

## CÁC KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ SỐ

Mục lục :

1.Điều chế dịch biên ASK (Amplitude Shift Keying).....	1
2.Điều chế dịch pha PSK( Phase Shift Keying) .....	4
2.1 Điều chế BPSK .....	4
2.2 Điều chế QPSK .....	5
3.Điều chế FSK (Frequency Shift Keying).....	8
4.Điều chế QAM (Quadrature Amplitude Modulation).....	10
5.Điều chế COFDM .....	12
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	18

## CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ SỐ

Điều chế số: là quá trình biến đổi các thành phần của sóng mang như :tần số, pha ,biên độ theo chuỗi số nhị phân đầu vào. Do đó ta có các điều chế như :ASK, FSK , PSK ...

### 1.Điều chế dịch biên ASK (Amplitude Shift Keying).

- Khái niệm : + Trong điều chế ASK biên độ sóng mang hình sine tần số cao sẽ biến thiên theo mức luận lý của chuỗi tín hiệu số.Tổng quát tín hiệu số sẽ có m mức tín hiệu khác nhau .

+ m=2 ta có điều chế dịch biên nhị phân BASK.

- Biểu thức của tín hiệu ASK :

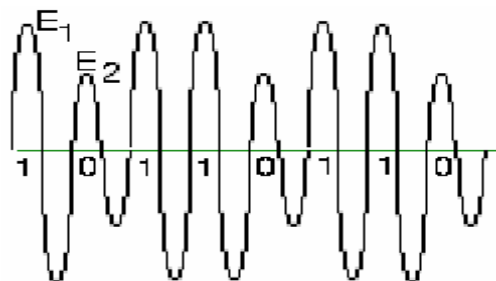
$$v_{ASK}(t) = [A_0 + \Delta A.d(t)].\cos(\omega_0 t + \phi)$$

Trong đó :  $A_0, \omega_0$  : là biên độ và tần số sóng mang .

$d(t) = \pm 1$  : tùy theo mức luận lý của chuỗi số là cao hay thấp

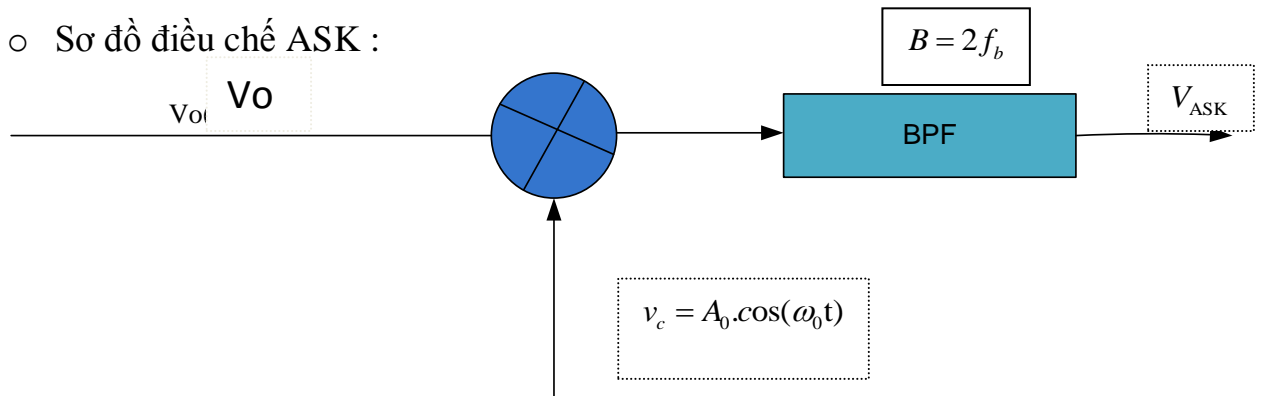
$\Delta A$  : là độ dịch biên độ .

Dạng sóng của tín hiệu điều chế số ASK :

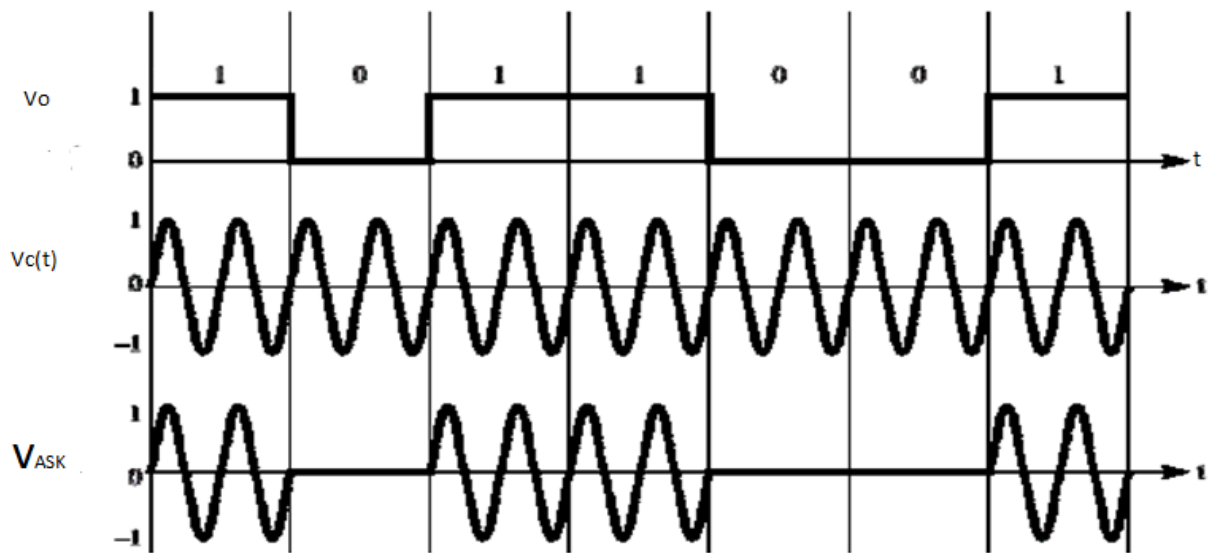


Hình 1. Dạng sóng của tín hiệu ASK

- Sơ đồ điều chế ASK :

