

Bài 2: Điều chế và giải điều chế AM

Mục đích:

- Thực hiện bộ điều chế AM (DSB-FC, DSB-SC và SSB)
- Thực hiện bộ giải điều chế

A. LÝ THUYẾT

1.1 Điều chế AM

- + Điều chế biên độ là một loại của điều chế tín hiệu tương tự. Khi đó biên độ của tín hiệu sóng mang sẽ thay đổi theo tín hiệu thông tin.
- + Các dạng điều chế biên độ phổ biến: DSB, SSB, VSB,...

a) Điều chế AM DSB-FC:

Biểu thức toán học tín hiệu sau điều chế: $s_{AM}(t) = [A_c + m(t)]\cos(2\pi f_c t)$, trong đó $m(t)$ là tín hiệu thông tin được điều chế, A_c là biên độ sóng mang, f_c là tần số sóng mang.

b) Điều chế AM DSB-SC:

Biểu thức toán học tín hiệu sau điều chế:

- + Miền thời gian: $s_{AM}(t) = A_c m(t) \cos(2\pi f_c t)$.
- + Miền tần số: $S(f) = 0.5 [M(f_m - f_c) + M(f_m + f_c)]$, với f_m là tần số thông tin.

c) Điều chế AM SSB:

Băng thông của tín hiệu điều chế SSB giảm phân nửa so với băng thông tín hiệu AM, chỉ truyền phần “upper sideband” hoặc “lower sideband”. Mạch điều chế SSB được thiết kế bằng cách kết hợp mạch điều chế DSB và bộ lọc thấp qua hoặc cao qua.

Xét $m(t)$ chỉ là một thành phần hình sin: $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$ thì biểu thức tín hiệu sau điều chế là:

$$s_{SSB}(t) = \frac{1}{2} A_c A_m \cos[2\pi(f_c \pm f_m)t],$$

trong đó dấu “+” tương ứng Upper SSB, dấu “-” tương ứng Lower SSB.

1.2 Giải điều chế AM bằng kỹ thuật thu kết hợp:

Tín hiệu phía thu được nhân với tín hiệu dao động nội có tần số và pha đồng bộ với sóng mang, sau đó được qua bộ lọc thông thấp với băng thông bằng dải tần của tín hiệu thông tin.

Xét tín hiệu thông tin có dạng: $m(t) = A_m \cos(\omega_m t)$. Tín hiệu sau điều chế AM DSB-FC:

$$s_{AM}(t) = A_c \cos(\omega_c t) + \frac{A_m}{2} \cos(\omega_c t + \omega_m t) + \frac{A_m}{2} \cos(\omega_c t - \omega_m t).$$

Tín hiệu thu sau khi nhân với sóng mang:

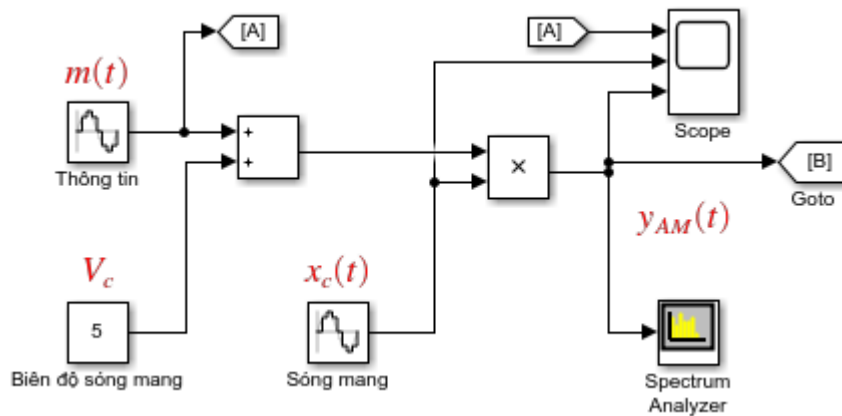
$$\begin{aligned} y(t) &= s_{AM}(t) \cos(\omega_c t) \\ &= \frac{A_c}{2} + \frac{A_c}{2} \cos(2\omega_c t) + \frac{A_m}{4} \cos(2\omega_c t + \omega_m t) + \frac{A_m}{4} \cos(2\omega_c t - \omega_m t) + \frac{A_m}{2} \cos(\omega_m t). \end{aligned}$$

Sau đó, bộ lọc thông thấp sẽ loại bỏ các thành phần tần số cao hơn ω_m .

