

Tính $\log_2 3$, thì sẽ bấm như sau $(\log 3)/(\log 2)$ hoặc $(\ln 3)/(\ln 2)$

Độ suy giảm tính hiệu: **Attenuation** = $10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \right)$ (dB)

với - P_{signal} là công suất tín hiệu nhận - công suất đầu vào (input signal power) (W)

- P_{noise} công suất của tín hiệu đường truyền - mức nhiễu tại đầu ra (output noise level) (W)

Băng thông Nyquist: nếu băng thông là B thì tốc độ tín hiệu cao nhất là 2B

$$C = 2 \cdot B \cdot \log_2 M$$

với - C khả năng truyền dẫn tối đa khi kênh truyền không nhiễu (bps)

- B băng thông của kênh truyền (Hz)

- M mức thay đổi tín hiệu trên đường truyền.

Signal to Noise ratio:

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \cdot \log_{10}(\text{SNR}) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right) \text{ (dB)}$$

Năng suất Shannon:

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR}) = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \text{ (bps)}$$

Câu 1. Cho một kênh truyền có băng thông (bandwidth) là 2.2MHz, khả năng truyền dẫn (capacity) tối đa là 15.3Mbps, hãy tính SNR_{dB} của kênh

Theo công thức tính năng suất Shannon ta có:

$$C = B \times \log_2(1 + \text{SNR})$$

$$\Rightarrow \log_2(1 + \text{SNR}) = \frac{C}{B} \quad \text{với} \quad C = 15,3 \text{ Mbps} = 15,3 \cdot 10^6 \text{ bps.}$$

$$B = 2,2 \text{ MHz} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ Hz.}$$

$$\Rightarrow \log_2(1 + \text{SNR}) = \frac{15,3 \cdot 10^6}{2,2 \cdot 10^6} \approx 7$$

$$\Rightarrow 1 + \text{SNR} = 2^7 = 128$$

$$\Rightarrow \text{SNR} = 128 - 1 = 127$$

Signal to Noise ratio của kênh truyền:

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \times \log_{10}(\text{SNR}) = 10 \times \log_{10}(127) \approx 21 \text{ dB.}$$

1. Cho kênh truyền có băng thông (bandwidth) là 2,9 MHz, SNR_{dB} của kênh truyền là 2,5 dB, hãy tính khả năng truyền dẫn (capacity) tối đa của kênh truyền.

Ta có Signal to Noise ratio của kênh truyền:

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \times \log_{10}(\text{SNR}) = 2,5 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow \log_{10}(\text{SNR}) = \frac{2,5}{10} = 0,25$$

$$\Rightarrow \text{SNR} = 10^{0,25} = 1,78$$

Theo công thức tính năng suất Shannon:

$$C = B \times \log_2(1 + \text{SNR}) \quad \text{với} \quad B = 2,9 \text{ MHz} = 2,9 \cdot 10^6 \text{ Hz.}$$

$$\Rightarrow C = 2,9 \cdot 10^6 \times \log_2(1 + 1,78) = 2,9 \cdot 10^6 \times 1,47 \approx 4,3 \cdot 10^6 \text{ bps} = 4,3 \text{ Mbps.}$$

2. Cho một kênh truyền có suy hao đường truyền là 26 dB, biết công suất đầu vào (input signal power) là 0,5 W, mức nhiễu tại đầu ra (output noise level) là 6 μW , hãy tính SNR tại đầu ra (output SNR) bằng dB.

