



Modul #07

TE3223

SISTEM KOMUNIKASI 2

SINKRONISASI

**Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Departemen Teknik Elektro - Sekolah Tinggi Teknologi Telkom
Bandung – 2007**



Synchronization



1) **Carrier recovery** = carrier synchronization : frequency, phase

coherent detection

noncoherent detection

2) **Clock recovery** = symbol synchronization:

timing (or sampling)

individual symbol: starting, finishing time,

3) Packet or cell

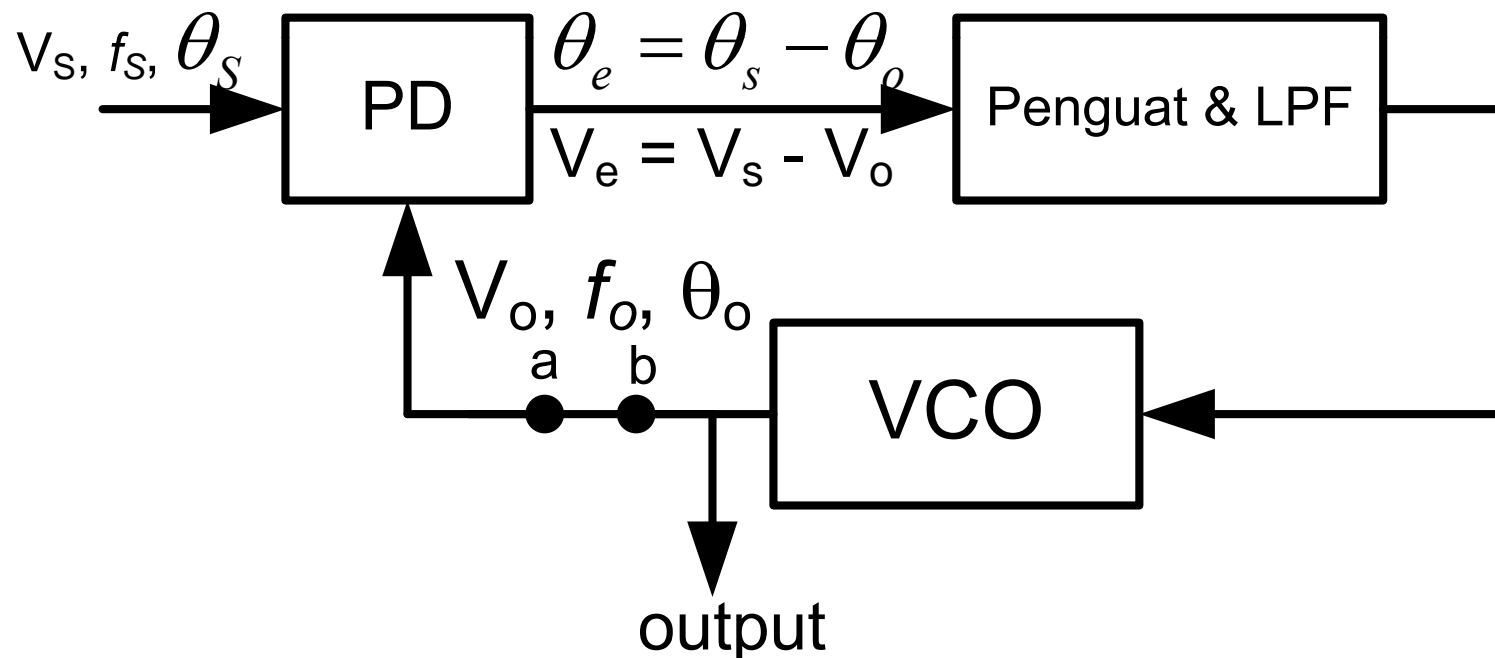
4) Frame

5) Network

DASAR SINKRONISASI : PLL



Phase Lock Loop adalah suatu osilator dimana frekuensi keluarannya diatur atau dikendalikan oleh frekuensi sinyal luar .



