

**LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA**  
**Institutionen för elektro- och informationsteknik**  
**ETS130 Kommunikationssystem**  
**2015-10-27 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!

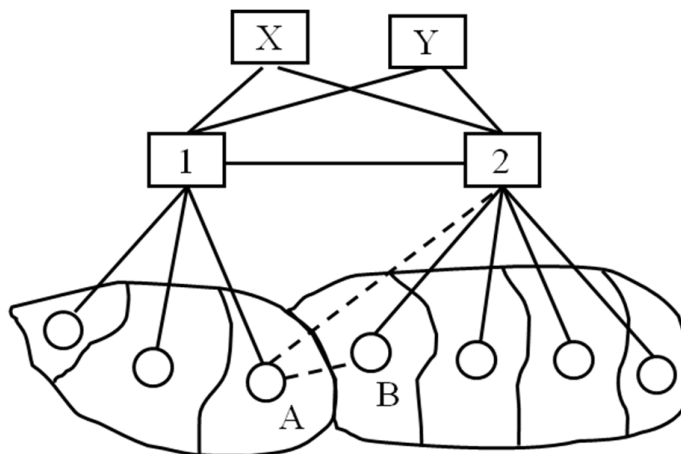
**Hjälpmedel:** Miniräknare

**Läs anvisningarna noga, och följ dem!**

*Lycka till! /Jens*

## Teorifrågor

- 1** Förklara grundprinciperna för paketförmedlande nät och kretskopplat nät. Ange minst en fördel och en nackdel för vardera av de båda principerna? Not! Svara med max 75 ord! 4p
- 2** Beskriv och jämför de lagrade referensmodellerna TCP/IP och OSI. Visa gärna med figur. Not! Svara med max 75 ord! 4p
- 3** Vilken/Vilka av följande nätnoder behöver kunna se skillnad på ett IPv4-datagram och ett IPv6-datagram? Motivera ditt svar! 3p
- Router
  - Ethernetswitch
  - Repeterare
- 4** Varför behövs ett nätprotokoll för att åstadkomma global datakommunikation? Varför kan jag inte använda min dators Ethernet-adress för den globala kommunikationen? Vad innehåller nätprotokollet som gör global kommunikation möjlig? 5p
- 5** Delfunktionerna i Pulse Code Modulation (PCM) är sampling, kvantisering och kodning. Man kan säga att man med PCM skapar en digital avbildning av den analoga ursprungsinformationen. I de två första delmomenten avgörs hur väl denna avbildning överensstämmer med ursprungsinformationen. Förklara hur och varför. Tips: Var påverkas vilket frekvensinnehåll som avbildas och var påverkas hur stort eller litet maximala felet i avbildningen i varje samplingspunkt är? 6p
- 6** Linjekodningstekniken NRZ har problem om många 1or eller 0or uppträder i följd. Varför? Hur är det problemet löst i Manchester-kodning? Lösningen har en bieffekt som har med frekvensinnehållet i signalen att göra. Vilken är bieffekten? 4p
- 7** Accessmetoden i GSM använder både frekvensmultiplex och tidsmultiplex. I UMTS används i stället koduppdelad multiplex. Förklara de tre begreppen frekvensmultiplex, tidsmultiplex och koduppdelad multiplex. 4p
- 8** Genom ett enkelt ”knep” fördubblades effektiviteten i accessmetoden Slotted Aloha jämfört den ursprungliga varianten av Aloha? Vari bestod detta ”knep”? Varför ökade effektiviteten? 4p
- 9** Vilken uppgift har Address Resolution Protocol på ett Internetbaserat LAN? 4p
- 10** Förklara hur en förbindelseorienterad dataöverföring går till? Tips: Vilka steg genomförs under en sådan? Vilken/vilka ytterligare funktioner kan finnas hos ett protokoll med förbindelseorienterad överföring? Jämför gärna med TCP. 4p
- 11** Förklara hur ARQ-metoden Stop-and-wait fungerar. Vad händer när ett datapaket försvinner på väg till destinationen? Vad händer när ett ACK försvinner? 4p
- 12** Varför är det korrekt att säga att ARQ-metoden Go-Back-N utnyttjar möjligheten att lagra meddelanden/paket/ramar på väg från sändaren till destinationen. Tips: Tänk på att det tar tid att transportera/transmittera meddelanden hela vägen mellan sändare och mottagare, en tid som oftast är mycket längre än vad det tar att sända ut ett enstaka meddelande på någon av del-länkarna. 6p
- 13** När det gäller IPv4-adresser talas det om klassfull adressering och klasslös adressering. Det är två olika principer för att urskilja nät-id och värd-id ur en IP-adress. Hur fungerar dessa principer? Ge ett exempel på vardera principen och ange nät-id och värd-id för varje exempel. 4p
- 14** Skriv IPv6-adressen 0001:0000:0000:1234:0000:0000:0000:5678 på dess mest förkortade form. 2p



