

A. Räisänen / D. Chicherin, P. Immonen, P. Pousi

Radioteknisen apukirjallisuuden tai ohjelmoitavan laskimen käyttö tentissä ei ole sallittua. Jos sinulla on kaksi hyvitystä, vastaa kolmeen kysymykseen. Jos sinulla on yksi hyvitys, vastaa neljään kysymykseen. Tarkastuksen helpottamiseksi jaa vastauksesi niin, että vastaus kysymyksiin 1 ja 2 yhdellä paperilla ja vastaukset kysymyksiin 3, 4 ja 5 toisella.

You are not allowed to use any literature related to radio engineering, neither a programmable calculator. Depending on the score you obtained from the exercises, please, answer 3, 4 or 5 problems. In order to facilitate the evaluation of the exam results, please, give your answers to problems 1 and 2 on one paper and those of problems 3, 4 and 5 on another.

1. Kerro lyhyesti radioaaltojen a) haitallisista vaikutuksista ihmisen terveyteen, ja b) lääketieteellisistä sovelluksista (max. 1 sivu kustakin).

Describe a) the hazardous effects of RF radiation to a human being, b) the medical applications of RF radiation (max. 1 page on each topic).

2. Sovita kuorma  $Z_L = (20 + j40) \Omega$  siirtojohtoon ( $Z_0 = 50 \Omega$ ) taajuudella 100 MHz käyttäen kahta reaktiivista komponenttia (kondensaattori tai kela) niin, että ensin kuorman kanssa sarjaan tulee kondensaattori ja sen jälkeen toinen reaktiivinen komponentti (kondensaattori vai kela?) tulee rinnakkaiskytkentään. Esitä ratkaisu Smithin diagrammilla. Laske myös tarvittavien komponenttien arvot. Miksi tässä tapauksessa kannattaa käyttää keskitettyjä reaktiivisia komponentteja eikä esim. neljännesaaltomuuntajaa?

Match a load of  $Z_L = (20 + j40) \Omega$  to a transmission line with a characteristic impedance  $Z_0 = 50 \Omega$  using two reactive components (capacitor or inductor) starting with a series capacitor and after that another reactive component (a capacitor or an inductor?) in parallel connection. Show your solution on a Smith chart. Calculate also the component values. In this case, why is it reasonable to use reactive components instead of a quarter-wave transformer?

3. Mikroaaltoresonaattoria voidaan kuvata rinnakkaisresonanssiipiirillä, jossa  $R = 50 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ pH}$  ja  $C = 3 \text{ nF}$ . A) Mikä on resonanssitaajuus? B) Mikä on kuormittamaton hyvyysluku? C) Jos resonaattoria kuormitetaan ulkoisella konduktanssilla  $G_S = 0,02 \text{ S}$ , mikä on kuormitettu hyvyysluku? Entä ulkopuolinen hyvyysluku? D) Piirrä Smithin diagrammille resonaattorin sisäänmenoadmittanssi  $Y_{in}$  taajuuden funktiona. Merkitse resonanssitaajuus.

A microwave resonator can be described by an parallel resonance circuit with  $R = 50 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ pH}$ , and  $C = 3 \text{ nF}$ . A) What is the resonance frequency? B) What is the unloaded quality factor? C) If the resonator is loaded with an external conductance of  $G_S = 0,02 \text{ S}$ , what is the loaded quality factor? How about the external quality factor? D) Draw the resonator's input admittance versus frequency on a Smith chart. Show the resonance frequency.

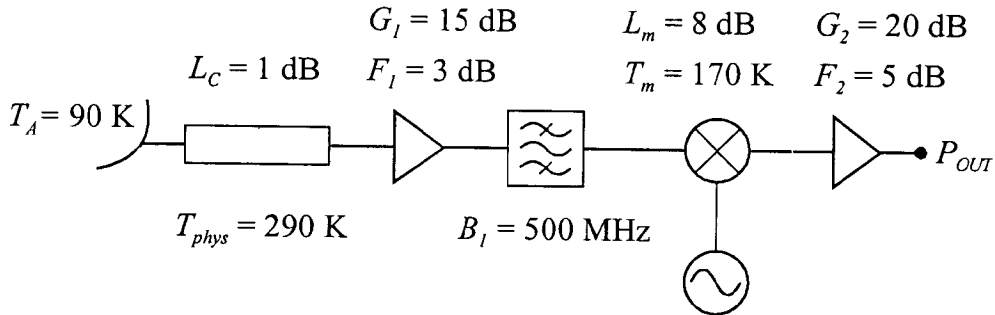
4. Kuvassa on esitetty 20 GHz:n radiolinkin vastaanotin. Laske vastaanottimen kohinalämpötila  $T_R$  ja koko vastaanottojärjestelmän kohinalämpötila  $T_S$ . Mikä tulee lähetystehon olla, jotta vastaanotetun signaalin signaalikohinasuhde olisi parempi kuin 30

$$\frac{P_R}{P_N} > 30 \text{ dB}$$

$$P_R > 30 \text{ dB} \cdot P_N$$

dB. Linkkijänteen pituus on 10 km, lähetysantennin vahvistus 37 dB ja vastaanottoantennin vahvistus 33 dB. Mikä on kyseisen linkkiyhteyden 1. Fresnelin ellipsoidin suurin säde?

The figure below presents a radio link receiver at 17 GHz. Calculate the receiver noise temperature  $T_R$  and the system noise temperature  $T_S$ . What transmit power is needed, if the required signal-to-noise ratio is 30 dB. The hop length is 10 km, the transmit antenna gain is 37 dB and the receive antenna gain is 33 dB. What is the largest radius of the 1<sup>st</sup> Fresnel ellipsoid for this link hop.



5. Assistentilla on laboratoriossa kaksi suoraa, jäykkää koaksiaalikaapelin pätkää, joiden pituudet ovat 300 mm ja 403 mm. Piirianalysointimittauksilla hän löytää taajuuden, jolla kaapelit ovat sähköisesti yhtä pitkiä. Hän tietää pidemmän kaapelin eristeen olevan teflonia,  $\epsilon_r = 2.1$ . Mikä on lyhemmän kaapelin eristeen  $\epsilon_r$ ? Mitä materiaalia eriste voisi olla?

An assistant has two straight, rigid coaxial cable sections of lengths 300 mm and 403 mm. Using a network analyzer, the assistant finds a frequency, at which the cables are electrically equally long. He knows that the insulator of the longer cable is Teflon with  $\epsilon_r = 2.1$ . What is  $\epsilon_r$  of the shorter cable? What material could this insulator be?.

Vakioita/constants:

$$c_0 = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ As/m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$$

$$\eta_0 = 376.7 \Omega$$

$$k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$P_R > 30 \text{ dB} \cdot P_N$$

$$k T_S \cdot B_S$$