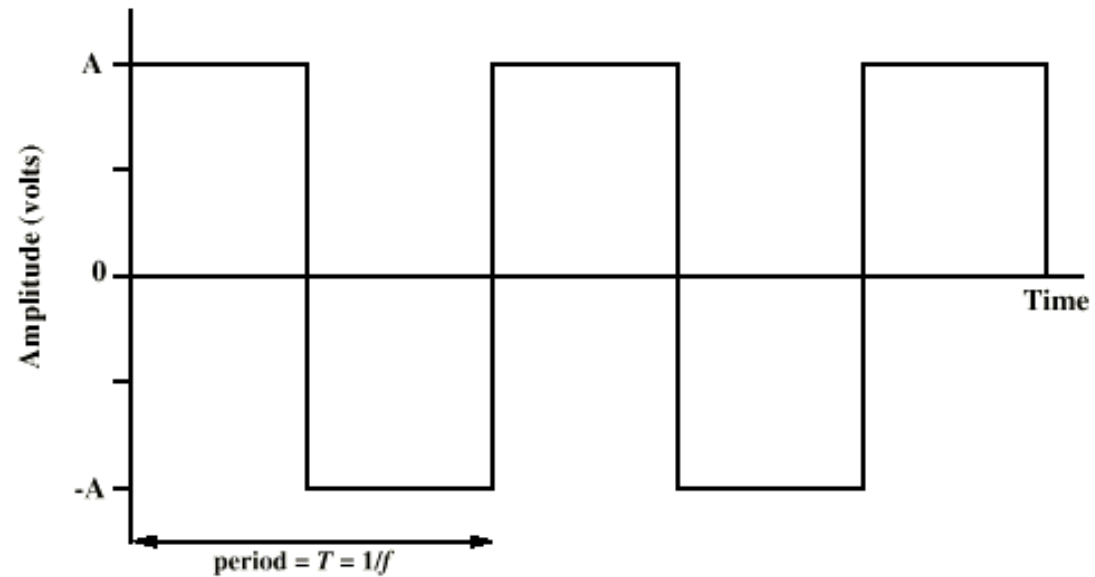


# Periodic Signals

---



(a) Sine wave



(b) Square wave

# Gelombang sinus

---

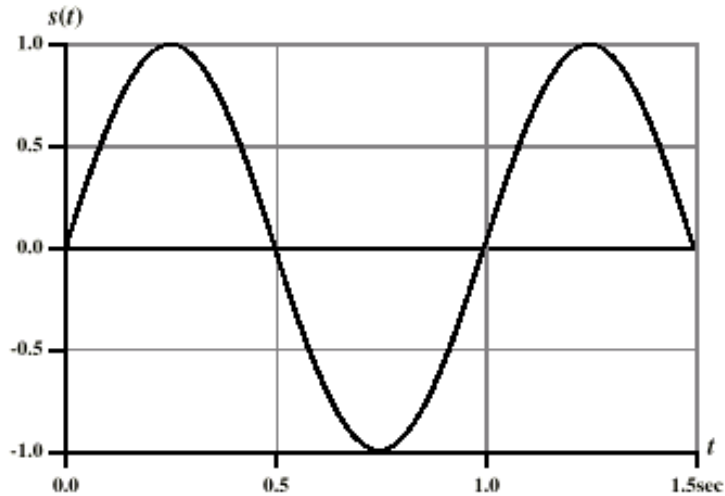
- Amplitudo puncak (A)
  - Kekuatan maksimum dari sinyal
  - volts
- Frequency (f)
  - Perubahan rata – rata dari sinyal
  - Hertz (Hz) or cycles per second
  - Period = time for one repetition (T)
  - $T = 1/f$
- Phase ( $\phi$ )
  - Posisi relatif pada waktunya



