

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Institutionen för elektro- och informationsteknik  
**EITA55 Kommunikationssystem**  
**2018-10-29 14:00-19:00**  
version 2018-10-29

## Anvisningar

Svara kortfattat och tydligt på varje fråga. **Alla svar ska motiveras och beräkningar redovisas, om inte annat anges.**

Maxpoäng på tentamen är 100 poäng. För att få godkänt på tentamen med betyget 3 krävs 60 poäng. Har du 80 poäng eller däröver får du godkänt med betyget 4. Vill du ha möjlighet till betyget 5 på kursen måste du ha minst 85 poäng på tentan.

Notera att du kan få delpoäng på en uppgift även om svaret är ofullständigt eller inte helt korrekt.

**Röriga eller svårlästa svar ger 0 poäng.**

**Skriv dina svar endast på ena sidan av pappret! Börja alltid på ny sida om du bryter ordningen på svaren.**

Ange antalet inlämnade svarsapper på omslaget!

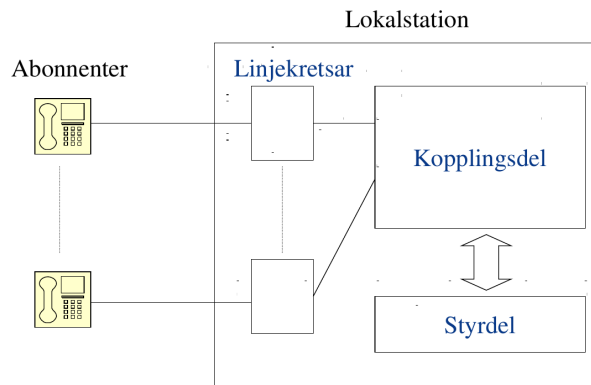
**Hjälpmedel:** Miniräknare

**LÄS ANVISNINGARNA NOGA, OCH FÖLJ DEM!**

*Lycka till! /Emma*

## Teorifrågor

1. (8 poäng) Vilka tre steg sker när man omvandlar en analog signal (till exempel en ljudsignal) till binär data med metoden Pulse Code Modulation (PCM)? Beskriv vad som händer i varje steg.
2. (6 poäng) Vad betyder begreppen *simplex*, *halv-duplex*, och *full duplex*?
3. (6 poäng) Vilken uppgift har en brygga (switch)? Vilken uppgift har en vägväljare (router), och vad är skillnaden mellan de två?
4. (6 poäng) I ett IPv4-paket, vad används nät-id och värd-id till? Hur vet en vägväljare vilka bitar i IP-adressen ingår i nät-id, och vilka i värd-id?
5. (6 poäng) Ge ett exempel på en situation där ett paket behöver *fragmenteras*. Hur går denna process till — vad är det för paket som slutligen överförs? Förklara gärna med hjälp av ett diagram.
6. Förklara hur man kan skapa ett virtuellt lokalt nät (VLAN) med hjälp av
  - (a) (3 poäng) portar på en switch med mjukvara för VLAN.
  - (b) (3 poäng) etiketter på ramar.
7. (3 poäng) Bestäm klass, nät-id, och värd-id för den klassfulla IPv4-adressen 171.32.26.54.
8. (10 poäng) I ett telefoninät, vad har en lokalstation för uppgift? Förklara de olika delar av en lokalstation (linjekretsar, kopplingsdel, och styrdel) med hjälp av figure 1. Vad har varje del för uppgift?

