



CHALMERS

TENTAMEN

KURSNAMN	Telekommunikation
PROGRAM	Elektroteknik, 180 hp Årskurs 2 / Läsperiod 2
KURSKOD	RRY 010
EXAMINATOR	Arto Heikkilä
TID FÖR TENTAMEN	Tisdag 10 januari 2017, kl. 8.30-12.30
HJÄLPMEDEL	Typgodkänd räknare Till tentamen bifogade formelblad och Smithdiagram
ANSV LÄRARE	Arto Heikkilä Tel. 031-772 5723, 073-0284378 besöker tentamen ca. kl. 9.30 och 11.30
DATUM FÖR ANSLAG av resultat samt av tid och plats för granskning	Resultaten anslås senast 2017-01-30. 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 uppnås på tentamen. Till dessa adderas bonuspoängen från laborationerna hösten 2016.
	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.

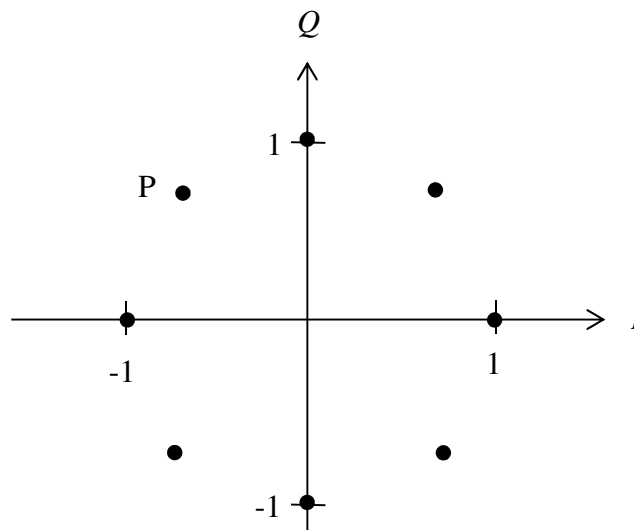
a)

Betrakta två optiska fibrer: Fiber A är en *multimod stegindexfiber* och fiber B är en *gradientindexfiber*. Vilken av dessa fibertyper har lägre moddispersion? Motivera ditt svar genom att diskutera hur vågen utbreder sig i respektive fiber. (2p)

b) Redogör kortfattat för multiplexeringsmetoderna FDMA och CDMA. (2p)

c) Rita ett blockschema som innehåller de viktigaste byggstenarna i en *superheterodynmottagare* och förklara kortfattat dess funktionsprincip. Diskutera också problematiken kring den så kallade *spegelfrekvensen* och ange hur den kan elimineras. (3p)

d) Nedan visar ett exempel på ett konstellationsdiagram. Vilken modulationsmetod representerar det? Om bärvågen har formen $\cos \omega_c t$, ange tidsfunktionen för den symbol som representeras av punkt P i figuren. (2p)



2. En i tid cosinusformad bärvåg har frekvensmodulerats med ett entonigt meddelande. FM-signalen har medeleffekten 0,96 W (i en 75Ω belastning). Ur FM-signalens amplitudspektrum avläses följande: Bandbredd ca. 18 kHz, den centrala spektralkomponentens amplitud och frekvens är 6,9 V respektive 400 kHz.

Bestäm FM-signalens tidsfunktion (4p)

3. En i tid cosinusformad bärvåg (frekvens 100 kHz) har amplitudmodulerats med ett entonigt meddelande (amplitud 9,0 V, frekvens 10 kHz). AM-signalen är av typen DSB-FC och har modulationsgraden 60%.

a) Rita AM-signalens amplitudspektrum. (2p)

b) Beräkna AM-signalens bandbredd samt effektivvärde. (2p)

4. En blandare matas med två insignaler v_1 och v_2 .

a) v_1 är en digital signal i form av ett pulståg med två spänningsnivåer +5,0 V och -5,0 V, medan $v_2 = \cos(\omega_c t)$. Vilken typ av modulationsmetod representerar blandarens utsignal? (1p)

b) $v_1 = \cos(\omega_m t)$ och $v_2 = \cos(\omega_c t)$. Vilken typ av modulationsmetod representerar blandarens utsignal? (1p)

c) v_1 och v_2 är två pulståg (spänningsnivåer +5,0 V och 0 V) som endast skiljer sig åt genom att vara fasförskjutna relativt varandra. Visa att blandaren nu fungerar som en fasdetektor genom att argumentera att utsignalens medelvärde (DC-nivå) beror av fasförskjutningen. Rita tidsgrafer av några olika fall av fasförskjutning som stöd för din argumentation. (3p)

5. En likspänningskälla ($U_G = 20$ volt, $Z_G = 50 \Omega$) i serie med en strömbrytare är ansluten till en förlustfri ledning (längd 8,4 m, $Z_0 = 100 \Omega$) med öppen fjärrände. Strömbrytaren sluts vid tiden $t=0$. Spänningsvågen utbreder sig med 70 % av ljusets fart i vakuum.

a) Rita en graf som visar hur *spänningen över lasten (=ledningsändan)* varierar med tiden under den första 150 nanosekunderna. (4p)

b) Ledningen byts till en med 50Ω karakteristisk impedans och lasten byts till en (urladdad) kondensator. Källan ansluts till ledningen vid tiden noll. Hur kommer spänningen vid ledningens *ingång* att variera med tiden? Illustrera ditt svar med en ungefärlig graf (spänningsaxeln graderas, men tidsaxeln behöver ej graderas). (3p)

6. En 100Ω resistor är ansluten till en förlustfri transmissionsledning med $Z_0 = 50 \Omega$. En växelspänningskälla med $Z_G = 50 \Omega$ matar ledningen med en signal med frekvensen 15 MHz och amplituden 4,0 volt. Ledningens längd motsvarar $0,5\lambda$.

a) Bestäm ståendevågförhållandet. (1p)

b) Skissera hur spänningens toppvärde varierar längs ledningen. Gradera spänningsaxeln. (3p)

c) Dimensionera en impedansanpassare i form av en kvartsvågstransformator. (2p)

d) Lastresistansen parallellkopplas med en 0,21 nF kondensator. Behåll kvartsvågsanpassaren från deluppgift c och komplettera den med kortsluten stubbe som parallellkopplas direkt med lasten. Bestäm stubbens längd så att impedansanpassning råder igen. (2p)

7. En plan TEM-våg utbreder sig i ett medium karakteriserat av $\epsilon_r = 80$, $\mu_r = 1$ och $\sigma = 5$ S/m. Utbredning sker samriktat med x-axeln. I position $x = 0$ är vågens effekttäthet (Poyntingvektor) $1,0 \text{ Wm}^{-2}$. Efter hur lång sträcka har effekttätheten halverats? (3p)