

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Institutionen för elektro- och informationsteknik
ETS130 Kommunikationssystem
2016-10-25 08:00-13:00

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 svarpapper på omslaget!

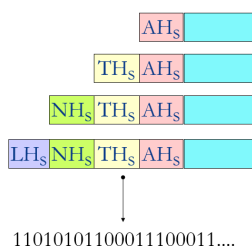
Hjälpmedel: Miniräknare

LÄS ANVISNINGARNA NOGA, OCH FÖLJ DEM!

Lycka till! /Jens

Teorifrågor

- 1 Vad utgörs utbredningsmediet av i en uppställning där två datorer kommunicerar med hjälp av
a) en *twisted pair*-kabel, b) en fiberkabel eller c) via WLAN? 3p
- 2 Till vilket lager i OSI:s referensmodell hör följande? 3p
a) Modulering av signal b) brygga c) nätmask
- 3 Ett PCM-kodat telefonsamtal motsvarar en bitström på 64kbps.
a) Hur mycket skulle ett telefonsamtal motsvara om vi vill öka frekvensinnehållet i den överförda informationen till 0-8kHz? 2p
b) Hur mycket skulle ett telefonsamtal motsvara om vi i stället väljer att minska antalet kvantifieringsnivåer till 128? 2p
c) Ökar eller minskar kvantifieringsfelet om vi genomför ändringen i b)? 2p
Motivera dina svar!
- 4 IP- och UDP-protokollen är så kallade *best effort*-protokoll. TCP är ett förbindelseorienterat protokoll.
a) Beskriv utgående från din kunskap om UDP vad som avses med *best effort*. (Tips: Vilka funktioner finns respektive finns inte i UDP?) 2p
b) UDP och TCP har stora skillnader men har trots en kontrollparameter (kanske rättare adressparameter) gemensam. Vilken? Vad är dess uppgift? 2p
- 5 Två plåtburkar vars botten är förbundna med ett uppsträckt snöre är ett exempel på ett enkelt kommunikationssystem. Vilken av kommunikationsmoderna simplex, halv duplex och full duplex passar bäst in på "burktelefonen"? I vilken av moderna krävs kollisionshandling? 3p
- 6 Förklara accessmetoden *Slotted Aloha*. Vilken förändring fördubblade överföringskapaciteten jämfört med den första versionen av Aloha? 4p
- 7 Förklara utifrån figur 1 hur data hanteras i en värddator på vägen från applikationen till länken. Förklara också hur mottagande värddator hanterar data på väg från länken till applikationen. 5p



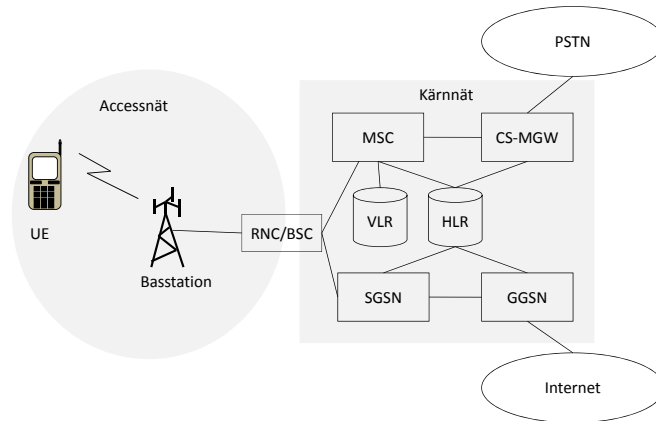
Figur 1: Datatransport genom stacken

- 8 Givet två tidsmultiplexerade system, det ena är synkron tidsmultiplex medan det andra är statistisk tidsmultiplex. Båda systemen har fyra kanaler på ingångssidan. Hur många extra bitar behöver adderas till varje ram för att de-multiplexorn ska kunna särskilja de fyra kanalerna åt i de två systemen? 4p
- 9 Varför behövs ett nätprotokoll för att åstadkomma global datakommunikation? Varför kan man inte använda datorns Ethernet-adress för den globala kommunikationen? Vad innehåller nätprotokollet som gör global kommunikation möjlig? 4p
- 10 Vad saknas i ramens *header* som gör det omöjligt att använda någon av ARQ-metoderna på länk som använder Ethernet-protokollet? (ARQ = *Automatic Repeat Request*) 4p

11 Figur 2 visar en principskiss för ett mobilnät. Din mobil är markerad UE i figuren. En kamrat ringer från sin vanliga fasta telefon till dej.

