

Pertemuan 7

Modulasi Sinyal

Modulasi

- **Prinsip Dasar Modulasi**
- Modulasi Gelombang Kontinu
 - Modulasi Analog
 - Modulasi Digital
- Modulasi Pulsa
- Perlunya Modulasi

Prinsip dasar Modulasi

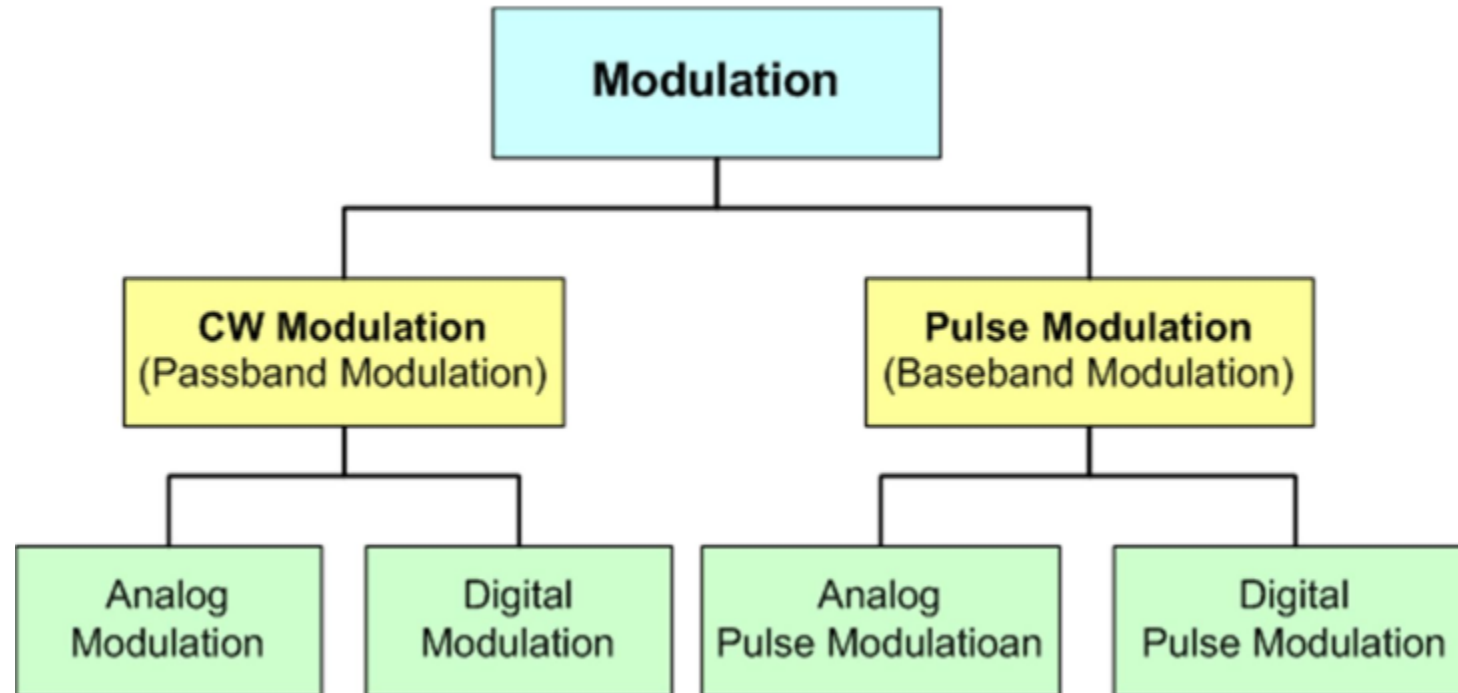
- **Modulasi (*modulation*)** adalah proses menumpangkan informasi (*information/message*) pada suatu gelombang pembawa (*carrier wave*).
- Penumpangan ini dilakukan dgn **mengubah-ubah parameter dari gelombang pembawa** secara proporsional/sesuai dgn sinyal informasi.



Prinsip dasar Modulasi

- **Parameter yg dpt diubah adalah:**
 - amplituda (*amplitude*)
 - frekuensi (*frequency*)
 - fase (*phase*)
- Modulasi dilakukan pada **pengirim**, alatnya disebut **modulator**.
- Sebaliknya, pada **penerima** dilakukan **demodulasi** (***demodulation***) yaitu mengambil kembali informasi dari gelombang termodulasi, alatnya disebut **demodulator**.
- Demodulasi disebut juga **deteksi** (***detection***).
- Pada transmisi dupleks, gabungan **modulator** dan **demodulator** biasa disingkat **modem**

Klasifikasi Modulasi



Modulasi

- Pengertian Modulasi
- **Modulasi Gelombang Kontinu**
 - Modulasi Analog
 - Modulasi Digital
- Modulasi Pulsa
- Perlunya Modulasi

