

# William Stallings

# Data and Computer

# Communications

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

### Bab 9

Spektrum Yang di/tersebar

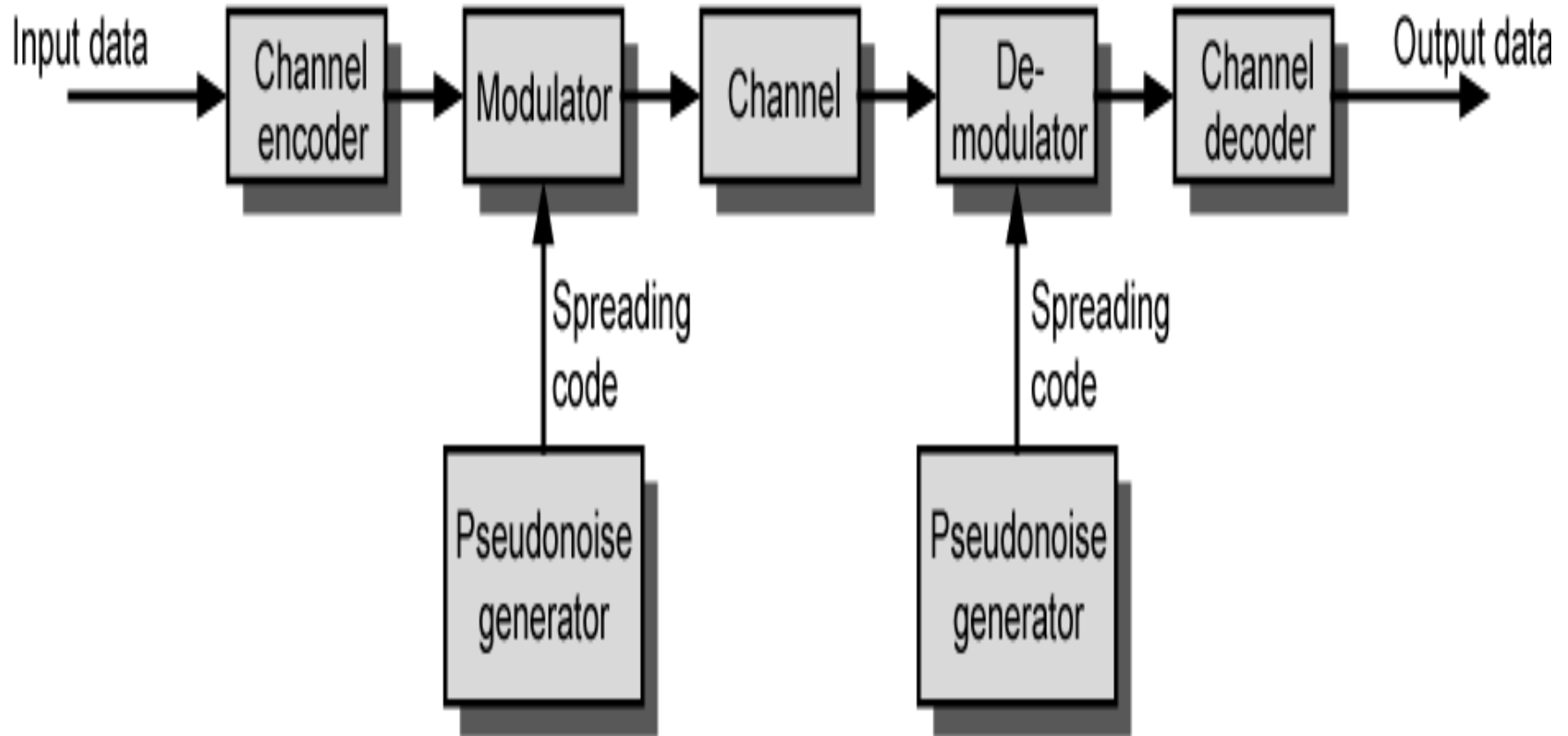
# Spread Spectrum

- Data digital atau analog
- Isyarat analog
- Spread spectrum yang melebihi lebar bandwidth
- Membuat Jamming dan interception harder
- Frekwensi harapan
  - \* Signal Broadcast melebihi rangkaian frekwensi acak
- Urutan Langsung (Direct Sequence)
  - \* Masing-Masing bit diwakili oleh berbagai bit dalam sinyal yang dipancarkan
  - \* Pemotongan kode (Chipping Code)

# Konsep Spread Spectrum

- Memberi masukan ke dalam channel encoder
  - \* Membatasi bandwidth sinyal analog di sekitar frekwensi pusat
- Sinyal termodulasi menggunakan digit sequence
  - \* penyebaran code/sequence
  - \* secara khas dihasilkan oleh pseudonoise/pseudorandom number generator
- menaikkan Bandwidth secara signifikan
  - \* spread spektrum
- Receiver menggunakan squence yang sama untuk memodulasi sinyal
- Sinyal termodulasi di inputkan kedalam Channel decoder

# Model Umum dari Sistem Spread Spectrum



# Gains (Penguatan)

- Imunitas dari berbagai noise dan multipath distortion
  - \* Termasuk gangguan (Jamming)
- Dapat mengacak sinyal
  - \* Hanya receiver yang mengetahui pengacakan kode dapat mendapat kembali sinyal
- Beberapa user dapat menggunakan bandwidth yang lebih besar dengan sedikit interferency
  - \* Telepon seluler
  - \* Code division multiplexing (CDM)
  - \* Code division multiple access (CDMA)

# Jumlah Pseudorandom

- Dihasilkan Oleh Algoritme menggunakan initial seed
- Algoritma Deterministic
  - \* tidak benar-benar acak
- Jika algoritma baik, hasil lewat test acak layak
- Harus mengetahui algoritma dan seed untuk memprediksikan sequence

# Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

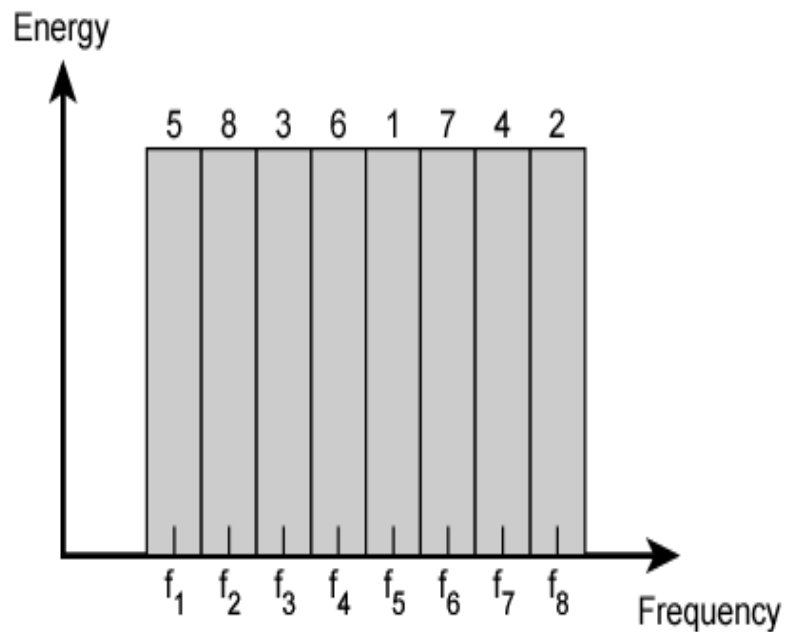
- Sinyal broadcast melebihi rangkaian frekwensi acak
- Receiver meloncat antar frekwensi dalam sync dengan transmitter
- Eavesdroppers hear unintelligible blips
- Jamming pada satu frekwensi hanya mempengaruhi sedikit bit