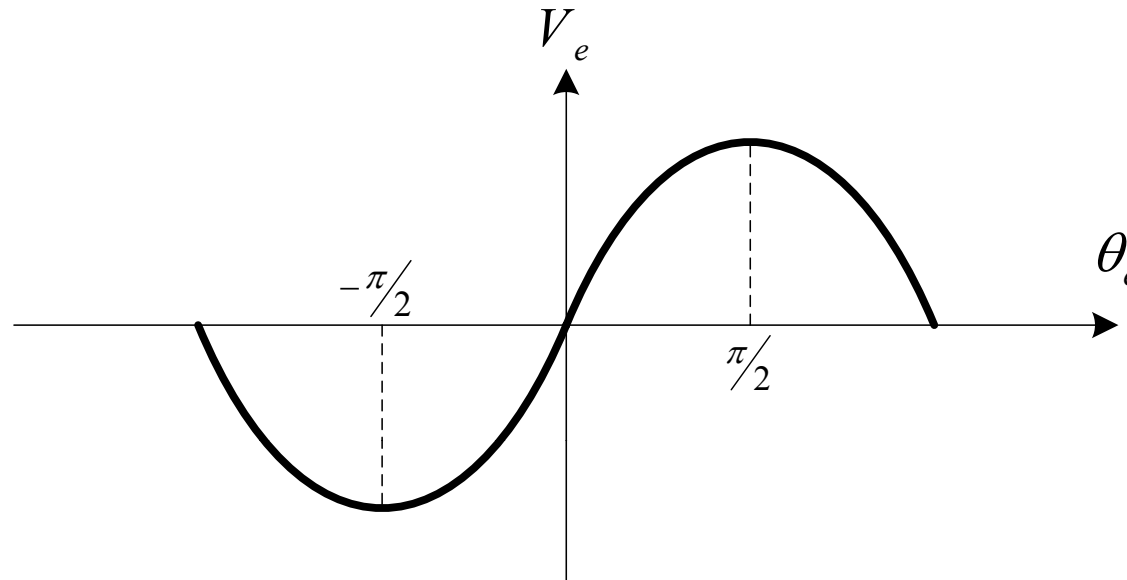
Prinsip kerja PLL



- ❖ *Loop* dalam keadaan “terkunci“ jika frekuensi sinyal masukan(referensi) dan frekuensi *VCO* identik ($f_s = f_o$);
- ❖ Serta beda fasa relatif $\theta_e = \theta_s - \theta_o$, ditentukan oleh karakteristik detektor fasa dan oleh penyimpangan f_s dari frekuensi free running f_f (yang didefenisikan dengan tegangan kendali $V_d = 0$) dari *VCO*.
- ❖ Kalau sinyal masuk mempunyai $f_s = f_f$, tegangan kendali ke *VCO* akan tetap sama dengan nol. Fasa θ_o dari *VCO* akan mengatur sendiri untuk menghasilkan beda fasa $\theta_e = \theta_s - \theta_o$, yang akan menghasilkan keluaran nol pada detektor fasa ($\theta_e = 0, \theta_s = \theta_o$). Sudut θ_e mungkin 90° atau 180° , tergantung pada jenis rangkaian detektor fasa.

- ❖ Jika frekuensi masuk berubah sehingga $f_s \neq f_f$, beda fasa θ_e harus cukup berubah untuk menghasilkan tegangan kendali V_d yang akan menggeser frekuensi VCO ke $f_o = f_s$. Daerah frekuensi yang dimungkinkan oleh pengendalian tersebut merupakan fungsi dari komponen – komponen loop.
- ❖ Suatu pembagi frekuensi yang dapat dipilih dapat disisipkan ke dalam loop antara titik a dan b. Kalau perbandingan pembagi sama dengan n, frekuensi VCO $f_o = n.f_s$, tetapi tegangan/fasa yang diumpan balikkan ke detektor fasa mempunyai fasa $= \theta_o$. Dengan ini berarti VCO dapat membangkitkan kelipatan frekuensi masuk dengan hubungan fasa yang teliti antara dua tegangan.

➤ Detektor Phasa Sinusoidal :



$$V_e = K_d \sin \theta_e, \quad \text{dimana } \theta_e = \theta_s - \theta_o$$

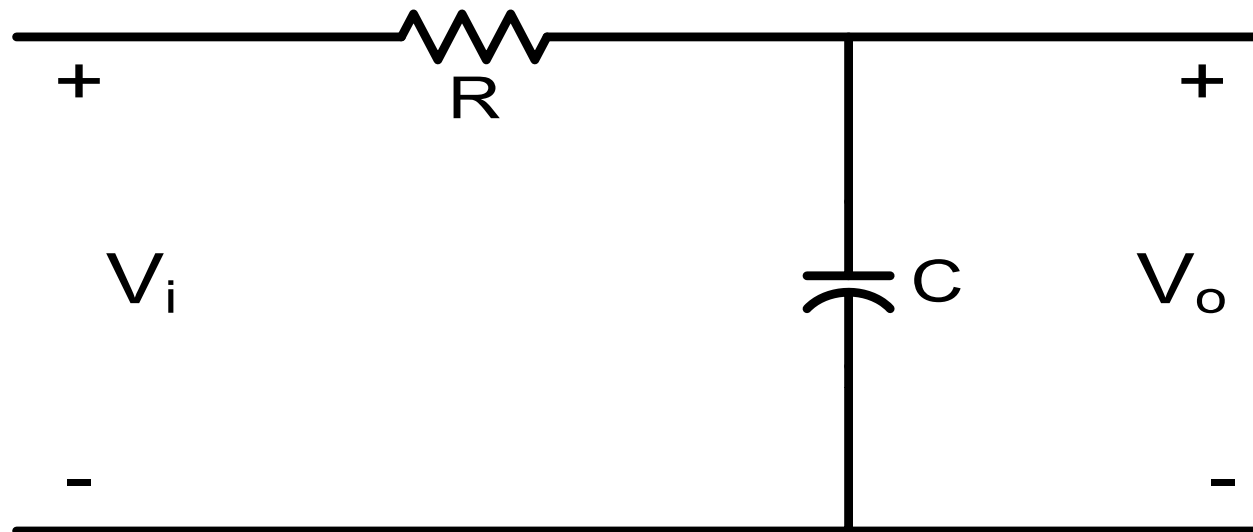
$$\text{jika : } \theta_e \ll V_e, \quad V_e = K_d \theta_e, \quad K_d = V_e / \theta_e$$

