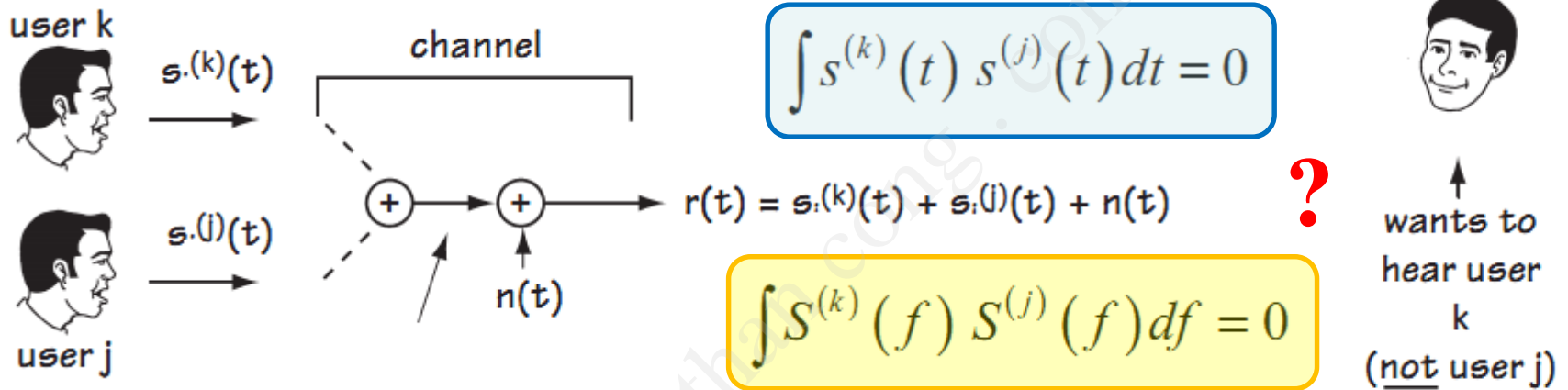




Chương 6: Hệ thống thông tin tương tự

- 6.1 Hệ thống ghép kênh theo tần số FDM
- 6.2 Dao động điều khiển bởi điện áp VCO
- 6.3 Vòng khóa pha PLL và ứng dụng trong hệ thống thông tin
- 6.4 Máy thu cho các điều chế sóng mang liên tục: AM, FM

Ghép kênh và đa truy cập



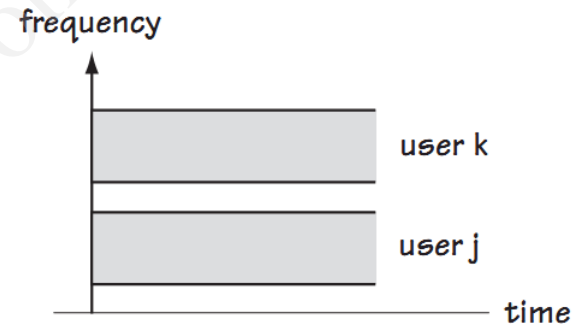
1. *Multiplexing schemes.* Multiplexing schemes are channel-sharing schemes where portions of the channel are assigned to each user by a system controller at a central location. The system controller assigns, in advance, the channel portions for each user, and controls each user's access to the channel.

2. *Multiple access schemes.* Multiple access schemes refer to channel-sharing schemes where a system controller assigns portions of the channel to each user based on current availability. The system controller can update the sharing of portions of the channel based on changes in system demand. Once the system controller tells the user what portion he can use, the user is in charge of making sure he uses the portion requested.

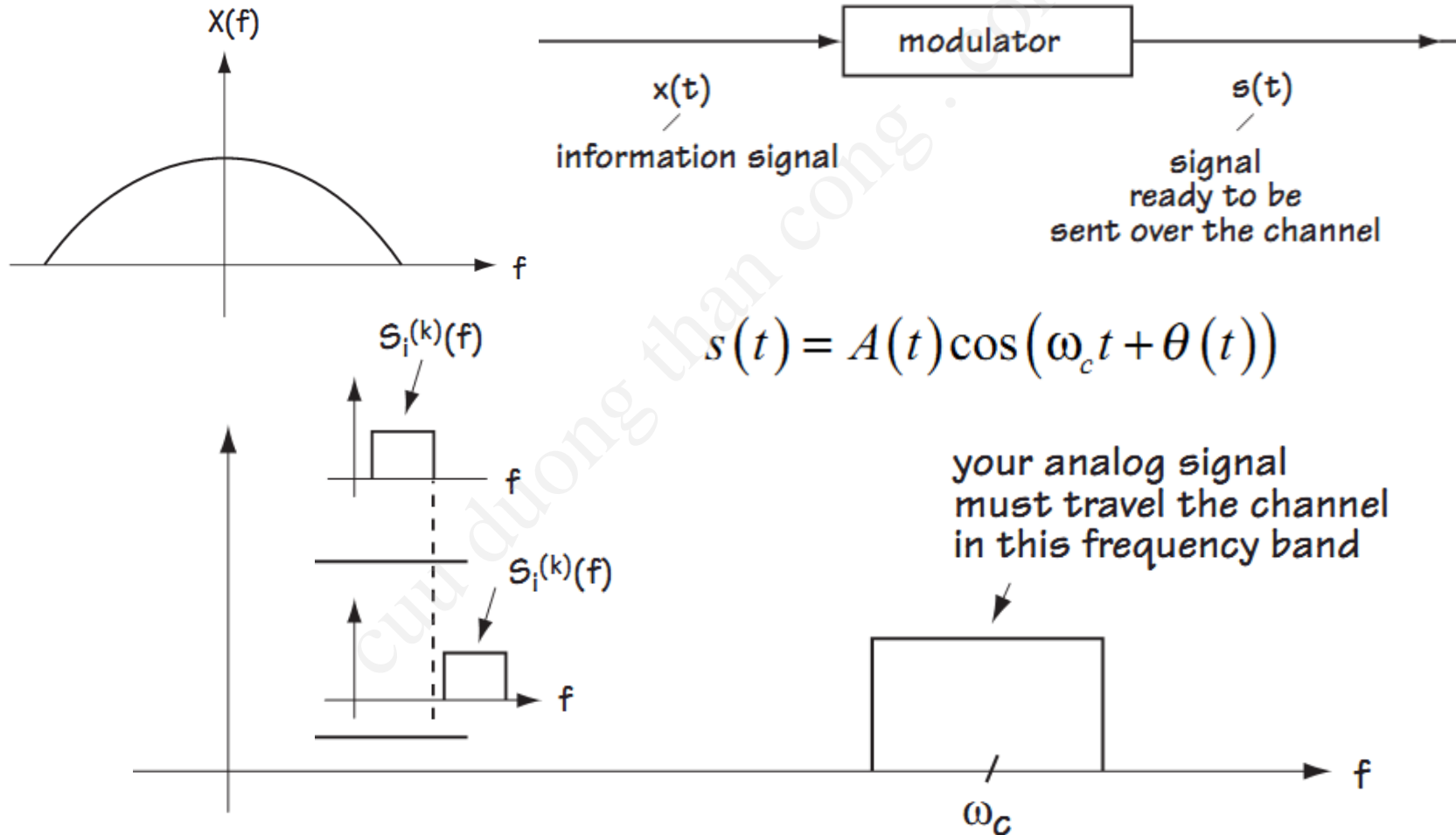


6.1 Ghép kênh theo tần số

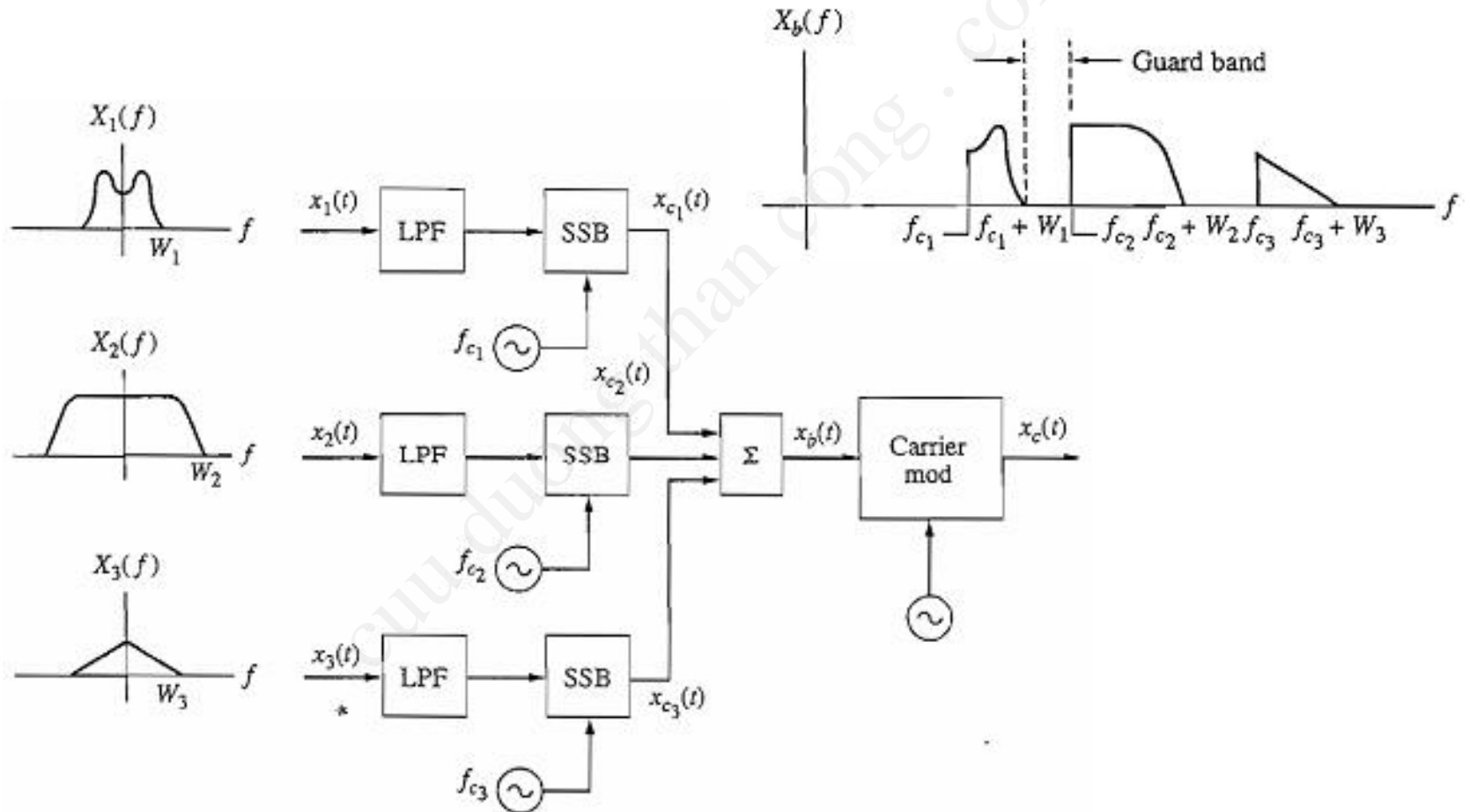
- Nguyên lý hoạt động
- Sơ đồ khối
- Phổ phân bố kênh theo tần số
- Các khối điều chế chính và phụ
 - Tần số sóng mang chính và phụ
 - Khoảng bảo vệ



