

# TỔNG HỢP – TRUYỀN SỐ LIỆU

## A. TÍN HIỆU:

1. **Sự suy thoái tín hiệu:**  $dB = 10 \log_{10}(P_A/P_B)$  (đơn vị tính: decibel;  $P_A$  là công suất tín hiệu tại máy phát;  $P_B$  là công suất tín hiệu tại máy thu).
2. **Tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (Signal-to-Noise Ratio):**  $SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR$  (đơn vị tính: decibel).
3. **Năng lực kênh truyền (C - Capacity):**
  - Công thức Nyquist đối với một kênh truyền không nhiễu (Noiseless Channel):  $C = 2B \log_2 L$  (trong đó: B: Bandwidth – Băng thông của kênh truyền (Hz); L: Levels – Số mức tín hiệu).
  - Công thức Shannon đối với một kênh truyền có nhiễu (Noisy Channel):  $C = B \log_2(1 + SNR)$ .
  - Trong thực tế, chúng ta không có một kênh truyền không nhiễu, kênh truyền luôn có nhiễu. Do đó, công thức Shannon cho ta biết khả năng cực đại (cận trên) của kênh truyền trên một kênh truyền có nhiễu.

### 4. Một số ví dụ:

- a. Một tín hiệu đi từ điểm A đến điểm B. Tại A, công suất của tín hiệu là 100 watt, tại điểm B công suất còn lại 50 watt, tính độ suy hao tín hiệu theo decibel?  
Giải: Độ suy hao tín hiệu:  $dB = 10 \log_{10}(P_A/P_B) = 10 \log_{10}(100/50) = 3,01 (dB)$ .
- b. Một kênh truyền có độ suy hao là 10 dB. Khi cho tín hiệu 5 watt đi qua thì còn lại bao nhiêu tại nơi nhận?  
Giải: Độ suy hao tín hiệu:  $dB = 10 \log_{10}(P_A/P_B)$ . Thế số:  $10 = 10 \log_{10}(5/P_B) \Rightarrow \log_{10}(5/P_B) = 1 \Rightarrow 5/P_B = 10^1 \Rightarrow P_B = 0,5 (watt)$ .

**Ghi chú:** Cách tìm X từ biểu thức logarit, ví dụ:  $\log_a X = b \Rightarrow X = a^b$ . Làm tròn hai chữ số phân thập phân.

- c. Cho một kênh truyền có băng thông 3MHz, có hai mức tín hiệu. Hãy tính tốc độ truyền tải (bitrate) của kênh truyền?  
 $C = 2B \log_2 L = 2.3000. \log_2 2 = 6000(Hz) = 6(KHz)$ .
- d. Cho một kênh truyền có tốc độ truyền tải 265 kbps, băng thông 20 KHz. Hãy tính số mức tín hiệu của kênh truyền này?  $C = 2B \log_2 L \Leftrightarrow 265.10^3 = 2.20.10^3. \log_2 L \Leftrightarrow \log_2 L = 6,63 \Leftrightarrow L = 2^{6,63} = 99,04$ .
- e. Cho một kênh truyền có băng thông 2MHz, với  $SNR_{dB} = 27 dB$ . Hãy tính khả năng truyền dẫn của kênh truyền?  
Ta có:  $SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR \Leftrightarrow 27 = 10 \log_{10} SNR \Leftrightarrow SNR = 501,19$ . Shannon:  $C = B \log_2(1 + SNR) = 2.10^6 \log_2(501,19) = 17,94 (Mbps)$ .
- f. Cho một kênh truyền có băng thông 3 KHz,  $SNR = 3162$ . Hãy tính năng lực kênh truyền? Shannon:  $C = B \log_2(1 + SNR) = 3.10^3 \log_2(1 + 3162) = 34860 (bps)$ .
- g. Cho một kênh truyền có băng thông 1 MHz, tỉ số  $SNR = 63$ . Tính năng lực kênh truyền? Cho biết số mức tín hiệu?
  - Năng lực kênh truyền:  $C = B \log_2(1 + SNR) = 10^6 \log_2(1 + 63) = 6 (Mbps)$ .
  - Khả năng của kênh truyền trong môi trường có nhiễu là 6 Mbps nên khả năng của kênh truyền trong môi trường không nhiễu luôn nhỏ hơn hoặc bằng 6 Mbps. Ta có:  $C = 2B \log_2 L \Leftrightarrow 6.10^6 = 2.10^6 \log_2 L \Leftrightarrow L = 8 (mức)$ .