dimana K_d = konstanta detektor fasa (Volt / rad)

jika fasa masukan dan fasa keluaran berubah terhadap waktu dan frekuensi,
maka: dalam domain s ($= j2\pi f$)

$$V_e(s) = K_d \cdot \theta_e(s)$$

Contoh Filter LPF tanpa penguatan

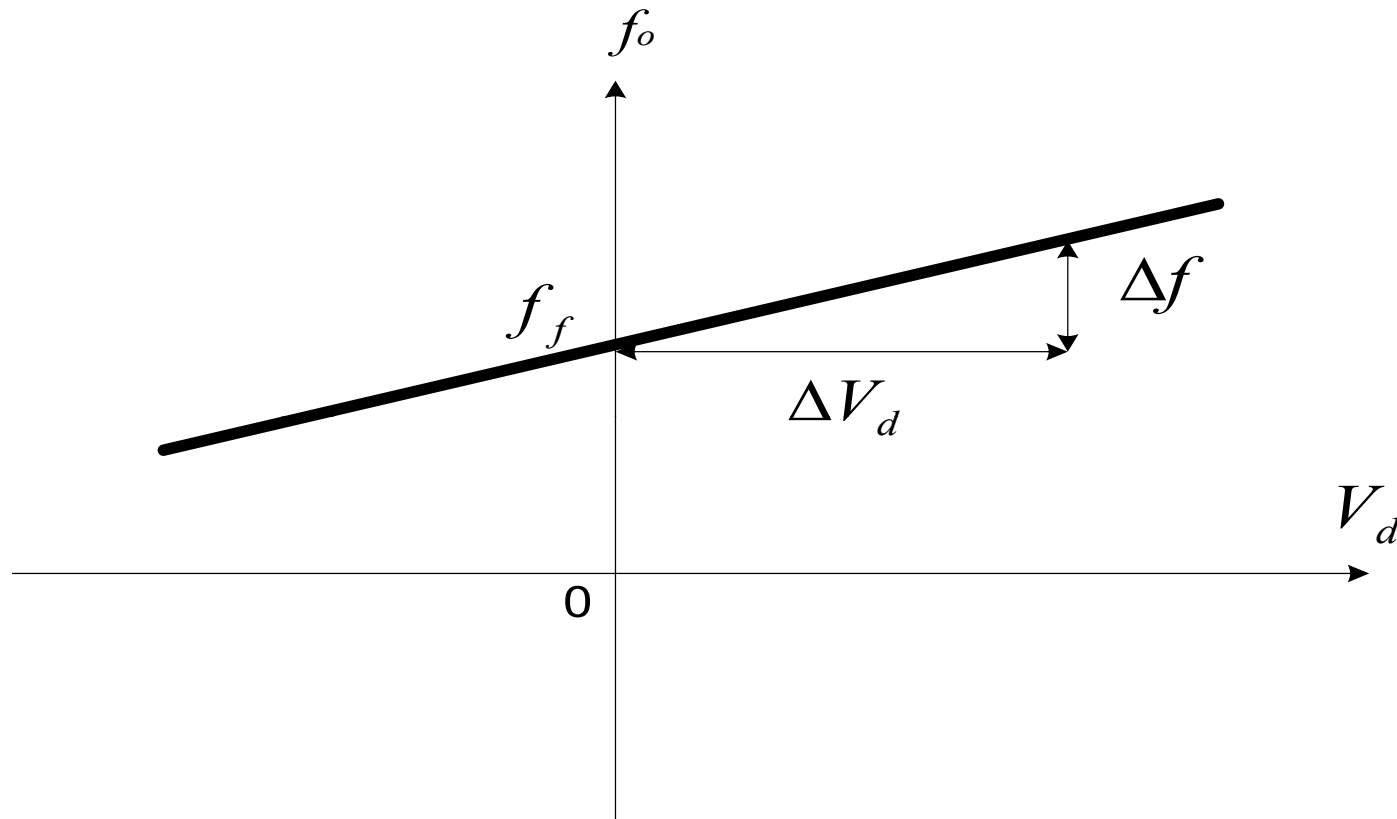


Konstanta waktu :

$$\tau_1 = RC$$

$$F(s) = \frac{1}{1 + \tau_1 s}$$

VCO (Voltage Controlled Oscillator)



