

Tentamen EITA55 Kommunikationssystem

28:e oktober 2019
kl 14–19

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!

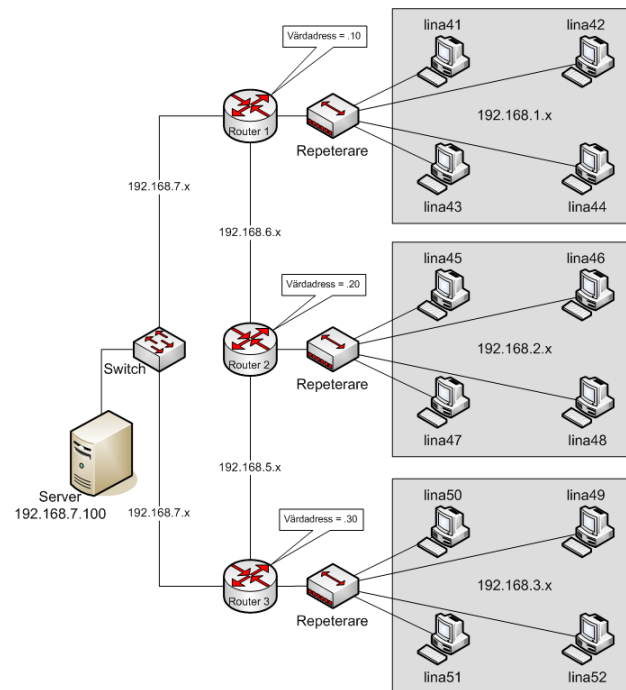
Lycka till! /Emma

Teorifrågor

1. (6 poäng) Vilka är de tre stegen i omvandling från en analog signal till binär data? Förklara kortfattat hur varje steg går till.
2. (2 poäng) Ge två exempel på utbredningsmedia.
3. (8 poäng) Förklara kortfattat de tre olika Automatic Repeat Request (ARQ)-metoderna: stop-and-wait, go-back-n, och selective repeat. Vad är fördelen med selective repeat jämfört med stop-and-wait?
4. (2 poäng) Vad är skillnaden mellan synkron och statistisk tidsmultiplexering?
5. (6 poäng) Vad har en brygga (switch) för uppgift? På vilken nivå i OSI-modellen verkar den? Vad är skillnaden mellan en brygga och en vägväljare (router)?
6. (6 poäng) Vad är syftet med fältet livstid (Time To Live — TTL) i IP-headern? Vad gör en vägväljare om det kommer ett paket med livstid
 - (a) 4?
 - (b) 1?
7. (6 poäng) Placera följande protokoll på rätt nivå i OSI-modellen: Ethernet, ICMP, UDP, SMTP, DNS, IP
8. (6 poäng) Förklara begreppen *förbindelseorienterad dataöverföring* och *förbindelsefri dataöverföring*. För varje typ av dataöverföring, ange ett exempel på ett protokoll som använder den.
9. (8 poäng) Beskriv strukturen på ett mobiltelefoninät. Rita gärna ett diagram. Begrepp att använda: basstation/eNodeB, mobil/UE, accessnät, kärnnät, cell, gateway

Fråga om labbarna

10. Använd nätverksskartan i Figur 1 för att svara på följande frågor.



Figur 1: Nätverksskarta

- (3 poäng) Vilka enheter nås av en ARP-förfrågan skickad från datorn lina45?
- (5 poäng) Datorn lina50 vill öppna en TCP-förbindelse med servern. lina50 har en tom ARP-cache men kan redan serverns IP-adress. Vilka paket måste lina50 skicka och ta emot för att öppna förbindelsen?
- (4 poäng) Hur många subnät finns i nätverket och vilka är deras nät-id?