# Operasi Dasar

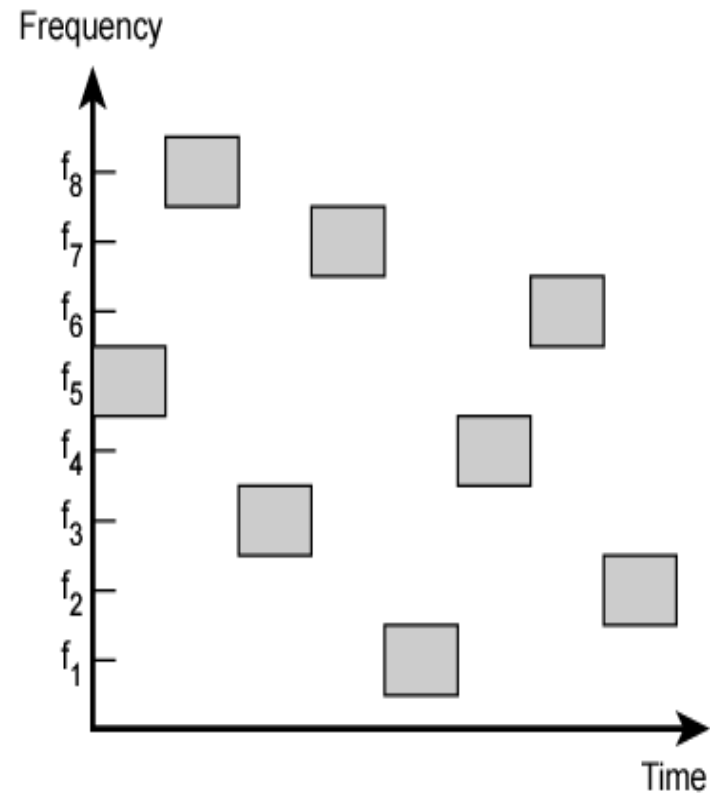
- $2^k$  frekuensi carier menghasilkan  $2^k$  channels
- Saluran yang mengatur jarak bersesuaian dengan bandwidth masukan
- Masing-masing saluran digunakan untuk memperbaiki interval
  - \* 300 m didalam IEEE 802.11
  - \* Beberapa jumlah bit dikirim beberapa penggunaan rencana penyandian
    - @ Maka jadilah pecahan bit
- Sequence yang didikte dengan Spreading kode