Signal to Noise ratio của kênh truyền:

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \right) \quad \text{với} \quad P_{\text{signal}} = 0,5 \text{ W} = 0,5 \cdot 10^6 \mu\text{W}$$

$$P_{\text{noise}} = 6 \mu\text{W}$$

$$\Rightarrow \text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{0,5 \cdot 10^6}{6} \right) = 10 \times \log_{10}(0,08 \cdot 10^6) \approx 10 \times 5 = 50 \text{ dB}$$

Sau khi bỏ qua suy hao đường truyền thì SNR tại đầu ra là:

$$\text{output SNR}_{\text{dB}} = 50 - 26 = 24 \text{ dB.}$$

Câu 2. Để truyền sóng viba mặt đất, người ta đặt 2 cột anten với chiều cao cột thứ nhất là 82.3m và chiều cao của cột thứ hai là 72.7m. Biết bán kính trái đất là 6.378 km, hãy tính khoảng cách xa nhất mà hai anten trên đỉnh hai cột có thể truyền sóng thẳng cho nhau (Line-of-sight propagation).

$$h_1 = 82,3 \text{ m} = 0,0823 \text{ km}; \quad h_2 = 72,7 \text{ m} = 0,0727 \text{ km};$$

$$R = 6.378 \text{ km};$$

Gọi D là khoảng cách xa nhất giữa 2 cột anten tiếp tuyến với mặt đất để truyền sóng. Ta có:

$$\rightarrow D = D_1 + D_2$$

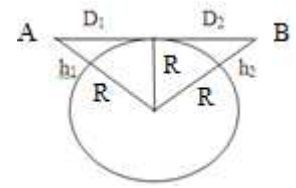
Mà :

$$D_1 = \sqrt{(R + h_1)^2 - (R)^2} = \sqrt{(6.378 + 0,0823)^2 - 6.378^2} = \sqrt{1049,8} =$$

$$32,401 \text{ km}$$

$$D_2 = \sqrt{(R + h_2)^2 - (R)^2} = \sqrt{(6.378 + 0,0727)^2 - 6.378^2} = \sqrt{927,4} = 30,452 \text{ km}$$

$$\rightarrow D = 32,401 + 30,452 = 62,853 \text{ km}$$



CÁC PHƯƠNG THỨC MÃ HÓA

Nonreturn to zero (NRZ-L)

- + bit 0 không thay đổi điện áp
- + bit 1 có thay đổi điện áp

Nonreturn to zero Inverted (NRZI)

- + bit 0 không thay đổi điện áp ở đầu thời khoảng bit
- + bit 1 có thay đổi điện áp ở đầu thời khoảng bit

Bipolar-AMI (Alternate Mark Inversion)

- + bit 0 không có tín hiệu
- + bit 1 xung âm, dương xen kẽ.

Pseudoternary

- + bit 0 xung âm, dương xen kẽ.
- + bit 1 không có tín hiệu

Manchester

- + bit 0 L → H ở giữa thời khoảng bit (thấp → cao)
- + bit 1 H → L ở giữa thời khoảng bit (cao → thấp)

Differential Manchester (Manchester vi sai)

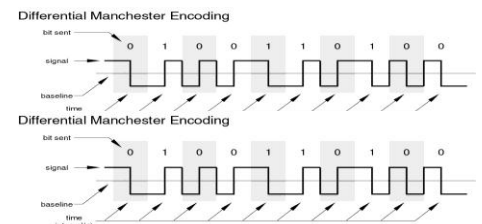
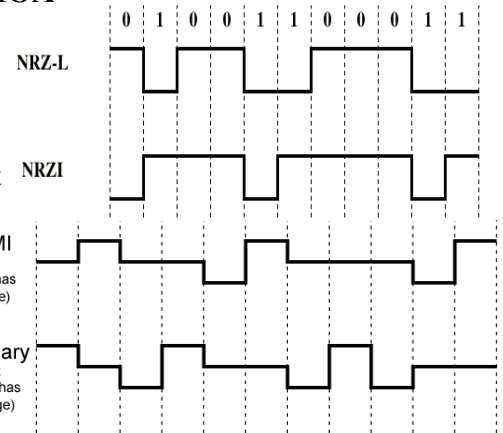
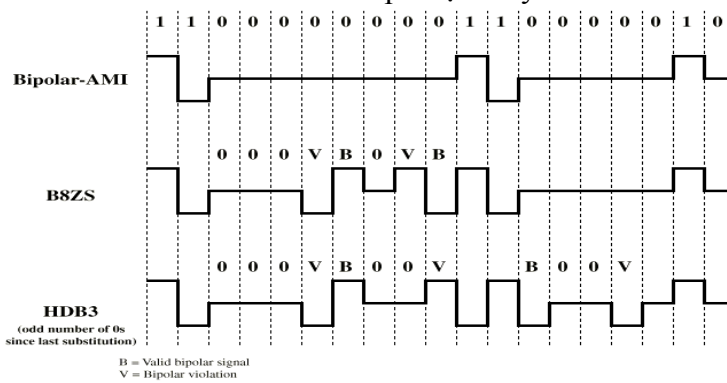
- + bit 0 thay đổi đầu thời khoảng bit
- + bit 1 không có thay đổi ở đầu thời khoảng bit