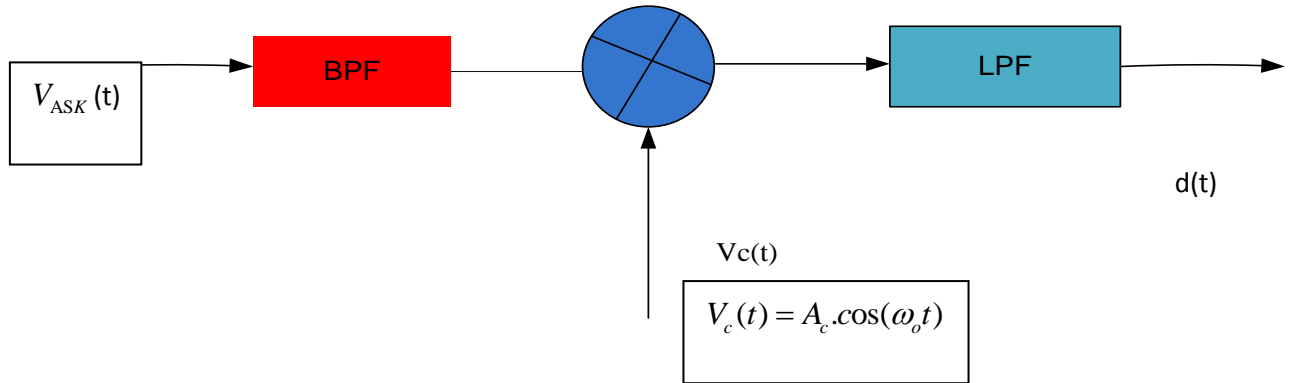


Hình 2. Sơ đồ khối điều chế ASK



Hình 3. Dạng sóng điều chế ASK

- Sơ đồ khối giải điều chế ASK kiểu kết hợp :



Hình 4. Giải điều chế ASK.

- Ưu, nhược điểm :
  - Ưu điểm :
    - +chỉ dùng một sóng mang duy nhất .
    - +phù hợp với truyền tốc độ thấp ,dễ thực hiện .
  - Nhược điểm:+dễ bị ảnh hưởng bởi nhiễu.
  - +khó đồng bộ, ít dùng trong thực tế.
- Ứng dụng trong cáp .

## 2.Điều chế dịch pha PSK( Phase Shift Keying) .

-Khái niệm : +Pha của sóng mang hình sin tần số cao sẽ biến thiên theo mức logic 0 và 1 của chuỗi số .

+  $M = 2^N$  là số pha trạng thái khác nhau của sóng mang với N số bit nhị phân.Ta có các kiểu điều chế M-ary:BPSK, QPSK.

### 2.1 Điều chế BPSK :

Biểu thức của tín hiệu BPSK :

$$v_{BPSK}(t) = A.d(t)\cos(\omega_0 t + \phi)$$

Trong đó : +A : là biên độ,  $\omega_0$  tần số,  $\phi$  là góc pha ban đầu của sóng mang .

+ $d(t) = \pm 1$ : tùy theo mức luận lý của chuỗi số đầu vào .

## Các kỹ thuật điều chế số

✚ Phổ của tín hiệu BPSK :

$$G_{BPSK}(f) = \frac{1}{2}[G(f-f_0) + G(f+f_0)]$$

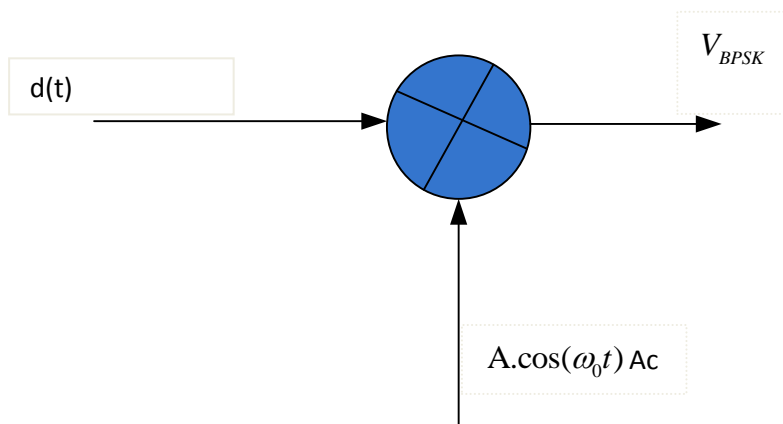
Nếu ta đặt  $A = \sqrt{2P_s}$  trong đó  $P_s$  công suất sóng mang thì  $E_b = P_s T_b$  là năng lượng mỗi bit.

Thì phổ của tín hiệu xung :  $G(f) = P_s T_b \left( \frac{\sin \pi f T_b}{\pi f T_b} \right)^2$

Suy ra phổ của tín hiệu PBSK :

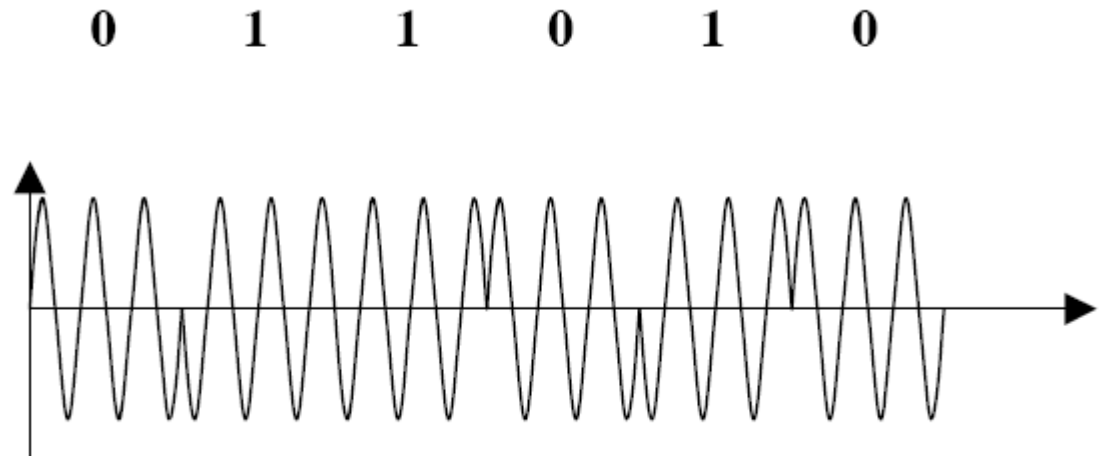
$$G_{BPSK} = \frac{P_s T_b}{2} \left[ \left( \frac{\sin \pi (f - f_0) T_b}{\pi (f - f_0) T_b} \right)^2 + \left( \frac{\sin \pi (f + f_0) T_b}{\pi (f + f_0) T_b} \right)^2 \right]$$

✚ Sơ đồ điều chế BPSK :



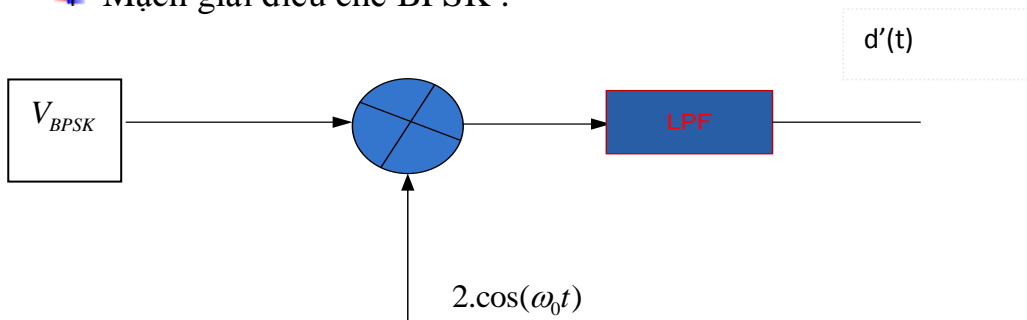
Hình 5. Điều chế BPSK.