Räknefrågor

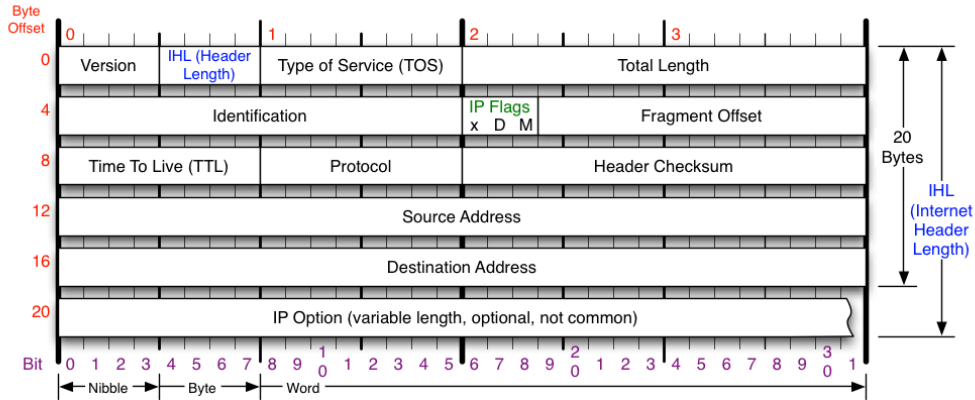
11. Beräkna följande hexadecimala uttryck.
 - (a) (2 poäng) $AF + 1B$
 - (b) (2 poäng) $456 + ABC$
12. (4 poäng) Vi vet att en signal varierar mellan -2 och 2 volt. Vad är det största felet som kan uppstå om vi representerar signalen vid en viss tidpunkt med 16 bitar?
13. Koda bitsekvensen 101010 med följande kodningsmetoder. Antar att signalen börjar alltid från låg spänning innan sekvensen skall skickas.
 - (a) (2 poäng) NRZ
 - (b) (2 poäng) Manchester
 - (c) (2 poäng) Differential Manchester
14. (6 poäng) Bestäm CRC för meddelandet 11001011 om generatorpolynomet är $x^3 + 1$.
15. (4 poäng) Antag att tre förbindelser multiplexeras med statistisk tidsmultiplexering. Vad kommer att skickas på den utgående länken om följande paket väntar på att skickas? Paket med bokstäver som kommer tidigare i alfabetet kom fram tidigare till multiplexorn (till exempel paket A kom fram innan paket B).

| Förbindelse | Paket |
|-------------|-------|
| 1 | A |
| 1 | B |
| 1 | C |
| 1 | D |
| 2 | E |
| 2 | F |
| 3 | G |
| 3 | H |
| 3 | I |

16. (4 poäng) Antag att längden på en koaxialkabel är 1000 meter. Utbredningshastigen i kabeln är 60% av ljushastigheten (3×10^8 meter per sekund). Hur lång tid tar det för en bit att förflytta sig från ena änden av kabeln till den andra?
17. (2 poäng) Visa den ursprungliga, oavkortade formen på IPv6-adressen 0:45A::7.
18. En fil på 10^8 bytes skall skickas mellan två datorer. Hur lång tid tar det, och vad blir överföringshastigheten, i följande fall?
 - (a) (4 poäng) En punkt-till-punkt förbindelse där transmissionshastigheten är 64×2^{10} bps och ingen felhantering används. Ramstorleken är 256 bit, varav 40 bitar är overhead (huvudet). Utbredningshastigheten är $200 \text{ m}/\mu\text{s}$ och längden på länken är 1000 meter.
 - (b) (4 poäng) Som ovan men stop-and-wait ARQ används. Antag att det inte inträffar något fel och ingen ram förloras.

Tom sida

IPv4 Header



| | | | |
|---|--|--|---|
| Version Version of IP Protocol. 4 and 6 are valid. This diagram represents version 4 structure only. | Protocol 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 | Fragment Offset 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. | IP Flags x D M x 0x80 reserved (evil bit) D 0x40 Do Not Fragment M 0x20 More Fragments follow RFC 791 |
| Header Length Number of 32-bit words in IP header, minimum value of 5. Multiply by 4 to get byte count. | Total Length Total length of IP datagram, or IP fragment if fragmented. Measured in Bytes. | Header Checksum 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/