# Contoh Frequency Hopping (frekuensi Harapan)

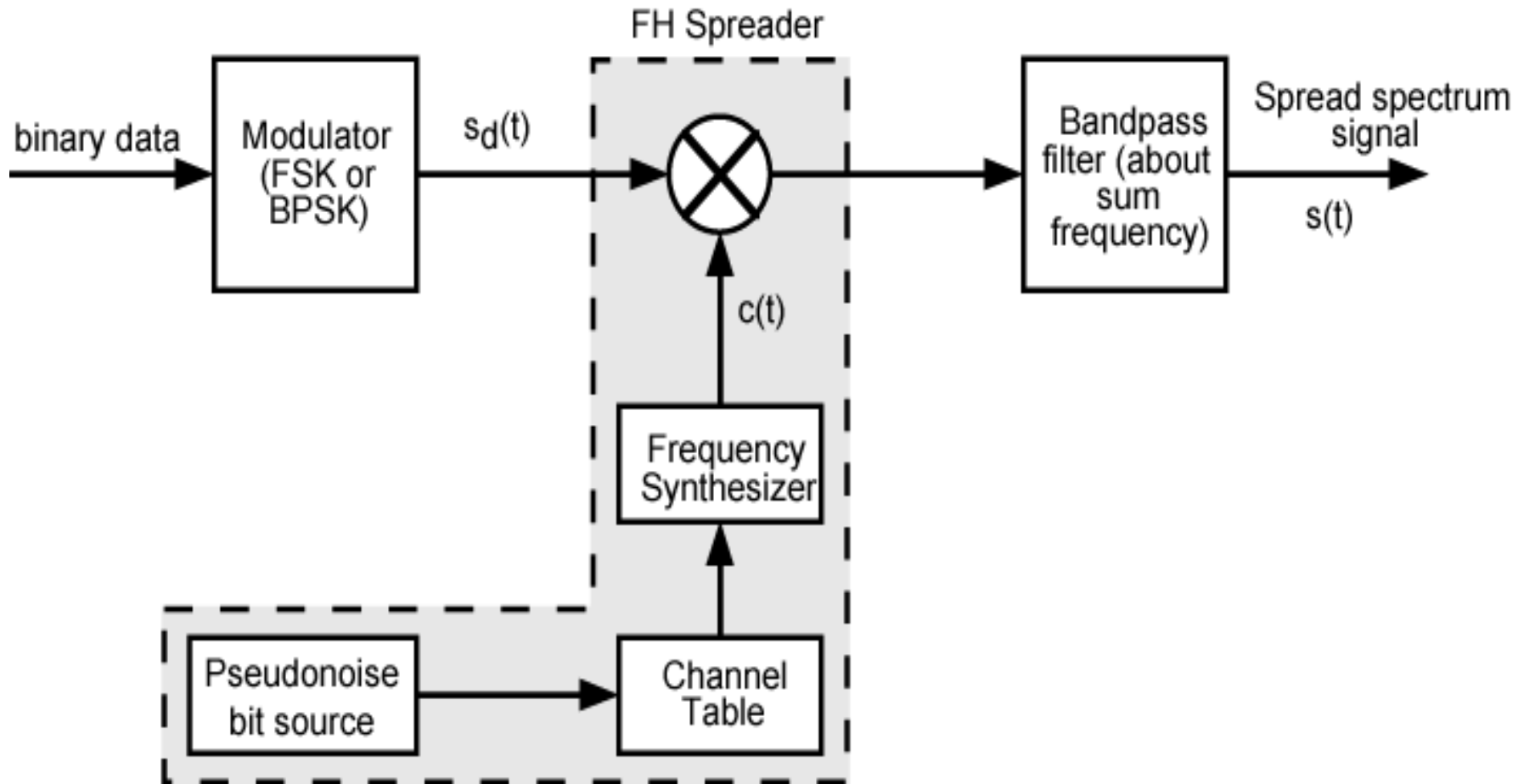


(a) Channel assignment

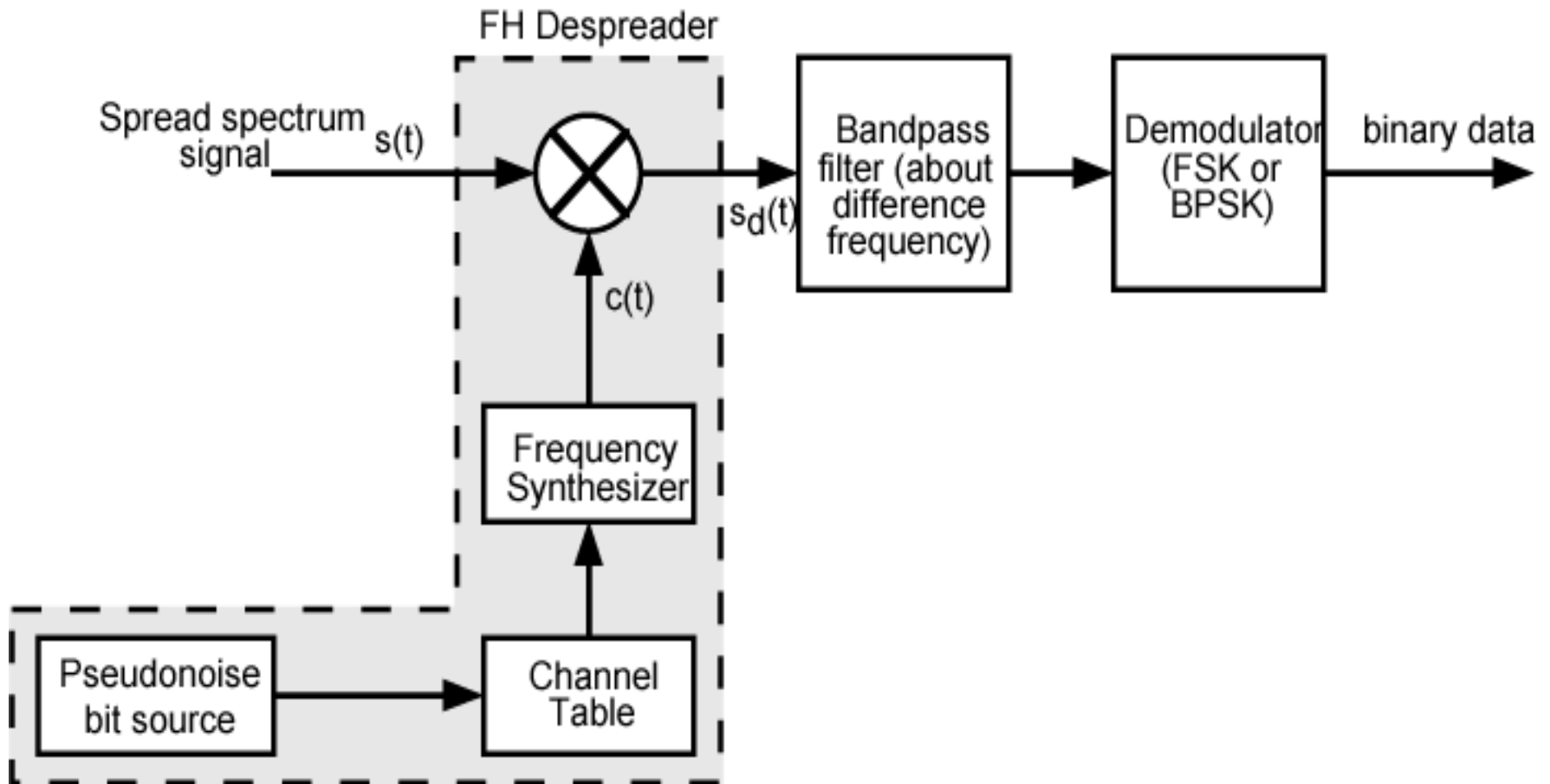


(b) Channel use

# Sistem Frequency Hopping Spread Spectrum pada Transmitter



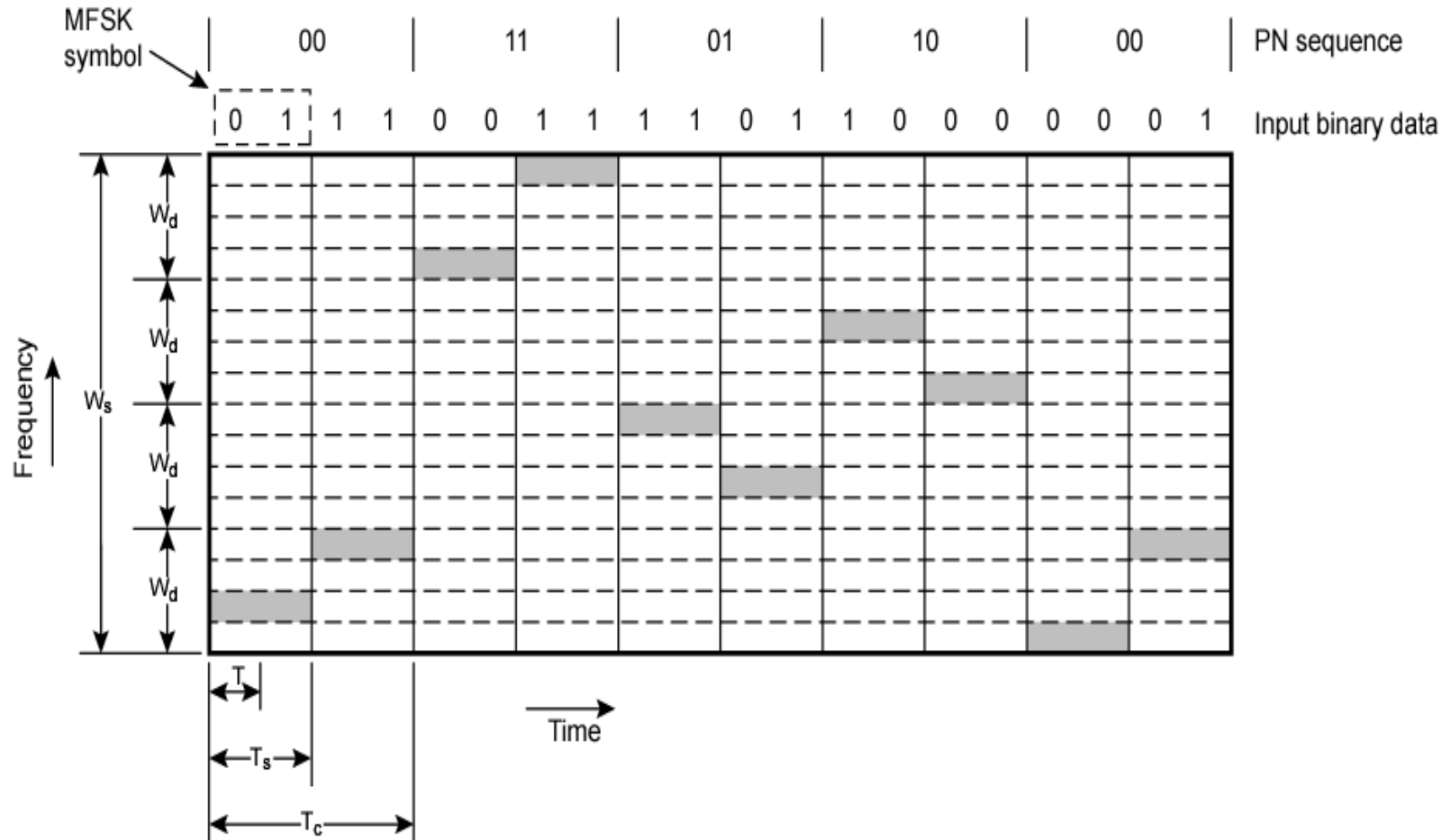
# Sistem Frequency Hopping Spread Spectrum pada Receiver



