

TENTAMEN

KURSNAMN	Telekommunikation
PROGRAM	Elektroteknik, 180 hp, Årskurs 2 / Läsperiod 2
KURSKOD	RRY 011
EXAMINATOR	Arto Heikkilä
TID FÖR TENTAMEN	Tisdag 11 januari 2022, kl. 8.30-12.30
HJÄLPMEDEL	Chalmersgodkänd räknare, samt till tentamen bifogade formelblad och Smithdiagram
ANSVARIG LÄRARE	Arto Heikkilä (tel. 031-772 5723, 073-0284378) 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 2022-02-01. 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 grafritning 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 din tentamenskod högst upp på varje sida.

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

1. Denna uppgift innehåller av varandra oberoende deluppgifter

I

- Förklara hur elektriska fältet och magnetfältet är riktade relativt varandra och utbredningsriktningen hos en TEM-våg. (1p)
- Beskriv kortfattat i ord modulationsmetoderna 8-PSK och 8-QAM. (4p)
- Beskriv kortfattat i ord principen bakom bredbandstekniken ”frekvenshopp”. (2p)
- Bestäm utsignalen från I/Q modulaton i Fig.1 om $v_{in,I} = 1,0$ volt (likspänning) och $v_{in,Q} = 4,0 \cos(2\pi \cdot 10^4 \cdot t)$ volt. Oscillatorn har amplituden 1 V och $\omega_c = 2\pi \cdot 10^5$ rad/s. (2p)

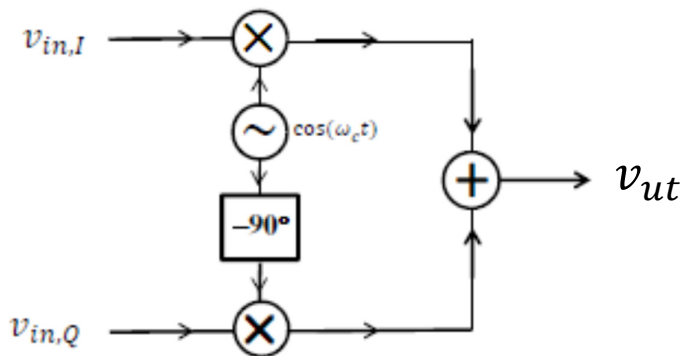


Fig.1 Schema för en I/Q modulaton

- En bärvåg moduleras med ett entonigt meddelande. Resultatet blir en signal med tidsfunktionen $v(t) = 2 \cdot \cos(3\pi \cdot 10^5 t) \cdot (1 + 1,5 \cos(2\pi \cdot 10^4 t))$ volt.
 - Skissera signalens amplitudspektrum. (4p)
 - Beräkna bandbredden. (1p)
 - Utred om signalen kan demoduleras med en dioddetektor. (2p)
- En 2 km lång optisk fiber (multimod, stegindex) har en kärna med brytningsindexet 1,45 och en mantel med brytningsindexet 1,44.
 - Förklara vad storheten numerisk apertur beskriver och beräkna den aktuella fiberns numeriska apertur. (2p)
 - Förklara vad som orsakar moddispersion och gör en uppskattning av högsta dataöverföringstakten (bithastigheten) som kan användas med uppgiftens fiber för dispersionsfri överföring. (3p)

4. Schemat i Fig. 2 nedan visar en ringmodulator. Tidsfunktioner för insignalen (meddelandet, frekvens 1 kHz) som matas in mellan NOD1 & NOD2 och utsignalen (modulerade bärvågen) som tas ut över resistor R1 mellan NOD3 och NOD4 visas i Fig. 3. Bärsvågen är en fyrkantssignal med amplituden 2 volt och pulsrepetitionsfrekvensen 20 kHz.

a) Förklara hur denna modulator fungerar. (3p)

b) Vilken modulationsmetod åstadkoms? (1p)

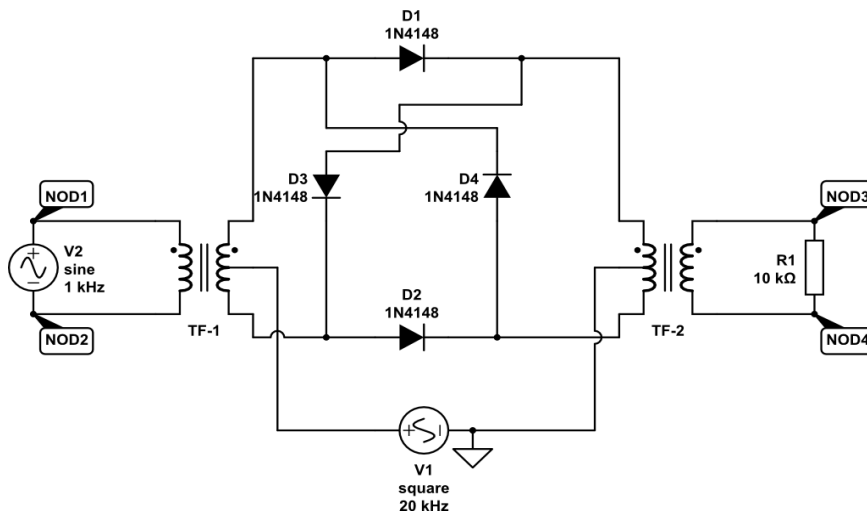


Fig.2 Schema för en ringmodulator.