## B. MÔI TRƯỜNG TRUYỀN TẢI:

### 1. Môi trường truyền tải có dây (hữu tuyến):

STT	Loại	Đặc tính	Ưu điểm	Ứng dụng
1	Cáp xoắn đôi	Bằng đồng, có 4 hoặc 25 cặp dây xoắn lại với nhau, đầu kết nối RJ45 hoặc 50-pin telco, có 2 loại UTP và STP, tốc độ truyền lên đến $10^9$ bps, chiều dài đoạn tối đa là 100m.	Giá thành rẻ, lắp đặt dễ dàng, độ tin cậy tốt, chống nhiễu tốt, quản lý dễ dàng	- Mạng LAN. - Mạng điện thoại.
2	Cáp đồng trục	Có dây dẫn lõi trung tâm trong một vỏ bọc. Được bọc bên ngoài bằng 1 lá kim loại hoặc sợi kim loại tết với nhau, và tất cả bọc trong 1 vỏ nhựa. Kết nối bằng đầu BNC.	Bảng thông cao hơn cáp xoắn đôi nhưng độ suy hao lớn. Giá thành rẻ, nhưng cần sử dụng bộ lặp.	Truyền hình cáp
3	Cáp quang	Làm bằng sợi thủy tinh hoặc plastic, mỗi đường truyền ứng với 1 cặp sợi, có 2 loại là single mode và multi mode.	Ít bị suy hao, tốc độ truyền rất cao, chống nhiễu rất tốt, bảo mật rất tốt. Bảng thông lớn hơn cáp xoắn đôi và cáp đồng trục.	Backbone, đường trục mạng đô thị, đường trục cự li dài.

### 2. Môi trường truyền tải có dây (hữu tuyến):

#### a. Theo băng tần:

- 300 GHz đến 400 THz: hồng ngoại, cục bộ.
- 2 GHz đến 40 GHz: sóng viba (microwave), định hướng cao, điểm-điểm, vệ tinh.
- 30 MHz đến 1 GHz: vô hướng, radio.

#### b. Các loại sóng:

STT	Loại	Đặc tính	Ứng dụng
1	Sóng viba (vi sóng) mặt đất	- Tần số: 1 – 300 GHz. - Chùm sóng định hướng theo đường ngắm. - Tần số càng cao thì tốc độ dữ liệu càng cao.	Viễn thông khoảng cách xa (thay thế cho cáp đồng trục, cần ít bộ ampli/repeater nhưng phải nằm trên đường thẳng).
2	Vi sóng vệ tinh	- Tần số: 1 – 10 GHz. - Dưới 1 GHz, có nhiều đáng kể từ các nguồn tự nhiên (thiên hà, mặt trời, khí quyển, sự giao thoa, can nhiễu). - Trên 10 GHz, tín hiệu bị suy hao nghiêm trọng do sự hấp thụ của khí quyển và lượng mưa.	Phân phối truyền hình, truyền tải điện thoại đường dài, mạng lưới kinh doanh tư nhân, định vị toàn cầu.
3	Sóng radio	- Vô hướng, tần số: 30 MHz đến 1GHz. - Do bước sóng dài nên tương đối ít bị suy hao. - Bị ảnh hưởng bởi nhiễu đa kênh, phản xạ.	- AM Radio, FM Radio. - Truyền hình UHF, VHF. - Truyền theo đường thẳng.

4	Sóng hồng ngoại	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tần số: 300 GHz đến 400 THz (bước sóng từ 1 mm đến 770 nm).</li> <li>- Không thể xuyên qua các bức tường, không thể sử dụng ngoài trời.</li> <li>- Máy thu và máy phát phải nhìn thấy nhau.</li> </ul>	Giao tiếp tầm ngắn (các bộ điều khiển từ xa,...).
---	-----------------	---	---

c. Cách lan truyền:

- Sóng mặt đất: lan truyền theo bề mặt trái đất, có tần số nhỏ hơn 2 MHz, ví dụ: AM radio.
- Sóng bầu trời: tín hiệu phản xạ từ tầng điện li xuống bề mặt trái đất và ngược lại, ví dụ: sóng radio nghiệp dư và dịch vụ toàn cầu.
- Đường thẳng: tín hiệu xuyên thẳng qua tầng điện li và có phản xạ rất ít, tần số khoảng trên 30 MHz.

