

CHƯƠNG 4

TÀNG LIÊN KẾT DỮ LIỆU

MMT

Tầng liên kết dữ liệu

1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu
2. Xử lý lỗi đường truyền, các phương pháp phát hiện lỗi
3. Giao thức điều khiển và xử lý lỗi



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.1. Cung cấp giao diện cho tầng mạng

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

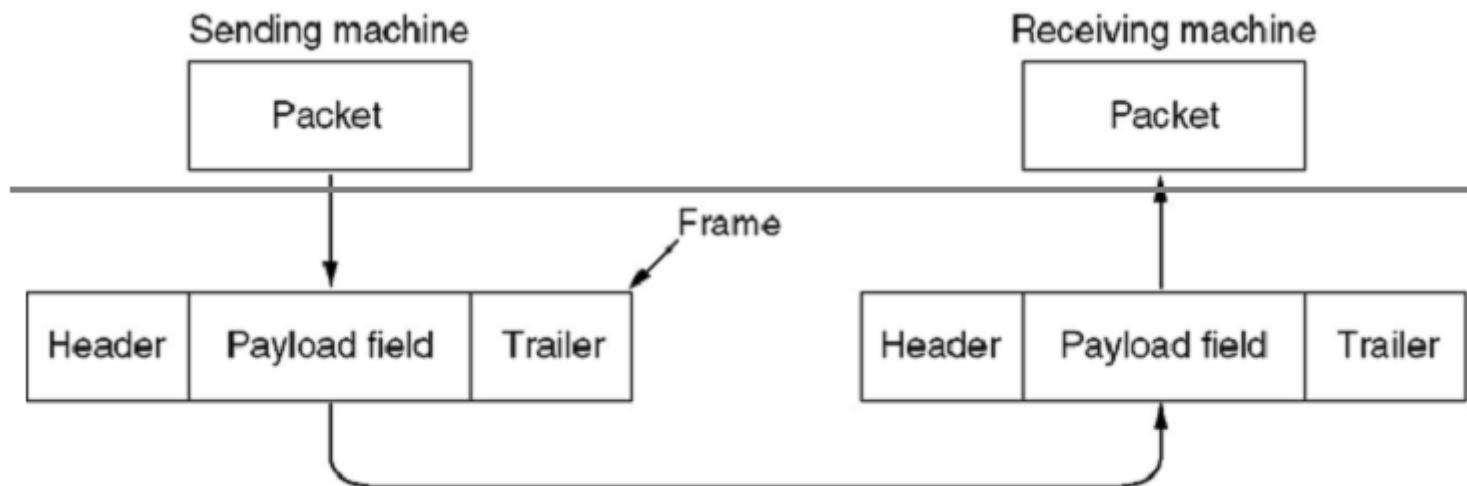
1.3. Điều khiển luồng dữ liệu



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

Cung cấp giao diện cho tầng mạng

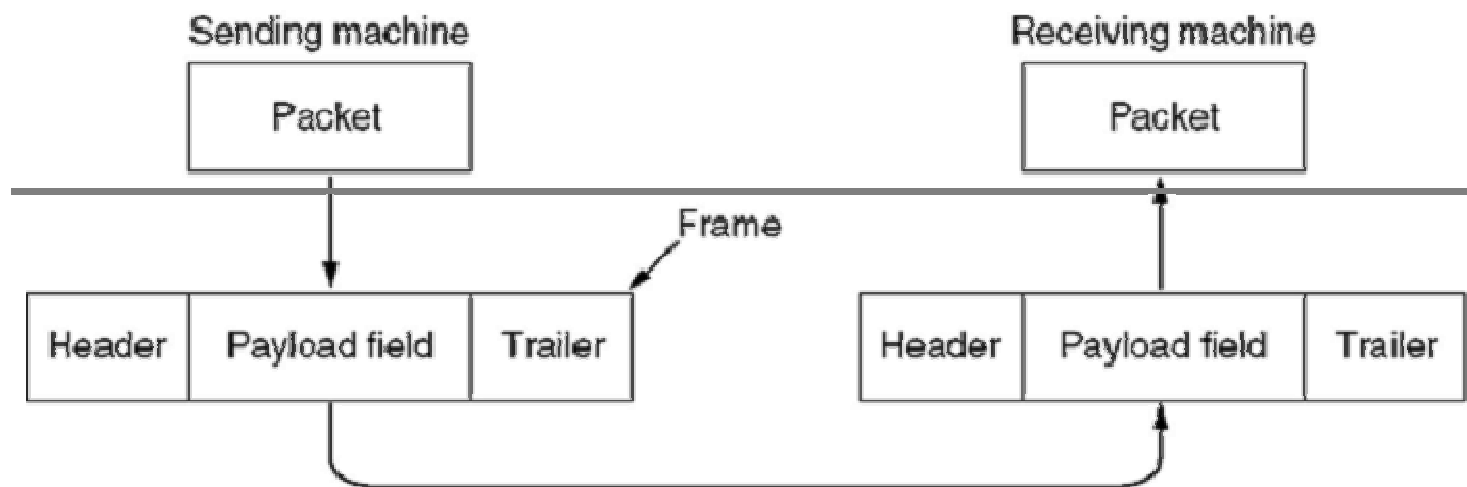
- ▶ Nhiệm vụ của tầng liên kết dữ liệu là nhận gói tin của tầng mạng ở hệ thống gửi và chuyển gói tin đó đến tầng mạng ở hệ thống nhận.



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

Cung cấp giao diện cho tầng mạng

- ▶ Để các gói tin (Packet) đến đích, tầng liên kết dữ liệu thực hiện thêm vào gói tin các thông tin điều khiển truyền: Header, Trailer (thông tin theo dõi) để tạo thành các khung tin (Frame).



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

Cung cấp giao diện cho tầng mạng

- ▶ Tầng liên kết dữ liệu thường cung cấp một số dịch vụ truyền:
 - ▶ Dịch vụ không kết nối, không báo nhận (LAN)
 - ▶ Dịch vụ không kết nối, có báo nhận (Wireless)
 - ▶ Dịch vụ hướng kết nối, có báo nhận (WAN)



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

- ▶ Tầng vật lý cung cấp dịch vụ nhận chuỗi bit và truyền đi, nhưng truyền đi đến đích hay không? dữ liệu có chính xác hay không? ... là do tầng liên kết dữ liệu đảm nhiệm.
- ▶ Tầng liên kết dữ liệu thực hiện giải pháp nào để giải quyết các vấn đề trên???