Modulasi Gelombang Kontinyu

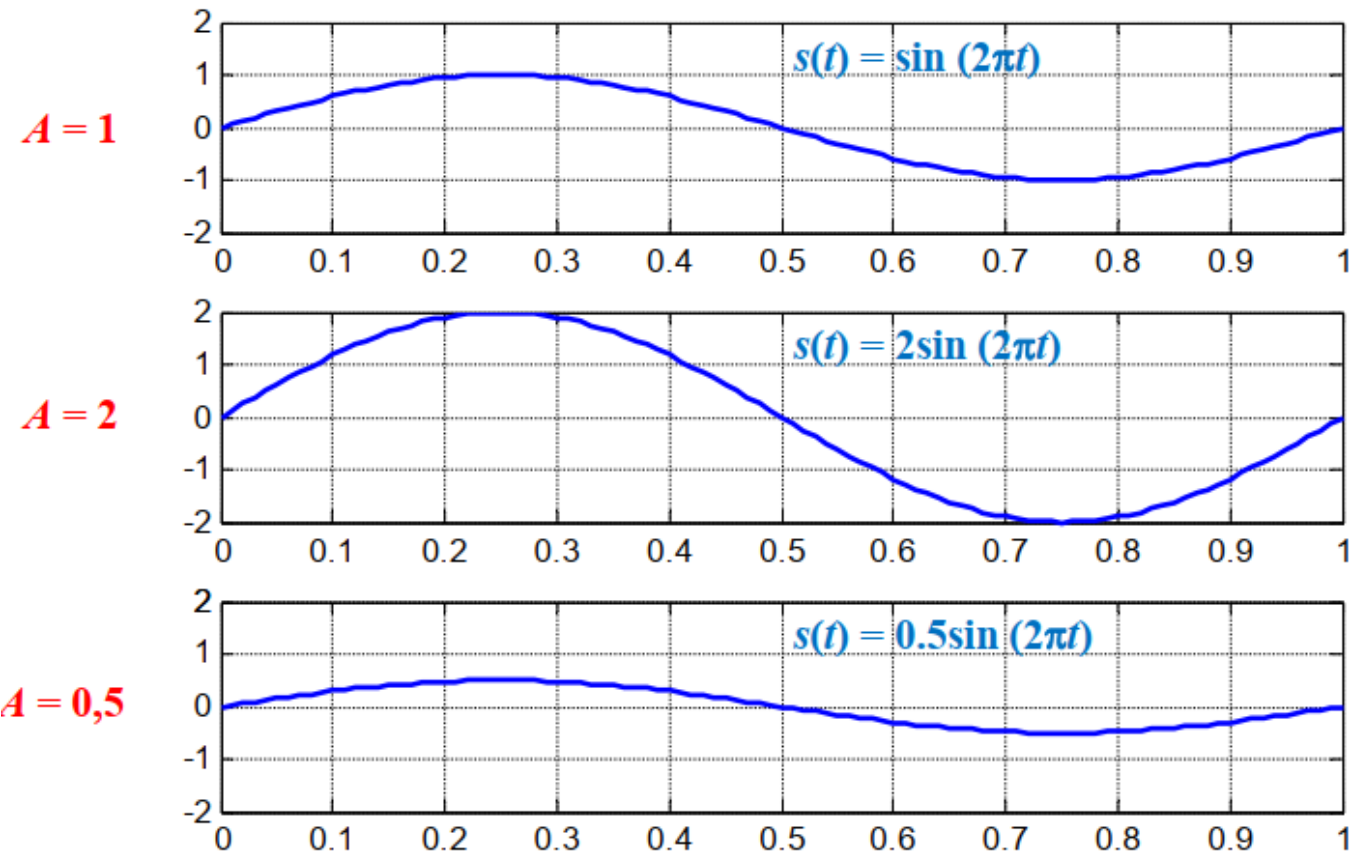
- Modulasi gelombang kontinu (*continuous wave modulation*), biasa disingkat *CW Modulation*, adalah modulasi yang menggunakan gelombang kontinu sinusoidal sebagai gelombang pembawa (*carrier*).
- *CW modulation* utamanya digunakan pada transmisi radio, namun juga dapat dipakai pada transmisi via kabel seperti kabel coaxial.
- Dalam hal ini (misalnya pada transmisi radio), kita harus mentransfer spektrum dari informasi ke dalam pita frekuensi radio, utk ditransmisikan.
- Tujuan utama dari modulasi gelombang kontinu adlh untuk membangkitkan gelombang termodulasi yg sesuai dgn karakteristik suatu kanal transmisi.

Parameter Dasar

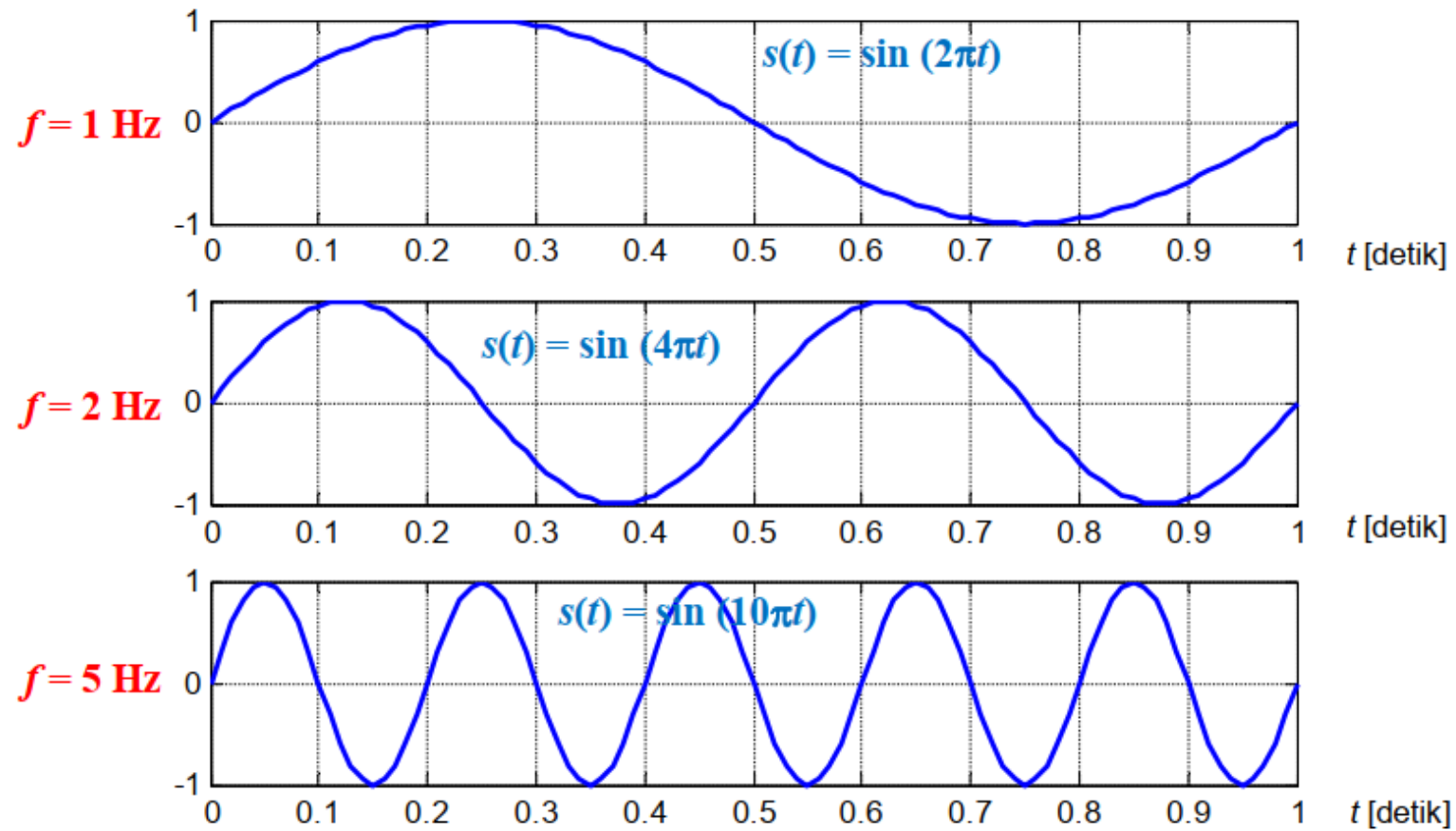
- Amplituda (*Amplitude*), A
- Frekuensi (*Frequency*), f atau
- Fase (*Phase*),
- Contoh-contoh sinyal sinusoidal berikut ini menggunakan persamaan umum:

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

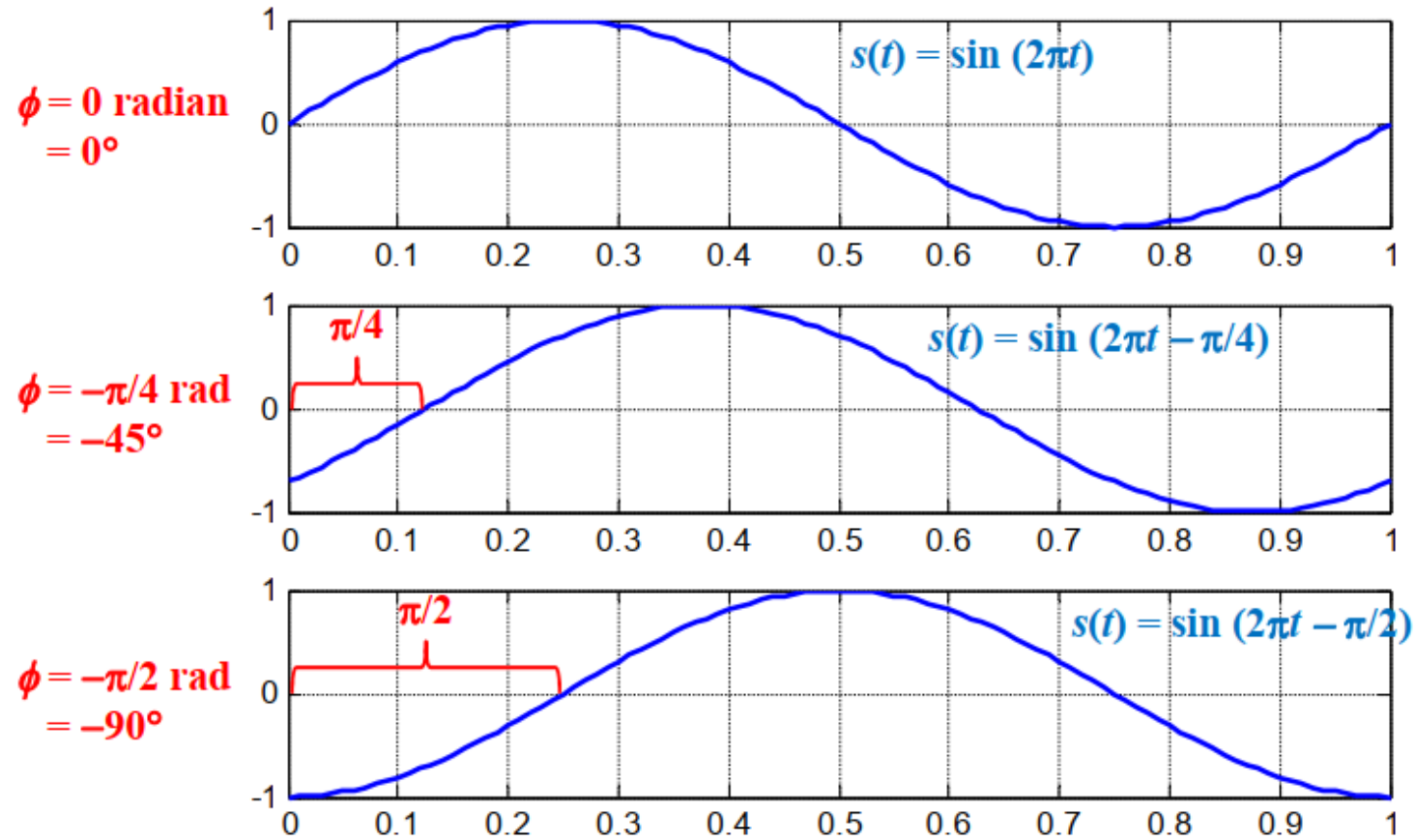
Amplitudo



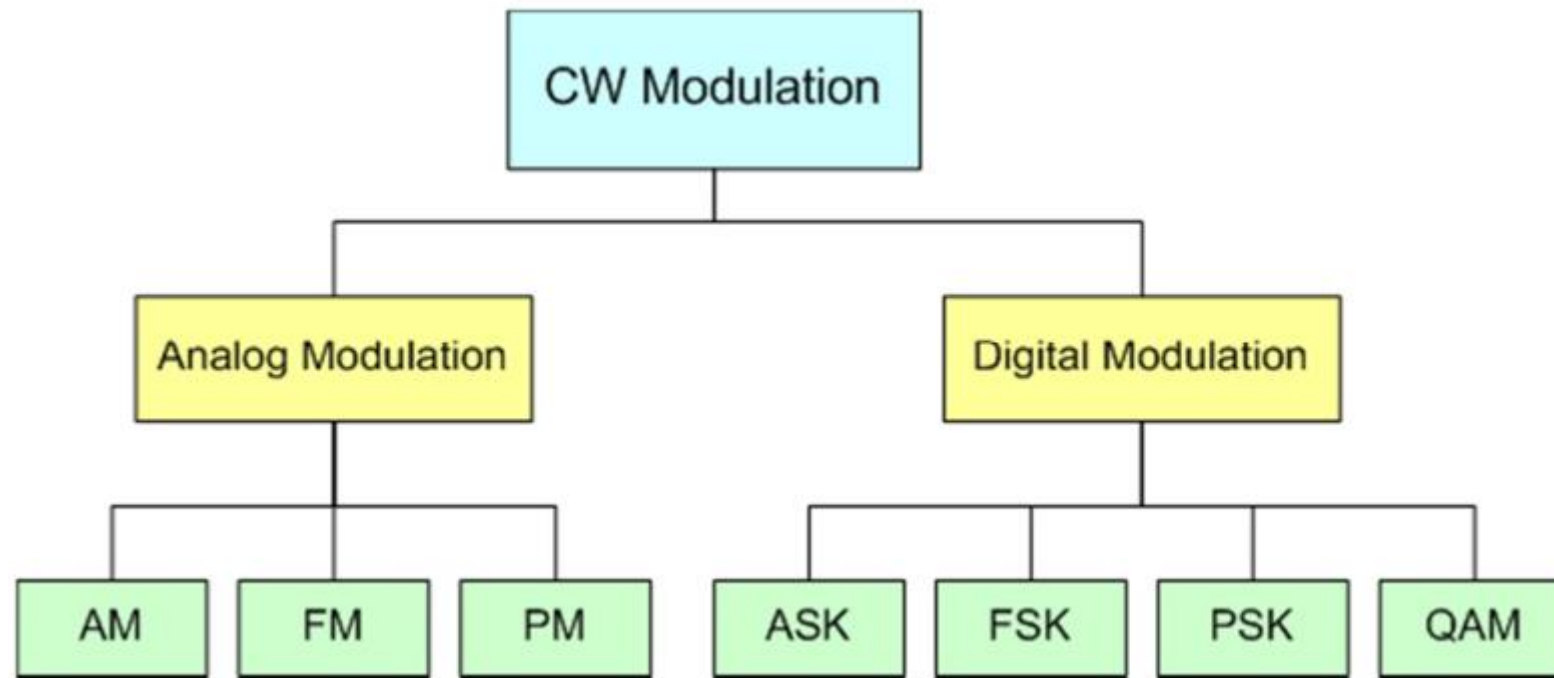
Frekuensi



Fase



Modulasi sinyal Kontinyu



Modulasi sinyal Kontinyu

- **Modulasi analog**, dimana sinyal carrier kontinu dimodulasi oleh sinyal informasi analog
 - Amplitude Modulation (AM)
 - Angle Modulation
 - Frequency Modulation (FM)
 - Phase Modulation (PM)
- **Modulasi digital**, dimana sinyal carrier kontinu dimodulasi oleh sinyal informasi diskrit (digital)
 - Amplitude-Shift Keying (ASK)
 - Frequency-Shift Keying (FSK)
 - Phase-Shift Keying (PSK)
 - Quadrature Amplitude Modulation (QAM)

Modulasi

- Pengertian Modulasi
- Modulasi Gelombang Kontinu
 - **Modulasi Analog**
 - Modulasi Digital
- Modulasi Pulsa
- Perlunya Modulasi

Amplitude Modulation – AM

- Sinyal *carrier* aslinya mempunyai nilai puncak (amplituda) yg konstan dan frekuensi yg lebih tinggi drpd sinyal pemodulasi (*message/information*).