Ví dụ 1

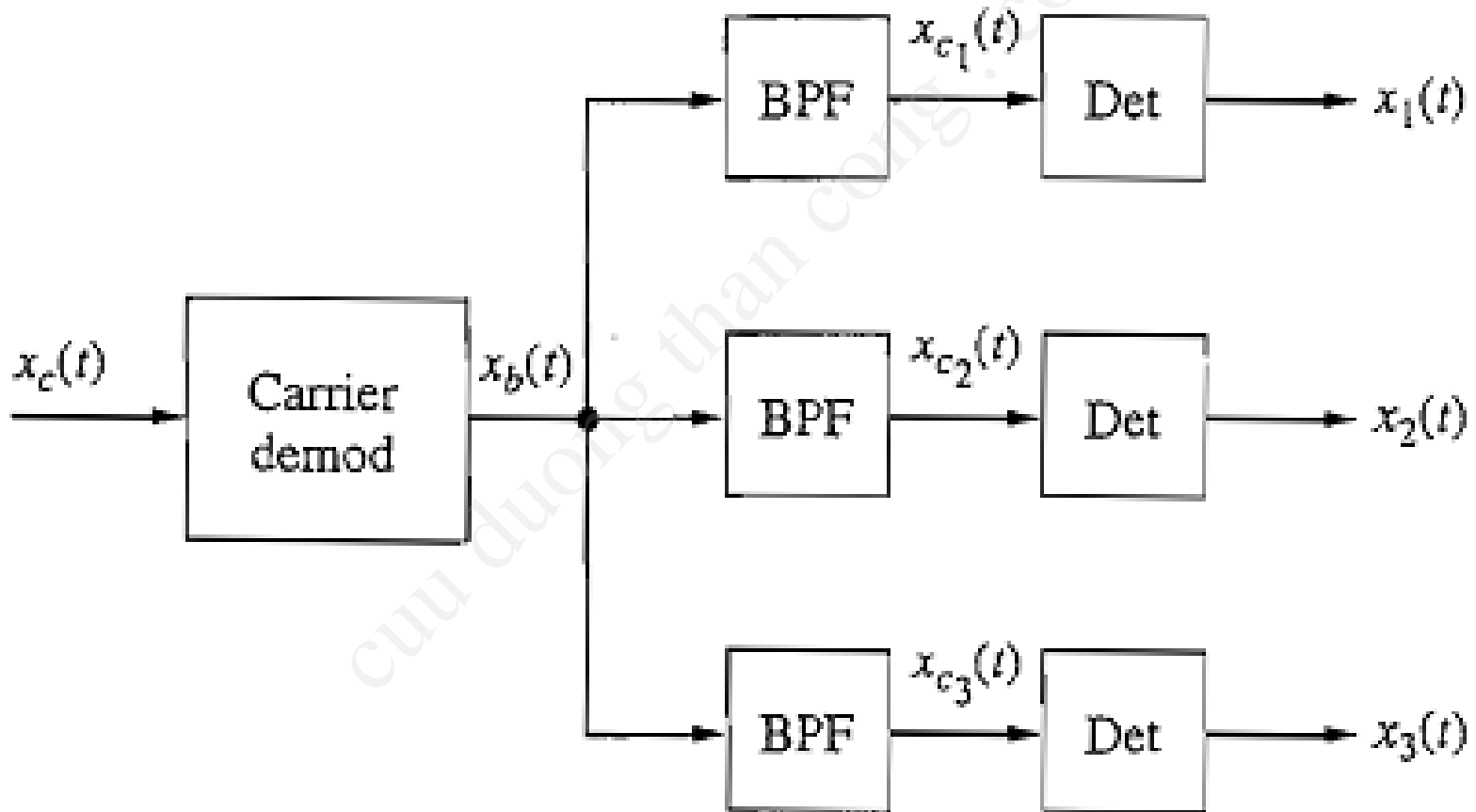


Ghép kênh FDM



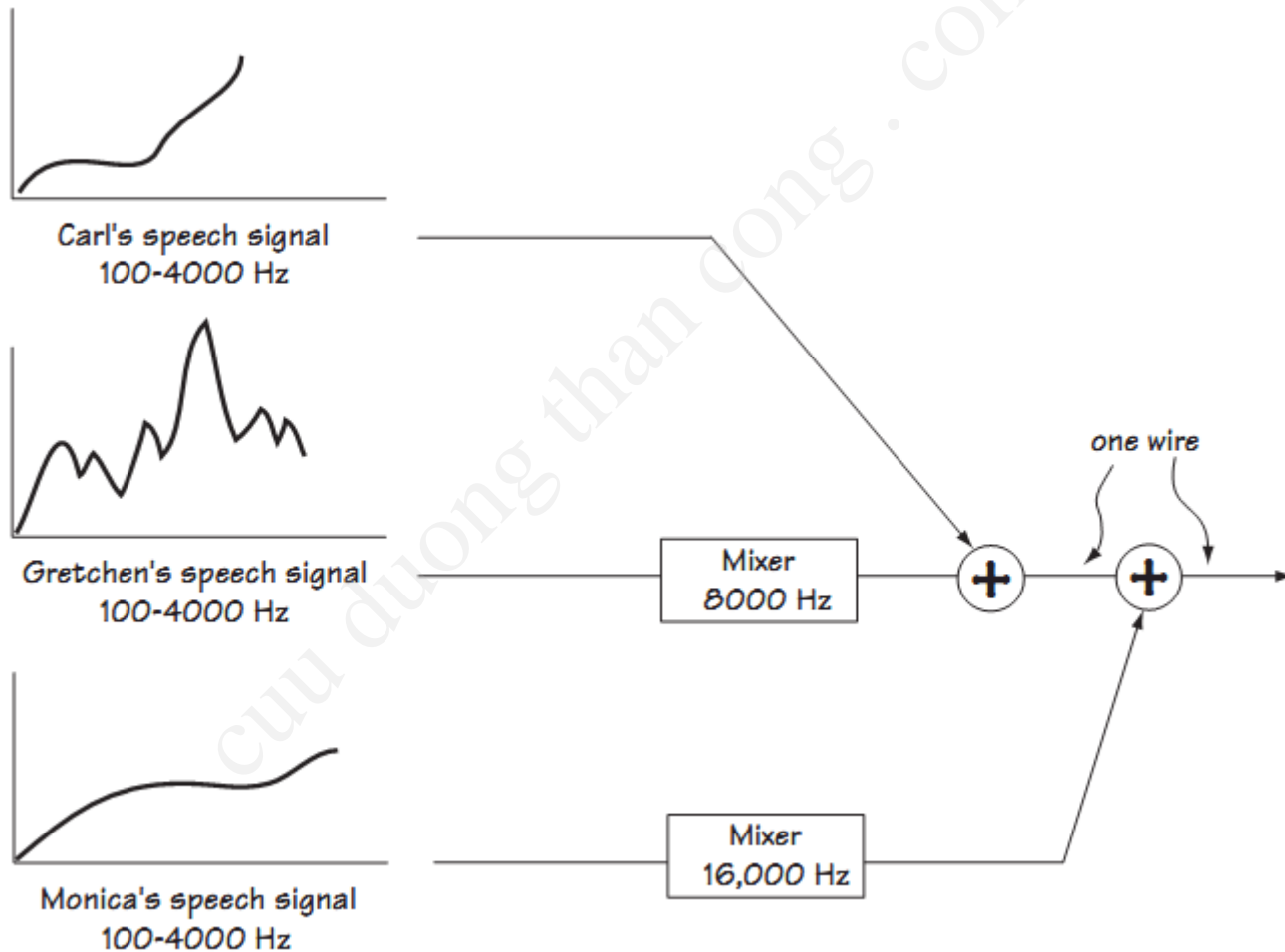


Phân kênh FDM



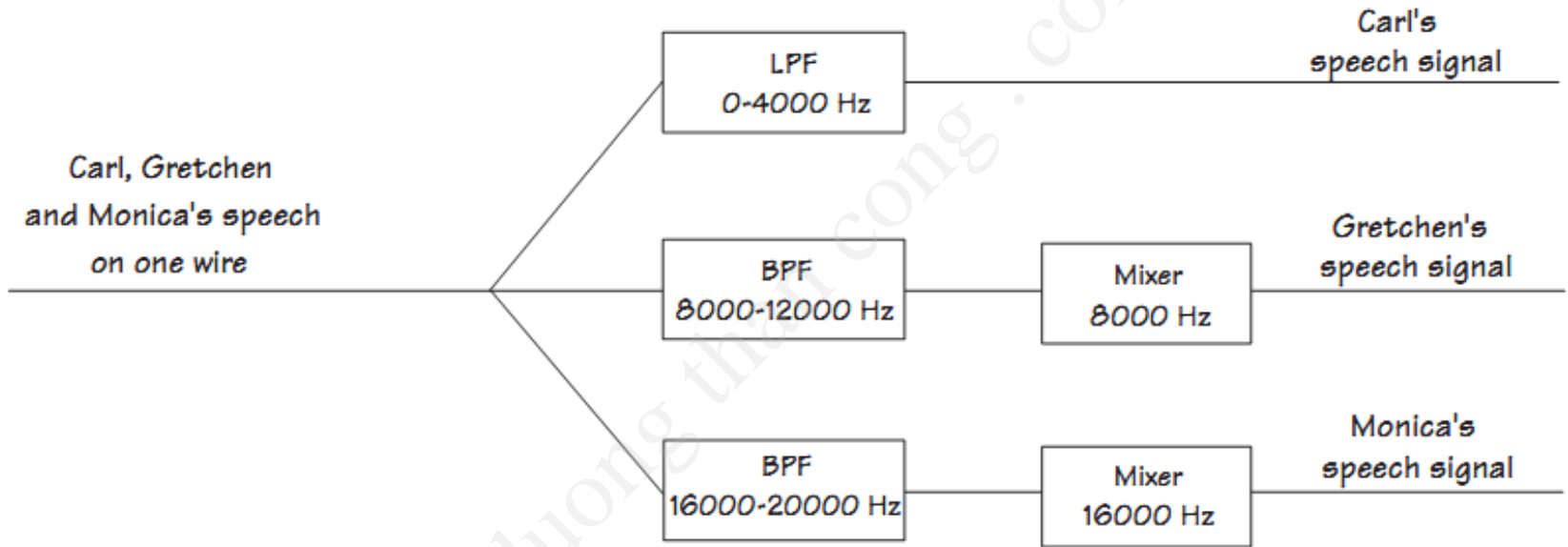


Ví dụ 2a





Ví dụ 2b





Ghép kênh thoại tương tự

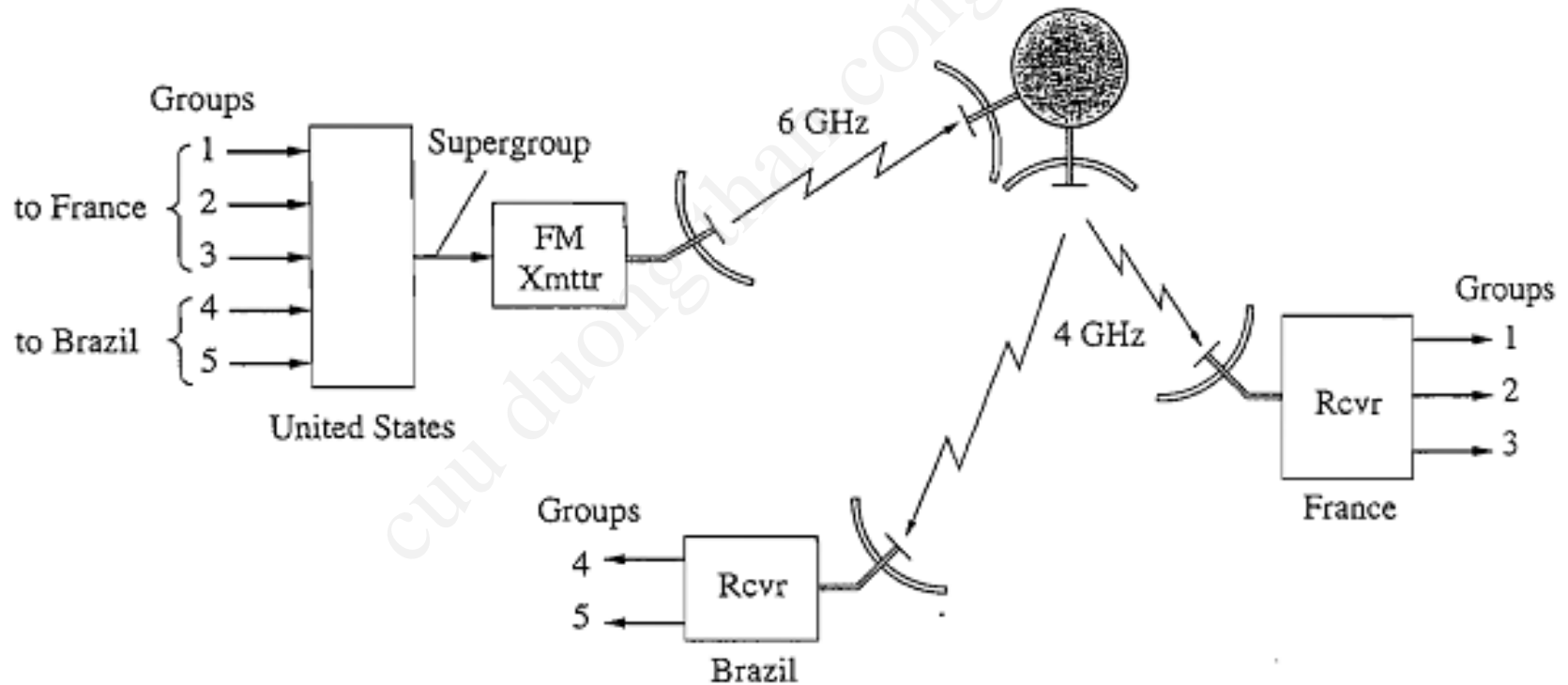
Voice signal bandwidth: 3.4 kHz. Channel interval: 4 kHz. SSB-modulation.

Number of voice channels	Bandwidth	Spectrum	AT&T	ITU-T
12	48 kHz	60–108 kHz	Group	Group
60	240 kHz	312–552 kHz	Supergroup	Supergroup
300	1.232 MHz	812–2044 kHz		Mastergroup
600	2.52 MHz	564–3084 kHz	Mastergroup	
900	3.872 MHz	8.516–12.388 MHz		Supermaster group
$N \times 600$			Mastergroup multiplex	
3,600	16.984 MHz	0.564–17.548 MHz	Jumbogroup	
10,800	57.442 MHz	3.124–60.566 MHz	Jumbogroup multiplex	



Hệ thống vệ tinh

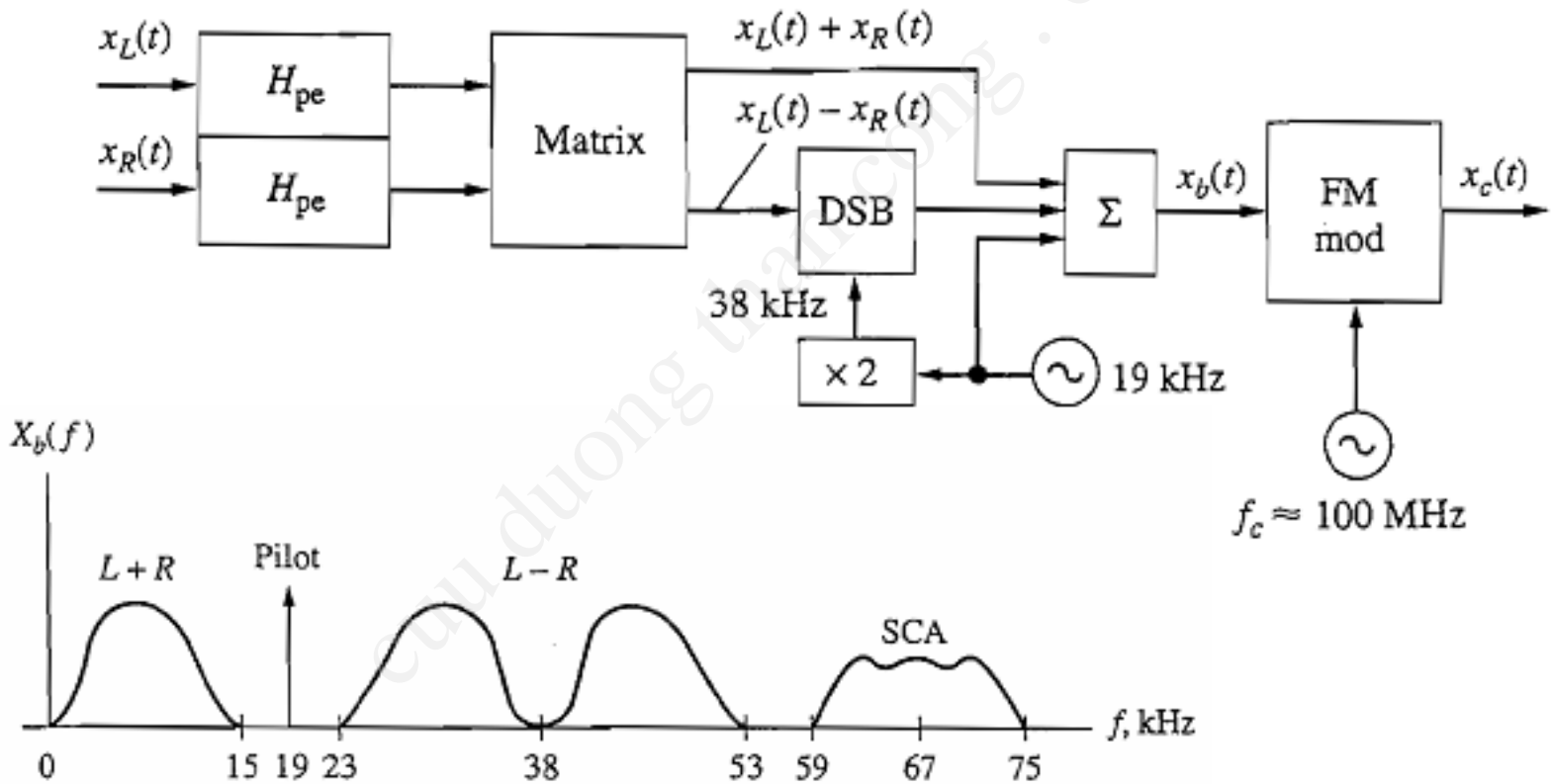
■ FDMA





FM stereo (phát)

FM stereo transmitter:

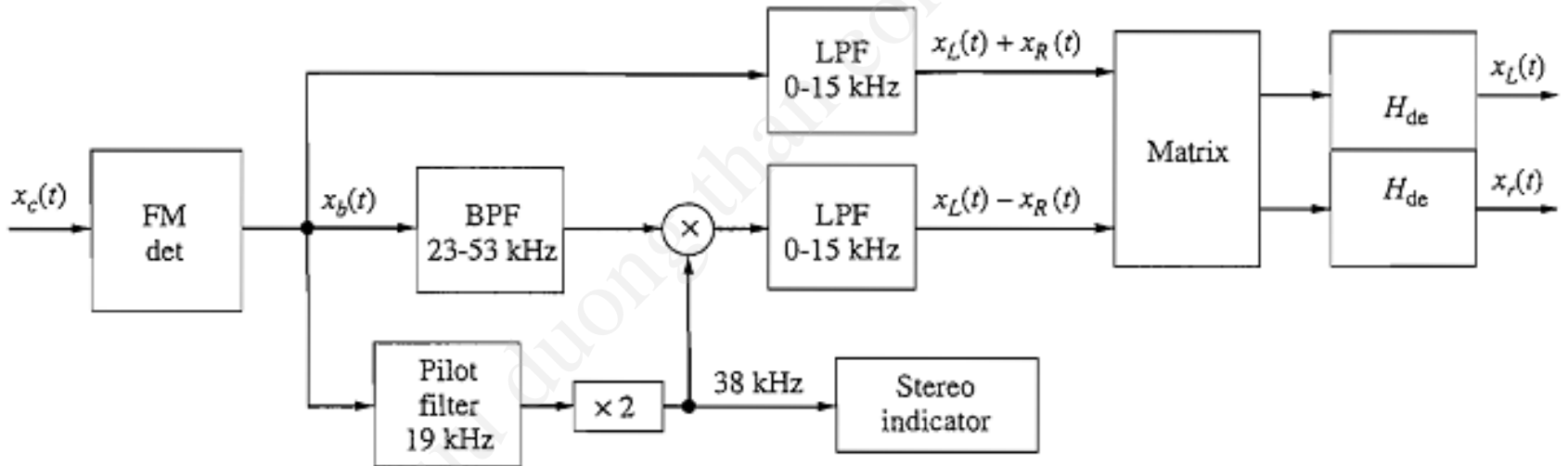


FM stereo baseband spectrum

SCA: Subsidiary Communication Authorization

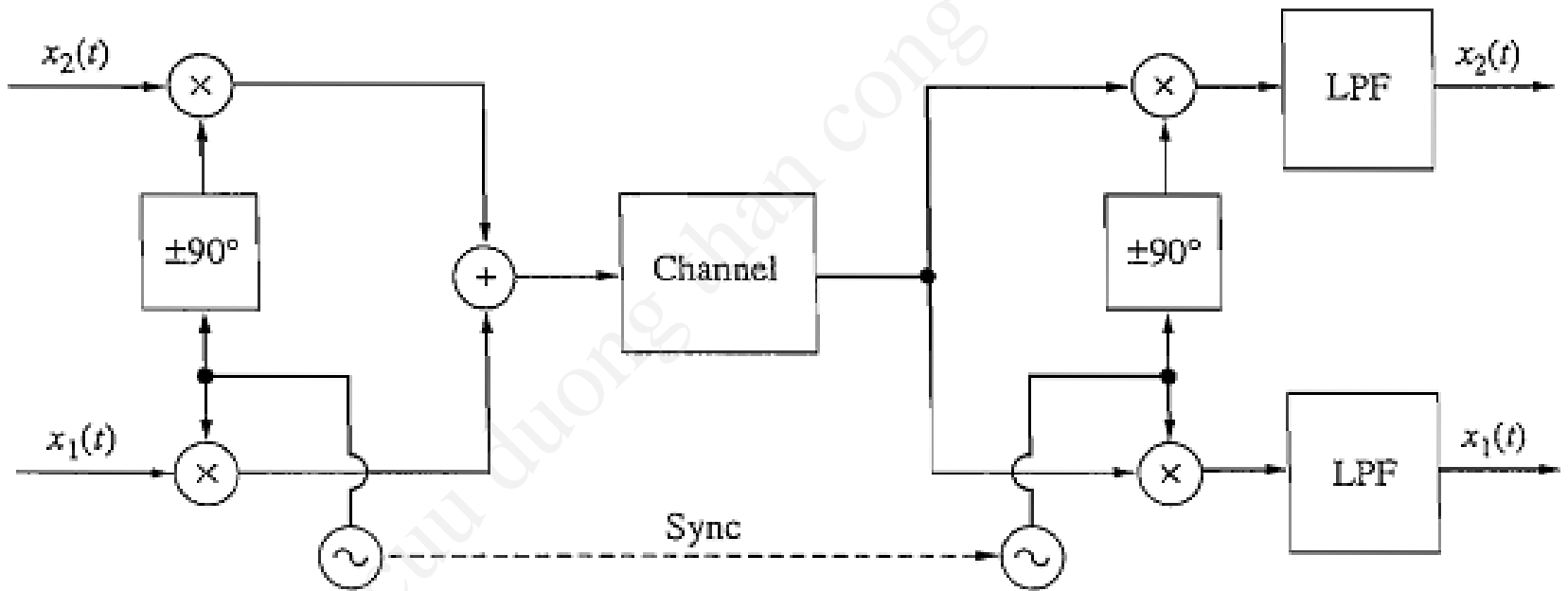


FM stereo (thu)



