

Bài 4a và 4b: Điều biến mã xung - Ghép kênh phân chia theo thời gian (PCM-TDM)

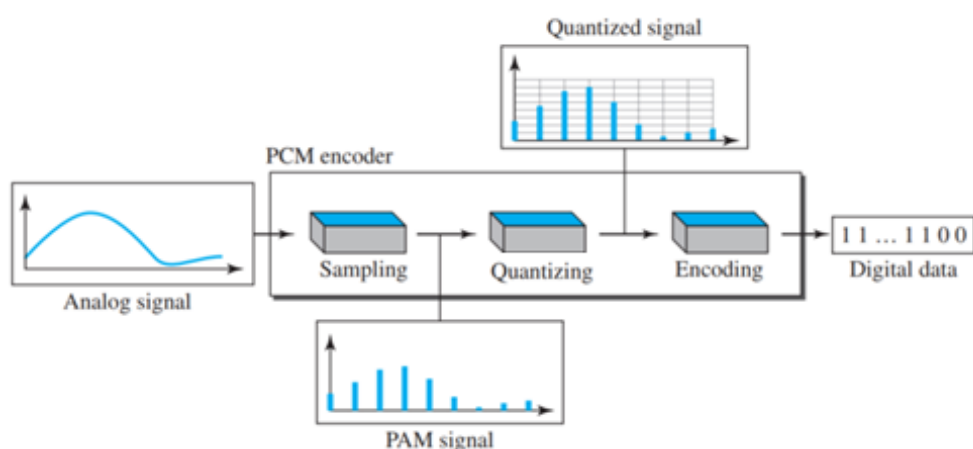
Mục đích:

- Nguyên tắc điều biến mã xung và khôi phục tín hiệu tương tự
- Thực hiện TDM cho tín hiệu PAM và PCM

A. Nguyên tắc điều biến mã xung và khôi phục tín hiệu tương tự

1.1 Cơ sở lý thuyết

Điều biến mã xung (PCM) gồm 3 quá trình như **Hình 1** gồm: *lấy mẫu, lượng tử và mã hóa*.

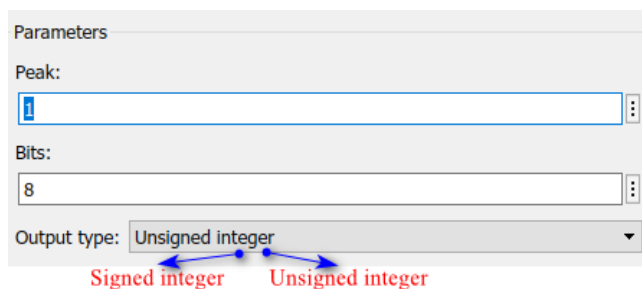


Hình 1: Nguyên lý mã hóa PCM

Tín hiệu tương tự được lấy mẫu mỗi thời điểm T_s , với T_s là *chu kỳ lấy mẫu*. Nghịch đảo của thời gian lấy mẫu gọi là *tốc độ lấy mẫu* hay *tần số lấy mẫu* và được ký hiệu là f_s , với $f_s = 1/T_s$. Có ba phương pháp lấy mẫu là *lý tưởng*, *tự nhiên* và *đỉnh phẳng*. Trong đó, phương pháp phổ biến nhất là *lấy mẫu và giữ sẽ tạo ra các mẫu đỉnh phẳng*. Quá trình lấy mẫu này gọi là *điều biến biên độ xung (PAM)*.

Lấy mẫu: Dựa theo lý thuyết Nyquist, tốc độ lấy mẫu *lớn hơn hoặc bằng* hai lần tần số cao nhất trong tín hiệu.