- Pada **AM**, amplituda sinyal carrier ini diubah-ubah sesuai dgn nilai sesaat dari sinyal pemodulasi(*message*), sehingga bentuk gelombang luar/selubung (*envelope*) dari sinyal termodulasi mengikuti bentuk sinyal pemodulasi (sinyal informasi).
- Misalkan **sinyal carrier**:

$$c(t) = A_c \cos \omega_c t$$

- Maka setelah modulasi, menjadi

Amplitude Modulation – AM

- Bentuk umum persamaan **sinyal termodulasi** AM adalah:

$$s(t) = A_c [1 + k_a m(t)] \cos \omega_c t$$

dimana:

$s(t)$ adlh sinyal termodulasi

A_c adlh amplituda sinyal carrier.

k_a adlh konstanta sensitivitas modulasi

$m(t)$ adlh sinyal informasi (*message*)

ω_c adlh frekuensi sudut (disebut juga frekuensi anguler atau frekuensi radian). Hubungan frekuensi sudut (ω_c) dgn frekuensi linier (f_c) adalah $\omega_c = 2\pi f_c$.

Amplitude Modulation – AM

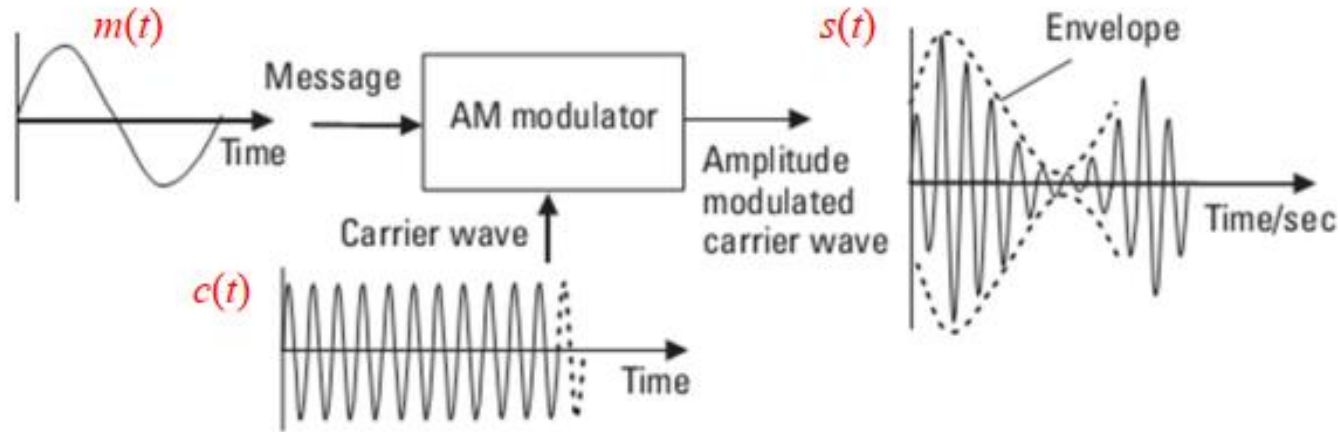
- **Bandwidth** dari sinyal termodulasi AM adlh