Dạng sóng của tín hiệu BPSK :



Hình 6. Dạng sóng tín hiệu BPSK.

✚ Mạch giải điều chế BPSK :



Hình 7. Điều chế BPSK

### 2.2 Điều chế QPSK :

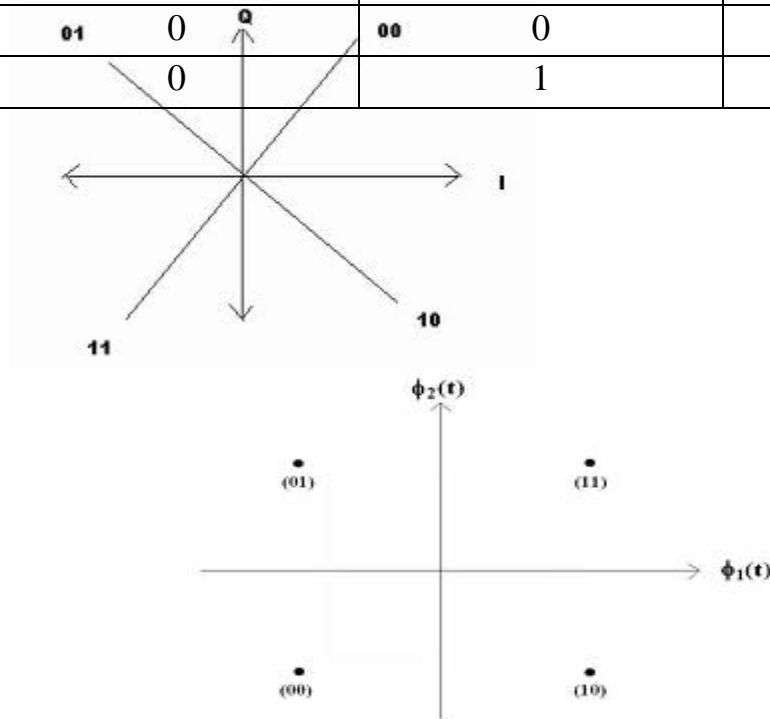
-Khái niệm: là quá trình điều chế pha của sóng mang với 4 trạng thái khác nhau và vuông góc với nhau .

Biểu thức của tín hiệu :

$$V_{QPSK}(f) = \sqrt{2}A.\cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$$

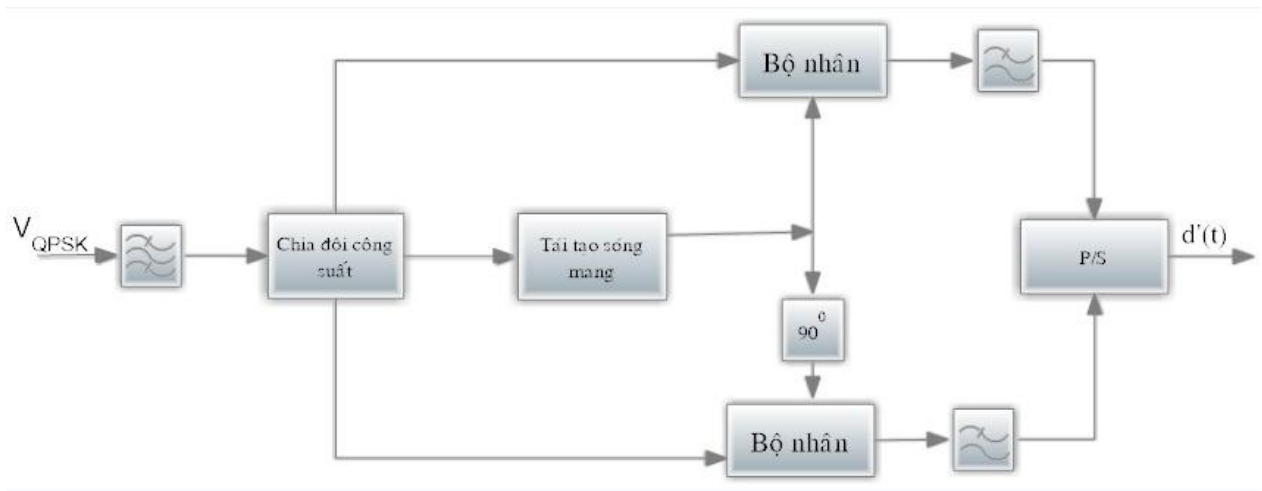
Giá trị của  $\varphi(t)$  tương ứng với mỗi ký hiệu 2 bit, gọi  $b_0(t)$ ,  $b_e(t)$  là bit chẵn và bit lẻ trong mỗi ký hiệu 2 bit :

$b_0(t)$	$b_e(t)$	$\varphi(t)$
1	1	$\pi/4$
1	0	$3\pi/4$
01	0	$5\pi/4$
0	1	$7\pi/4$



Hình 8. Biểu đồ trạng thái pha điều chế QPSK.

Sơ đồ khối bộ giải điều chế :



Hình 9 .Sơ đồ khối giải điều chế QPSK.

-Ưu nhược điểm của điều chế PSK :

+Ưu điểm: Ít lỗi, ít nhạy với nhiễu do pha ít bị ảnh hưởng của môi trường và tần số .

+Nhược điểm: Khó thực hiện các mạch điều chế, dễ sai pha khi điều chế ở mức cao.

-Ứng dụng: Sử dụng nhiều trong mạng không dây Wifi, di động CDMA .