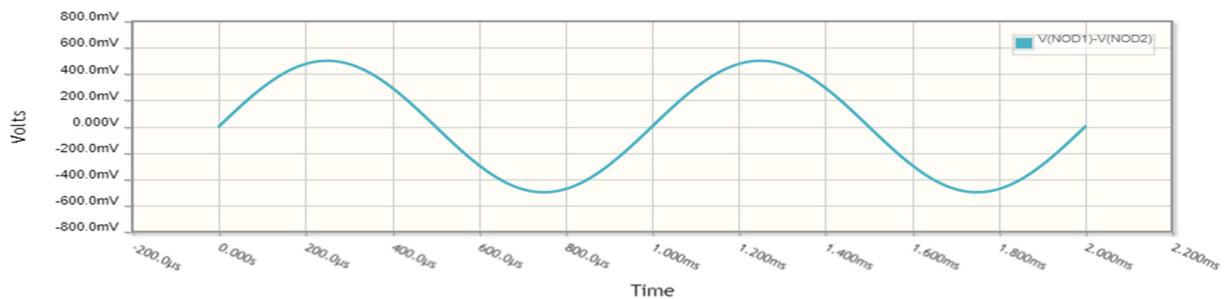


Fig.3 a) Insignalen (meddelandet)

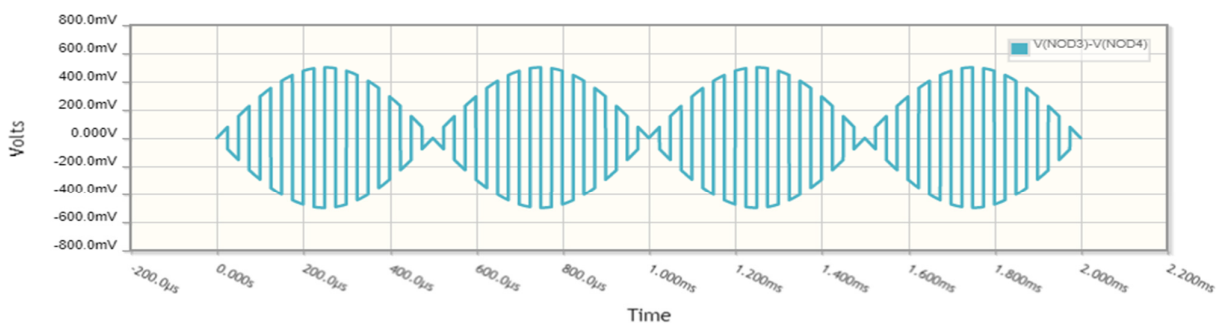


Fig.3 b) Utsignalen (modulerade bärvågen)

5. En förlustfri ledning ($Z_0 = 75 \Omega$) förbinder en likspänningskälla ($U_G = 6,0$ volt) i serie med en strömbrytare med en last (Z_L). Strömbrytaren sluts vid tiden $t=0$. Spänningsvågen utbreder sig med ljusets fart i vakuum. Vid tiden $t_1 = 8$ ns mäts spänningen över ledningens ingång till 4,3 V och spänningen över lasten till 7,7 V. Det tar 5 ns för signalen att utbreda sig från ingång till last.

Bestäm impedansen för generator respektive last. (4p)

6. En förlustfri 1,5 m lång transmissionsledning med karakteristiska impedansen 100Ω förbinder en växelspanningskälla ($Z_G = 100 \Omega$, frekvens 100 MHz) med en $140 + j80 \Omega$ last. Fashastigheten är $2,0 \cdot 10^8$ m s⁻¹.

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

- a) Bestäm ståendevågförhållandet. (1p)
- b) Bestäm hur stor andel av infallande effekt som absorberas i lasten. (3p)
- c) Dimensionera en impedansanpassare. Välj en av metoderna: i) Parallellkopplad kortsluten stubbe, ii) kvartsvågstransformator. (4p)

7. En signalgenerator (inre impedans 50Ω) ansluts via en förlustfri transmissionsledning med karakteristiska impedansen 50Ω till en resistiv last (150Ω). Vågens fashastighet är fart $2 \cdot 10^8$ m/s. Den mot lasten infallande vågens amplitud är 4,0 volt.

Spänningen vid ledningsingången mäts med ett oscilloskop. Signalgeneratorns frekvens varierar i intervallet 5 MHz till 25 MHz. Två spänningsminima hittas: ett vid frekvensen 12,5 MHz och nästa vid 20,833 MHz.

Hur lång är ledningen? (3p)