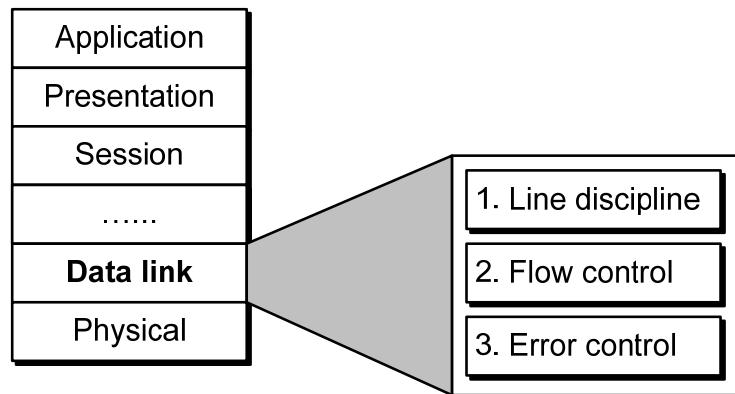


## CHƯƠNG 10: ĐIỀU KHIỂN KẾT NỐI DỮ LIỆU (DATA LINK CONTROL)



### Các chức năng của lớp kết nối dữ liệu:

- ❑ **Hạng mục đường dây** (line discipline): điều phối các hệ thống kết nối, **xác định thiết bị nào được phát và thiết bị nào được thu**.
- ❑ **Điều khiển lưu lượng** (flow control): điều phối lượng thông tin có thể truyền được trước khi nhận được tin chấp nhận (ACK). Đồng thời cũng cung cấp tín hiệu chấp nhận từ máy thu, kết nối với quá trình kiểm soát lỗi.
- ❑ **Kiểm tra lỗi tức là phát hiện và sửa lỗi**: Cho phép máy thu báo cho máy phát về các bản tin bị mất hay bị hỏng nhằm điều phối việc **truyền lại dữ liệu của máy phát**.

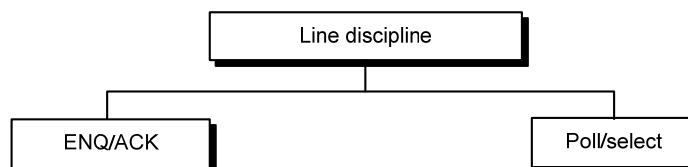
### 10.1.HẠNG MỤC ĐƯỜNG DÂY (LINE DISCIPLINE)

*Hạng mục đường dây trả lời câu hỏi: Ai sẽ gửi thông tin ngay bây giờ?*

**Hạng mục đường dây (line discipline):** điều phối các hệ thống kết nối, **xác định thiết bị nào được phát và thiết bị nào được thu**.

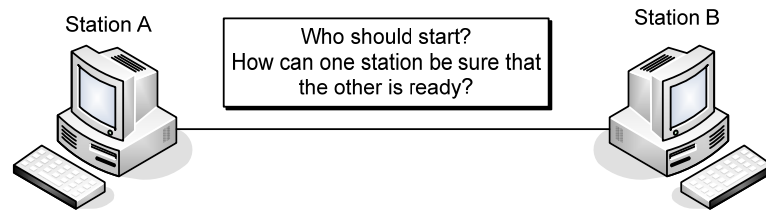
Hạng mục đường dây được thực hiện theo **hai cách**:

- **Yêu cầu/chấp nhận** (enquiry/acknowledgment: **ENQ/ACK**) : dùng trong **thông tin đồng cấp** (peer to peer communication).
- **Hỏi vòng / lựa chọn (Poll/select): thông tin sơ cấp-thứ cấp** (primary-secondary communication)

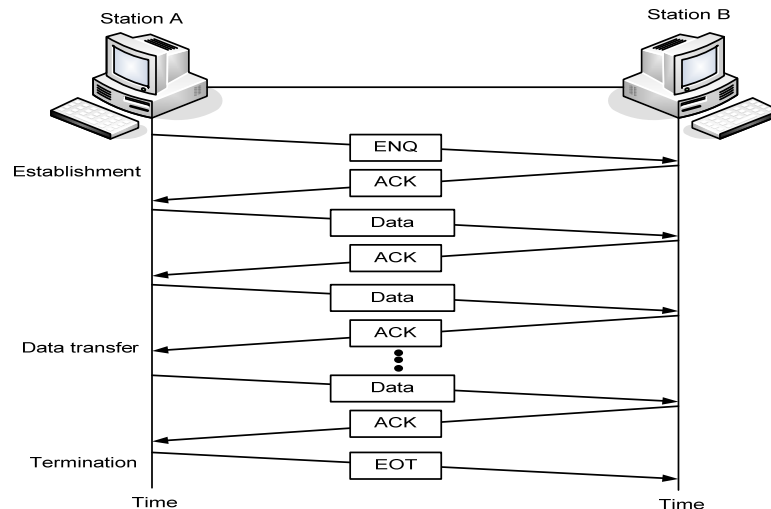


#### 10.1.1. Yêu cầu/chấp nhận (ENQ/ACK)

Được dùng chủ yếu trong các hệ thống không kiểm tra sai, tức là **có kết nối riêng cho hai thiết bị**, trong đó chỉ có một máy là có khả năng thu.



**Cơ chế hoạt động:**



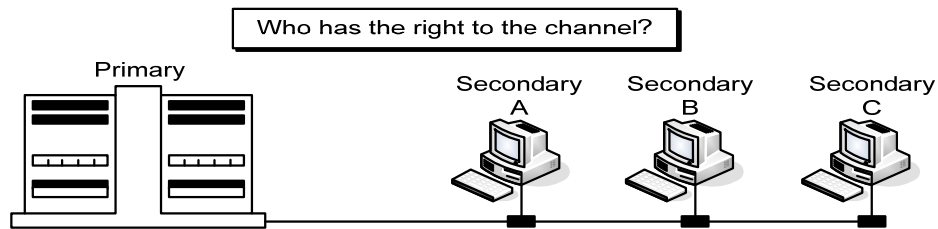
Hình 10.1

- **ENQ**: mã ASCII 0000101; enquiry
  - **ACK**: mã ASCII 0000110; acknowledgment
  - **NAK**: mã ASCII 0010101; negative acknowledgment
  - **EOT**: mã ASCII 0000100; end of transmission.
- Bộ khởi tạo (máy phát) trước hết gửi một frame được gọi là **ENQ** (enquiry) hỏi xem máy thu có sẵn sàng thu dữ liệu chưa.
  - Máy thu phải trả lời bằng frame **ACK** (acknowledgment) khi máy sẵn sàng thu, hoặc frame **NAK** (negative acknowledgment) khi máy chưa sẵn sàng thu.
  - Nếu máy phát không nhận được tín hiệu **ACK** hay **NAK** sau khoảng thời gian qui định thì máy phát sẽ cho là tín hiệu **ENQ** đã bị thất lạc khi truyền hay do đứt mạch, nên sẽ gửi tiếp tín hiệu thay thế. Thông thường, máy phát phải thực hiện **khoảng 3 lần** bước này để kết nối thành công.
  - Nếu máy phát liên tục nhận thông tin từ **chối NAK trong 3 lần thì sẽ cắt kết nối** và bắt đầu lại các bước này vào một thời gian khác. Nếu tín hiệu nhận được là chấp nhận, máy phát tự do phát tin.
  - Sau khi đã chuyển tin đi hết, hệ thống phát chấm dứt bằng một frame chấm dứt truyền **EOT** (end of transmission:).