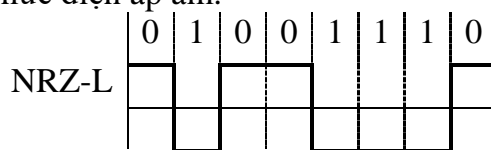
**Bài tập:** Để truyền sóng vi ba mặt đất, người ta đặt 2 cột anten với chiều cao lần lượt là 70,2 m và 35,5 m. Hãy tính khoảng cách xa nhất mà 2 anten có thể truyền sóng thẳng cho nhau? Gọi  $d$  là khoảng cách xa nhất mà 2 anten có thể truyền sóng thẳng cho nhau (tính theo km).

Ta có:  $d = 3,57(\sqrt{Kh1} + \sqrt{Kh2}) = 3,57\left(\sqrt{\frac{4}{3} \cdot 70,2} + \sqrt{\frac{4}{3} \cdot 35,5}\right) = 59,1 \text{ (km)}.$

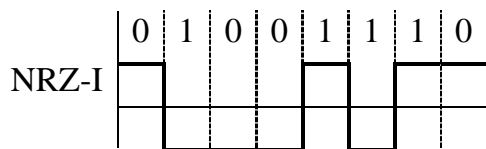
## C. MÃ HOÁ TÍN HIỆU:

### 1. Mã cực (Polar Schemes):

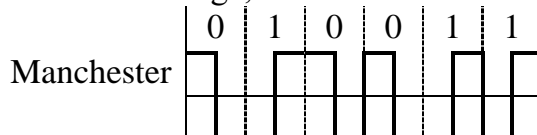
- a. **Mã NRZ-L:** Trong sơ đồ mã này, bit 0 được biểu diễn bằng mức điện áp dương, bit 1 được biểu diễn bằng mức điện áp âm.



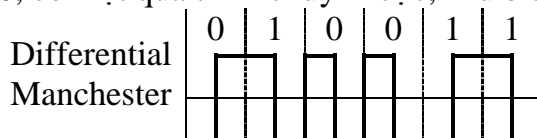
- b. **Mã NRZ-I:** Trong sơ đồ mã này, sự thay đổi hoặc không thay đổi mức điện áp giữa hai bit xác định giá trị của bit sau. Nếu không có sự thay đổi, bit sau là 0, nếu có sự thay đổi, bit sau là 1.



- c. **Mã Manchester:** 0 – “từ trên xuống”; 1 – “từ dưới lên”.

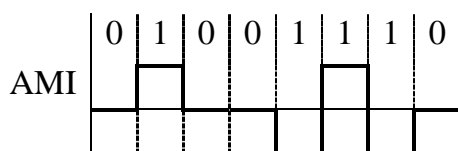


- d. **Mã Manchester vi sai (Differential Manchester):** 0 – “từ trên xuống”; 1 – “từ dưới lên”. Nếu bit sau là 0, có một quá trình chuyển cực, nếu bit sau là 1, không có.

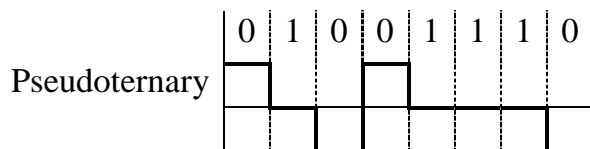


### 2. Mã lưỡng cực (Bipolar Schemes):

- a. **Mã AMI:** 0 – không có tín hiệu (điện áp 0); 1 – xung dương hay âm (luân phiên về cực).

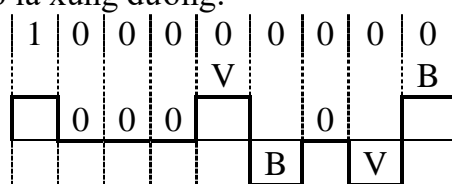


- b. **Mã Pseudoternary**: 1 – không tín hiệu (điện áp 0); 0 – xung dương hay âm (luân phiên về cực).