B. THỰC HÀNH:

1.1 AM DSB-FC – điều chế và giải điều chế

a) Điều chế AM DSB-FC



Hình 1: Sơ đồ khối điều chế tín hiệu AM DSB-FC

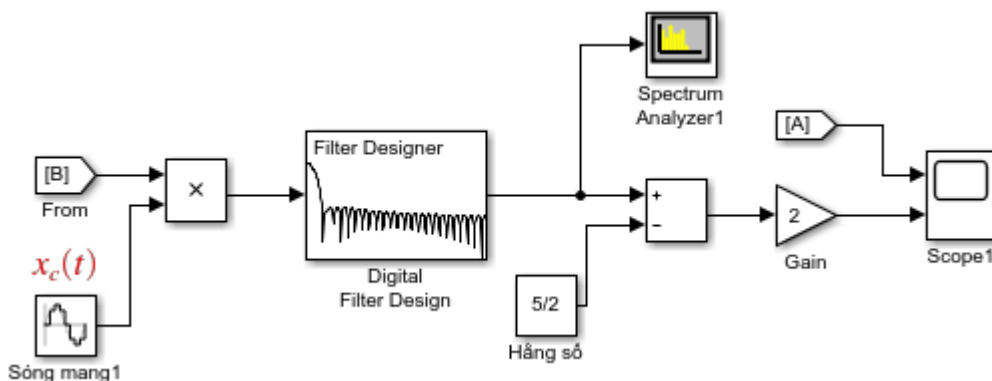
Thiết kế sơ đồ khối điều chế AM DSB-FC với:

- *Sóng thông tin:* tín hiệu Sine 1V, 200 Hz, $f_s = 50\,000$ Hz
- *Sóng mang:* tín hiệu Sine 5V, 5000 Hz, $f_s = 50\,000$ Hz

Câu 1: Cho biết biểu thức toán học của tín hiệu sau điều chế $y_{AM}(t)$ như Hình 1. Từ đó, xác định các thành phần tần số của tín hiệu?

Câu 2: Xác định các khối cấu thành bộ điều chế AM-DSB FC

b) Giải điều chế AM DSB-FC



Hình 2: Sơ đồ khối giải điều chế tín hiệu AM DSB-FC

Câu 3: Xác định các khối cấu thành bộ giải điều chế AM-DSB.

Câu 4: Xác định vai trò và thông số của bộ **Sóng mang 1** trong Hình 2

Câu 5: Vẽ tín hiệu tại Scope1.

Câu 6: Xác định V_{\max} , V_{\min} và hệ số điều chế m của tín hiệu.

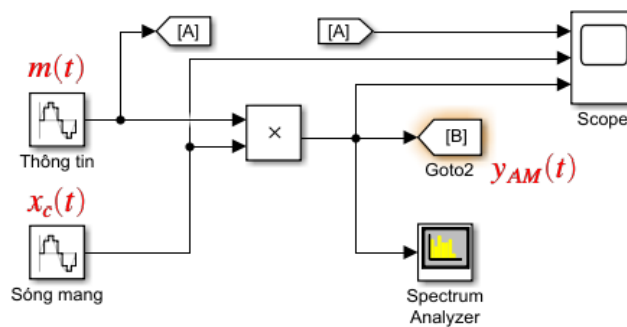
Câu 7: Vẽ tín hiệu tại **Spectrum Analyzer**. Xác định và giải thích các thành phần tần số có trong tín hiệu.

Câu 8: Cho biết vai trò của bộ **Digital Filter Design**, xác định tần số cắt của lọc?

Câu 9: Thay đổi thông số của Sóng thông tin và Sóng mang để có tín hiệu AM-DSB FC với hệ số điều chế $m = 0.5$. Vẽ hình tín hiệu vừa tìm được

1.2 AM DSB-SC và AM SSB điều chế và giải điều chế

a) AM DSB-SC điều chế



Hình 3: Sơ đồ điều chế tín hiệu AM DSB-SC

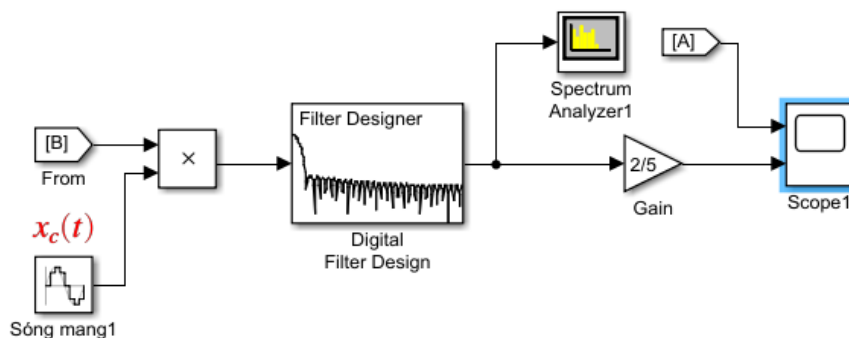
Từ các tham số **Sóng thông tin** và **Sóng mang** như phần AM DSB-FC.

