

# Chapter 8

## 교환(Switching)

Two horizontal bars are located below the title. The top bar is dark green and the bottom bar is a lighter shade of green.

## ■ 네트워크

- ✓ 서로 연결된 장치들의 모임

## ■ 각 장치 간 통신 위한 연결 방법

- ✓ 점대점 링크 구성의 그물형/스타형 접속형태
  - 매우 큰 네트워크에선 비효율적
    - 링크의 수와 길이에 있어 많은 하부구조 필요
    - 대다수의 링크가 대부분의 시간 동안 비어있는 상태
- ✓ 다중점 링크 구성의 버스형 접속형태
  - 전송매체에 따른 수용 능력에 제한

## ■ 다른 해결책 필요 → switching 이용

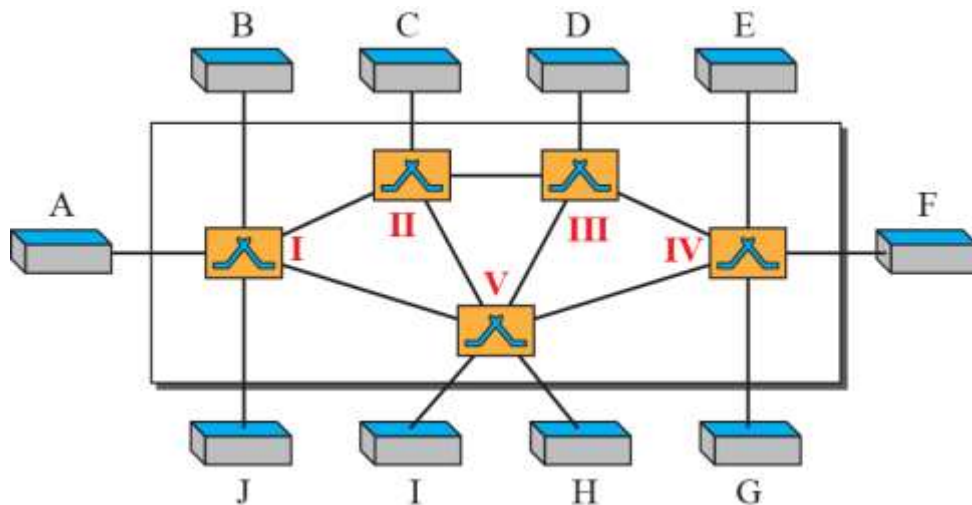
# 교환(Switching)

## ■ 네트워크 상의 각 장치들을 1 대 1로 연결하는 방법

- ✓ 적은 회선의 통신 수단을 다수의 사용자들이 이용할 수 있도록 연결하는 기술

## ■ 교환망(Switched Network)

- ✓ 교환기(switch)라는 상호연결된 노드의 열로 구성
- ✓ 교환기란 교환기에 연결된 둘 이상의 장치 사이에 임시적인 연결을 구성할 수 있는 H/W, S/W적인 장치
- ✓ 각 교환기는 다수의 링크에 연결



# 교환 방법

---

1) 회선 교환(circuit switching)

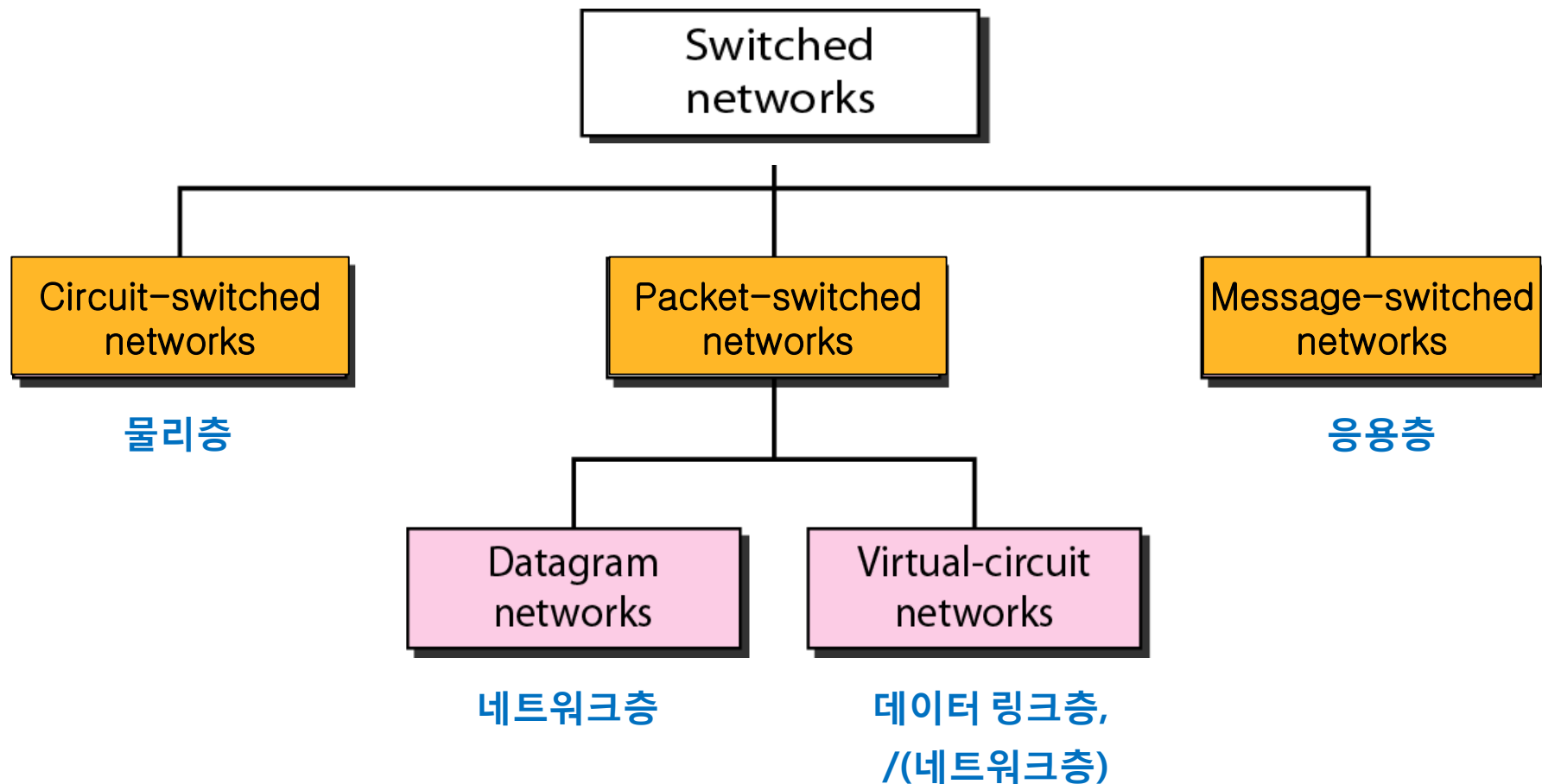
2) 패킷 교환(packet switching)

- ✓ 데이터그램 교환 방식
- ✓ 가상회선 교환 방식

3) 메시지 교환(message switching)

- ✓ Store & forward 방식
  - ✓ 가변 길이의 메시지 단위로 저장/전송 방식으로 링크를 동적으로 공유하여 전송
  - ✓ 패킷 방식과 유사하지만, 패킷 단위가 아니라 메시지 단위로 교환하므로 원래의 데이터로 재결합 할 필요 없음
  - ✓ 초기 전자메일 시스템에서 사용되었으나, 처리 지연 문제 때문에 현재 거의 사용하지 않음
- ➔ 개념적인 것으로 실제적이지 않으므로 강의에서 생략함.