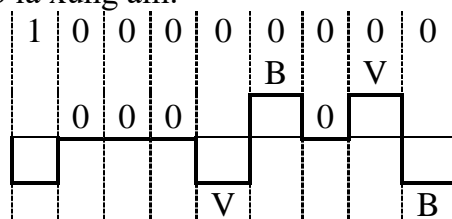


- c. **Mã B8ZS**: 8 bit 0 liên tiếp được biểu diễn bằng chuỗi **000VB0VB**. V: giống với mức điện áp khác 0 trước đó; B: ngược với mức điện áp khác 0 trước đó. Có hai trường hợp:

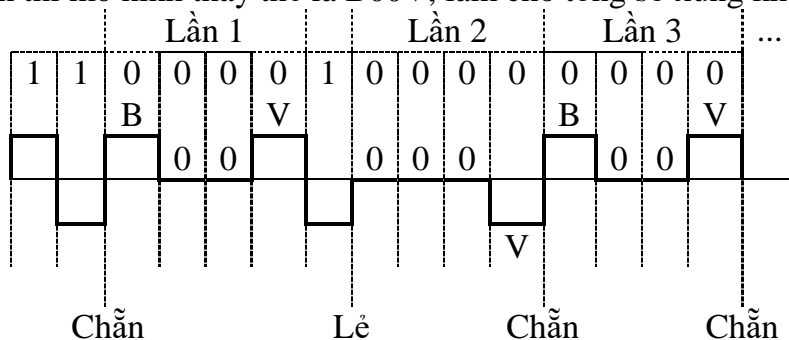
- Xung khác 0 trước đó là xung dương:



- Xung khác 0 trước đó là xung âm:



- d. **Mã HDB3**: 4 bit 0 liên tiếp được thay thế bằng chuỗi **000V** hoặc **B00V**. Nếu số lượng các xung khác 0 sau khi thay thế cuối cùng là lẻ, mô hình thay thế là 000V, ngược lại, nếu là chẵn thì mô hình thay thế là B00V, làm cho tổng số xung khác 0 là chẵn.



## D. GHÉP KÊNH:

### 1. Lí do phải ghép kênh:

- Trong trường hợp đơn giản, một môi trường truyền dẫn có thể mang một tín hiệu ở một thời điểm.
- Để nhiều tín hiệu có thể chia sẻ một môi trường truyền dẫn, phải có phương cách phân chia theo một cách nào đó để mỗi tín hiệu chiếm một phần của băng thông truyền dẫn. Do đó ta phải ghép kênh.

2. **Các kĩ thuật ghép kênh:** Ghép kênh theo tần số (FDM), ghép kênh theo bước sóng (WDM), ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM).

**3. Ghép kênh theo tần số (FDM – Frequency Division Multiplexing):**

- Ghép kênh theo tần số thực hiện được khi băng thông môi trường truyền lớn hơn băng thông mà tín hiệu được truyền yêu cầu.
- Gán những dải tần số không chồng lấp (non-overlapping) cho những thuê bao hoặc tín hiệu trên một môi trường truyền dẫn.
- Nhiều tín hiệu có thể được truyền đồng thời nếu mỗi tín hiệu được điều chế trên một tần số sóng mang.
- Các tần số sóng mang khác nhau sao cho băng thông của các tín hiệu được điều chế không trùng lắp nhau (guard bands). Ví dụ: Broadcast Radio.

**4. Ghép kênh theo bước sóng (WDM – Wavelength Division Multiplexing):**

- WDM ghép nhiều chuỗi dữ liệu vào một đường cáp sợi quang đơn, là một dạng của FDM.
- Các kênh laser có bước sóng khác nhau truyền các tín hiệu khác nhau, mỗi tín hiệu truyền trong sợi quang có thể truyền dẫn ở bước sóng khác nhau so với các tín hiệu khác.
- Mỗi màu ánh sáng (chiều dài sóng khác nhau) được truyền trên kênh dữ liệu riêng biệt.