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.1. Định khung

- ▶ Định khung: Xác định vị trí bắt đầu và kết thúc một khung tin.
- ▶ Có 3 phương pháp:
 - ▶ Đếm ký tự
 - ▶ Sử dụng các byte làm cờ hiệu và các byte đệm
 - ▶ Sử dụng cờ bắt đầu và kết thúc khung cùng các bit đệm



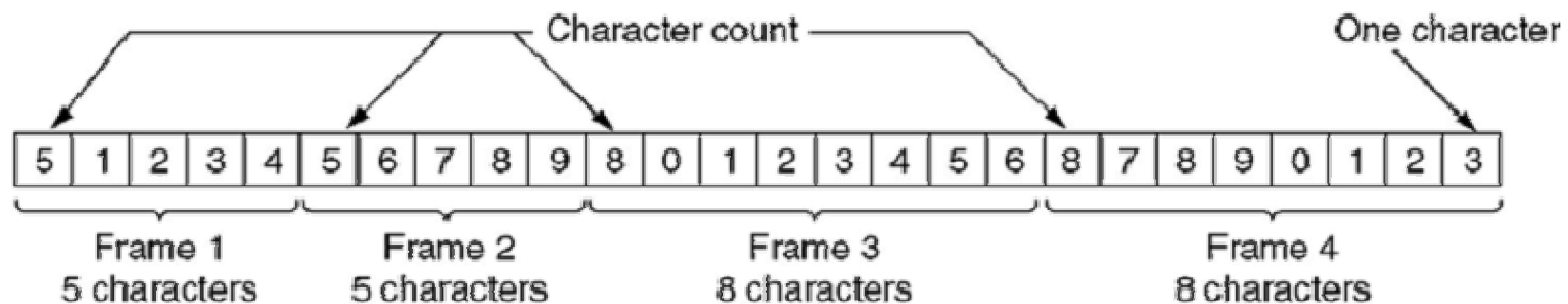
1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.1. Định khung

A. Đếm ký tự

- ▶ Sử dụng ký tự đầu tiên trong khung để xác định kích thước khung



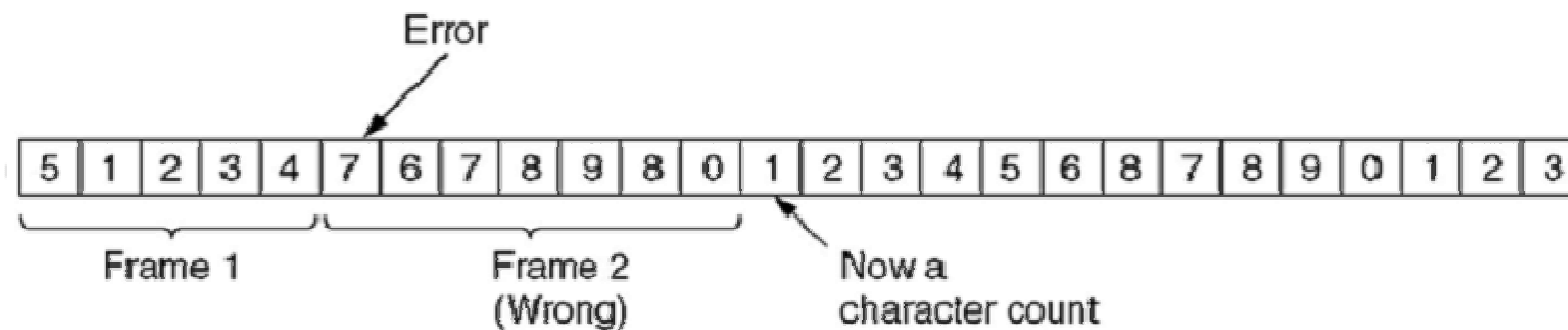
1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.1. Định khung

A. Đếm ký tự

- ▶ Ưu điểm: Đơn giản
- ▶ Nhược điểm: Nếu một khung lỗi thì các khung tin còn lại sẽ không xác định được



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.1. Định khung

B. Sử dụng các byte làm cờ hiệu và các byte đệm

- ▶ Sử dụng 1 byte giống nhau làm cờ, 1 byte để đánh dấu bắt đầu và 1 byte đánh dấu kết thúc một khung.
- ▶ Nếu trong dữ liệu có byte nào đó giống cờ hoặc là ESC thì thêm vào trước byte đó một ký hiệu ESC (byte đệm). Bên nhận đọc thấy có ESC trước byte cờ thì bỏ ESC đi và tiếp tục đọc dữ liệu.



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

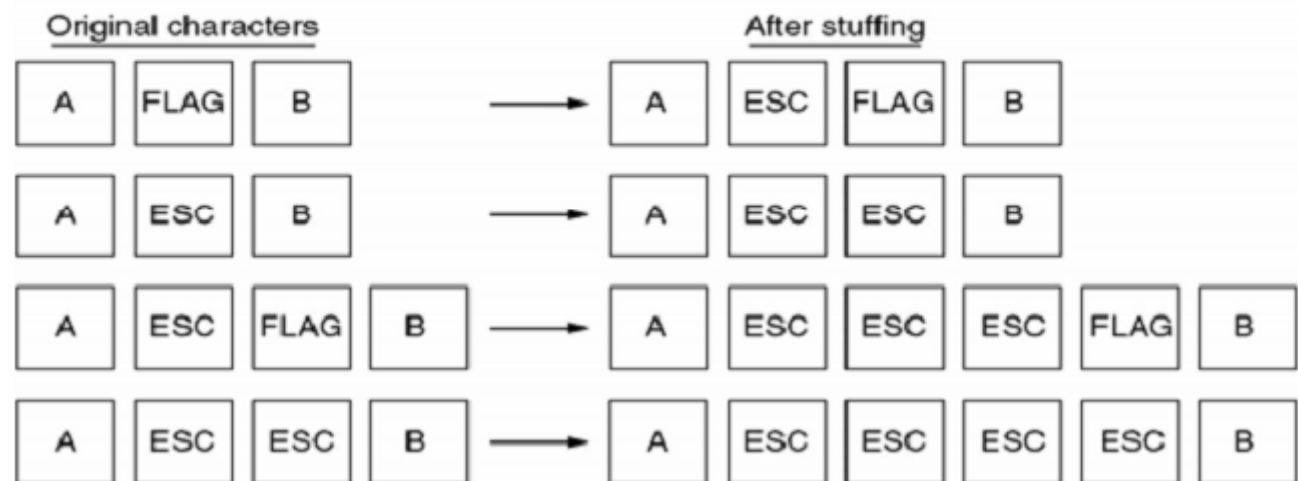
1.2.1. Định khung

B. Sử dụng các byte làm cờ hiệu và các byte đệm

- ▶ Nhược điểm: Chỉ dùng được cho hệ thống có độ dài từ mã là 8 bit.