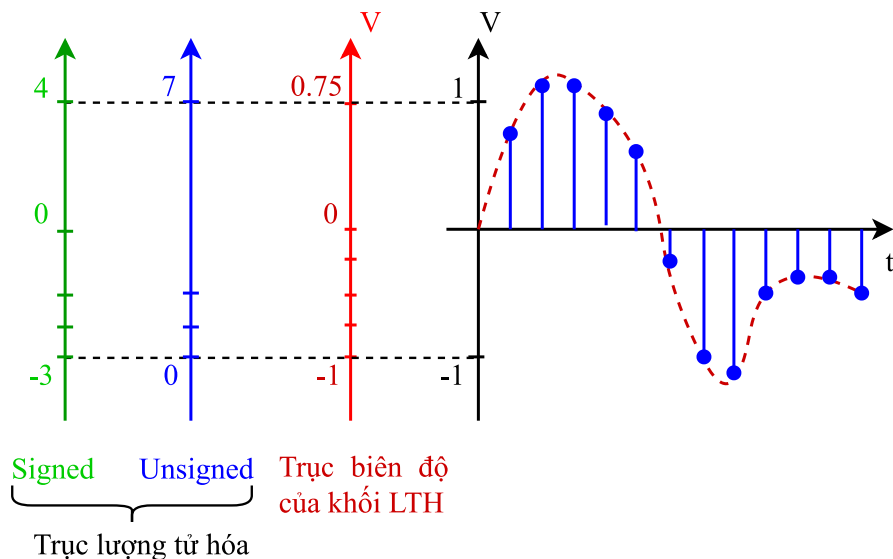
Lượng tử hóa: Trong Matlab sử dụng khối Uniform Encoder để lượng tử hóa như **Hình 2**



Hình 2: Khối Uniform Encoder

- Ở đây, **Bits = B** là số bit sử dụng cho mã hóa một giá trị lượng tử hóa. Ví dụ, $B = 3$ thì số mức thang lượng tử hóa là 8
- Nếu giá trị **Peak = V** thì thang biên độ của khối lượng tử hóa được xác định $[-V, (1 - 2^{1-B})V]$. Ví dụ, $B = 3$ và $V = 1$ thì thang biên độ của khối lượng tử hóa là $[-1, 0.75]$ như **trục màu đỏ ở Hình 3**.
- Giá trị của Output type có thể là Unsigned integer hoặc Signed integer. Ví dụ, $B = 3$ và $V = 1$ thì nếu chọn Output type = Unsigned integer thì **trục màu xanh lam** như **Hình 3**. Ngược lại, chọn Output type = Signed integer thì **trục màu xanh lá**.
- Nếu lượng tử hóa đều thì

$$1 \text{ đơn vị trên trục LTH} = \frac{V + (1 - 2^{1-B})V}{2^B - 1} \text{ đơn vị trên trục biên độ LTH}$$



Hình 3: Phân trục biên độ và lượng tử hóa

Mã hóa: Sau khi lượng tử hóa, các mẫu sẽ chuyển thành từ mã có B bit. Số bit cho mỗi mẫu phụ thuộc là số mức lượng tử $B = \log_2(L)$. Tốc độ bit được xác định:

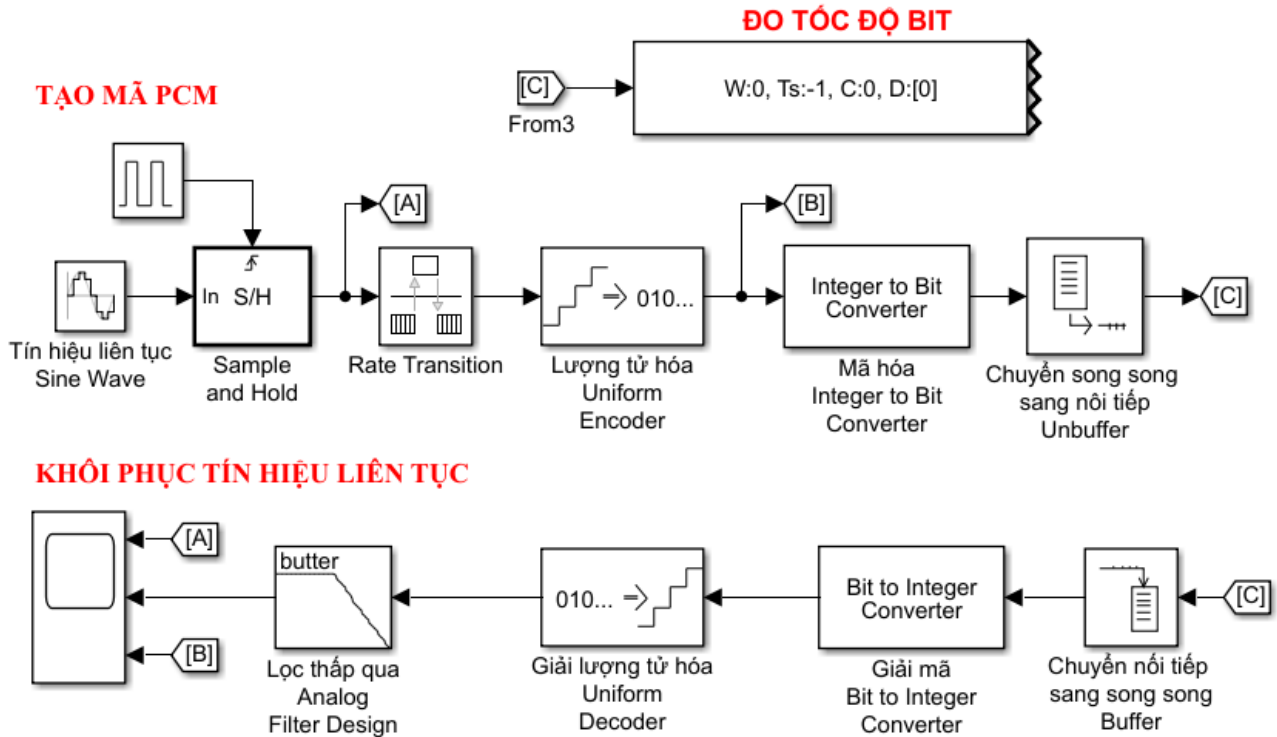
$$\text{Tốc độ bit} = \text{tốc độ lấy mẫu} \times \text{số bit trong một mẫu} = Bf_s.$$