**5. Ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM – Time Division Multiplexing):**

- Phương pháp này thực hiện được khi tốc độ dữ liệu (băng thông,...) môi trường truyền lớn hơn tốc độ dữ liệu mà tín hiệu được truyền yêu cầu.
- Nhiều tín hiệu (cả analog và digital) có thể được truyền đồng thời trên cùng một đường truyền bằng cách đan xen các phần tử của mỗi tín hiệu theo thời gian (time slot).
- Bộ ghép kênh (multiplexor) nhận tín hiệu từ các thiết bị nối tới nó theo phương pháp luân chuyển theo vòng và truyền dữ liệu trong một mẫu không kết thúc.

**E. PHÁT HIỆN VÀ SỬA LỖI:**

1. Một trong những mã phát hiện lỗi phổ biến nhất, mạnh nhất là mã kiểm tra dư thừa tuần hoàn **CRC (Cyclical Redundancy Check)**, còn gọi là mã vòng.
2. **Số học module 2:** phép cộng, trừ nhị phân không nhớ tương đương với phép XOR từng bit.

**3. Các bước thực hiện kỹ thuật CRC:**

- Xác định số chia (divisor) P gồm n+1 bit.
- Thêm n bit 0 vào cuối chuỗi dữ liệu rồi chia (modulo 2) cho số chia. FCS (Frame Check Sequence) chính là phần dư (gồm n bit của phép chia).
- Thêm FCS vào cuối chuỗi dữ liệu và chuyển chuỗi bit có được tới thiết bị nhận.
- Thiết bị nhận chia chuỗi bit nhận được cho số chia. Nếu số dư bằng 0 thì coi là dữ liệu không bị lỗi khi truyền.

**Ví dụ:** Giả sử có chuỗi dữ liệu D = 1010001101 và số chia P = 110101. Hãy tính FCS và cho biết chuỗi gửi đi S?

Vì số chia có 6 bit nên ta thêm 5 bit 0 vào cuối chuỗi dữ liệu D rồi chia chuỗi mới cho P tìm được số dư là một chuỗi 5 bit. Kết quả: FCS = 01110, S = 101000110101110.

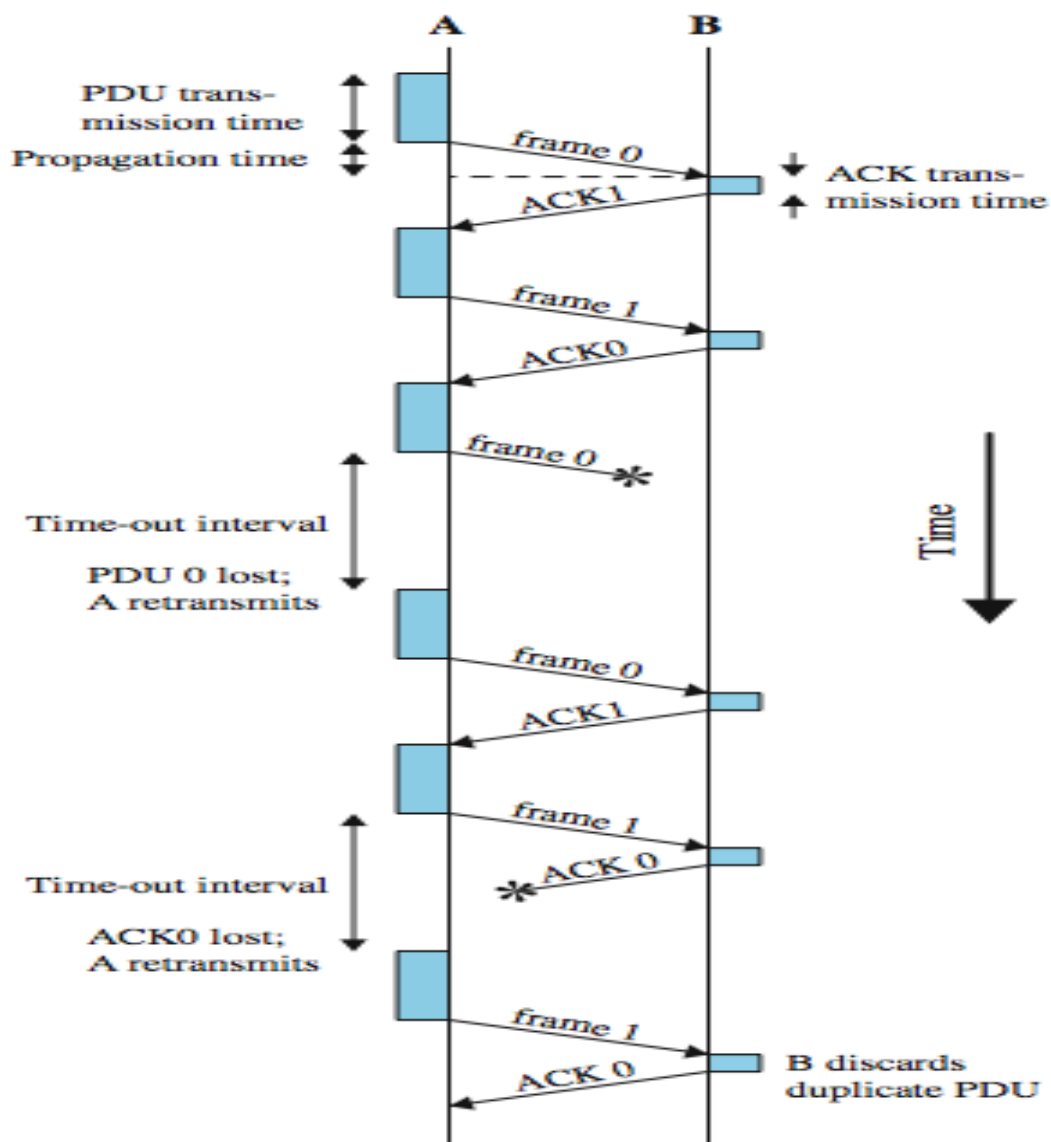
**4. Cách tìm FCS bằng máy tính VINACAL 570 ES PLUS II:**