**10.1.2. Hỏi vòng / lựa chọn (Poll/select):**

- Phương pháp này hoạt động với cấu hình mạng trong đó một thiết bị được **phân công làm thiết bị sơ cấp và máy còn lại là thiết bị thứ cấp**.

- **Các hệ thống đa điểm** cần phải điều phối nhiều điểm.
- Vấn đề cần giải quyết là : thiết bị đã sẵn sàng chưa? Và nút nào trong số các nút được phép dùng kênh thông tin?



#### Cơ chế hoạt động:

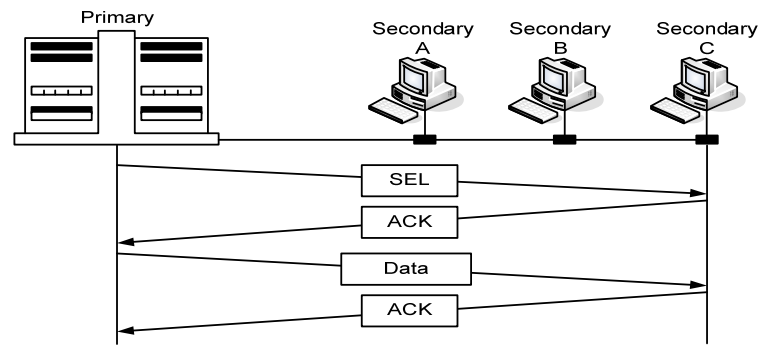
- Thiết bị sơ cấp và nhiều thiết bị thứ cấp được nối với nhau thông qua một đường truyền, tất cả mọi trao đổi đều được thực hiện thông qua thiết bị sơ cấp ngay cả khi đích đến là thiết bị thứ cấp (trong hình vẽ dạng bus, nhưng điều này cũng đúng với các dạng mạng khác).
- Thiết bị sơ cấp điều khiển kết nối; thiết bị thứ cấp phải nhận chỉ thị từ thiết bị sơ cấp.
- Thiết bị sơ cấp xác định thiết bị thứ cấp nào được phép sử dụng kênh trong một thời gian nhất định, đồng thời thiết bị này cũng đóng vai trò máy phát.
- Nếu thiết bị sơ cấp muốn nhận dữ liệu thì phải hỏi thứ cấp có cần gửi không, chức năng này được gọi là hỏi vòng (*polling*).
- Nếu thiết bị sơ cấp muốn gửi dữ liệu, thì phải báo cho các thiết bị đích thứ cấp biết để chuẩn bị sẵn sàng nhận tin, chức năng này được gọi là lựa chọn (*selecting*).

**Địa chỉ:** giúp nhận dạng đối tượng.

Giao thức **poll/select** nhận dạng mỗi frame được thu hay nhận từ một thiết bị đặc thù trên kết nối. Mỗi thiết bị thứ cấp có các địa chỉ khác nhau. Khi truyền dẫn **địa chỉ xuất hiện trong một phần đặc thù của mỗi frame**, được gọi là trường địa chỉ hay tiêu đề (header). Nếu thông tin do thiết bị thứ cấp phát đi, thì địa chỉ cho biết nguồn gốc của dữ liệu.

**+ Select:** Chế độ này được dùng khi thiết bị sơ cấp cần gửi thông tin đi.

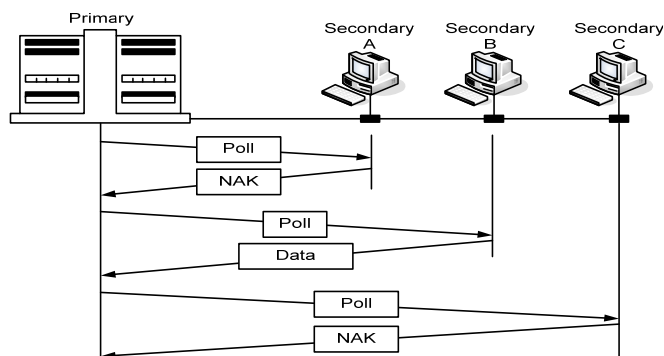
- ✓ Trước khi gửi tin, thiết bị sơ cấp gửi đi một **frame SEL**, trong đó có chứa trường **địa chỉ của thiết bị thu**, chỉ có thiết bị thứ cấp nhận dạng được địa chỉ này mới mở được frame này và đọc dữ liệu.
- ✓ Khi thiết bị thu thứ cấp đã sẵn sàng thì gửi về frame **ACK cho sơ cấp**, thiết bị sơ cấp truyền một hay nhiều frame dữ liệu, tương ứng với các địa chỉ của thiết bị thứ cấp.
  - **SEL:** chứa trường địa chỉ của thiết bị thứ cấp+ENQ;
  - **ACK:** mã ASCII 0000110;
  - **NAK:** mã ASCII 0010101;
  - **EOT:** mã ASCII 0000100;



+ **Poll**: dùng để thu thông tin đến từ thiết bị thứ cấp.

- **Poll**: chứa trường địa chỉ của thiết bị thứ cấp và ACK;
- **NAK**: mã ASCII 0010101;
- **EOT**: mã ASCII 0000100;

- ✓ Thiết bị thứ cấp chỉ được phép gửi tin khi có yêu cầu.
- ✓ Thiết bị sơ cấp nắm quyền để bảo đảm trong hệ thống nhiều điểm này **chỉ có một tín hiệu truyền dẫn trong thời gian nhất định**, không xuất hiện xung đột trên đường truyền.
- ✓ Khi thiết bị sơ cấp đã sẵn sàng để nhận tin, thì phải hỏi mỗi thiết bị thứ cấp xem có cần gửi không? Khi thiết bị thứ cấp thứ nhất trả lời bằng NAK nếu không có gì gửi và bằng dữ liệu nếu có.
- ✓ Nếu đáp ứng là NAK thì thiết bị sơ cấp sẽ poll tiếp đến thiết bị thứ cấp kế theo cách tương tự.
- ✓ Nếu đáp ứng là tích cực (một frame **dữ liệu**) thì thiết bị sơ cấp đọc frame này và trả lời bằng frame ACK để xác nhận.
- ✓ Tùy theo giao thức khác nhau mà thiết bị thứ cấp có thể gửi đi lần lượt nhiều frame dữ liệu, hay phải chờ tín hiệu ACK để có thể tiếp tục gửi đi.
- ✓ Tùy theo giao thức, có hai khả năng để chấm dứt trao đổi: có thể là thứ cấp gửi hết tất cả dữ liệu, rồi chấm dứt bằng một **frame EOT**, hay là sơ cấp sẽ cho biết “hết thời gian”.
- ✓ Sau khi thiết bị thứ cấp đã hoàn tất truyền tin, sơ cấp có thể poll đến các thứ cấp còn lại.