Figur 1: Principskiss för det fasta telefont nätet (POTS).

**15** Förklara telefont nätet hierarkiska struktur med hjälp av figur 1. Nyckelord att använda: Lokalstation, alternativväg, riktnummerområde, internationell station, förmedlingsstation, gateway till mobila nät. *6p*

**16** Principen för dagens mobila telefont nätet skiljer sig inte särskilt mycket från den för det fasta nätet förutom i två delar. Det ena är accessnätet. Vad består denna skillnad av? Den andra är införandet av databaser, *location registers*, i nätet. De finns i två varianter. Vad är dessa databasers huvud uppgift? Tips: Varför heter de *location registers*? *4p*

## Räkneproblem

**17** Idag är det den 27e oktober 2015. Det kan skrivas 151027. Hur många bitar behövs för att skriva detta tal binärt utan tecken. Visa alla uträkningar! *3p*

**18** Till en synkron tidsmultiplexer har 4 ingående kanaler. Varje ingångskanal har en maximal kapacitet av 250 kbps. En av kanalerna utnyttjas bara till 50%. Beräkna multiplexerns utgående kanals minsta kapaciteten så att multiplexern inte ska behöva buffra eller kasta inkommande data. *4p*

**19** På en Ethernetlänk skickas bitar med överföringshastigheten 100 Mbps. Men hur mycket användbar data kan egentligen skickas på länken om den utnyttjas maximalt? Den största ramstorleken är 1526 byte inklusive alla flaggor och kontrollfält, och en sådan ram kan bära 1500 byte användbar data. Mellan varje ram måste finnas ett 0,96 mikrosekunder långt så kallat *inter frame gap* dvs ett uppehåll där ingen får sända. Redovisa alla beräkningar och svara i Mbps. *6p*

**20** Visa med beräkningar att jämn paritet är detsamma som CRC med generatorpolynomet  $x + 1$ . Använd bitströmmen 11001010 i dina beräkningar. *5p*

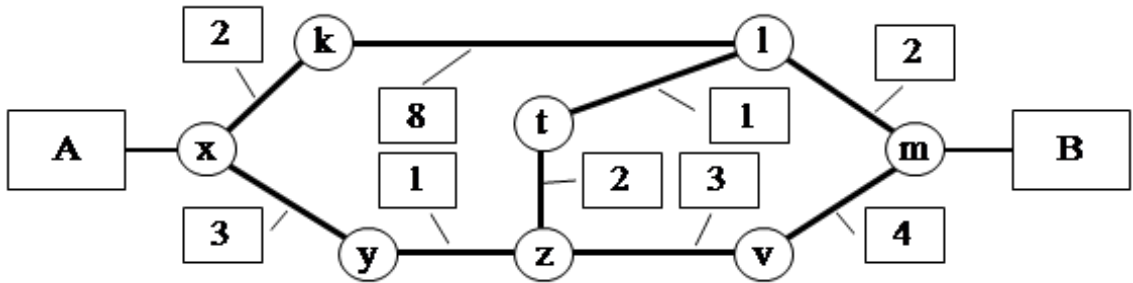
**21** I nätet i figur 2 ska A skicka ett meddelande till B. Ringarna i figuren är vägväljare. I fyrkanterna anges länkkostnad för respektive länk. Motivera dina svar.

a. Vilken väg kommer meddelandet att ta om vägväljarna använder principen least-hop path? *2p*