$f_o = f_f + k'_o \cdot V_d$, apabila $k_o = 2\pi \cdot k'_o$ maka :

$$\omega_o = \omega_f + k_o \cdot V_d = \omega_f + \Delta\omega$$

Phasa keluaran VCO :



$$\theta_o(t) = \int_0^t \omega_o(t) dt$$

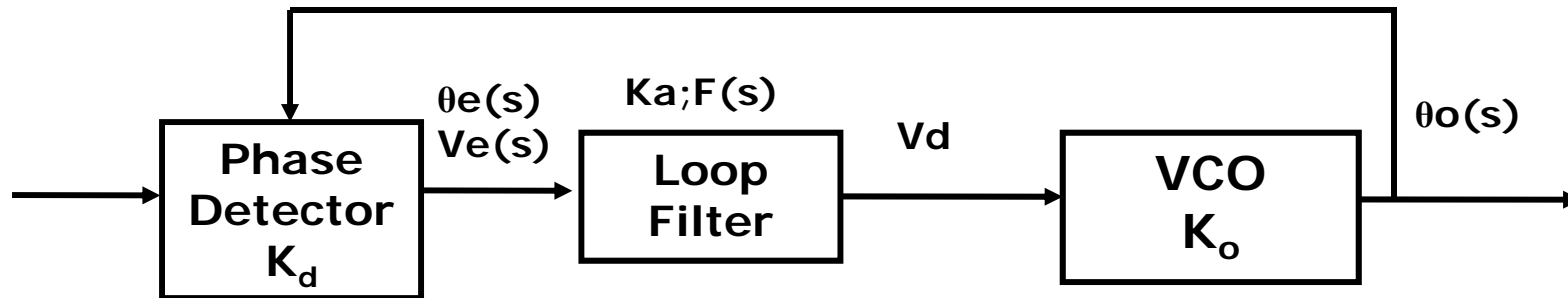
$$\theta_o(t) = \int_0^t (\omega_f + k_o \cdot V_d) dt$$

$$\theta_o(t) = \omega_f t + \int_0^t k_o \cdot V_d dt$$

jika diambil perubahan fasanya saja , maka :

$$\theta_o(t) = \int_0^t k_o \cdot V_d dt \Rightarrow \theta_o(s) = \frac{k_o \cdot V_d}{s}$$

Fasa keluaran VCO, kita lihat sistem PLL :



$$\theta_o(s) = \frac{k_o \cdot V_d}{s} = \frac{k_o}{s} [V_e(s) \cdot k_a \cdot F(s)]$$

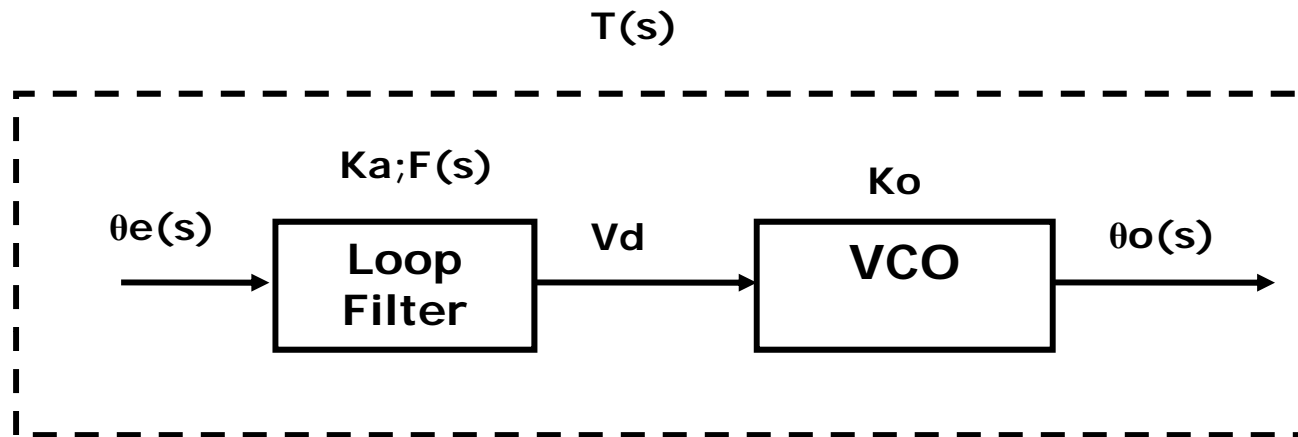
$$\theta_o(s) = \frac{k_o}{s} [k_d \cdot \theta_e(s) \cdot k_a \cdot F(s)]$$

$$\theta_o(s) = k_o \cdot k_d \cdot k_a \cdot \frac{\theta_e(s)}{s} \cdot F(s)$$

$$\theta_o(s) = k_v \cdot \frac{\theta_e(s)}{s} \cdot F(s)$$

dimana : $k_v = k_d \cdot k_a \cdot k_o$

Fungsi Transfer (fasa)Lingkar Terbuka PLL :

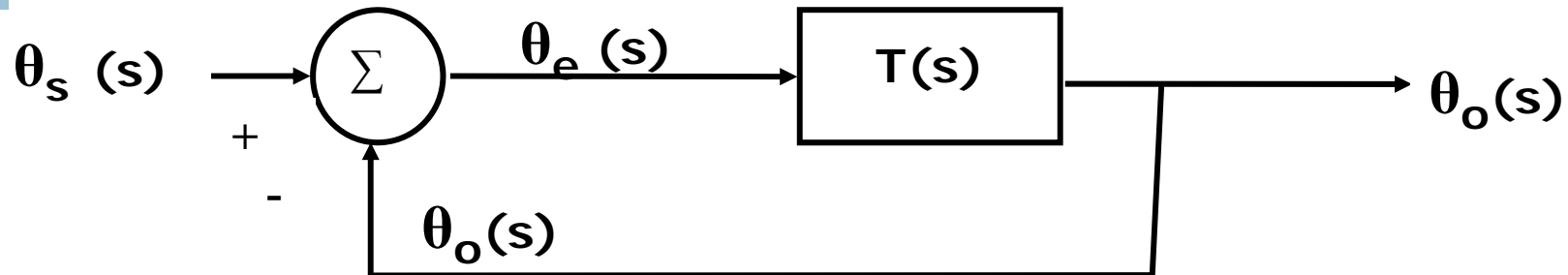


$$T(s) = \frac{\theta_o(s)}{\theta_e(s)} = k_d \cdot k_a \cdot k_o \cdot \frac{\theta_e(s) \cdot F(s)}{\theta_e(s) \cdot s}$$