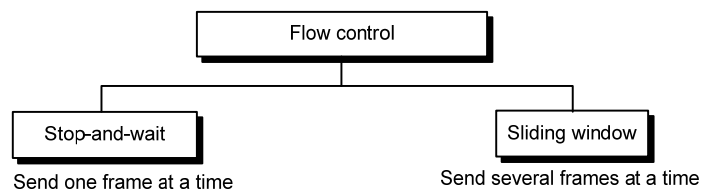


## 10.2. ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG (FLOW CONTROL)

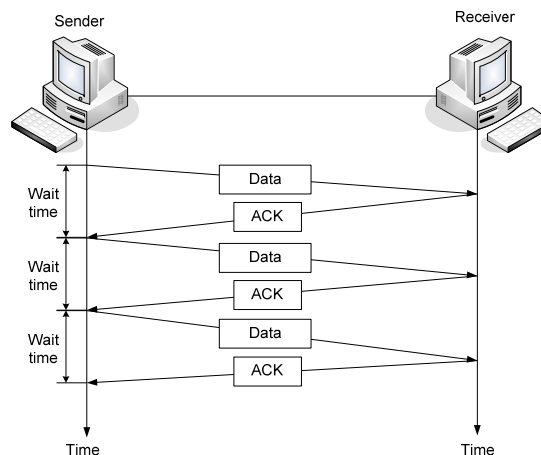
- **Điều khiển lưu lượng** là tập các thủ tục nhằm cho thiết bị phát biết về lượng dữ liệu được truyền đi trước khi phải chờ tín hiệu ACK từ bên nhận.
- **Lưu lượng truyền này không được phép làm quá tải bên thu.**
- Thiết bị thu thông báo cho bên gửi biết về các giới hạn dữ liệu và có thể yêu cầu gửi ít hơn hay tạm dừng truyền.
- Thiết bị thu còn có bước kiểm tra và xử lý dữ liệu trước khi sử dụng, điều này làm chậm đáng kể lưu lượng truyền dẫn, nên bên thu thường có thêm một khối nhớ tạm, thường được gọi là bộ **nhớ đệm (buffer)**.

*Điều khiển lưu lượng là tập các thủ tục được dùng để giới hạn lượng dữ liệu mà bên phát có thể gửi đi trước khi nhận được tín hiệu xác nhận ACK.*

Có hai phương pháp được dùng là: **dừng - đợi và cửa sổ trượt**



### 10.2.1. Dừng-đợi:



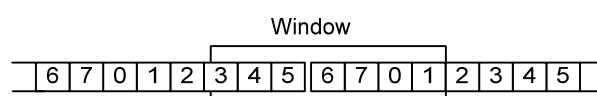
*Trong phương pháp này, thiết bị phát gửi xong một frame và đợi tín hiệu xác nhận ACK rồi gửi tiếp frame kế.*

**Ưu điểm:** của phương pháp này là đơn giản

**Khuyết điểm:** tốc độ truyền bị chậm do quá trình dừng-đợi

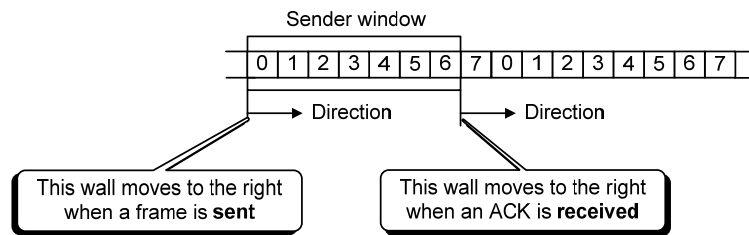
### 10.2.2. Cửa sổ trượt:

*Phương pháp này cho phép nhiều frame cùng một lúc*



Hình 10.2

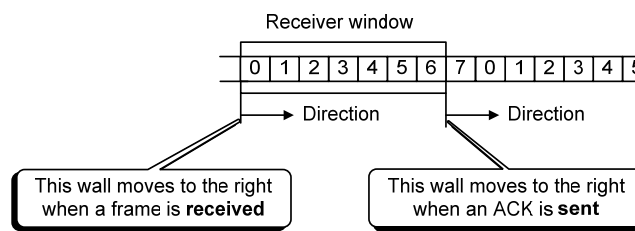
**Cửa sổ gửi:**



Hình 10.3

Dùng ý tưởng, cửa sổ trượt co từ bên trái khi frame dữ liệu được gửi đi. Cửa sổ trượt của thiết bị phát mở rộng về bên phải khi nhận được tín hiệu xác nhận ACK