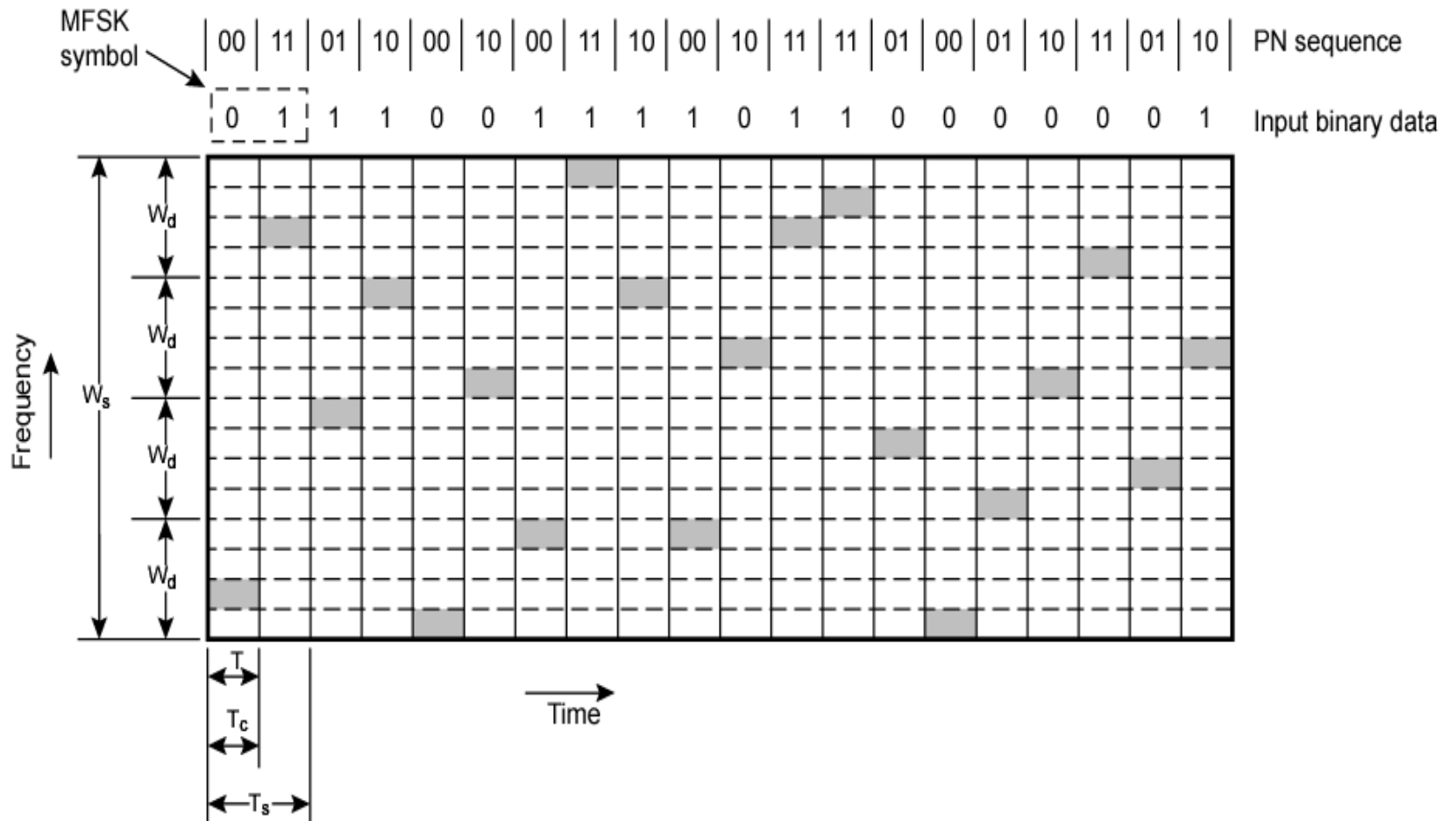
# Slow and Fast FHSS

- Frekwensi bergeser tiap-tiap  $T_c$  Detik
- Durasi dari signal element adalah  $T_s$  detik
- Slow FHSS memiliki  $T_c \geq T_s$
- Fast FHSS memiliki  $T_c < T_s$
- Biasanya fast FHSS memberikan improved performance dalam noise (or jamming)

# Slow Frequency Hop Spread Spectrum menggunakan MFSK ( $M=4$ , $k=2$ )



# Fast Frequency Hop Spread Spectrum menggunakan MFSK (M=4, k=2)



# FHSS Performance Considerations

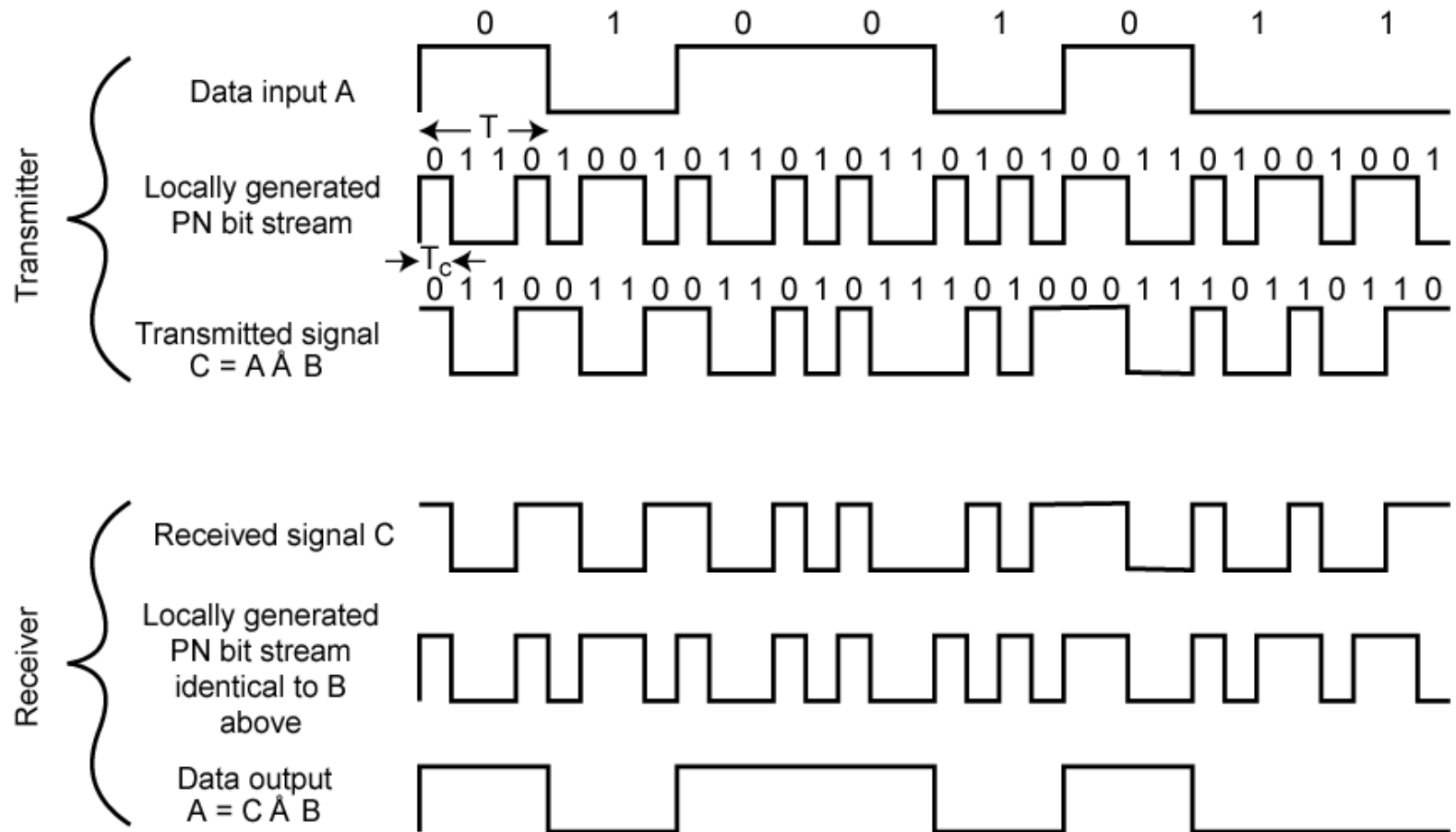
- Typically large number of frequencies used
  - Improved resistance to jamming

# Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

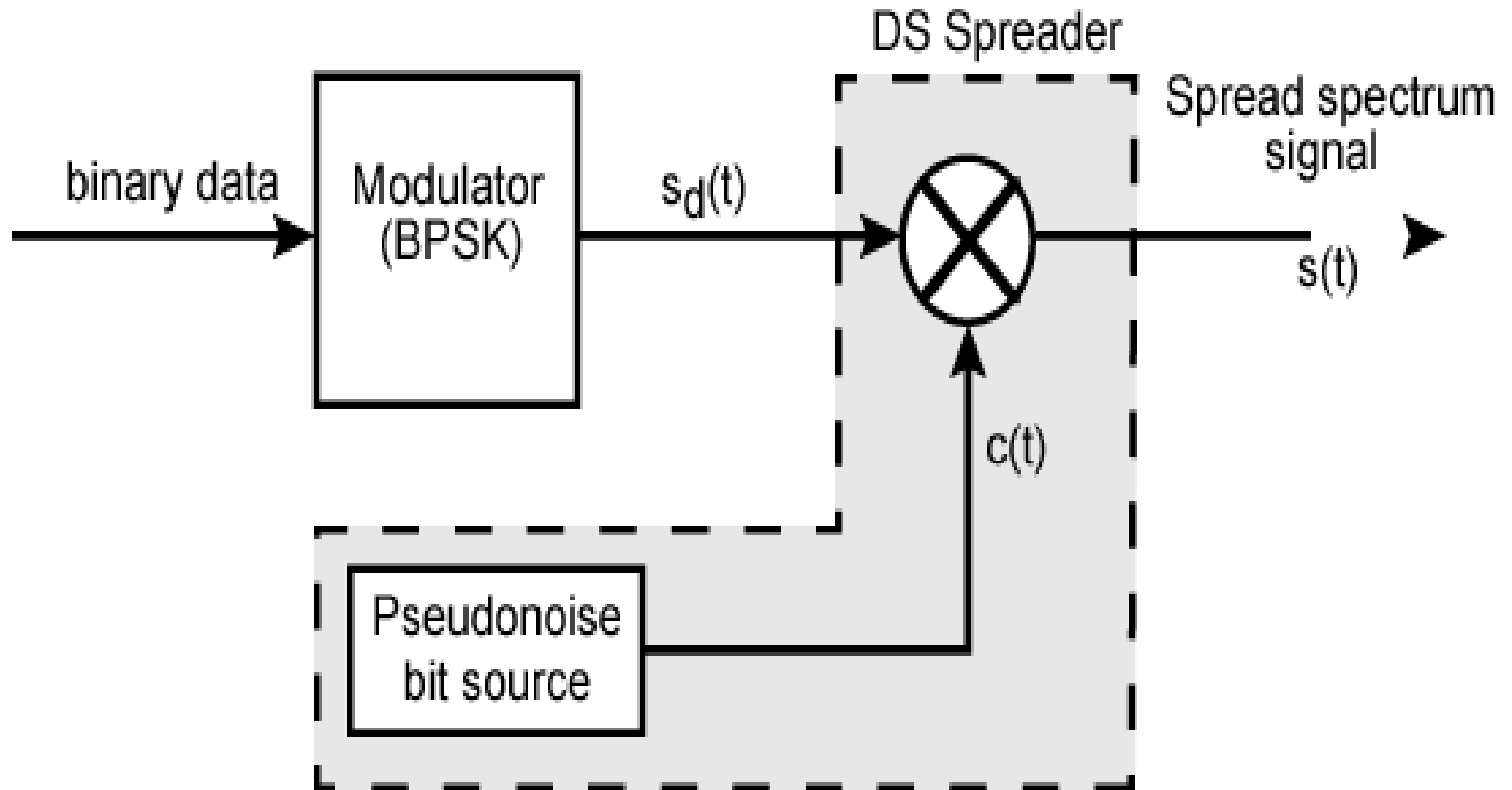
- Masing-Masing Bit yang diwakili oleh berbagai bit yang menggunakan spreading kode
- Kode Penyebaran menyebar sinyal ke seberang frekwensi band lebih luas
  - \* Sebanding dengan jumlah bit yang digunakan
  - \* 10 kode penyebaran bit menyebar sinyal ke seberang 10 kali luas bidang 1 kode bit
- Satu metoda:
  - \* Kombinasi masukan dengan kode penyebaran (spreading code ) yang menggunakan XOR
  - \* Bit Masukan 1 membalikkan bit kode penyebaran
  - \* Bit Masukan 0 tidak bisa membalikkan bit kode penyebaran
  - \* Data rate samadengan spreading code asli
- Performance similar ke FHSS



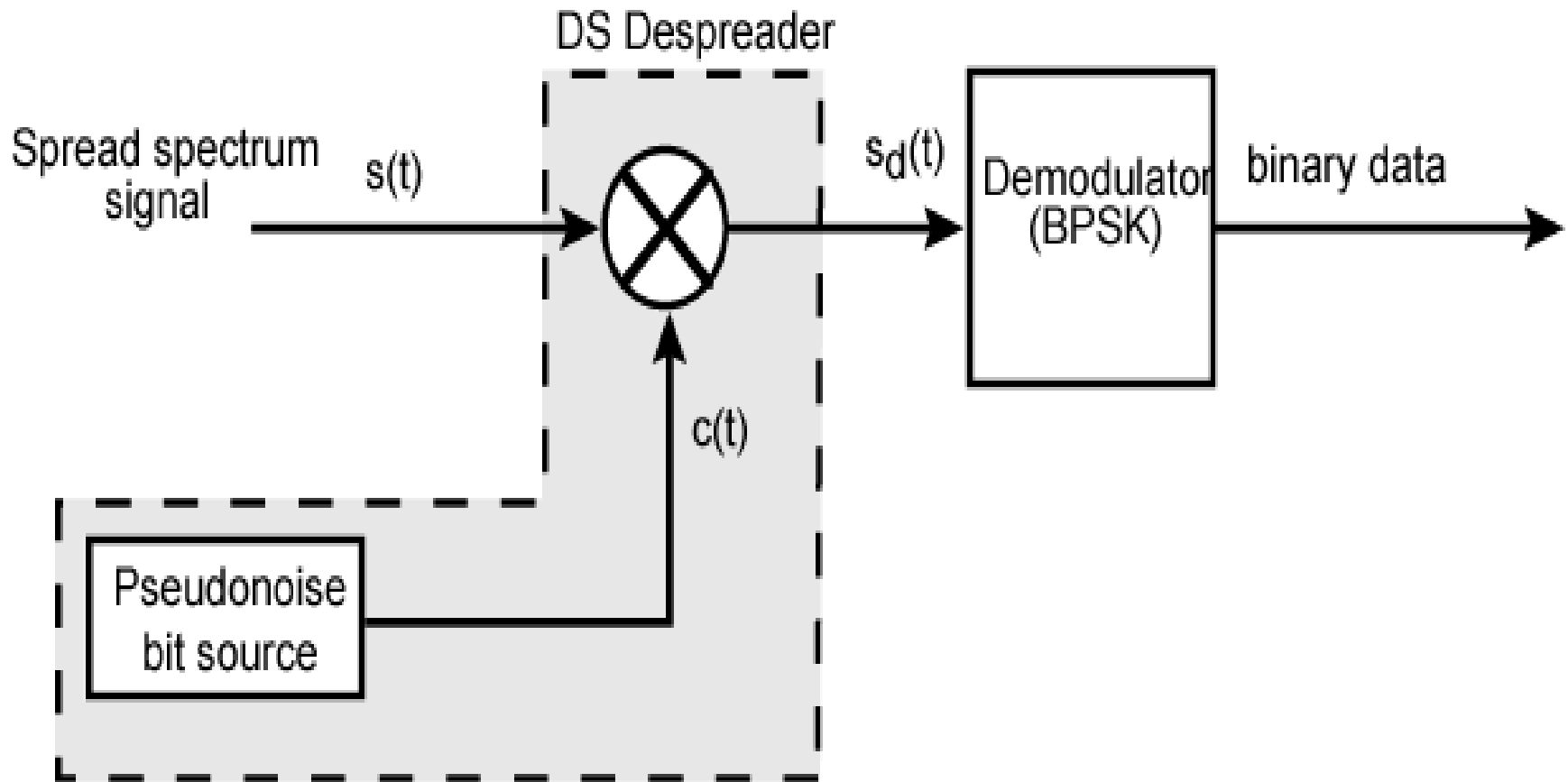
# Contoh Direct Sequence Spread Spectrum