Câu 1: Phương trình tín hiệu ngõ ra $y_{AM}(t)$

Câu 2: Xác định thành phần tần số trong khối Spectrum Analyzer

b) AM DSB-SC giải điều chế

Câu 3: Thiết kế đầu thu để tách tín hiệu thông tin $m(t)$

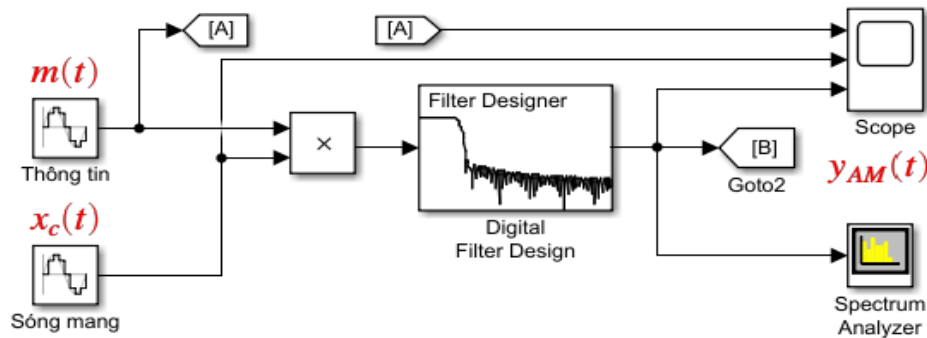


Hình 4: Sơ đồ khối giải điều chế tín hiệu AM DSB-SC

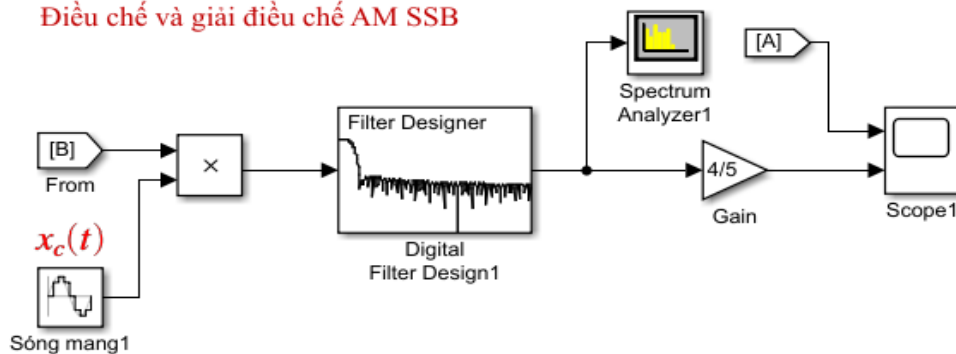
c) Thiết kế sơ đồ khối phát và khối thu cho tín hiệu AM SSB

Thiết kế sơ đồ khối điều chế AM SSB từ tín hiệu AM DSB-SC với:

- *Sóng thông tin*: tín hiệu Sine 1V, 1000 Hz, $f_s = 50\,000$ Hz
- *Sóng mang*: tín hiệu Sine 5V, 5000 Hz, $f_s = 50\,000$ Hz



Điều chế và giải điều chế AM SSB



Hình 5: Sơ đồ khối điều chế và giải điều chế tín hiệu AM SSB

1.3 Giải điều chế tín hiệu AM với nhiễu AWGN

Thiết kế sơ đồ khối điều chế AM với:

- *Sóng thông tin*: tín hiệu Sine 1V, 200 Hz, $f_s = 50\,000$ Hz
- *Sóng mang*: tín hiệu Sine 1V, 5000 Hz, $f_s = 50\,000$ Hz