a) Förklara kortfattat vilken väg telefonsamtalet tar i det mobila nätet och vilken uppgift de enheter har som är direkt inblandade i telefonsamtalet. 6p

b) Förklara övergripande också funktionerna *handover* och *roaming*. Vilken av funktionerna kan oftast göras utan avbrott i pågående samtal? 3p



Figur 2: Principskiss för ett mobilnät

Fråga på labbar

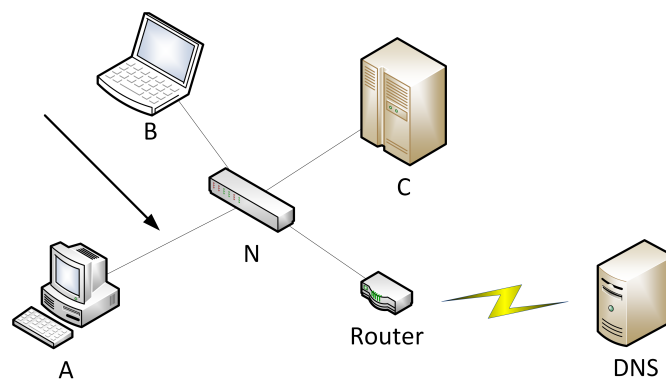
12 Figur 3 visar ett nätverk. Dator B ska skicka ett ICMP *request*-meddelande till dator C. Dator B känner inte till Cs IP-adress, men väl dess DNS-namn. Alla i figuren visade enheter har i både uppgift a) och b) precis initialiserats och således är alla cachar och adresstabeller tomma. All nödvändig konfiguration är dock utförd. 10p

a) I första uppgiften är N i figuren en **repeater**. Visa i tidsordning alla ramar som syns vid pilen och ramarnas innehåll. Börja med den första ramen som skickas fram till och med det första ICMP *request*-meddelandet.

b) I andra uppgiften är N en **switch**. Visa i tidsordning alla ramar som syns vid pilen och ramarnas innehåll. Börja med den första ramen som skickas fram till och med det första ICMP *request*-meddelandet.

Av ditt svar ska framgå varje rams avsändar- och destinationsadress på länk- och nätverkslagret och vilken typ av meddelande som skickas.

Exempel: ICMP echo reply från MAC(X) IP(X) till MAC(Router) IP(Y)



Figur 3: Ett nätverk

13 Ett IP-telefonisystem som det i vårt undervisningslabb använder både UDP och TCP, men för olika uppgifter i telefonisystemet.

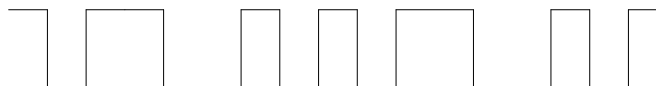
a) Vilka egenskaper hos TCP gör det speciellt lämpat för signalering och kontroll. Vilka egenskaper, eller brist på egenskaper, gör UDP lämpat för överföring av själva samtalet? 3p

b) Förklara enkelt utifrån labbets IP-telefonisystem hur ett *peer to peer*-system kan vara uppbyggt. (Tips! Vad har *CallManager* för uppgift? Hur går själva tal-trafiken i nätet?) 3p

Räkneproblem

- 14 Omvandla följande tal skrivna i basen 3 till decimaltal. Motivera. 3p
a) 1_3 b) 222_3 c) 123_3

- 15 Figur 4 visar en Manchester-kodad signal. Vilket binärt värde motsvara den? 4p



Figur 4: Manchesterkodad bitström

- 16 Bitströmmen 1010111010110 tas emot. Den består av data följt av CRC. $g(x) = x^3 + x + 1$ är generatorpolynomet för CRC-beräkningen. Visa hur du kommer fram till dina svar.

- a) Vad är det mottagna meddelandets CRC-sekvens? 1p
b) Har meddelandet tagits emot rätt? 3p

- 17 I klassfull adressering behövs ingen nätmask. Hur många värddatorer kan det finnas i ett nät som följande klassfulla IP-adresser ingår i?

- a) 222.222.222.222
b) 135.135.135.135

2p

- 18 Följande Ethernet-ram fångades med *Wireshark*. Ramen innehåller ett IP-datagram.

```
0000 00 25 22 81 dd 39 ac 81 12 1b 97 55 86 dd 60 00
0010 00 00 00 28 3a 80 20 01 16 d8 cc 3a 0b f6 d4 91
0020 66 c2 cf c2 02 71 20 01 09 b0 01 00 00 04 00 00
0030 00 00 00 00 00 04 80 00 8d a6 00 01 00 07 61 62
0040 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72
0050 73 74 75 76 77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
```

- a) Vilket värde har typkoden som utvisar Ethernet-ramens *payload*? 1p
b) Visa hur långt IP-paketet är inklusive *header* utgående från data utläst ur *header*. 1p
c) Vilken är IP-datagrammets avsändaradress? 1p
d) Hur många routrar kan IP-paketet passera maximalt? 1p

Motivera dina svar.