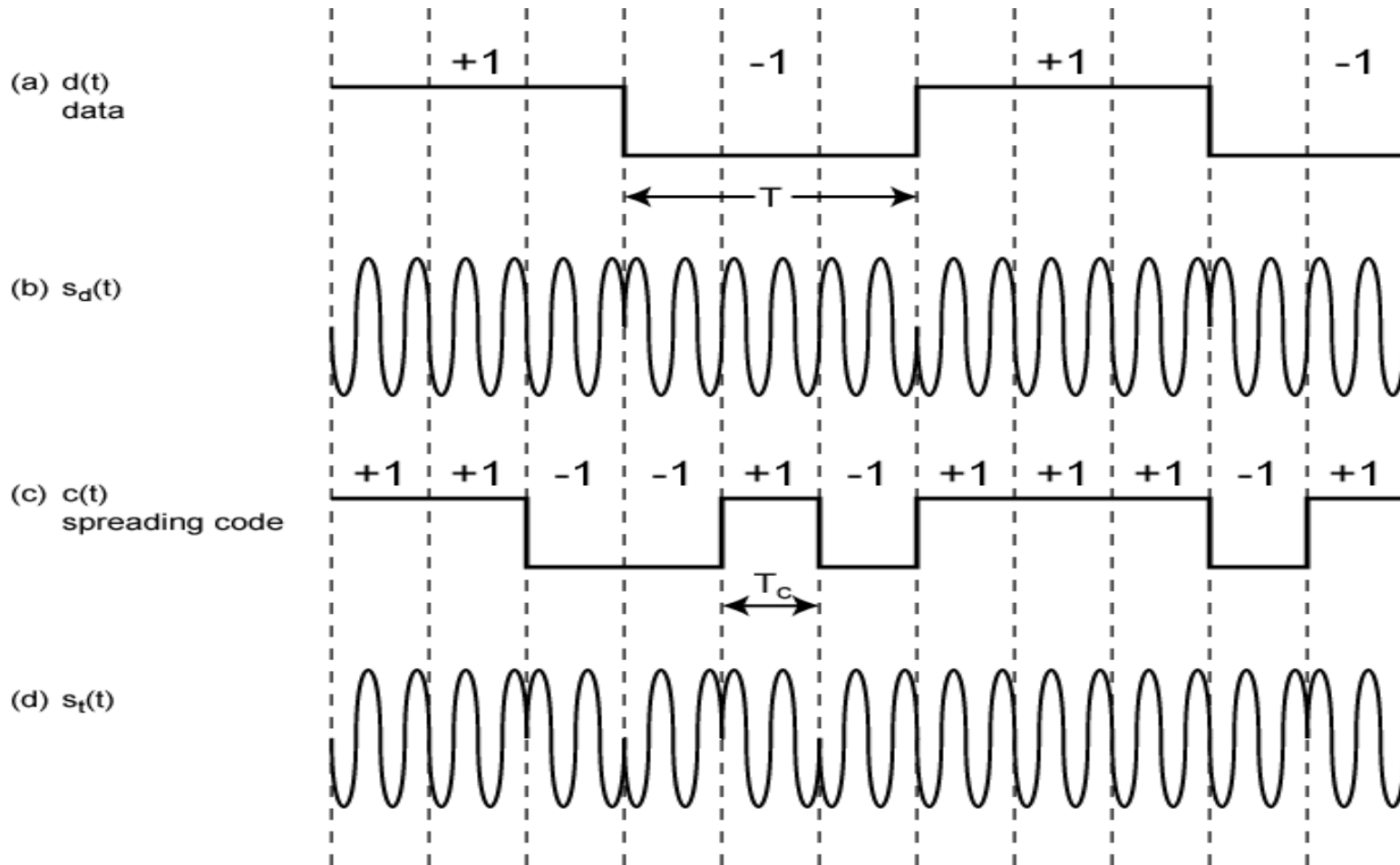
# Direct Sequence Spread Spectrum pada Transmitter



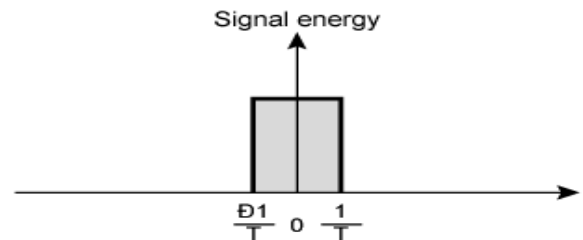
# Direct Sequence Spread Spectrum pada Receiver



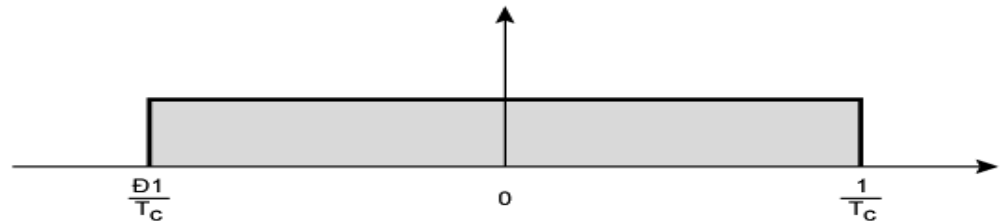
# Contoh Direct Sequence Spread Spectrum Menggunakan BPSK