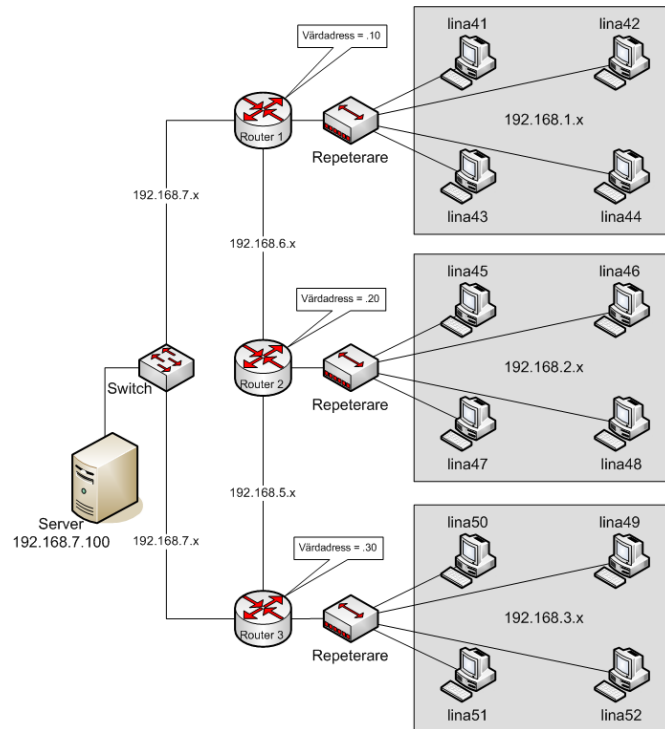


Figur 1: En lokalstation

9. (6 poäng) Vad har protokollet Simple Network Management Protocol (SNMP) för funktion? Vad har protokollet Internet Control Message Protocol (ICMP) för funktion? Vilket paket kan man skicka för att kolla om en nätverksenhet finns och är på?

## Fråga på labbar

10. I figur 2 visas ett nätverk.

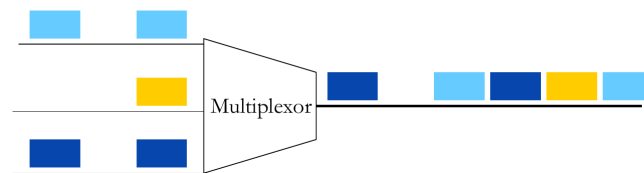


Figur 2: Ett nätverk

- (4 poäng) Hur många olika lokala nät finns i nätverket, och vad har de för nät-id?
- (2 poäng) Om datorn "lina43" skickar en ARP-förfrågan, vilka andra datorer kommer att få den?
- (2 poäng) Anta att datorn "lina47" vill skicka ett paket till datorn "lina50", och att alla datorers ARP-cachar är tomma. Till vilken enhet måste "lina47" först skicka en ARP-förfrågan?
- (2 poäng) Till vilka enheter går ett paket med mottagaradress 192.168.3.255?

## Räkneproblem

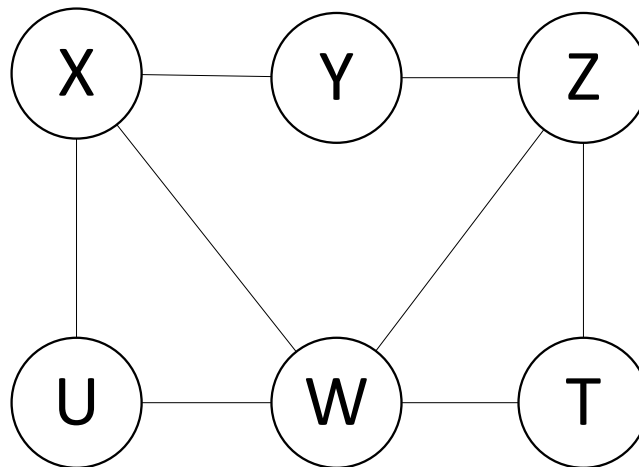
- (6 poäng) Antag att en analog signal varierar mellan -5 och 5 volt. Vilket blir det största fel som kan uppkomma om vi representerar signalen vid en viss tidpunkt med 8 bitar?
- (3 poäng) En adapter kan skicka bitar i hastigheten 10 000 bitar i sekunden. Hur lång tid tar det att skicka 5 bitar?
- (6 poäng) Antag att en mottagare tar emot bitsekvensen 10110110 10100011 10111001 och att en 8-bitars kontrollsumma används. Är sekvensen korrekt? Motivera ditt svar med en korrekt beräkning av kontrollsumman.
- (6 poäng) Figur 3 visar en multiplexor som använder synkron tidsmultiplexering, med tre inkommande länkar. Antag att en ram innehåller 3 tidsluckor, varav varje tidslucka rymmer 4 bitar och varje ram börjar med en synkroniseringsbit.



Figur 3: En multiplexor som använder synkron tidsmultiplexering

Om varje inkommande länk har en hastighet om 200 kbps, vad blir bithastigheten på den utgående länken?