(a)



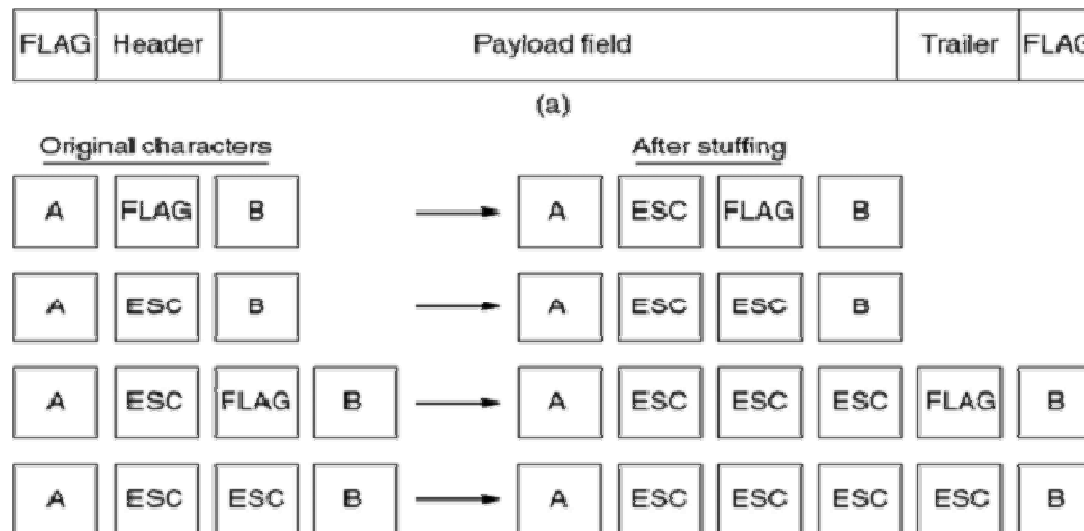
1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.1. Định khung

B. Sử dụng các byte làm cờ hiệu và các byte đệm

- ▶ Nhược điểm: Chỉ dùng được cho hệ thống có độ dài từ mã là 8 bit mà không sử dụng được trên các hệ thống mã hóa 16 bit như Unicode.



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.1. Định khung

C. Sử dụng cờ bắt đầu và kết thúc khung cùng các bit đệm

- ▶ Sử dụng một mẫu bit 01111110 để làm cờ đánh dấu bắt đầu và kết thúc.
- ▶ Nếu trong phần dữ liệu có tồn tại liên tiếp 5 bit 1 thì bit 0 được chèn vào ngay sau đó (bit 0 đóng vai trò bit đệm). Khi nhận bit 0 sẽ được tách ra tương ứng.
- ▶ Nhận xét: Do sử dụng mẫu bit nên không phụ thuộc vào độ dài từ mã, vậy nên sử dụng được với nhiều hệ thống mã hóa khác nhau.



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.2. *Điều khiển lỗi*

- ▶ Một số trường hợp phát sinh lỗi trong quá trình truyền:
 - ▶ Các khung tin đến đích không đúng trình tự gửi đi
 - ▶ Khung tin bị mất không đến được đích
 - ▶ Khung tin báo nhận (Acknowledgement) bị mất



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.2. Điều khiển lỗi

- ▶ **Các khung tin đến đích không đúng trình tự gửi đi**
 - ▶ Nếu mạng không kết nối và không báo nhận (không cần quan tâm)
 - ▶ Nếu mạng hướng kết nối, có báo nhận, khắc phục theo cách sau: Định nghĩa một khung tin báo nhận (acknowledgement), nếu bên gửi nhận được khung tin này có nghĩa là khung tin đã đến đích an toàn, nếu không nhận được thì phải gửi lại



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.2. Điều khiển lỗi

- ▶ **Khung tin bị mất không đến được đích**
 - ▶ Sử dụng bộ đếm thời gian, sau một khoảng thời gian nhất định mà không nhận được thông tin xác nhận thì thực hiện truyền lại.



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.2. Xử lý lỗi đường truyền

1.2.2. Điều khiển lỗi

- ▶ **Khung tin báo nhận (Acknowledgement) bị mất**
 - ▶ Nếu khung báo nhận bị mất, một khung tin có thể được truyền đi nhiều lần và bên hệ thống nhận sẽ tồn tại nhiều khung tin giống nhau. Để khắc phục người ta thực hiện đánh số các khung tin.



1. Chức năng của tầng liên kết dữ liệu

1.3. Điều khiển luồng

- ▶ Vấn đề phát sinh phổ biến là: Tốc độ truyền và nhận dữ liệu là khác nhau, vậy làm sao cho không gây ra hiện tượng tràn bộ đệm bên hệ thống nhận.
- ▶ Khắc phục hiện tượng này bằng cách phát sinh ra các khung tin báo nhận và cho phép gửi thêm dữ liệu.
- ▶ Có nhiều thuật toán thực hiện điều khiển luồng.



2. Xử lý lỗi

- ▶ Trong quá trình truyền các bit, lỗi truyền có thể biến đổi bit 0 thành 1 hoặc 1 thành 0.
- ▶ Tỷ lệ lỗi được xác định bởi công thức:

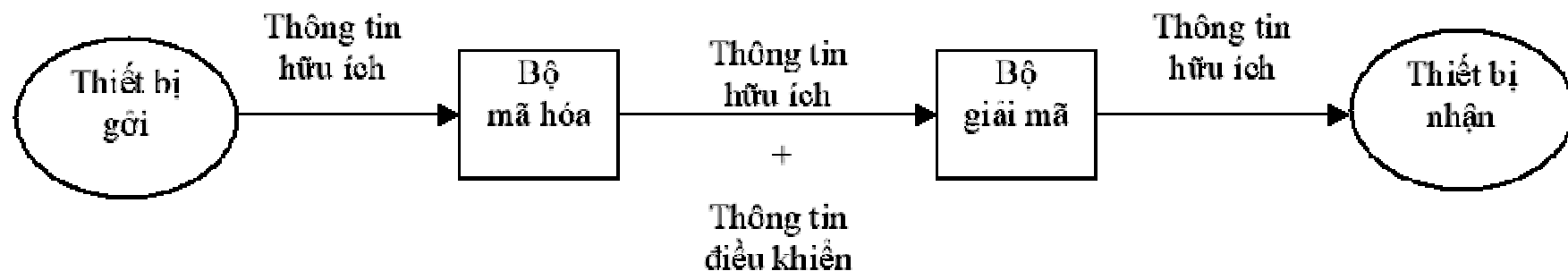
$$\tau = \text{số bit lỗi} / \text{tổng số bit truyền}$$

- ▶ τ được phép trong khoảng 10^{-5} đến 10^{-8} . Vậy nên cần có cơ chế phát hiện và sửa lỗi.
- ▶ Thống kê cho thấy: 88% lỗi là do sai lệch 1 bit, 10% là do sai lệch 2 bit kề nhau.
- ▶ Để phát hiện các lỗi và từ đó có cách xử lý lỗi ta phải dựa trên bộ mã phát hiện lỗi. Các bộ mã này sẽ được chèn vào cùng với dữ liệu để kiểm tra tính chính xác của dữ liệu đến đích.