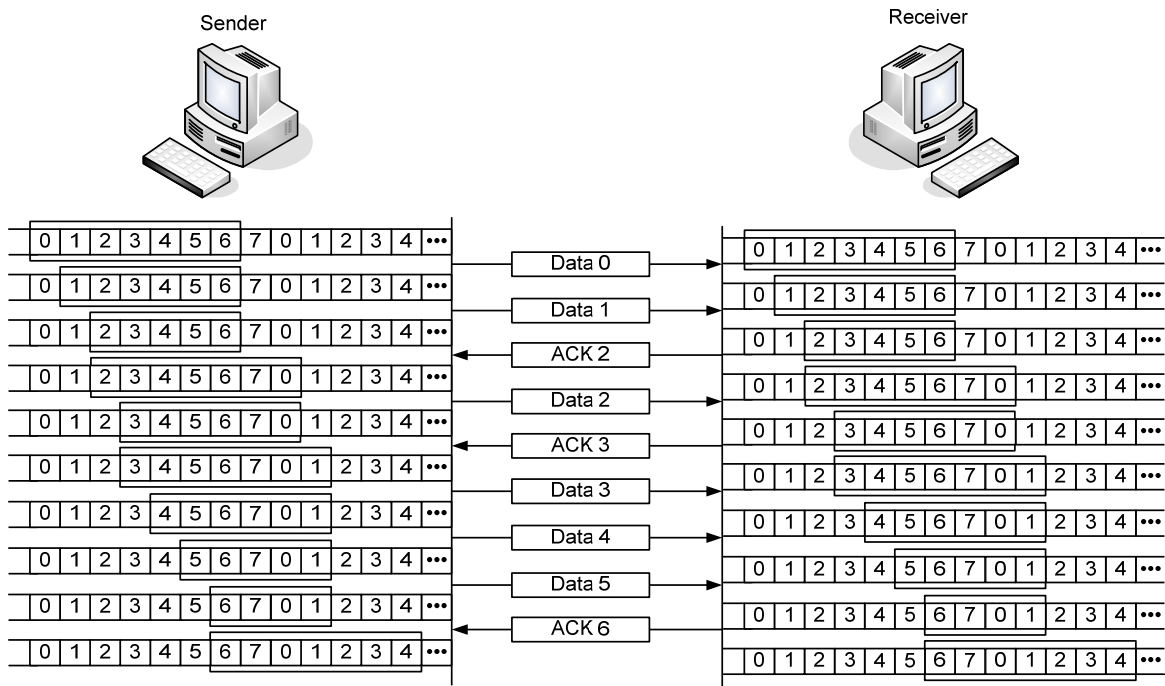
**Cửa sổ nhận:**



Hình 10.4

Dùng ý tưởng, cửa sổ trượt của máy thu co từ bên trái khi frame dữ liệu được nhận. Cửa sổ trượt của thiết bị thu mở rộng về bên phải khi gửi tín hiệu xác nhận ACK đi

**Thí dụ:**



- Khi mới bắt đầu, cửa sổ thiết bị phát và thu đều mở rộng tối đa bao gồm 7 frame
- Các frame này được đánh số từ 0 đến 7 và được lưu vào bộ đệm.

- Bộ đệm phải có kích thước lớn hơn. Ví dụ trên bộ đệm có kích thước là 13.

**Kích thước của cửa sổ:** kích thước của cửa sổ luôn nhỏ hơn modulo của frame 1 đơn vị để dễ thực hiện tín hiệu ACK.

Giả sử số chuỗi frame là 8 và ta chọn kích thước cửa sổ cũng là 8. Nếu frame 0 được gửi và nhận tín hiệu ACK 1. Bộ phát mở rộng cửa sổ và gửi các frame 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 và 0. Nếu lại nhận được ACK 1 thì không thể xác nhận được khi tín hiệu này là bản sao của ACK 1 trước đó (do mạng thực hiện) hay đó là ACK1 mới khi mới nhận xong 8 frame. Nếu ta chọn kích thước cửa sổ là 7 thì điều nói trên không thể xảy ra.

### 10.3. ĐIỀU KHIỂN LỖI (ERROR CONTROL)

**Điều khiển lỗi là phương pháp phát hiện và truyền lại dữ liệu.**

**ARQ (Automatic Repeat Request): Yêu cầu lặp lại tự động.**

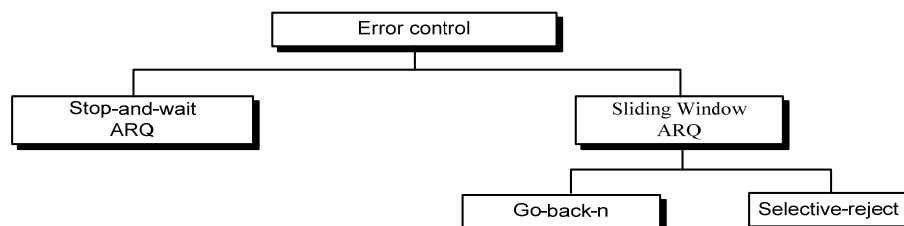
Sửa lỗi trong lớp kết nối dữ liệu: Nếu phát hiện lỗi khi truyền thì bên thu gửi về tín hiệu không xác nhận (NAK) và frame được gửi lại. Quá trình này được gọi là yêu cầu tự động lặp lại (ARQ)

Sửa lỗi trong lớp kết nối dữ liệu dùng cơ sở yêu cầu tự động lặp lại (ARQ), tức là việc truyền lại dữ liệu trong ba trường hợp:

- **Frame(data) bị hỏng.**
- **Frame(data) bị thất lạc.**
- **Tín hiệu chấp nhận(ACK) bị thất lạc.**

Có 2 phương pháp điều khiển lỗi:

- **ARQ dừng- đợi**
- **ARQ dùng cửa sổ trượt**



Hình 10.5

#### 10.3.1 Stop and Wait ARQ:

Là dạng điều khiển lưu lượng truyền dạng dừng và chờ được mở rộng để có thể truyền dữ liệu trong trường hợp frame gửi đi bị thất lạc hay bị hỏng.

Để có thể gửi lại dữ liệu, có đặc điểm cho cơ chế kiểm tra lỗi như sau:

- Thiết bị **phát giữ một bản sao của frame gửi cuối cùng** cho đến khi nhận được tín hiệu chấp nhận frame này (Việc lưu giữ bản copy nhằm để bộ phát gửi lại frame bị thất lạc hoặc bị hỏng cho đến khi frame được nhận đúng).

- Tất cả **các frame dữ liệu và ACK đều được đánh số tuần tự là 0 và 1.**

Nếu gửi frame dữ liệu 0 (**data 0**) thì sẽ nhận tín hiệu ACK là 1 (**ACK 1**), cho biết bộ thu đã nhận được dữ liệu 0 và đang chờ dữ liệu 1. Cách đánh số này cho phép nhận dạng các frame dữ liệu trong trường hợp phải gửi lại nhiều lần.

- Nếu lỗi được phát hiện trong frame dữ liệu, cho thấy đã bị hỏng trong quá trình truyền thì có tín hiệu **hiệu NAK trả về**.

Frame **NAK này không được đánh số**, cho máy phát biết phải truyền lại frame dữ liệu vừa gửi xong.

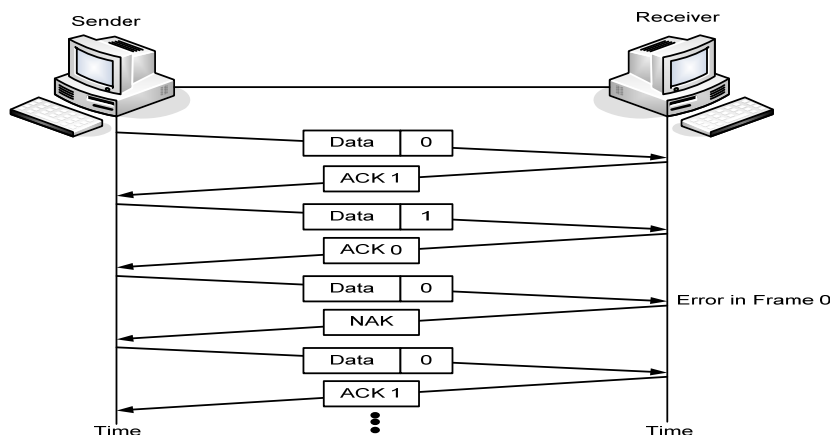
Stop and wait ARQ đòi hỏi máy phát phải chờ **cho đến khi nhận được tín hiệu ACK của frame cuối cùng vừa gửi**, trước khi chuyển frame kế tiếp. Khi máy phát nhận được NAK, máy phát phải gửi lại frame đã gửi của lần nhận ACK trước, không kể số lượng.