# 교환망의 종류



# 교환과 TCP/IP 계층

---

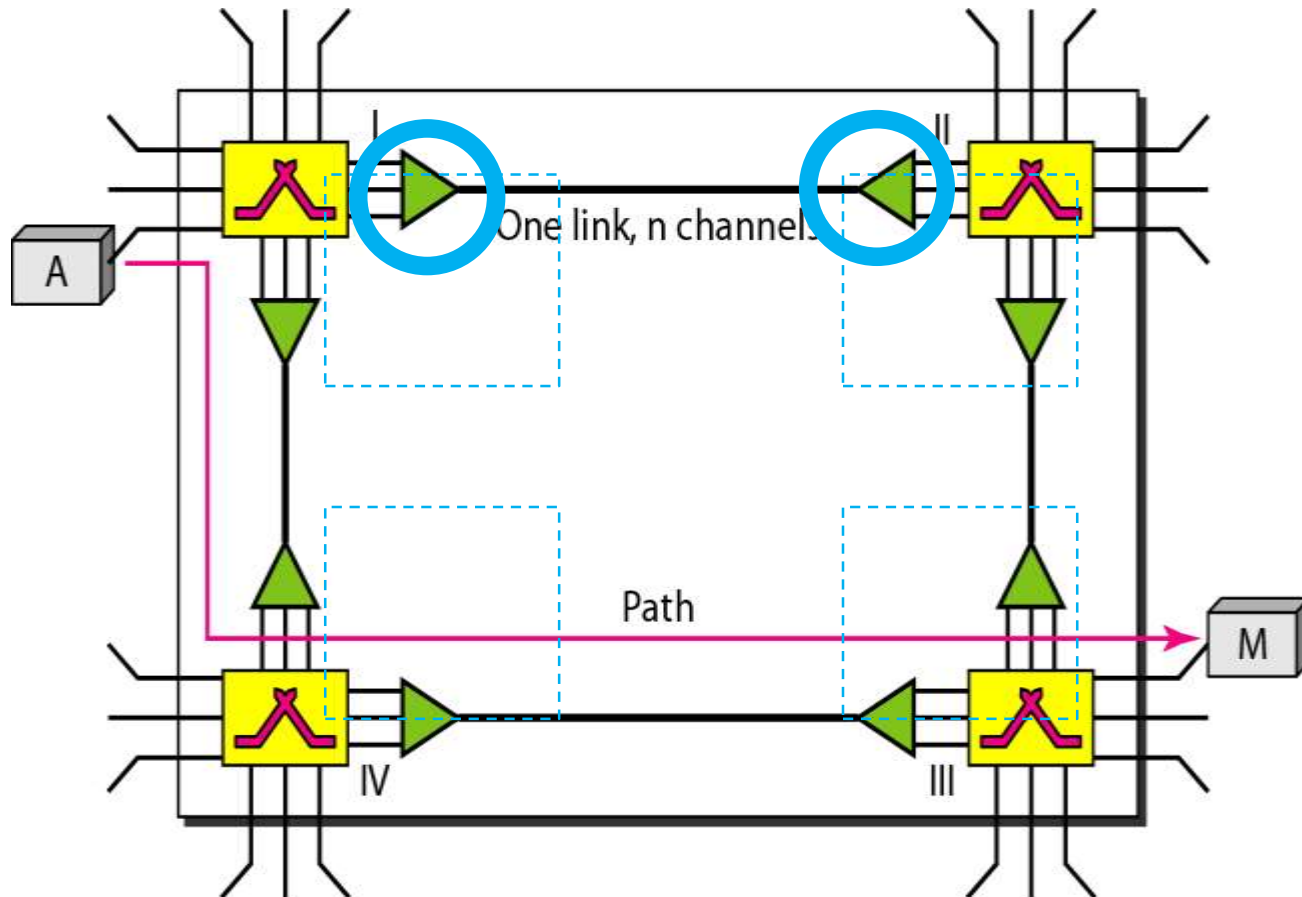
- 교환은 TCP/IP 여러 계층에서 일어남
- 물리층에서 교환: 회선 교환 방식만 사용
- 데이터 링크층에서 교환: 패킷 교환 방식 사용
  - 가상 회선 접근방식을 이용하여 행해짐
  - 패킷은 프레임을 의미
- 네트워크층 교환: 패킷 교환 방식 사용
  - 데이터그램 방식과 가상회선 방식 사용 할 수 있음
- 응용층 교환: 메시지 교환 방식 사용
  - 개념적으로는 전자우편 이용한 통신이라 할 수있으나 실제로 메시지교환망은 볼 수 없음

# § 1. 회선교환망 (Circuit-Switched Network)

- 각 링크를  $n$ 개의 채널로 나뉜 물리적인 링크로 연결된 일련의 교환기들로 구성
  - ✓ 물리층에서 일어남
- 두 지국 간의 연결은 한 개 이상의 링크로 만들어진 전용 경로
  - ✓ 각 연결은 링크들 중 하나의 전용 채널 사용
  - ✓ 각 링크는 FDM 혹은 TDM 방식으로  $n$ 개의 채널로 나뉨