2. Xử lý lỗi

- ▶ Thông tin điều khiển được đưa vào dựa trên 2 chiến lược:
 - ▶ Bộ mã phát hiện lỗi
 - ▶ Bộ mã sửa lỗi



2. Xử lý lỗi

2.1. Bộ mã phát hiện lỗi

- ▶ Kiểm tra chẵn lẻ
- ▶ Kiểm tra thêm theo chiều dọc
- ▶ Kiểm tra phần dư tuần hoàn



2. Xử lý lỗi

2.1. Bộ mã phát hiện lỗi

2.1. Kiểm tra chẵn lẻ

- ▶ Kiểm tra lỗi bằng cách nối vào cuối mỗi khung một bit chẵn / lẻ.
- ▶ Bên gửi sẽ thêm vào một số chẵn hoặc lẻ bit 1 và bên nhận sẽ kiểm tra, nếu có tương ứng chẵn hoặc lẻ bit 1 thì coi như không có lỗi
- ▶ Nhận xét: Đây là cách phát hiện lỗi đơn giản, tuy nhiên nếu có hơn 1 bit chẵn lẻ bị lỗi thì có thể sẽ không phát hiện ra được.



2. Xử lý lỗi

2.1. Bộ mã phát hiện lỗi

2.2. Kiểm tra thêm theo chiều dọc

- ▶ Khung tin được xem như một khối nhiều ký tự được sắp xếp theo dạng hai chiều, việc kiểm tra được thực hiện trên cả chiều ngang lẫn chiều dọc.
- ▶ Theo chiều ngang, mỗi ký tự được thêm vào một bit chẵn / lẻ
- ▶ Theo chiều dọc được thêm vào ký tự kiểm tra cho tất cả các bit thứ i của một từ trong toàn khối (checksum)
- ▶ Nhận xét: Phương pháp này tốt hơn chẵn lẻ nhưng cũng chưa tốt nếu có nhiều hơn 1 bit dọc bị lỗi



2. Xử lý lỗi

2.1. Bộ mã phát hiện lỗi

2.3. Kiểm tra phần dư tuần hoàn

- ▶ Với một thông điệp M có k bit, bên gửi sẽ thêm vào một chuỗi F có r bit. Chuỗi kiểm tra sẽ tính sao cho khung kết quả T được hình thành từ việc nối M và F (gồm $k + r$ bit) có thể chia hết bởi số P nào đó được định trước.
- ▶ Khi bên nhận nhận được chuỗi T nó sẽ thực hiện chia cho P , nếu chia hết thì có nghĩa là thông tin truyền không bị lỗi, nếu có dư có nghĩa là thông tin truyền đi có lỗi. Nếu không có lỗi bên nhận sẽ tách F ra khỏi T để thu được M là thông tin truyền.



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

- ▶ Để thực hiện điều khiển lỗi người ta thường sử dụng một số giao thức sau:

3.1. Giao thức truyền đơn công không ràng buộc

Đường truyền chỉ thực hiện truyền theo 1 chiều từ bên gửi sang bên nhận, không có xác nhận.

- ▶ Bên gửi:

- ▶ Nhận gói tin từ tầng mạng
- ▶ Đưa gói tin vào khung
- ▶ Gửi khung xuống tầng vật lý

- ▶ Bên nhận:

- ▶ Chờ sự kiện xuất hiện khung tin đến
- ▶ Nhận khung tin từ tầng vật lý
- ▶ Tách gói tin từ khung và gửi lên tầng mạng



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.2. Giao thức truyền đơn công dừng và chờ

Được thiết lập để truyền thông tin theo 1 chiều từ bên gửi sang bên nhận, có khung tin xác nhận truyền.

▶ Bên gửi:

- ▶ Nhận gói tin từ tầng mạng
- ▶ Đưa gói tin vào khung
- ▶ Gửi khung xuống tầng vật lý
- ▶ Chờ bên nhận xác nhận khung tin đến nơi

▶ Bên nhận:

- ▶ Chờ sự kiện xuất hiện khung tin đến
 - ▶ Nhận khung tin từ tầng vật lý
 - ▶ Tách gói tin từ khung và gửi lên tầng mạng
 - ▶ Gửi khung báo nhận cho bên gửi
-



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.3. Giao thức truyền đơn công cho kênh truyền có nhiễu

Trong trường hợp khung tin không đến đích, có thể xảy ra một trong các trường hợp sau:

- ▶ Người nhận không biết chất lượng khung tin khi đến đích
 - Yêu cầu bên gửi xác nhận chất lượng khung tin.
- ▶ Các khung báo nhận bị mất
 - Bên gửi sử dụng bộ đếm thời gian để xác định khung tin đến đích hay không. Sau một khoảng thời gian mà không nhận được ACK thì gửi lại khung tin không có ACK.
- ▶ Bên nhận không phân biệt được các khung trùng lặp do bên gửi thực hiện gửi lại nhiều lần
 - Đánh số thứ tự cho các khung tin (Sử dụng đánh số từ 0 đến 1 giá trị nào đó rồi quay lại 0)