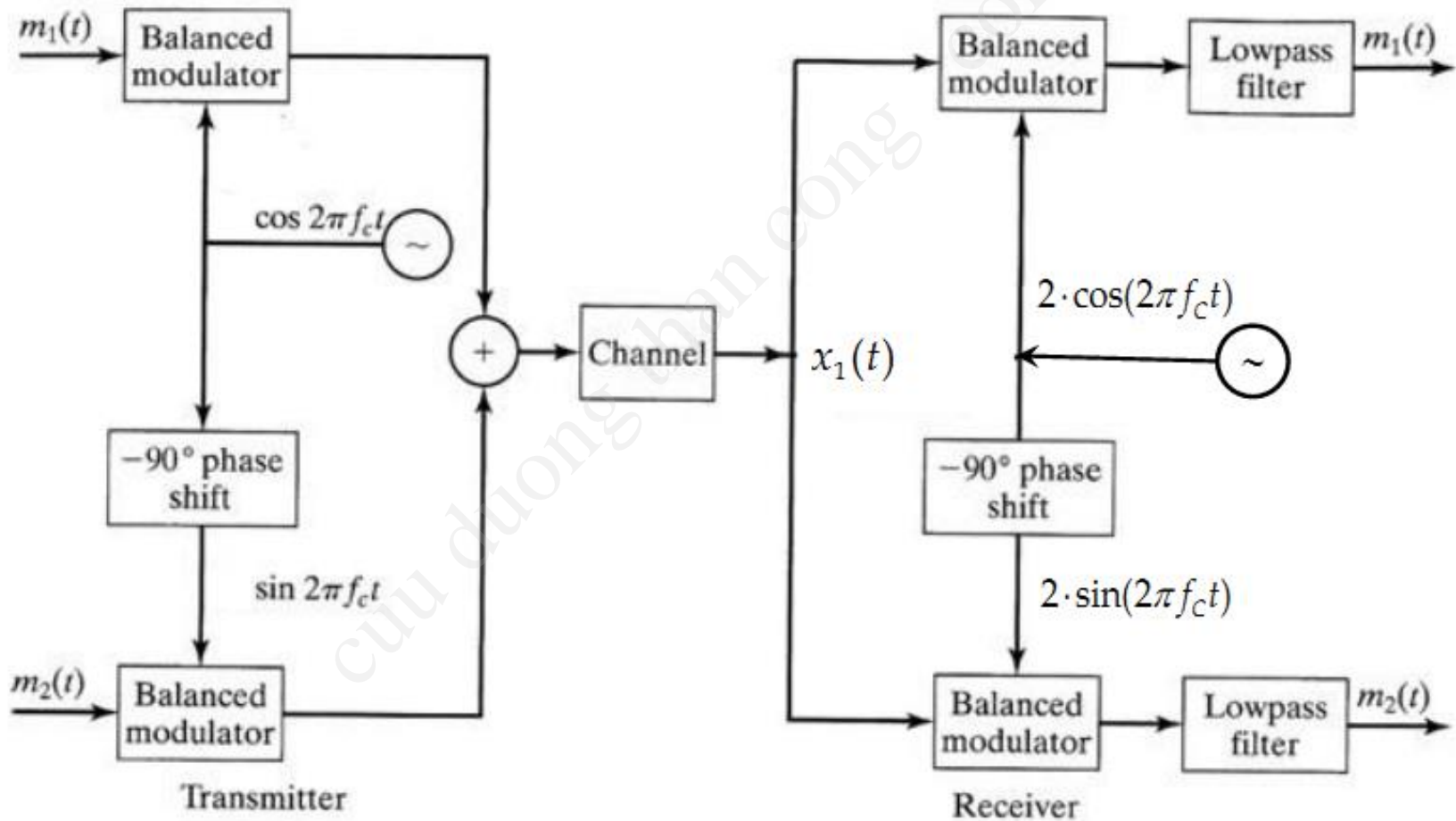


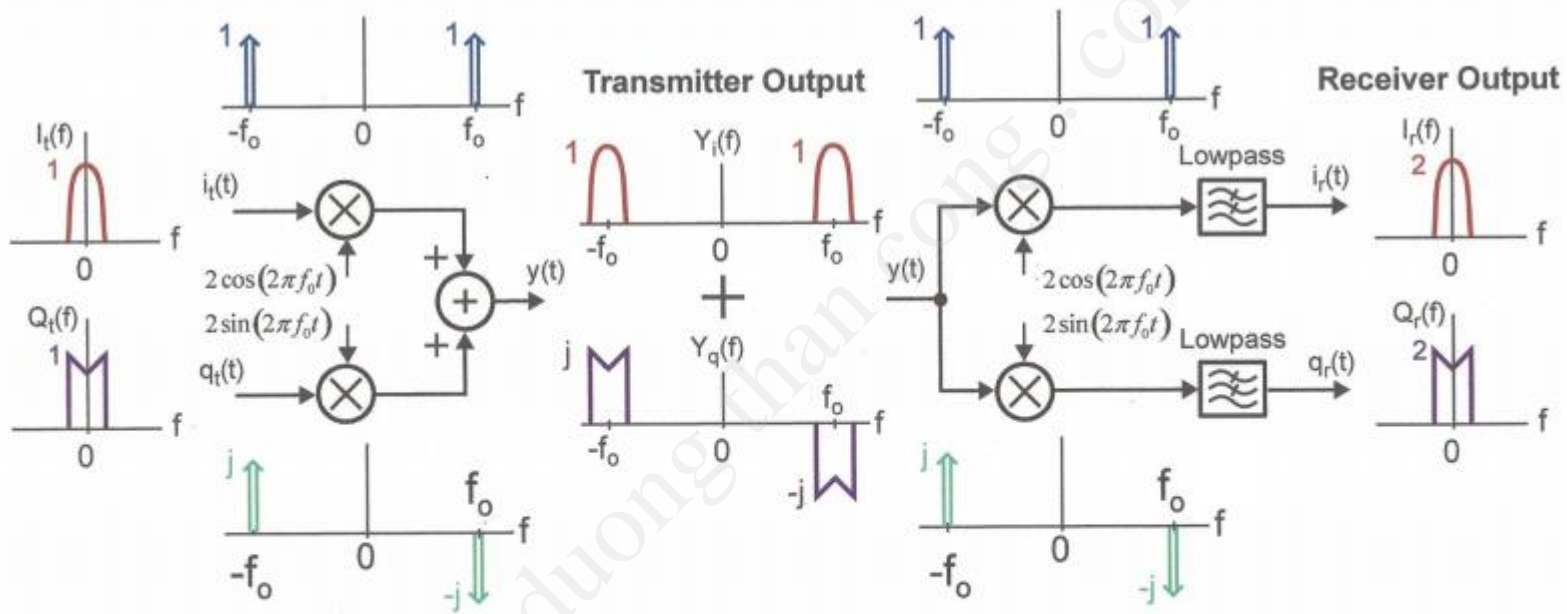
Ghép kênh sóng mang cầu phương (dịch/xoay pha)





Điều chế cầu phương QAM (QIM)





- (1) Both transmitter and receiver use two sinusoidal signals in quadrature to modulate and demodulate I and Q inputs.
- (2) The LO signal in the receiver must have identical frequency and phase as the LO signal in the transmitter.



6.2 Voltage Controlled Oscillator (VCO)

- Oscillator frequency is controlled by external voltage.
- Oscillation frequency varies **linearly** with input voltage.
- If $u(t)$ – VCO input voltage, then its output is a sinusoid of frequency $f(t) = f_o + K_{VCO} \cdot u(t)$ where f_o - free-running frequency of the VCO.



- Độ lợi (độ nhạy): K_{VCO}
- Tần số trung tâm: f_o
- Tầm điều chỉnh tần số (tuning range): $[f_1 \ f_2]$
- Tầm điều chỉnh điện áp (voltage range): $[V_1 \ V_2]$

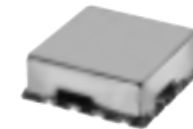
$$\phi_{VCO}(t) = K_v \int_{-\infty}^t u(\tau) d\tau$$



LINEAR TUNING 12.5 to 3000 MHz



JTOS



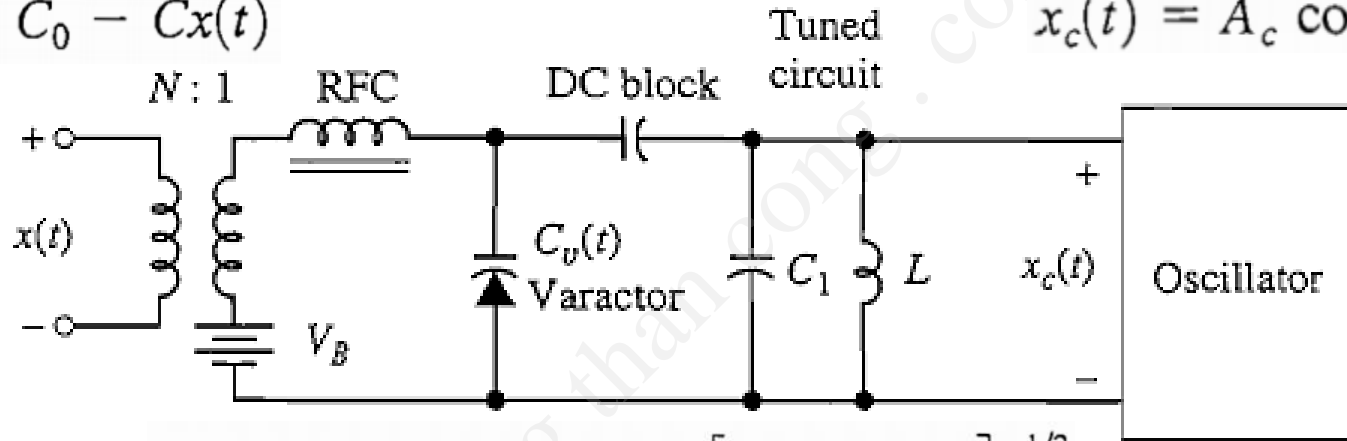
ROS

MODEL NO.	FREQ. (MHz)		POWER OUTPUT (dBm)	TUNE VOLTAGE (V)		PHASE NOISE (dBc/Hz) SSB@ offset frequencies: Typ.				PULLING (MHz) pk-pk @12 dB	PUSHING (MHz/V)	TUNING SENSITIVITY (MHz/V)	HARMONICS (dBc)		3 dB MOD. BANDWIDTH (kHz)	POWER SUPPLY		CASE STYLE	PRICE \$	
	Min.	Max.	Typ.	Min.	Max.	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	Typ.	Typ.	Typ.	Typ.	Max.	Typ.	Voltage (V) Nom.	Current (mA) Max.	Note B		Qty. (5-49)
JTOS-25	12.5	25	+8.0	1	11	-95	-115	-135	-155	0.03	0.02	1.0-4.0	-26	-13	130	12	20	BK377	je	18.95
JTOS-50	25	47	+8.5	1	15	-88	-108	-127	-147	0.06	0.04	2.0-2.6	-19	-12	50	12	20	BK377	je	13.95
JTOS-75	37.5	75	+8.0	1	16	-89	-110	-130	-140	0.15	0.11	2.8-4.0	-27	-20	125	12	20	BK377	je	13.95
JTOS-100	50	100	+8.3	1	16	-83	-108	-128	-140	0.6	0.2	3.7-4.8	-35	-20	100	12	18	BK377	je	13.95
JTOS-150	75	150	+9.5	1	16	-82	-106	-127	-147	0.8	0.3	5.8- 6.7	-23	-17	112	12	20	BK377	je	13.95
JTOS-200	100	200	+10.0	1	16	-84	-105	-124	-145	1.0	0.2	6-10	-25	-20	110	12	20	BK377	je	13.95
JTOS-300	150	280	+9.0	1	16	-82	-102	-122	-142	1.0	0.2	9-14	-28	-20	120	12	20	BK377	je	15.95
JTOS-400	200	380	+9.0	1	16	-82	-102	-122	-142	1.4	0.4	10.5-17.1	-25	-20	130	12	20	BK377	je	15.95
JTOS-535	300	525	+9.5	1	16	-75	-97	-117	-137	2.0	0.5	10-24	-28	-20	115	12	20	BK377	je	15.95
JTOS-765	485	765	+8.0	1	16	-75	-98	-118	-138	2.0	0.5	20-30	-30	-20	100	12	20	BK377	je	16.95
JTOS-1025	685	1025	+8.6	1	16	-70	-94	-114	-134	5.0	0.6	21-36	-28	-20	100	12	22	BK377	je	18.95
JTOS-1300	900	1300	+7.0	1	20	-70	-95	-115	-135	12	1.0	25-45	-28	-17	1000	12	30	BK377	je	18.95
JTOS-1550	1150	1550	+7.0	0.5	20	-73	-101	-121	-141	14	0.7	22-32	-20	-10	2700	12	30	BK377	je	19.95
JTOS-1650	1200	1650	+7.0	1	13	-70	-95	-115	-135	15	1.5	50-90	-20	-14	1000	12	30	BK377	je	19.95
JTOS-1750	1350	1750	+7.0	0.5	20	-73	-101	-121	-141	7	0.5	26-35	-16	-10	2700	12	30	BK377	je	19.95
JTOS-1910	1625	1910	+7	1	12	-69	-97	-117	-137	10	1.0	30-60	-20	-15	2500	12	20	BK377	je	19.95
JTOS-1950	1550	1950	+7	0.5	20	-75	-103	-125	-144	7	0.6	23-32	-14	-10	8000	12	30	BK377	je	19.95
JTOS-2700V	2050	2700	+8.0	0.5	18	-72	-94	-114	-134	5.0	1.0	46-56	-25	-10	8000	5	20	BK377	je	21.95
JTOS-3000	2300	3000	+10.0	0.5	12	-60	-90	-110	-130	50	5.0	50-150	-22	-12	20000	5	25	BK377	je	20.95



Điều chế FM trực tiếp dùng VCO

$$C(t) = C_0 - Cx(t)$$



$$x_c(t) = A_c \cos \theta_c(t)$$

$$\dot{\theta}_c(t) = \frac{1}{\sqrt{LC(t)}} = \frac{1}{\sqrt{LC_0}} \left[1 - \frac{C}{C_0} x(t) \right]^{-1/2} \approx \omega_c [1 + (C/2C_0)x(t)]$$

Advantages:

- a large deviation can be implemented directly
- simple implementation

Disadvantages:

- it is difficult to stabilize the carrier frequency (carrier frequency tends to drift)

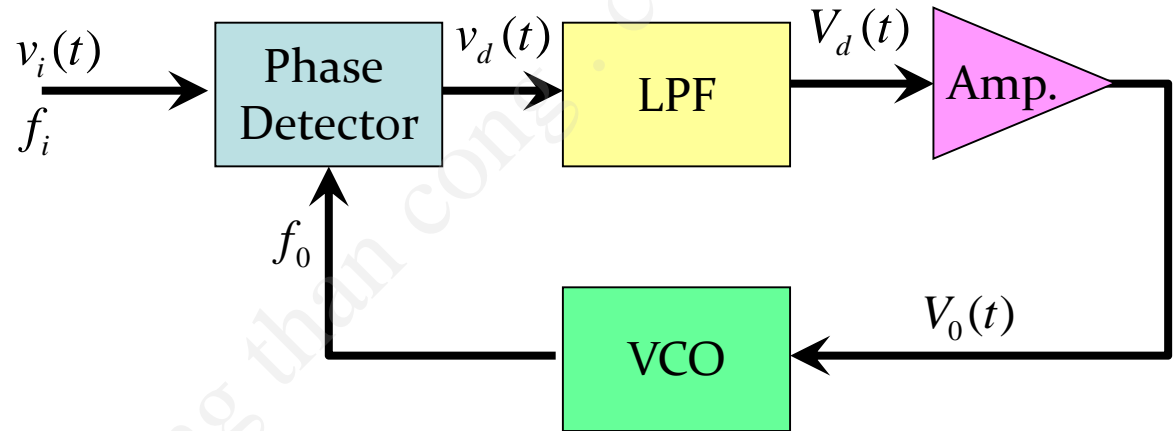
$$\theta_c(t) \approx 2\pi f_c t + 2\pi \frac{C}{2C_0} f_c \int^t x(\lambda) d\lambda$$

$$\omega_c = 1/\sqrt{LC_0}$$

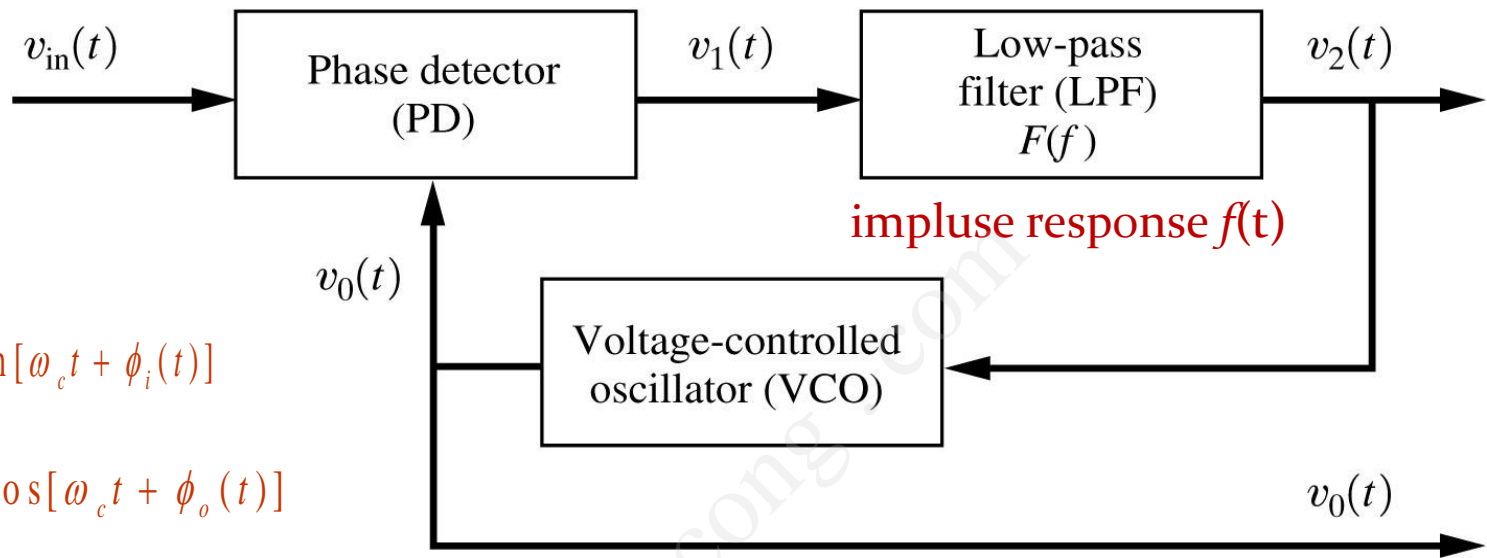


6.3 Vòng khóa pha Phase Locked Loop

➤ Bám theo tần số của tín hiệu ngõ vào.