Ví dụ: Bảng mã hóa cho trường hợp $B = 3$

Có dấu	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Mã hóa	111	101	101	000	001	010	011	100
Không dấu	0	1	2	3	4	5	6	7
Mã hóa	000	001	010	011	100	101	110	111

1.2 Thực hành

Câu 1: Hoàn thiện sơ đồ sau cho việc tạo mã PCM và khôi phục tín hiệu tương tự với **Peak = 1** và **Bits = 3**, cho hai trường hợp **Unsigned integer** và **Signed integer**. Tín hiệu tương tự có tần số $f = 3000$ Hz được lấy mẫu với $f_s = 8000$ Sample/s.

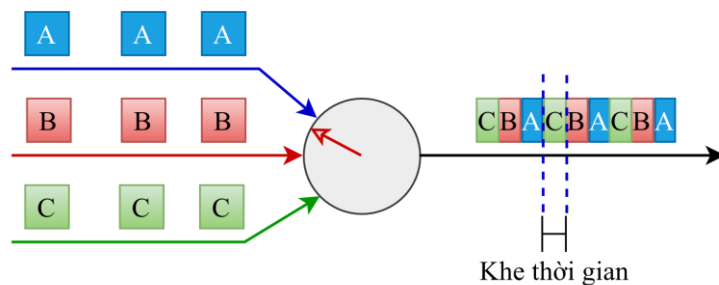


Câu 2: Hoàn thành bảng sau cho tín trình lượng tử hóa và mã hóa với **Peak = 1** và **Bits = 3**, cho hai trường hợp **Unsigned integer** và **Outside integer**

Giá trị mẫu	Thang không dấu		Thang có dấu	
	Giá trị lượng tử hóa	Mã PCM	Giá trị lượng tử hóa	Mã PCM
-1.2				
-0.35				
0.45				
0.9				

