

S-26.2100 Radiotekniikan perusteet, tentti 16.12.2010

S-26.2110 Foundations of Radio Engineering, exam 16.12.2010

A.V. Räisänen, A.Karttunen, M.Olkkinen, T.Zvolensky

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.

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.

- Kuvassa on esitetty kokonaistehoradiometrin lohkokaavio. Radiometristä puuttuu vielä kaksi välitaajuista vahvistinta (lohkokaavion alapuolella). Missä järjestyksessä vahvistimet tulisi kytkeä radiometriin, jotta sen kohinalämpötila T_R olisi mahdollisimman pieni?

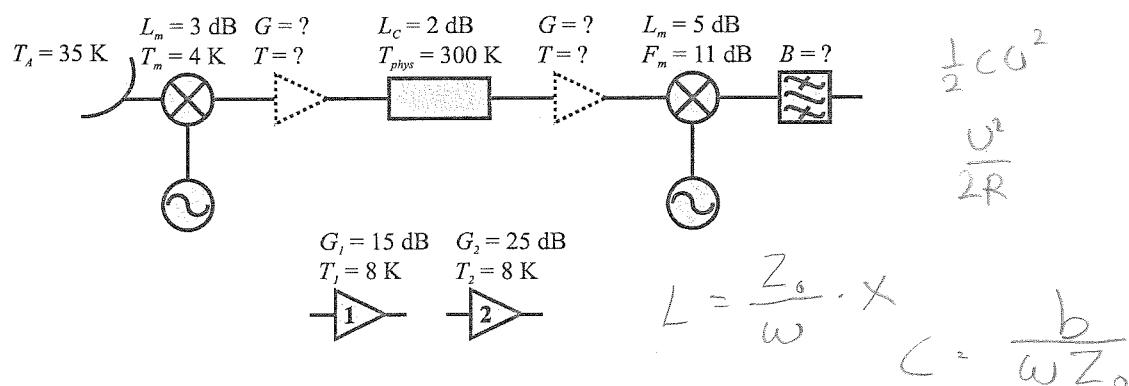
Kuinka suuri kaistanleveys B vaaditaan, kun radiometrillä halutaan havaita vaatteiden alle kätkettytä veitsiä, jonka kirkkauslämpötila aiheuttaa $\Delta T = 2$ K:n suuruisen kohinalämpötilan muutoksen radiometrin antennissa? Käytä kaistanleveyden laskemisessa vahvistinten 1 ja 2 järjestyystä, joka mielestääsi tuottaa pienimmän kohinalämpötilan. Jos et tiedä vahvistinten järjestyystä, voit laittaa vahvistimen 1 ensimmäiseksi. Radiometrin integrointiaika on 1 ms.

A total power radiometer is shown in the figure below. Two intermediate frequency amplifiers are still disconnected from the radiometer (below the block diagram of the radiometer). In which order the amplifiers should be connected to the radiometer, when the noise temperature T_R of the radiometer is to be minimized?

How big a bandwidth B is required, when detection of a knife concealed in clothing is wanted. The change in the antenna noise temperature of the radiometer due to the knife brightness temperature is $\Delta T = 2$ K. When calculating the bandwidth, use the order of the amplifiers 1 and 2, which gives the smallest noise temperature. If you are not sure about the order, use amplifier 1 first. The integration time is 1 ms.

Vihje/hint: $\Delta T = \frac{T_A + T_R}{\sqrt{B\tau}} < ?$

$$Q = \frac{\omega C}{G}$$

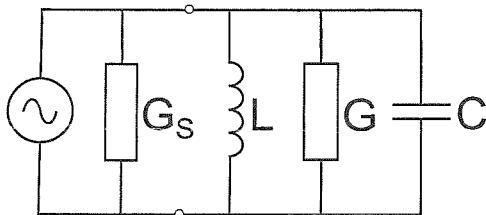


- Tarkastele $Z_0 = 50 \Omega$:n johtoon liitettyä kuormaa $Z_L = (80 + j80)\Omega$ taajuudella 2 GHz.
 - Mikä on epäsovituksen aiheuttama heijastuskerroin ρ ja seisovan aallon suhde SAS.
 - Sovita impedanssi keskitetyillä elementeillä. Käytä Smithin diagrammia ja palauta se muun materiaalin mukana.

$$|\beta| = \frac{SAS-1}{SAS+1}$$

Examine load $Z_L = (80 + j80)\Omega$ connected to a transmission line $Z_0 = 50 \Omega$ at frequency of 2 GHz.

- a) What is the reflection coefficient ρ and voltage standing wave ratio VSWR caused by the mismatch.
 - b) Match the impedance using lumped elements. Use the Smith chart and return it as well.
3. Alla oleva kuva esittää rinnakkaisresonanssipiiriä, jonka kuormittamaton hyvyysluku on $Q_0 = 120$ ja häviökonduktanssi $G = 0,05 \text{ S}$. Laske piirin kapasitanssi C ja induktanssi L , kun resonanssitaajuus on $0,5 \text{ GHz}$. Mitä arvoja saa generaattorin *vastus* ($1/G_s$), jos ulkopuolisen ja kuormittamattoman hyvyysluvun suhde vaihtelee välillä $0,7 \dots 1,5$ (siis $Q_e/Q_0 = 0,7 \dots 1,5$).
- Vihje: Resonaattorin hyvyysluku Q määritellään resonanssikulmataajuuden ω_r , resonaattoriin varastoituneen energian W ja häviötehon P_l avulla seuraavasti: $Q = \frac{\omega_r W}{P_l}$.
- The figure below shows a parallel resonance circuit with $Q_0 = 120$ and $G = 0.05 \text{ S}$. Determine the capacitance and inductance of the circuit for $f_r = 0.5 \text{ GHz}$. In what interval of values should the *resistance* ($1/G_s$) of the generator be, so that the ratio of external and unloaded quality factors can vary from 0.7 to 1.5 (i.e. $Q_e/Q_0 = 0.7 \dots 1.5$).
- Hint: The quality factor of the resonator Q is defined with resonant angular frequency ω_r , energy stored in the resonator W and dissipation power P_l as follows: $Q = \frac{\omega_r W}{P_l}$.



4. Lähettimen ja vastaanottimen etäisyys on r . Johda kaava vastaanotetulle teholle P_R , kun lähetetty teho on P_T , lähetinantennin vahvistus on G_T , vastaanottoantennin vahvistus on G_R ja käytetty aallonpituuks λ . Radioaalto etenee yhteysvälillä kuten vapaassa tilassa. Taajuudella 500 MHz toimivan radiolähettimen lähetysteho on 3 W ja antennin vahvistus 6 dB. Mikä on vastaanotettu teho 10 km:n päässä, kun vastaanottoantennin vahvistus on 3 dB?

The distance between the transmitter and receiver is r . Derive a formula for the received power P_R , when the transmitted power is P_T , the gain of the transmitting antenna is G_T , the gain of the receiving antenna is G_R and the wavelength is λ . Radio wave propagates in the free-space condition. A radiotransmitter operating at 500 MHz transmits a signal with the power of 3 W. The transmitting antenna has the gain of 6 dB. What is the received power at a distance of 10 km, when the gain of the receiving antenna is 3 dB?

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

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

Vakioita/constants: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$
 $\eta_0 = 376.7 \Omega$
 $k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

$$P_R = 6.62 \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 \cdot \frac{1}{4\pi} \cdot P_T$$