- Bộ VCO
- Bộ phát hiện pha (so sánh pha): thường dùng bộ nhân
- Bộ lọc thông thấp (lọc vòng): thường dùng bộ lọc thụ động RC bậc 1
- Bộ khuếch đại (Amp.): làm tăng độ nhạy của PLL



$$v_{in}(t) = A_i \sin[\omega_c t + \phi_i(t)]$$

$$v_o(t) = A_o \cos[\omega_c t + \phi_o(t)]$$

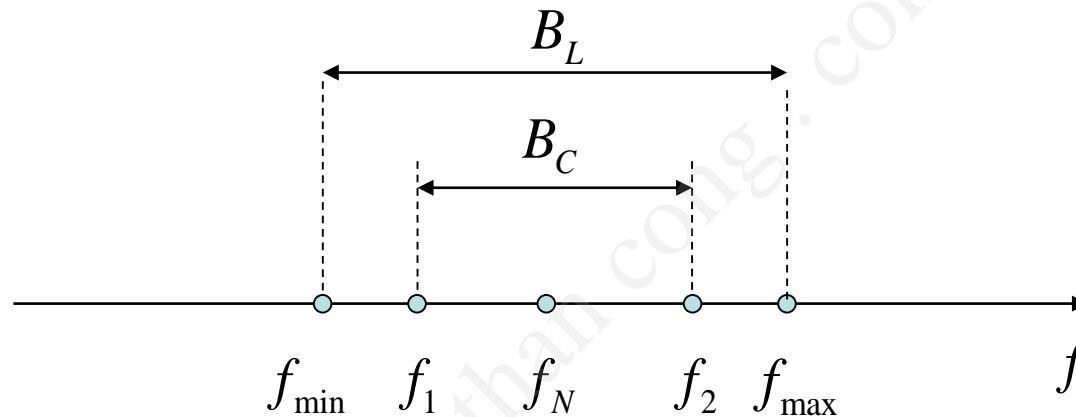
$$\phi_o(t) = K_v \int_{-\infty}^t v_2(\tau) d\tau$$

$$v_1(t) = K_m A_i A_o \sin[\omega_c t + \theta_i(t)] \cos[\omega_c t + \theta_o(t)] = \frac{K_m A_i A_o}{2} \{ \sin[\phi_i(t) - \phi_o(t)] + \sin[2\omega_c t + \phi_i(t) + \phi_o(t)] \}$$

$$v_2(t) = K_d [\sin \phi_e(t)] * f(t) \quad \text{where} \quad \phi_e(t) = \phi_i(t) - \phi_o(t) \quad \text{and} \quad K_d = \frac{K_m A_i A_o}{2}$$

➤ $\phi_e(t)$ is called the Phase Error. The Phase Error voltage characteristics is SINUSOIDAL.

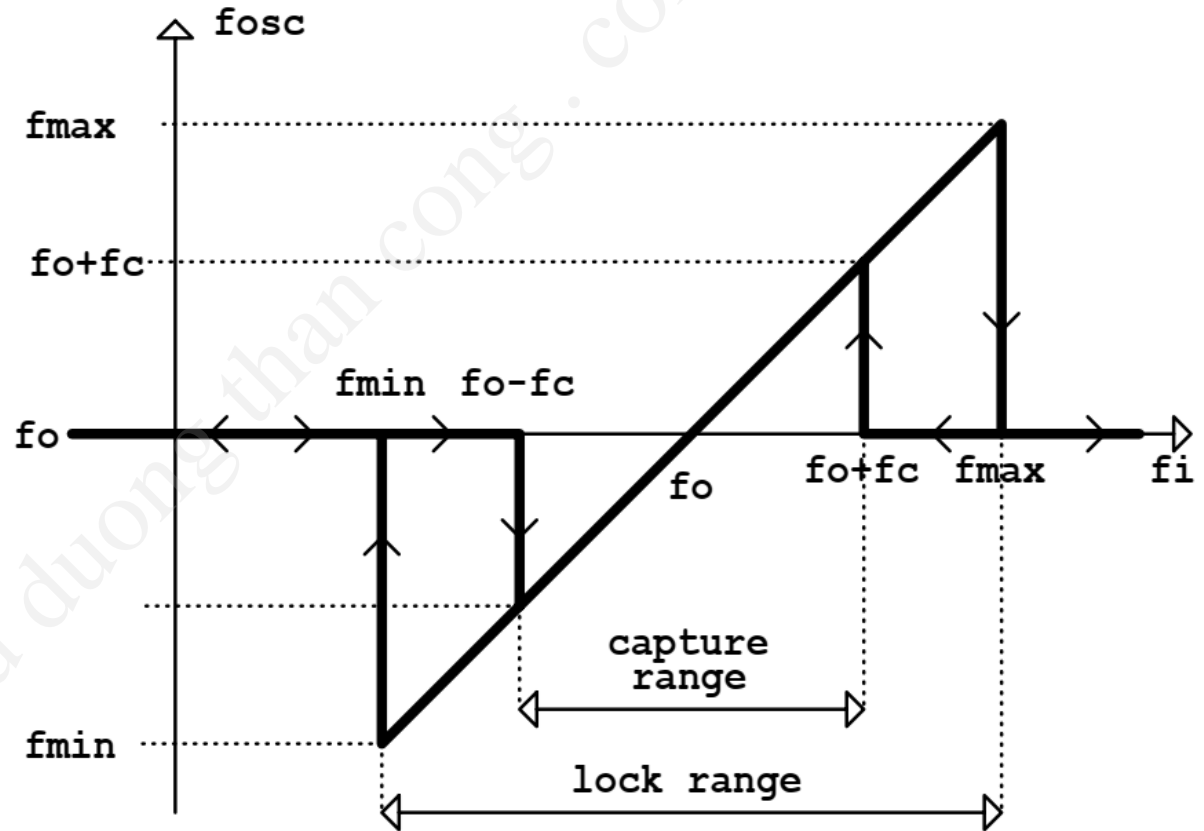
Chế độ hoạt động PLL



- Dải khoá (lock range) B_L : là dải tần số lân cận tần số dao động tự nhiên của VCO (f_N) mà PLL còn có thể đồng nhất được tần số f_0 với f_i . Dải khoá phụ thuộc hàm truyền đạt của bộ so pha, bộ khuếch đại và VCO, không phụ thuộc vào băng thông của bộ lọc thông thấp.
- Dải bắt (capture range) B_C : là dải tần số lân cận tần số dao động tự nhiên của VCO (f_N) mà ban đầu tần số f_i phải lọt vào để PLL có thể thiết lập chế độ đồng bộ. Dải bắt phụ thuộc nhiều vào dải thông bộ LPF, sai lệch tần số giữa f_0 , f_i không được vượt quá băng thông của bộ LPF.

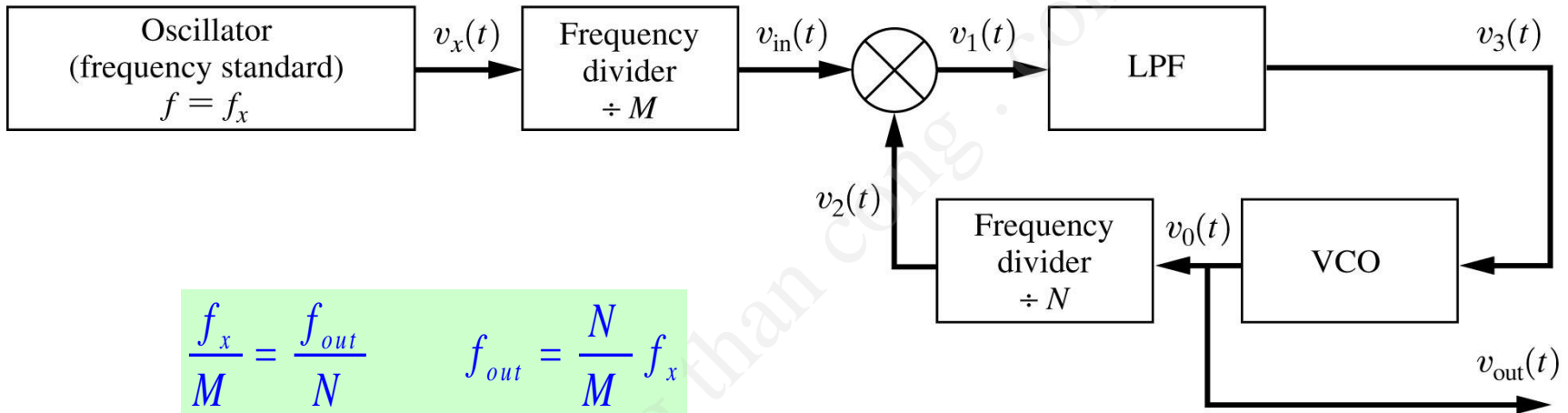


- A PLL can track the incoming frequency only over a finite range → **Lock/hold-in** range
- The frequency range over which the input will cause the loop to lock → **pull-in/capture** range





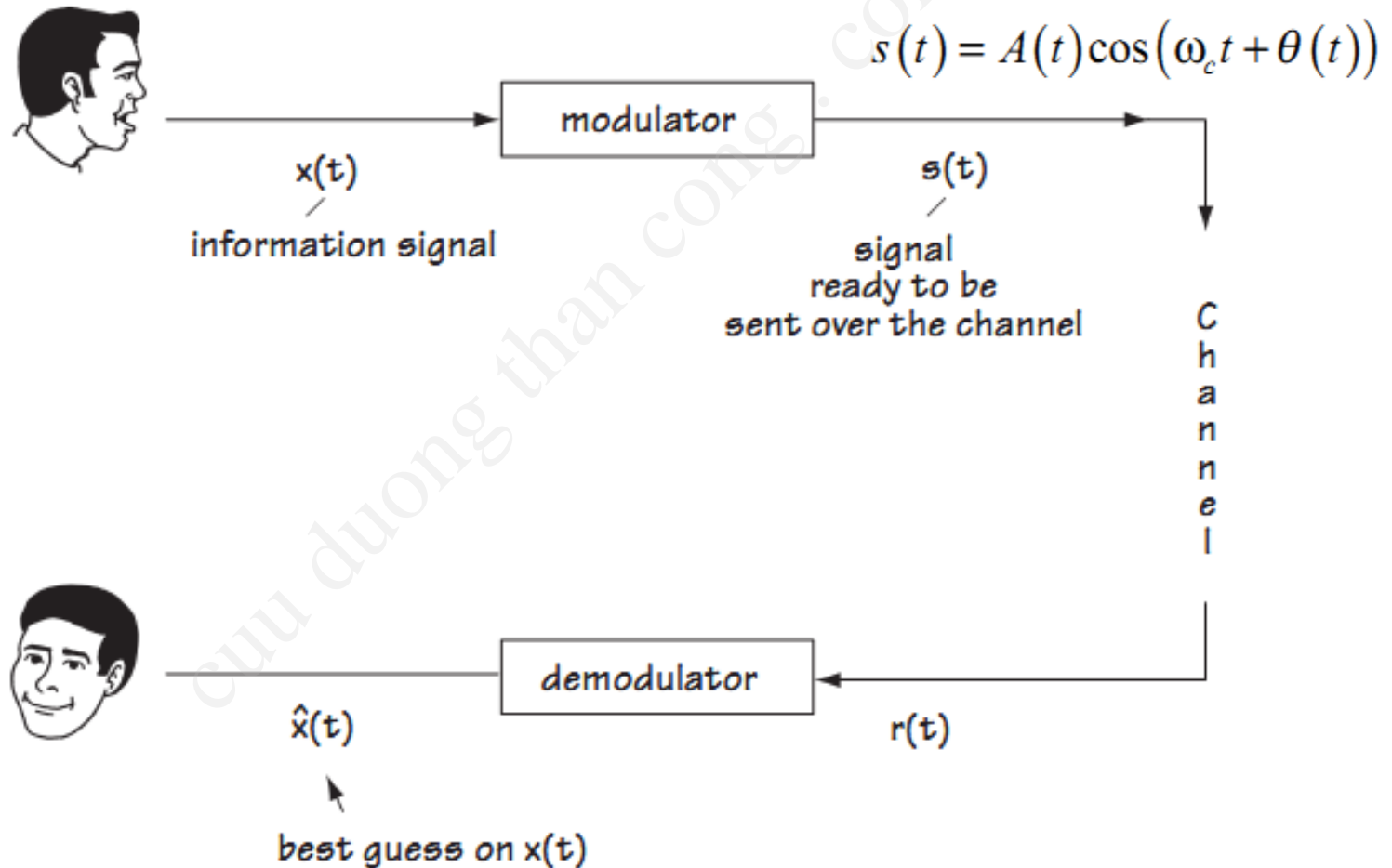
Tổng hợp tần số



$$\frac{f_x}{M} = \frac{f_{out}}{N} \quad f_{out} = \frac{N}{M} f_x$$

- Frequency dividers use integer values of M and N .
- For $M=1$ frequency synthesizer acts as a frequency multiplier.

Vấn đề thu tín hiệu



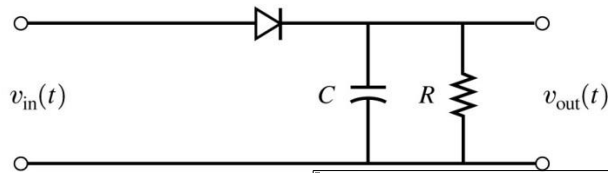


6.4 Máy thu AM/FM

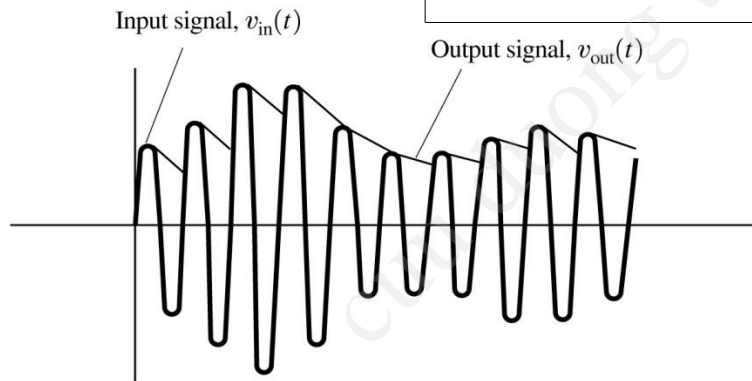
- **Tách sóng đồng bộ:** chỉ cho ngõ ra thành phần cùng pha với tín hiệu sóng mang và triệt tiêu thành phần vuông pha với tín hiệu sóng mang .
- **Tách sóng đường bao:** chỉ cho ngõ ra thành phần đường bao dương (biên độ) của tín hiệu ngõ vào (thường có thêm chức năng loại bỏ thành phần DC trong tín hiệu ngõ ra).
- **Tách sóng pha:** cho ra thành phần chênh lệch pha tức thời giữa tín hiệu ngõ vào và tín hiệu sóng mang.
- **Tách sóng tần số:** cho ra thành phần chênh lệch tần số tức thời giữa tín hiệu ngõ vào và tín hiệu sóng mang (chính là đạo hàm của thành phần chênh lệch pha tức thời).

Tách sóng đường bao

- The **Time Constant** RC must be chosen so that the envelope variations can be followed.