### 3. Điều chế FSK (Frequency Shift Keying).

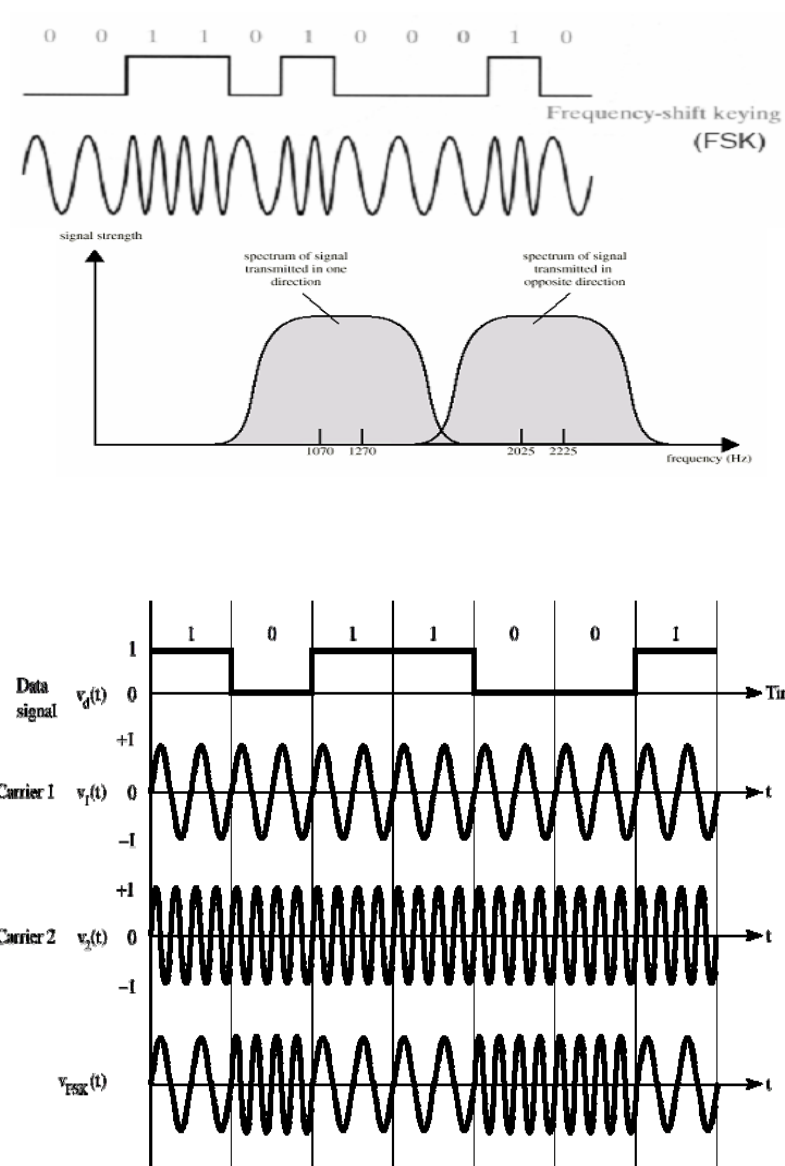
- Khái niệm: +Dùng 2 tần số khác nhau của sóng mang để biểu diễn bit 1 và 0.

+ Tần số cao với mức 1 và thấp với mức 0.

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t + \theta_c) & \text{binary 1} \\ A \cos(2\pi f_2 t + \theta_c) & \text{binary 0} \end{cases}$$

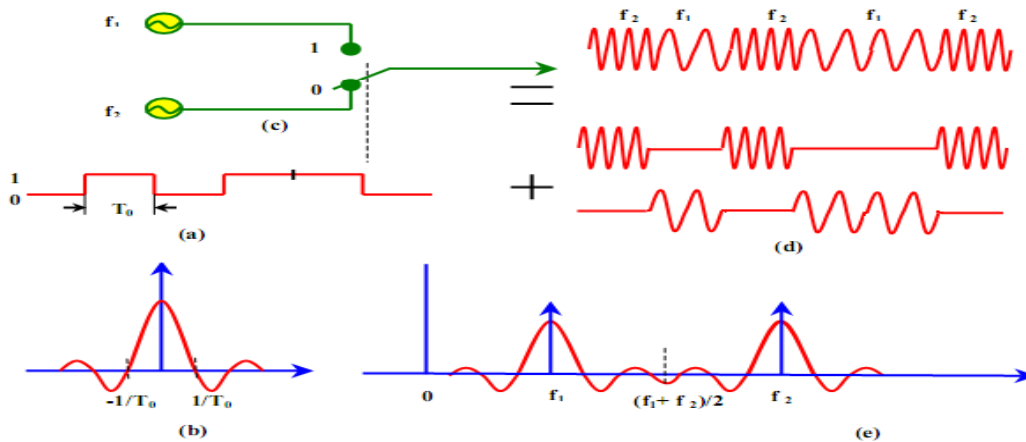


### Dạng sóng của tín hiệu FSK



Hình 10. Dạng sóng tín hiệu điều chế FSK.

Phổ của tín hiệu FSK :



**Hình 7.9 Điều chế FSK: dạng sóng, bộ điều chế, phổ**  
(a) Tín hiệu băng gốc (b) Phổ điện áp của tín hiệu băng gốc (c) Bộ điều chế FSK  
(d) Tín hiệu FSK (e) Phổ điện áp của tín hiệu FSK

Hình 11. Phổ của tín hiệu FSK.

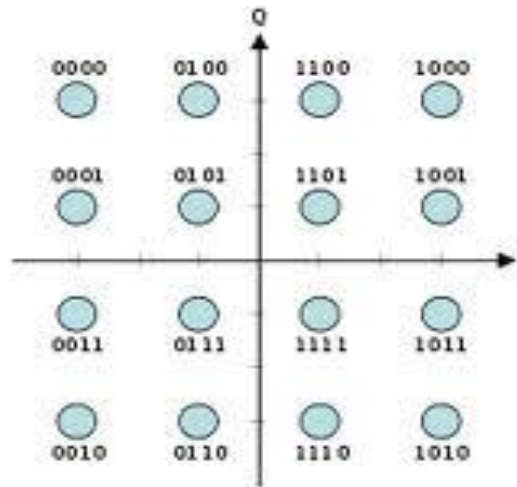
- Ưu điểm, nhược điểm :
  - Ưu điểm : +Ít bị ảnh hưởng bởi nhiễu và ít lỗi hơn so với ASK .
  - Nhược điểm :+Tần số cao dễ bị nhiễu và hạn chế tốc độ truyền .
  - +Khó đồng bộ.
- Ứng dụng :
  - + Dùng rộng rãi trong truyền số liệu .
  - + Dùng để truyền dữ liệu tốc độ 1200bp hay thấp hơn trên mạng điện thoại .
  - + Có thể dùng tần số cao (3-30MHz) để truyền sóng radio hoặc cáp đồng trục .

#### 4.Điều chế QAM (Quadrature Aplitude Modulation).

-Khái niệm : + là sự kết hợp của điều biên và điều pha .

+ trong phương pháp điều chế M-FSK để tăng hiệu suất sử dụng băng tần với cùng một tốc độ bit ta cần phải tăng bậc điều chế pha nhưng khi tăng bậc điều chế dẫn đến khoảng cách giữa các trạng thái sẽ gần nhau làm tăng bit lỗi .