- 19 En tänkt länk ska användas för att överföra ett tänkt länkprotokolls ramar. Länken måste vara minst 7,5 km lång. Några av de begränsande parametrarna diskuteras i punkterna a) till c) nedan. Vilken eller vilka, om någon, av dessa parametrar kommer att vara avgörande för om länken kan användas eller inte. Motivera ditt svar! 10p

a) Mottagaren kan inte detektera signalen om den dämpats för mycket. Minst 50% av signalnivån i sändaränden är nödvändig för korrekt detektering. Dämpningen av signalen beräknas enligt $\hat{s} = (1 - d)^n$, där \hat{s} är återstående signalnivå vid en längd n på länken och med dämpningen d per längdenhet. På den tänkta länken är dämpningen $d = 1\%$ per 100m länk.

b) Det får inte skilja mer än $50\mu s$ från det att en hel ram skickats tills hela ramen är mottagen, detta för att sändare och mottagare måste vara synkroniserade. Utbredningshastigheten är $2/3$ av ljushastigheten i vakuum.

c) På länken används Manchesterkodning. För att mottagaren ska kunna detektera signalen när den skiftar nivå, från hög till låg eller från låg till hög, måste det vara minst $0,25\mu s$ mellan skiftena mellan de två signalnivåerna. Maximala tiden det får ta att överföra en ram (*worst case* gäller) är $5ms$. Storleken på en ram - inklusive synkroniseringsbitar, *header*, *tail* och flaggor - varierar mellan 100 och 1000 bytes.

20 På en länk används följande ramstruktur: 20 byte kontrolldata följt av 2 till 978 byte användardata (variabelt, men alltid så att totala ramstorleken är jämnt delbar med 4). Ramen avslutas med 2 byte CRC.

Ramen kodas enligt 4B/5B vilket innebär att 4 byte ersätts med 5 byte enligt ett visst schema, detta för att inte få för långa följder av bara ettor eller bara nollor när ramen sänds ut på länken.

När den kodade ramen skickas ut på länken som en bitström, föregås den av 3 byte med omväxlande ettor och nollor (*pre-amble*) och en flagga som består av 1 byte. En likadan flagga följer omedelbart efter den kodade ramen. *Pre-amble* och flaggor kodas således inte.

Beräkna effektiviteten i överföringen dvs. antalet bitar användardata dividerat med totala antalet bitar som sänds på länken när ramen är som minst och när ramen är som störst. *8p*

Svar till tentamen i ETS130 Kommunikationssystem

2016-10-25 08:00-13:00

- 1 a) koppar (metall), b) glas eller plast (optiskt material), c) elektromagnetiskt fält (luft/vakuum)
- 2 a) fysiskt b) länk c) nät
- 3 a) Normalt högsta fq 4kHz, nu högsta fq dubbelt 8kHz. Således dubblas samplings-fq och data mängden ökar till 128kbps
b) Normal 256 nivåer = 8 bitar per sample, nu 128 nivåer = 7 bitar per sample med samplings-fq 8kHz = 56 kbps
c) Det ökar. Fler nivåer ger mindre kvantifieringsfel=avbildningsfel.
- 4 a) Det finns ingen garanti för att ett paket kommer fram. Om adressen är rätt och paketet levereras levereras det till rätt adress. Det finns ingen felhantering, vare sig detektering eller felrättning.
b) käll- och destinationsportarna, dvs. adress till applikation.
- 5 Halv duplex i båda fallen; det är möjligt att sända i båda riktningarna men inte samtidigt och kollisioner kan därför uppkomma.
- 6 Alla sändare skickar meddelande (på upplänken) utan att kontrollera om mediet är ledigt. Tiden indelad i intervaller och sändare får bara börja sända i början av ett intervall.
- 7 Data delas in i paket och förses med en header (kontrollinformation). Data+header "skickas ner" till nästa nivå och behandlas i sin helhet som data. En ny header läggs till och det nya paketet header+data "skickas ner" till nivån under. Tillslut når det hela fysiska lagret där hela paketet blir en bitström. På mottagarsidan sker först att bitströmmen behandlas som paket=header+data. Headern tas bort, data "skickas upp" till nivån ovanför där det ses som header+data. Osv.
- 8 Synkron: Inga, tiden är 'adress'. Statistisk: två bitar behövs för att adressera fyra kanaler.
- 9 Global kommunikation bygger på datatransport över olika slags länkar. Ethernets ramstruktur och adresseringsätt fungerar inte på alla typer av länkar. Ethernet saknar begreppet nät-adress. Nätprotokollet innehåller därför global adresstruktur och adresser till nät, inte bara enskilda värddatorer, samt global ramstruktur.
- 10 Ett fält för sekvensnummer; krävs för att veta vilken ram som ska sändas om.
- 11 a) Via CS-MGW kommer samtalet in i mobilnätet. Av HLR och VLR får systemet redan på var i nätet du befinner dej, vid vilken basstation. Detta avgör vilken MSC som ska användas och vilken BSC och basstation som är närmast. CS-MGW är sammankopplingspunkten mellan det fasta nätet och det mobila. HLR och VLR håller reda på var alla abonnenter finns. HLR håller dessutom reda på debitering mm. MSC är i princip en vanlig telefonväxel till vilken ett antal Base Station Controllers (BSC) är anslutna. Till BSC ansluts ett antal basstationer som täcker ett antal celler/områden. Din telefon (UE) kopplas med radio till en basstation.
b) *Handover* är byte av basstation vilket i sin tur kan leda till byte av BSC vilket i sin tur kan leda till byte av MSC. *Roaming* är byte av operatör dvs. hela systemet. *Handover* kan i de flesta fall göras utan avbrott, medan roaming nästan allt innebär avbrott.
- 12 * anger broadcastadress
a)
 1. ARP req MAC(IP(router) från MAC(B), IP(B) till MAC(*), IP(*)/router)
 2. ARP reply router MAC! från MAC(router), IP(router) till MAC(B), IP(B)
 3. DNS req C? från MAC(B), IP(B) till MAC(router), IP(DNS)
 4. DNS reply IP(C)! från MAC(router), IP(DNS) till MAC(B), IP(B)