# 회선교환 된 네트워크의 예

- 4개의 스위치와 4개의 링크로 구성된 회선 교환 네트워크의 예





# 회선교환에서 통신 위한 3단계

---

## 1. 설정 단계

- ✓ 송신기는 수신기와 교환기들로부터 연결 요청에 대해 승인 받아야 함
- ✓ 각 링크에 대해 해제 전까지 전용 채널 할당

## 2. 데이터 전송 단계

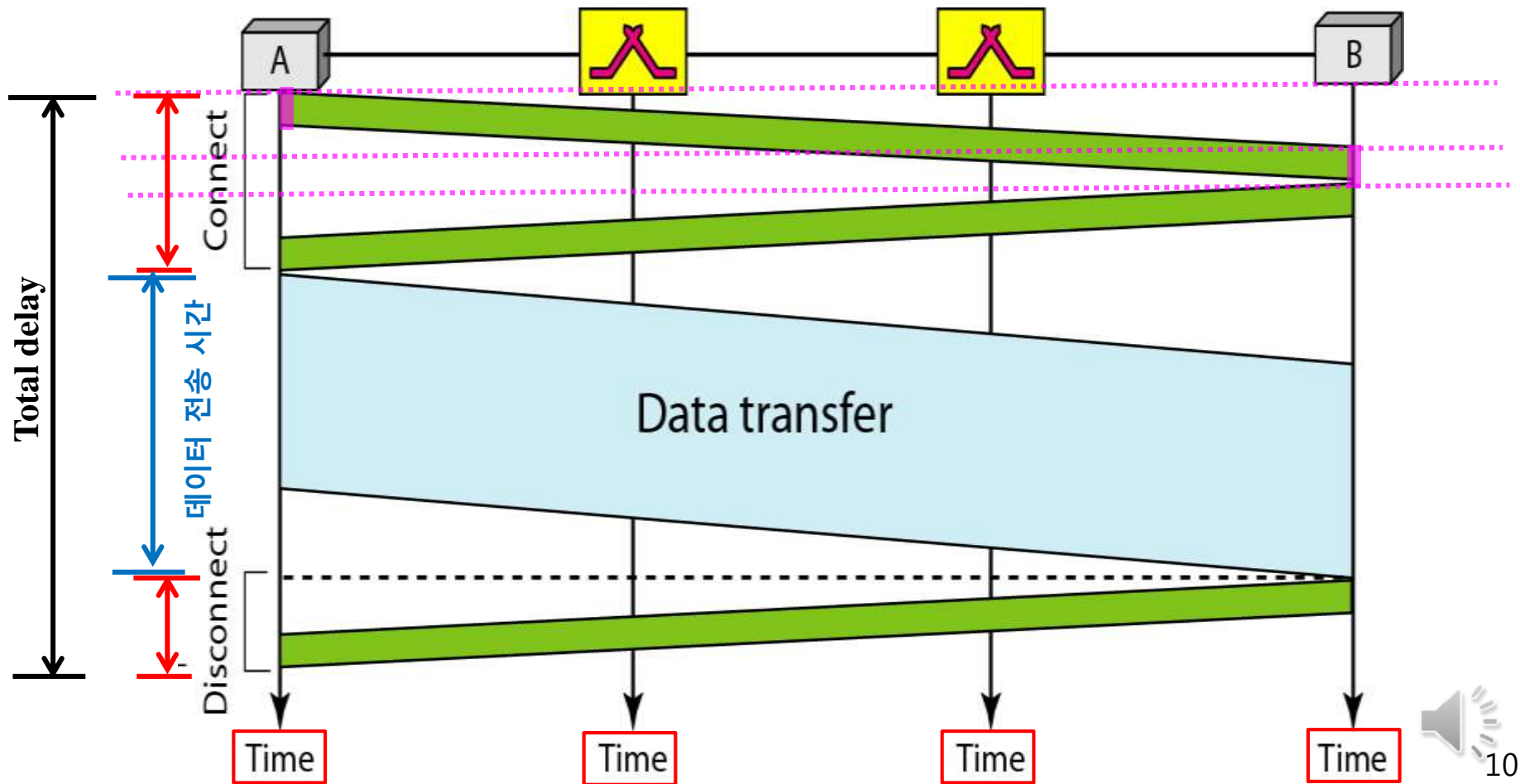
- ✓ 데이터 전송은 패킷으로 나뉘지 않음
  - 연속된 데이터의 흐름
  - 별도의 주소지정 필요하지 않음

## 3. 해제 단계

- ✓ 각 링크에 할당된 채널 해제

# 회선교환망의 지연시간

1. 설정 단계 : 연결설정 소요시간
2. 데이터 전송 단계 : 데이터 전송 시간
3. 해제 단계 : 해제시간



# 회선교환망의 특징

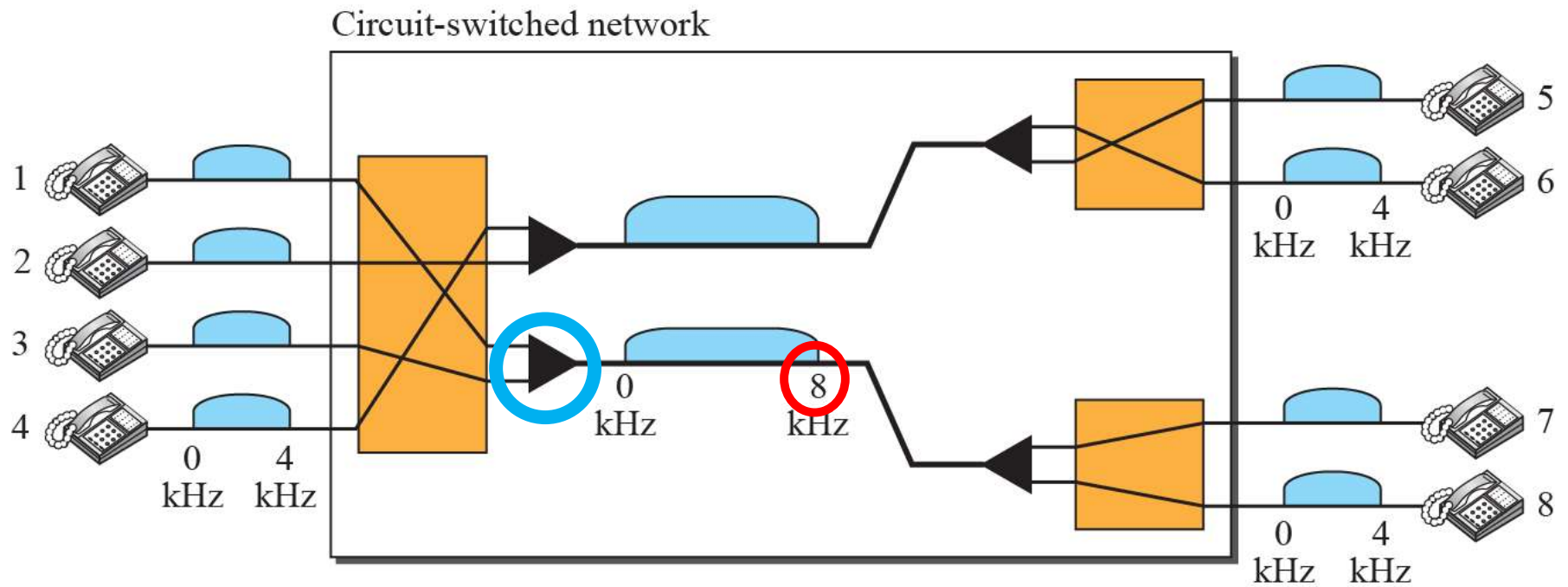
## ■ 장점

- ✓ 최소한의 지연 : 연결 내내 전용 채널 할당으로 각 교환기에서 지연 없음
- ✓ 회선을 전용선처럼 사용 가능하므로 **많은 양의 데이터** 전송에 적합
- ✓ 사용자에게는 **고정적인 전송률**로 데이터 전송 가능
- ✓ 음성, 동영상과 같은 실시간 전송이 요구되는 미디어 전송에 적합 (예: **화상회의**)

## ■ 단점: 일반적으로 **비효율적**

- ✓ 데이터 전송하지 않는 기간에도 회선독점하여 연결 내내 자원 할당이 필요 (할당된 자원 다른 연결에 사용 불가)  
→ 링크용량 비효율적 사용
- ✓ 회선 설정 후 에러 제어 기능 없음 → 실시간 전송 보다는 에러없는 데이터 전송이 요구되는 경우에는 부적절

# 회선교환망 예



## § 2. 패킷교환망

---

- 데이터그램 망과 가상회선 망이 있음
- 자원 예약은 없으며, 자원은 필요에 따라 할당
- 메시지는 일정크기, 가변 크기로 나뉘어짐
  - ✓ 패킷의 크기는 네트워크와 프로토콜에 따라 결정됨
    - 보통 128byte 혹은 256 byte
  - ✓ 패킷의 구조: 헤더(송,수신지 주소, 패킷번호, 플래그 정보, 패킷길이 등의 정보를 포함)와 데이터
- 물리적인 회선 연결 없이, 패킷내 주소에 따라 교환기(라우터)가 경로를 배정
- 수신지에 전송된 패킷의 패킷번호들로 원래 데이터 순서대로 재결합
- 예) 이메일 시스템