B8ZS

- + Có 8 bit 0 liên tiếp và điện áp cuối cùng trước đó là +, mã thành 000 - - 0 - +
- + Có 8 bit 0 liên tiếp và điện áp cuối cùng trước đó là -, mã thành 000 - + 0 + -

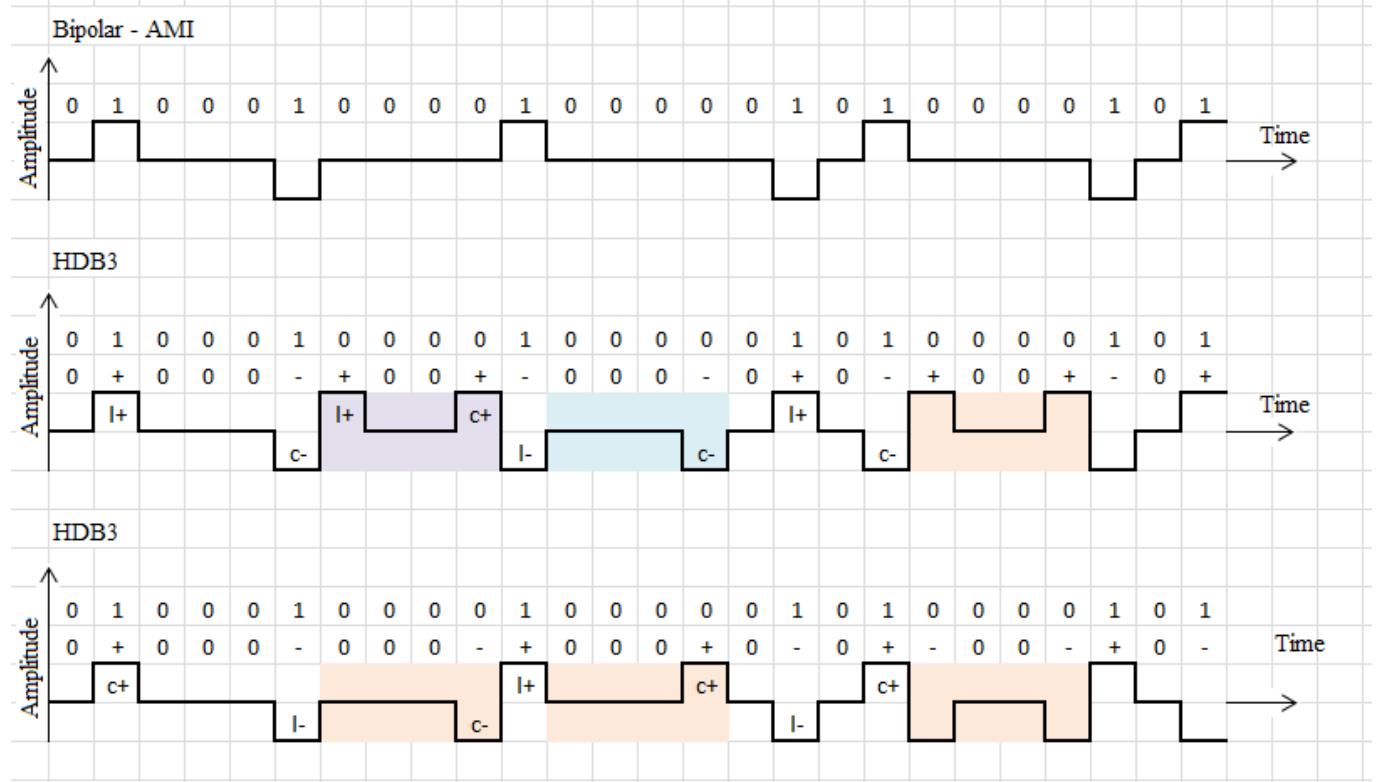
HDB3

Chuỗi 4 số 0 liên tiếp được thay thế

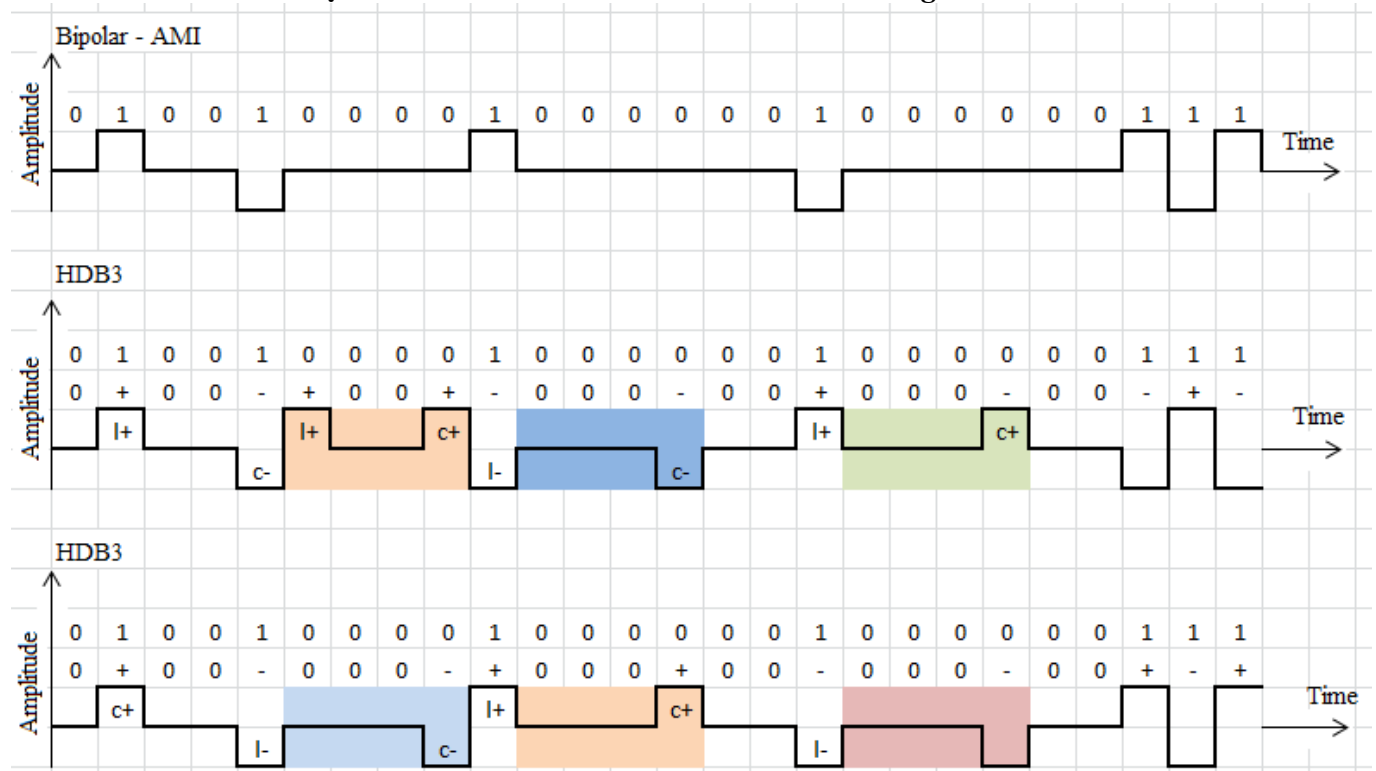


	Số bit một từ lần thay thế cuối cùng	