$$\text{diperoleh } T(s) = \frac{k_v \cdot F(s)}{s}$$

$$\text{dimana } \theta_o(s) = \theta_e(s) T(s)$$

Fungsi Transfer (fasa)Lingkar Tertutup PLL :



$$T(s) = \frac{\theta_o(s)}{\theta_e(s)}$$

$$\theta_e(s) = \theta_s(s) - \theta_o(s)$$

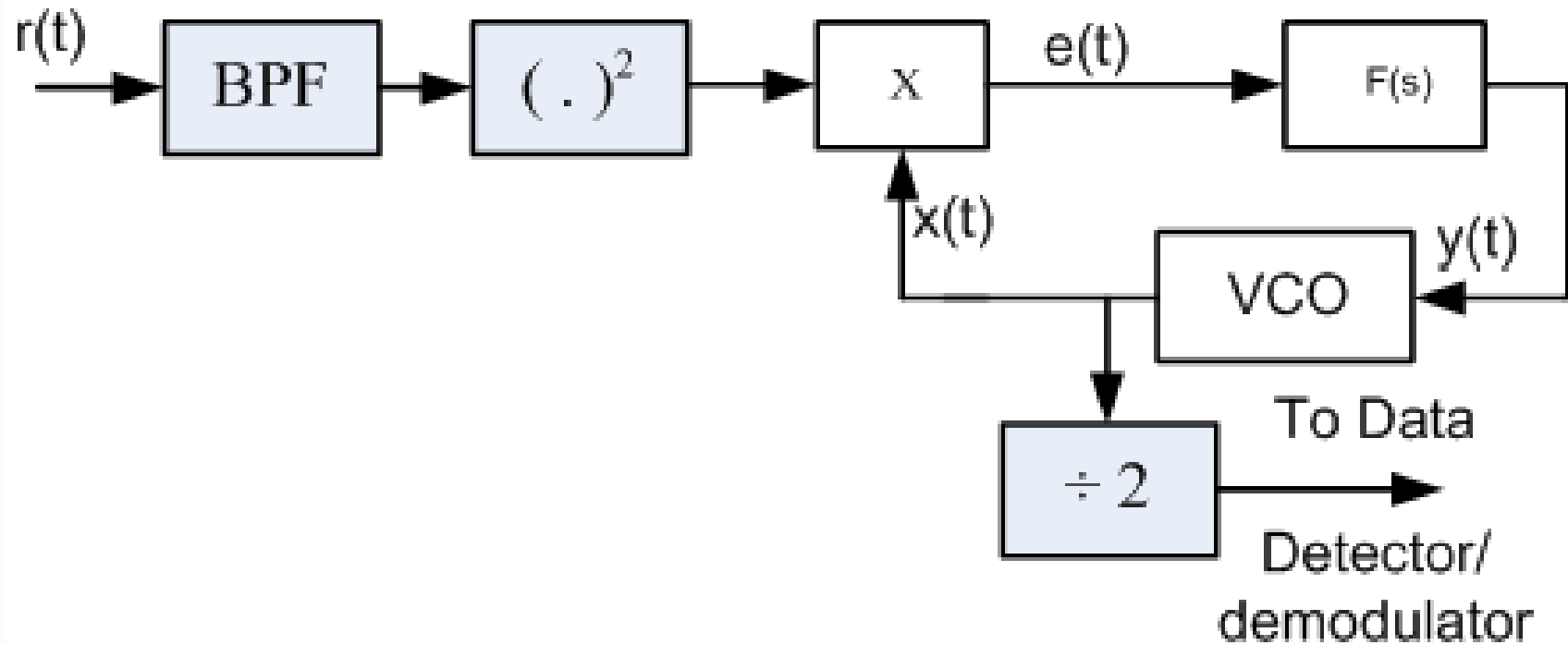
$$\theta_o(s) = T(s)[\theta_s(s) - \theta_o(s)]$$