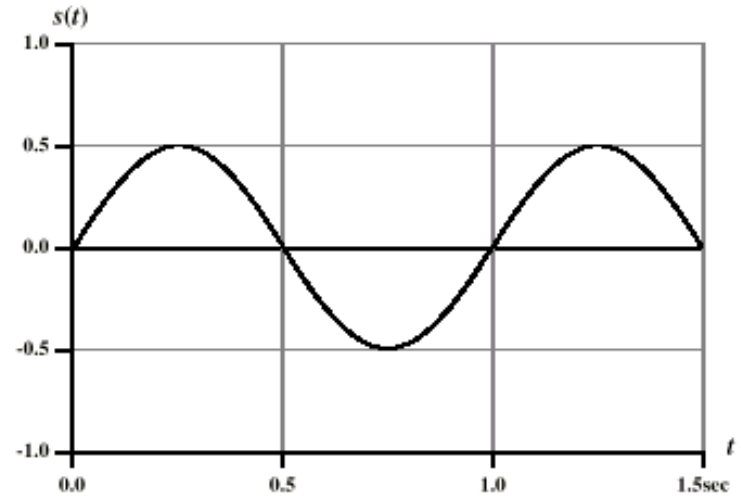
# Varying Sine Waves

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

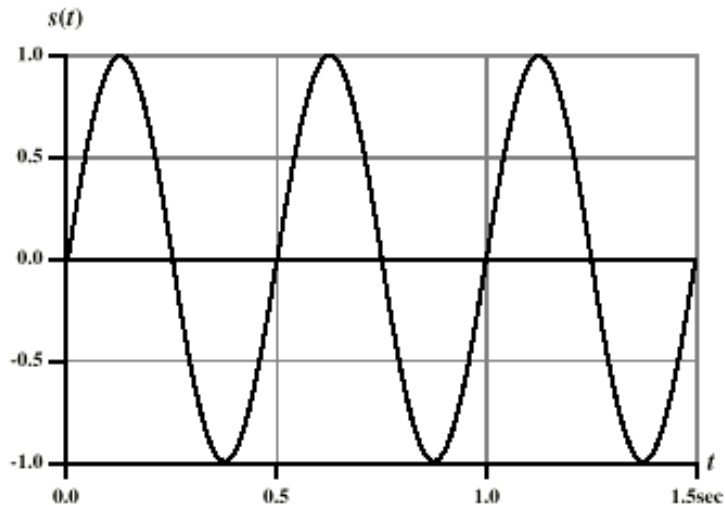
---



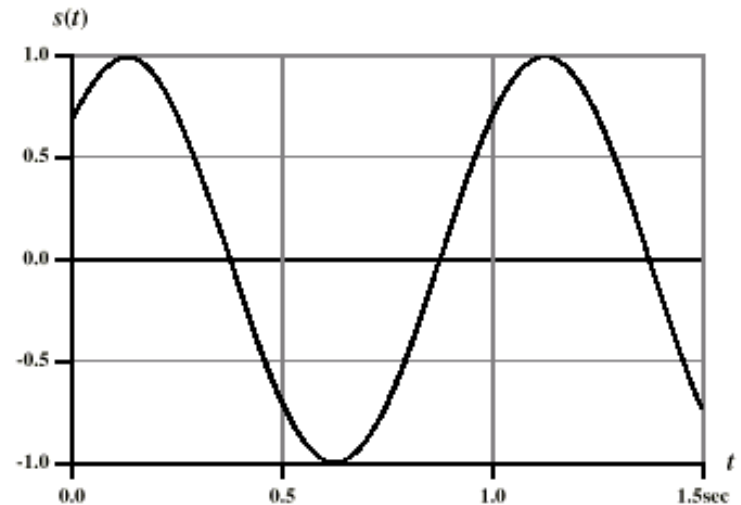
(a)  $A = 1, f = 1, \phi = 0$



(b)  $A = 0.5, f = 1, \phi = 0$



(c)  $A = 1, f = 2, \phi = 0$



(d)  $A = 1, f = 1, \phi = \pi/4$

# Panjang gelombang

---

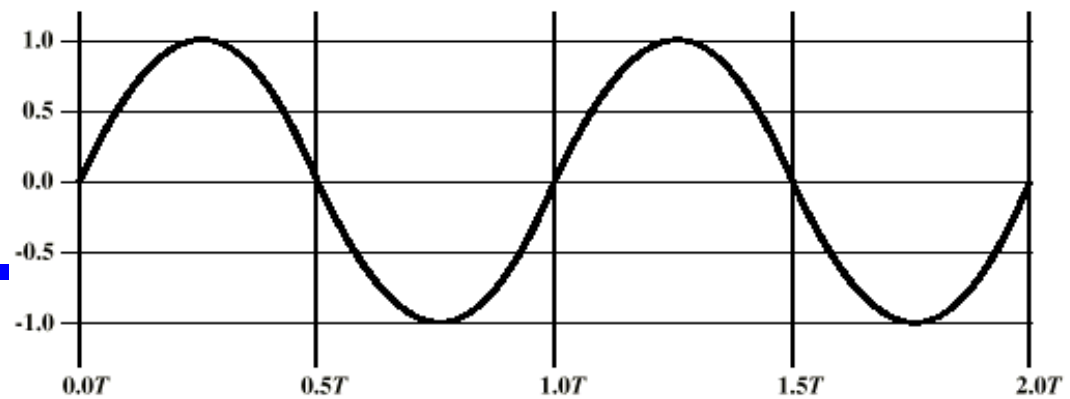
- Jarak dalam satu kali beredar
- Jarak antara dua poin yang berfasa sama di dalam dua siklus berurutan
- $\lambda$
- Assuming signal velocity  $v$ 
  - $\lambda = vT$
  - $\lambda f = v$
  - $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  (speed of light in free space)