Cực của xung trước đó	Lẻ	Chẵn
-	000-	+00+
+	000+	-00-

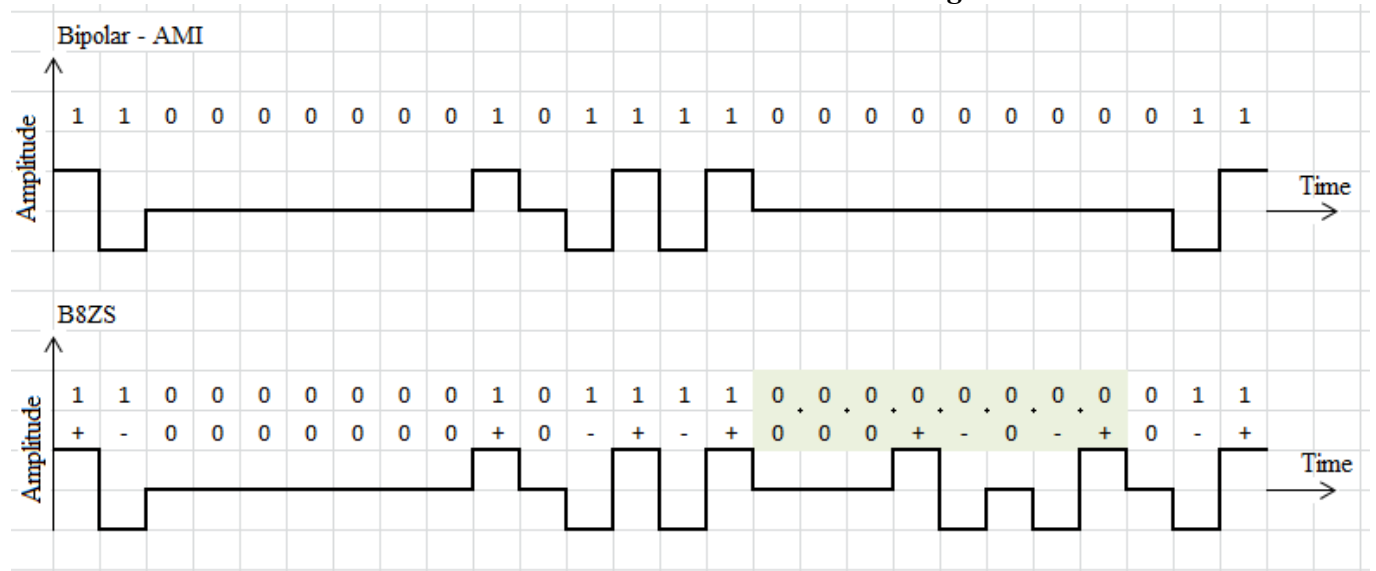
Câu 3. Cho chuỗi 01000100001000001010000101. Hãy vẽ tín hiệu số của chuỗi trên bằng mã HDB3