5. ARP req MAC(IP(C))? från MAC(B), IP(B) till MAC(*), IP(C/router)
6. ARP reply MAC(C)! från MAC(C), IP(C) till MAC(B), IP(B)
7. ICMP echo req från MAC(B), IP(B) till MAC(C), IP(C)

b)

Endast broadcast dvs 1 och 5 enligt a) syns

13 a) Det är väsentligt att signalering och kontroll fungerar utan fel i dataöverföringen. Det är inte så stora realtidskrav på dessa funktioner som på samtalet. Därför TCP. Realtidsaspekter på samtalskanalen gör UDP mer lämpligt här.

b) Utbyte av data görs effektivast direkt mellan *peers*. *CallManager* håller reda på var i nätet resurserna/telefonerna finns (tfn - IP- nummer) och 'kopplar upp' samtalet.

14 a) 1_{10} b) 26_{10} c) siffran 3 ej möjlig i basen 3.

15 10111011

16 a) 110. $grad(g) = 3$ vilket = antal bitar i CRC.

b) Resten vi division av meddelandet med $g(x)$ blir x^1 vilket $\neq 0$, så meddelandet har inte kommit fram rätt.

17 a) 256 (eller 254) b) 65356 (eller 65354)

18 a) Längd/typfältet = $86dd_{16}$ dvs IPv6

b) Fältet Payload Length = $28_{16} = 40_{10}$ bytes. Headern är 40 bytes. Totalt 80 bytes.

c) 2001:16d8:cc3a:0bf6:d491:66c2:cfc2:0271

d) 127. Fältet Hop Limit innehåller $80_{16} = 128_{10}$. Den 128e routern kommer att kasta IP-paketet.

19 Länken kan inte användas pga av för hög dämpning vid längd enligt krav. Däremot uppfylls synkroniserings- och överföringskravet.

a) Max 50% dämpning ger max längd $n = \log(0,5)/\log(1 - 0,99) = 68.96$ 100tals meter dvs. $6,9km < 7,5km$. b) Max längd är $50\mu s \times 2/3 \times 300000km/s = 10km > 7,5km$.

c) Minsta bit-tid är pga Manchesterkodning $2 \times 0.25\mu s$. Tiden att skicka en hel ram av maximal storlek är då $8 \times 1000 \times 0,5\mu s = 4ms < 5ms$

20 Minimalfallet (2 byte användardata): Ramen är $20 + 2 + 2 = 24$ byte. Kodad blir den $24 \times 5/4 = 30$ byte. Med pre-amble mm skickas $30 + 5 = 35$ byte. Effektiviteten således $2/35 = 5,7\%$.

Maximalfallet (978 byte användardata): Ramen är $20 + 978 + 2 = 1000$ byte. Kodad blir den $1000 \times 5/4 = 1250$ byte. Med pre-amble mm skickas $1250 + 5 = 1255$ byte. Effektiviteten således $978/1255 = 78\%$.