- **Thiết bị phát được trang bị một bộ định thời (timer)**, nếu không nhận được tín hiệu xác nhận ACK cần thiết trong thời gian cho phép từ máy thu, máy phát sẽ hiểu là frame dữ liệu vừa gửi đã bị thất lạc và sẽ tiếp tục gửi lại lần nữa.

#### a. Trường hợp hư Frame dữ liệu:

Nếu máy thu phát hiện một frame vừa nhận có lỗi thì sẽ chuyển về một frame NAK và máy phát sẽ chuyển lại frame vừa chuyển.

**Ví dụ:** trong hình bên dưới, máy phát chuyển một frame dữ liệu: **data 0**. Máy thu chuyển về một tín hiệu **ACK 1**, cho biết **data 0** đã đến tốt và máy thu đang chờ **data 1**. Máy phát chuyển tiếp frame dữ liệu: **data 1**. Tín hiệu được nhận tốt, máy thu chuyển về **ACK 0**. Máy phát chuyển tiếp frame dữ liệu mới: **data 0**. Máy thu nhận ra lỗi và gửi về NAK. Máy phát gửi lại **data 0**. Trường hợp này máy thu tốt, nên máy thu chuyển về tín hiệu ACK 1.



#### b. Trường hợp mất Frame:

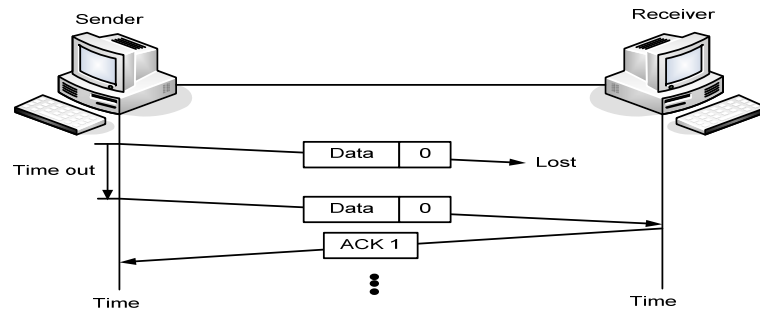
- Bị thất lạc **Frame data** trong quá trình truyền
- Bị thất lạc **Frame ACK** trong quá trình truyền
- Bị thất lạc **Frame NAK** trong quá trình truyền

##### **\* Thất lạc Frame data :**

Máy phát có trang bị bộ định thời khi truyền dữ liệu.

Máy phát chờ đợi tín hiệu **ACK hay NAK** khi tín hiệu được gửi, nếu tín hiệu ACK hay NAK không đến máy phát, máy phát đợi hết thời gian qui định, sẽ gửi lại bản tin vừa gửi rồi chờ đợi thông tin xác nhận từ máy thu.

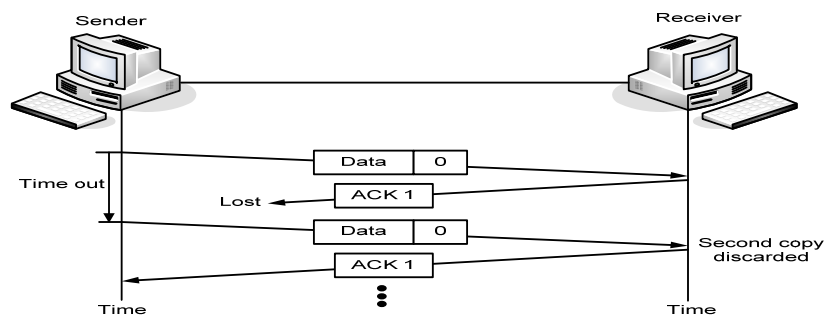




*Hình 10.6*

\* Thất lạc Frame ACK

- frame dữ liệu đã tới được máy thu
- tín hiệu ACK hoặc NAK lại bị thất lạc trong khi gửi về.
- Máy phát chờ cho đến khi hết thời gian do timer qui định
- Tiếp tục gửi frame vừa gửi.
- Máy thu nhận và kiểm tra,
- nhận frame copy này như là bản sao, chấp nhận rồi hủy đi để chờ bản tin kế tiếp đến.



*Hình 10.7*

### 10.3.2.Sliding Window ARQ:

Có nhiều cơ chế dùng để kiểm tra lỗi khi truyền dữ liệu liên tục.

Có hai giao thức thông dụng là: **go-back-n ARQ** và **selective-reject ARQ**.

Có ba đặc điểm:

- **Thiết bị giữ giữ bản sao của tất cả các frame gửi đi** cho đến khi chúng được xác nhận.

Nếu các frame từ 0 đến 6 đã được gửi đi, và xác nhận cuối cùng là ở frame 2 (chờ đợi 3), thì máy thu giữ các bản sao của **frame 3 đến 6** cho đến khi chúng được nhận đúng.

- Máy thu còn có thể gửi về frame NAK nếu dữ liệu nhận bị hỏng.

Frame NAK cho máy phát biết để gửi lại frame bị hỏng.

Do cửa sổ trượt có cơ chế truyền liên tục (không giống như trường hợp stop and wait), các tín hiệu ACK và NAK đều phải được đánh số để có thể nhận dạng.

Các frame **ACK mang số của frame mong muốn kế tiếp**. Trái lại, các frame **NAK mang số của frame bị hỏng**.

Trong cả hai trường hợp, tín hiệu đến máy phát là số frame mà máy thu muốn. Chú ý rằng những frame dữ liệu được nhận không có lỗi thì không có các xác nhận riêng biệt. Nếu tín hiệu ACK sau cùng mang số 3 và kế tiếp ACK6 đã nhận thì các frame 3,4 và 5 đều nhận tốt. Tuy nhiên, mỗi frame bị hỏng lại cần được xác nhận. Nếu frame dữ liệu 4 và 5 bị sai khi nhận, thì cả NAK 4 và NAK 5 phải được gửi về. Tuy nhiên, NAK 4 cho máy phát biết là tất cả các frame đã nhận trước frame 4 đã được nhận tốt.

