

Lecture 11

Chương 5. Phân tích phổ tín hiệu và ứng dụng (cont...)

Chương 5. Phân tích phổ tín hiệu và ứng dụng

5.3. Ứng dụng xử lý phổ tín hiệu

5.3. Ứng dụng xử lý phổ tín hiệu

5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Với hệ thống LTI ổn định, đáp ứng tần số $H(j\omega)$:

$$e^{j\omega t} \longrightarrow \boxed{H(j\omega)} \longrightarrow H(j\omega)e^{j\omega t}$$

$$H(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} h(t)e^{-j\omega t} dt \equiv H(\omega)$$

Với tín hiệu tuần hoàn (phổ hai bên):

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n e^{jn\omega_0 t} \longrightarrow \boxed{H(j\omega)} \longrightarrow y(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} D_n H(jn\omega_0) e^{jn\omega_0 t}$$

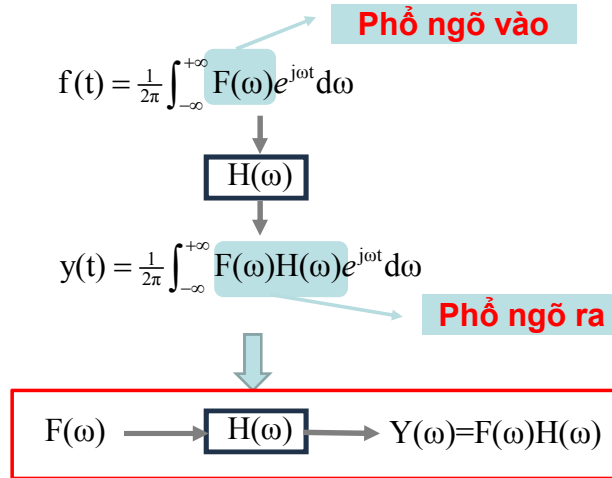
Phổ ngõ vào

Phổ ngõ ra

$$D_n \longrightarrow \boxed{H(\omega)} \longrightarrow D_n H(n\omega_0)$$

5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Với t/hiệu bất kỳ: t/hoàn hay không t/hoàn (phổ hai bên):



Signals and Systems

--HK191--

© Tran Quang Viet – FEEE – HCMUT

5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Với t/hiệu năng lượng:

- Mật độ phổ năng lượng ngõ vào: $\Phi_f(\omega) = |F(\omega)|^2$
- Mật độ phổ năng lượng ngõ ra: $\Phi_y(\omega) = \Phi_f(\omega) |H(\omega)|^2$

Với t/hiệu công suất:

- Mật độ phổ công suất ngõ vào: $\Psi_f(\omega) = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} |F_T(\omega)|^2$
- Mật độ phổ năng lượng ngõ ra:

$$\Psi_y(\omega) = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} |F_T(\omega)H(\omega)|^2 = \Psi_f(\omega) |H(\omega)|^2$$

Signals and Systems

--HK191--

© Tran Quang Viet – FEEE – HCMUT

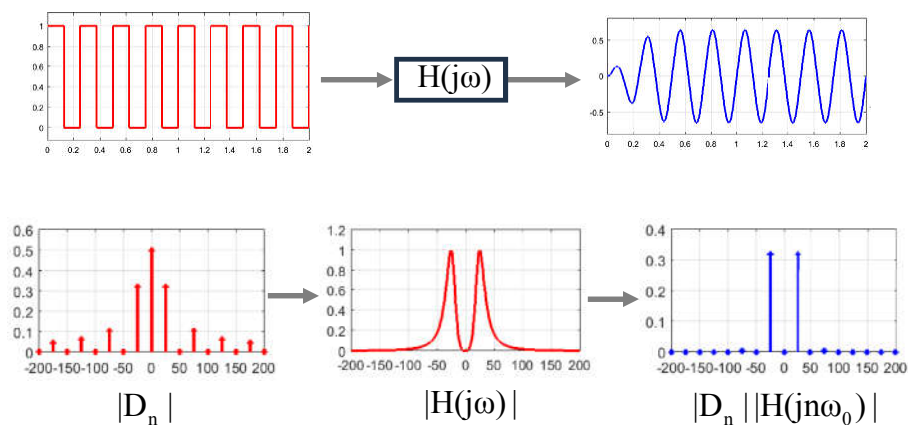
5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Nhận xét:

- ❑ Phổ biên độ của ngõ ra bằng phổ biên độ của ngõ vào nhân với đáp ứng biên độ của hệ thống
- ❑ Phổ pha của ngõ ra bằng phổ pha của ngõ vào cộng với đáp ứng pha của hệ thống
- ❑ Mật độ phổ NL của ngõ ra bằng mật độ phổ NL của ngõ vào nhân với đáp ứng biên độ bình phương (THNL)
- ❑ Mật độ phổ CS của ngõ ra bằng mật độ phổ CS của ngõ vào nhân với đáp ứng biên độ bình phương (THCS)
- ❑ Hệ thống LTI được dùng phổ biến trên thực tế trong xử lý phổ tín hiệu.

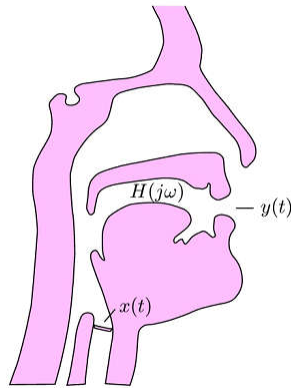
5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Ví dụ 1:



5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

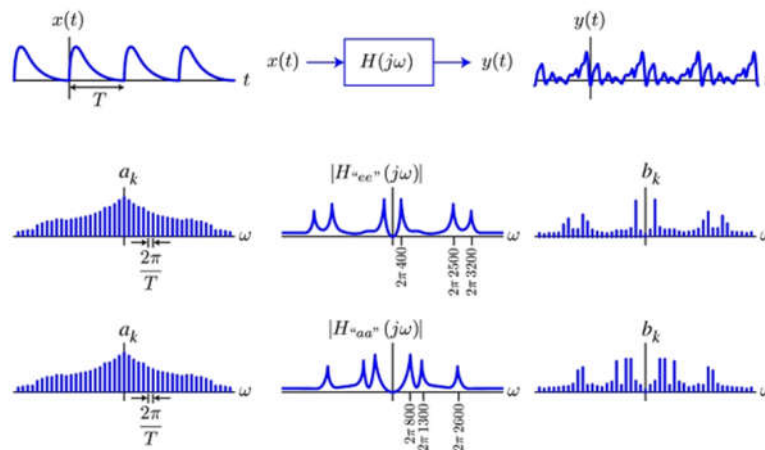
Ví dụ 2:



(MIT OCW)

5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Ví dụ 2:

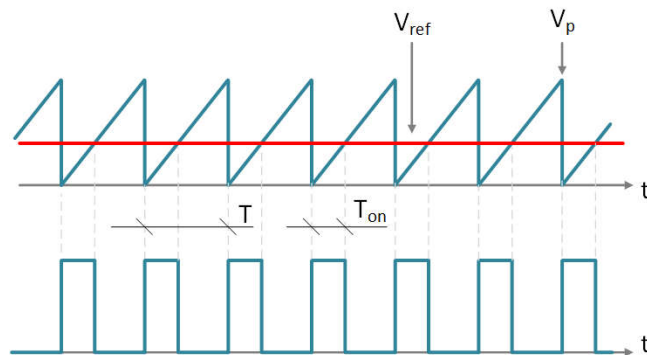


(MIT OCW)

5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Ví dụ 3:

Tín hiệu điều chế độ rộng xung (Pulse Width Modulation – PWM)

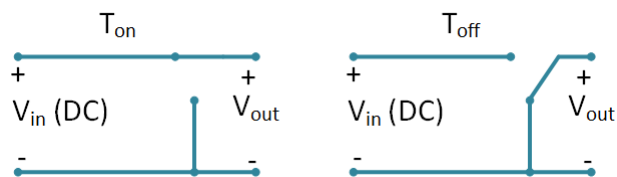


Chu kỳ tích cực (duty-cycle): $d = T_{on}/T = V_{ref}/V_p$

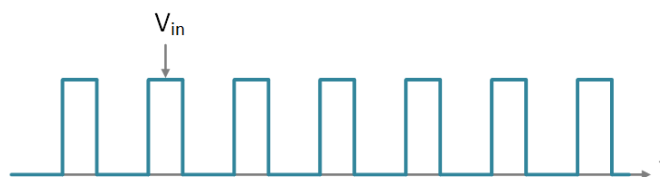
5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Ví dụ 3:

Dùng tín hiệu PWM để điều khiển khóa điện tử



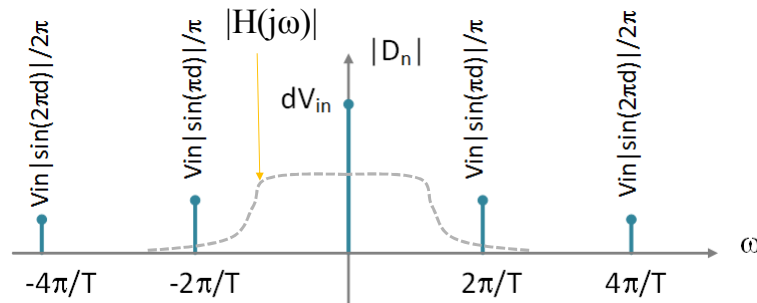
Tín hiệu ra V_{out}



5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Ví dụ 3:

Phổ của tín hiệu V_{out} : $D_n = \frac{T_{on} V_{in}}{T} \text{sinc}\left(\frac{n\pi T_{on}}{T}\right) = dV_{in} \text{sinc}(n\pi d)$



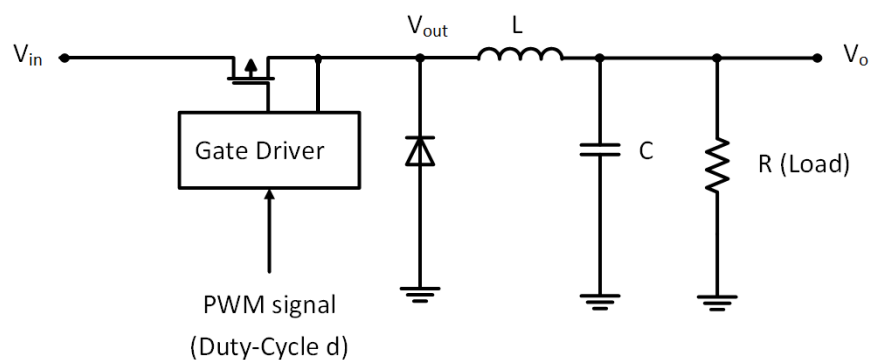
Dùng bộ lọc thông thấp để giữ lại trị DC là dV_{in}

→ DC – DC converter V_{in} to dV_{in}

5.3.1. Bộ lọc trong xử lý phổ tín hiệu

Ví dụ 3:

Mạch điện thực tế:



5.3. Ứng dụng xử lý phổ tín hiệu

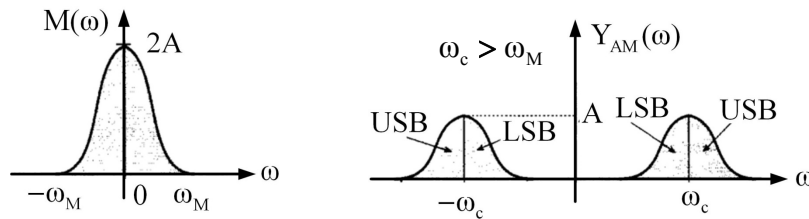
5.3.2. Điều chế biên độ (AM)

a) Giới thiệu

- ☐ Điều chế : dịch phổ tần số của tín hiệu tin tức lên tần số cao hơn
- ☐ Mục đích:
 - Thỏa mãn nguyên lý bức xạ điện từ khi truyền vô tuyến
 - Ghép kênh theo tần số
- ☐ Thành phần trong tín hiệu điều chế:
 - Tín hiệu sóng mang (tần số cao)
 - Tín hiệu băng gốc (tín hiệu mang thông tin, tần số thấp)
- ☐ Các loại điều chế:
 - Điều chế biên độ (AM)
 - Điều chế góc: FM, PM

b) Điều chế/giải điều chế AM-DSB-SC

□ Phổ của tín hiệu điều chế:



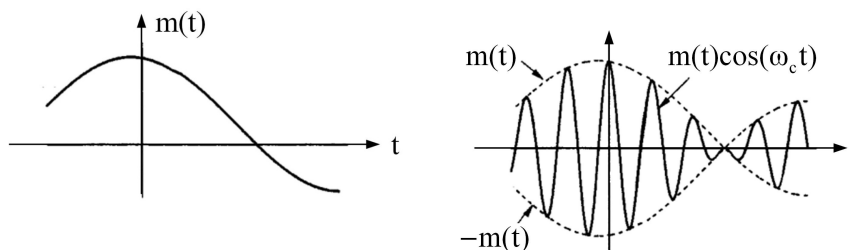
Phổ của tín hiệu điều chế chứa cả 2 dải bên LSB & USB và không chứa thành phần sóng mang nên được gọi là điều chế 2 dải bên triệt sóng mang

b) chế/giải điều chế AM-DSB-SC

□ Tín hiệu điều chế: $Y_{AM}(\omega) = \frac{1}{2}M(\omega - \omega_c) + \frac{1}{2}M(\omega + \omega_c)$

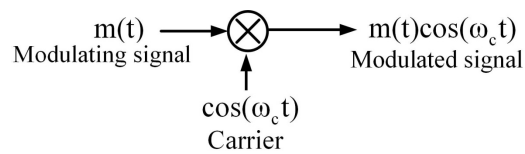
$$\Rightarrow y_{AM}(t) = \frac{1}{2}m(t)e^{j\omega_c t} + \frac{1}{2}m(t)e^{-j\omega_c t}$$

$$\Rightarrow y_{AM}(t) = m(t)\cos\omega_c t \Rightarrow \text{Điều chế biên độ}$$



b) Điều chế/giải điều chế AM-DSB-SC

□ Sơ đồ hệ thống điều chế:



b) Điều chế/giải điều chế AM-DSB-SC

□ Mật độ phổ công suất:

- Mật độ phổ công suất ngõ vào: $\Psi_m(\omega) = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} |M_T(\omega)|^2$

- Mật độ phổ công suất ngõ ra:

$$\Psi_y(\omega) = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} \left| \frac{1}{2} M_T(\omega - \omega_c) + \frac{1}{2} M_T(\omega + \omega_c) \right|^2$$

$$\longrightarrow \Psi_y(\omega) = \frac{1}{4} \Psi_m(\omega - \omega_c) + \frac{1}{4} \Psi_m(\omega + \omega_c)$$

□ Công suất:

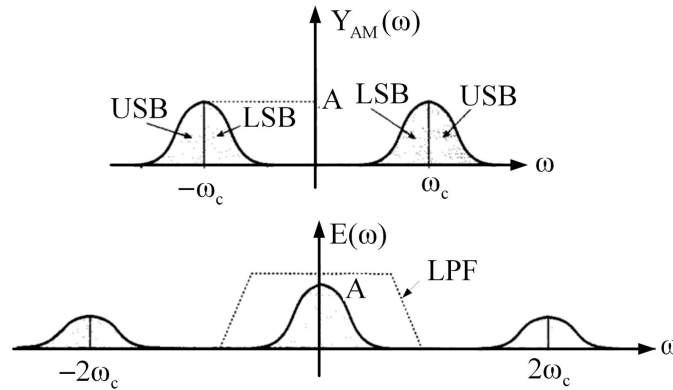
- Công suất ngõ vào: $P_m = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_m(\omega) d\omega$

- Mật độ phổ công suất ngõ ra: $P_y = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_y(\omega) d\omega = \frac{1}{2} P_m$

□ Hiệu suất: $\eta = \frac{\sum P_{SB}}{P_y} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2} P_m}{\frac{1}{2} P_m} \cdot 100\% = 100\%$

b) Điều chế/giải điều chế AM-DSB-SC

□ Giải điều chế:

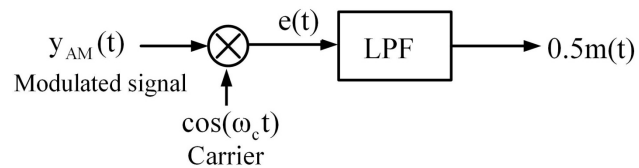


$$\Rightarrow E(\omega) = \frac{1}{2} Y_{AM}(\omega - \omega_c) + \frac{1}{2} Y_{AM}(\omega + \omega_c)$$

$$\Rightarrow e(t) = \frac{1}{2} y_{AM}(t) e^{j\omega_c t} + \frac{1}{2} y_{AM}(t) e^{-j\omega_c t} = y_{AM}(t) \cos(\omega_c t)$$

b) Điều chế/giải điều chế AM-DSB-SC

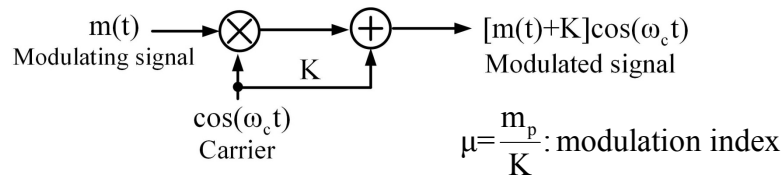
□ Hệ thống giải điều chế:



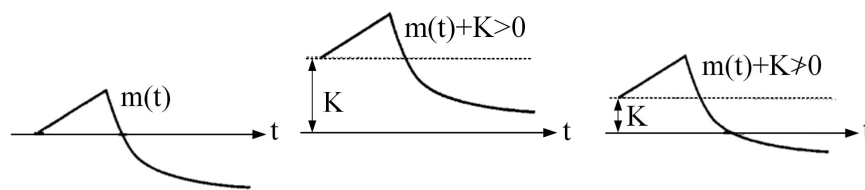
Yêu cầu: đồng bộ sóng mang máy phát và máy thu \rightarrow T/sóng đồng bộ

c) Điều chế/giải điều chế AM

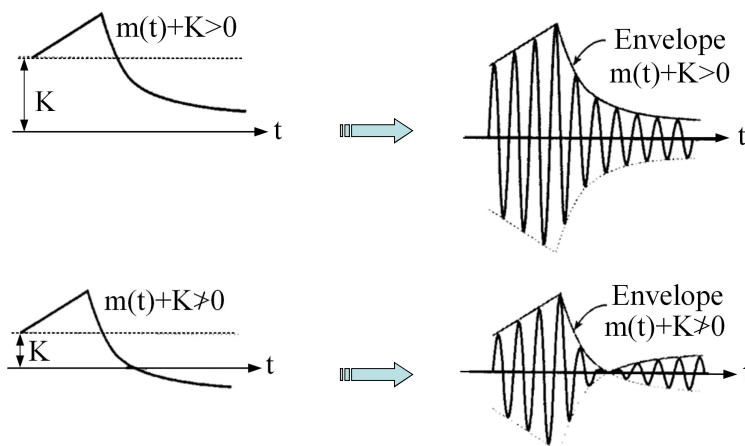
- Hệ thống điều chế: như AM-DSB-SC nhưng cộng thêm sóng mang



- Tín hiệu điều chế:



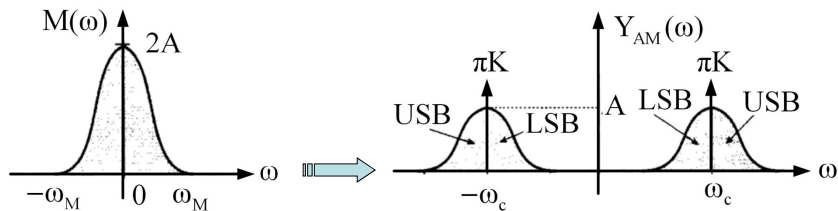
c) Điều chế/giải điều chế AM



c) Điều chế/giải điều chế AM

□ Phổ của tín hiệu điều chế:

$$Y_{AM}(\omega) = \pi K \delta(\omega - \omega_c) + \pi K \delta(\omega + \omega_c) + \frac{1}{2} M(\omega - \omega_c) + \frac{1}{2} M(\omega + \omega_c)$$



Giống phổ tín hiệu AM-DSB-SC nhưng có thêm sóng mang

c) Điều chế/giải điều chế AM

□ Mật độ phổ công suất:

▪ Mật độ phổ công suất ngõ vào: $\Psi_m(\omega) = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} |M_T(\omega)|^2$

▪ Mật độ phổ công suất ngõ ra:

$$\Psi_y(\omega) = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} \left| \frac{1}{2} M_T(\omega - \omega_c) + \frac{1}{2} M_T(\omega + \omega_c) \right|^2 + \frac{\pi K^2}{2} \delta(\omega - \omega_c) + \frac{\pi K^2}{2} \delta(\omega + \omega_c)$$

$$\Psi_y(\omega) = \frac{1}{4} \Psi_m(\omega - \omega_c) + \frac{1}{4} \Psi_m(\omega + \omega_c) + \frac{\pi K^2}{2} \delta(\omega - \omega_c) + \frac{\pi K^2}{2} \delta(\omega + \omega_c)$$