# Frequency Domain Concepts

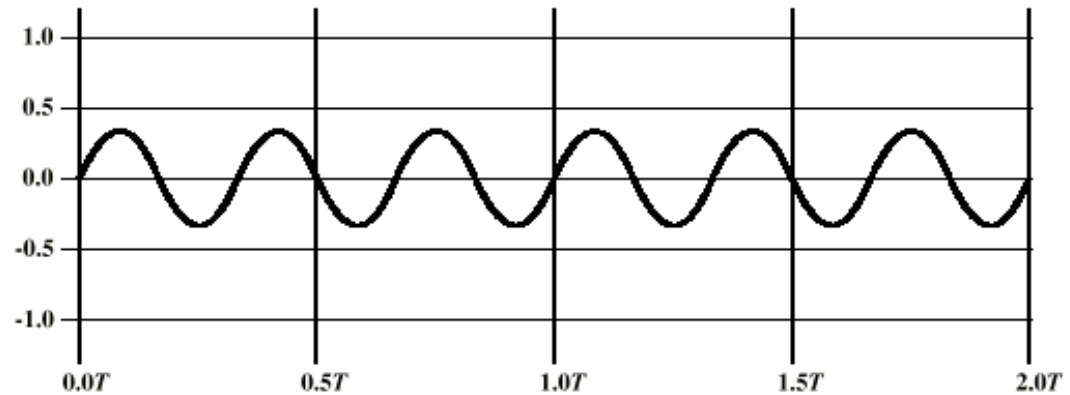
---

- Sinyal biasanya terdiri dari banyak frekuensi
- Komponennya adalah gelombang sinus
- Dapat ditunjukkan (analisis fourier) bahwa semua sinyal terdiri dari komponen gelombang sinus
- Dapat merencanakan fungsi dari frequency domain

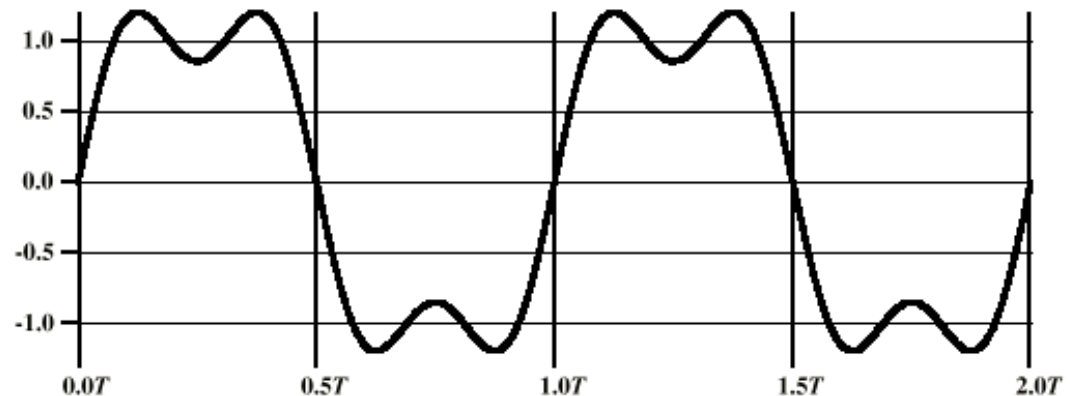
# Addition of Frequency Components ( $T=1/f$ )



(a)  $\sin(2\pi ft)$

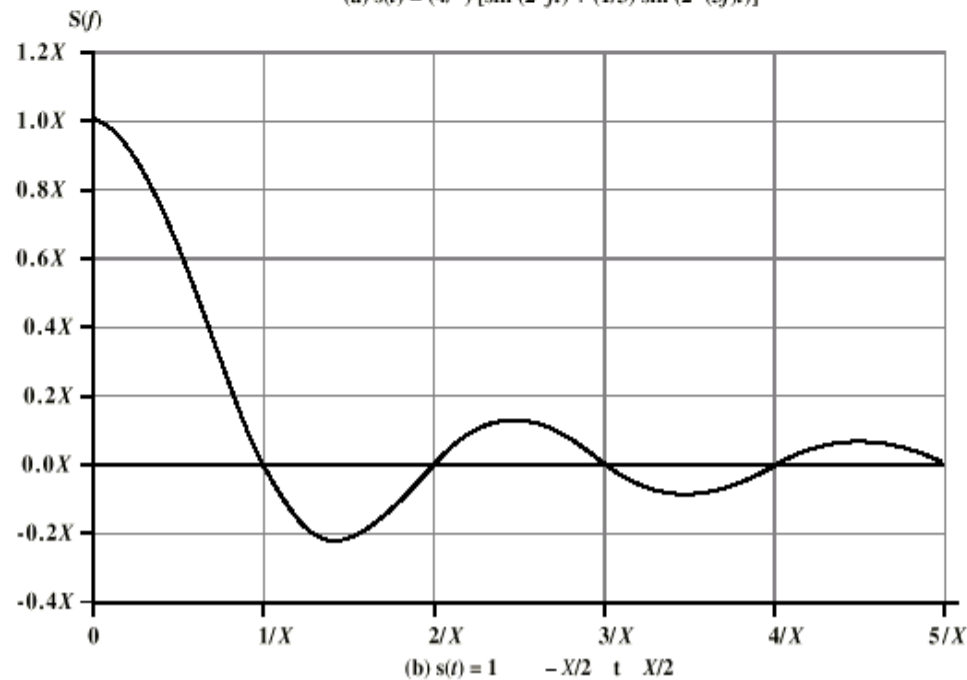
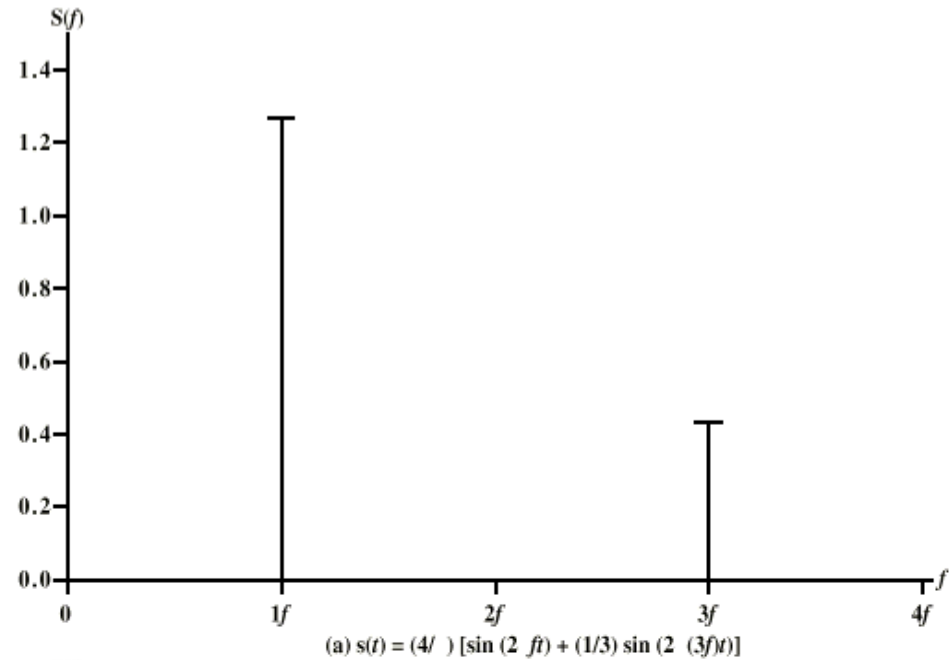