$$\theta_o(s)[1 + T(s)] = T(s)\theta_s(s)$$

$$H(s) = \frac{\theta_o(s)}{\theta_s(s)} = \frac{T(s)}{1 + T(s)}$$

$$H(s) = \frac{k_v \cdot F(s)}{s + k_v \cdot F(s)}$$

1) Suppressed Carrier Loop



2) Costas Loop

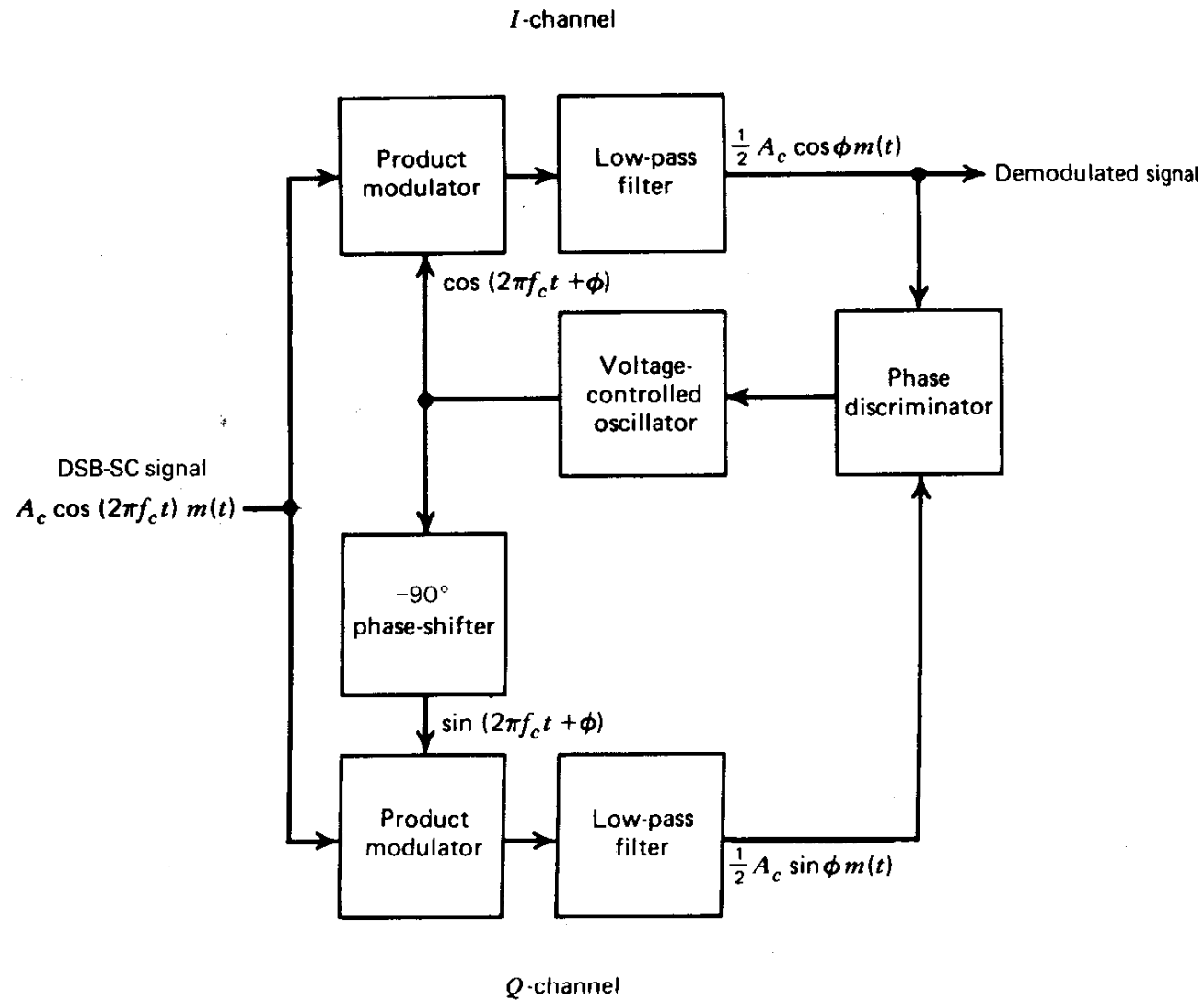


Figure 3.15 Costas receiver.