$$BW = (f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2f_m$$

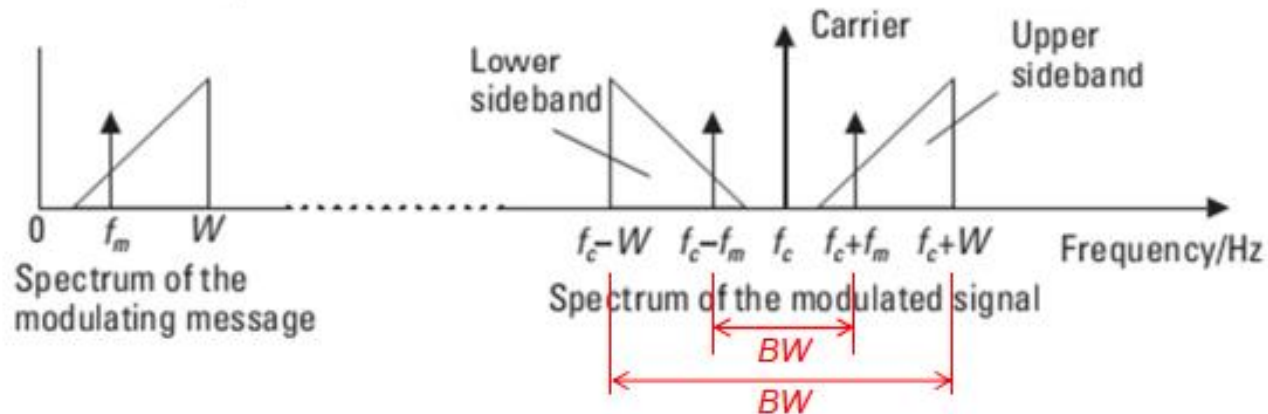
dimana:

- f_c adlh frekuensi carrier
 - f_m adlh frekuensi maksimum sinyal pemodulasi (message)
- Berikut ini adalah ilustrasi sinyal termodulasi AM beserta spektrumnya, dimana sinyal informasinya adalah berupa:
 - sinyal sinusoidal dgn frekuensi tunggal f_m
 - sinyal non periodik dgn bandwidth W .

Amplitude Modulation – AM



Spectrum of AM:

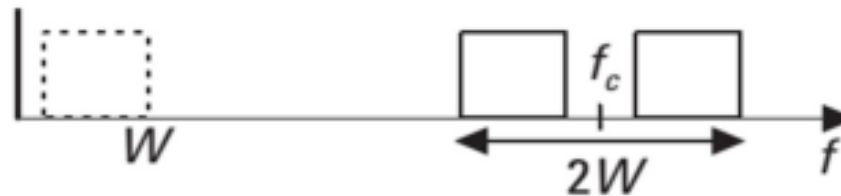


Jenis– AM

Double sideband-full carrier (DSB-FC) modulation



Double sideband-suppressed carrier (DSB-SC) modulation



Single sideband (SSB) modulation

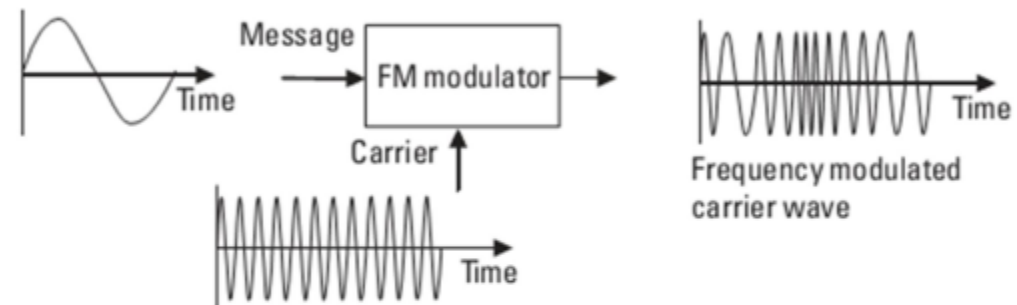


Vestigial sideband (VSB) modulation

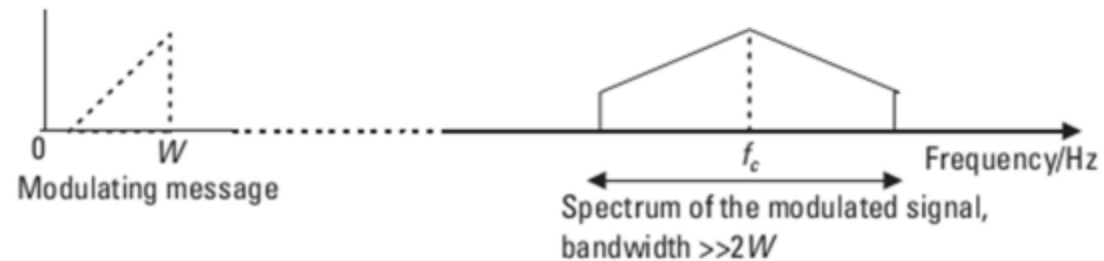


Frequency Modulation- FM

Pada Modulasi Frekuensi, informasi direpresentasikan oleh nilai frekuensi sinyal carrier termodulasi.



Spectrum of FM:



Frequency Modulation- FM

Sinyal setelah modulasi menjadi

$$s(t) = A_c \cos[\omega_c t + \phi(t)]$$

dimana:

$s(t)$ adlh sinyal termodulasi.

