

FJÄRRTENTAMEN i RRY010 Telekommunikation

Skrivtid: Fredag 9 april 2021 kl.8.30-12.30

(för studenter med förlängd skrivtid gäller 8.30-14.30)

Inlämning sker via Canvassidan för tentan (där tentan är definierad som en inlämningsuppgift) **senast 30 minuter (45 minuter om förlängd skrivtid beviljats) efter skrivtidens slut.**

Skanna dina lösningar in i **en** fil (format: pdf). I **undantagsfall**, där skanning inte har fungerat, fotografera lösningarna (filformat:jpg eller png).

Var vänlig och följ instruktionerna som ges i inlämningsmappen angående namngivning av filer.

Var vänlig och fyll i personinformationen och vilka uppgifter som du har löst på denna sida (eller skriv av den på ett annat papper). Lämna in den som första sida tillsammans med dina lösningar.

Namn (textas) + namnteckning:

Födelsedatum:

Anonym tentamenskod (underlättar inrapporteringen):

Kryssa i rutan om du har beviljats förlängd skrivtid:

I och med att du laddar upp dina tentamenslösningar i Canvas intygar du att du formulerat dessa med egna ord, och löst uppgifterna själv utan att ta hjälp av någon annan person. Vid behov kommer muntliga kontroller (via videolänk) av hur uppgifter har lösts att hållas innan resultatet fastställs.

Kryssa för de uppgifter för vilka du lämnat in lösning:

Uppg.	1	2	3	4	5	6
Lösn. inlämnad						

Poäng per uppgift/totalpoäng/betyg kommer efter rättning (innan inmatning i ladok) att visas i inlämningsmappen i Canvas.

TENTAMEN

KURSNAMN	Telekommunikation
PROGRAM	Elektroteknik, 180 hp, Årskurs 2 / Läperiod 2
KURSKOD	RRY 010
EXAMINATOR	Arto Heikkilä
TID FÖR TENTAMEN	Fredag 9 april 2021, kl. 8.30-12.30
HJÄLPMEDEL	I och med fjärrtenta är alla hjälpmedel (dock ej andra personer) tillåtna. Chalmersgodkänd räknare, samt kursens formelblad och Smithdiagram, bör räcka som hjälpmedel för att lösa uppgifterna.
ANSVARIG LÄRARE	Arto Heikkilä Jour via Zoom, framför allt ca 9.30 och 11.30
BETYGSGRÄNSER	Betygsgränser: betyg 3: 16 p, betyg 4: 24 p, betyg 5: 32 p. Maximalt kan 40 poäng uppnås på denna tentamen.
DATUM FÖR ANSLAG AV RESULTAT	Målet är att rättningen är klar senast 2021-04-29. Information om hur frågor angående rättning ställs meddelas via kurshemsidan för nuvarande kursvariant RRY011.
ÖVRIG INFORMATION	Kom ihåg: Fullständiga lösningar skall redovisas och använda formler skall motiveras (det räcker alltså <i>inte</i> med att <i>enbart</i> skriva ett svar, för full poäng krävs korrekt svar och korrekt motivering/lösninggång). Vid grafitning skall axlar graderas och enheter sättas ut. Var vänlig och skriv tydligt och rita tydliga figurer! Lösningarna ska vara tydliga och lätta att följa. Kontrollera att filen med dina lösningar (inskannad eller fotograferad) kan läsas. Skriv ditt namn och din tentamenskod högst upp på varje sida. I och med att du laddar upp dina tentamenslösningar i Canvas intygar du att du formulerat dessa med egna ord, och löst uppgifterna själv utan att ta hjälp av någon annan person.

**TÄNK PÅ ATT VISA HELA LÖSNINGSGÅNGEN OCH MOTIVERA
DINA LÖSNINGAR/SVAR NOGGRANT!**

1. Denna uppgift innehåller av varandra oberoende deluppgifter

- a) Beskriv skillnaden i uppbyggnad mellan en multimod och en singelmod stegindexfiber. Vilken betydelse har ordet ”steg” i fiberbenämningen? Vilken av dessa två typer av optisk fiber lämpar sig bäst för informationsöverföring över långa avstånd? (3p)
- b) Samma meddelande kan överföras med tre metoder: FM, DSB-FC, respektive SSB-FC. Samma amplitud och frekvens för bärvågen används i samtliga fall. Modulationsindex respektive modulationsgrad är 1. Vilken av metoderna ska väljas om man vill använda så låg medeleffekt som möjligt? Vilken av metoderna ska användas om man vill ha så smal bandbredd som möjligt? (2p)
- c) Vilken matematisk metod används vid modulation respektive demodulation av en OFDM signal? (2p)
- d) När fasmetoden tillämpas för att bilda en SSB-signal ur en DSB-signal. Vilket vågfenomen utnyttjas för att få önskat resultat? (1p)
- e) Följande signaler ansluts till var sin ingång på en blandare:

$$v_1(t) = 2,0 \cos(\omega_1 t) \text{ volt}, v_2(t) = 5,0 \sin(\omega_2 t) \text{ volt}$$