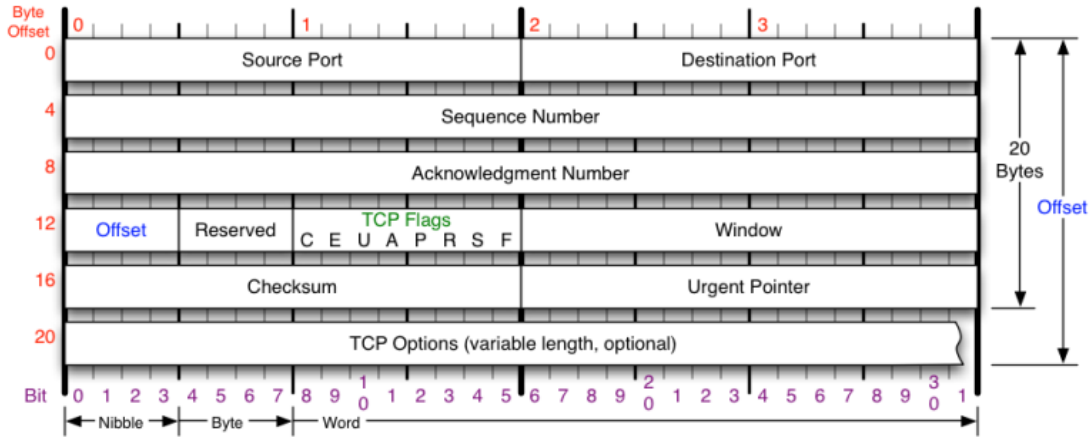
IPv6 Header



| | | | |
|--|---|--|--|
| Version Version of IP Protocol. 4 and 6 are valid. This diagram represents version 6 structure only. | Payload Length 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. | Next Header 8-bit selector. Identifies the type of header immediately following the IPv6 header. Uses the same values as the IPv4 Protocol field. | Hop Limit 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. |
| Traffic Class 8 bit traffic class field. | Source Address 128-bit address of the originator of the packet. | Destination Address 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. |

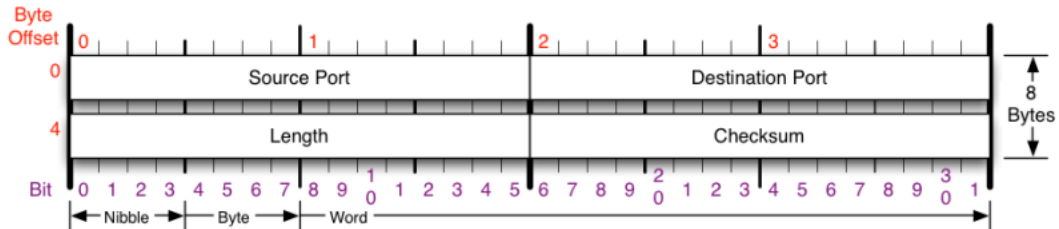
Copyright 2008 - Matt Baxter - mjb@fatpipe.org - www.fatpipe.org/~mjb/Drawings/

TCP header



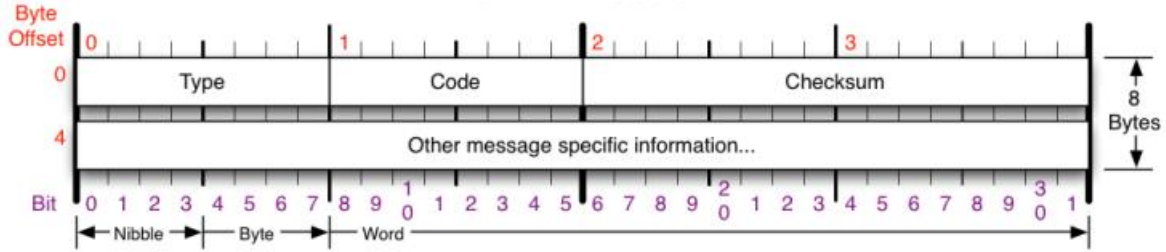
| TCP Flags | Congestion Notification | TCP Options | Offset | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|----------|-----|----|----|---------|----|----|-----|----|----|---------------|----|----|---------------|----|----|------------|----|----|-------------------|----|----|-----------------|----|----|--|---|
| C E U A P R S F | 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



