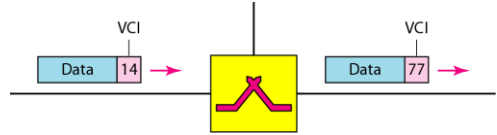


## Virtuella kretskopplade nät Virtual circuit networks

- Blandning mellan kretskoppling och datagram
- Förbindelser har tre faser:
  - Initiering
  - Dataöverföring
  - Nerkoppling
- Data skickas i paket med adress
- Alla paket i en förbindelse går samma väg

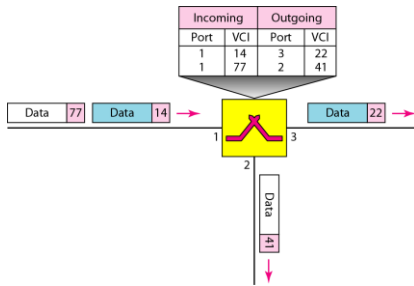
## Virtuella kretskopplade nät

- Varje paket har en lokal ID (Virtual Circuit ID, VCI) vilken ändras efter passage av switch



## Virtuella kretskopplade nät

- En växel, observera att VCI byts vid passagen

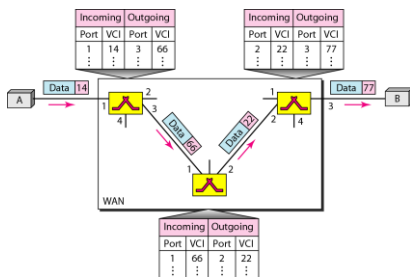


## Virtuella kretskopplade nät

- Tre faser vid kommunikation
  - Initiering (Setup Phase)
  - Dataöverföring (Data Transfer Phase)
  - Nedkoppling (Tear Down Phase)

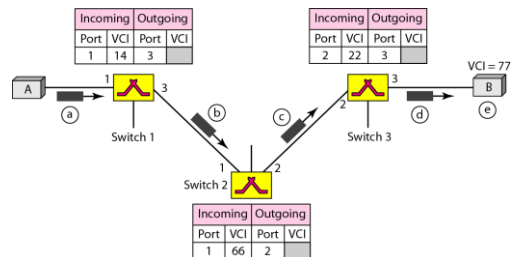
## Virtuella kretskopplade nät

- Överföring från A till B med PVC



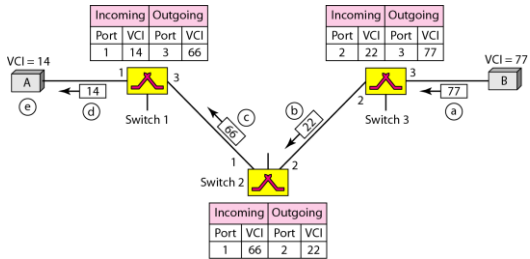
## Virtuella kretskopplade nät

- Initieringsförfrågan i nät med SVC
  - Tabellerna börjar byggas upp (fält 4 tomt)



## Virtuella kretskopplade nät

- Bekräftelse av initiering i nät med SVC
  - 4:e fältet i tabellerna fylls i

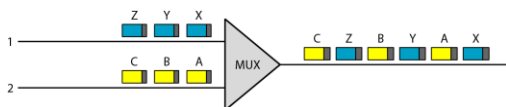


## ATM

- Asynchronous Transfer Mode (ATM)
  - Kan fungera som "informationsmotorväg"
  - Efterföljare till Frame Relay
  - I stället för ramar har man små paket (s.k. celler) med fix längd

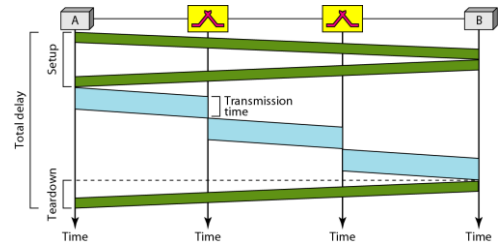
## ATM

- Bättre att dela upp data i mindre enheter med konstant längd, celler.