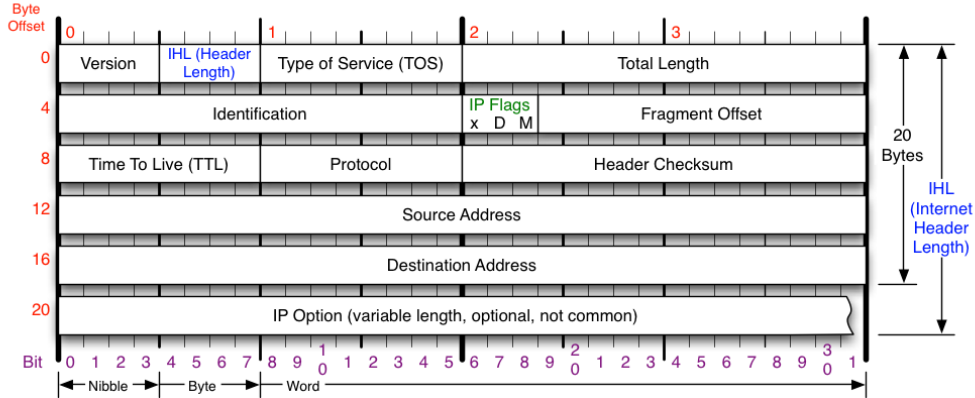
- I figur 4 visas ett nätverk där flooding används. En övre gräns för antalet hopp används för att minska antalet paket. Paket skickas ut från X.



Figur 4: En multiplexor som använder synkron tidsmultiplexering

- (3 poäng) Vilket är det minsta värdet på gränsen för antalet hopp för att minst ett paket skall nå T?
  - (3 poäng) Hur många paket når T?
- (6 poäng) Antag att ett USB-minne som håller 16 GB väger 10 gram, och en lastbil kan bära som högst 10 000 kg. Vad blir datahastigheten om lastbilen fylls med USB-minnen och körs i 50 km i timmen över Öresundsbron, som har en längd på 7845 m?

## IPv4 Header



<b>Version</b> Version of IP Protocol. 4 and 6 are valid. This diagram represents version 4 structure only.	<b>Protocol</b> IP Protocol ID. Including (but not limited to): 1 ICMP 17 UDP 57 SKIP 2 IGMP 47 GRE 88 EIGRP 6 TCP 50 ESP 89 OSPF 9 IGRP 51 AH 115 L2TP	<b>Fragment Offset</b> Fragment offset from start of IP datagram. Measured in 8 byte (2 words, 64 bits) increments. If IP datagram is fragmented, fragment size (Total Length) must be a multiple of 8 bytes.	<b>IP Flags</b> x D M x 0x80 reserved (evil bit) D 0x40 Do Not Fragment M 0x20 More Fragments follow RFC 791
<b>Header Length</b> Number of 32-bit words in IP header, minimum value of 5. Multiply by 4 to get byte count.	<b>Total Length</b> Total length of IP datagram, or IP fragment if fragmented. Measured in Bytes.	<b>Header Checksum</b> Checksum of entire IP header	Please refer to RFC 791 for the complete Internet Protocol (IP) Specification.