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

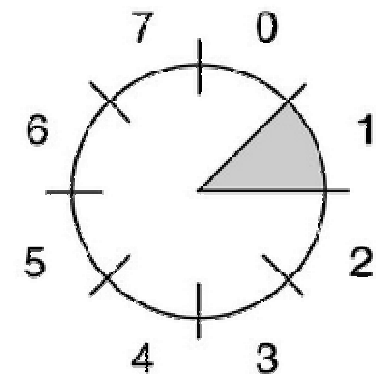
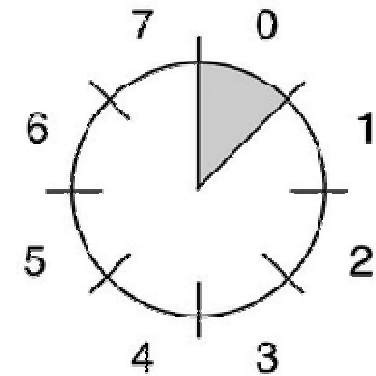
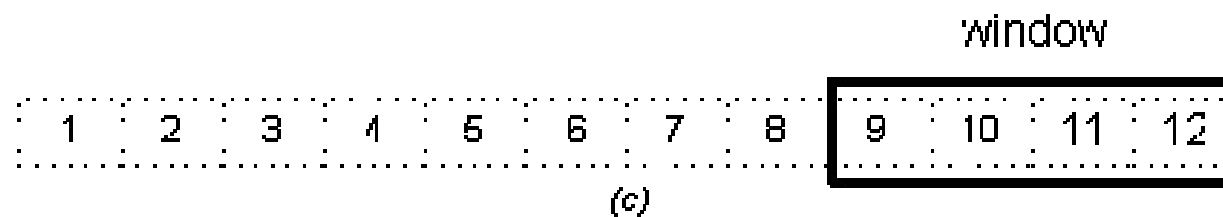
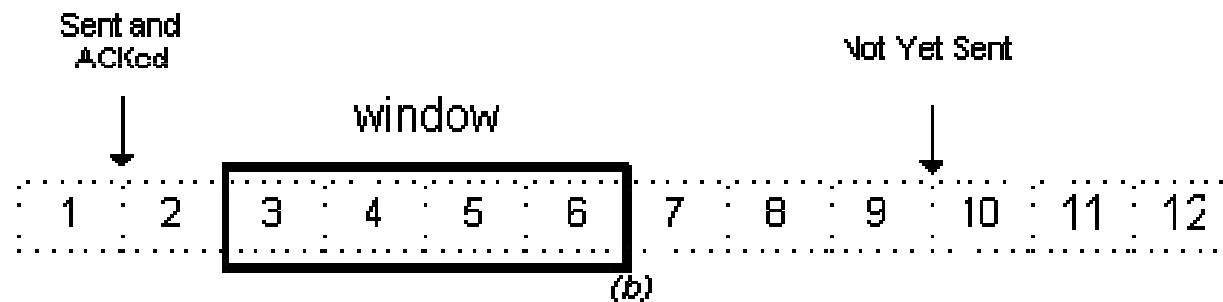
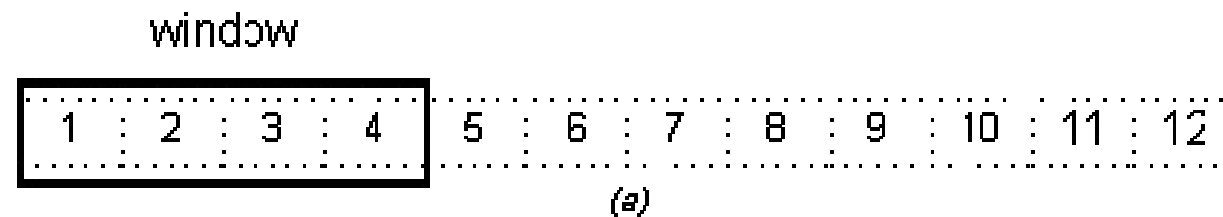
3.4. Giao thức cửa sổ trượt

- ▶ Cửa sổ trượt được sử dụng trong truyền dữ liệu song công. Dữ liệu vẫn được gửi qua các khung tin, tuy nhiên, khung tin được thêm vào các thông tin phân loại: dữ liệu, báo nhận (ACK), báo không nhận (NACK). Khi truyền tin chúng sẽ kết hợp với các thông tin truyền để báo tình trạng của khung tin vừa nhận trước đó.
- ▶ Giao thức này cho phép theo dõi các khung đã gửi đi và các khung nhận. Thành phần chờ báo nhận các khung đã được gửi đi gọi là cửa sổ gửi, thành phần theo dõi các khung được phép nhận gọi là cửa sổ nhận.
- ▶ Khi nhận một khung tin thì các cửa sổ sẽ dịch về phía trước một đơn vị. Khoảng cách từ cửa sổ gửi đến cửa sổ nhận gọi là kích thước của cửa sổ. Kích thước lớn nhất bằng số khung tin của dữ liệu gửi, nhỏ nhất bằng 0.



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

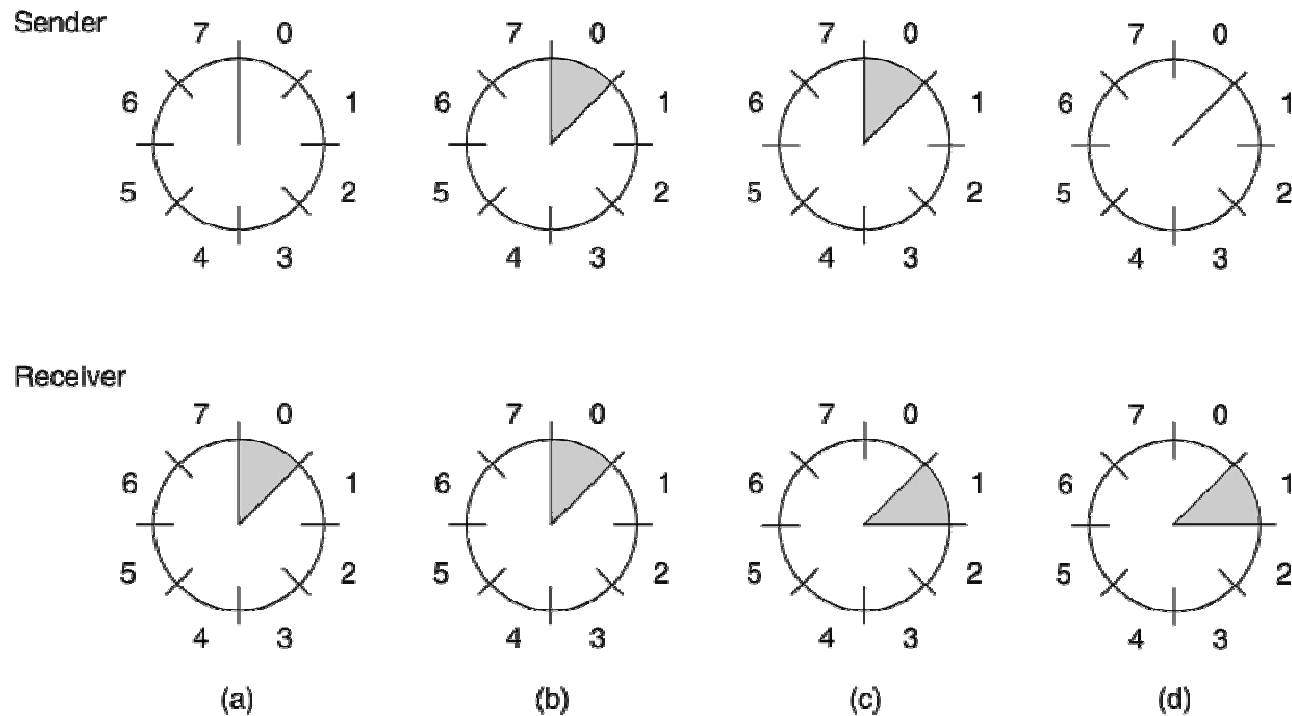
- ▶ Nếu dữ liệu phải gửi đi có n khung tin, sử dụng k bit để đánh số từ 0 đến $2^k - 1$. Khi đó cửa sổ trượt cũng sẽ được chia thành 2^k vị trí tương ứng với 2^k khung.
- ▶ Bên gửi: Phân bên ngoài cửa sổ thể hiện cho số khung tin còn có thể gửi tiếp.
- ▶ Bên nhận: Phân bên ngoài cửa sổ thể hiện dung lượng bộ nhớ đệm còn trống, tức số khung tin có thể nhận.