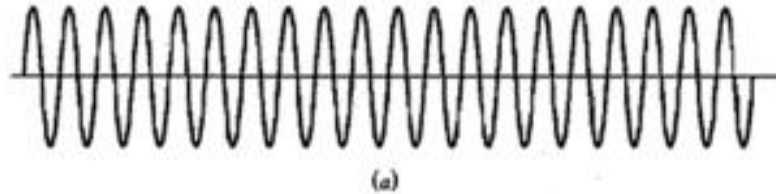
$\phi(t)$ adlh fase atau frekuensi yg bervariasi sesuai kandungan sinyal informasi.

A_c adlh amplituda konstan.

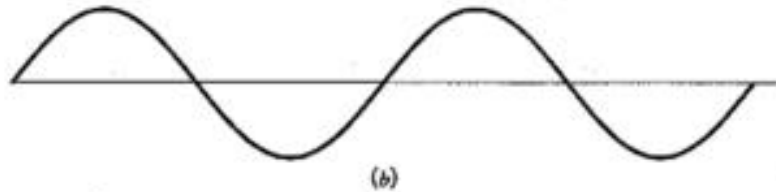
ω_c adlh frekuensi sudut.

Frequency Modulation- FM

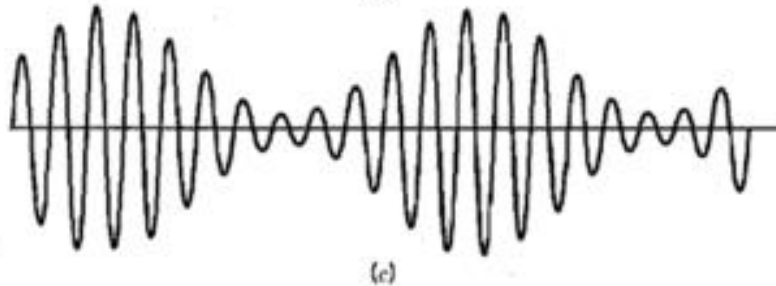
**Gelombang
pembawa (carrier)**



**Sinyal informasi
(pemodulasi)**



Sinyal termodulasi AM



Sinyal termodulasi FM

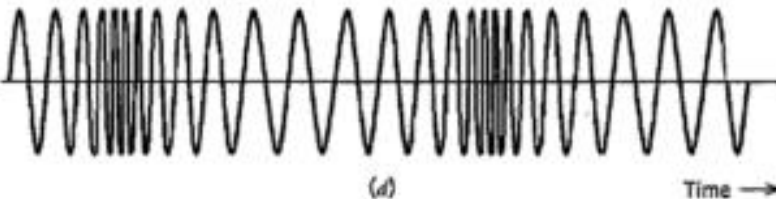


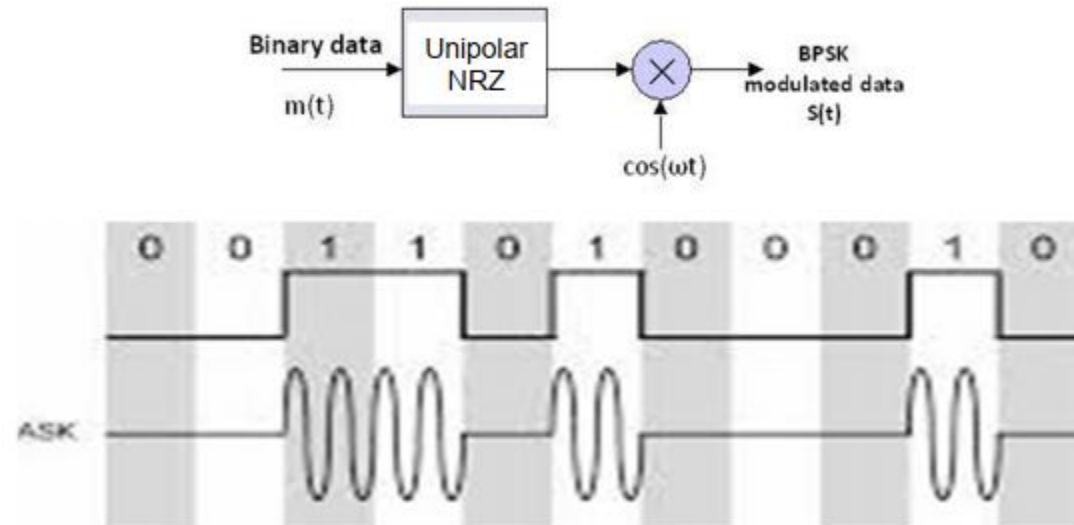
FIGURE 2.2 Illustrating AM and FM signals produced by a single tone. (a) Carrier wave. (b) Sinusoidal modulating signal. (c) Amplitude-modulated signal. (d) Frequency-modulated signal.

Modulasi

- Pengertian Modulasi
- Modulasi Gelombang Kontinu
 - Modulasi Analog
 - **Modulasi Digital**
- Modulasi Pulsa
- Perlunya Modulasi