Copyright 2008 - Matt Baxter - mjb@fatpipe.org - www.fatpipe.org/~mjb/Drawings/

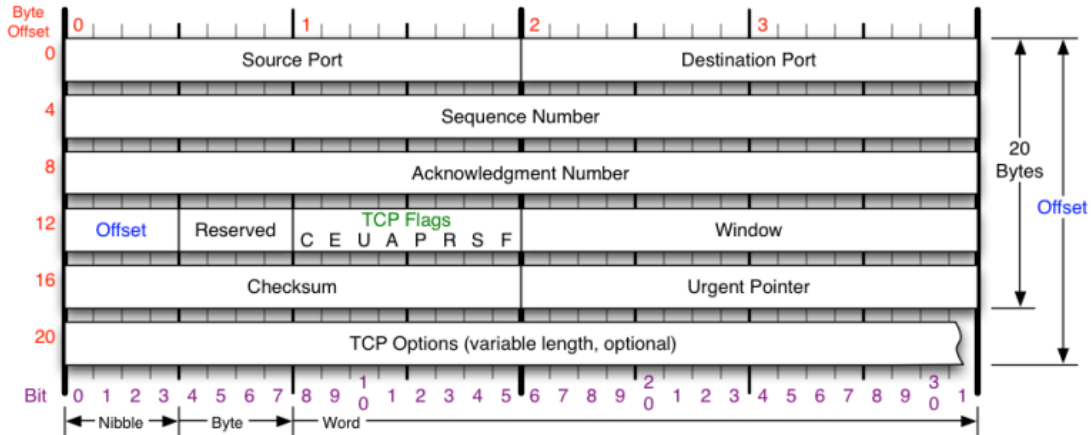
## IPv6 Header



<b>Version</b> Version of IP Protocol. 4 and 6 are valid. This diagram represents version 6 structure only.	<b>Payload Length</b> 16-bit unsigned integer. Length of the IPv6 payload, i.e., the rest of the packet following this IPv6 header, in octets. Any extension headers are considered part of the payload.	<b>Next Header</b> 8-bit selector. Identifies the type of header immediately following the IPv6 header. Uses the same values as the IPv4 Protocol field.	<b>Hop Limit</b> 8-bit unsigned integer. Decremented by 1 by each node that forwards the packet. The packet is discarded if Hop Limit is decremented to zero.
<b>Traffic Class</b> 8 bit traffic class field.	<b>Source Address</b> 128-bit address of the originator of the packet.	<b>Destination Address</b> 128-bit address of the intended recipient of the packet (possibly not the ultimate recipient, if a Routing header is present).	RFC 2460 Please refer to RFC 2460 for the complete Internet Protocol version 6 (IPv6) Specification.

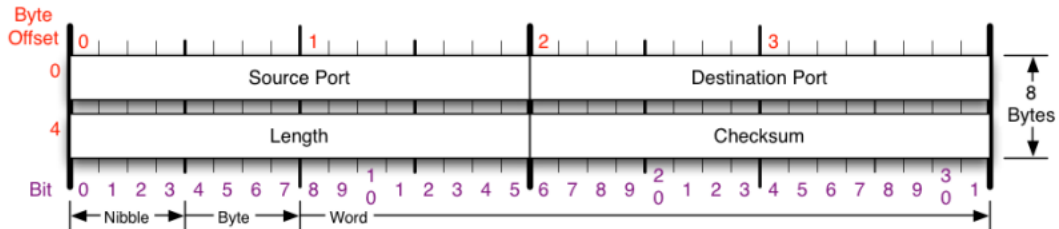
Copyright 2008 - Matt Baxter - mjb@fatpipe.org - www.fatpipe.org/~mjb/Drawings/

## TCP header



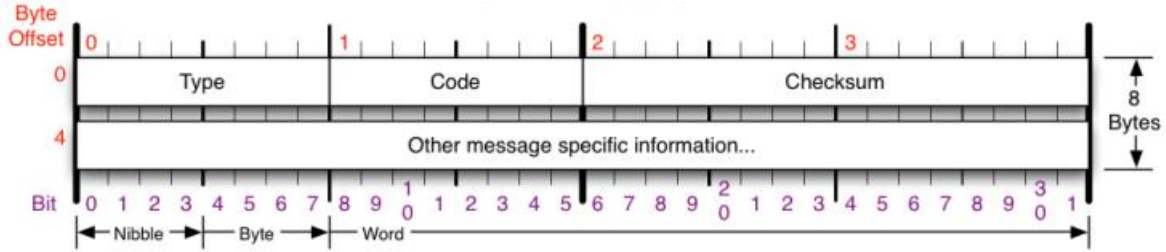
TCP Flags	Congestion Notification	TCP Options	Offset																											
<b>C E U A P R S F</b>	ECN (Explicit Congestion Notification). See RFC 3168 for full details, valid states below.	0 End of Options List 1 No Operation (NOP, Pad) 2 Maximum segment size 3 Window Scale 4 Selective ACK ok 8 Timestamp	Number of 32-bit words in TCP header, minimum value of 5. Multiply by 4 to get byte count.																											
<p>Congestion Window</p> <p>C 0x80 Reduced (CWR)</p> <p>E 0x40 ECN Echo (ECE)</p> <p>U 0x20 Urgent</p> <p>A 0x10 Ack</p> <p>P 0x08 Push</p> <p>R 0x04 Reset</p> <p>S 0x02 Syn</p> <p>F 0x01 Fin</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Packet State</th> <th>DSB</th> <th>ECN bits</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Syn</td> <td>00</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Syn-Ack</td> <td>00</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Ack</td> <td>01</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>No Congestion</td> <td>01</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>No Congestion</td> <td>10</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>Congestion</td> <td>11</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>Receiver Response</td> <td>11</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Sender Response</td> <td>11</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table>	Packet State	DSB	ECN bits	Syn	00	11	Syn-Ack	00	01	Ack	01	00	No Congestion	01	00	No Congestion	10	00	Congestion	11	00	Receiver Response	11	01	Sender Response	11	11	<p>Checksum</p> <p>Checksum of entire TCP segment and pseudo header (parts of IP header)</p>	<p>RFC 793</p> <p>Please refer to RFC 793 for the complete Transmission Control Protocol (TCP) Specification.</p>
Packet State	DSB	ECN bits																												
Syn	00	11																												
Syn-Ack	00	01																												
Ack	01	00																												
No Congestion	01	00																												
No Congestion	10	00																												
Congestion	11	00																												
Receiver Response	11	01																												
Sender Response	11	11																												