(b)  $(1/3)\sin(2\pi(3f)t)$



(c)  $(4/5)[\sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(3f)t)]$

# Frequency Domain --- Representations

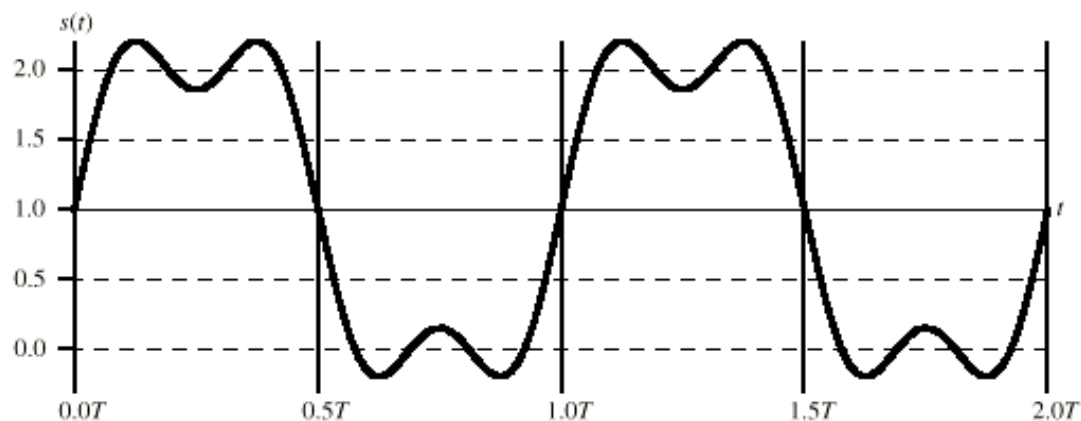


# Spectrum & Bandwidth

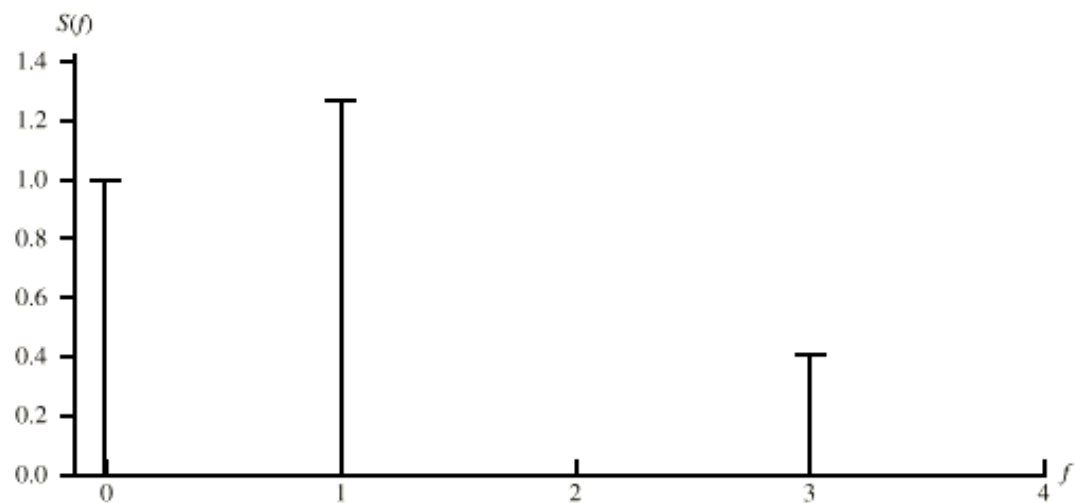
---

- Spectrum
  - range frekuensi yang terdapat dalam sinyal
- Absolute bandwidth
  - Lebar dari spektrum
- Effective bandwidth
  - Sering disebut *bandwidth*
  - Frekuensi Narrow band yang berisi kebanyakan dari energi
- DC Component
  - Component of zero frequency