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

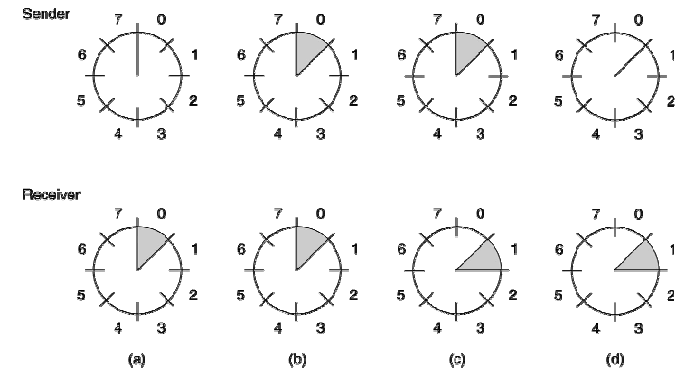
- ▶ Ví dụ sau mô tả hoạt động của cửa sổ trượt có kích thước bằng 1, sử dụng 3 bit để đánh số.



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

- ▶ Ví dụ sau mô tả hoạt động của cửa sổ trượt có kích thước bằng 1, sử dụng 3 bit để đánh số.



- ▶ (a) Bắt đầu, Bên nhận đợi khung 0
- ▶ (b) Bên gửi gửi 0
- ▶ (c) Bên nhận nhận 0, Đợi nhận 1
- ▶ (d) Bên gửi nhận ACK 0.

* Nhận xét: Trong trường hợp này, kích thước cửa sổ trượt bên nhận không thay đổi, kích thước cửa sổ trượt bên gửi có thể thay đổi.

3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

- ▶ Khi một khung bị lỗi thì bên nhận sẽ làm gì?
- ▶ Có hai giao thức để giải quyết vấn đề này
 - Giao thức Go-Back-N
 - Giao thức Selective Repeat

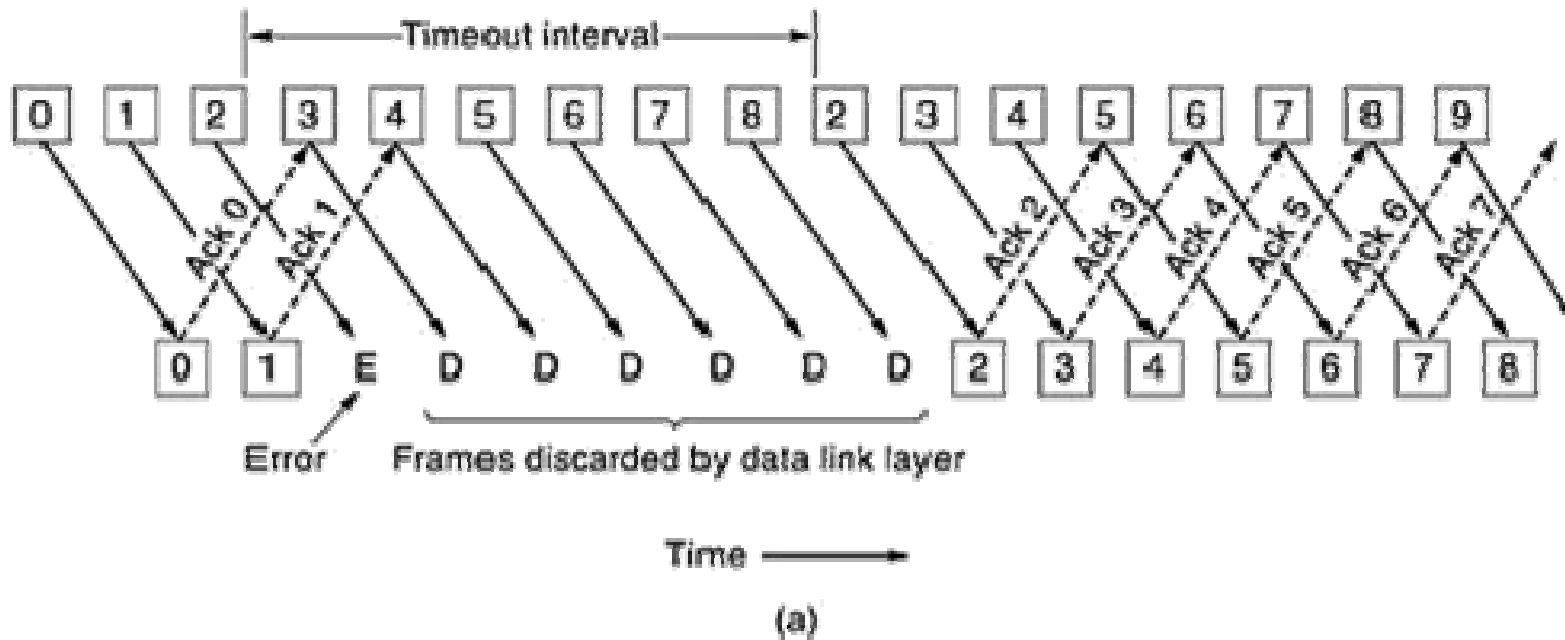


3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

- ▶ Giao thức Go-Back-N

- Nếu khung thứ N bị lỗi thì bên nhận sẽ yêu cầu truyền lại từ khung thứ N bị lỗi đó, các khung đã nhận sau N dù không bị lỗi cũng bị hủy bỏ