□ Công suất:

▪ Công suất ngõ vào: $P_m = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_m(\omega) d\omega$

▪ Mật độ phổ công suất ngõ ra: $P_y = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_y(\omega) d\omega = \frac{1}{2} P_m + \frac{1}{2} K^2$

□ Hiệu suất: $\eta = \frac{\sum P_{SB}}{P_y} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2} P_m}{\frac{1}{2} P_m + \frac{1}{2} K^2} \cdot 100\% = \frac{P_m}{P_m + K^2} \cdot 100\% < 50\%$

c) Điều chế/giải điều chế AM

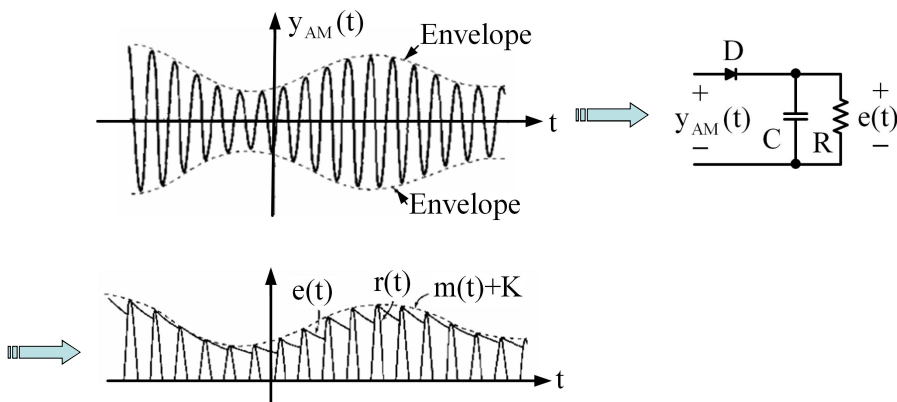
□ Hệ thống giải điều chế:

- Tách sóng đồng bộ: tương tự như AM-DSB-SC
- Tách sóng không đồng bộ hoặc tách sóng đường bao

□ Tách sóng không đồng bộ (tách sóng đường bao):

- $\mu \leq 1$
- $\omega_c \gg \omega_M$: luôn thỏa trên thực tế (500KHz-2MHz)

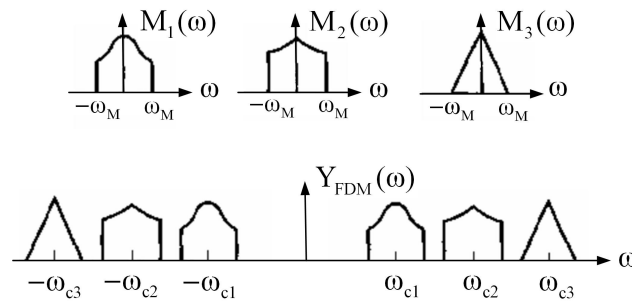
c) Điều chế/giải điều chế AM



Nhận xét: phương pháp tách sóng đường bao đảm bảo mạch đơn giản chi phí thấp. Đây là ưu điểm của điều chế AM \rightarrow AM phù hợp phát quảng bá.

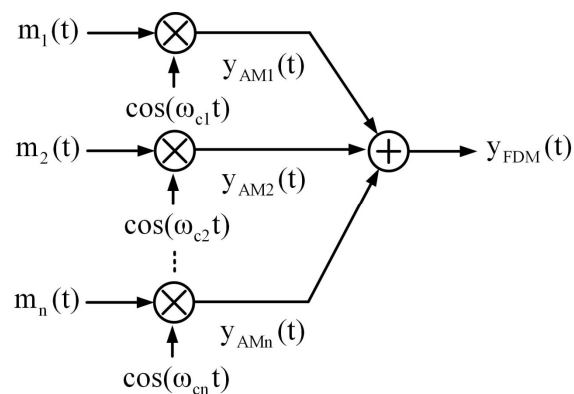
d) Ghép kênh/phân kênh theo tần số (FDM)

- Phổ của tín hiệu ghép kênh theo tần số (Frequency-Division Multiplexing - FDM)



