

S-26.2100 Radiotekniikan perusteet, tentti 17.12.2009

S-26.2100 Foundations of Radio Engineering, exam 17.12.2009

A.V. Räsänen / K. Dahlberg, Z. Du, A. Lehtovuori

Radioteknisen apukirjallisuuden käyttö tentissä ei ole sallittua. Ohjelmoitavan laskimen käyttö on sallittua vain jos sen muisti on tyhjennetty (tarkistetaan). Tarkastuksen helpottamiseksi jaa vastauksesi niin, että annat vastaukset kysymyksiin 1 ja 2 yhdellä paperilla ja vastaukset kysymyksiin 3 ja 4 toisella paperilla sekä palauta tehtävän 5 lomake.

You are not allowed to use any literature related to radio engineering. Use of a programmable calculator is allowed only if its memory is empty (this will be checked). 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 and 4 on another plus return the form of problem 5.

1. Tarkastellaan 15 GHz:n radiolinkin vastaanotinta. Vastaanottimeen on kytketty antenni, jonka vahvistus on 40 dB ja kohinalämpötila 100 K. Vastaanottimen vahvistus on 37 dB, kohinakaistanleveys 7 MHz ja kohinalämpötila 500 K. Vastaanottimeen saapuu signaali 25 km päässä sijaitsevasta lähettimestä, jossa on samanlainen antenni kuin vastaanottimessa. Lähetysteho on 30 mW, ja ilmakehän vaimennus 3 dB.

a) Mikä on signaaliteho (dBm) vastaanottimen sisäänmenossa?

b) Mikä on signaaliteho (dBm) vastaanottimen ulostulossa?

c) Mikä on signaali-kohinasuhde vastaanottimen ulostulossa?

Consider a 15 GHz radio link receiver. The receiver is connected to an antenna with gain of 40 dB and antenna temperature of 100 K. The total gain of the receiver is 37 dB, its noise bandwidth is 7 MHz and its noise temperature is 500 K. The receiver receives a signal from transmitter located 25 km away; the transmitter is equipped with a similar antenna as that in the receiver. The transmit power is 30 mW, and the atmospheric attenuation between the transmitter and receiver is 3 dB.

a) What is the signal power (dBm) at the input of the receiver?

b) What is the signal power (dBm) at the output of the receiver?

c) What is the signal-to-noise ratio at the output of the receiver?

2. Sovita kuorma $Z_L = (60 - j80) \Omega$ aaltojohtoon ($Z_0 = 120 \Omega$) taajuudella 600 MHz

a) kuvan 1 a) mukaisella sovituspiirillä,

b) kuvan 1 b) mukaisella sovituspiirillä.

Ratkaise komponenttiarvot. Käytä ratkaisuun Smithin diagrammia ja palauta se muun materiaalin mukana.

Match load $Z_L = (60 - j80) \Omega$ to a transmission line ($Z_0 = 120 \Omega$) at frequency 600 MHz with

a) the circuit given in Figure 1 a);

b) with circuit given in Figure 1 b).

Give the component values. Use Smith chart and return the Smith chart as well.

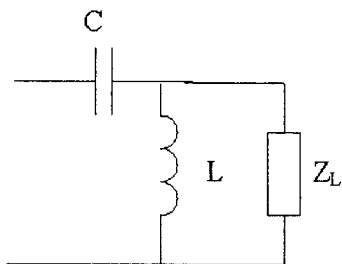


Figure 1 a)

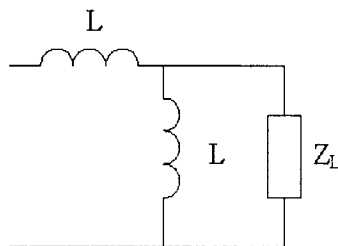


Figure 1 b)

3. Suunnittele keskitetyistä komponenteista rinnakkaisresonanssiipiiri, jonka resonanssitaajuus on 2 GHz ja jonka kuormitettu hyvyysluku on 180. Suunnittele resonaattori niin, että sen kytkentä on kriittinen. Generaattorin sisäänmenoimpedanssi on 50Ω . Laske myös resonaattorin kuormittamaton ja ulkoinen hyvyysluku. Mitä resonaattorin kolme eri hyvyyslukua ilmaisevat? Vinkki: Resonaattorin hyvyysluku Q määritellään resonanssikulmataajuuden ω_r , resonaattoriin varastoituneen energian W ja häviötehon P_l avulla

$$\text{seuraavasti: } Q = \frac{\omega_r W}{P_l}.$$

Using lumped components design a parallel resonant circuit, which has the resonance frequency of 2 GHz and the loaded quality factor of 180. Design the resonator so that it is critically coupled. The input impedance of the generator is 50Ω . Calculate also the unloaded and external quality factors of the resonator. What do the 3 different quality factors describe?

Hint: The quality factor of the resonator Q is defined with the angular resonance frequency ω_r ,

$$\text{energy stored in the resonator } W, \text{ and dissipation power } P_l \text{ as follows: } Q = \frac{\omega_r W}{P_l}.$$

4. Assistentilla on laboratoriossa kaksi suoraa, jäykkää koaksiaalikaapelin pätkää, joiden pituudet ovat 200 mm ja 269 mm. Piirianalysaattorimittauksilla hän löytää taajuuden, jolla kumpikin kaapeli on tasan yhden aallonpituuden pituinen. Mikä on tämä taajuus? Hän tietää lyhyemmän kaapelin eristeen olevan sulatettua kvartssia, $\epsilon_r = 3,8$. Mikä on pidemmän kaapelin eristeen ϵ_r ? Mitä materiaalia eriste voisi olla?

An assistant has two straight, rigid coaxial cable sections of lengths 200 mm and 269 mm. Using a network analyzer, the assistant finds a frequency, at which both cables are electrically exactly one wavelength long. What is this frequency? He knows that the insulator of the shorter cable is fused quartz with $\epsilon_r = 3.8$. What is ϵ_r of the longer cable? What material could this insulator be?

=====

Vakioita/constants:

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

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

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

$$\eta_0 = 376.7 \Omega$$

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