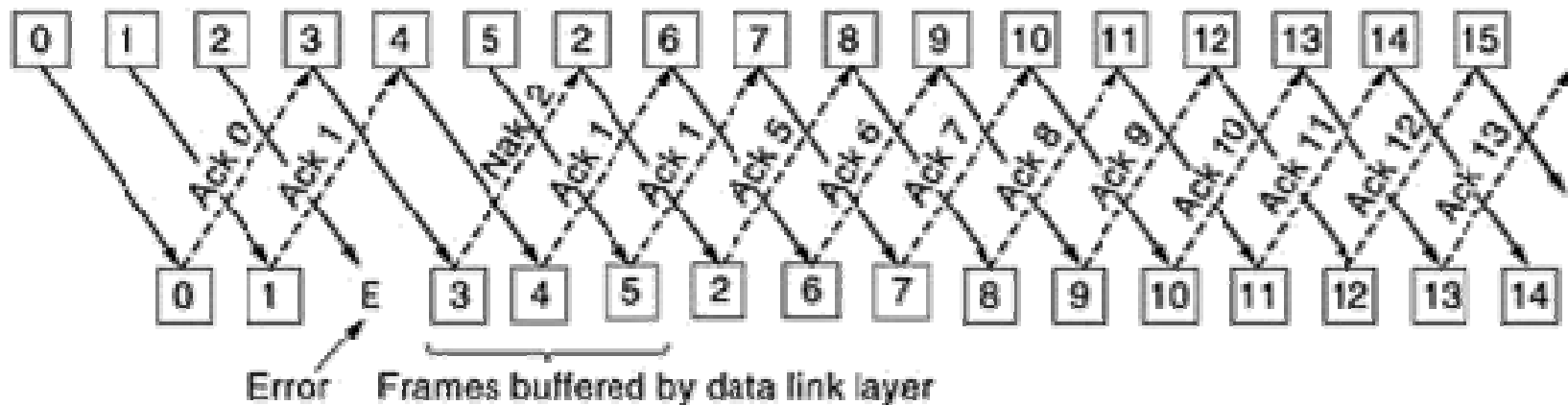


3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

► Giao thức Selective Repeat

- Nếu khung tin N bị lỗi, nó sẽ bị bên nhận bỏ đi, các khung tốt sau N vẫn được nhận bình thường nhưng được lưu trong bộ nhớ đệm.
- Bên gửi sẽ thực hiện gửi lại các khung mà chưa có báo nhận sau khi quá thời gian quy định hoặc các khung báo không nhận (NACK).

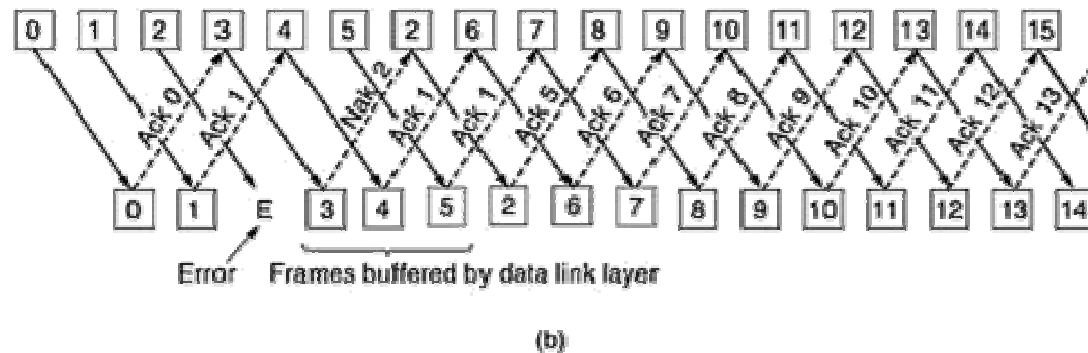
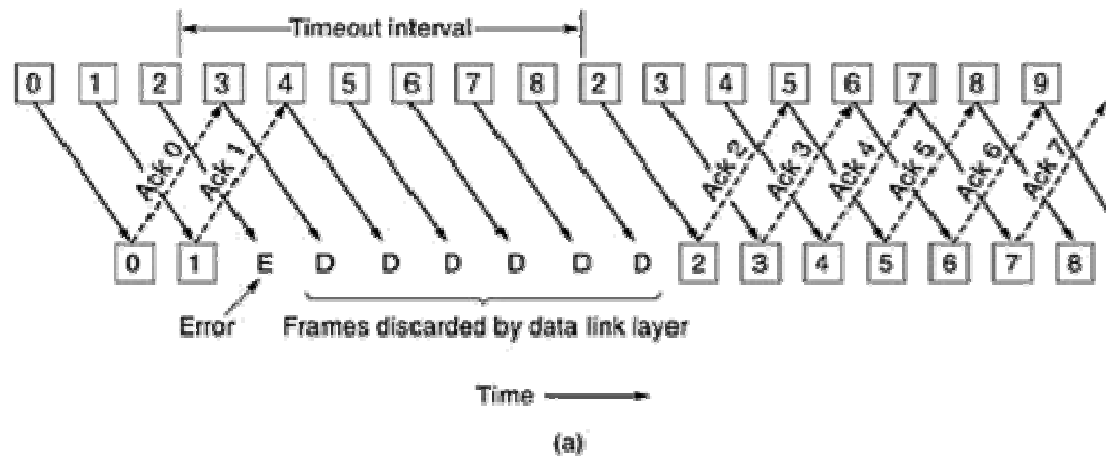


(b)

3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

- So sánh hiệu suất của Go-Back-N và Selective Repeat



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.4. Giao thức cửa sổ trượt

- ▶ Kích thước tối đa của cửa sổ nhận?
 - Tình huống như sau: Giả sử ta dùng 2 bit để đánh số, như vậy bên gửi sẽ gửi được tối đa 3 khung trước khi bên nhận báo đã nhận.
 - Nếu bên nhận đã nhận hết và gửi lên tầng mạng đồng thời gửi báo đã nhận nhưng các gói tin báo nhận bị mất không đến được bên gửi.
 - Khi đó bên gửi sẽ gửi lại khung 0 rồi 1, 2. Bên nhận nhận được khung 0 trong cửa sổ mới và gửi lên tầng mạng → tầng mạng nhận được nhiều hơn 1 khung 0 với cùng nội dung → giao thức hoạt động sai.
- ▶ Để khắc phục tình trạng đó, bên nhận luôn phải để giành ra một nửa không gian để xử lý lỗi. Vậy kích thước của cửa sổ phải bị giới hạn lại theo công thức: $2^k / 2$ (k là số bit dùng để đánh số các khung) → Như vậy kích thước bộ nhớ đệm để lưu khung là phần còn lại và cũng bằng $2^k / 2$



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.5. Giao thức HDLC

- ▶ Giao thức HDLC định nghĩa 3 loại máy trạm, 2 đường kết nối và 3 chế độ điều khiển truyền tải.