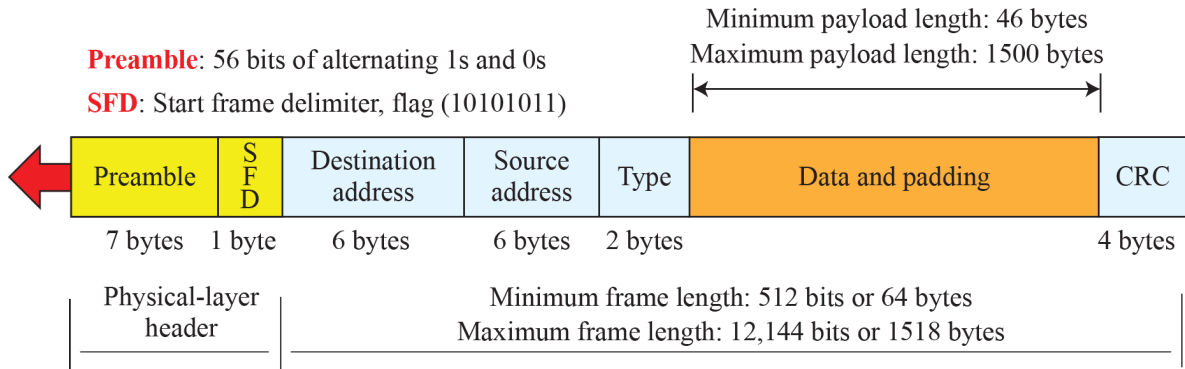
| Checksum | RFC 768 |
|---|--|
| Checksum of entire UDP segment and pseudo header (parts of IP header) | Please refer to RFC 768 for the complete User Datagram Protocol (UDP) Specification. |

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. |

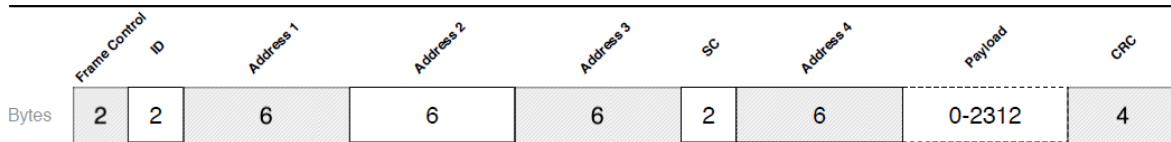
Ethernet header



The TYPE field

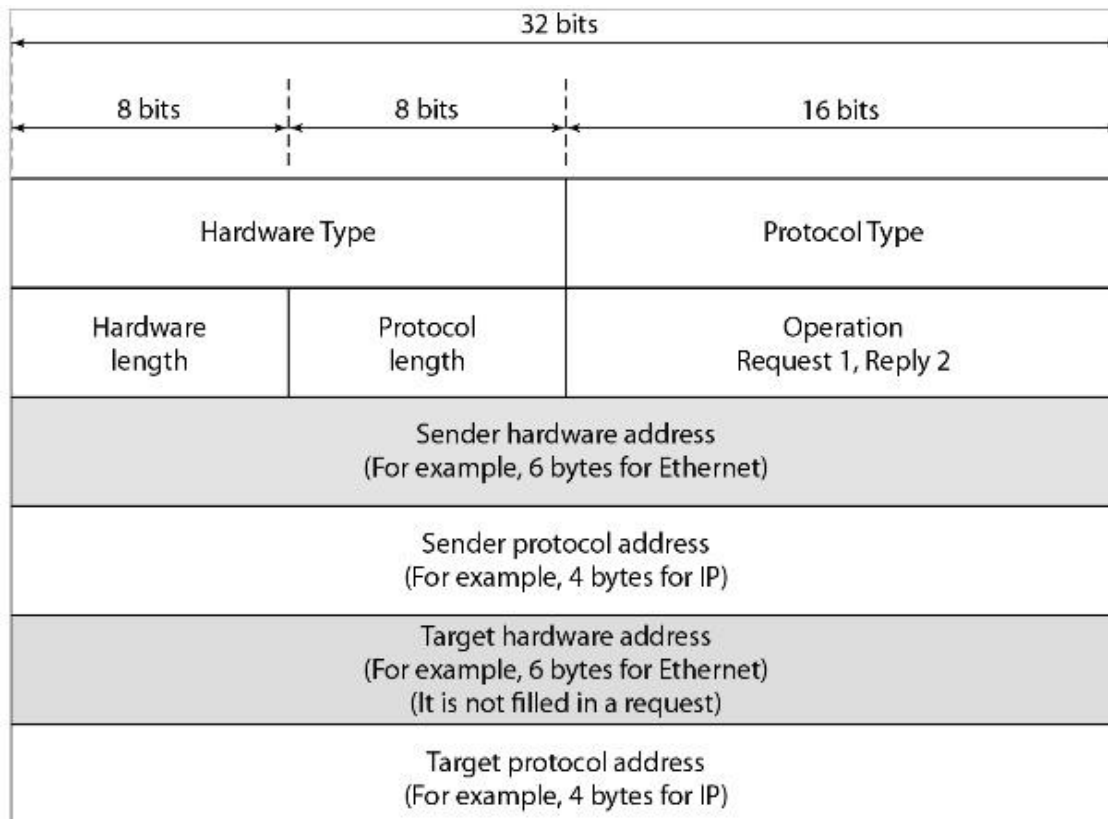
| CODE (HEXADECIMAL) | MEANS |
|--------------------|-------|
| 0800 | IPv4 |
| 0806 | ARP |
| 86dd | IPv6 |

