



CHALMERS

TENTAMEN

KURSNAMN	Telekommunikation
PROGRAM	Elektroteknik, 180 hp Årskurs 2 / Läsperiod 2
KURSKOD	RRY 010
EXAMINATOR	Arto Heikkilä
TID FÖR TENTAMEN	Tisdag 9 januari 2018, kl. 8.30-12.30
HJÄLPMEDEL	Typgodkänd räknare Till tentamen bifogade formelblad och Smithdiagram
ANSV LÄRARE	Erik Blomberg Tel. 0705-367344 besöker tentamen ca. kl. 9.30 och 11.30
DATUM FÖR ANSLAG av resultat samt av tid och plats för granskning	Resultaten anslås senast 2018-01-30. Tid och plats för tentauthämtning och rättningsgranskning meddelas på kurshemsidan.
ÖVRIG INFORMATION	Betygsgränser: betyg 3: 16 p, betyg 4: 24 p, betyg 5: 32 p. Maximalt kan 40 poäng erhållas i tentamen.
	Kom ihåg: Hela beräkningsgången skall redovisas och använda formler skall motiveras (det räcker <i>inte</i> med att <i>enbart</i> skriva ett svar) Vid grafitning skall axlar graderas. Var vänlig och skriv tydligt och rita tydliga figurer! Skriv tentamenskoden på varje blad som du lämnar in. Behandla inte två eller flera uppgifter på ett och samma blad.

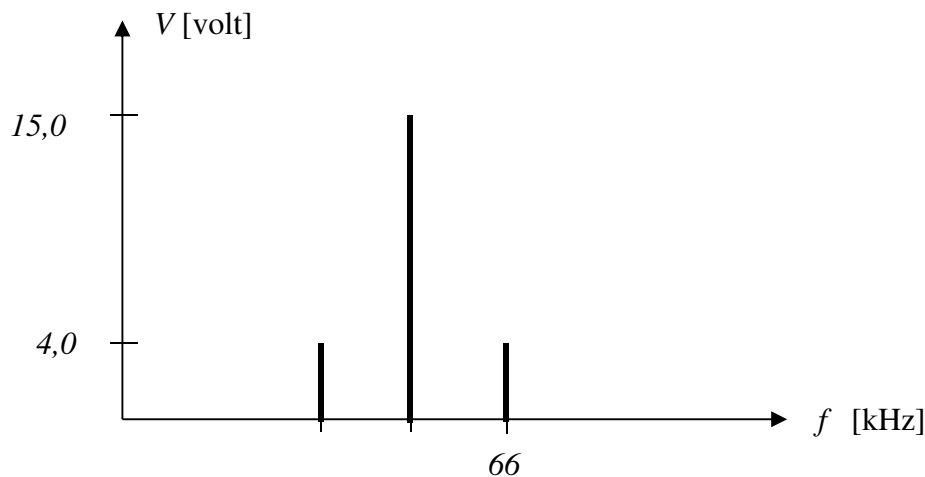
TÄNK PÅ ATT VISA HELA LÖSNINGSGÅNGEN OCH MOTIVERA DINA LÖSNINGAR/SVAR NOGGRANT!

1. Delfrågorna i denna uppgift är oberoende av varandra

- Marksänd digital-TV (DVB-T2) använder OFDM. Redogör för OFDM. Förklara också vad 64-QAM är och dess roll i OFDM metoden. (3p)
- Redogör kortfattat för bredbandsmodulationsmetoden "Direkt sekvens". (1p)
- Vad gäller i en optisk fiber: Har fiberkärnan ett högre, lägre eller lika högt brytningsindex som fiberns mantel? Motivera ordentligt! (1p)
- En TEM-våg utbreder sig i vakuum. Vågens elektriska fältstyrka har amplituden 100 V/m. Bestäm Poyntingvektorns riktning vid en tidpunkt då E-fältet är riktat i +y-led och beräkna Poyntingvektorns tidsmedelvärde. (2p)

2. Grafen nedan visar amplitudspektrumet för en AM-signal med bandbredden 8,0 kHz. Meddelandet är entonigt. Signalen är ansluten till en 75Ω resistiv belastning.