- Số chia P có n+1 bit → Thêm n bit 0 vào cuối chuỗi D → Chuỗi mới D'.
- Trên máy tính: **MODE** → **BASE-N** → **Bin**.
- Nhập chuỗi D' → **÷** → Nhập chuỗi P → **=** → Đặt kết quả là X.
- Dùng các phím điều hướng di chuyển lên phép tính sửa thành: **chuỗi D' – (chuỗi P ☐ chuỗi X) ☐**. Kết quả (gồm n bit) chính là FCS.
- Thêm FCS vào sau chuỗi D ta được chuỗi gửi đi S.

**F. LIÊN KẾT DỮ LIỆU:**

### 1. Giao thức Stop-and-Wait Automatic Repeat Request (Stop-and-Wait ARQ):

- Máy gửi gửi 1 gói tin đến máy nhận.
- Máy gửi đợi trả lời
- Nếu gói tin bị hỏng thì sẽ gửi lại
  - o Máy gửi có định thời gian.
  - o Quá thời gian mà không nhận được trả lời – Máy gửi gửi lại.
- Nếu gói tin được nhận, nhưng ACK bị mất hoặc hư?  
Máy gửi gửi lại .  
Máy nhận sẽ nhận được 2 gói tin giống nhau (lập nhãn đánh số 0 hay 1).
- Hình vẽ:

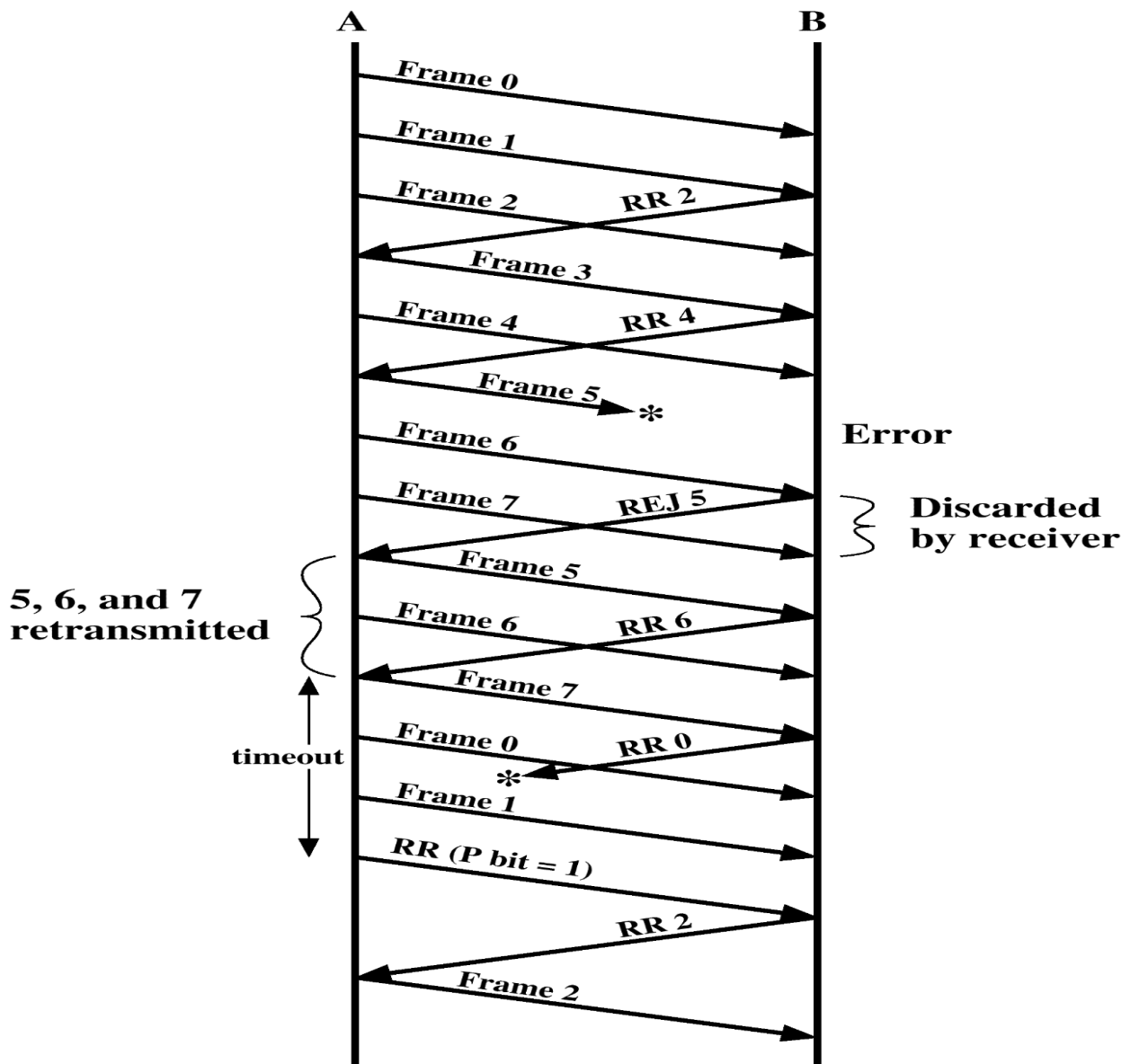


## 2. Giao thức Go-back-N Automatic Repeat Request (Go-back-N ARQ):

- Nếu máy nhận kiểm tra có lỗi trên gói tin:
  - o Nó gửi NACK (REJ) cho gói tin này, dữ liệu đích loại bỏ gói tin này.