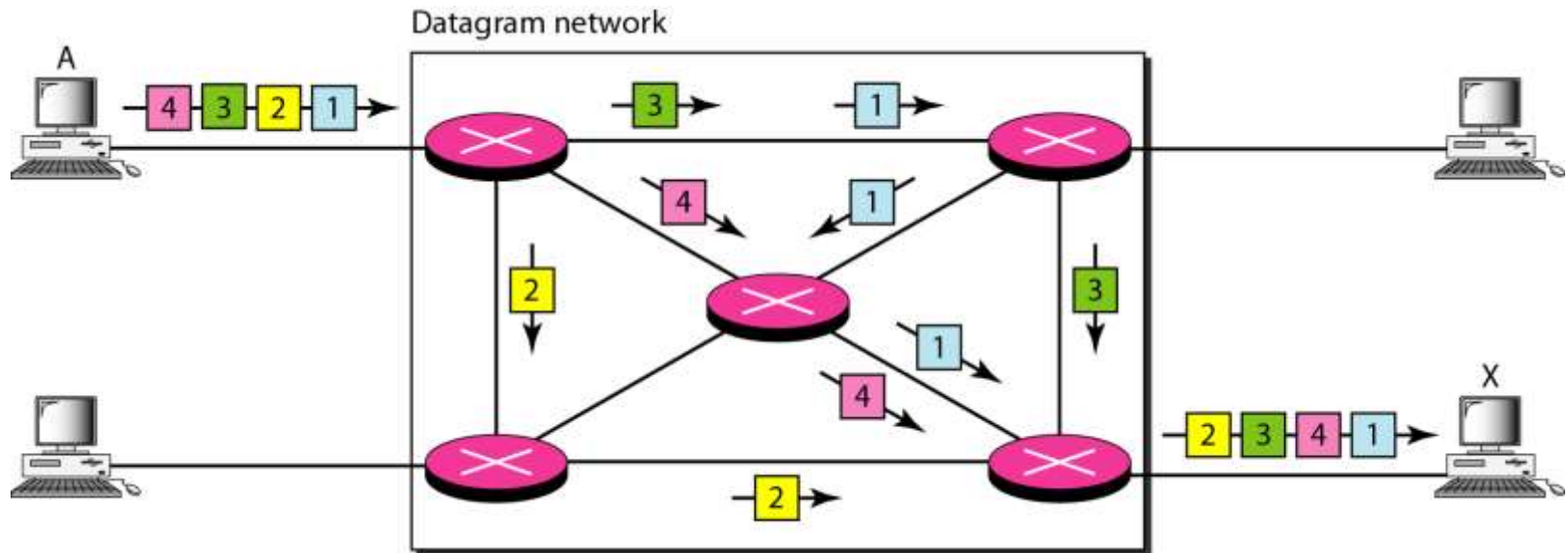
## 2-1. 데이터그램망 (Datagram Network)

- 메시지를 패킷으로 나누어 전송하되, 각 패킷에 별도의 자원을 할당하지 않음
- 라우터는 최적의 경로를 선택하여 패킷을 전송
  - ✓ 각 패킷을 위한 처리 시간 예약 불가
    - 선착순으로 할당
    - 지연 발생 -패킷이 교환기에서 대기 가능 (지연시간이 균일하지 않음)
  - ✓ 각 패킷은 독립적으로 처리됨
    - 서로 다른 경로(링크)를 통해 전송 가능
- 비연결형 망이라 부름
  - 설정/해제 단계를 가지지 않음
  - 데이터그램 유실되어도 재전송 안함
  - ✓ 보통 네트워크층에서 처리됨

# 데이터그램 네트워크의 예

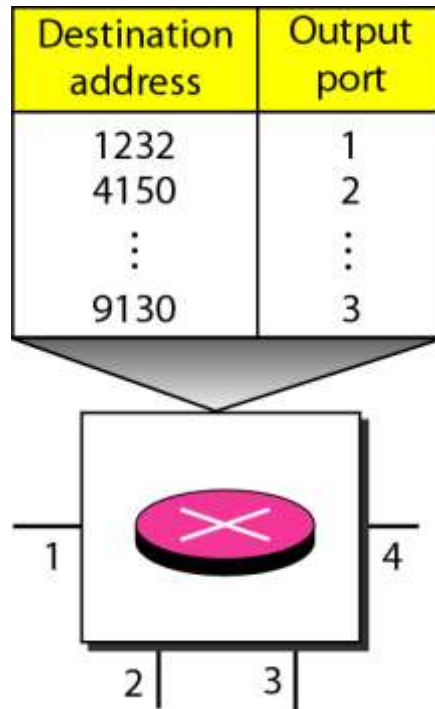
## ■ 5개의 교환기(라우터) 이용 예

- ✓ 한 메시지에 속하는 패킷이라도 각각 독립적으로 처리
  - 순서대로 도착하지 않을 수 있음



# 경로표(Routing Table)

- 각 교환기는 routing table을 가짐
  - ✓ 목적지 주소와 그에 상응하는 출력 포트를 기록
    - 이 표를 참조하여 패킷 내보낼 출력포트 찾음
  - ✓ 이 표의 내용은 동적, 주기적으로 수정됨