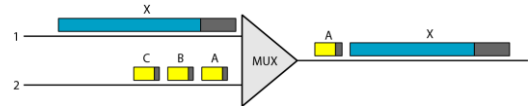
## Virtuella kretskopplade nät

- Fördröjningar i nätet



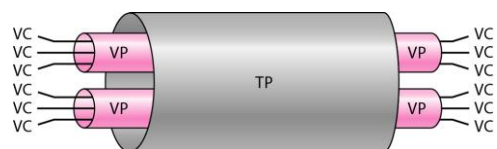
## ATM

- Varierande ramlängd: stora fördröjningar för små ramar



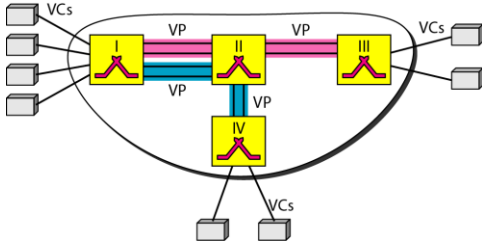
## ATM

- Indelning av förbindelser
  - TP (Transmission Path): Fysisk förbindelse
  - VP (Virtual Path): Logisk förbindelse mellan två växlar, vilken ingår som en del av en TP
  - VC (Virtual Circuit): Delar av en VP där varje VC utgör en väg mellan de två växlarna



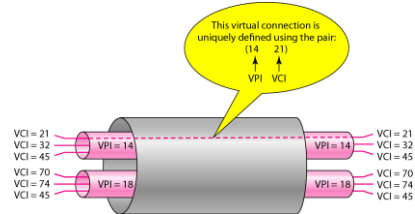
## ATM

- Exempel på ATM-nät med VP och VC



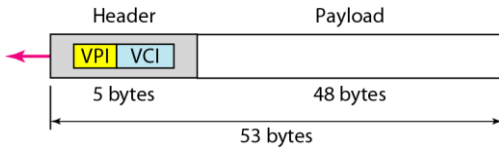
## ATM

- Varje virtuell förbindelse (VC) identifieras med två tal:
  - VPI (Virtual Path Identifier)
  - VCI (Virtual Circuit Identifier)



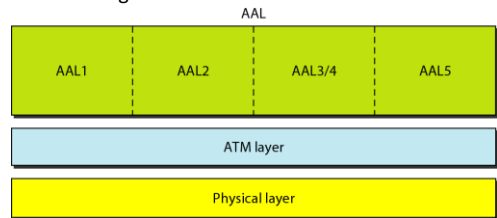
## ATM

- Varje cell består av 53 bytes varav 5 header



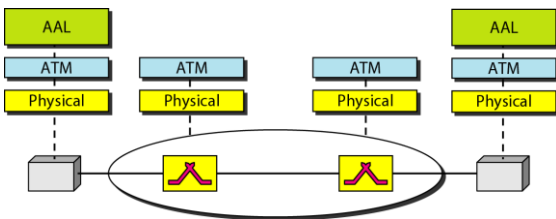
## ATM

- ATM har tre lager
  - Application Adaption Layer (AAL)
  - ATM-lagret



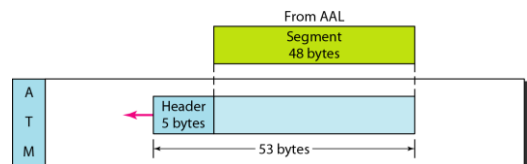
## ATM

- Endast de två nedre lagren utnyttjas i växlarna



## ATM

- I ATM-lagret läggs headern på

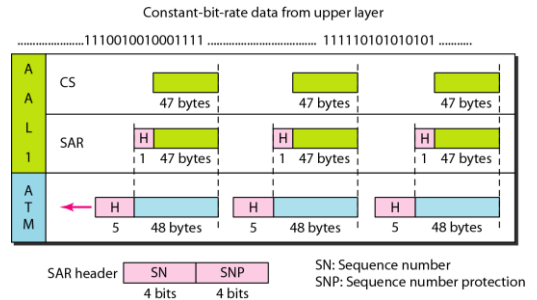


## ATM

- AAL finns i fem olika varianter
  - AAL1: Tar emot konstant bitström, audio och video
  - AAL2: Trafik med låg bitrate
  - AAL3/4: För förbindelseorienterade respektive förbindelselösa tjänster
  - AAL5: Som AAL3/4 men enklare kontroll