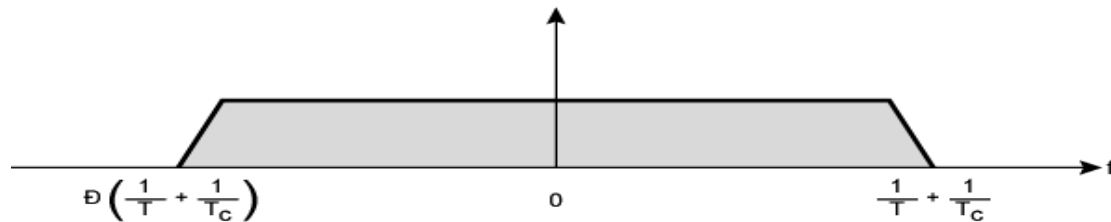
# Approximate spectrum sinyal DSSS



(a) Spectrum of data signal



(b) Spectrum of pseudonoise signal



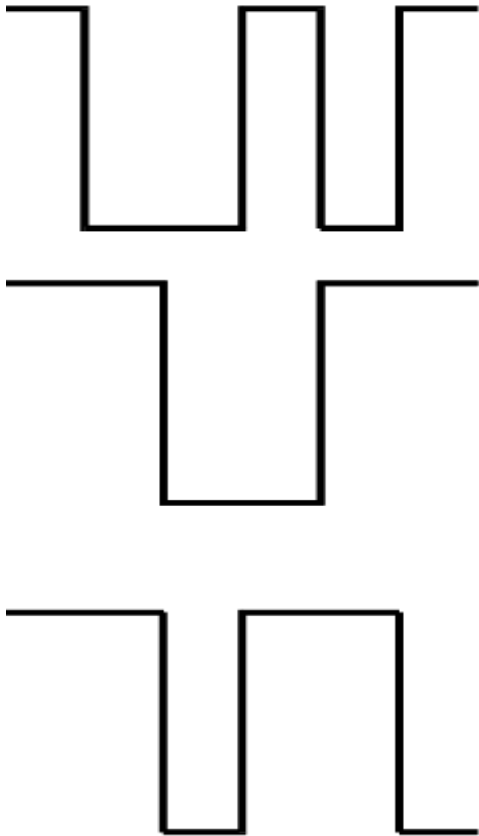
(c) Spectrum of combined signal

# Code Division Multiple Access (CDMA)

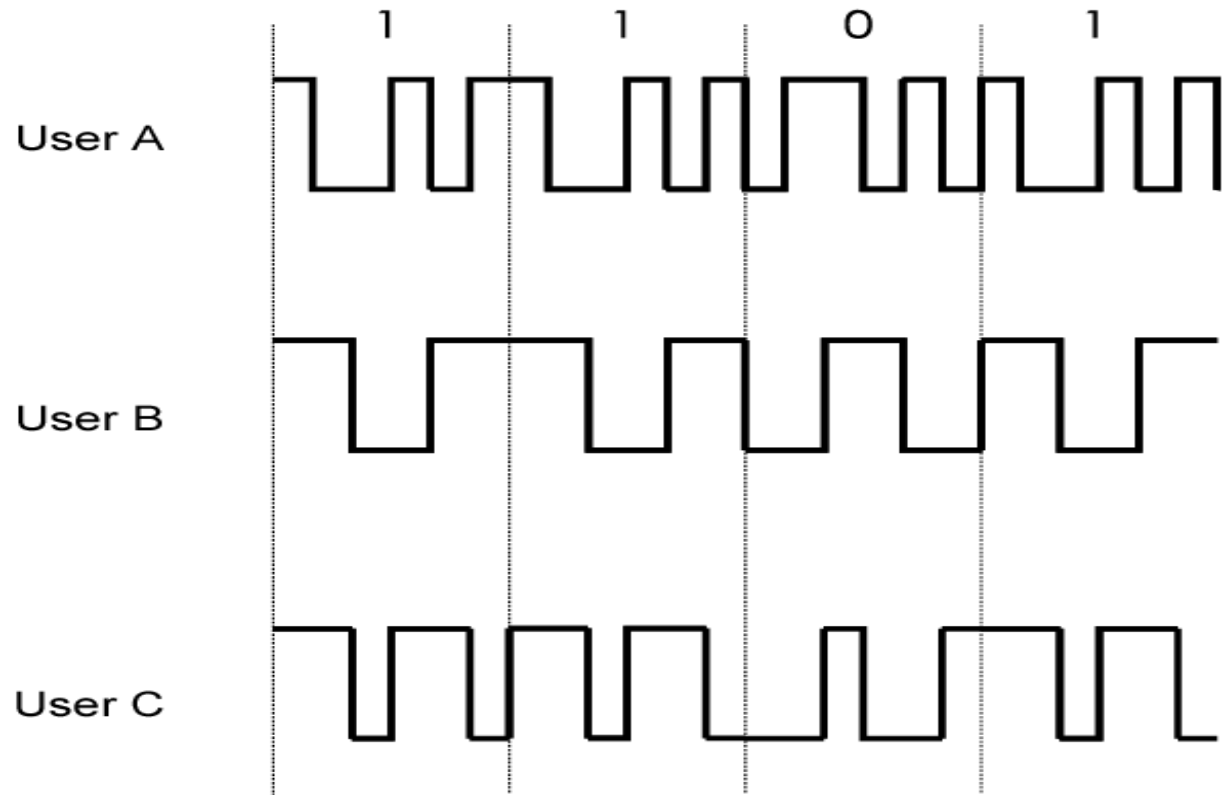
- Diridari banyak bagian Teknik yang digunakan di spektrum di/tersebar
- Mulai dengan tingkat tarip isyarat data D
- Tingkat tarip Data Bit yang [disebut/dipanggil]
- Pecah;Kan masing-masing menggigit ke dalam k memotong menurut pola teladan ditetapkan;perbaiki dikhususkan untuk pemakai masing-masing
- User'S kode
- Saluran baru mempunyai data chip menilai kD chip per detik
- E.G. K=6, tiga para pemakai ( A,B,C) memberitahukan penerima dasar R
- Kode untuk A=  $\langle 1, -1, -1, 1, -1, 1 \rangle$
- Kode untuk B=  $\langle 1, 1, -1, -1, 1, 1 \rangle$
- Kode untuk C=  $\langle 1, 1, -1, 1, 1, -1 \rangle$