Các trạng thái pha của tín hiệu 16QAM :



Hình 12. Giản đồ chòm sao 16QAM

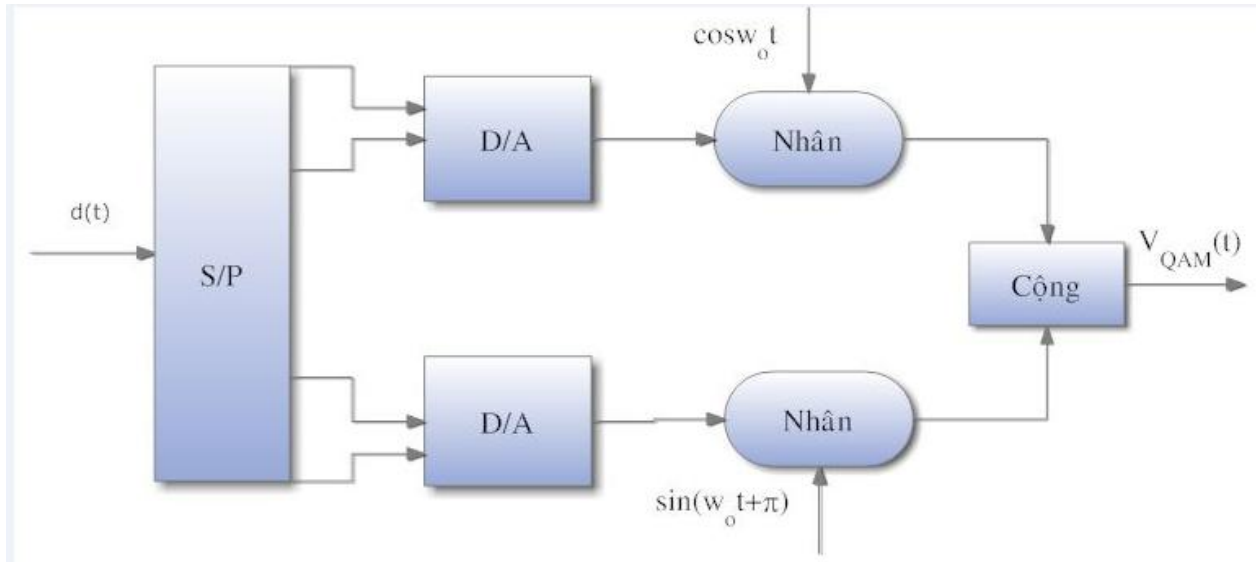
Biểu thức của tín hiệu QAM :

$$V_{QAM}(t) = k_1 \sqrt{0.2P_S} \cos(\omega_0 t) + k_2 \sqrt{0.2P_S} \sin(\omega_0 t + \pi)$$

Trong đó  $k_1$  và  $k_2 = \pm 1, \pm 3$ .

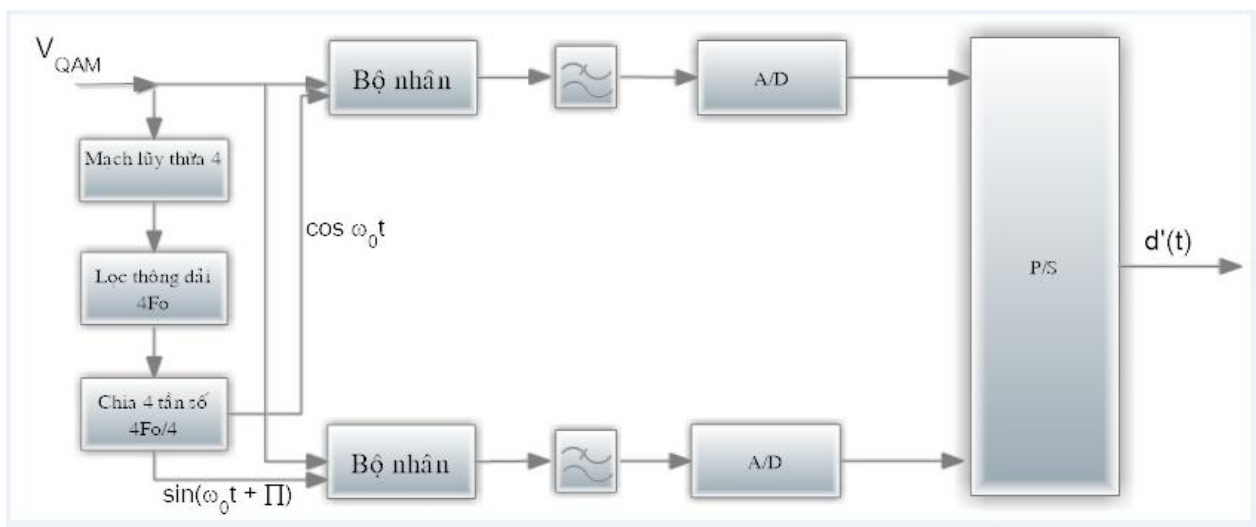
Độ rộng phổ tần của tín hiệu:  $B = 2 \frac{f_b}{N}$ .

-Mạch điều chế 16 QAM :



Hình 13. Mạch điều chế 16QAM.

Mạch giải điều chế 16QAM :



Hình 14. Mạch giải điều chế QAM.

-Ưu điểm: điều chế QAM cho phép tăng dung lượng bit kênh truyền nhưng không làm tăng dải thông của kênh truyền. Do đó QAM thích hợp cho các ứng dụng tốc độ cao .

-Nhược điểm: khi cùng công suất phát nếu tăng mức điều chế có thể tăng thêm lỗi .

## Các kỹ thuật điều chế số

-Ứng dụng: trong truyền hình số mặt đất DVB-T, DiBEG,....