## ATM

- AAL1



## Punkt-till-punkt-access

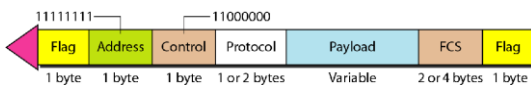
- HDLC (High-level Data Link Control)
- PPP (Point-to-Point Protocol)

## PPP

- PPP (Point-to-Point Protocol)
  - Vanligaste protokollet för punkt-till-punkt-förbindelser
  - Används för kontakt mellan användare och internetleverantör
  - Använder en variant av HDLC

## PPP

- Formatet på en PPP-ram

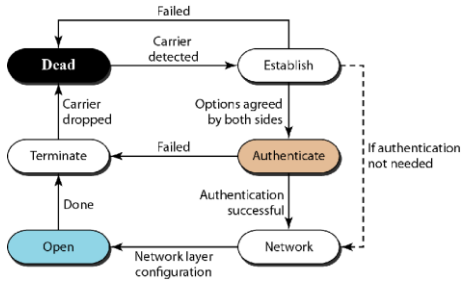


## PPP

- Fälten i en PPP-ram
  - Flaggfälten för avgränsning (alltid 01111110 i PPP)
  - Adressfältet (HDLC:s broadcast 11111111)
  - Styrfältet (alltid 11000000)
  - Protokollfältet
  - Datafältet
  - FCS-fältet (CRC)

## PPP

- Tillståndsgraf för PPP

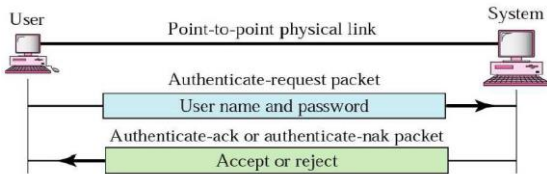


## PPP

- Protokollstack för PPP
  - LCP (Link protocol)
  - PAP (Password Authentication)
  - CHAP (Challenge Handshake Authentication)

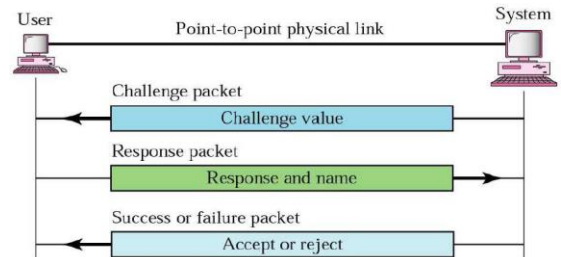
## PPP

- PPP-kommunikation med PAP-autentisering



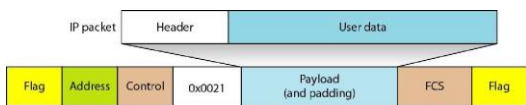
## PPP

- PPP-kommunikation med CHAP-autentisering



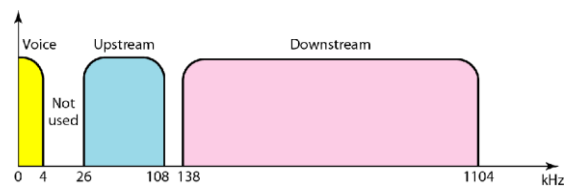
## PPP

- IP-paket i PPP-ram



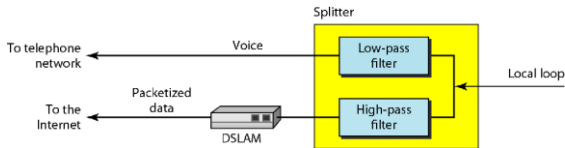
## ADSL

- Bandbreddsutnyttjande vid ADSL
  - Assymetri mellan uppströms och nedströms

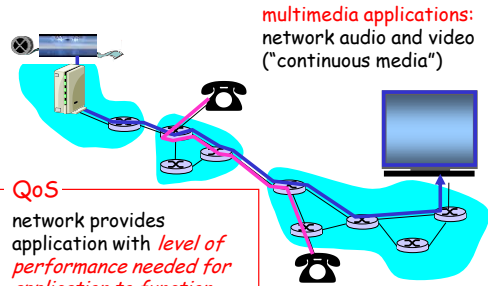


## ADSL

- Användning av s.k. splitter för uppdelning mellan tal och data genom filtrering