B. THỰC HIỆN TDM CHO TÍN HIỆU PAM VÀ PCM

1.3 Cơ sở lý thuyết



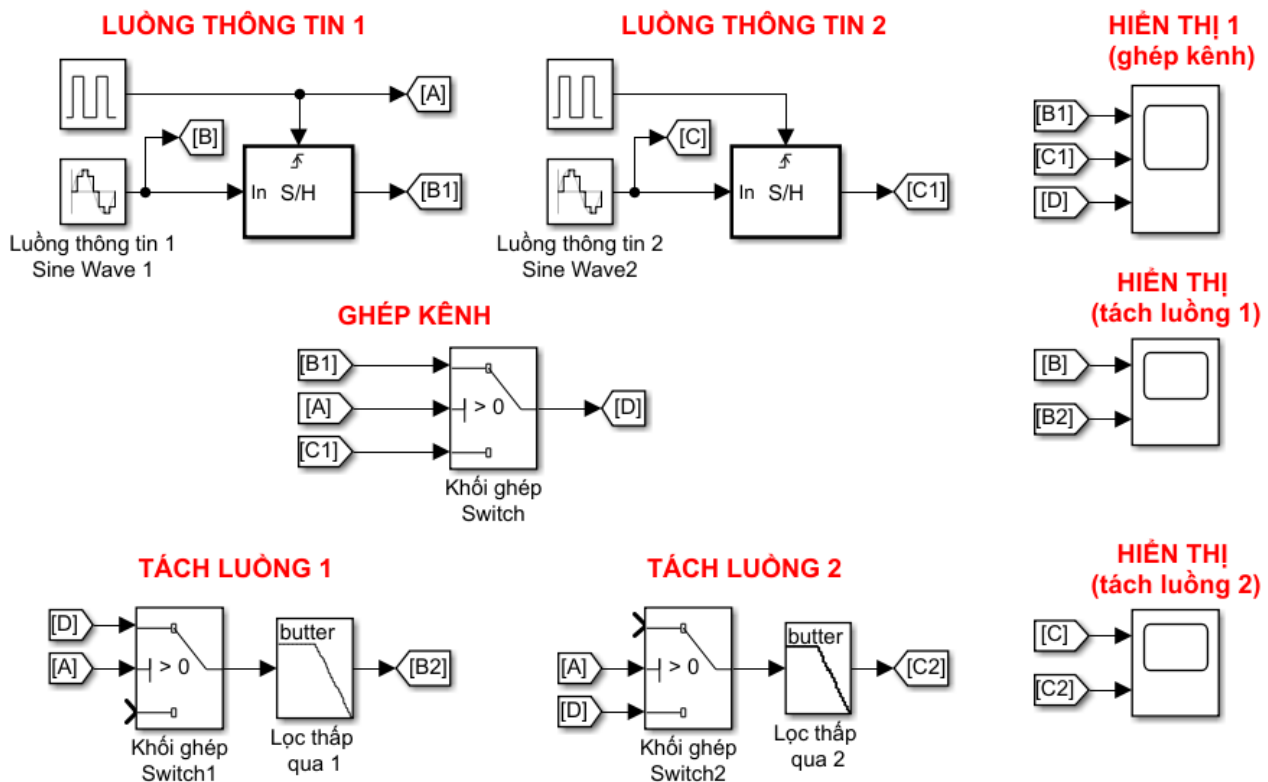
Hình 4: Ghép kênh TDM

Ghép kênh phân chia thời gian (TDM) là kỹ thuật ghép kênh số cho phép nhiều kết nối thành **một luồng có tốc độ cao** và chia sẻ trên một **băng thông rộng**. Mỗi kết nối chiếm một khe thời gian. Về cơ bản, TDM là kỹ thuật ghép kênh số. Dữ liệu từ những nguồn khác nhau kết với nhau gửi trên một đường truyền. Tuy nhiên, điều này không có nghĩa là nguồn không thể là tín hiệu tương tự, tín hiệu tương tự có thể lấy mẫu để chuyển sang dữ liệu số và ghép bằng TDM. Mô hình truyền dẫn TDM được minh họa như **Hình 4**. Các luồng dữ liệu được truyền lần lượt trên từng khe thời gian (time slot).

1.4 Thực hành cho tín hiệu PAM

Câu 3: Thiết kế bộ TDM để truyền hai luồng dữ liệu có tần số là $f_1 = 1000$ Hz và $f_2 = 2000$ Hz như Bảng sau.