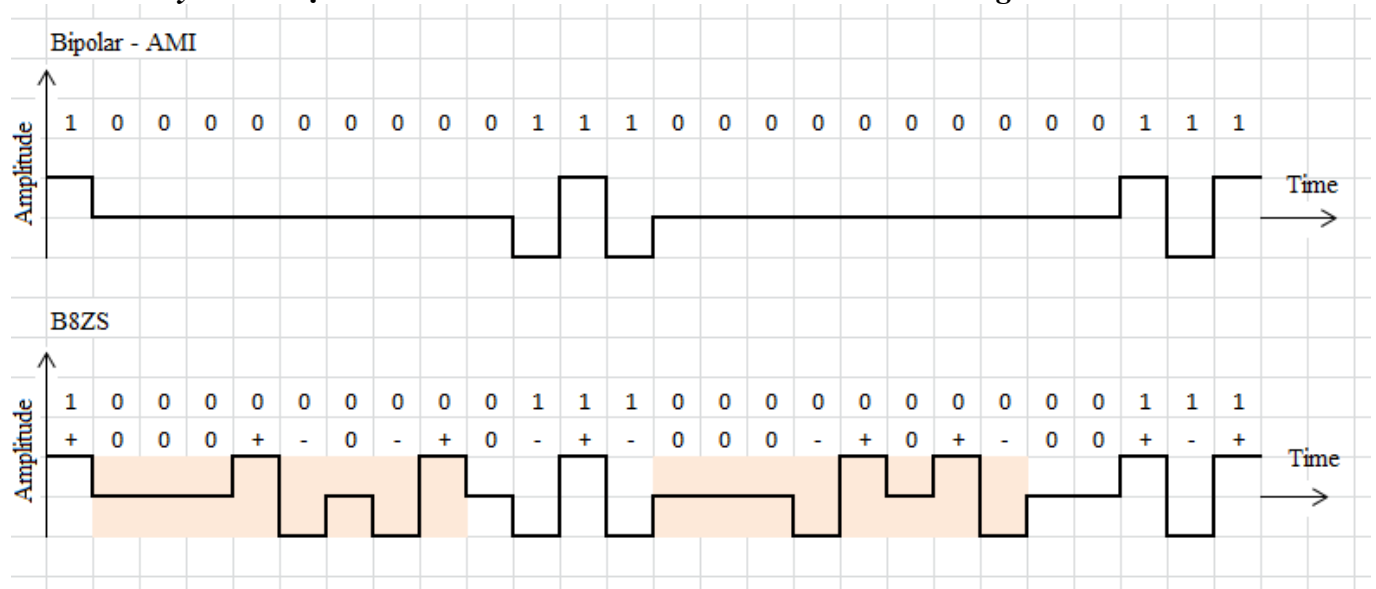
Câu 3. vẽ tín hiệu chuỗi 01001000010000001000000111 bằng mã HDB3.



Câu 4. Cho chuỗi 11000000010111100000000011 vẽ chuỗi bằng mã B8ZS



4. Hãy vẽ tín hiệu số của chuỗi 10000000001110000000000111 bằng mã B8ZS.



CRC (Cyclic Redundancy Check) - Kiểm tra độ dư vòng

- + Với k bit phát, máy tạo ra chuỗi n bit kiểm tra FCS (Frame Check Sequence)
- + Gửi k + n bit chia hết cho số kiểm tra P (n+1) bit xác định trước
- + Máy thu chia (modulo 2) frame nhận được cho cùng số kiểm tra P nếu không có phần dư thì có khả năng không có lỗi

Cách xác định FCS bằng chia đa thức

$$M = 111101 \Rightarrow M(x) = X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + 1$$

$$P = 1101 \Rightarrow P = X^3 + X^2 + 1$$

=> FCS có 3 bits (n = 3)

$$\text{Dữ liệu dịch trái n bits: } 2^n M(x) = X^8 + X^7 + X^6 + X^5 + X^3$$

5. Cho chuỗi 100101011010100001000010111**hãy tính mã CRC với đa thức sinh $X^5 + X^3 + X + 1$**

Ta có:

$$M = 1^{26}0^{25}0^{24}1^{23}0^{22}1^{21}0^{20}1^{19}1^{18}0^{17}1^{16}0^{15}1^{14}0^{13}0^{12}0^{11}0^{10}1^90^80^70^60^51^40^31^21^11^0$$

$$\text{hay } M(x) = x^{26} + x^{23} + x^{21} + x^{19} + x^{18} + x^{16} + x^{14} + x^9 + x^4 + x^2 + x + 1$$

$$P(x) = x^5 + x^3 + x + 1$$

$$\text{hay } P = 1^50^41^30^21^11^0 = 101011$$

=> FCS có 5 bits (**n = 5**)

Do đó dữ liệu thêm n bits, khi đó:

$$M(x) = x^5 (x^{26} + x^{23} + x^{21} + x^{19} + x^{18} + x^{16} + x^{14} + x^9 + x^4 + x^2 + x + 1)$$

$$M(x) = x^{31} + x^{28} + x^{26} + x^{24} + x^{23} + x^{21} + x^{19} + x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5$$

$$\text{hay } M_{\text{FSC}} = 1^{31}0^{30}0^{29}1^{28}0^{27}1^{26}0^{25}1^{24}1^{23}0^{22}1^{21}0^{20}1^{19}0^{18}0^{17}0^{16}0^{15}1^{14}0^{13}0^{12}0^{11}0^{10}1^90^81^71^61^50^40^30^20^10^0$$

$$\begin{array}{r}
 101011 \quad 100101011010100001000010111 \\
 \quad 100101011010100001000010111 \quad 00000 \\
 \quad 101011 \\
 \quad \quad 1110011010100001000010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad 100101010100001000010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad 1110010100001000010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad 100100100001000010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1111100001000010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101010001000010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1001000010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 11110010111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1011110111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1000111 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 10001 \quad 00000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 100 \quad 10000 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1 \quad 11100 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 101011 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 10111
 \end{array}$$

Vậy mã CRC với đa thức sinh $X^5 + X^3 + X + 1$ là

$$100101011010100001000010111 \quad 10111$$

hay chia đa thức

$$\begin{array}{r}
 x^5 + x^3 + x + 1 \\
 x^{26} \\
 x^{24} \\
 x^{23} \\
 x^{21} \\
 x^{20} \\
 x^{18} \\
 x^{17}
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 x^{31} + x^{28} + x^{26} + x^{24} + x^{23} + x^{21} + x^{19} \\
 x^{31} + x^{29} + x^{27} + x^{26} \\
 x^{29} + x^{28} + x^{27} + x^{25} + x^{24} + x^{21} + x^{19} \\
 x^{29} + x^{27} + x^{25} + x^{24} + x^{23} + x^{21} + x^{19} \\
 x^{28} + x^{26} + x^{25} + x^{24} + x^{23} + x^{21} + x^{19} \\
 x^{26} + x^{25} + x^{24} + x^{23} + x^{21} + x^{19} \\
 x^{25} + x^{23} + x^{21} + x^{20} + x^{19} \\
 x^{23} + x^{21} + x^{20} + x^{19} + x^{18} \\
 x^{22} + x^{20} + x^{18} + x^{17} \\
 x^{22} + x^{20} + x^{18} + x^{17}
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{17} + x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 x^5 + x^3 + x + 1 \\
 x^{12} \\
 x^{10} \\
 x^9 \\
 x^6 \\
 x^4 \\
 x^2 \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 x^{17} + x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{17} + x^{15} + x^{13} + x^{12} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{11} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^{11} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^9 + x^7 + x^6 + x^5 \\
 x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 \\
 x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 \\
 x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 \\
 x^4 + x^2 + x + 1
 \end{array}$$