Rita ett amplitudspektrum i två fall:

- $\omega_1 = \omega_2$
- $\omega_1 < \omega_2$ och utsignalen lågpassfiltreras (filtrets brytfrekvens är ω_2)

(2p)

2. En AM-signal har tidsfunktionen $v(t) = 4 \cdot (1 + 0,6 \cos(2\pi \cdot 10^4 t)) \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 t)$ V och är ansluten till en 50Ω last.
- a) Skissera signalens amplitudspektrum. (4p)
- b) Beräkna bandbredden och medeleffekten. (3p)
3. En förlustfri 1,5 m lång koaxialledning med karakteristiska impedansen 50Ω förbinder en växelspanningskälla ($Z_G = 50 \Omega$, frekvens 100 MHz) med en last. Fashastigheten är $2,0 \cdot 10^8$ m s⁻¹.

Lastens impedans beror på första bokstaven i ditt förnamn enligt följande:

Första bokstaven är en:

vokal \Rightarrow lastimpedans = 150Ω , konsonant \Rightarrow lastimpedans = 25Ω

Om du använder Smithdiagram som hjälpmedel i beräkningarna ska den bifogas till inlämnad lösning.

- a) Bestäm inimpedansen. (3p)
- b) Bestäm lastens reflexionskoefficient. (1p)
- c) Bestäm effektutvecklingen i lasten. (2p)
- d) Dimensionera en impedansanpassare av typen kvartsvågstransformator. (3p)
- e) Om signalgeneratorns frekvens dubblas, är ledningen fortfarande impedansanpassad till lasten? (1p)
4. En förlustfri ledning (längd 3,0 m, $Z_0 = 100 \Omega$) förbinder en likspänningskälla ($U_G = 10$ volt, $Z_G = 75 \Omega$) i serie med en strömbrytare med en last ($Z_L = 50 \Omega$). Strömbrytaren sluts vid tiden $t=0$. Spänningsvågen utbreder sig med ljusets fart i vakuum.
- a) Rita två grafer.
Graf 1 ska visa hur *spänningen* varierar med rumspositionen vid tiden t_1 .
Graf 2 ska visa hur *spänningen* varierar med rumspositionen vid tiden t_2 .

Tidpunkterna väljs enligt sista bokstaven i din anonyma tentakod:

$$A-M \Rightarrow t_1 = 3 \text{ ns}, t_2 = 39 \text{ ns}, N-\ddot{O} \Rightarrow t_1 = 8 \text{ ns}, t_2 = 44 \text{ ns} \quad (4p)$$

- b) Bestäm spänningen över ledningsingången respektive lasten när kretsen har varit sluten en lång tid. (2p)

5. Karakteristiska impedansen hos en 50 mm lång mikrostrip skall succesivt ändras från 10 ohm vid ingången till 50 ohm vid utgången. Substratet har tjockleken 3,0 mm och relativa permittiviteten $\epsilon_r = 4$. Stripens tjocklek kan sättas till noll. Frekvensen och fashastigheten är 3,0 GHz respektive $2,5 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$. Dimensionera stripens övriga parametrar. (3p)
6. En TEM-våg, där elektriska fältet i position $x = 0$ har amplituden 6 V/m och frekvensen 3 MHz, utbreder sig i ett medium med konduktiviteten 3 siemens/meter, relativa permittiviteten 2 och relativa permeabiliteten 1. Vågen utbreder sig samriktat x-axeln. Elektriska fältet i $x = 0$ är samriktat z-axeln.
- a) Bestäm riktning och storlek för vågens magnetiska fältstyrka i $x = 0$. (2p)
- b) Jämför två rumspositioner, position A: $x = 0$ resp. position B: $x = 2 \text{ m}$. Utred om vågens medeleffektäthet i pos. A är högre än, lägre än, eller lika hög som i pos. B. Utred också om signalen behöver mer än, mindre än eller precis $2/c_0$ sekunder att utbreda sig mellan dessa två positioner. c_0 är ljusets fart i vakuum. (2p)