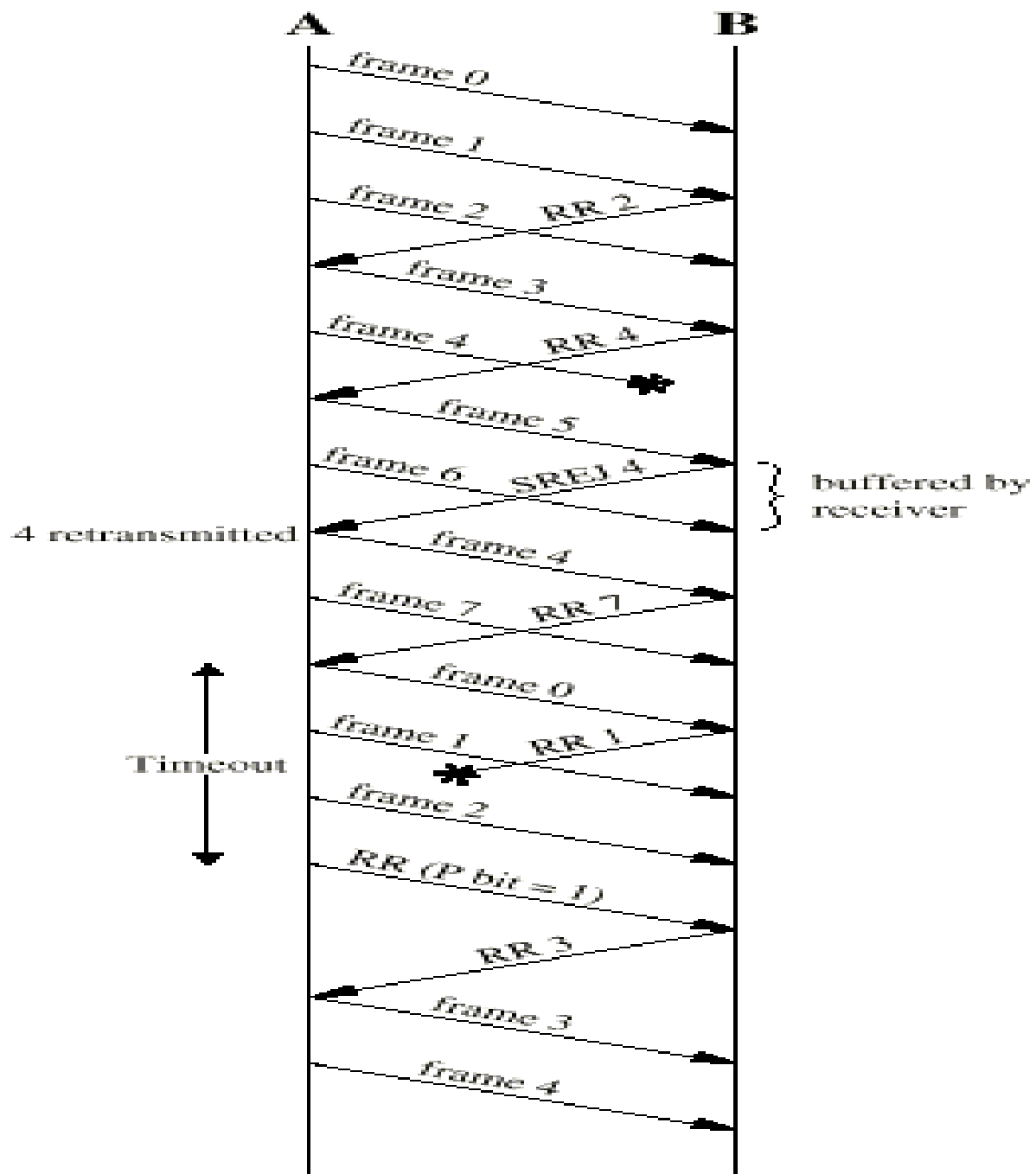


- Máy gửi gửi lại gói tin này và loại bỏ tất cả gói tin kế tiếp cho đến khi gói tin lỗi được nhận sau khi được sửa chữa.
- Máy gửi truyền lại tất cả các gói tin kể từ gói tin sai đầu tiên trở đi, bất kể các gói tin sau là đúng hay sai.
- Gói tin điều khiển: RR - Receive Ready = ACK – Acknowledgment. REJ - Reply with Rejection = NACK - Negative ACK.
- Hình vẽ:



### 3. Giao thức Selective Reject Automatic Repeat Request (Selective Reject ARQ):

- Tương tự như Go-back-N.
- Chỉ truyền lại các gói tin bị hỏng hoặc time-out
- Máy nhận có thể nhận gói tin không theo đúng tuần tự và máy nhận phải có buffer đủ lớn để lưu lại các gói tin đến không theo đúng chỉ số tuần tự.
- Giảm số lượng gói tin cần truyền lại.
- Buffer cần phải đủ lớn.
- Phức tạp hơn.
- Hình vẽ:



--- HẾT ---  
CHÚC CÁC BẠN THI TỐT ☺