## UDP header



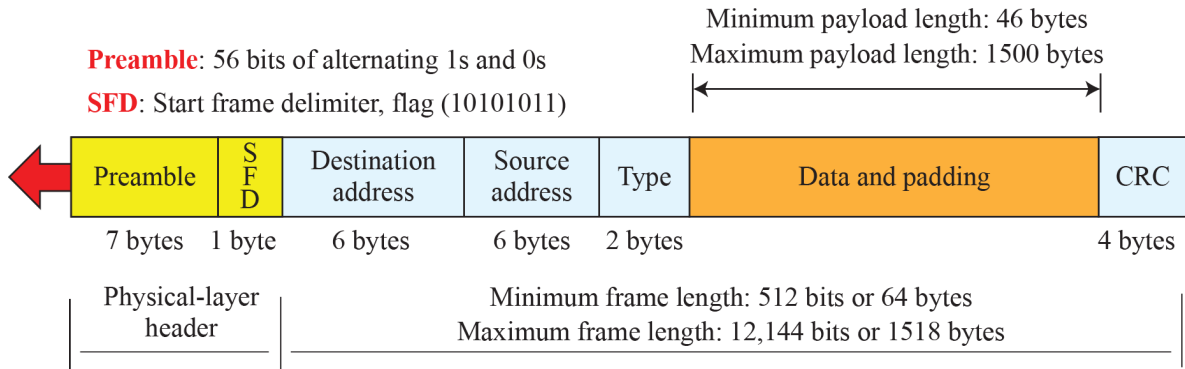
Checksum	RFC 768
Checksum of entire UDP segment and pseudo header (parts of IP header)	Please refer to RFC 768 for the complete User Datagram Protocol (UDP) Specification.

## ICMP header



ICMP Message Types			Checksum
Type	Code/Name	Type	Code/Name
0	Echo Reply	3	Destination Unreachable (continued)
3	Destination Unreachable	12	Host Unreachable for TOS
0	Net Unreachable	13	Communication Administratively Prohibited
1	Host Unreachable	4	Source Quench
2	Protocol Unreachable	5	Redirect
3	Port Unreachable	0	Redirect Datagram for the Network
4	Fragmentation required, and DF set	1	Redirect Datagram for the Host
5	Source Route Failed	2	Redirect Datagram for the TOS & Network
6	Destination Network Unknown	3	Redirect Datagram for the TOS & Host
7	Destination Host Unknown	8	Echo
8	Source Host Isolated	9	Router Advertisement
9	Network Administratively Prohibited	10	Router Selection
10	Host Administratively Prohibited	11	Time Exceeded
11	Network Unreachable for TOS	0	TTL Exceeded
		1	Fragment Reassembly Time Exceeded
		12	Parameter Problem
		0	Pointer Problem
		1	Missing a Required Operand
		2	Bad Length
		13	Timestamp
		14	Timestamp Reply
		15	Information Request
		16	Information Reply
		17	Address Mask Request
		18	Address Mask Reply
		30	Traceroute
			Checksum of ICMP header
			RFC 792
			Please refer to RFC 792 for the Internet Control Message protocol (ICMP) specification.