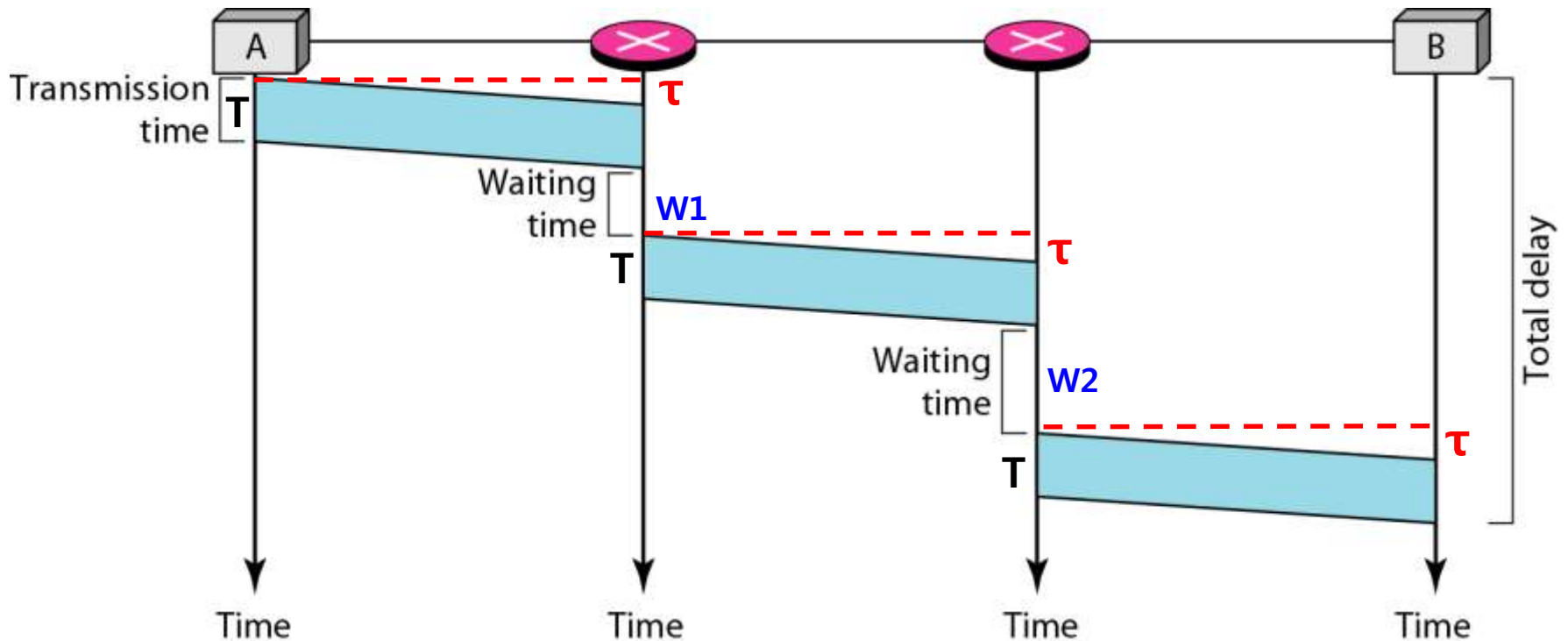
# 데이터그램 망의 특징

---

- 회선교환 망보다 효율성이 좋음
  - ✓ 전송할 패킷이 있을 때만 자원 할당하기 때문
- 가상회선 망보다 지연이 길 수 있음
  - ✓ 패킷은 교환기에서 대기해야 할 수도 있음
  - ✓ 한 메시지의 패킷들의 지연이 균일하지 않을 수 있음
- 인터넷의 네트워크층의 교환 방식

# 데이터그램 망의 지연

총 지연 시간 =  $3T$ (전송시간) +  $3\tau$ (전파지연 시간)  
+  $W1$  +  $W2$ (대기 시간)



## 2-2. 가상회선망 (Virtual-Circuit Network)

### ■ 회선교환망과 데이터그램망의 특성을 모두 가짐

#### 1. 설정/해제 단계를 가짐

- 데이터 전송 전 송수신측 간 논리적인 연결(가상회선) 설정후 모든 패킷 전송 → 일정 시간에 회선 점유
- 가상회선상의 각 경로는 **독점되지 않음**

#### 2. 설정단계에서, 혹은 필요에 따라, 자원이 할당될 수도 있음

#### 3. 데이터는 패킷으로 전송됨

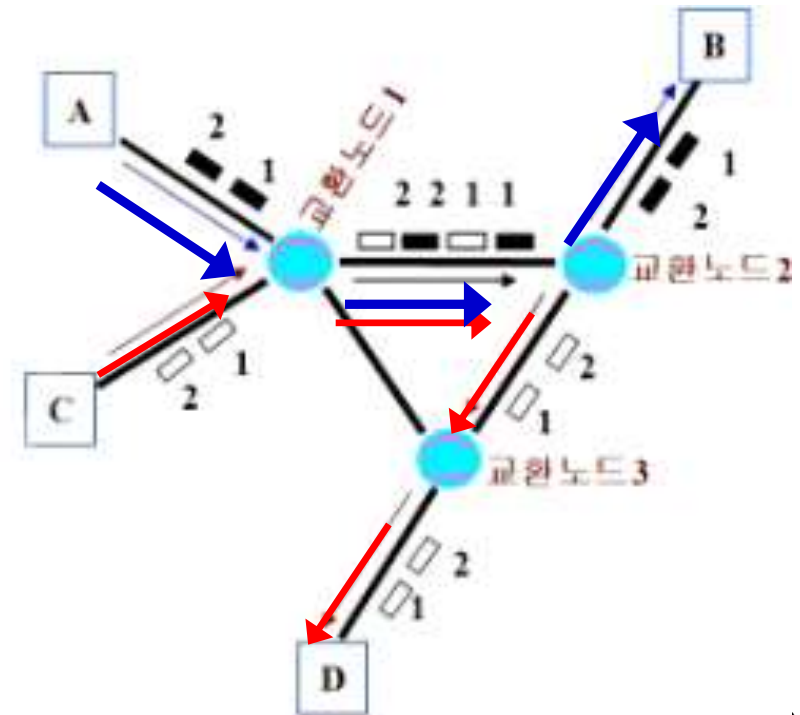
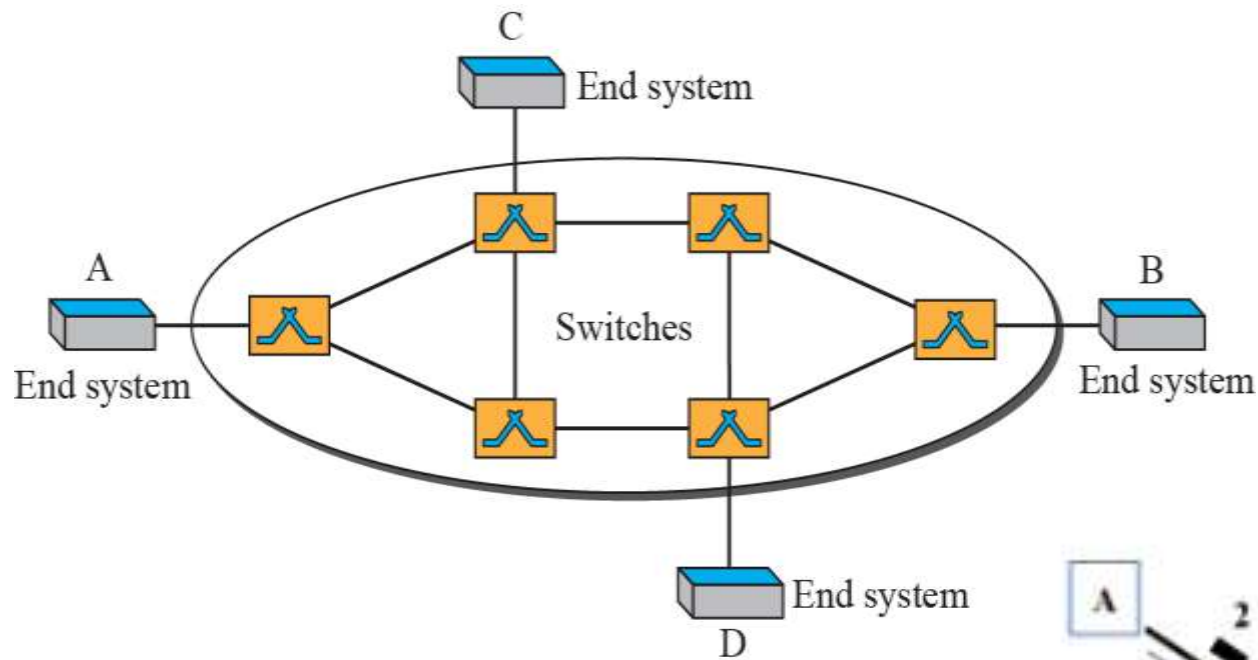
- 헤더에 주소를 포함 (최종 종단 대 종단 주소가 아니라, 다음 교환기와 패킷이 전송되는 채널을 규정하는 지역주소)
- 패킷은 순서대로 도착