FSC(x) là $x^4 + x^2 + x + 1 \Rightarrow \text{FSC} = 10111$ Vậy mã CRC với đa thức sinh $X^5 + X^3 + X + 1$ là

$$x^{31} + x^{28} + x^{26} + x^{24} + x^{23} + x^{21} + x^{19} + x^{14} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

$$\text{hay } 100101011010100001000010111101111$$

7. Cho một kênh truyền có khả năng truyền dẫn (cappacity) là 1,43 Mbps và thời gian trễ kênh đường truyền là 200ms. Dữ liệu được truyền bằng giao thức cửa sổ trượt với kích thước cửa sổ là 7, biết kích thước gói tin là 1080 bits hãy tính số lượng bits tối đa có thể truyền được qua kênh truyền trong thời gian 25 phút (bỏ qua kích thước gói tin ACK).

Cho biết

$$C = 1,43 \text{ Mbps} = 1,43 \cdot 10^6 \text{ bps}$$

$$\partial = 200 \text{ ms} = 0,2 \text{ s}$$

$$T = 25 \text{ phút} = 25 \cdot 60 = 1500 \text{ s}$$

Số bits dữ liệu trên mỗi cửa sổ là:

$$F = 7 \times 1080 = 7650 \text{ b}$$

Trong 1s kênh truyền có thể truyền được $1,43 \cdot 10^6 \text{ bps}$.

$$?s \text{ cửa sổ truyền được } 7650 \text{ b.}$$

Thời gian truyền của một cửa sổ trên kênh truyền (bỏ qua thời gian trễ của kênh truyền) là

$$t_w = \frac{7650}{1,43 \cdot 10^6} = 0.005 \text{ s}$$

Sau khi truyền được một cửa sổ thì thời gian trễ của kênh truyền là 200 ms. Thời gian để truyền một cửa sổ là:

$$t = t_w + \partial = 0,005 + 0,2 = 0.205 \text{ s}$$

Số lượng cửa sổ tối đa có thể truyền được qua kênh truyền trong thời gian 25 phút là:

$$n = \frac{T}{t} = \frac{1500}{0,205} = 7317$$

Số lượng bits tối đa có thể truyền được qua kênh truyền trong thời gian 25 phút là:

$$W = n \cdot F = 7317 \cdot 7650 = 55.975.050 \text{ b.}$$

Dừng lại và đợi (Stop-and-Wait)

+ Máy gửi gửi một gói tin đến máy nhận

+ Máy gửi đợi trả lời

=> Nếu gói tin bị hỏng thì sẽ gửi lại

Máy gửi có định thời gian

Không nhận được trả lời quá thời gian – Máy gửi gửi lại

Nếu gói tin nhận được, nhưng ACK bị mất/hư?

Máy gửi gửi lại

Máy nhận sẽ nhận được 2 gói tin giống nhau

Sử dụng đánh số 0 và 1

Go-back-N

Frame điều khiển RR - receive ready = ACK – acknowledge EJ - reply with rejection = NAK - negative acknowledge

Dựa trên cơ chế sliding window

Máy gửi truyền liên tục các Frame đến máy nhận (trong khi cơ chế điều khiển dòng còn cho phép)

Máy nhận chỉ nhận Frame theo đúng chỉ số tuần tự (hoặc) và gửi RR với số hiệu của Frame đang chờ nhận. Khi có lỗi,

Máy nhận sẽ yêu cầu gửi lại và loại bỏ các frame tiếp theo đến khi nhận được sửa đổi

Máy gửi truyền lại tất cả các Frame sai kể từ Frame sai đầu tiên trở đi, bất kể các Frame sau là đúng hay sai

Selective Reject Từ chối chọn lọc Tương tự như Go-Back-N,

Chỉ truyền lại các Frame bị hỏng hoặc time-out

Máy nhận có thể nhận Frame không theo đúng tuần tự và máy nhận phải có buffer để lưu lại cácFrame đến không theo đúng chỉ số tuần tự

Giảm số lượng cần truyền lại

Buffer cần phải đủ lớn

Phức tạp hơn