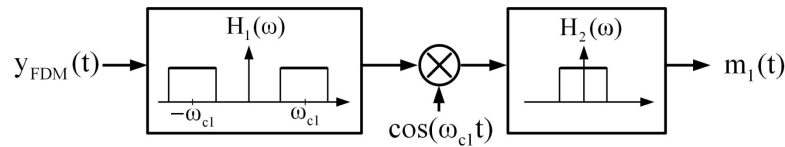
d) Ghép kênh/phân kênh theo tần số (FDM)

- Sơ đồ hệ thống ghép kênh theo tần số (FDM):



d) Ghép kênh/phân kênh theo tần số (FDM)

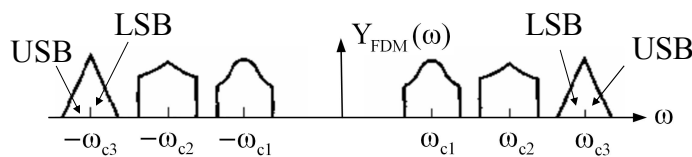
□ Phân kênh theo tần số:



Thực tế người ta dùng phương pháp đổi tần để phân kênh và giải điều chế tại cùng 1 tần số (thường gọi là trung tần - IF)

e) Điều chế AM-SSB

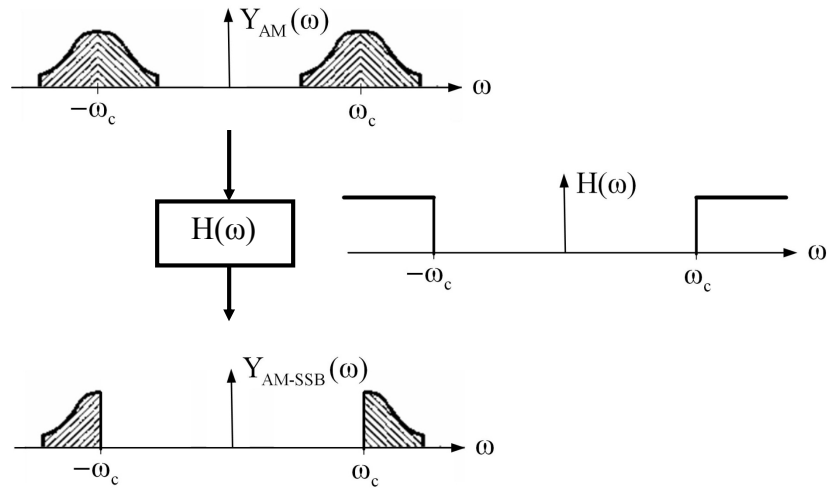
□ Xét tín hiệu FDM:



- Mỗi kênh đều có 2 dải bên nên chiếm dụng băng thông kênh truyền gấp đôi băng thông của tín hiệu.
- Với cách giải điều chế đã khảo sát ta thấy rằng chỉ cần truyền đi dải cao USB hoặc LSB thì vẫn có thể giải điều chế được
- Nếu truyền đi một dải bên của tín hiệu người ta gọi đó là điều biên AM một dải bên. Mục đích: tiết kiệm băng thông của kênh truyền

e) Điều chế AM-SSB

- Phương pháp điều chế 1: điều chế AM-DSB + Filter



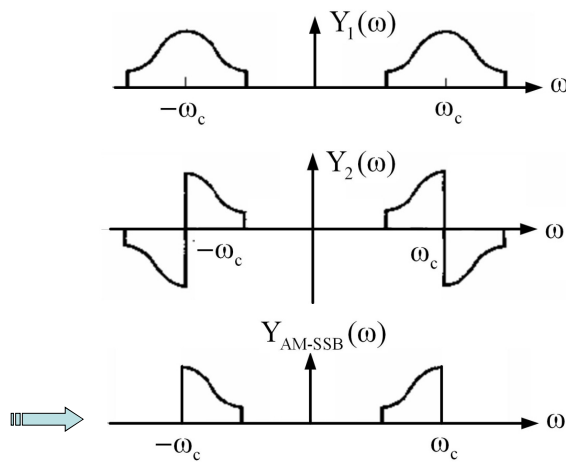
Signals and Systems

--HK191--

© Tran Quang Viet – FEEE – HCMUT

e) Điều chế AM-SSB

- Phương pháp điều chế 2: 90° phase-shift network



Signals and Systems

--HK191--

© Tran Quang Viet – FEEE – HCMUT

e) Điều chế AM-SSB

□ Phương pháp điều chế 2: 90° phase-shift network