- Tương tự như trường hợp stop and wait ARQ, thiết bị phát trong cửa sổ trượt ARQ được trang bị bộ định thời có khả năng xử lý các xác nhận bị thất lạc. Trong cửa sổ trượt ARQ, (n-1) frame (kích thước của cửa sổ) có thể được gửi đi trước khi nhận được xác nhận. Nếu (n-1) frame là các xác nhận mong đợi, máy phát khởi động bộ định thời và chờ trước khi gửi nữa. Nếu đã hết thời gian cho phép mà không nhận được xác nhận thì máy phát giả sử là các frame chưa nhận được và gửi lại một hay tất cả các frame tùy theo từng giao thức. Chú ý rằng trong phương pháp stop and wait ARQ, máy phát không có cách nào biết được là frame bị thất lạc là dữ liệu, ACK hay NAK. Bằng cách gửi lại các frame dữ liệu, có hai khả năng khôi phục: dữ liệu thất lạc và NAK thất lạc. Nếu thất lạc frame là frame ACK thì máy thu có thể nhận biết sự dư thừa thông qua số trên frame và loại các dữ liệu thừa.

### **a.Go-Back-n ARQ**

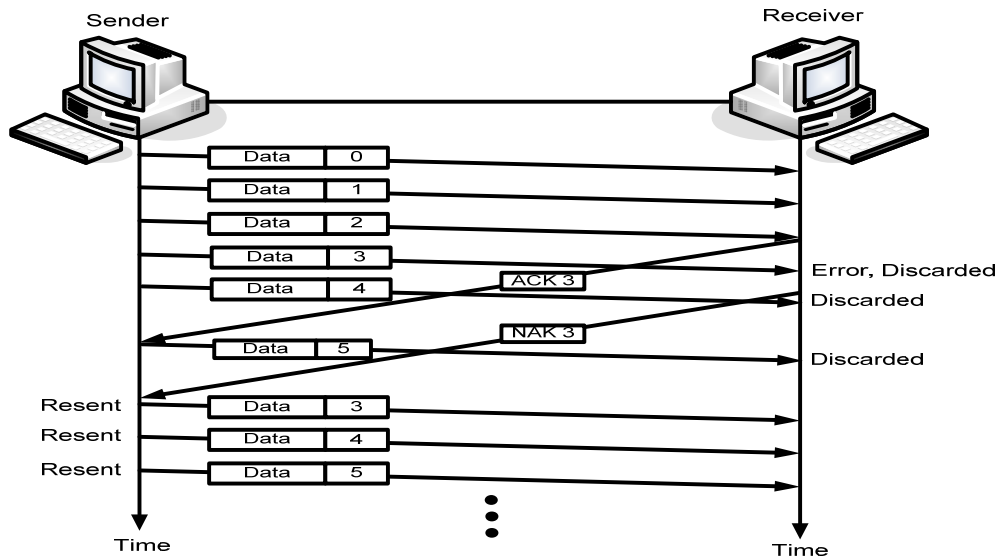
Trong phương pháp cửa sổ trượt go-back-n ARQ, nếu một frame bị thất lạc hay hỏng, tất cả các frame được phát khi tín hiệu xác nhận cuối cùng được gửi đi. **Có 3 dạng phát lại: Hư Frame data, mất Frame data, mất Frame ACK**

#### **Hư Frame:**

Việc gì xảy ra nếu các frame 0, 1, 2 và 3 đã được gửi đi, nhưng tín hiệu xác nhận đầu tiên lại là NAK 3? Xin nhớ cho rằng NAK có hai ý nghĩa: (1) một xác nhận về tất cả các frame nhận được trước khi có frame bị hỏng và (2) tín hiệu không xác nhận đối với frame hiện tại. Nếu NAK đầu tiên là NAK 3, có nghĩa là các frame dữ liệu 0, 1, và 2 đã được nhận tốt. Chỉ cần gửi lại frame số 3.

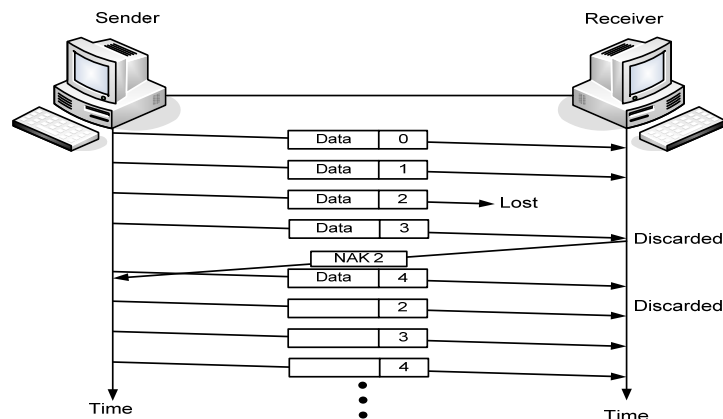
Việc gì xảy ra nếu các frame từ 0 đến 4 đã được gửi đi trước khi nhận được NAK 2? Ngay vừa khi máy thu phát hiện lỗi, thì máy ngừng tiếp nhận các frame cho đến khi frame bị hỏng được thay thế xong. Trong trường hợp này thì dữ liệu 2 xuất hiện hỏng và bị loại, cùng các dữ liệu 3 và 4. Dữ liệu 0 và 1, đã được nhận trước khi có frame bị hỏng, đã được chấp nhận, bằng cách gửi về máy phát frame NAK 2. Như thế cần gửi lại các frame 2, 3 và 4.

Hình vẽ dưới đây cho một thí dụ trong đó 6 frame được gửi đi trước khi phát hiện ra lỗi ở frame 3. Trường hợp này máy thu gửi về tín hiệu ACK 3 cho biết các frame 0, 1 và 2 đã được chấp nhận. Trong hình thì ACK 3 đã được gửi trước khi dữ liệu 3 đến. Phát hiện lỗi tại frame 3, tín hiệu NAK được gửi tức thì và các frame 4 và 5 bị loại khi chúng đến. Thiết bị phát gửi lại cả ba frame (3, 4 và 5) do từ xác nhận trước đó, và quá trình tiếp tục. Máy thu đã loại các frame 4 và 5 (cùng các frame tiếp theo) cho đến khi nhận tốt được frame 3.



### Mất Frame dữ liệu:

Giao thức cửa sổ trượt đòi hỏi các frame dữ liệu phải được chuyển đi tuần tự. Nếu một trong số các frame này bị nhiễm nhiễu và bị thất lạc trong khi truyền, thì frame đến sau sẽ bị máy thu loại. Máy thu kiểm tra số nhận dạng của mỗi frame, phát hiện ra là một số frame đã bị bỏ qua, và gửi về tín hiệu NAK cho frame thất lạc đầu tiên. Frame NAK không chỉ ra là frame đã bị thất lạc hay hỏng, chỉ thông báo yêu cầu gửi lại. Thiết bị phát sẽ phát lại frame do NAK yêu cầu, cùng các frame đã được chuyển đi sau frame vừa thất lạc.