Modulasi ASK

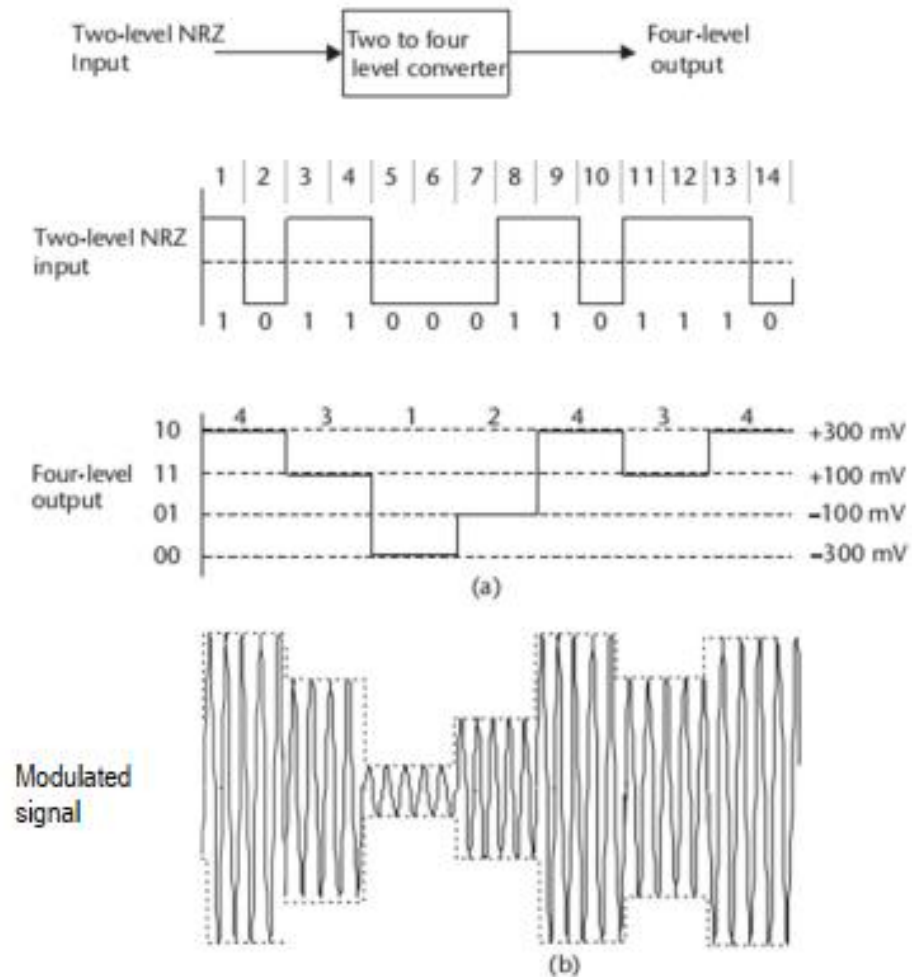
- *Binary Amplitude Shift Keying (BASK)*



Jika pada ASK, salah satu kondisi (bit 0 atau bit 1) direpresentasikan dgn amplituda 0 (tanpa transmisi sinyal) seperti gambar di atas maka disebut juga **On-Off Shift Keying (OOSK)**.

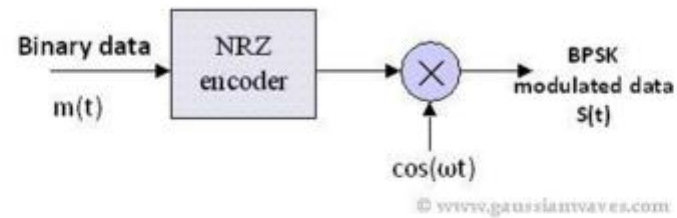
M-ary ASK (ASK dgn M-level)

- 4-ASK

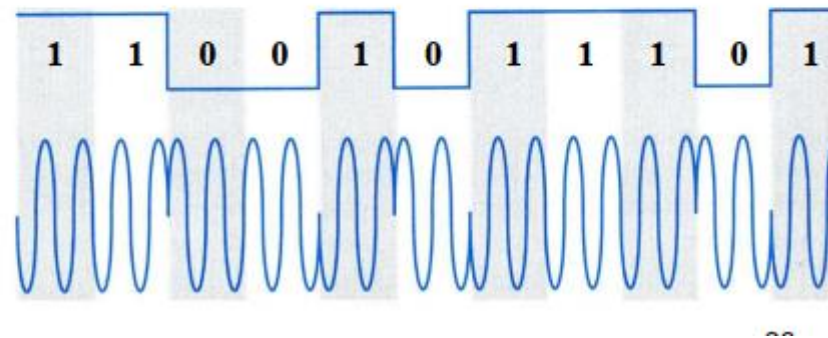
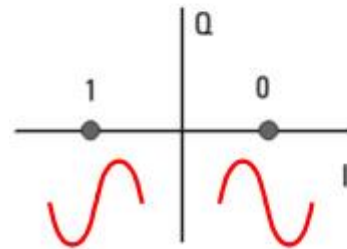