(a) A Diode Envelope Detector



(b) Waveforms Associated with the Diode Envelope Detector

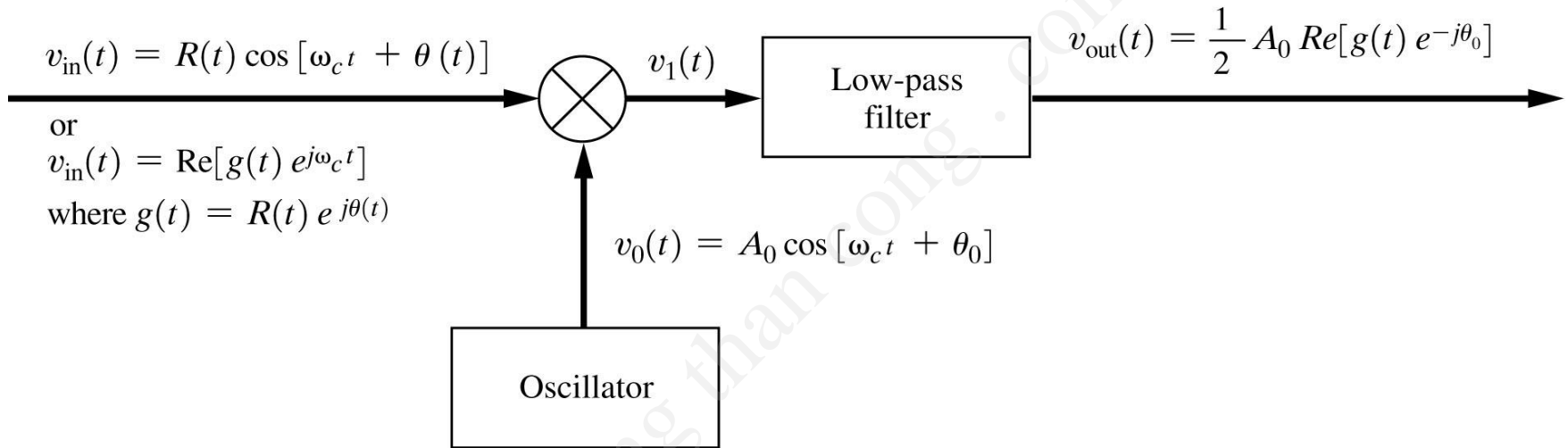
$$v_{in}(t) = R(t) \cos[\omega_c t + \theta(t)]$$

$$\begin{aligned} v_{out}(t) &= KR(t) \\ &= KA_c [1 + m(t)] \\ &= \text{DC} + \text{Message} \end{aligned}$$

- In AM, detected DC is used for **Automatic Gain Control (AGC)**



Tách sóng tích (đồng bộ)

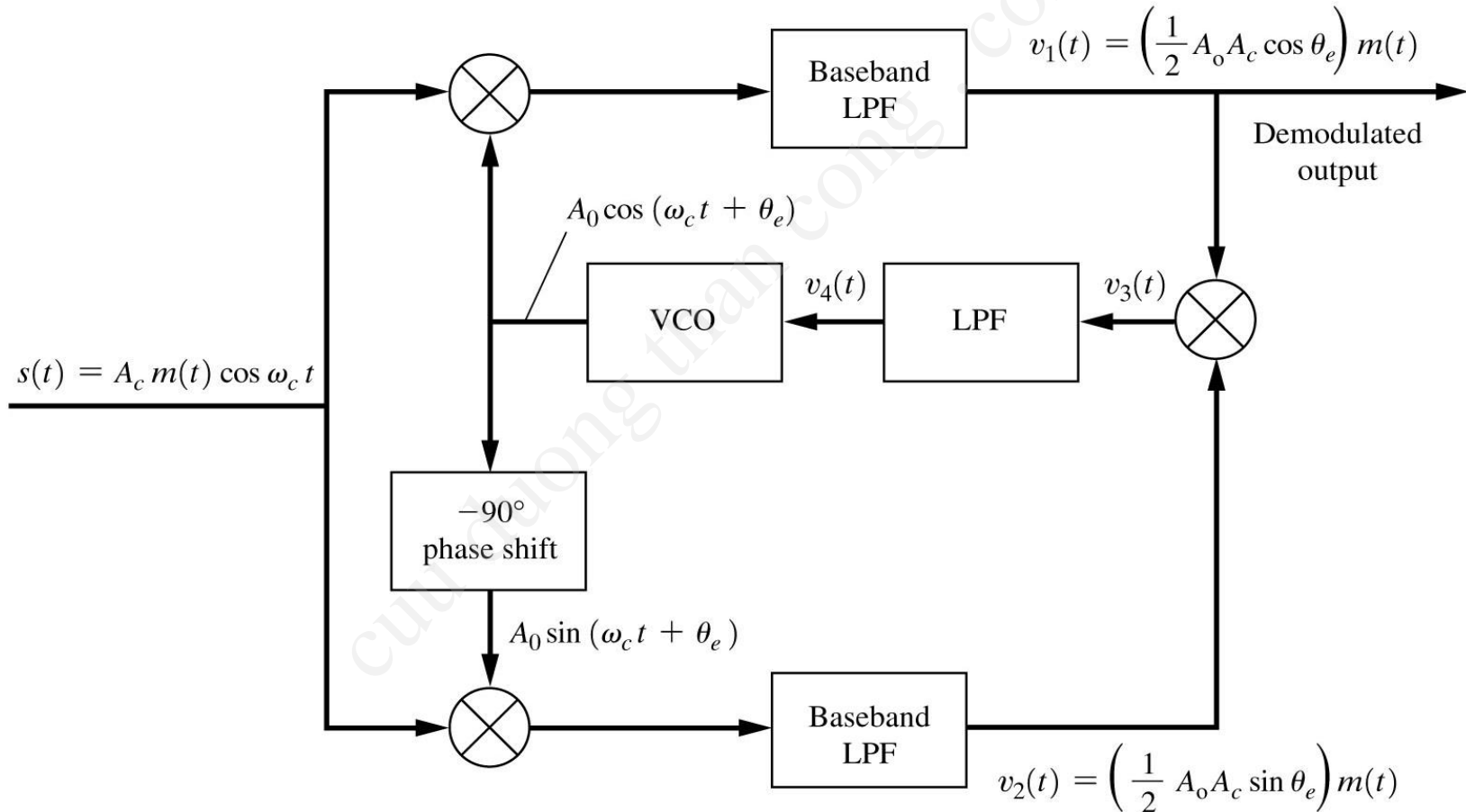


$$v_1(t) = R(t) \cos[\omega_c t + \theta(t)] A_0 \cos(\omega_c t + \theta_0) = \frac{1}{2} A_0 R(t) \cos[\theta(t) - \theta_0] + \frac{1}{2} A_0 R(t) \cos[2\omega_c t + \theta(t) + \theta_0]$$

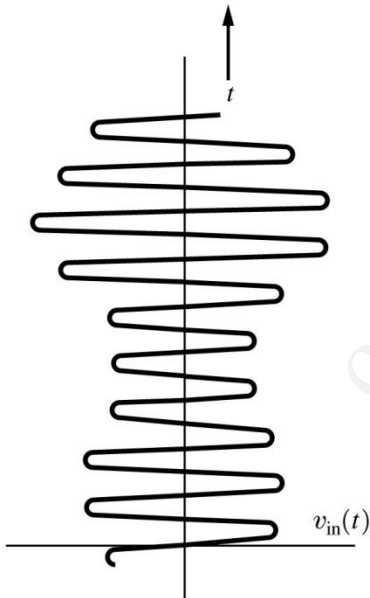
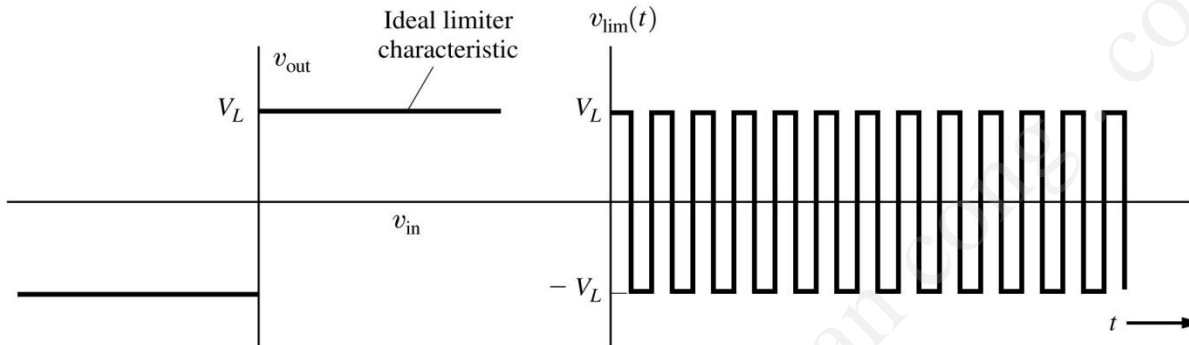
$$v_{out}(t) = \frac{1}{2} A_0 R(t) \cos[\theta(t) - \theta_0] = \frac{1}{2} A_0 \operatorname{Re}\{g(t) e^{-j\theta_0}\} \quad g(t) = R(t) e^{j\theta(t)} = x(t) + jy(t)$$



Giải điều chế DSB Vòng khóa pha Costa



Bộ giới hạn



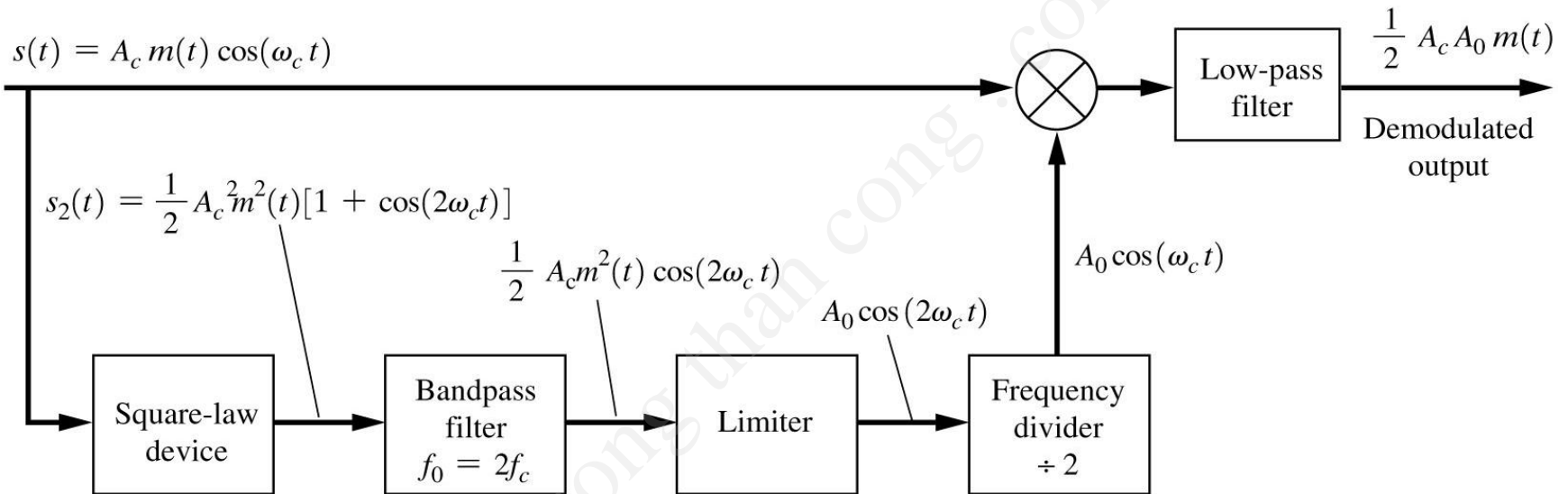
- **Limiter** is a nonlinear circuit with an output saturation characteristic.
- It rejects envelope variations but preserves the phase variations.

$$v_{in}(t) = R(t) \cos(\omega_c t + \theta(t))$$

$$v_{out}(t) = K V_L \cos(\omega_c t + \theta(t))$$



Giải điều chế DSB Vòng bình phương



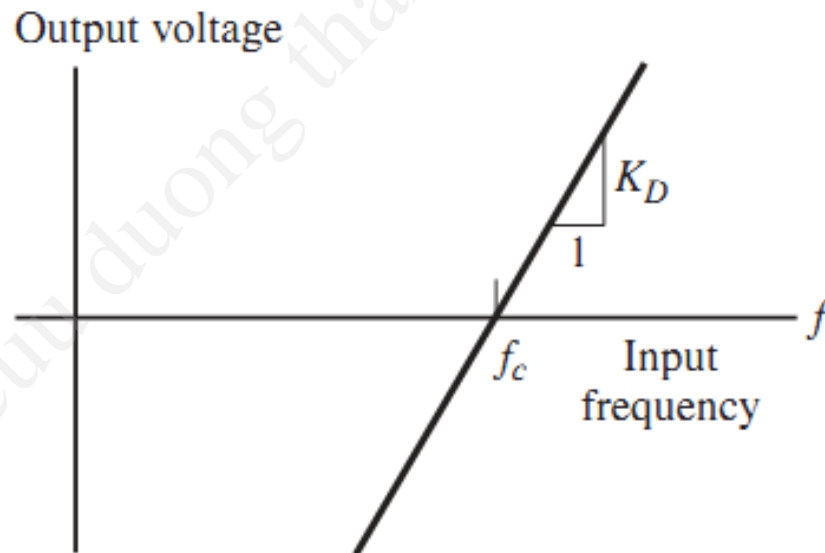


Tách sóng FM (FM discriminator)

$$x_r(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \phi(t)]$$

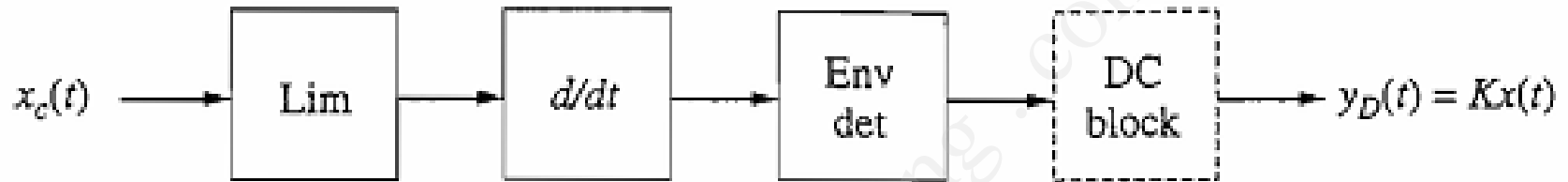
$$y_D(t) = \frac{1}{2\pi} K_D \frac{d\phi}{dt}$$

The constant K_D is known as the *discriminator constant* and has units of volts per hertz.



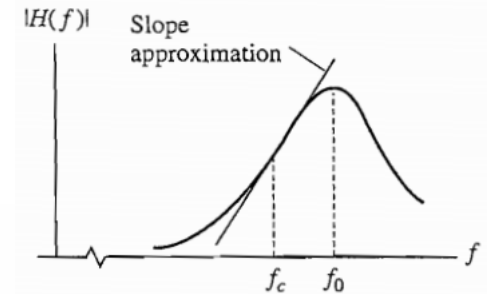


Mạch chuyển đổi FM-AM



$$|H(f)| = 2\pi f$$

slope detection



$$x_c(t) = A_c \cos \Theta_c(t), \quad \dot{\Theta}_c(t) = 2\pi(f_c + f_\Delta x(t))$$

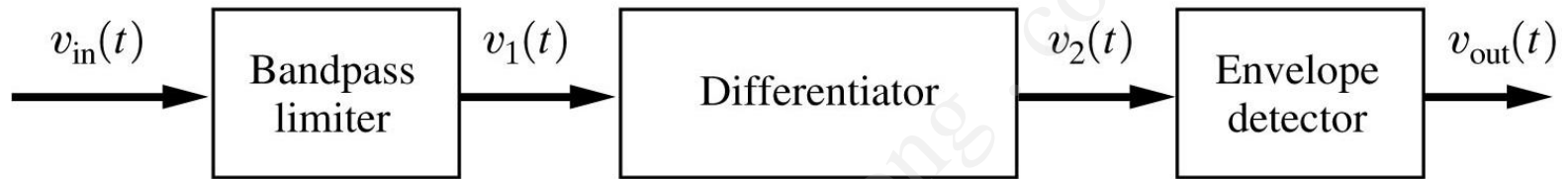
$$\dot{x}_c(t) = -A_c \dot{\Theta}_c(t) \sin \Theta_c(t) = 2\pi A_c (f_c + f_\Delta x(t)) \sin(\Theta_c(t) \pm 180^\circ)$$

The limiter is needed to remove any spurious amplitude variation from the received signal.

In practice, **the derivative** can be approximately obtained by using a **tuned circuit**.



Chuyển đổi FM-AM dùng mạch vi phân

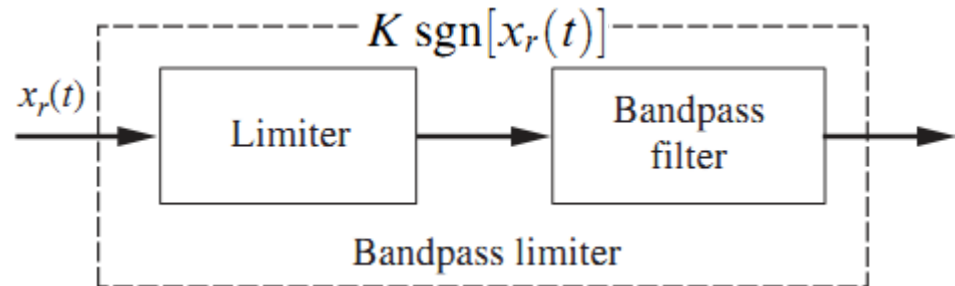


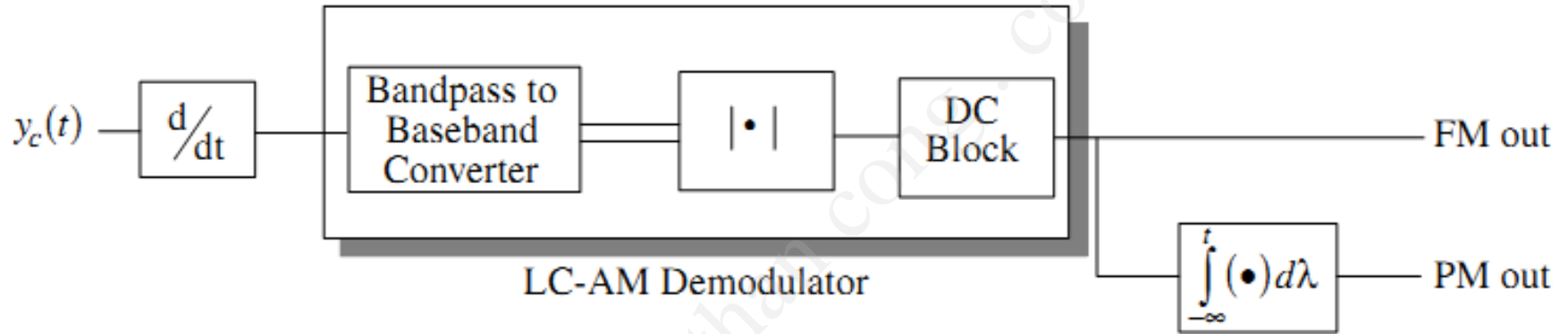
$$v_{in}(t) = A(t) \cos[\omega_c t + \phi(t)] \quad \phi(t) = K_f \int_{-\infty}^t m(\tau) d\tau$$

$$v_1(t) = V_L \cos[\omega_c t + \phi(t)] \quad v_2(t) = -V_L \left[\omega_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right] \sin[\omega_c t + \phi(t)]$$

$$v_{out}(t) = \left| -V_L \left[\omega_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right] \right| = V_L \left[\omega_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right] = V_L \omega_c + V_L K_f m(t)$$

$$f_c > -\frac{1}{2\pi} \frac{d\phi}{dt} \quad \text{for all } t$$





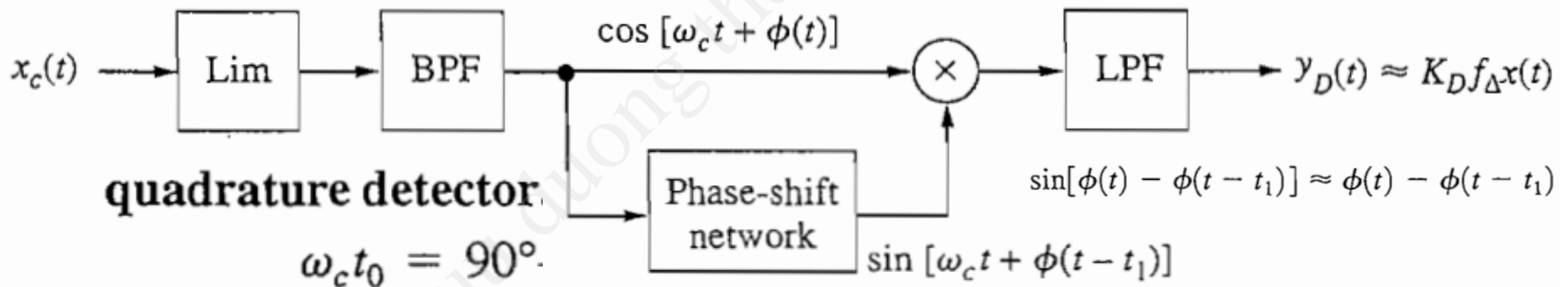


Mạch tách sóng dịch pha

$$\dot{v}(t) \approx \frac{1}{t_1} [v(t) - v(t - t_1)] \quad \phi(t) - \phi(t - t_1) \approx t_1 \dot{\phi}(t) = 2\pi f_{\Delta} t_1 x(t)$$