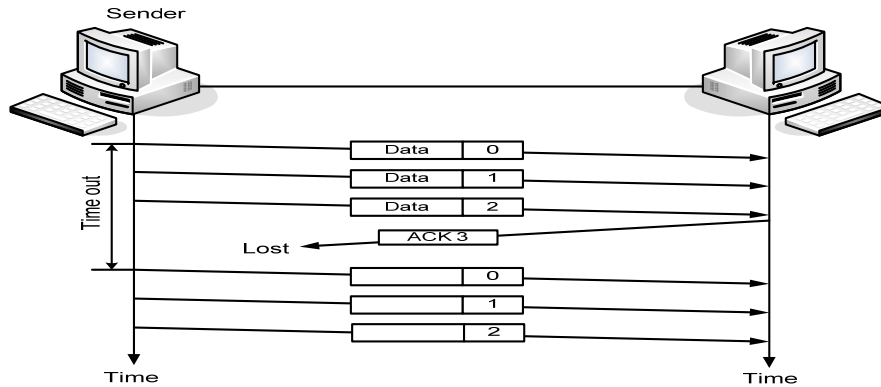
Hình 10.8

Trong hình trên, dữ liệu 0 và 1 thu được nhưng dữ liệu 2 thì bị thất lạc. Frame kế tiếp sẽ đến máy thu là frame 3. Máy thu đang chờ frame 2 nên frame 3 bị xem là lỗi, bị loại và gửi về thông báo NAK 2, cho biết các frame 0 và 1 đã được chấp nhận nhưng frame 2 thì bị sai (bị thất lạc trong trường hợp này). Trong thí dụ trên, do máy phát đã phát dữ liệu 4 trước khi nhận được NAK 2, dữ liệu 4 đến đích nhưng bị loại. Một khi máy phát nhận được tín hiệu NAK 2, thì chuyển tất cả các frame còn bị kẹt lại (2, 3 và 4).

### Mất ACK:

Máy phát không mong nhận được các frame ACK sau mỗi dữ liệu đã gửi. Điều đó nên không thể dùng các chuỗi số của ACK để nhận dạng các frame ACK hay NAK bị thất lạc, nên

phải dùng một timer. Thiết bị phát có thể gửi bất kỳ frame nào trong lúc mà cửa sổ còn cho phép trước khi chờ tín hiệu chấp nhận. Một khi giới hạn thời gian này đã hết hay máy phát không còn frame để gửi thì máy phát phải chờ. Nếu một tín hiệu ACK (hay, đặc biệt, nếu là NAK) do máy thu gửi đi bị thất lạc, thì máy phát phải chờ mãi. Để tránh tình trạng này, phải phát phải trang bị một bộ timer nhằm bắt đầu đếm khi dung lượng cửa sổ đã đầy. Khi không nhận được tín hiệu xác nhận sau một thời gian hạn định, máy phát gửi lại mỗi frame đã được phát từ lần nhận được ACK gần nhất.



Hình 10.9

Hình trên cho thấy tình huống khi máy phát đã gửi đi tất cả các frame và chờ tín hiệu xác nhận đã bị thất lạc đâu đó trên đường truyền. Máy phát chờ trong một thời gian xác định, rồi gửi lại các frame unacknowledged. Máy thu nhận ra được là lần truyền mới này là lần lặp lại của lần trước, gửi tiếp đi tín hiệu ACK, và loại bỏ thông tin thừa.

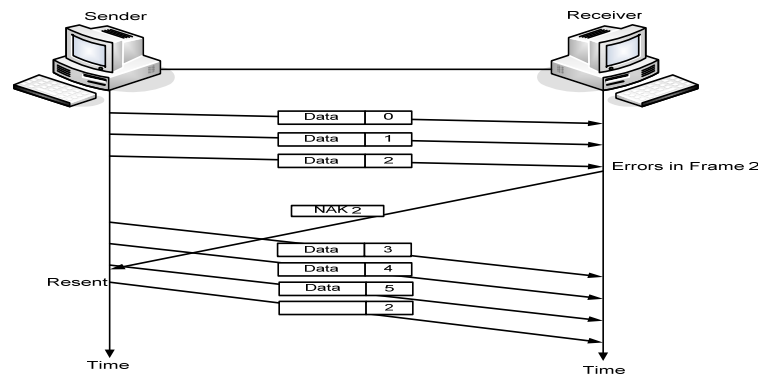
### **b.Selective - Reject ARQ**

Trong giao thức này, chỉ có đúng các frame bị hỏng hay thất lạc là được truyền lại. Nếu một frame bị hỏng trong khi truyền thì tín hiệu NAK được gửi về và frame này được gửi riêng. **Bộ thu phải có khả năng chọn lọc các frame và chèn vào đúng chỗ trong chuỗi frame.** Để thực hiện được việc này, hệ thống **selective-reject ARQ** có điểm khác so với **go-back-n ARQ** như sau:

- Thiết bị thu phải có trình tự chọn lọc cho phép sắp xếp lại các frame nhận được. Thiết bị thu cũng cần lưu trữ được các frame đã nhận được từ sau khi gửi về NAK cho đến khi frame hỏng này được thay thế.
- Thiết bị phát phải có cơ chế tìm kiếm nhằm cho phép tìm và chọn lọc các frame được yêu cầu truyền lại.
- Bộ nhớ đệm tại phần thu sẽ lưu trữ tất cả các frame đã nhận được trước đó cho đến khi tất cả các frame truyền lại được chọn lọc và các frame trùng lặp được nhận ra và loại bỏ.
- Nhằm tăng tính chọn lọc, các số ACK, tương tự như số NAK cũng được ghi cho các frame đã nhận được (hay thất lạc) thay vì là các frame mong muốn nhận.
- Tính phức tạp này đòi hỏi **kích thước của cửa sổ phải bé hơn so với trường hợp go-back-n** để cho phép hệ thống hoạt động hiệu quả hơn. Kích thước cửa sổ nên được chọn bé hơn hay bằng  $(n+1)/2$ , trong đó  $(n-1)$  là kích thước cửa sổ của trường hợp go-back-n.

Các trường hợp hỏng: Hư Frame data, mất Frame data, mất ACK

### Damaged Frame:



Hình 10.10

Hình trên minh họa tình huống trong đó frame bị hỏng được nhận. Theo đó, frame 0 và 1 được nhận nhưng không được xác nhận. Dữ liệu 2 đến và bị phát hiện là có lỗi, đến có tín hiệu NAK về. Tương tự frame NAK trong phương pháp sửa lỗi go-back-n, một NAK ở đây chứa thông tin của phần xác nhận dữ liệu nhận và chỉ thị sai số ở frame hiện tại. Trong hình thì NAK-2 cho máy phát biết rằng dữ liệu 0 và 1 đã được chấp nhận, nhưng phải gọi lại dữ liệu 2. Khác với trường hợp máy thu của hệ go-back-n, trường hợp này máy thu là hệ chọn-lọc nên bắt đầu chấp nhận các frame mới trong khi chờ đợi các lỗi phải sửa. Tuy nhiên, do ACK cho biết về các cuộc nhận thành công không chỉ trong frame đang có mà còn có giá trị cho tất cả các frame đã nhận được trước đó, các frame nhận được sau khi frame error chưa được xác nhận, cho đến khi các frame hỏng được gọi lại. Trong hình thì máy thu chấp nhận dữ liệu 3, 4 và 5 trong khi chờ bản copy của dữ liệu 2. Khi dữ liệu 2 mới tới, tín hiệu ACK 5 được gửi trả về, xác nhận về tín hiệu 2 mới, và các frame gốc 3, 4 và 5. Máy thu cần có phương thức chọn lựa trong các chuỗi frame được truyền lại và theo dõi xem frame hỏng còn thiếu để có thể xác nhận.