- Bestäm AM-signalens modulationsgrad och medeleffekt, samt meddelandets frekvens. (3p)
- Rita ett blockschema som visar hur denna typ av signal kan åstadkommas. (2p)



3. En FM-signal har tidsfunktionen $7,0 \cos(\pi 10^6 t + 3 \sin(4\pi 10^3 t))$ V. Modulatorn som användes har känsligheten 8,0 kHz/V.

- Bestäm FM-signalens bandbredd. (1p)
- Bestäm meddelandets amplitud. (2p)
- Hur stor andel av FM-signalens medeleffekt återfinns finns i den spektralkomponent som har frekvensen 504 kHz? (2p)

4. Utsignalen från en kvadraturmodulator (I/Q-modulator) kan bl.a. skrivas som

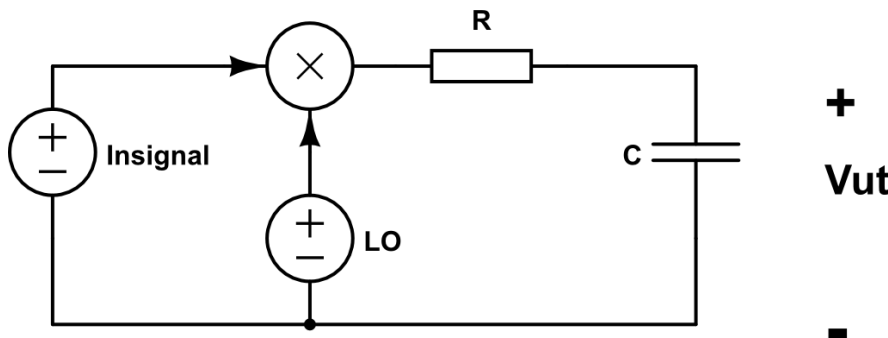
$$v_{ut}(t) = \text{Re}\{(I(t) + jQ(t))e^{j\omega_c t}\}$$

där $I(t)$ och $Q(t)$ innehåller informationen i meddelandet.

- a) Vilken typ av modulation representerar $v_{ut}(t)$ om insignalen består av pulser om två bitar vardera där en logisk 1:a motsvaras av spänningsnivån +1 V och en logisk 0:a motsvaras av spänningsnivån -1 V? (1p)
- b) Ange tidssignalen för symbolen "01" Mest signifikanta biten matas in i kanalen som är i fas med bärvågsoscillatorn och den minst signifikanta biten matas in i kanalen som är i kvadratur med bärvågsoscillatorn. (2p)

5. I kretsen nedan är insignalen $v_{in}(t) = 2 \cos(\omega t - \varphi)$ och lokaloscillatorn $v_{LO}(t) = \sin(\omega_{LO} t)$. För vinkelfrekvenserna gäller att $|\omega_{LO} - \omega| \ll \omega_{LO}$ och $\omega_{LO} \approx \frac{1}{RC}$.

Vilken roll har RC-länken? Ungefär vad blir utsignalen om $\omega = \omega_{LO}$ och $|\varphi| \ll 1$ rad? Vad kan kretsen användas till? (3p)



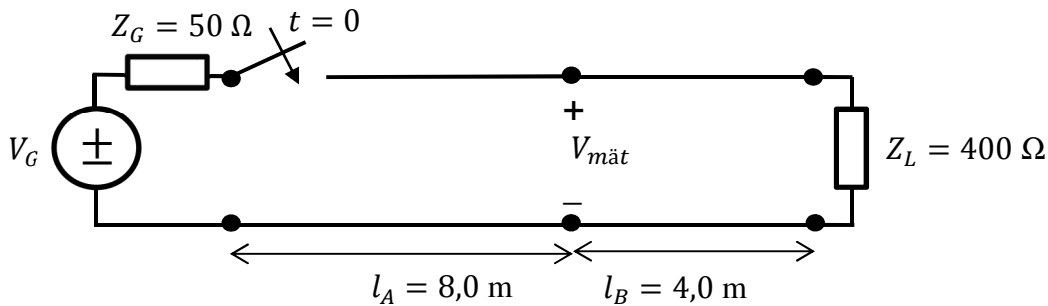
6. En förlustfri 50Ω mikrostripledning på ett kretskort skall förbinda en signalkälla (2 GHz) med en 300Ω last. Anpassningen ska ske med hjälp av en $\lambda/4$ transformator. För kretskortet gäller: $\epsilon_r = 4,4$, substrattjocklek 3,0 mm, själva stripens tjocklek kan sättas till noll.