2. Symbol Synchronization



- 1) Clock, sampling
- 2) Baseband waveform

Early-gate Late-gate clock recovery

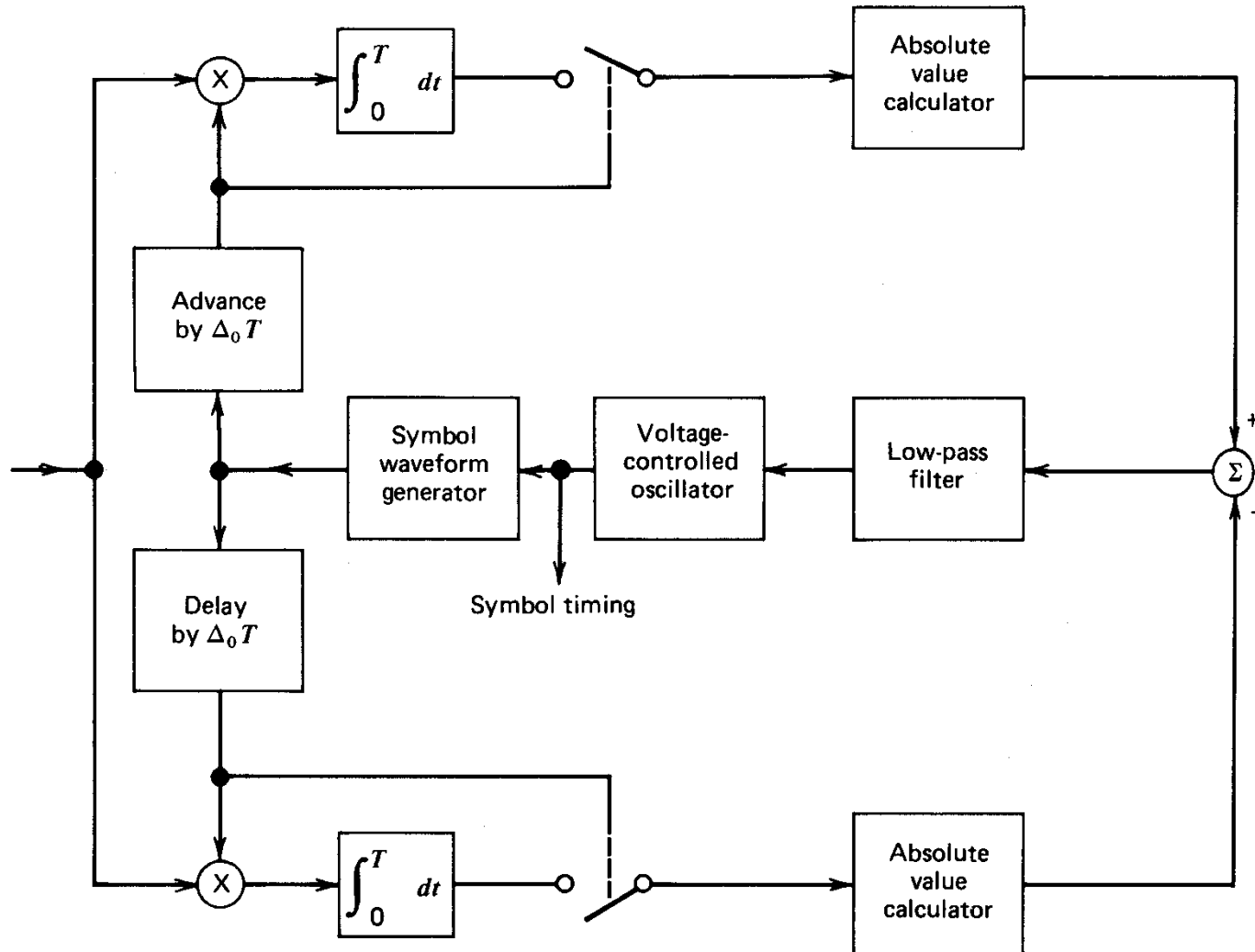
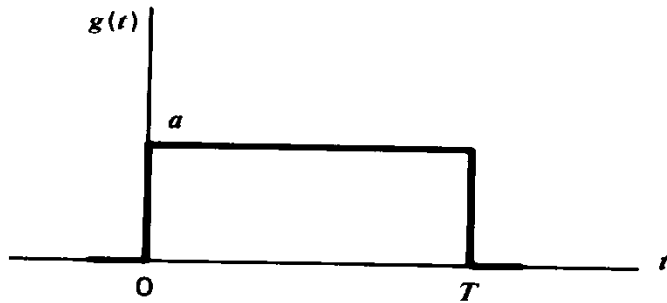
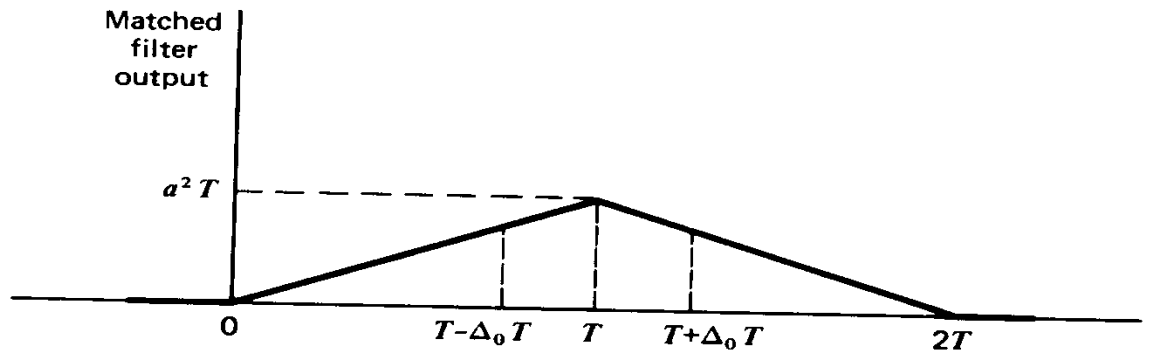
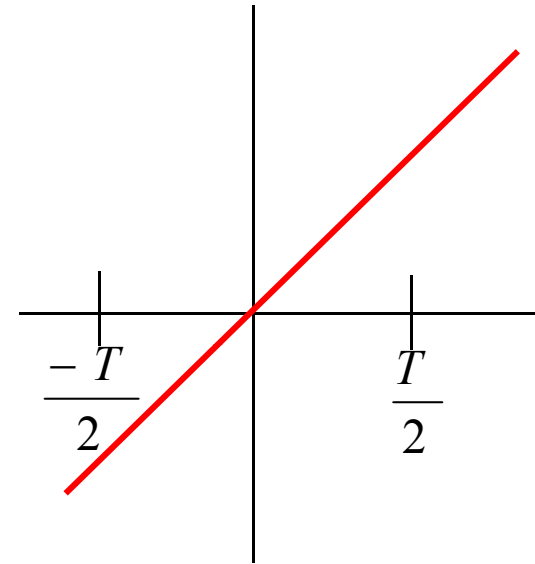