### 5.Điều chế COFDM :

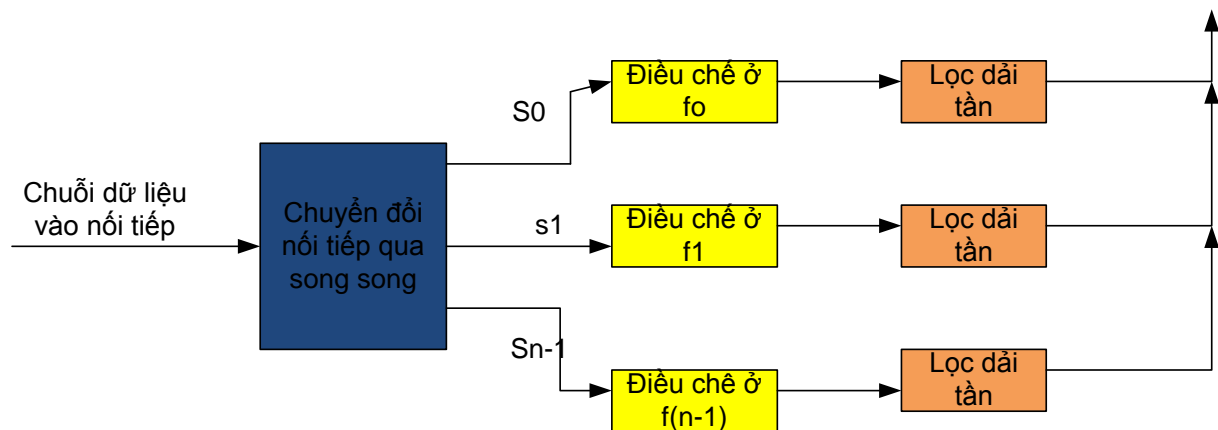
#### Nguyên lý cơ bản của OFDM

-Nguyên lý cơ bản của OFDM là chia 1 luồng dữ liệu tốc độ cao thành những luồng dữ liệu tốc độ thấp hơn và phát đồng thời trên 1 số các sóng mang con trực giao. Vì khoảng thời gian symbol tăng lên cho các sóng mang con song song tốc độ thấp hơn, cho nên lượng nhiễu gây ra do độ trễ đa đường giảm xuống. Nhiễu xuyên ký tự hầu như được hạn chế hoàn toàn, do đưa vào 1 khoảng thời gian bảo vệ cho mỗi symbol OFDM. Trong khoảng thời gian bảo vệ, mỗi symbol OFDM được bảo vệ theo chu kỳ để tránh nhiễu giữa các sóng mang ICI.

-Kỹ thuật OFDM sử dụng kiểu điều chế đa sóng mang chồng phủ, điều này cho phép tiết kiệm băng thông kênh truyền, tuy nhiên ta cần phải triệt nhiễu giữa các sóng mang, nghĩa là các sóng mang phải trực giao với nhau.

- Dữ liệu trên mỗi sóng mang con sẽ chồng lên dữ liệu trên các sóng mang lân cận, đây chính là nguyên nhân làm tăng hiệu quả sử dụng phổ trong OFDM.

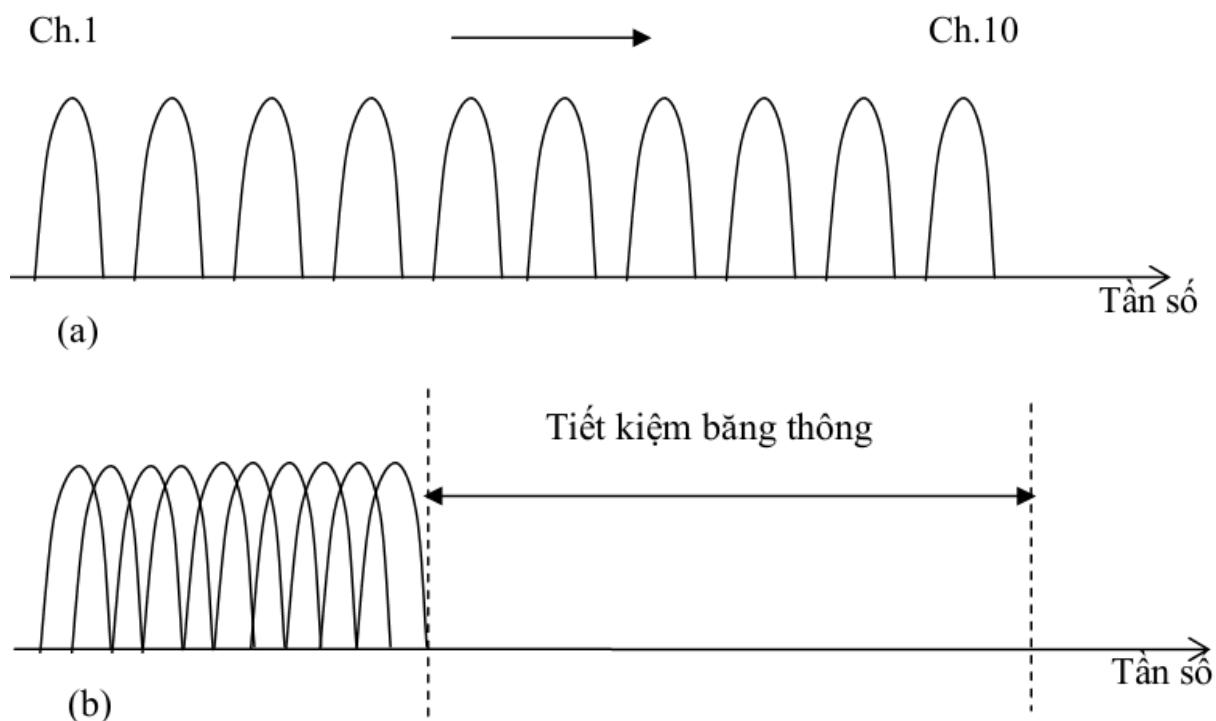
Cấu trúc khối phát OFDM :



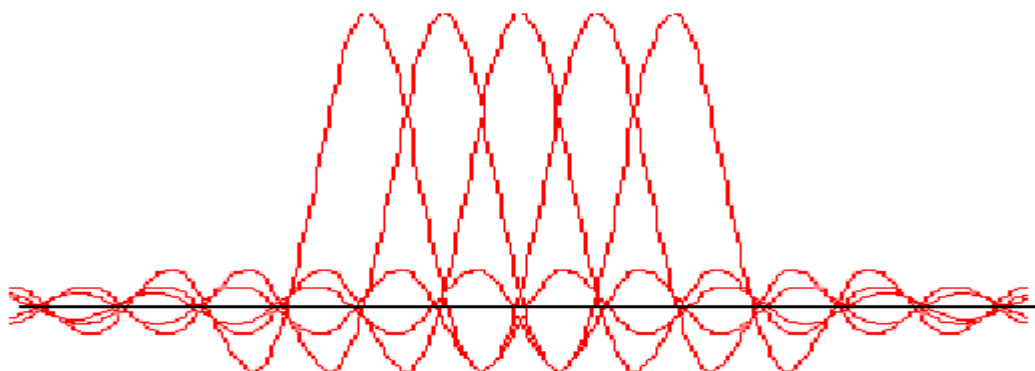
Hình 15. Sơ đồ khối điều chế OFDM.