#### 4. 연결 설정 후 각 패킷은 **같은 경로로 전송**

#### 5. 보통 ATM과 같은 교환형 WAN의 데이터 링크층에서 구현

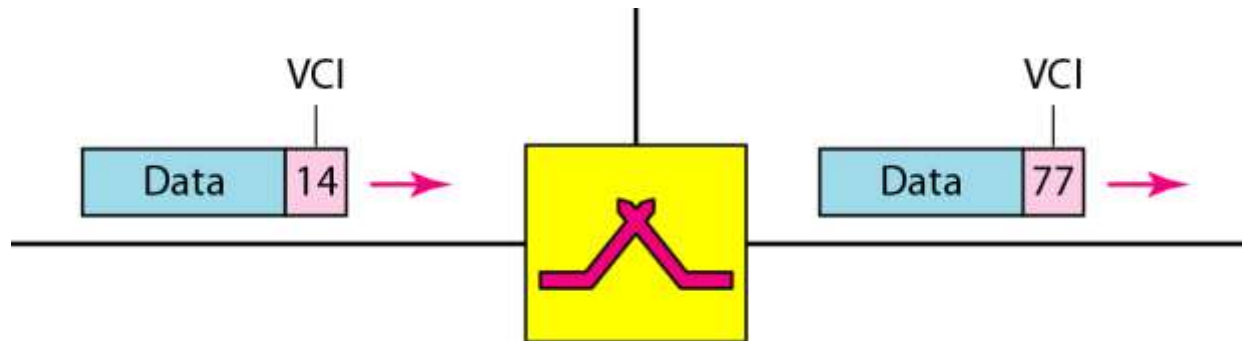
#### 6. 파일전송과 같은 긴 메시지 전송에 적합

# 가상회선망의 예

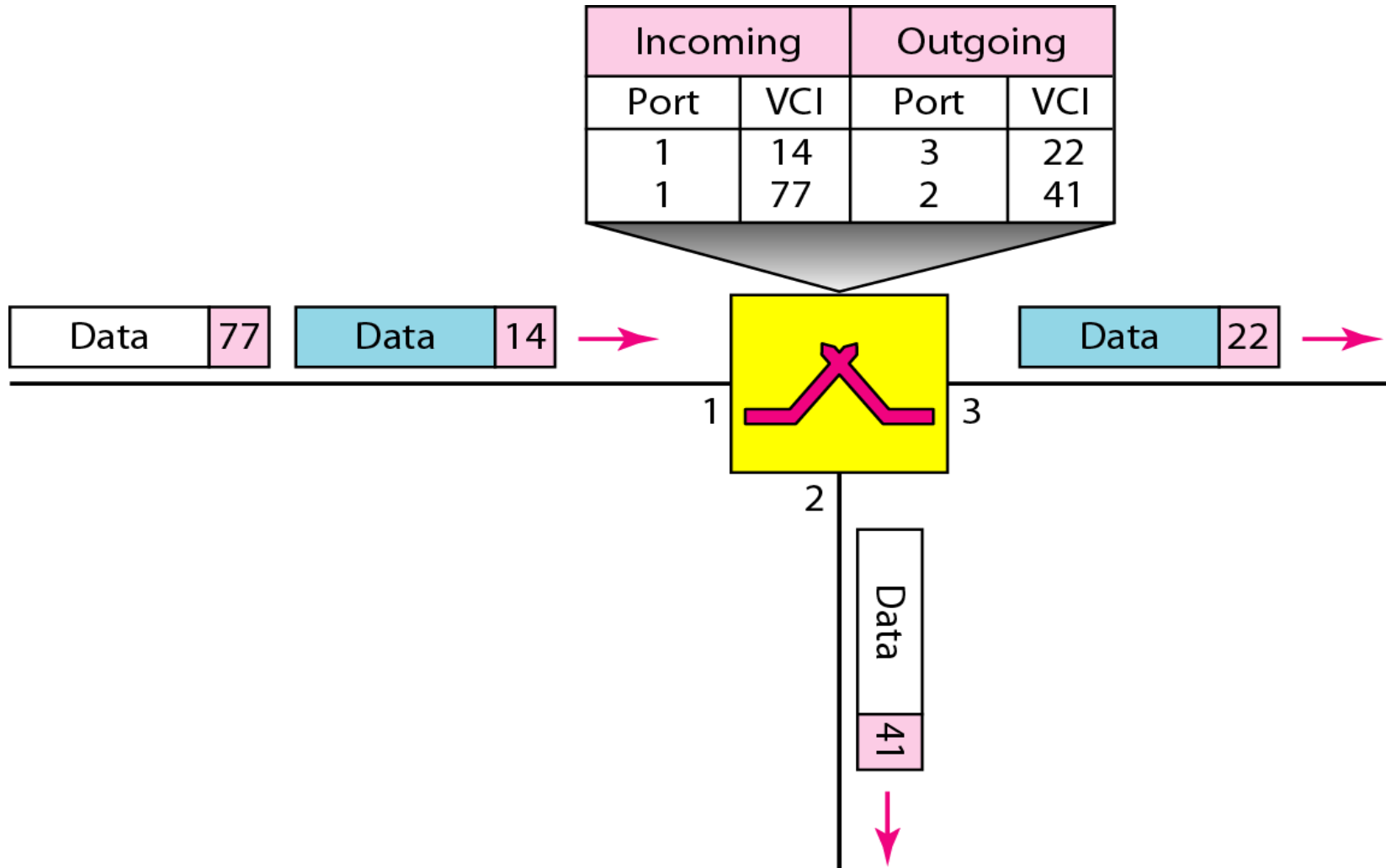


# 가상회선의 주소지정

- 전역 주소(Global address)
  - ✓ 네트워크 전체에서 통용되는 주소
- 가상회선 식별자(VCI, Virtual Circuit Identifier)
  - ✓ 실제 데이터 전송시 교환기에서 사용되는 주소
  - ✓ 두 교환기 사이에 교환되는 프레임에 사용
- 가상회선망에서, 전역주소는 VCI 생성시에만 사용되고, 교환기 사이에는 VCI가 사용됨