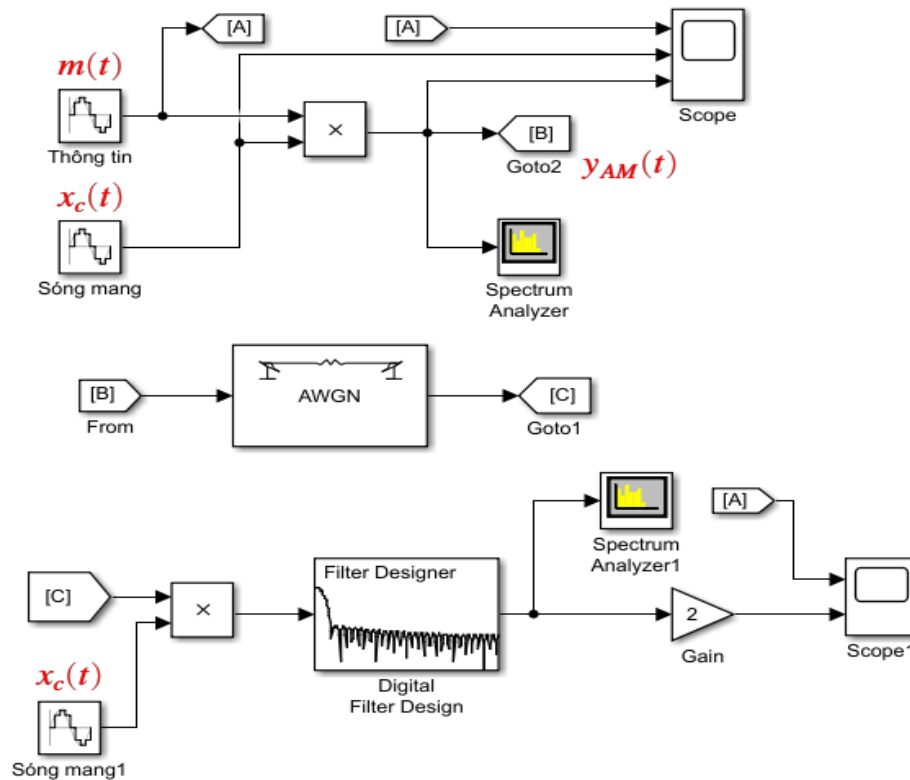
Qua kênh truyền AWGN.

Câu 1: Cho biết đây là tín hiệu AM loại gì trong **Hình 6**?

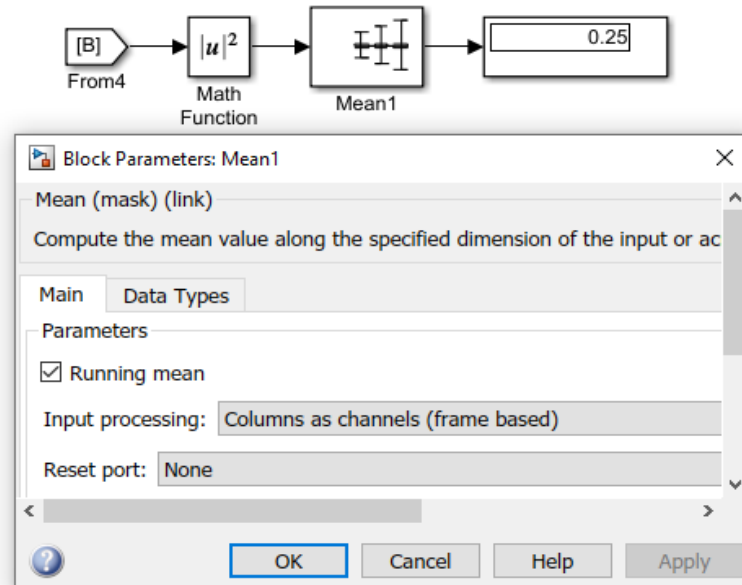
Câu 2: Tính công suất tín hiệu AM bằng lý thuyết? Sau đó thiết lập sơ đồ khối để đo đạt công suất tín hiệu AM như **Hình 7**

Câu 3: Cho biết loại nhiễu và công suất nhiễu? Sau đó thiết lập sơ đồ khối để đo đạt công suất tín hiệu nhiễu sau khi qua kênh nhiễu và suy ra công suất nhiễu như hình **Hình 8**

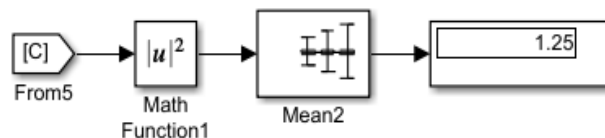
Câu 4: Tính SNR, phương pháp để giảm nhiễu trong thực tế?



Hình 6: Sơ đồ khối của hệ thống truyền thông AM qua kênh nhiễu AWGN



Hình 7: Sơ đồ khối đo đạt công suất của tín hiệu AM



Hình 8: Sơ đồ khối đo đạt công suất của tín hiệu AM qua kênh AWGN