Figure 8.44 Early-late gate type of symbol synchronizer.

ex) Early-gate Late-gate clock recovery



(a)



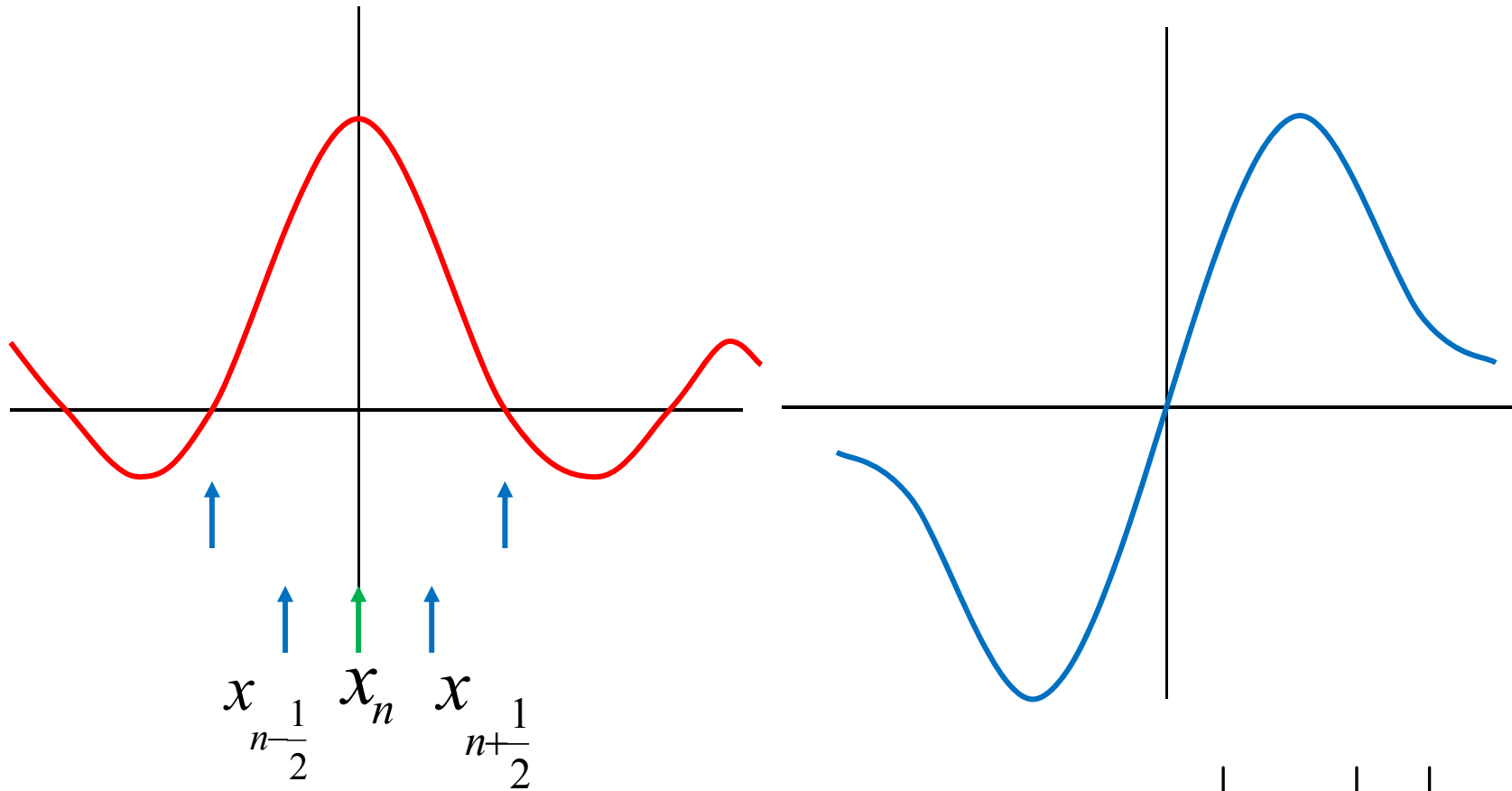
(b)

$x_{n-\frac{1}{2}}$ x_n $x_{n+\frac{1}{2}}$

Four vertical arrows point upwards from these labels to the corresponding points on the x-axis of graph (b): 0 , $T - \Delta_0 T$, T , and $T + \Delta_0 T$.

phase detector = $\left| x_{n-\frac{1}{2}} \right| - \left| x_{n+\frac{1}{2}} \right|$

Raised – cosine filter



$$\text{phase detector} = \left| x_{n-\frac{1}{2}} \right| - \left| x_{n+\frac{1}{2}} \right|$$