**Lost Data Frame:** Tuy các frame có thể được nhận, nhưng không có nghĩa là được xác nhận. Nếu frame bị thất lạc thì frame kế tiếp sẽ không được nhận vào chuỗi. Khi máy thu cố sắp xếp lại các frame hiện có, thì sẽ phát hiện ra thiếu sót này và gửi đi tín hiệu NAK. Đương nhiên là máy thu chỉ có thể nhận ra thiếu sót này nếu có các frame tiếp tục đến. Nếu frame thất lạc là frame truyền cuối cùng thì máy thu không làm gì và máy phát sẽ xem sự im lặng này chính là NAK.

**Lost Acknowledgment:** Các frame ACK và NAK thất lạc được selective-reject ARQ xử lý tương tự như trong trường hợp go-back-n ARQ. Khi thiết bị phát đạt đủ dung lượng của cửa sổ hay khi chấm dứt truyền, thì thiết lập bộ timer. Nếu không có tín hiệu xác nhận trong khoảng thời gian qui định, thiết bị phát gửi lại tất cả các frame chưa được xác nhận. Trong hầu hết trường hợp, máy thu sẽ nhận ra các bản trùng lặp và loại bỏ chúng.

### ❖ So sánh giữa phương pháp Go-Back-n và Selective-Reject

Mặc dù chỉ truyền lại các frame bị hỏng hay thất lạc nên có vẻ hiệu quả hơn so với việc chuyển lại tất cả các frame bị hỏng, nhưng do cơ chế chọn lọc và lưu trữ mà máy thu phải có, cùng với cơ chế chọn lọc phức tạp nên phương pháp selective-reject có chi phí đắt hơn và ít được dùng. **Tức là, tuy có hiệu quả hơn nhưng thực tế thì phương pháp go-back-n được dùng nhiều hơn do dễ thiết lập hơn.**

*Chú ý là giao thức stop and wait là trường hợp đặc biệt của giao thức cửa sổ trượt trong đó kích thước của sổ được chọn là 1.*

### **TỪ KHÓA VÀ Ý NIỆM**

- ❑ ACK: acknowledgment
- ❑ Automatic repeat request ARQ
- ❑ Buffer
- ❑ End of transmission
- ❑ Enquiry/acknowledgment (ENQ/ACK)
- ❑ Error control
- ❑ Flow control
- ❑ Go-back ARQ
- ❑ Line discipline
- ❑ Negative acknowledgment (NAK)
- ❑ Poll
- ❑ Poll/select
- ❑ Primary station
- ❑ Secondary station
- ❑ Select
- ❑ Selective-reject ARQ
- ❑ Sliding window
- ❑ Stop-and-wait
- ❑ Stop and wait ARQ

## TÓM TẮT

- ❖ Lớp thứ hai trong mô hình OSI, lớp kết nối dữ liệu, có ba chức năng chính: hạng mục đường dây, điều khiển lưu lượng, và kiểm tra lỗi.
- ❖ Hạng mục đường dây thiết lập các trạng thái của các thiết bị (thu hay phát) trong kết nối.
- ❖ ENQ/ACK là phương pháp hạng mục đường dây dùng kết nối điểm- điểm.
- ❖ Thiết bị thu dùng ENQ/ACK để trả lời bằng cách xác nhận (ACK) nếu thiết bị đã sẵn sàng nhận dữ liệu hay không xác nhận NAK nếu chưa sẵn sàng.
- ❖ Poll/select là một phương pháp trong hạng mục đường dây. Thiết bị sơ cấp cần khởi tạo thông tin bằng các frame poll hay select (SEL).
- ❖ Một frame poll được sơ cấp gửi đến thứ cấp xem thiết bị thứ cấp có dữ liệu để gửi không. Thứ cấp có thể trả lời không dùng NAK hay nếu có thì gửi frame dữ liệu.
- ❖ Một frame SEL được thiết bị sơ cấp gửi đến thứ cấp để thông báo chuẩn bị nhận dữ liệu. Thứ cấp có thể trả lời bằng ACK hay ả AK.
- ❖ Điều khiển lưu lượng là quá trình điều hòa dữ liệu truyền để thiết bị thu không bị quá tải với thông tin nhận.
- ❖ Có hai phương pháp điều khiển lưu lượng:
- ❖ Stop and wait
- ❖ Sliding window
- ❖ Trong cơ chế điều khiển lưu lượng stop and wait, mỗi frame cần được máy thu xác nhận trước khi máy phát gửi tiếp frame kế tiếp.
- ❖ Trong cơ chế điều khiển lưu lượng dung cửa sổ trượt, dữ liệu phát bị giới hạn bởi một cửa sổ ảo mở rộng và co lại được tùy theo tín hiệu xác nhận từ máy thu. Tương tự, dữ liệu thu cũng bị giới hạn của một cửa sổ ảo có thể co dãn được theo dữ liệu nhận được.
- ❖ Kiểm tra lỗi, hay phương cách xử lý đối với dữ liệu hay xác nhận bị thất lạc, bị hỏng, là quá trình truyền lại dữ liệu.
- ❖ Dữ liệu được truyền lại nhờ automatic repeat request (ARQ).
- ❖ Có ba dạng lỗi cần đến ARQ: frame bị hỏng, frame bị thất lạc hay xác nhận bị thất lạc.
- ❖ Phương pháp được dùng trong kiểm tra lỗi tùy thuộc vào phương pháp điều khiển lưu lượng.
- ❖ Trong điều khiển lưu lượng dùng stop and wait, thì stop and wait ARQ được dùng
- ❖ Trong điều khiển lưu lượng dùng cửa sổ trượt, go-back-n hay selective reject ARQ được dùng.
- ❖ Trong stop and wait ARQ, một frame không xác nhận được gửi đi
- ❖ Trong go-back-n ARQ, quá trình truyền lại bắt đầu khi nhận được frame không xác nhận cho dù các frame trước đó đã được nhận đúng. Các frame trùng lặp sẽ được máy thu loại bỏ.
- ❖ Trong selective-reject ARQ, chỉ có frame không xác nhận là được truyền lại.