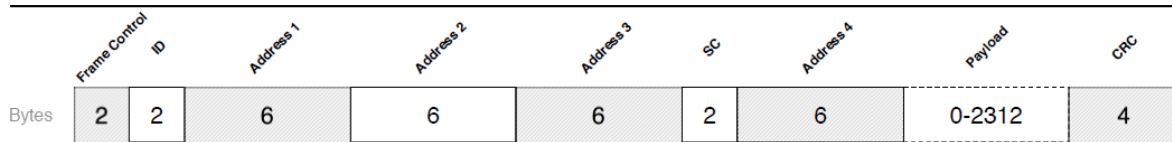
## Ethernet header



### The TYPE field

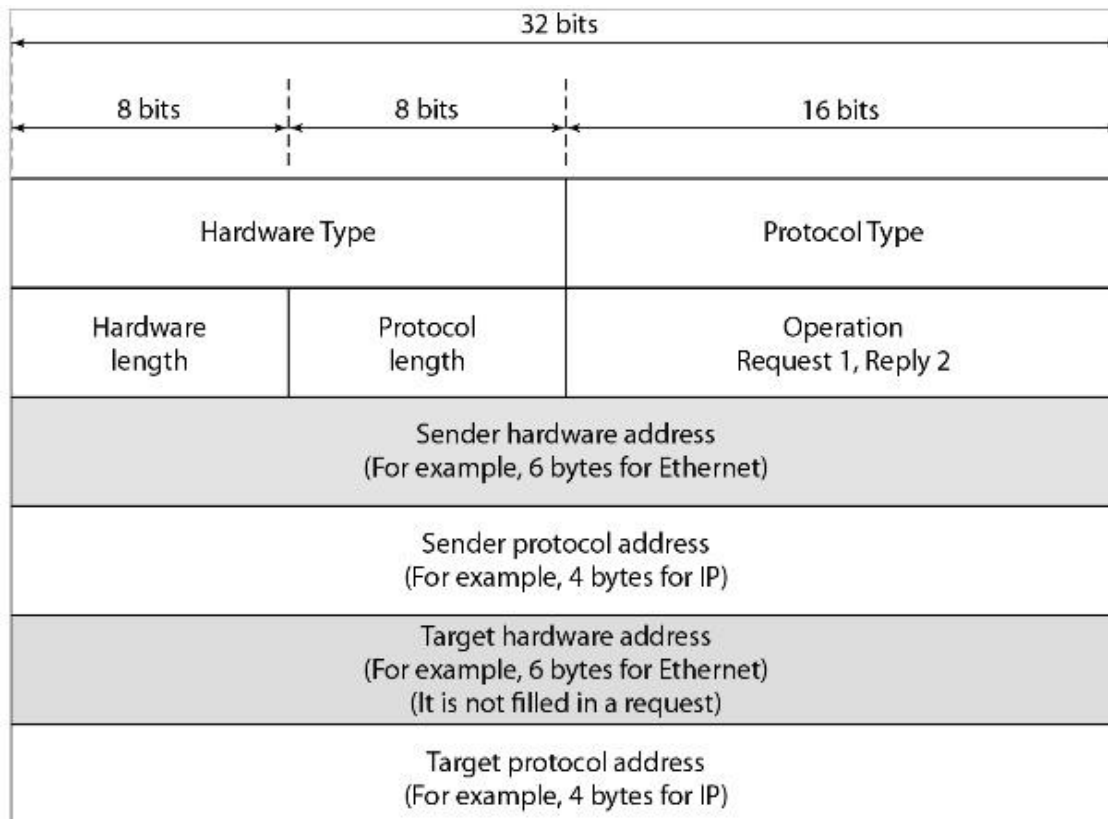
CODE (HEXADECIMAL)	MEANS
0800	IPv4
0806	ARP
86dd	IPv6

## IEEE 802.11 header



SC = Sequence control

## ARP header





# Svar till tentamen i EITA55 Kommunikationssystem

2018-10-29 14:00-19:00

**1** De tre stegen är: sampling, kvantisering, och kodning. I sampling mäta vi signalens amplitud (styrka) vid vissa tidpunkter, oftast med jämna mellanrum. I kvantisering mappar vi varje sampels värde till närmaste kvantiseringsvärde, och vi har ett begränsat antal av dessa. I kodning representerar vi varje kvantiserat sampel med ett mönster av nollor och ettor enligt en förbestämd kod.

**2** Simplex: överföring i bara en riktning. Halv-duplex: överföring i båda riktningar men inte samtidigt. Full duplex: överföring i båda riktningar samtidigt.

**3** En switch skickar vidare ramar till andra länkar på länknivå. En vägväljare skickar vidare paket till andra nät på nätnivå. En switch jobbar på lager 2 medan en router jobbar på lager 3; en switch förstår bara fyslagret och länklagret, men en vägväljare förstår även nätlagret.