IEEE 802.11 header



SC = Sequence control

ARP header



Svar till tentamen i EITA55 Kommunikationssystem

2019-10-28 14:00-19:00

1 Sampling: mäta signalens amplitud vid vissa tidpunkter; kvaitsering: mappa varje sampel till en av ett diskret antal amplitudnivåer; kodning: representera varje kvantiserad sampel med ett binärt tal.

2 Koppar (tex en kabel), luft (radiovågor)

3 Stop-and-wait: vänta på bekräftelse efter varje paket. Om bekräftelsen inte kommer efter en viss tid, skicka om paketet.

Go-back-n: skicka ett antal paket (upp till fönsterstorleken) i rad. Mottagaren bekräftar i en och samma bekräftelse alla paket från det första till det sista som tagits emot korrekt. Alla paket därefter måste skickas om, även om några av dem kom fram korrekt.

Selective repeat: skicka ett antal paket (upp till fönsterstorleken) i rad. Mottagaren skickar icke-bekräftelse (NACK) för de paket som inte kommit fram korrekt. Bara dessa paket måste skickas om.

Selective repeat blir mycket effektivare (högre genomströmning) än stop-and-wait då vi inte behöver vänta två gånger utbredningstiden efter varje paket för att få en ACK.

4 I synkron tidsmultiplexering skickas ett paket från varje inkommande länk i varje ram. Om en länk inte har något att skicka, blir dess tidslucka tom.

I statistisk tidsmultiplexering skickas ett paket från varje inkommande länk i ordning. Om en länk inte har något att skicka blir det ingen tom tidslucka, utan nästa paket från nästa länk skickas direkt.

5 En bryggas uppgift är att förmedla ramar mellan olika enheter inom ett lokalt nätverk. Den verkar på lager 2, länklagret.

En vägväljare verkar på lager 3, nätlagret, och förmedlar paket mellan olika lokala nät.

6

6 Livstid finns med i IP-headern för att förhindra att paket snurrar runt (skickas i cyklar) i nätverket utan att någonsin kommer fram. Detta kan uppstå om någonting har gått fel med routingsalgoritmen.

Om ett paket med livstid 4 kommer fram till en vägväljare, ändrar vägväljaren livstiden till 3 och skickar paketet vidare.

Om ett paket med livstid 1 kommer fram till en vägväljare, ändrar vägväljaren paketets livstid till noll och kastar paketet, såvida det inte är själva vägväljaren som är paketets mottagare.

7 Ethernet: lager 2

ICMP, IP: lager 3

UDP: lager 4

SMTP, DNS: lager 7

8 Förbindelseorienterad dataöverföring innebär att sändare och mottagare måste först upprätta en förbindelse innan de kan skicka data till varandra, det vill säga att de kommer överens om att data skall skickas. Detta används av protokollet TCP.