3.5.1. Ba loại trạm

- ▶ Trạm chính: Điều khiển các thao tác về đường truyền. Các khung được gửi từ trạm chính gọi là lệnh.
- ▶ Trạm phụ: Hoạt động theo sự điều khiển của trạm chính. Khung được gửi từ trạm phụ gọi là câu trả lời. Trạm chính duy trì nhiều đường kết nối logic đến trạm phụ.
- ▶ Trạm hỗn hợp: Có thể đóng vai trò của cả trạm chính và trạm phụ.



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.5. Giao thức HDLC

3.5.2. Hai cấu hình đường kết nối

- ▶ Cấu hình không cân bằng: Gồm một trạm chính và nhiều trạm phụ, hỗ trợ cả 2 chế độ song công và bán song công.
- ▶ Cấu hình cân bằng: Gồm hai trạm hỗn hợp, hỗ trợ cả 2 chế độ song công và bán song công.



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.5. Giao thức HDLC

3.5.3. Ba chế độ truyền tải

- ▶ Chế độ trả lời bình thường: Được sử dụng với cấu hình đường kết nối không cân bằng. Máy chính yêu cầu và máy phụ chỉ trả lời các yêu cầu của máy chính.
- ▶ Chế độ cân bằng bất đồng bộ: Được sử dụng với cấu hình đường kết nối cân bằng. Cả hai máy đều có quyền truyền dữ liệu như nhau mà không cần sự cho phép của máy kia.
- ▶ Chế độ trả lời bất đồng bộ: Sử dụng cấu hình đường kết nối không cân bằng. Máy phụ có thể truyền dữ liệu mà không cần được sự cho phép của máy chính.



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.5. Giao thức HDLC

3.5.4. Cấu trúc khung tin

- ▶ Flag (8 bit): 01111110
- ▶ Address (8 bit): Ghi địa chỉ để xác định máy phụ được truyền/nhận khung.
- ▶ Control (8 bit): Dùng để xác định loại khung. Có 3 loại: Thông tin (I), điều khiển (S), không đánh số (U).
- ▶ Data (>0 bit): Dữ liệu cần truyền
- ▶ Checksum (16 bit): Mã kiểm soát lỗi dùng phương pháp CRC

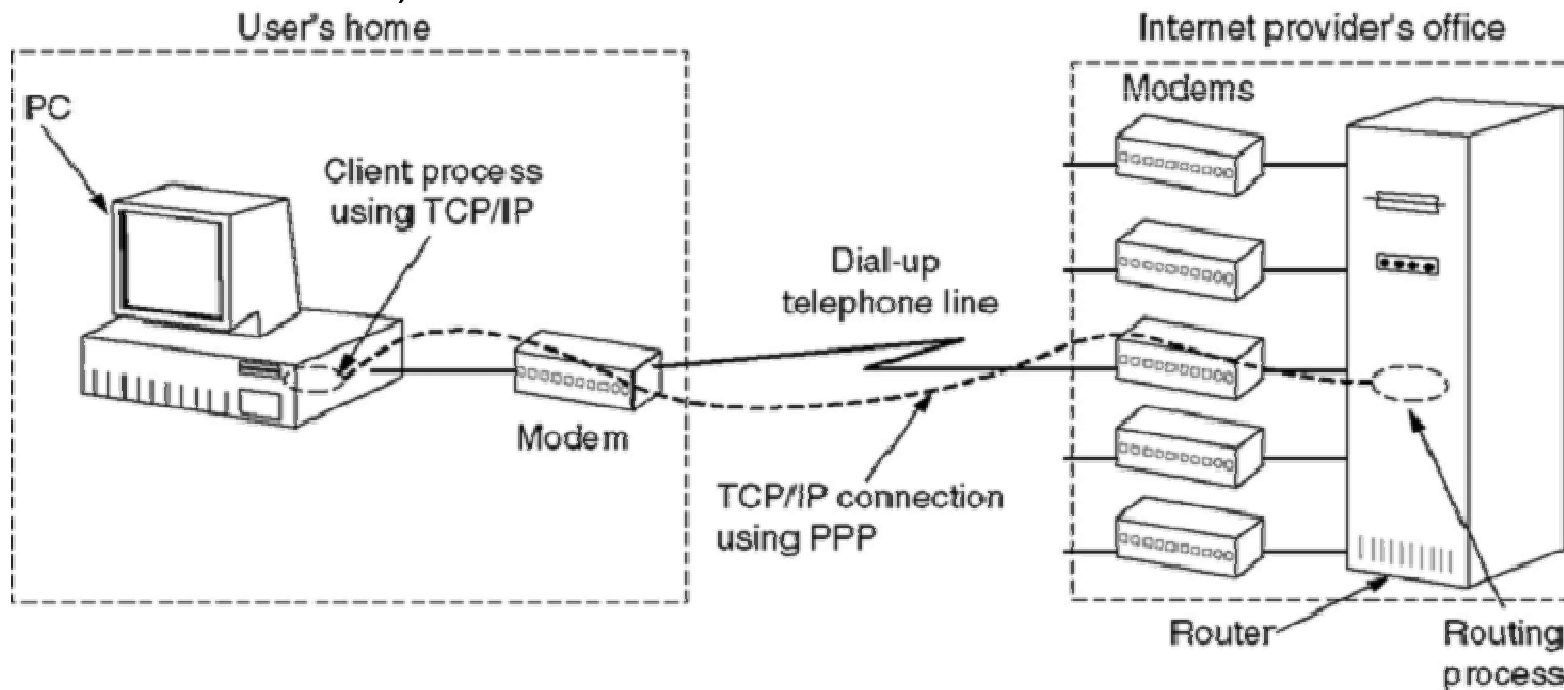


3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.5. Giao thức HDLC

3.5.4. Giao thức PPP (Point to Point Protocol)

- ▶ Là giao thức sử dụng trong mạng Internet. Cho phép truyền thông tin giữa các router (từ modem đến nhà cung cấp dịch vụ Internet – ISP)



3. Một số giao thức điều khiển lỗi

3.5. Giao thức HDLC

3.5.4. Giao thức PPP (Point to Point Protocol)

- ▶ PPP cung cấp 3 đặc tính sau:
 - Định nghĩa khung và phương pháp phát hiện lỗi
 - Quản lý kênh truyền (tạo, xóa kênh).
 - Cho phép chuyển đổi dữ liệu giữa các mạng khác nhau với nhau./.