# Signal with DC Component



(a)  $s(t) = 1 + (4/3) [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi (3f)t)]$



(b)  $S(f)$

# **Data Rate and Bandwidth**

---

- Sistem transmisi manapun mempunyai band frekuensi yang terbatas
- Batas ini adalah bahwa data rate dapat dibawa (carrier)



# Analog and Digital Data Transmission

---

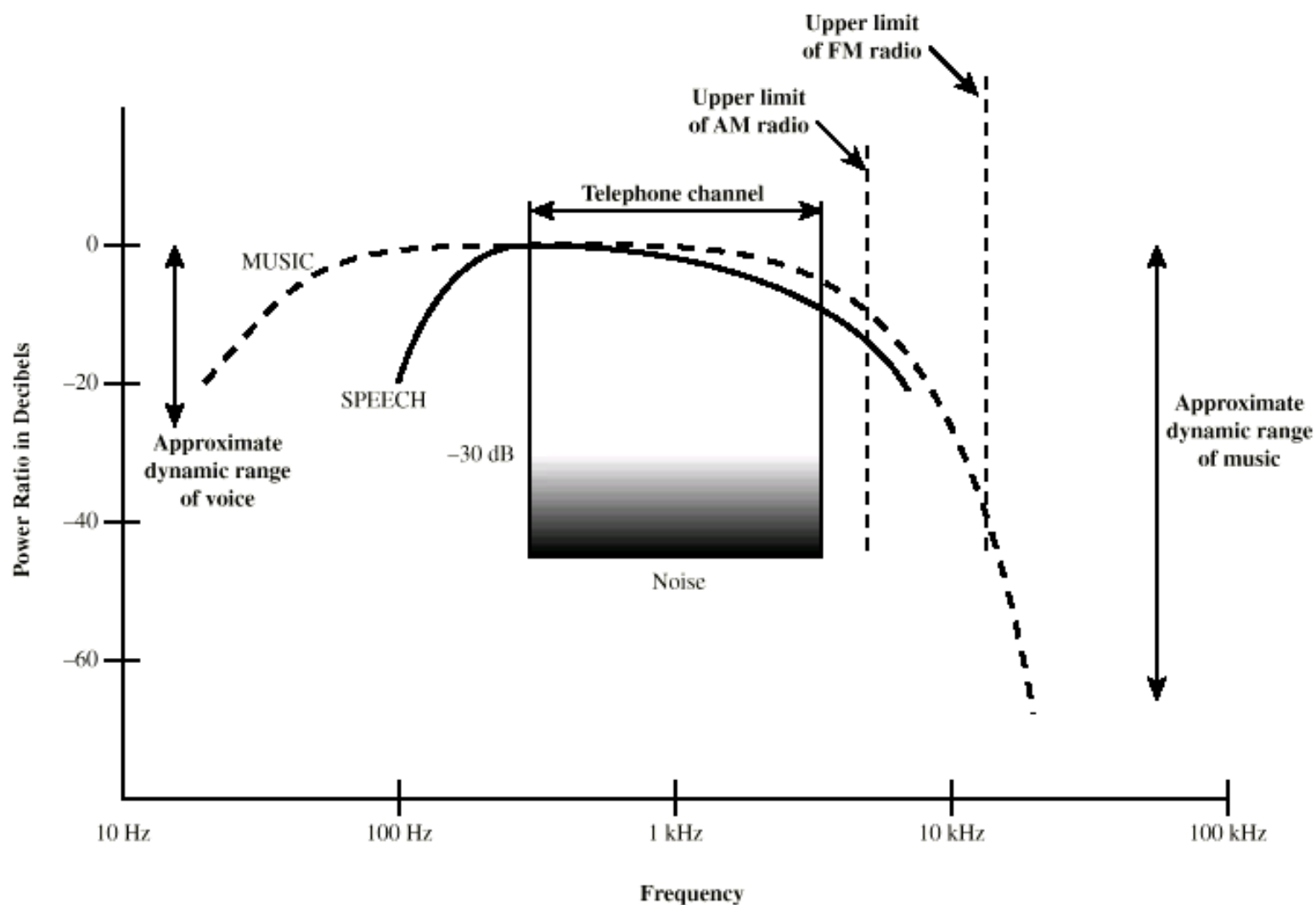
- Data
  - Kesatuan yang menyampaikan arti/maksud
- Signals
  - Penyajiaan data yang elektrik atau elektromagnetik
- Transmission
  - Komunikasi data dengan propagasi dan pengolahan sinyal