■ Pha tuyến tính: $\phi(t - t_1)$

➤ Mạch tách sóng vuông pha

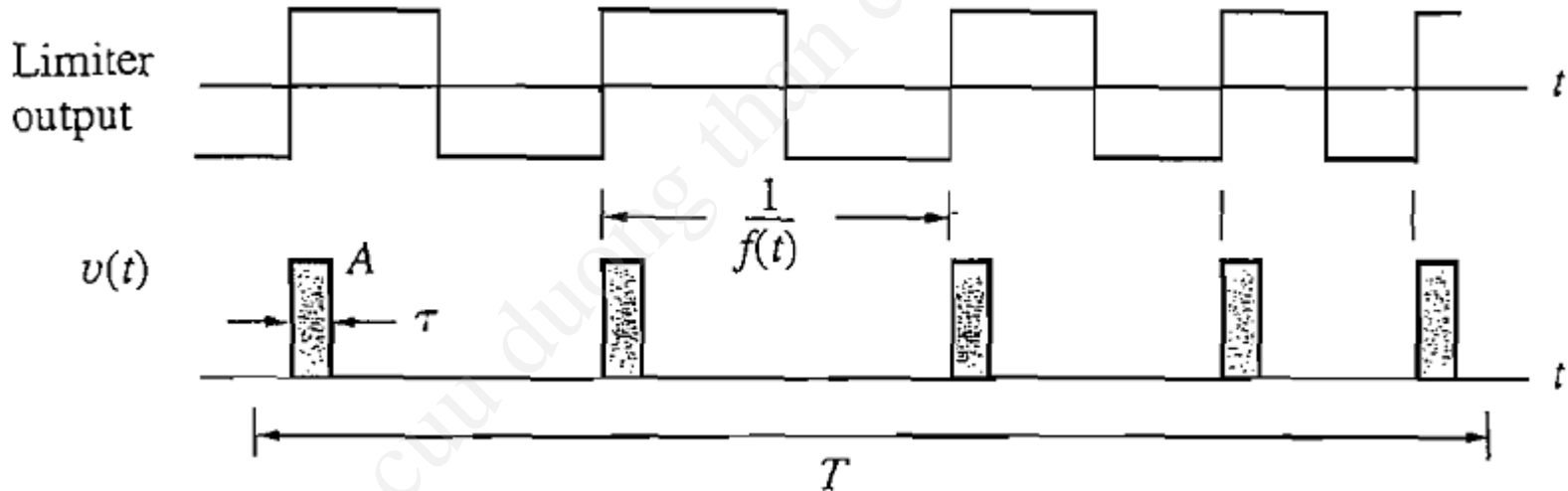
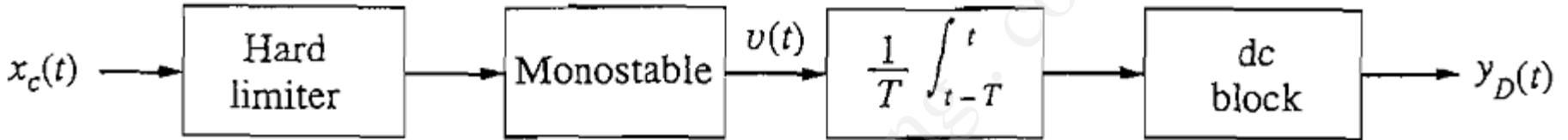


➤ Mạch tách sóng Foster-Seely

➤ Mạch tách sóng tỉ số



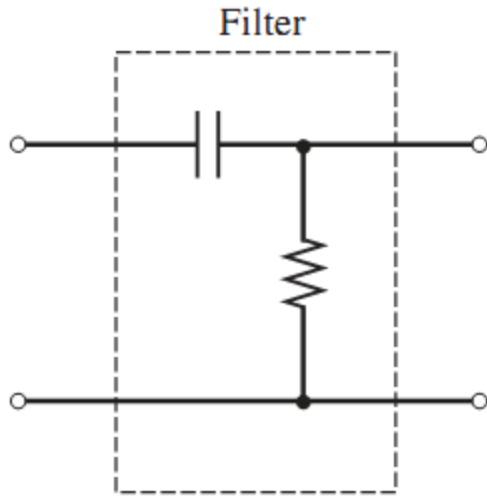
Mạch tách sóng qua điểm 0



$$\frac{1}{T} \int_{t-T}^t v(\lambda) d\lambda = \frac{1}{T} n_T A \tau \approx A \tau f(t)$$

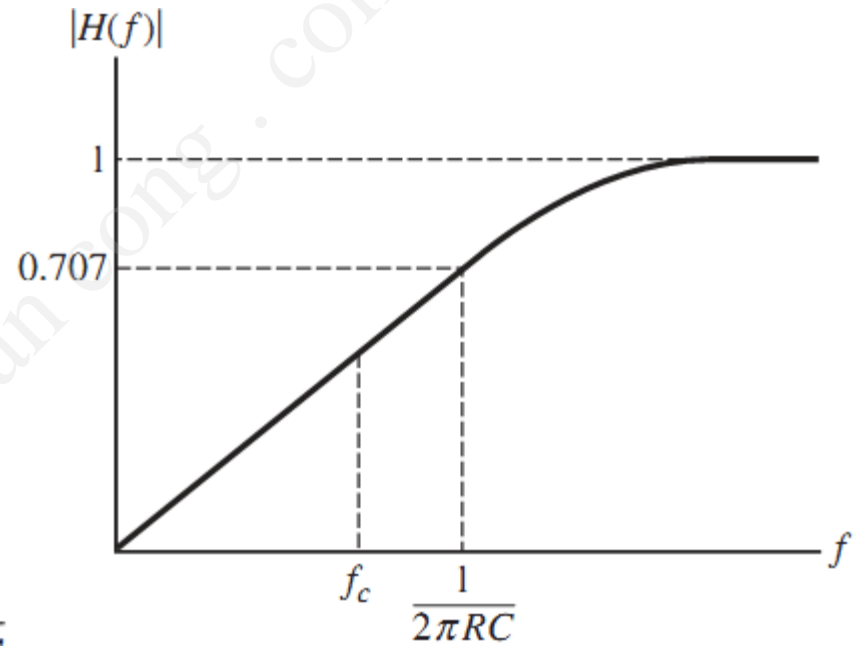


Mạch vi phân dùng mạch lọc thông cao



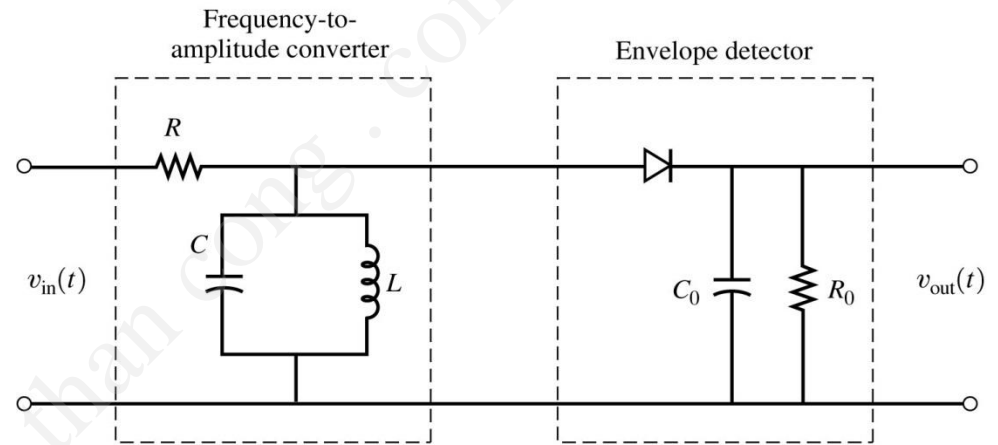
$$H(f) = \frac{R}{R + 1/j2\pi fC} = \frac{j2\pi f RC}{1 + j2\pi f RC}$$

$$H(f) = j2\pi f RC \quad f \ll \frac{1}{2\pi RC} \quad K_D = 2\pi A_c RC \quad \text{very small}$$

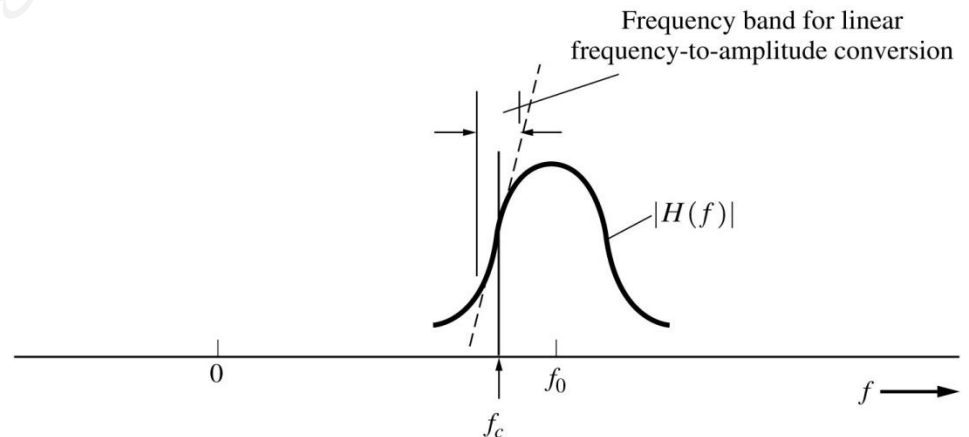


Mạch vi phân dùng mạch lọc thông dải

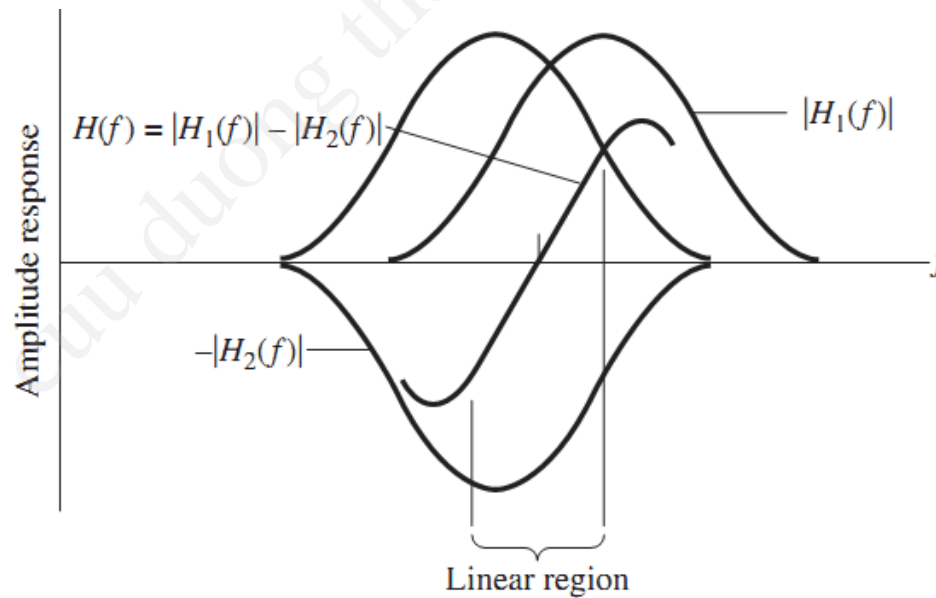
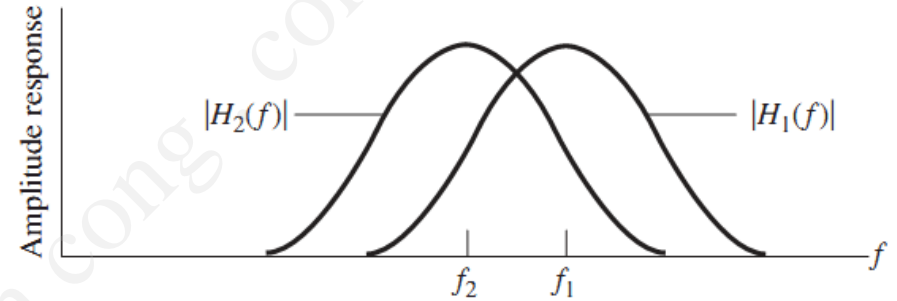
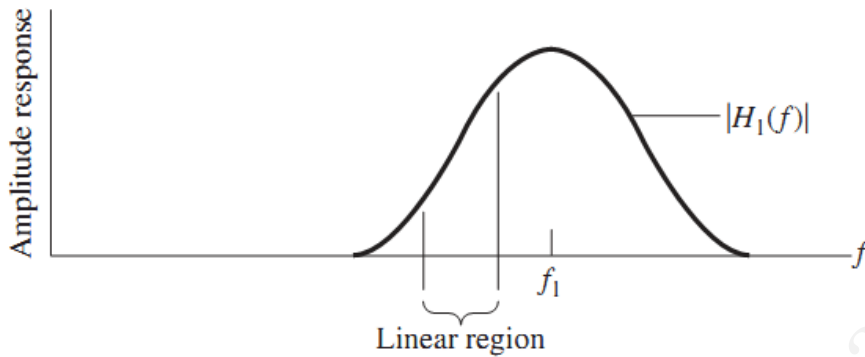
- Khoảng tuyến tính hẹp.
- Có thành phần DC ở ngõ ra.



(a) Circuit Diagram of a Slope Detector

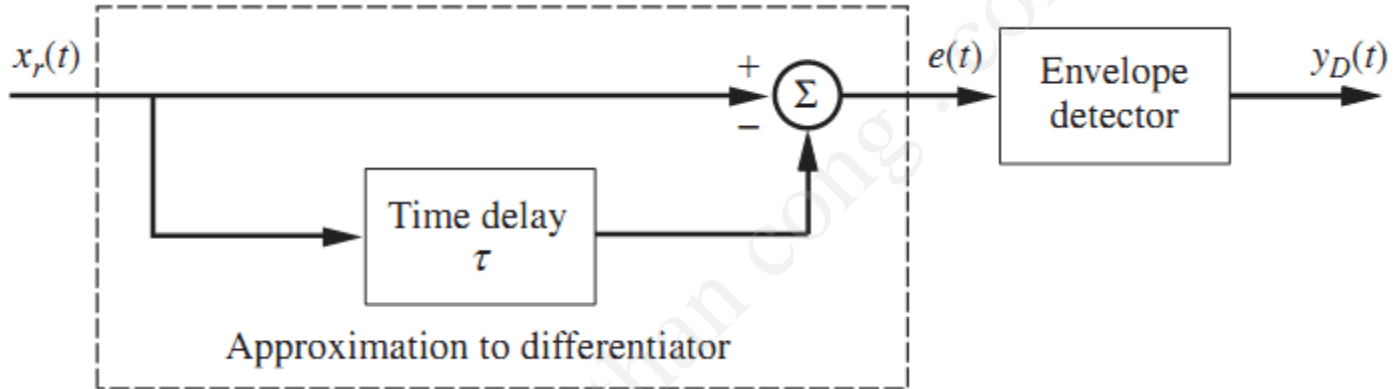


(b) Magnitude of Filter Transfer Function





Mạch vi phân dùng mạch trễ

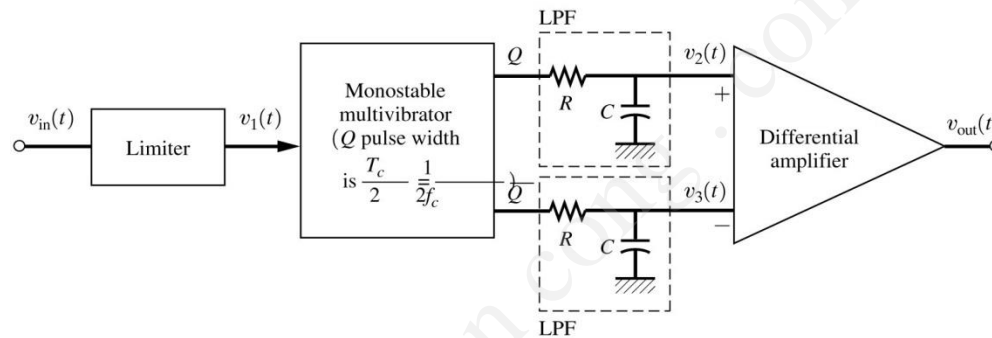


$$\lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{e(t)}{\tau} = \lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{x_r(t) - x_r(t - \tau)}{\tau} = \frac{dx_r(t)}{dt}$$