Modulasi PSK

- *Binary Phase Shift Keying (BPSK)*



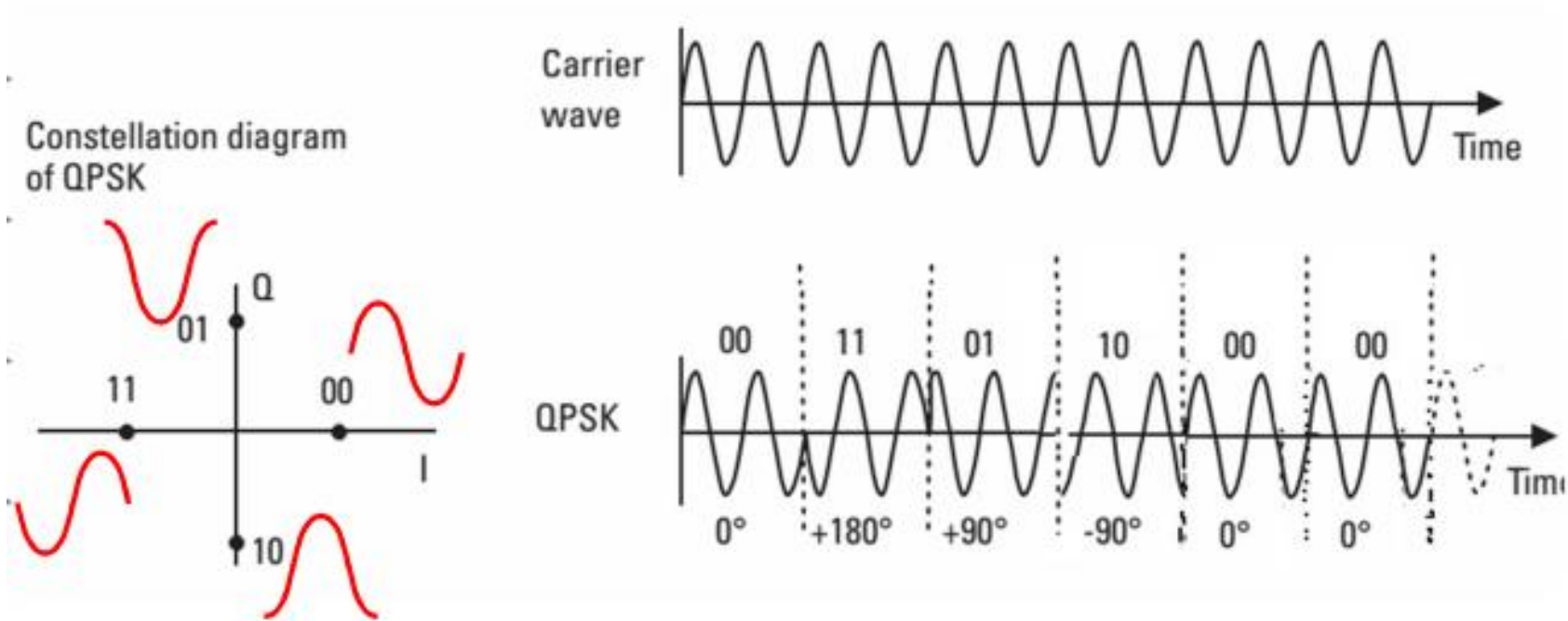
Constellation diagram of BPSK



M-ary PSK

- *Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)*

Disebut juga 4-PSK.



QAM

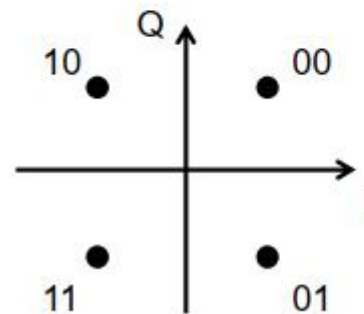
- *Quadrature Amplitude Modulation (QAM)*

Merupakan gabungan dari prinsip ASK dan PSK.

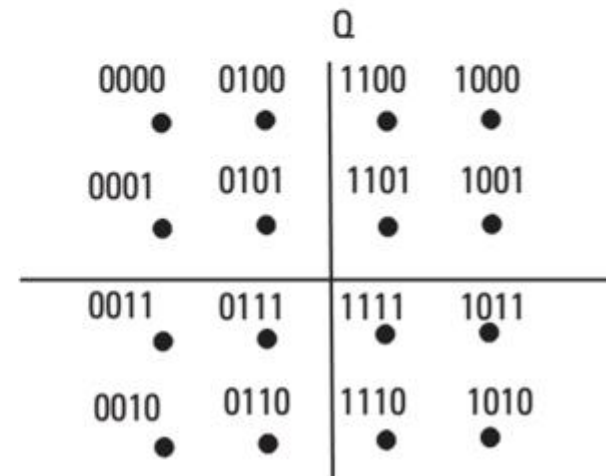
Berikut ini contoh 4-QAM dan 16-QAM.

Note: 4-QAM mirip dgn QPSK.

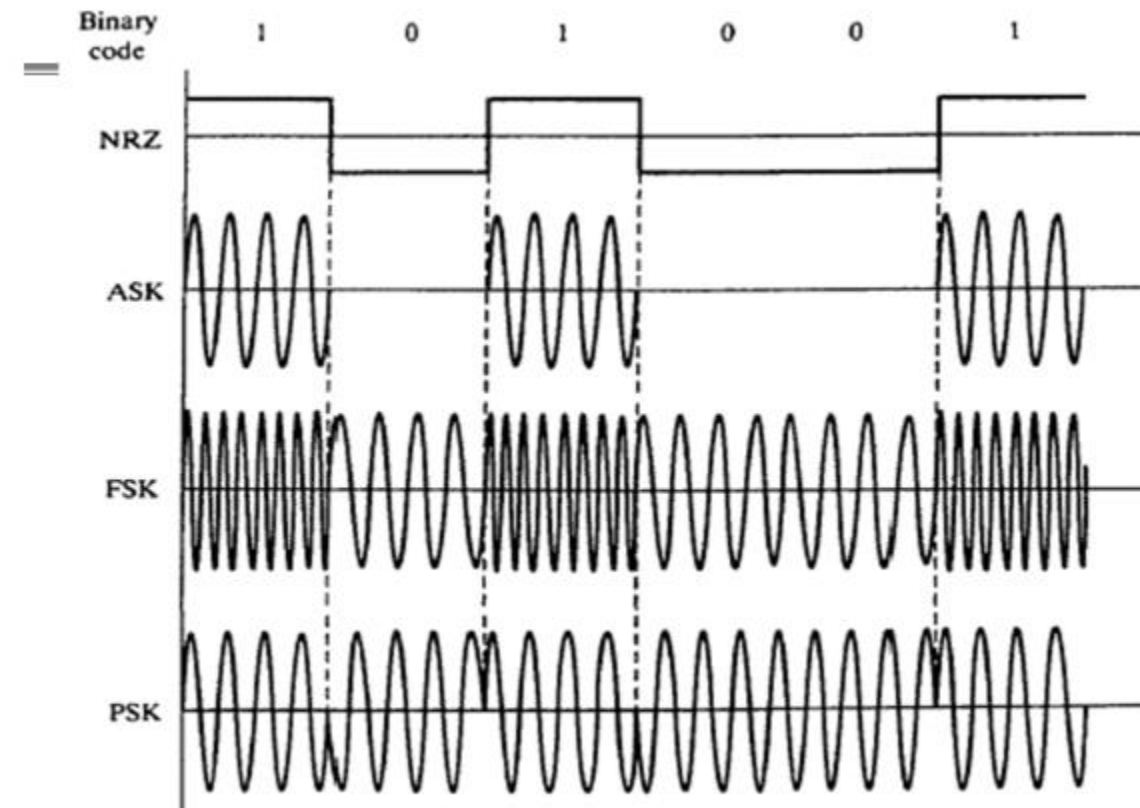
Constellation diagram
of 4-QAM



Constellation diagram
of 16-QAM



Rangkuman Modulasi Digital



(a) Binary-ASK, (b) Binary-FSK, (c) Binary-PSK