# Analog and Digital Data

---

- Analog
  - Nilai – nilai berlanjut dalam beberapa interval
  - e.g. sound, video
- Digital
  - Nilai terpisah
  - e.g. text, integers

# Acoustic Spectrum (Analog)



# **Analog and Digital Signals**

---

- Berarti bahwa data dipropagasikan
- Analog
  - Variabel kontinyu
  - Macam media
    - wire, fiber optic, space
  - Bandwidth suara 100Hz to 7kHz
  - Telephone bandwidth 300Hz to 3400Hz
  - Video bandwidth 4MHz
- Digital
  - Menggunakan dua komponen DC

# Advantages & Disadvantages of Digital

---

- Murah
- Sedikit peka terhadap noise
- Attenuation lebih besar
  - Pulses menjadi lebih bulat dan kecil
  - Leads terhadap hilangnya informasi

# **Attenuation of Digital Signals**

Voltage at  
transmitting end



Voltage at  
receiving end



# Komponen Suara

---

- Frequency range (of hearing) 20Hz-20kHz
  - Suara 100Hz-7kHz
- Dengan mudah dikonversi menjadi sinyal elektromagnetik untuk transmisi
- Frekuensi bunyi dengan volume yg bermacam – macam yg diubah menjadi frekuensi elektromagnetik dengan tegangan yg bermacam
- Batas range frekuensi untuk kanal suara
  - 300-3400Hz

# Konversi suara kedalam sinyal analog

---



In this graph of a typical analog signal, the variations in amplitude and frequency convey the gradations of loudness and pitch in speech or music. Similar signals are used to transmit television pictures, but at much higher frequencies.



# Video Components

---

- USA - 483 lines scanned per frame at 30 frames per second
  - 525 lines but 42 lost during vertical retrace
- So 525 lines x 30 scans = 15750 lines per second
  - 63.5 $\mu$ s per line
  - 11 $\mu$ s for retrace, so 52.5  $\mu$ s per video line
- Frekuensi max jika garis mengubah hitam dan putih
- Resolusi horisontal sekitar 450 garis memberikan 225 siklus dari gelombang in 52.5  $\mu$ s
- Max frequency of 4.2MHz

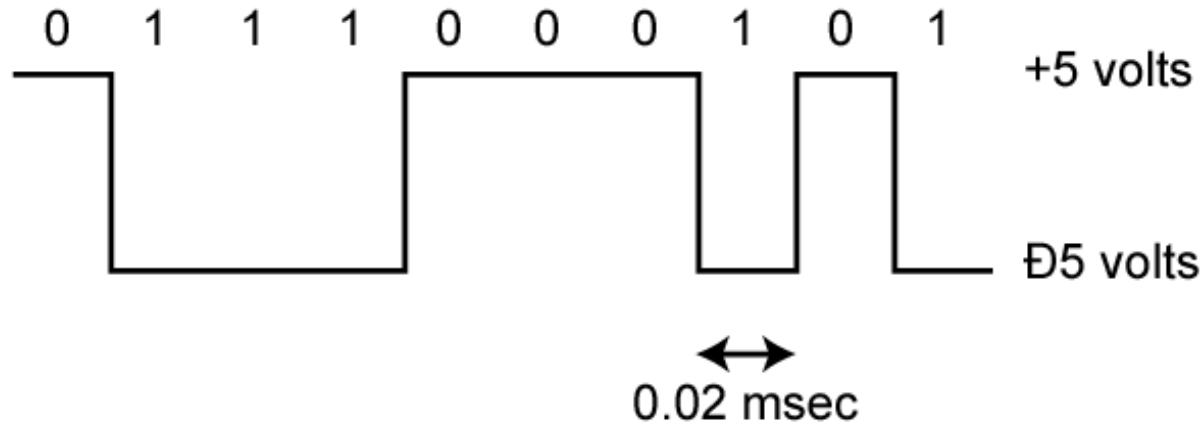
# Binary Digital Data

---

- Dari terminal komputer etc.
- Dua komponen dc
- Bandwidth bergantung pada data rate

# Konversi PC kedalam sinyal digital

---



User input at a PC is converted into a stream of binary digits (1s and 0s). In this graph of a typical digital signal, binary one is represented by 0 volts and binary zero is represented by +5 volts. The signal for each bit has a duration of 0.02 msec, giving a data rate of 50,000 bits per second (50 kbps).