## Các kỹ thuật điều chế số

Dạng sóng tín hiệu ban đầu và sau khi đã dùng kỹ thuật OFDM :



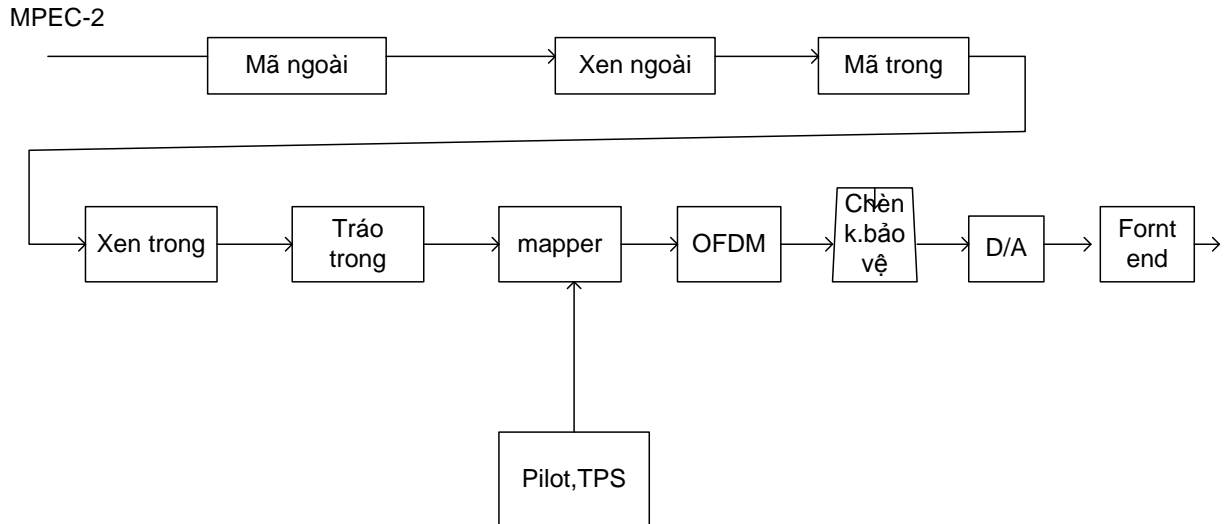
Phổ của một kênh OFDM :



Hình 16. Phổ kênh OFDM.

## Các kỹ thuật điều chế số

### ○ Sơ đồ khối của kỹ thuật điều chế COFDM :



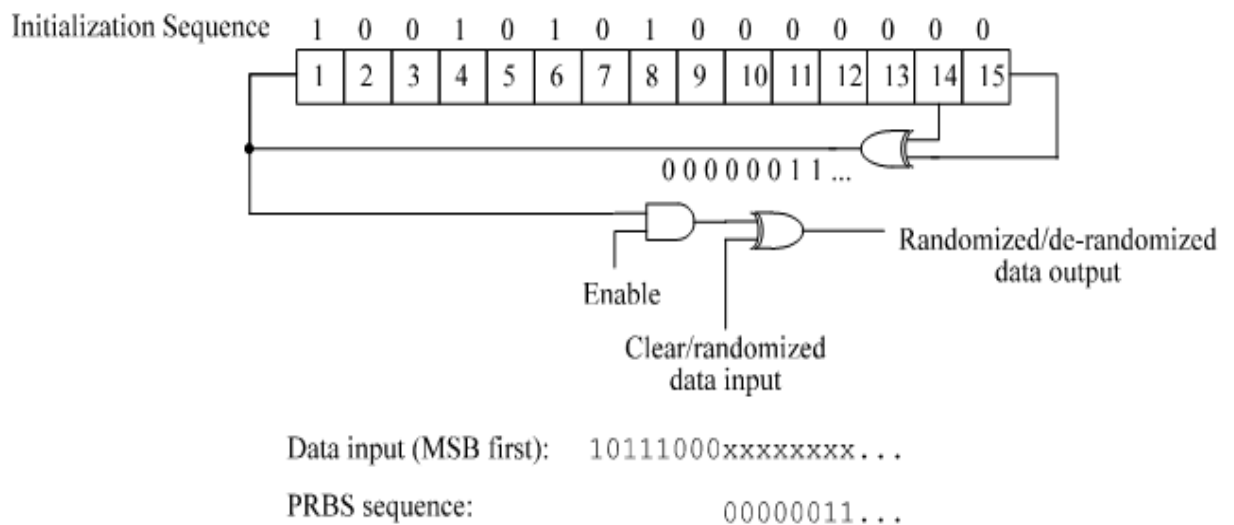
Hình 17. Sơ đồ khối điều chế COFDM.

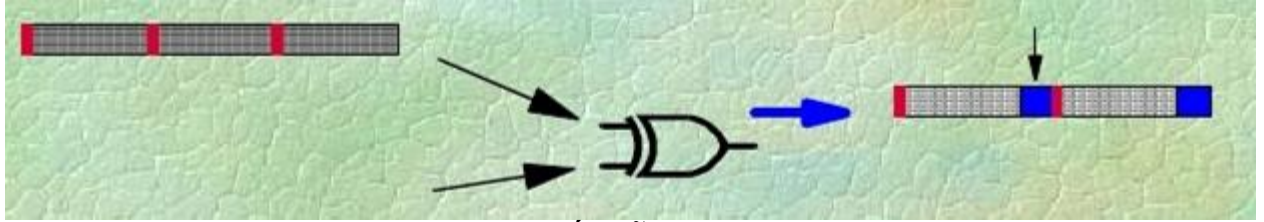
Chi tiết về các khối :

- Khối mã hóa phân tán năng lượng và phối hợp ghép kênh:

Để đảm bảo truyền dẫn không có lỗi, dòng dữ liệu đến từ khối nén sẽ được ngẫu nhiên hóa. Đầu tiên sẽ được nhận dạng bởi chuỗi giả ngẫu nhiên PRBS, mục đích của quá trình này là phân tán năng lượng tín hiệu phổ và giảm bớt các chuỗi bit 0 hoặc 1 liên tiếp có thể gây ra lỗi.

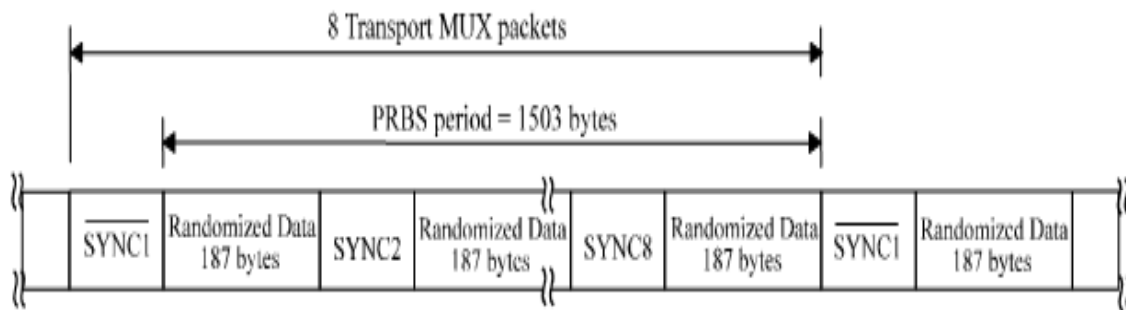
Cơ chế ngẫu nhiên hóa :





Hình 18. Cơ chế ngẫu nhiên hóa.