**4** Nät-id används för att en vägväljare kan skicka vidare paketet till rätt nät, om den inte är ansluten till samma nät som mottagaren. Vård-id används för att identifiera mottagaren inom ett nät. En vägväljare använder subnätmasken för att se vilka bitar i adressen ingår i nät- och vård-id, ifall klasslös adressering används. Om klassfull adressering används, ser man från de första bitarna i adressen vilken klass den tillhör och därmed vilka bitar ingår i nät- respektive vård-id.

**5** Ett paket behöver fragmenteras när det är för stort för den maximala paketstorleken på ett lägre lager, eller när en länk mellan sändaren och mottagaren har mindre MTU än storleken på det ursprungliga paketet. Paketet delas upp i flera delar, där huvudet ingår i den första delen. Varje del blir sedan data i ett nytt paket med nytt huvud.

**6**

**a** Olika portar på switchen är konfigurerade för att tillhöra olika VLAN. Alla värdar måste kopplas in till samma switch, men de på olika VLAN ser inte varandra.

**b** Varje ram får en etikett som berättar vilket VLAN den tillhör. Värdaren kan kopplas fysiskt till olika switchar såvida alla switchar är konfigurerade för att känna igen etiketterna.

**7** Klass B, nät-id 171.32.0.0, vård-id 0.0.26.54

**8** En lokalstation kopplar abonnenterna till telenätet, och omvandlar de analoga signalerna som kommer från abonnenterna till digitala signaler som kan föras vidare i trunknätet. En linjekrets är kopplad till varje ledning till en abonnent, och det är linjekretsen som utför omvandlingen mellan analoga och digitala signaler. När ett smatal börjar, kopplar ihop opplingsdelen två abonnenter inom samma lokalstation, eller en abonnent till trunknätet. Styrdelen ser till att kopplingsdelen utför rätt arbete och hanterar fel för att uppnå hög tillförlitlighet.

**9** SNMP används för att administrera nätverk, genom att kolla och ändra olika parametrar på vägväljare eller få larmmeddelanden när någonting händer. ICMP är ett stödprotokoll till IP som hjälper till att konfigurera och övervaka ett nätverk. Om man vill kolla om en enhet finns kan man skicka ICMP echo (ping).

**10**

**a** 6: 192.168.1.0, 192.168.2.0, 192.168.3.0, 192.168.5.0, 192.168.6.0, och 192.168.7.0

**b** lina41, lina42, och lina44 (och även Router 1)

**c** Router 2

**d** lina49, lina50, lina51, lina52, och Router 3

**11** 8 bitar innebär att vi har 256 olika kvantiseringsnivåer. Totalt har signalen ett spann om 10 volt. Varje nivå representerar då  $10 / 256 = 0,0391$  volt, och det största felet som kan uppstå är hälften av detta, dvs 0,0195 volt.

**12** Varje bit tar  $1 / 10000 = 0,0001$  sekunder. 5 bitar tar alltså  $5 \times 0,0001 = 0,0005$  sekunder, eller 0,5 ms.

**13** Nej, den korrekta kontrollsumman är 10101001.

**14** Totalt kommer det in till multiplexorn  $3 \times 200 \text{ kbps} = 600 \text{ kbps}$  eller  $600\,000 \text{ bps}$ . I varje ram ingår 3 tidsluckor, om 4 bitar var, dvs det finns  $3 \times 4 = 12$  bitar totalt i varje ram. Vi behöver alltså  $600\,000 / 12 = 50\,000$  ramar varje sekund. Eftersom varje ram har en synkroniseringsbit behöver vi därför lägga till 50 000 synkroniseringsbitar i sekunden, och den totala hastigheten på den utgående länken blir  $600\,000 + 50\,000 = 650\,000 \text{ bps}$  eller  $650 \text{ kbps}$ .

**15**

**a** Två hop: X -> W -> T

**b** Med en gräns om två hopp når bara ett paket T.

**16** Lastbilen kan hålla som högst  $10\,000\,000 \text{ g} / 10 \text{ g} = 1\,000\,000$  USB-minnen, vilket ger en total datamängd på  $16 \times 10^9 \times 1000000 = 16 \times 10^{15}$  byte. Lastbilen tar  $7845 \text{ m} / 50\,000 \text{ m/h} = 0.159$  timmar att köra över bron, vilket är  $0.159 \times 60 \times 60 = 564,84$  sekunder. Det blir alltså  $16 \times 10^{15} \times 8 \text{ bit} / 564,84 \text{ s} = 2,2661 \times 10^{14} \text{ bps} = 226,61 \text{ Tbps}$  (eller  $28,33 \text{ TBps}$ ).