# Contoh CDMA

Code



Message "1101" Encoded



# CDMA Explanation

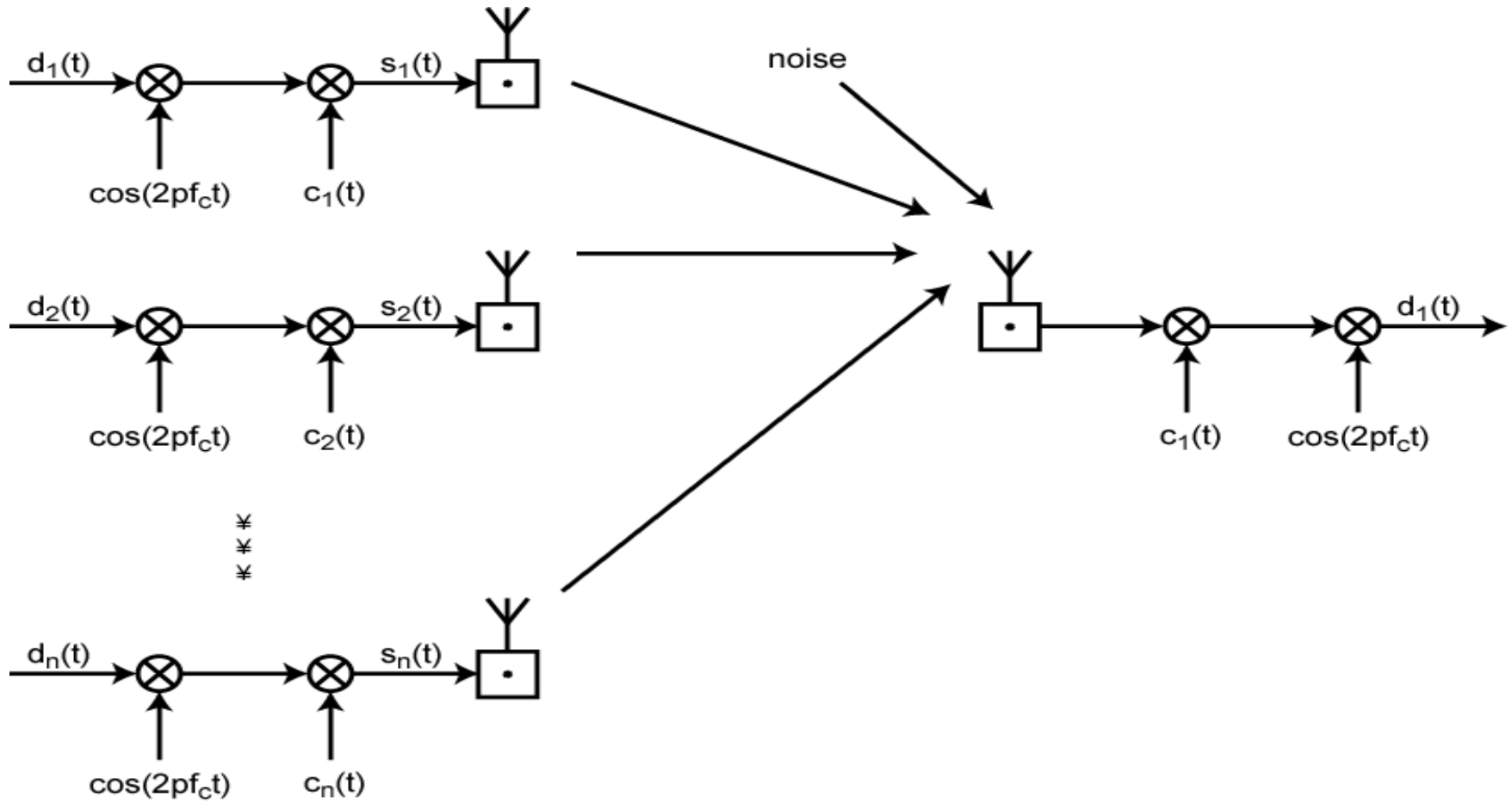
- Mempertimbangkan Suatu memberitahukan dasar
- Dasar mengetahui A'S kode
- Asumsikan komunikasi telah menyamakan
- Suatu kekurangan untuk mengirimkan suatu 1
- Irimkan chip mempola  $\langle 1, -1, -1, 1, -1, 1 \rangle$
- A'S kode
- Suatu kekurangan untuk mengirimkan 0
- Irimkan chip[ mempola  $\langle -1, 1, 1, -1, 1, -1 \rangle$
- Komplemen A'S kode
- Ahli sandi mengabaikan lain sumber ketika penggunaan A'S kode untuk memecahkan kode
- Orthogonal Kode



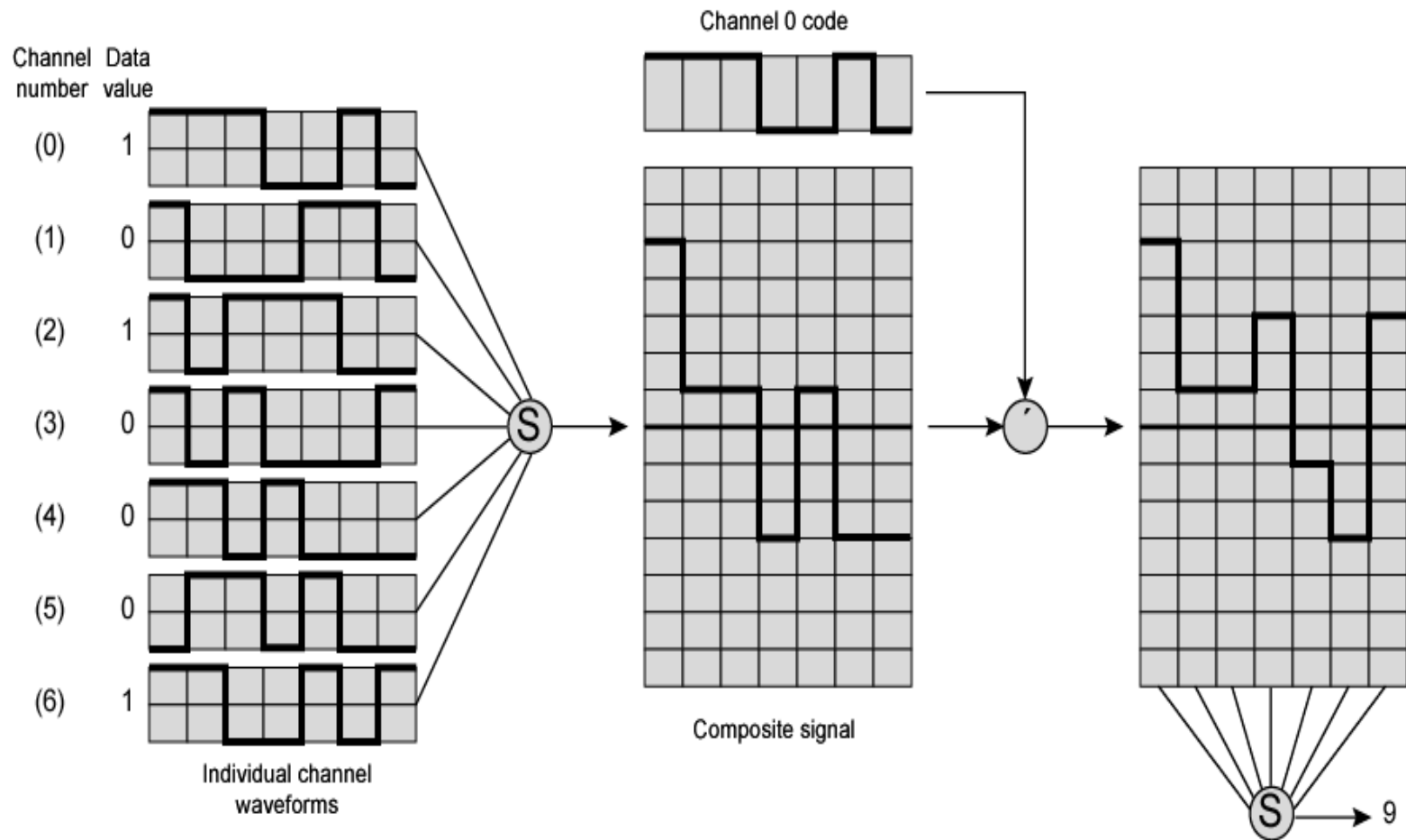
# CDMA untuk DSSS

- n para pemakai masing-masing menggunakan berbeda ORTHOGONAL PN urutan
- Atur arus data para pemakai masing-masing
  - \* Menggunakan BPSK
- Alikan dengan penyebaran kode pemakai

# CDMA di (dalam) suatu DSSS Lingkungan



# Tujuh Menggali CDMA Sandi dan Mecahkan kode



# Required Reading

- Stallings bab 9

































# Spread Spectrum

- Data digital atau analog
- Isyarat analog
- Data yang di/tersebar (di) atas luas bidang lebar/luas
- Buatan [yang] menyumbat dan penahanan/pemotongan lebih keras
- Frekwensi [yang] mengharapkan
- Isyarat menyiarkan (di) atas rangkaian frekwensi [yang] acak
- Urutan Langsung
- Masing-Masing bit diwakili oleh berbagai bit di (dalam) isyarat dipancarkan
- Motong kode