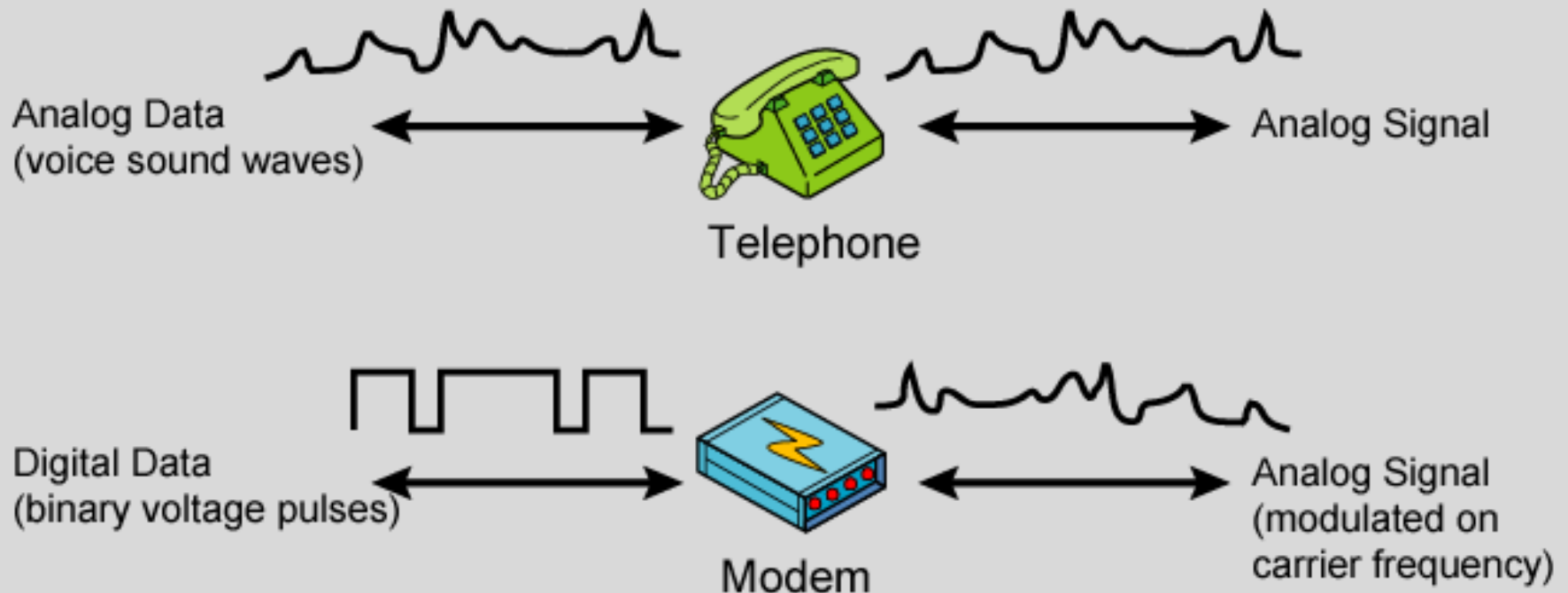
# Data and Signals

---

- Biasanya menggunakan sinyal digital untuk data digital dan sinyal analog untuk data analog
- Dapat menggunakan sinyal analog untuk membawa data digital
  - Modem
- Dapat menggunakan sinyal digital untuk membawa data analog
  - Compact Disc audio

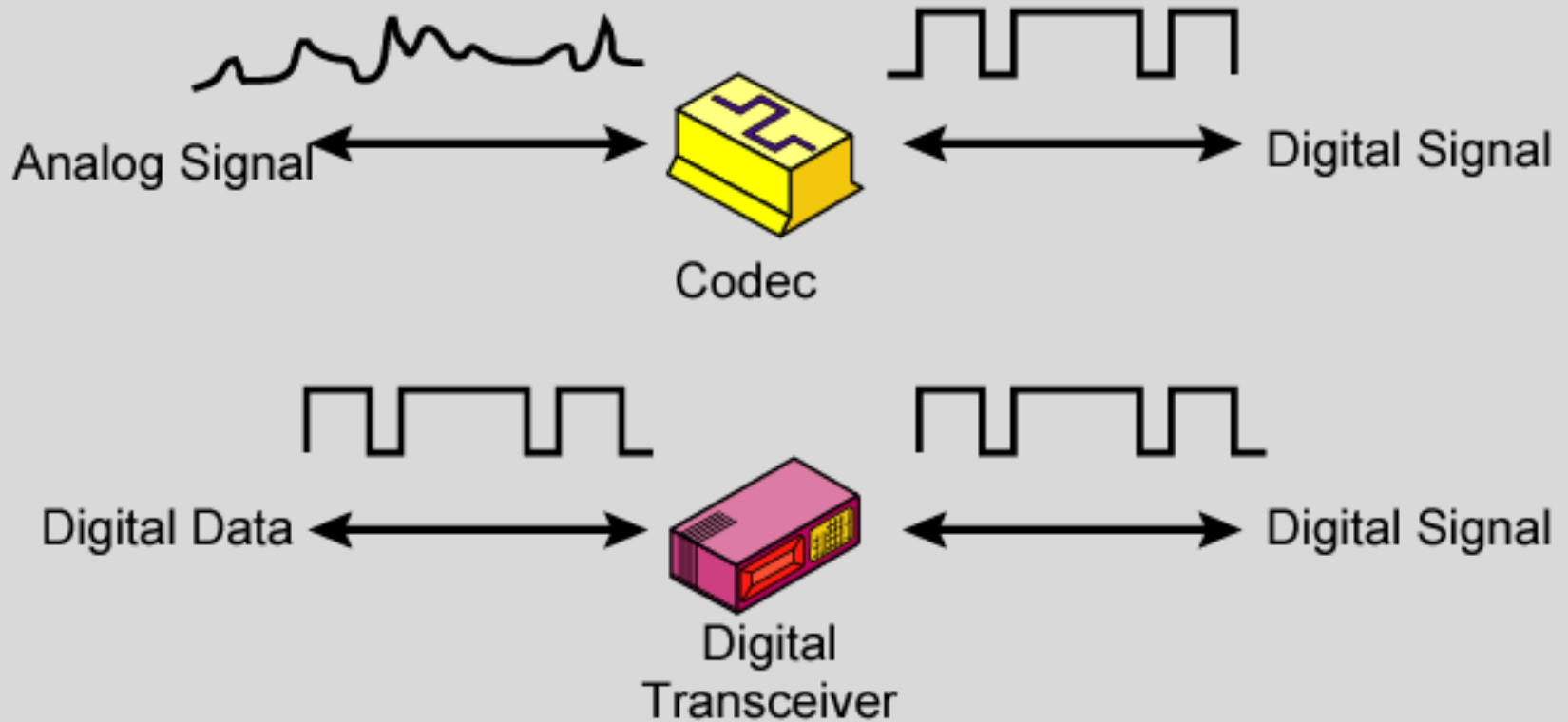
# Sinyal analog membawa data digital dan analog