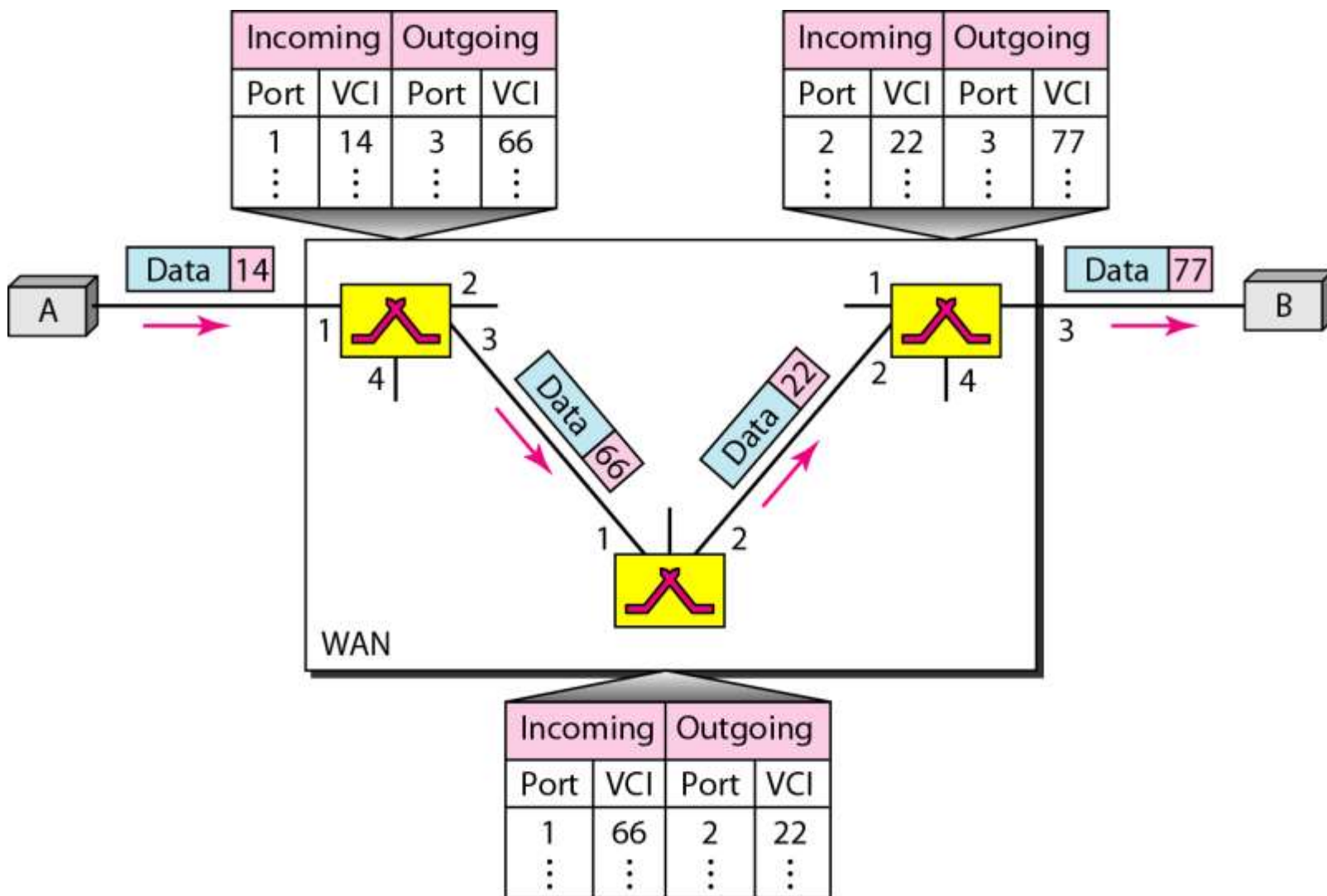


# 가상회선망의 교환기



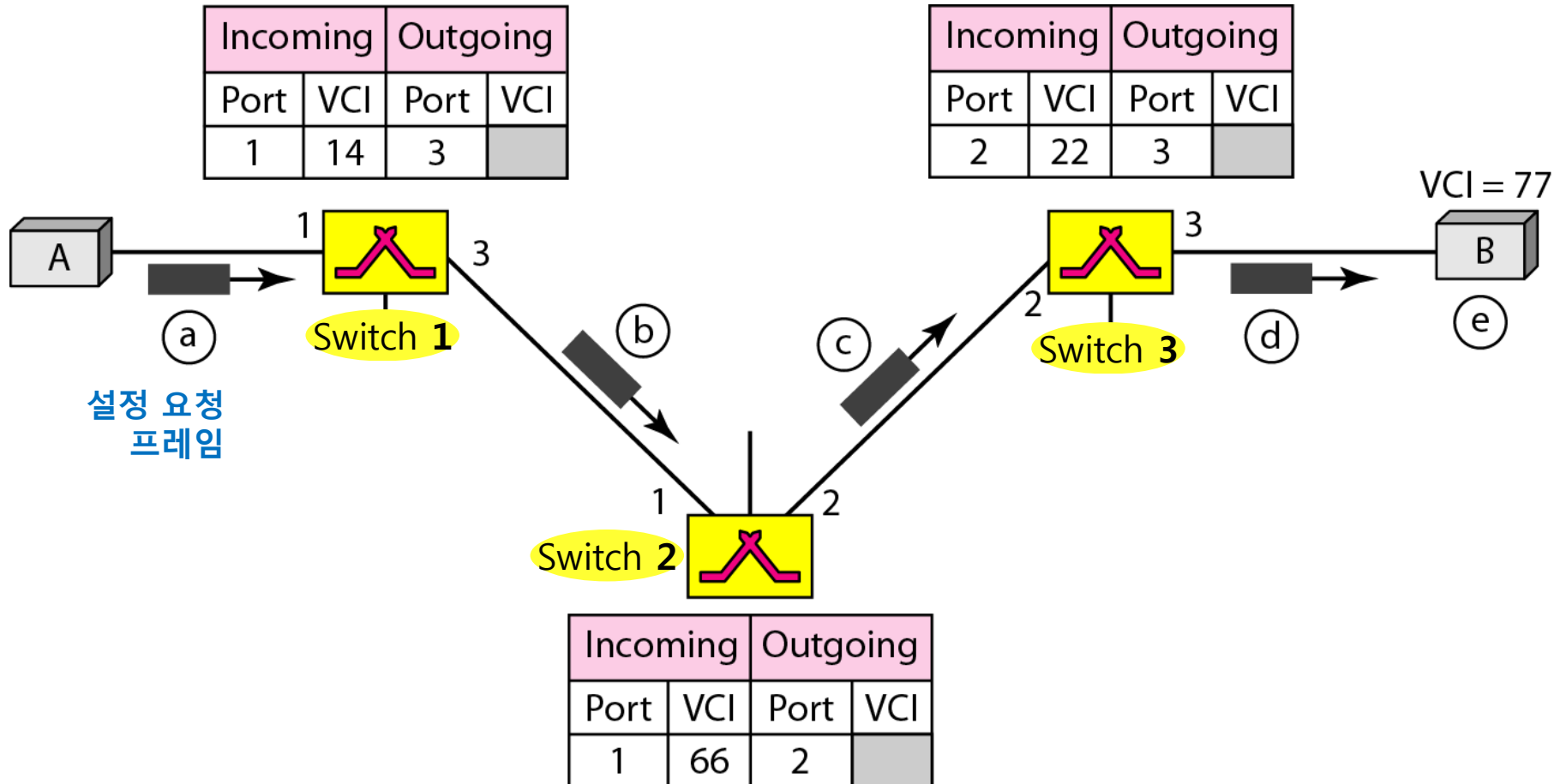
# 가상회선망의 데이터 전송

## ■ 발신지 대 목적지 전송



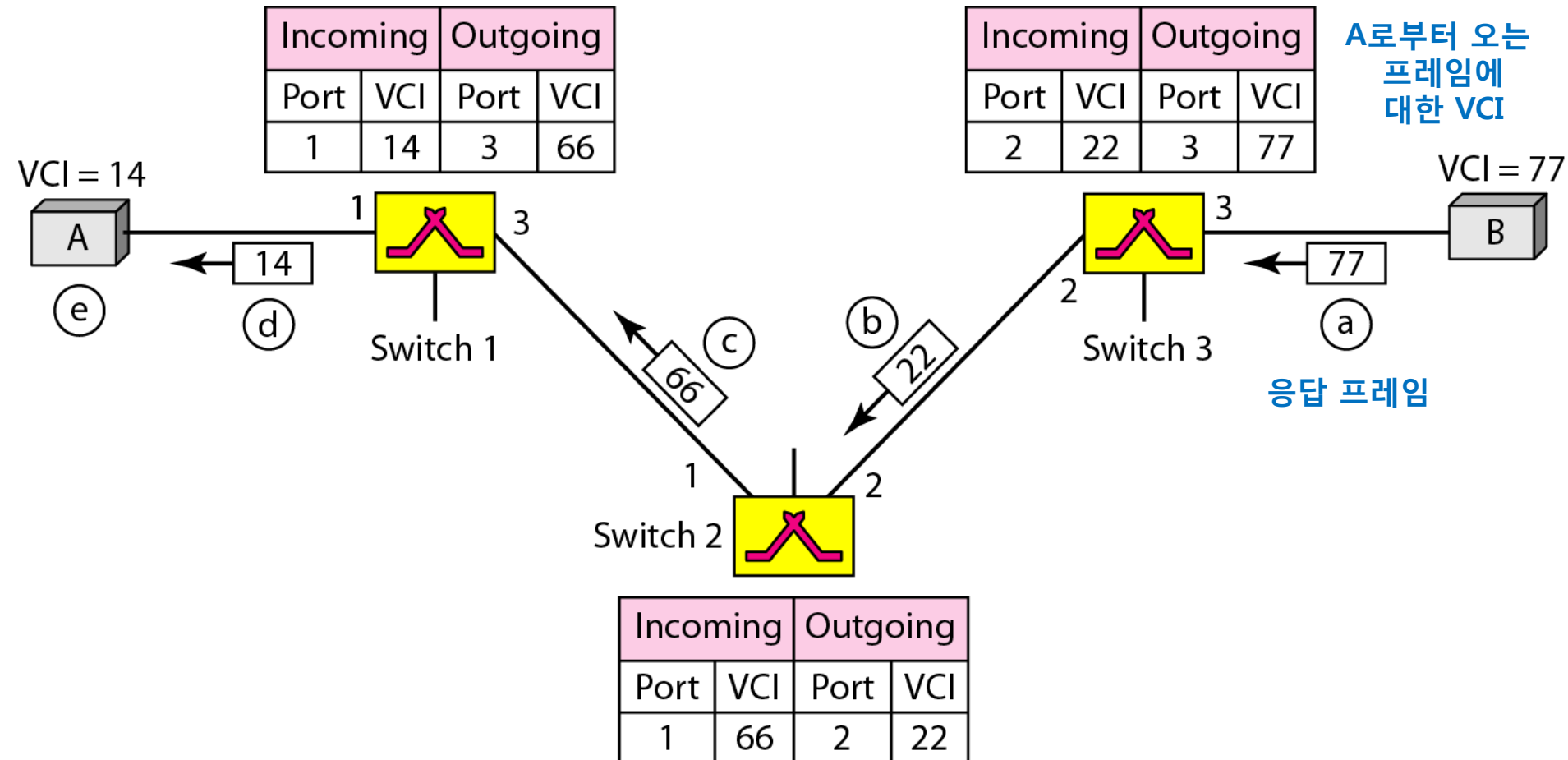
# 설정 단계: 1) Setup request

A->B 프레임은 3번 포트를  
이용한다는 것을 알고 있음



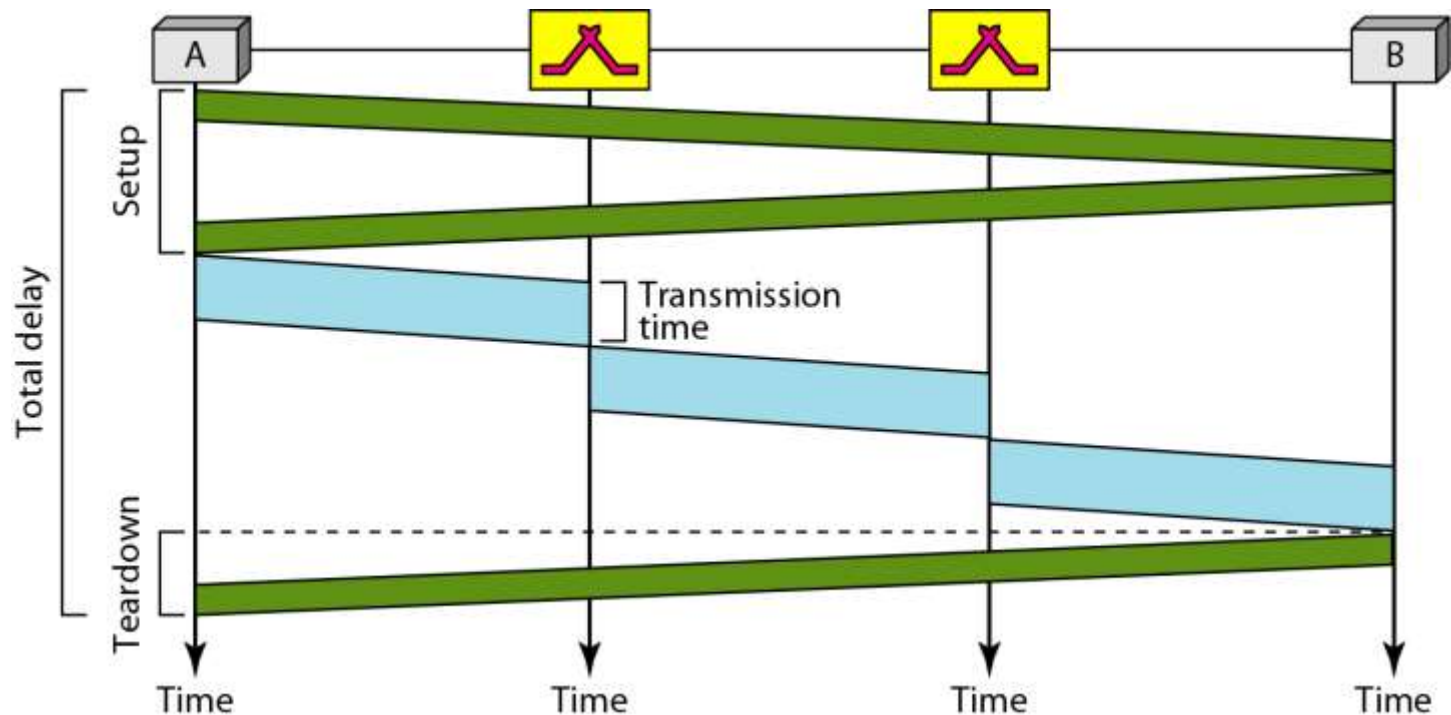


## 설정 단계 : 2) Setup acknowledgment



# 가상회선망의 지연

총 지연 시간 = Setup delay  
+  $3T$ (전송시간) +  $3\tau$ (전파지연 시간)  
+ Teardown delay



# [정리] 전송 모드(Transfer Mode)

---

## 전송 모드

### ■ 통신대화방식

- ✓ 단방향통신, 반이중통신, 전이중통신

### ■ 병렬형 전송 및 직렬형 전송

### ■ 동기 방식

- ✓ 비동기식 전송, 동기식 전송

### ■ 다중화

- ✓ FDM, WDM, TDM, CDM

### ■ 교환(switching) 방식

- ✓ 회선교환방식
- ✓ 패킷교환방식 : 데이터그램교환방식, 가상회선교환방식