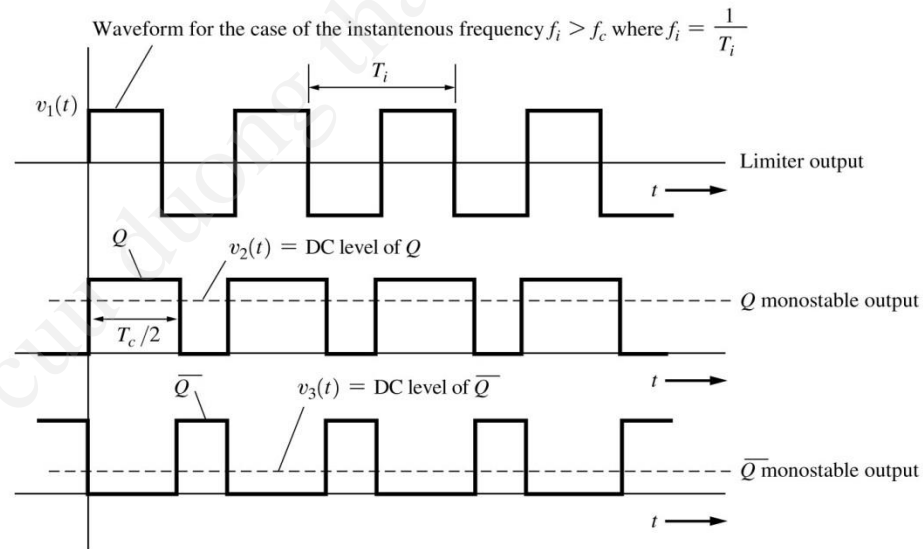
$$e(t) \cong \tau \frac{dx_r(t)}{dt}$$



Tách sóng FM qua điểm zero cân bằng

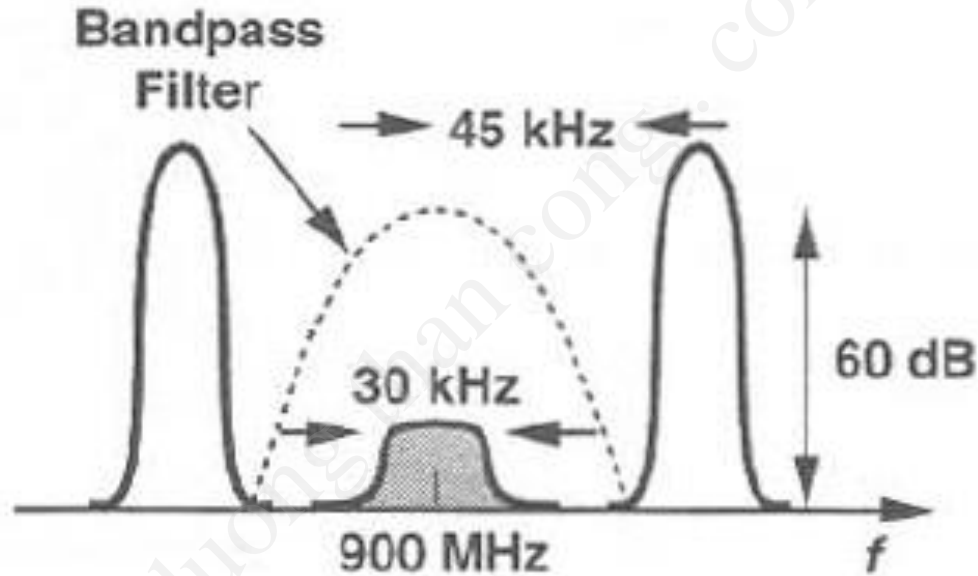


(a) Circuit



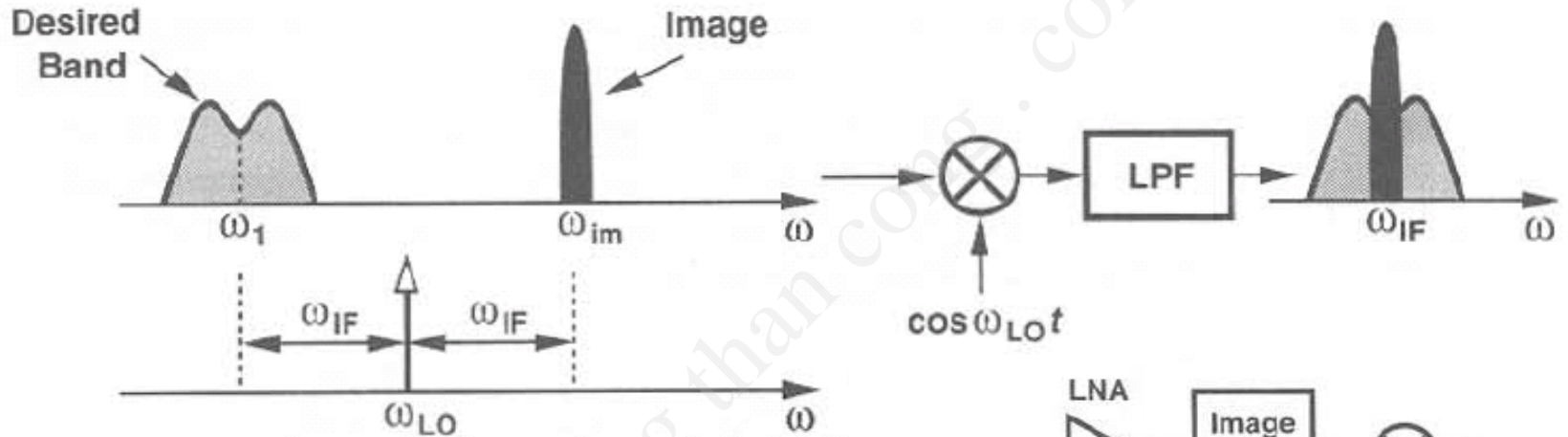
(b) Waveforms ($f_i > f_c$)

Máy thu trực tiếp

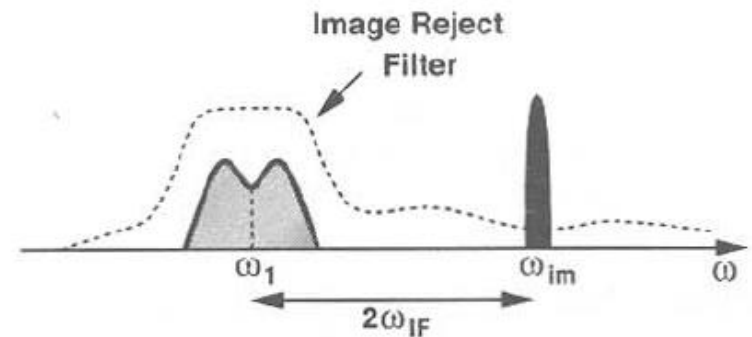
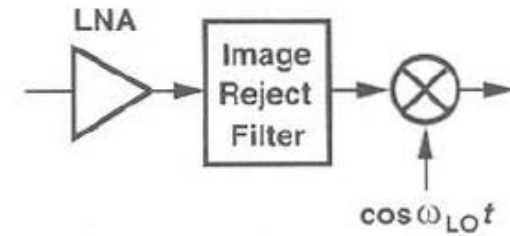


- Với máy thu trực tiếp cần phải có hệ số phẩm chất bộ lọc rất cao, ví dụ này $Q=10^7$

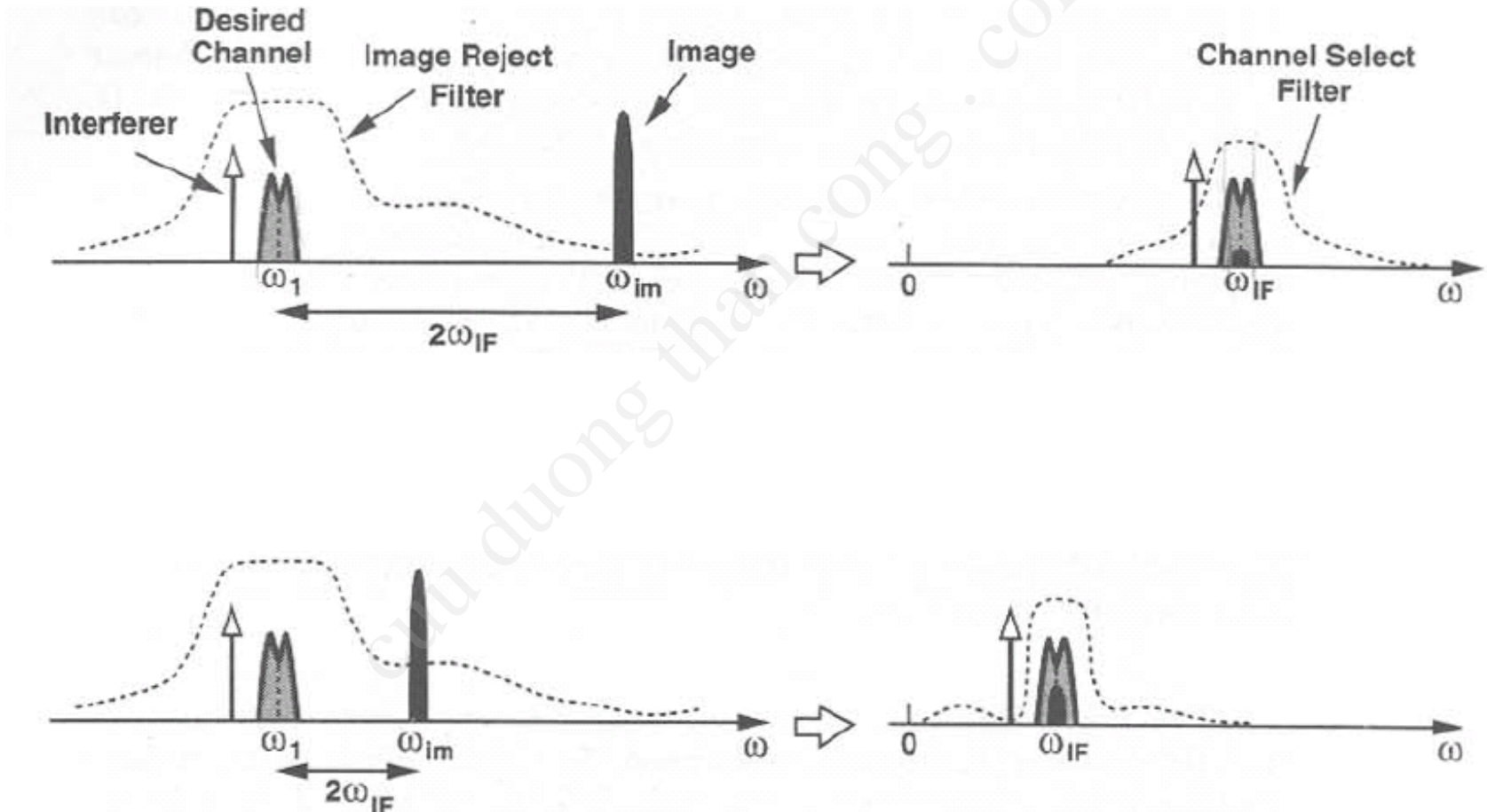
Máy thu đổi tần



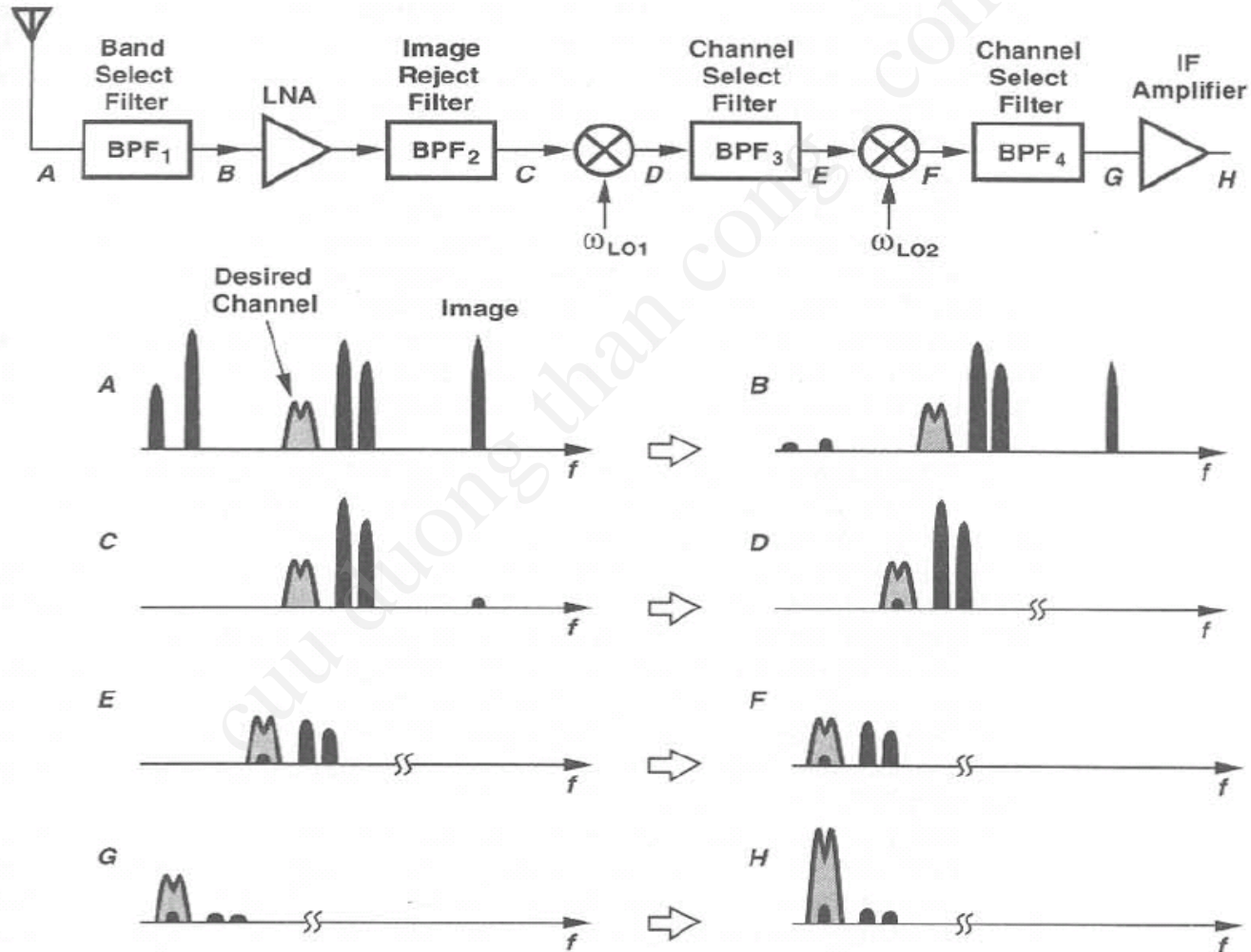
- Tần số ảnh



Ảnh hưởng của tần số trung tần



Máy thu đổi tần 2 lần





Quy hoạch băng tần FM đến năm 2020

▪ 04/2013/TT-BTTTT

Băng tần số: 87 - 108 MHz

Phân kênh tần số:

Công thức xác định tần số trung tâm (MHz):

$$f_n = 87 + n \pm 0.1 \quad n = 1, 2, 3, \dots, 209;$$

Tp. HCM	89	VOV1, VOV2, VOV3, VOV5, VOVGT	99,9	20 kW
	104,5			
	91			
	105,7			
	94			



Băng tần ISM

■ 03/2012/TT-BTTTT

4. Các thiết bị vô tuyến điện được miễn giấy phép phải chấp nhận nhiễu do các thiết bị ứng dụng năng lượng tần số vô tuyến điện trong công nghiệp, khoa học và y tế (ISM) gây ra khi dùng chung các băng tần sau đây dành cho ISM:

- a) Băng tần $13,553 \div 13,567$ MHz;
- b) Băng tần $26,957 \div 27,283$ MHz;
- c) Băng tần $40,66 \div 40,70$ MHz;
- d) Băng tần $2400 \div 2483,5$ MHz;
- đ) Băng tần $5725 \div 5875$ MHz;
- e) Băng tần $24000 \div 24500$ MHz.



Quy hoạch băng tần phát thanh, truyền hình mặt đất

- Băng MF (526,25 - 1606,5 KHz): phát thanh AM, phát thanh số;
- Băng I VHF (54 - 68 MHz): phát thanh FM công suất nhỏ, phát thanh số;
- Băng II VHF (87 - 108 MHz): phát thanh FM, phát thanh số;
- Băng III VHF (174 - 230 MHz): truyền hình tương tự, truyền hình số (từ kênh 6 đến kênh 12) và phát thanh số;
- Băng UHF (470 - 806 MHz): truyền hình mặt đất công nghệ tương tự và số (từ kênh 21 đến kênh 62) . Theo lộ trình số hóa thì một phần băng tần này sẽ được chuyển đổi sang cho các nghiệp vụ thông tin vô tuyến khác;
- Băng tần L (1.452 - 1.492 MHz): căn cứ vào điều kiện thực tế, băng tần này có thể được nghiên cứu phân bổ cho phát thanh công nghệ số.



Tóm tắt

- Mục đích của ghép kênh?
- Nguyên lý ghép kênh theo tần số?
- Phân biệt ghép kênh và đa truy cập?
- Nguyên lý hoạt động và ứng dụng của VCO, PLL?
- Nguyên lý hoạt động của các bộ tách sóng tương tự?