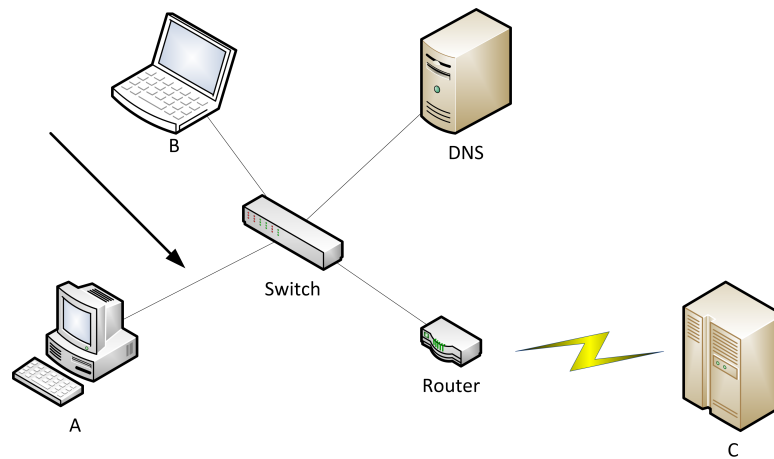
b. Vilken väg kommer meddelandet att ta om vägväljarna använder principen least-cost path? *2p*

## Fråga på labbar

**22** Figur 3 visar ett nät bestående av en ethernetswitch med anslutna länkar. En DNS-server (DNS) finns på nätet, och andra nät är anslutna via routern R. Beskriv alla datapaket som går till och från värddator A för att den ska kunna skicka ett ICMP echo request paket till värddator C. Destinationen är känd endast med dess alfabetiska adress. Alla cashar är tomma. *10p*



Figur 2: Ett nät med vägväljare och länkkostnader.



Figur 3: Ett enkelt LAN.

# Svar till tentamen i ETS130 Kommunikationssystem

2015-10-27 08:00-13:00

- 1 Kretskopplade: förbindelse kopplas upp hela vägen och finns allokerad unikt för denna förbindelse även om den inte används. All data kommer fram i rätt ordning, känd fördröjning. Det tar tid att koppla upp, oanvänd länk kan inte användas av annan, om fel uppstår måste förbindelsen kopplas upp igen. Paketväxlande: Dela upp data i ramar. Varje ram skicka ut i nätet oberoende av varandra. Nätet forwardar enligt bästa väg, varje ram kan gå egen väg till destinationen. Outnyttjad länk kan användas av andra. Ingen uppkoppling behövs innan det är möjligt att skicka data. Vid fel kan nätet skicka ramar alternativ väg. Data kommer inte säkert fram i rätt ordning. Ökad overhead för adresser mm i varje ram.
- 2 OSI har 7 nivåer: Fysisk, länk, nät, transport, session, presentation, applikation. TCP/IP har inte fysisk och länk utan förutsätter att det går att skicka datagram på länken. Nät, transport samma som OSI. TCP/IP applikation är sammanslagning av OSI session, presentation och applikation.
- 3 Repeteraren regenererar enstaka bitar. Ethernetswitchen behöver bara adressfälten i Ethernetheader. Router behöver datagrammets nätverksadresser. Således endast routern.
- 4 Global kommunikation kräver datatransport över olika typer av länkar. Ethernets ramstruktur och adresseringsätt fungerar inte på alla länkar. Nätprotokollet innehåller global adressstruktur och adresser till nät, inte bara enskilda värddatorer, samt global ramstruktur.
- 5 Ju högre samplingsfrekvens desto högre frekvensområde kan avbildas. Ju fler nivåer (kvantisering) desto mindre blir kvantiseringsfelet och desto exaktare sker avbildningen i varje samplingspunkt.
- 6 NRZ kräver extern klocksignal för att synka sändare och mottagare. I Manchester är klocksignal sammanslagen med data. Frekvensinnehållet är större i Manchester, vilket ställer högre krav på den fysiska länken.
- 7 Frekvens: Dela upp tillgängligt frekvensutrymme mellan olika stationer. Tids: dela in tid i ramar. I varje ram finns tidsluckor för varje station. Stationen sänder bara i sin tidslucka. När ramen är slut börja om från början. Koduppdelad: Varje station får en kod (chip, följd av ettor och nollor) för etta och en för nolla. Alla stationer har unika par. Alla kan sända samtidigt på samma frekvens.
- 8 Genom att tidssynkronisera sändning på den gemensamma upplänken  $\checkmark$ förloras $\checkmark$  bara ett tidsintervall= $[$ tid att sända en ram $]$  om kollision uppstår. I native Aloha kan i värsta fall två tidsintervall  $\checkmark$ förloras $\checkmark$  vid kollision.
- 9 Mappning av lokala länkadresser till globala nätadresser/ip-adresser.
- 10 Begär förbindelse, svar OK. Sänd data. Koppla ner förbindelse, svar OK. Funktioner för felkorrigering, sortering av data i rätt ordning, trafikreglering, kan läggas här.
- 11 Skicka ett paket, vänta på ACK att det kommit fram innan nästa paket får sändas. Om paket försvinner, data eller ack, sker time-out hos sändaren, som sänder om.
- 12 Eftersom flera paket kan skickas ut från sändaren under den tid det tar för ett meddelande att nå mottagaren. Go-Back-N utnyttjar detta och kan tillåta att flera paket än ett är på väg och därmed ökar effektiviteten.
- 13 Klassfullt: första bit=0 klass A, nät id=första oktett, värd-id=oktett 2-4; första bitar=10 klass B, nät-id oktett 1-2, värd-id oktett 3-4; första bitar=110 klass C, nät-id oktett1-3, värd-id sista oktett. Klasslöst: nät-id indikeras av ettor i mask, värd-id av nollor. Ex klassfullt 123.1.2.3: nät-id 123, värd-id 1.2.3. Ex klasslöst 123.1.2.3/255.255.128.0: nät-id 123.1.0, värd-id 2.3