Cấu trúc gói dữ liệu sau khi được ngẫu nhiên hóa :

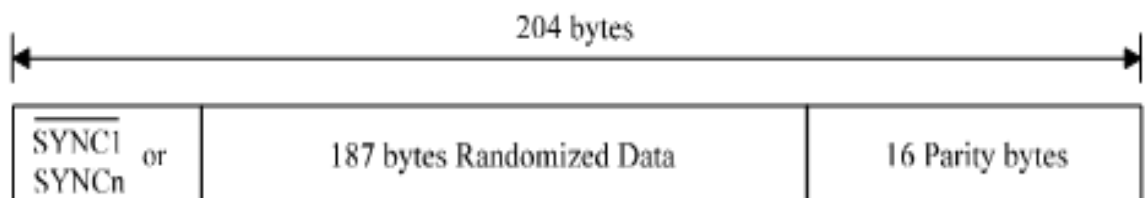


b) Randomized transport packets: Sync bytes and Randomized Data bytes

Hình 19. Cấu trúc gói dữ liệu sau khi được ngẫu nhiên hóa .

- Khối mã ngoài và khối xen ngoài (Outer coder và interleaver):

Bộ mã ngoài sử dụng mã Reed Solomon nhằm mã hóa dữ liệu đã được ngẫu nhiên hóa nhằm bảo vệ lỗi, mỗi gói dữ liệu 188byte sẽ được thêm 16byte RS, và có khả năng sửa đến 8 lỗi trong một gói. Việc ghép ngoài chính là ghép các byte theo một chu kỳ nhất định, thường độ sâu là  $l=12$ .



c) Reed-Solomon RS(204,188,8) error protected packets

Hình 20. Cấu trúc gói dữ liệu sau khi thêm mã RS.



## Các kỹ thuật điều chế số

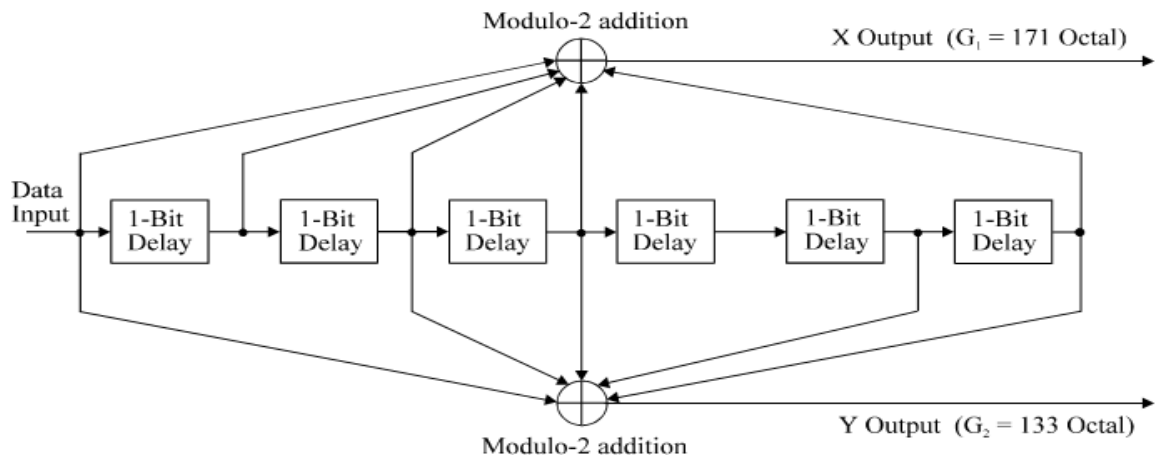
- Khối mã nội (inter encoder):

Đây là quá trình mã hóa đến từng bit, thường mã hóa theo các tỉ lệ  $n/m$  ( $1/2$ ,  $2/3$ ,  $3/4$ ). Có nghĩa là cứ  $m$  bit truyền thì chỉ có  $n$  bit mang thông tin, còn lại để sửa lỗi.

Bảng mã hóa các tỉ lệ :

Code Rates $r$	Puncturing pattern	Transmitted sequence (after parallel-to-serial conversion)
1/2	X: 1 Y: 1	$X_1 Y_1$
2/3	X: 1 0 Y: 1 1	$X_1 Y_1 Y_2$
3/4	X: 1 0 1 Y: 1 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3$
5/6	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3 Y_4 X_5$
7/8	X: 1 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 Y_3 Y_4 X_5 Y_6 X_7$

Sơ đồ tính Code rate  $1/2$  :



Hình 21. Cấu trúc khối mã nội code rate  $1/2$ .

- Khối ghép xen nội (inner interleaver):

Dữ liệu đến đây sẽ được tráo theo từng bit, thông tin sẽ rất khác so với ban đầu, quá trình này sẽ giảm thiểu tối đa lỗi.

- Các khối điều chế tín hiệu (Mapper, Frame Adaptation, OFDM) :

Dữ liệu sau khi hoàn thành mã sửa lỗi được định vị lên chòm sao điều chế (Mapper). Và sau khi thêm các Pilot đồng bộ dữ liệu sẽ được đưa lên sóng mang và chèn thêm các khoảng bảo vệ để giảm lỗi ISI.

- Khối D/A: là quá trình chuyển đổi Analog sang Digital để phát lên anten.

## Các kỹ thuật điều chế số

---

- Front end: bao gồm rất nhiều khối như đưa tín hiệu analog lên cao tần, các quá trình khuếch đại và tiền khuếch đại, trước khi đưa lên anten phát.

Các ưu điểm, khuyết điểm của điều chế COFDM :

- Ưu điểm :

- Sử dụng phổ tần hiệu quả do các sóng mang con có phổ chồng lấn lên nhau.
- Giảm thiểu được nhiễu liên ký tự ISI so với điều chế FDM.
- Giảm nhiễu fading, kháng nhiễu băng hẹp tốt.
- Giảm lỗi, và có khả năng phát hiện lỗi và sửa lỗi.
- Có thể truyền với tốc độ cao.
- Phù hợp với các ứng dụng tốc độ cao.

- Khuyết điểm :

- Mất mát phổ do phải chèn khoảng dự trữ
- Phải có sự đồng bộ chính xác về thời gian và tần số.
- Nhạy với hiệu ứng trải phổ doppler.
- Nhiều pha do khó đồng bộ giữa máy phát và máy thu.

- Ứng dụng :

- Cho các hệ thống phát thanh quảng bá.
- Cho các hệ thống truyền hình số như: DVB, DiBEG.
- Dịch vụ số tích hợp quảng bá mặt đất (ISDB-T).

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1.Nguyên lý thông tin tương tự số.

Tác giả: Vũ Đình Thành, Nhà xuất bản đại học quốc gia HCM.

2.Kỹ thuật ghép kênh số.

Tác giả: KS.Nguyễn Thị Thu, Nhà xuất bản hà nội.

3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift\\_keying](http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift_keying).

4. [http://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude-shift\\_keying](http://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude-shift_keying).

5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-shift\\_keying](http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-shift_keying).