Bài tập 1

- Xác định băng thông sau điều chế AM 50%, DSB, USSB, LSSB, FM với độ nhảy di tần 25KHz của các tín hiệu thông tin (t:ms) sau:
 - 1) $\cos^2(1 @ \pi t)$
 - 2) $\cos^3(1 @ \pi t)$
 - 3) $\text{sinc}(t) = \sin(\pi t)/(\pi t)$
 - 4) $\text{sinc}(1 @ t)$
 - 5) $\text{sinc}(t) \cdot \cos(\pi t)$
 - 6) $\text{sinc}(t) \cdot \cos(1 @ \pi t)$
 - 7) $\text{sinc}(1 @ t) \cdot \cos(\pi t)$
 - 8) $\text{sinc}(1 @ t) \cdot \cos(1 @ \pi t)$
 - 9) $\text{rect}(t) = \Pi(t)$
 - 10) $\text{rect}(1 @ t) = \Pi(1 @ t)$



Bài tập 2

- Cho 3 tín hiệu tương tự băng gốc khác nhau có tần số lớn nhất lần lượt là 4KHz, 3KHz và 2KHz được ghép trên 1 kênh truyền có băng thông $[10@ \div 12@]$ KHz. Vẽ 1 sơ đồ khối (nguyên lý) thực hiện việc ghép kênh theo tần số FDM (yêu cầu khoảng bảo vệ tối thiểu giữa các kênh là 1KHz) với các thông số cụ thể (phương pháp điều chế kèm thông số, tần số sóng mang) trong các trường hợp sau:
 - a) Các tần số sóng mang lựa chọn tùy ý.
 - b) Chỉ dùng trong các tần số sóng mang sau: 5KHz, 10KHz và 100KHz.
 - c) Chỉ dùng tối đa 3 khối điều chế và tần số lớn nhất trong các tần số sóng mang sử dụng là nhỏ nhất có thể.
 - d) Chỉ dùng tối đa 4 khối điều chế và tần số lớn nhất trong các tần số sóng mang sử dụng là nhỏ nhất có thể.



Bài tập 3

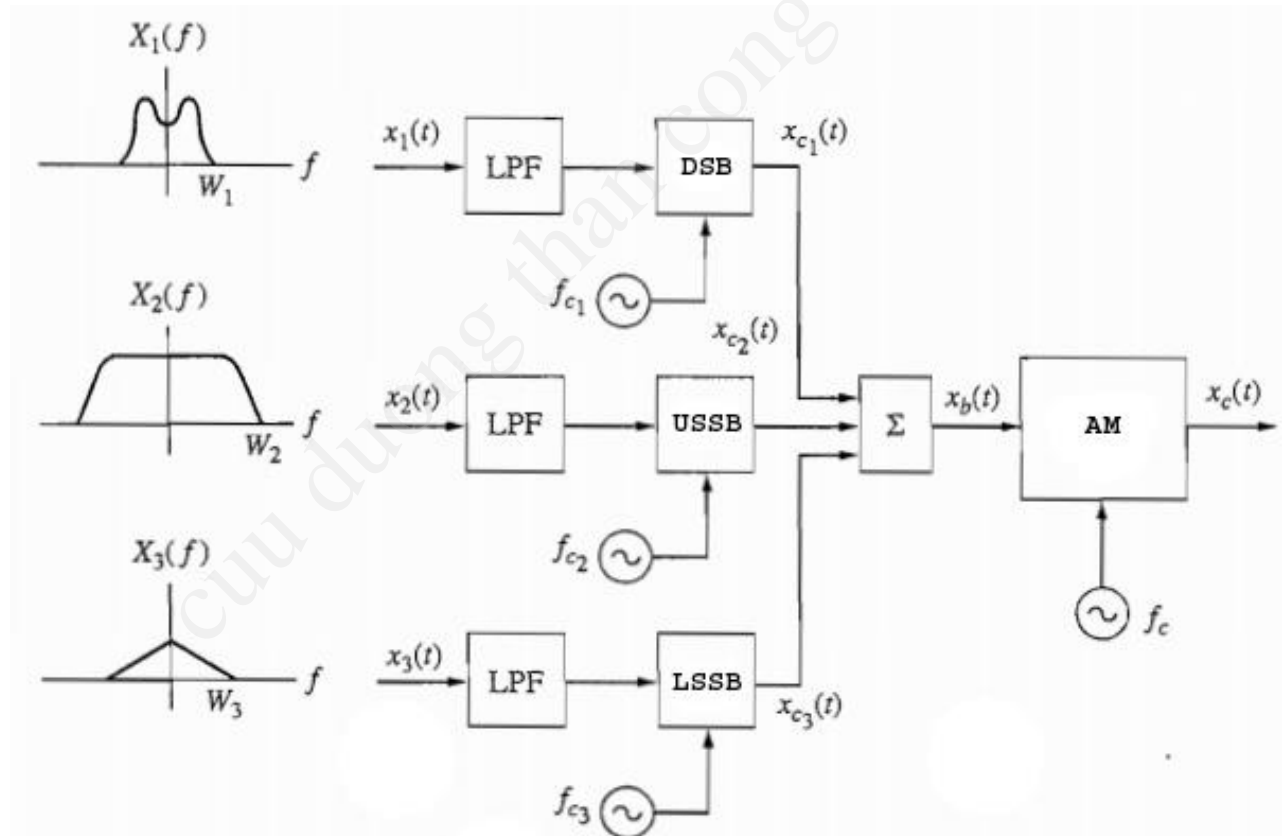
- Cho các tín hiệu tương tự băng gốc khác nhau có cùng băng thông tần số dương $(0 \div 4)$ KHz được ghép trên 1 kênh truyền có băng thông $[10@ \div 12@]$ KHz. Xác định số lượng tối đa các tín hiệu có thể ghép và vẽ 1 sơ đồ khối (nguyên lý) thực hiện việc ghép kênh theo tần số FDM (yêu cầu khoảng bảo vệ tối thiểu giữa các kênh là 1KHz) với các thông số cụ thể (phương pháp điều chế kèm thông số, tần số sóng mang) trong các trường hợp sau:
 - a) Các tần số sóng mang lựa chọn tùy ý.
 - b) Chỉ dùng các tần số sóng mang sau: 5KHz, 1@KHz, 2@KHz, và 100KHz.
 - c) Làm lại câu b) với số khối điều chế sử dụng là ít nhất.
 - d) Số khối điều chế sử dụng là ít nhất và tương ứng với số khối điều chế đó thì tần số lớn nhất trong các tần số sóng mang sử dụng là nhỏ nhất có thể.



Bài tập 4

- Cho 3 tín hiệu tương tự băng gốc thực khác nhau có tần số lớn nhất lần lượt là 2KHz, 3KHz và 4KHz được ghép trên 1 kênh truyền.
 - a) Trong trường hợp kênh truyền có băng thông $[100 \div 11 @]KHz$, vẽ 1 sơ đồ khối (nguyên lý) dùng phương pháp ghép kênh theo tần số FDM với các thông số cụ thể.
 - b) Xem xét thêm phương án ghép kênh theo tần số FDM thỏa điều kiện các tần số sóng mang sử dụng nhỏ hơn 100KHz.

- Cho 3 tín hiệu tương tự khác nhau có cùng băng thông $[0 \div 3\text{KHz}]$ được ghép kênh theo tần số FDM và điều chế sóng mang như hình vẽ.





Bài tập 5 (tt)

- a) Xác định băng thông yêu cầu tối thiểu của kênh truyền.
- b) Trong trường hợp kênh truyền có băng thông $[10@KHz \div 13@KHz]$, xác định các tần số sóng mang $0 < fc_1 < fc_2 < fc_3 < fc$.
- c) Làm lại câu b) để khoảng bảo vệ giữa các kênh tín hiệu là lớn nhất.
- d) Vẽ sơ đồ tách kênh cho câu b) và câu c) chỉ dùng các bộ lọc, bộ nhân và bộ tạo dao động.



Bài tập 6

- Thiết kế phương án đổi tần cho máy thu vô tuyến AM có các thông số sau: tần số sóng mang F_c của các đài AM thay đổi từ $140MHz$ đến $145MHz$ với độ rộng băng điều chế của tín hiệu là $10KHz$, tần số trung tần cần được chọn sao cho các loại bộ lọc trong toàn hệ thống có hệ số phẩm chất $40 < Q < 60$.



Bài tập 7

- 7.2-1** Four signals, each having $W = 3$ kHz, are to be multiplexed with 1-kHz guard bands between channels. The subcarrier modulation is USSB, except for the lowest channel which is unmodulated, and the carrier modulation is AM. Sketch the spectrum of the baseband and transmitted signal, and calculate the transmission bandwidth.
- 7.2-2** Do Prob. 7.2-1 with AM subcarrier modulation.



Bài tập 8

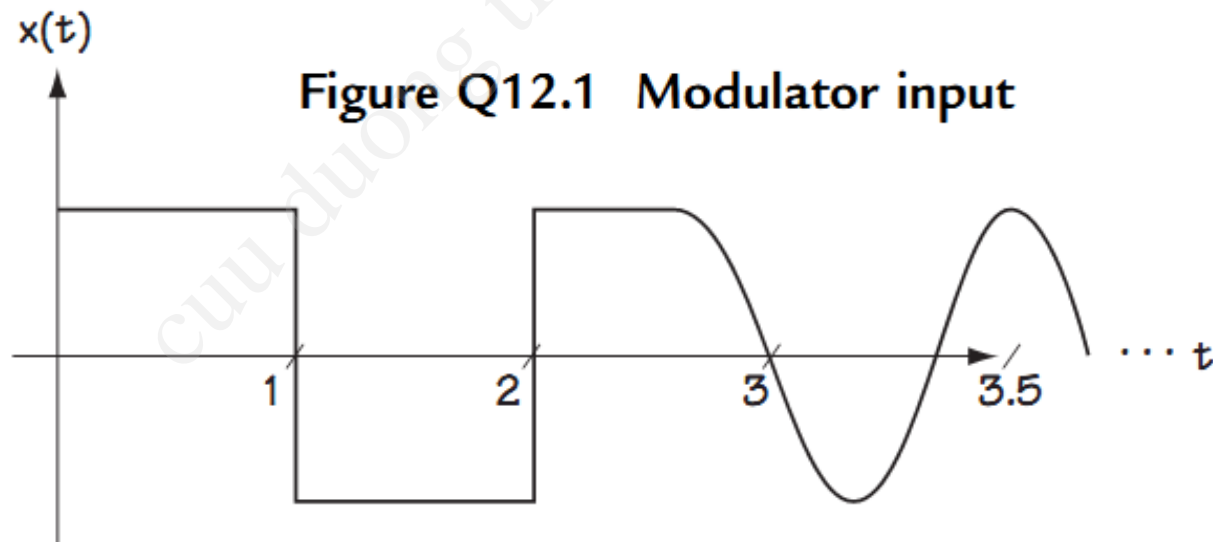
- 7.1-17** A double conversion receiver designed for $f_c = 300$ MHz has $f_{IF-1} = 30$ MHz and $f_{IF-2} = 3$ MHz, and each LO frequency is set at the higher of the two possible values. Insufficient filtering by the RF and first IF stages results in interference from *three* image frequencies. What are they?
- 7.1-18** Do Prob. 7.1-17 with each LO frequency set at the lower of the two possible values.



Bài tập 9

Figure Q12.1 shows the input to a modulator. Determine the output if

- (a) the modulator is an AM modulator.
- (b) the modulator is an FM modulator.
- (c) the modulator is a DSB-SC modulator.



Bài tập 10

2. Figure Q12.2 shows the input to a modulator. Determine the output (in the frequency domain) if

- (a) the modulator is an AM modulator.
- (b) the modulator is a DSB-SC modulator.

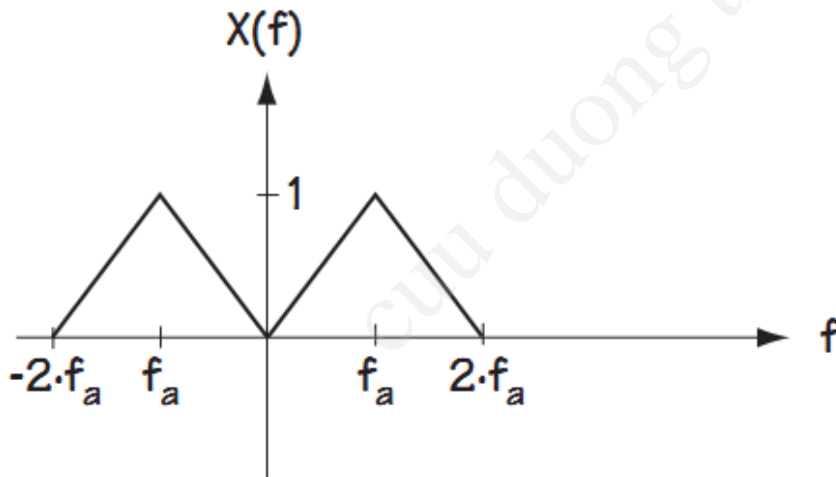


Figure Q12.2 Modulator input

Bài tập 11

Given that the signal $x(t)$ in Figure Q12.3 is input to a DSB-SC modulator:

(a) Determine the output of the modulator.

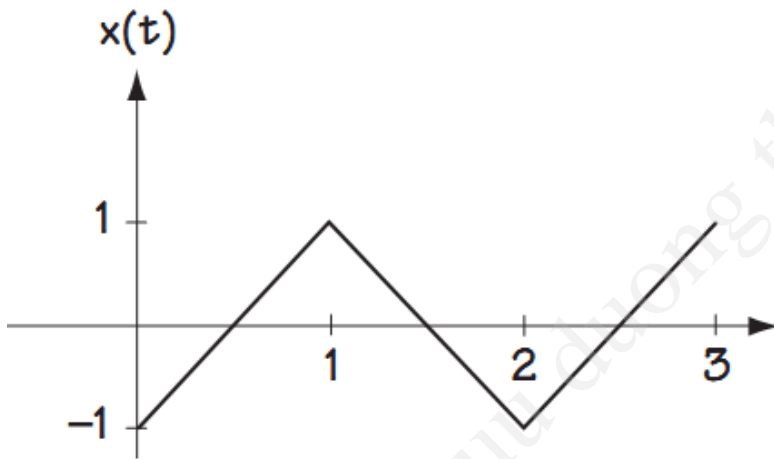
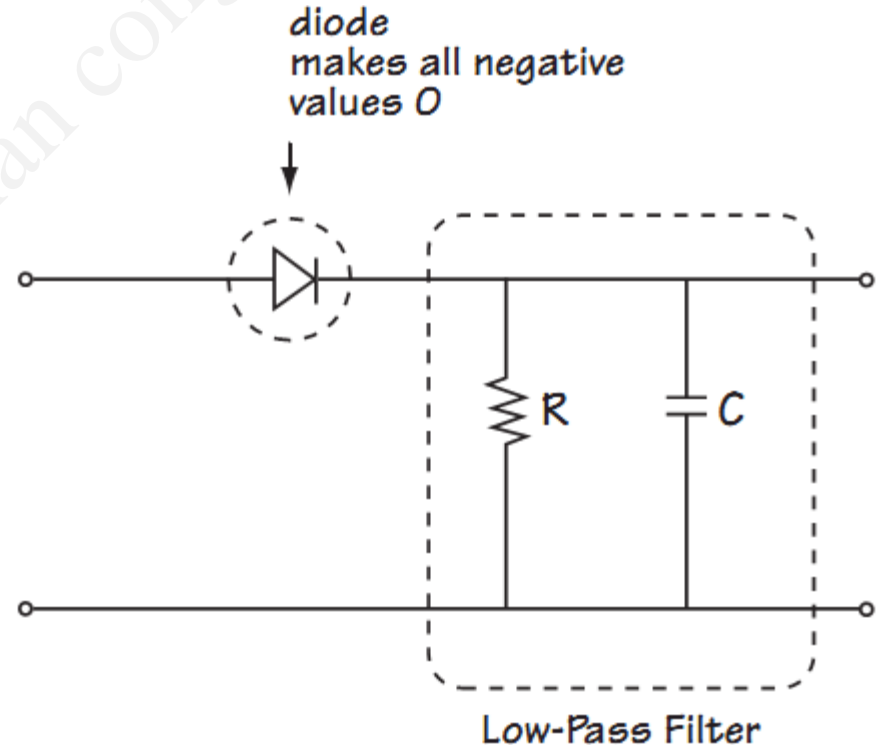


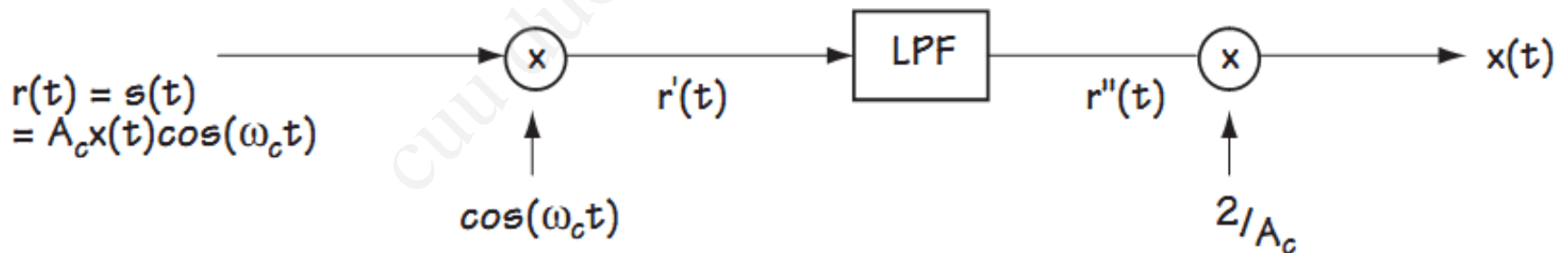
Figure Q12.3 DSB-SC input





Bài tập 11 (tt)

- (b) Assume this signal is sent over a channel which is ideal (the received signal equals the sent signal).
- (1) Determine the output of the demodulator when the demodulator is a perfect envelope detector.
 - (2) Determine the output of the demodulator when the demodulator is a mixer, low-pass filter, and processing device as described in the chapter.





Bài tập 12

4. Given the input in (Q12.1), provide an analytical equation for the modulator output when the modulator is

$$x(t) = \begin{cases} t & , 0 \leq t < 1 \\ 2 - t & , 1 < t < 2 \\ 0 & , \text{else} \end{cases} \quad (\text{Q12.1})$$

- (a) an AM modulator
- (b) a DSB-SC modulator
- (c) an FM modulator

5. An AM receiver is tuned to pick up the station at 600 MHz. Draw a block diagram of the AM receiver used to detect this signal.