14 1:0:0:1234::5678

15 Lokalstation(er) finns i riktnummerområden. Förmedlingsstationer skickar samtal mellan lokalstationer. Om mycket trafik går viss väg. Kan alternativvägar direkt mellan lokalstationer eller lokalstation-förmedlingsstation skapas. Förmedlingsstationerna kopplar till internationella stationer, där utbyte med andra länder sker, eller gateways till andra nät som mobila nät.

16 Accessnätet är radiobaserat. HLR och VLR håller reda på var en mobil enhet befinner sig i varje givet ögonblick.

17  $151027_{10} = 100100110111110011_2$  vilket är 18 bitar. Alternativt  $151027_{10} > 2^{18} - 1 = 262143$  men  $> 2^{17} = 131072$ . Således 18 bitar.

18 1000 kbps. Oavsett om ingångskanalerna utnyttjas eller inte måste multiplexerns utgående kanal klara av summan av alla inkommande kanalers maxkapacitet.

19 En maximalt stor ram tar  $(1526 * 8)/100 * 10^6 = 122,08 * 10 - 6$  sekunder att sända. Lägg till inter frame gap  $0,96 * 10^{-6}$  sekunder ger totala tiden för en ram  $= 123,04 * 10^{-6}$ . Varje ram kan bära  $1500 * 8$  bitar användbar data. Kapacitet användbar data är  $1500 * 8/123,04 * 10^{-6} = 97,5$  Mbps.

20 Jämn paritet: Lägg till en nolla.

CRC:  $M(x) = x^7 + x^6 + x^3 + x^1$ . Grad(generatorpolynom) = 1 =  $k$ .  $P(x) = M(x) * k = x^8 + x^7 + x^4 + x^2$ . Dividera  $P(x)$  med generatorpolynomet ger resten 0.

21 a) x-k-l-m; vägen passerar minst antal vägväljare = least hop path

b) x-y-z-t-l-m; total länkkostnad=9 vilket är mindre än alla andra alternativ

22 ARP request: från MAC(A) till MAC(broadcast): Vem har adress IP(DNS)?

ARP reply: från MAC(DNS) till MAC(A): Jag har adress IP(DNS)

DNS request: från MAC(A), IP(A) till MAC(DNS), IP(DNS): Vilken IP-adress har C?

DNS reply: från MAC(DNS), IP(DNS) till MAC(A), IP(A): C har adress IP(C)

ARP requests: från MAC(A) till MAC(broadcast): Vem har IP(R)?

ARP reply: från MAC(R) till MAC(A): Jag har IP(R)

ICMP echo request: från MAC(A), IP(A) till MAC(R), IP(C): Echo request