Förbindelsefri dataöverföring innebär att värdena kan skicka data direkt, utan att först skapa en förebindelse. Detta används av protokollet UDP.

9 Ett mobilt nät består av två delar: kärnnätet och accessnätet. I accessnätet finns olika basstationer (eNodeBs), där varje basstation ansvarar för en eller flera celler. I varje cell finns mobiler (UEs) som kopplar upp till basstationen i respektive cell via radiovågor. Basstationen är sedan kopplad (via optisk fiber) till kärnnätet. I LTE används protokollet IP i kärnnätet. Kärnnätet består av olika enheter med olika uppgifter, bland annat vägväljare, och gateways för att koppla det mobila nätet till andra nät, såsom Internet eller det publika telenätet.

10

a lina46, lina47, lina48, Router 2 (och repeteraren)

b ARP-förfrågan (lina50 -> Router 3), ARP-svar (Router 3 -> lina50), TCP SYN (lina50 -> Server), TCP SYN-ACK (Server -> lina50), TCP ACK (lina50 -> Server)

c 6: 192.168.1.0, 192.168.2.0, 192.168.3.0, 192.168.5.0, 192.168.6.0, 192.168.7.0

11

a CA, 202 in decimal

b F12, 3858 in decimal

12 Den totala räckvidden för signalen är 4 Volt. Med 16 bitar får vi $2^{16} = 65536$ olika nivaåer. Då blir räckvidden för varje nivå $\frac{4}{65536} = 6,1 \times 10^{-5}$ Volt, vilket är även det största möjliga felet (om man avrundar alltid neråt — om man avrundar både upp och ner blir det hälften, dvs $3,05 \times 10^{-5}$).

13

a hhlhl (där "h" betyder hög spänning i en tidsenhet och "l" betyder låg spänning i en tidsenhet)

b lhllhlhlhl (varje bit består av två tidsenheter)

c lhlhlhlhlh (Detta beror på att signalen börjar från låg spänning.)

14

 001

15 D I C H F B G E A (Paket till höger skickas först.)

16 Tiden för signalen att förflytta sig en meter är $\frac{1}{0,6 \times 3 \times 10^8} = 5,56 \times 10^9$. Tiden för att den förflytta sig 1000 meter blir då $5,56 \times 10^{-9} \times 10000 = 5,56 \times 10^{-6}$ s.

17 0000:045A:0000:0000:0000:0000:0000:0007

18

a I varje ram finns det 40 bitar overhead, och resten, $256 - 40 = 216$ bitar, är data. Filen måste då delas upp i $\frac{8 \times 10^8}{216} = 3703703,7$ ramar. Men eftersom vi måste ha hela ramar blir det 3703704 ramar. För dessa ramar blir det $40 \times 3703704 = 148148160$ bitar overhead, och därmed totalt $8 \times 10^8 + 148148160 = 948148160$ bitar som måste sändas.

Tiden för att sända alla dessa bitar blir $\frac{948148160}{64 \times 2^{10}} = 14467,593$ s, och tillsammans med utbredningstiden blir den totala tiden $14467,593 + 1000 \times \frac{10^{-6}}{200} = 14467,593$ s: utbredningstiden är i det här fallet försumbar. Slutligen blir överföringshastigheten $\frac{8 \times 10^8}{14467,593} = 55295,9993$ bps.

b Med stop-and-wait behöver en ACK skickas efter varje dataram. En ACK har ingen data och består då bara av huvudet, det vill säga 40 bitar. Vi måste då lägga till tiden för att skicka en ACK för varje data paket, vilket blir $3703704 \times \frac{40}{64 \times 2^{10}} = 2260,562$ s.

Utöver detta måste vi lägga till två utbredningstider för varje ram, eftersom dataramen måste först nå mottagaren och ACK-ramen måste sedan nå tillbaka till sändaren innan den kan skicka nästa dataram. Den extra tiden för utbredning blir då $1000 \times \frac{10^{-6}}{200} \times 2 \times 3703704 = 37,03704$ s. Den totala tiden blir nu $14467,593 + 37,03704 + 2260,562 = 16765,192$ s, och överföringshastigheten blir $\frac{8 \times 10^8}{16765,192} = 47717,92$ bps.