## Multimedia and Quality of Service: What is it?



Multimedia Networking 7-32

## MM Networking Applications

### Classes of MM applications:

- 1) stored streaming
- 2) live streaming
- 3) interactive, real-time

### Fundamental characteristics:

- ❖ typically **delay sensitive**
  - end-to-end delay
  - delay jitter
- ❖ **loss tolerant**: infrequent losses cause minor glitches
- ❖ antithesis of data, which are loss *intolerant* but delay *tolerant*.

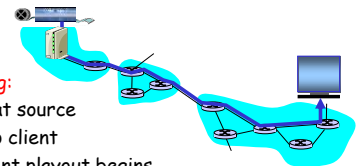
**Jitter** is the variability of packet delays within the same packet stream

Multimedia Networking 7-33

## Streaming Stored Multimedia

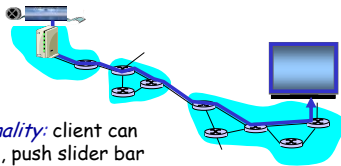
### Stored streaming:

- ❖ media stored at source
- ❖ transmitted to client
- ❖ **streaming**: client playback begins *before* all data has arrived
- ❖ timing constraint for still-to-be transmitted data: in time for playback



Multimedia Networking 7-34

## Streaming *Stored* Multimedia: Interactivity



- ❖ **VCR-like functionality**: client can pause, rewind, FF, push slider bar
  - 10 sec initial delay OK
  - 1-2 sec until command effect OK
- ❖ timing constraint for still-to-be transmitted data: in time for playback

Multimedia Networking 7-36

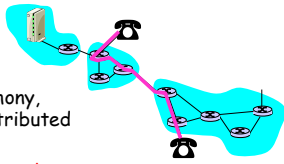
## Streaming *Live* Multimedia

### Examples:

- ❖ Internet radio talk show
  - ❖ live sporting event
- Streaming** (as with streaming *stored* multimedia)
- ❖ playback buffer
  - ❖ playback can lag tens of seconds after transmission
  - ❖ still have timing constraint
- Interactivity**
- ❖ fast forward impossible
  - ❖ rewind, pause possible!

Multimedia Networking 7-37

## Real-Time Interactive Multimedia



- ❖ **applications:** IP telephony, video conference, distributed interactive worlds
- ❖ **end-end delay requirements:**
  - audio: < 150 msec good, < 400 msec OK
    - includes application-level (packetization) and network delays
    - higher delays noticeable, impair interactivity
- ❖ **session initialization**
  - how does callee advertise its IP address, port number, encoding algorithms?

Multimedia Networking 7-38

## Multimedia Over Today's Internet

TCP/UDP/IP: "best-effort service"

- ❖ *no* guarantees on delay, loss



But you said multimedia apps requires QoS and level of performance to be effective!



Today's Internet multimedia applications use application-level techniques to mitigate (as best possible) effects of delay, loss

Multimedia Networking 7-39

## A few words about video compression

- ❖ **video:** sequence of images displayed at constant rate
    - e.g. 24 images/sec
  - ❖ **digital image:** array of pixels
    - each pixel represented by bits
  - ❖ **redundancy**
    - spatial (within image)
    - temporal (from one image to next)
- Examples:**
- ❖ MPEG 1 (CD-ROM) 1.5 Mbps
  - ❖ MPEG2 (DVD) 3-6 Mbps
  - ❖ MPEG4 (often used in Internet, < 1 Mbps)
- Research:**
- ❖ **layered (scalable) video**
    - adapt layers to available bandwidth

Multimedia Networking 7-40

## Streaming Stored Multimedia

application-level streaming techniques for making the best out of best effort service:

- client-side buffering
- use of UDP versus TCP
- multiple encodings of multimedia

Media Player

- ❖ jitter removal
- ❖ decompression
- ❖ error concealment
- ❖ graphical user interface w/ controls for interactivity

Multimedia Networking 7-41