Sine Wave 1: 1V, 2000 Hz Sample time: 1/64000	Sine Wave 2: 1V, 1000 Hz Sample time: 1/64000
Pulse Generator 1: <ul style="list-style-type: none"> + Period (s): 1/8000 + Pulse width: 50% + Phase delay: 0 	Pulse Generator 2: <ul style="list-style-type: none"> + Period (s): 1/8000 + Pulse width: 50% + Phase delay: 1/16000



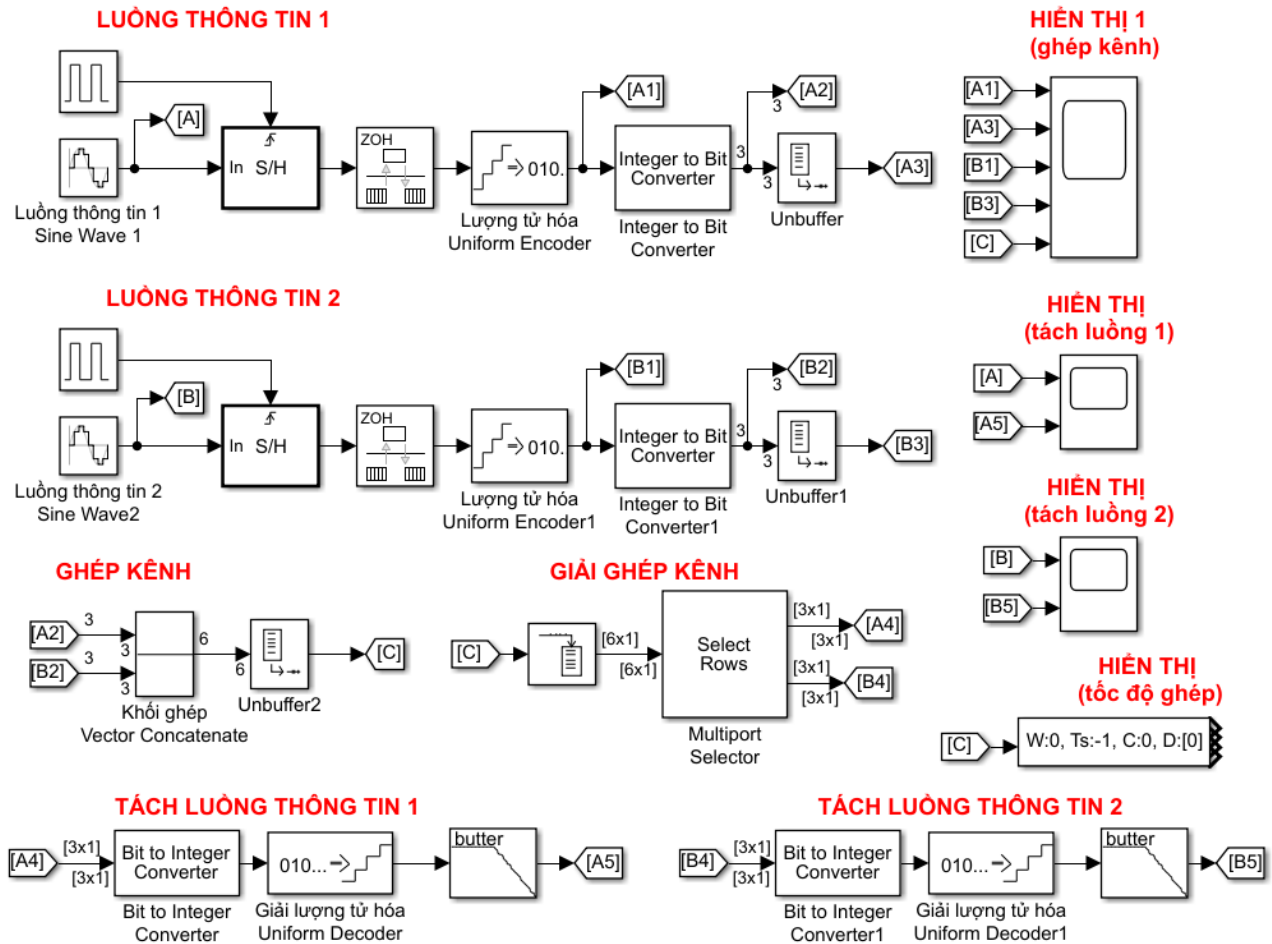
Câu 4: Cho biết khối nào đóng vai trò điều khiển việc ghép kênh và tách kênh?

Câu 5: Xác định time slot của tín hiệu TDM?

Câu 6: Cho biết Sample time của từng tín hiệu Sine Wave và của tín hiệu TDM?

1.5 Thực hành cho tín hiệu PCM

Câu 7: Từ thông tin giả định ở câu 3, thực hiện ghép kênh dưới dạng PCM



Câu 8: Tính tốc độ Bit sau khi ghép?