Analog Signals: Represent data with continuously varying electromagnetic wave



# Sinyal digital membawa data digital dan analog

Digital Signals: Represent data with sequence of voltage pulses



# **Analog Transmission**

---

- Sinyal analog dipancarkan tanpa melihat isi
- Dapat berupa data digital atau analog
- Attenuated over distance
- Menggunakan amplifiers untuk sinyal boost
- Juga memperkuat noise

# Digital Transmission

---

- Terkait dengan isi
- Integritas dibahayakan oleh noise, attenuation etc.
- Menggunakan Repeaters
- Repeater menerima sinyal
- Extracts bit pattern
- Retransmits
- Attenuation is overcome
- Noise tidak diperbesar



# Keuntungan dari transmisi digital

---

- Digital technology
  - Low cost LSI/VLSI technology
- Data integrity
  - Longer distances over lower quality lines
- Capacity utilization
  - Bandwidth tinggi berhubungan dengan ekonomis
  - Derajat tinggi dari multiplexing lebih mudah dengan teknik digital
- Security & Privacy
  - Encryption
- Integration
  - Dapat perlakukan data digital dan analog dg cara yg sama

# **Pelemahan transmisi**

---

- Sinyal yg diterima berbeda dengan yg dipancarkan
- Analog - degradation of signal quality
- Digital - bit errors
- Disebabkan oleh
  - Attenuation and attenuation distortion
  - Delay distortion
  - Noise

# Attenuation

---

- Kekuatan sinyal mulai jatuh dengan jarak
- Bergantung pada media
- Kekuatan yg diterima sinyal:
  - Harus cukup untuk dideteksi
  - Harus lebih tinggi daripada noise untuk diterima tanpa error
- Attenuation adalah suatu peningkatan fungsi frekuensi

# Delay Distortion

---

- Hanya didalam media yg dipandu
- Macam-macam percepatan propagasi dengan frekuensi

# Noise (1)

---

- Sinyal tambahan dimasukkan antara penerima dan pemancar
- Panas
  - Berkaitan dengan panas dari elektron
  - Didistribusikan secara seragam
  - White noise
- Intermodulation
  - Isyarat yang menjadi penjumlahan dan perbedaan dari frekwensi asli yang berbagi suatu medium

# Noise (2)

---

- Crosstalk
  - Sinyal dari satu garis diambil oleh yang lain
- Impulse
  - Pulsa tidak beraturan atau spikes
  - External electromagnetic interference
  - Short duration
  - High amplitude

# Kapasitas Kanal

---

- Data rate
  - Bits per second
  - Tingkat di mana data dapat dikomunikasikan
- Bandwidth
  - Satu putaran per second of Hertz
  - yang dibatasi oleh medium dan pemancar

# Nyquist Bandwidth

---

- Jika tingkat sinyal transmisi adalah  $2B$  kemudian sinyal dengan frekwensi tidak lebih besar dibanding  $B$  cukup untuk membawa signal rate
- Memberikan bandwidth  $B$ , signal rate tertinggi adalah  $2B$
- Memberikan binary signal, data rate didukung oleh  $B$  Hz adalah  $2B$  bps
- Bisa ditingkatkan dengan menggunakan  $M$  level signal
- $C = 2B \log_2 M$



# Shannon Capacity Formula

---

- Pertimbangan data rate, noise and error rate
- Lebih cepat data rate memperpendek tiap bit maka pengaruh kerusakan dari pengaruh noise lebih dari bits
  - Memberikan level noise, data rate tinggi yang berarti lebih tinggi dari error rate
- Signal to noise ration (in decibels)
- $SNR_{db} = 10 \log_{10} (\text{signal/noise})$
- Capacity  $C = B \log_2(1 + SNR)$
- Ini adalah error free capacity

# Required Reading

---

- Stallings chapter 3