

TENTAMEN

KURSNAMN	Telekommunikation
PROGRAM	Elektroteknik, 180 hp, Årskurs 2 / Läsperiod 2
KURSKOD	RRY 011
EXAMINATOR	Arto Heikkilä
TID FÖR TENTAMEN	Onsdag 13 april 2022, kl. 8.30-12.30
HJÄLPMEDEL	Chalmersgodkänd räknare Till tentamen bifogade formelblad och Smithdiagram
ANSVARIG LÄRARE	Arto Heikkilä besöker tentamen ca kl. 10.30, övrig tid telefonjour
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 2022-05-04. Information om hur frågor angående rättning ställs meddelas via kurshemsidan för 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. Skriv ditt namn och din tentamenskod högst upp på varje sida.

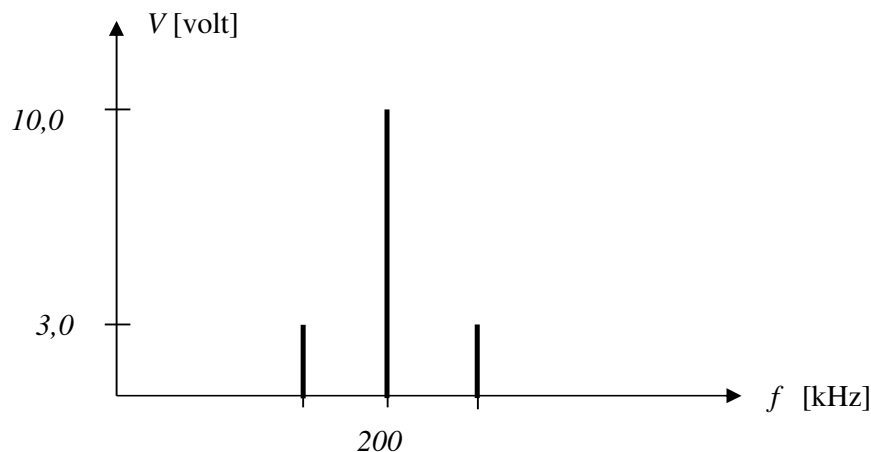
**TÄNK PÅ ATT VISA HELA LÖSNINGSGÅNGEN OCH MOTIVERA
DINA LÖSNINGAR/SVAR NOGGRANT!**

1. Redogör kortfattad för:

- a) multiplexeringsmetoderna TDMA och CDMA, (2p)
- b) bredbandstekniken ”direktsekvens”, (2p)
- c) modulationsmetoden OFDM, (2p)
- d) två metoder som kan användas för att generera en SSB-SC signal, (2p)
- e) funktionsprincipen för en superheterodynmottagare. Rita också ett blockschema som illustrerar ditt svar. (2p)

2. Grafen nedan visar amplitudspektrumet för ett slags AM-signal med bandbredden 10,0 kHz. Meddelandet är entonigt. Signalen är ansluten till en 75 Ω resistiv belastning.

- a) Bestäm AM-signalens medeleffekt. (2p)
- b) Hur hög amplitud skulle meddelandesignalen kunna ha innan AM-signalen blir övermodulerad? (1p)
- c) Skissera en graf av AM-signalen som funktion av tiden (under ett tidsintervall motsvarande två meddelandeperioder). (2p)
- d) Rita ett blockschema för en produktmodulator för denna typ av signal. Demonstrera genom beräkning att önskad utsignal erhålls. (3p)



3. En FM-signal har medeleffekten 5 W (belastning 50Ω), frekvensdeviationen 10 kHz och bärvågsfrekvensen 100 kHz. Meddelandets frekvens och amplitud är 2,0 kHz respektive 3,0 V.

Bestäm FM-signalens tidsfunktion och bandbredd. (4p)

4. En likspänningskälla (15 V, inre impedans 50Ω) ansluts vid tiden $t = 0$ till en krets bestående av en förlustfri koaxialledning med karakteristiska impedansen 100Ω avslutad med en $Z_L = 200 \Omega$ last. Vågen utbreder sig med farten $2 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ och det tar 25 ns att propagera från ledningsingången till lasten.

- a) Hur hög är spänningen över lasten vid tiderna 20 ns, 100 ns och 1 s? (3p)
- b) Brytaren öppnas och Z_L byts mot en (urladdad) 100 pF kondensator. Därefter sluts brytaren på nytt (sätt tiden åter till noll). Skissera spänningen över kondensatorn i tidsintervallet 0 s till 50 ns. (2p)
- c) Signalspänningskällan byts mot en växelspänningskälla (amplitud 15 V, frekvens 25 MHz) och 200Ω resistorn används åter som last. Hur stor är inimpedansen? (2p)
- d) Impedansanpassa ledningens lastände. (3p)

5. En TEM-våg med cosinusformat tidsberoende (frekvens 20 GHz) utbreder sig i vakuum i $+x$ - led. Vågen registreras och effekttätheten mäts till $50 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (tidsmedelvärde).

- a) Bestäm amplituden för vågens elektriska fältstyrka. (2p)
- b) Antag (i ett visst tidsögonblick) en möjlig riktning för vågens elektriska fält och bestäm magnetfältets riktning. (1p)
- c) Vilken fart utbreder sig vågen med? (1p)

6. Dimensionera en mikrostrip så att den får karakteristiska impedansen 50Ω . Stripen är 25 mm lång och tjockleken kan sättas till noll. Substratet har tjockleken 3,0 mm och relativa permittiviteten $\epsilon_r = 10$. Frekvensen och fashastigheten är 4,0 GHz respektive $2,0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$. (2p)

7. En optisk multimodfiber har en kärna med brytningsindex 1,45 och en mantel med brytningsindex 1,44. Utred (med avseende på moddispersion) om ett digitalt meddelande med bithastigheten 1 Gbit/s kan sändas på denna fiber över ett avstånd på 150 meter. (2p)