- a) Bestäm transformatorns inkopplingsposition och karakteristiska impedans. (2p)
- b) Även transformatorn är en mikrostrip. Bestäm dess bredd och längd (svara i mm)? (3p)

7. En förlustfri $0,30\lambda$ lång transmissionsledning ($Z_0 = 75 \Omega$) har en anpassad generator (amplitud $4,0 \text{ V}$, frekvens 15 MHz) och en $40 + j120 \Omega$ last. Bestäm:

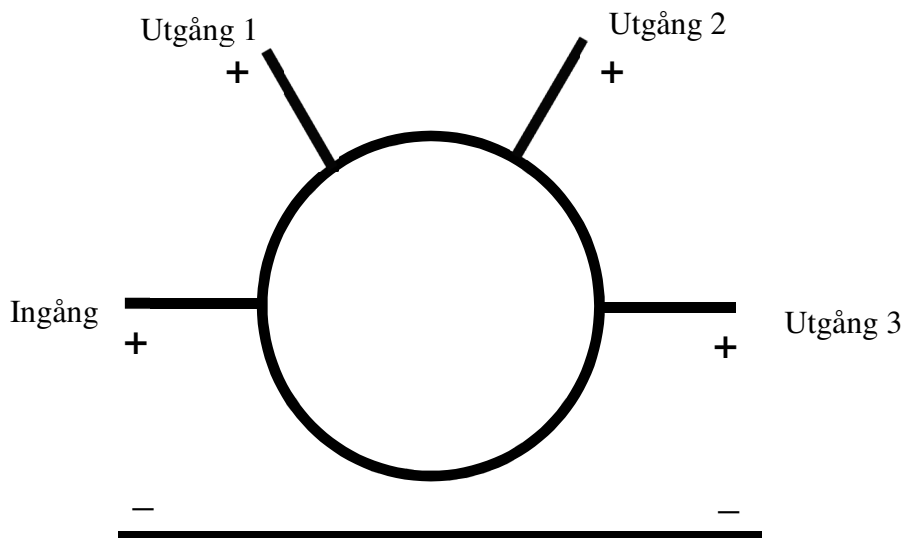
- stående vågförhållandet, (1p)
- toppvärdet för totala spänningen över ledningsingången. (3p)

8. En likspänningskälla (12 V) ansluts vid tiden $t = 0$ till en ledning ($Z_0 = 100 \Omega$) som har två laster inkopplade enligt figur. Vågutbredningsfarten längs ledningen är $2 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.



- Rita en graf av spänningen $V_{mät}$ som funktion av tiden under de första 210 ns . (3p)
- Brytaren öppnas och kretsen kopplas om genom att Z_L byts mot en (omagnetiserad) 100 mH induktor. Brytaren sluts på nytt (sätt tiden åter till noll). Hur hög är $V_{mät}$ vid 80 ns resp. efter "lång" tid? (2p)

9. En hybridring kan användas för att fördela en inkommande signal till olika utvalda utgångar. En möjlig lösning ges av följande koppling ("rat-race coupler"):



Ringens omkrets motsvarar längden $1,5\lambda$. Längden hos de ledningar som markerar in- och utgångar är försumbar. Insignalen matas in vid "ingång" [i figuren har transmissionsledningens andra ledning (markerad med negativ referenspolaritet) ritats in som en rak ledning, men kan t.ex. vara jordplanet hos ett kretskort]. Utgångarna 1, 2 och 3 är placerade med jämna mellanrum på ringens övre del.

Om spänningen vid utgång 3 har toppvärdet V_{ut3} , vilket toppvärde erhålls vid de två övriga utgångarna? (3p)