

S-26.2100 Radiotekniikan perusteet, tentti 18.12.2007

S-26.2100 Foundations of Radio Engineering, exam 18.12.2007

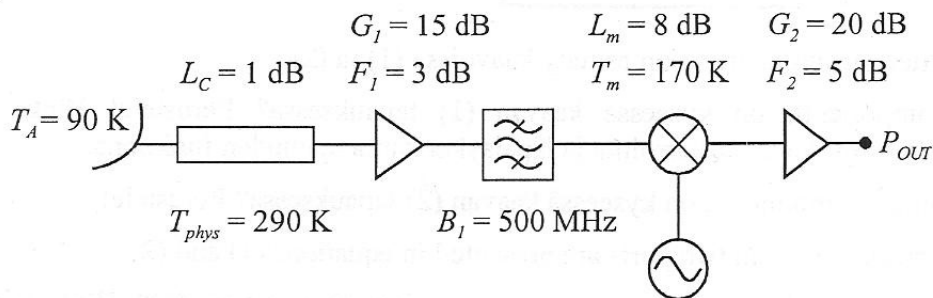
A.V. Räisänen / A. Karilainen, A. Karttunen, A. Tamminen

Radioteknisen apukirjallisuuden käyttö tentissä ei ole sallittua. Ohjelmoitavan laskimen käyttö on sallittua vain jos sen muisti on tyhjennetty (tarkistetaan). Jos sinulla on kaksi hyvitystä, vastaa kolmeen kysymykseen. Jos sinulla on yksi hyvitys, vastaa neljään kysymykseen. 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). 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 and 4 on another.

1. Kuvassa on esitetty 18 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 dB? Linkkijänteen pituus on 10 km, lähetysantennin vahvistus 36 dB ja vastaanottoantennin vahvistus 33 dB.

The figure below presents a radio link receiver at 18 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 36 dB and the receive antenna gain is 33 dB.



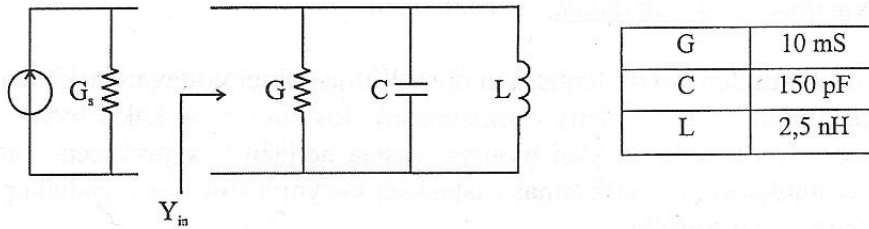
2. Seuraavassa kuvassa on esitetty rinnakkaisresonanssiipiiri.

- Laske piirin resonanssitaajuus f_r . Vinkki: piiri on resonanssissa, kun $Y_{in} = G$.
- Laske resonaattorin kuormittamaton hyvyysluku Q_0 . Kuormittamaton hyvyysluku saadaan resonanssikulmataajuuden ω_r , resonaattoriin varastoituneen energian W ja siinä kuluvan häviötehon P_l avulla: $Q_0 = \frac{\omega_r W}{P_l}$.
- Laske resonaattorin kuormitettu hyvyysluku Q_L , kun tiedetään, että sen ulkoinen hyvyysluku on $Q_e = 12$.

In the following figure, a parallel resonance circuit is presented.

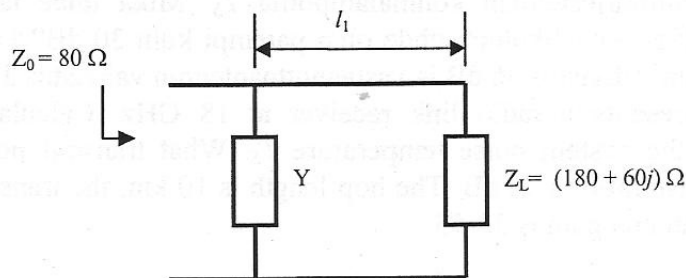
- Calculate the resonance frequency f_r of the circuit. Hint: the circuit is in resonance when $Y_{in} = G$.
- Calculate the unloaded quality factor Q_0 of the resonator. The unloaded quality factor can be obtained with the resonance angular frequency ω_r , with the energy stored in the resonator W , and with the loss power P_l in the resonator: $Q_0 = \frac{\omega_r W}{P_l}$.

- c) Calculate the loaded quality factor of the resonator Q_L , when it is known that the external quality factor is $Q_e = 12$.



3. Sovita kuorma $Z_L = (180 + 60j) \Omega$ taajuudella 100 MHz aaltojohtoon ($Z_0 = 80 \Omega$) kuvan mukaisella sovituspierillä. Määritä pituus l_1 . Onko rinnalle kytketty elementti Y kela vai kondensaattori? Määritä sen komponentti arvo. Käytä ratkaisuun Smithin diagrammia ja palauta se muun materiaalin mukana.

Match load $Z_L = (180 + 60j) \Omega$ at frequency 100 MHz to a waveguide ($Z_0 = 80 \Omega$) with circuit given in the figure. Determine length l_1 . Is the shunt element Y inductor or capacitor? Determine its value. Use Smith chart and return the Smith chart as well.



4. Eräiden kaksiporttien sirontamatriisit on esitetty kaavoissa (1) ja (2).

- Mikä komponentti on kyseessä kaavan (1) tapauksessa? Perustele! Vinkki: Tarkastele esim. heijastuskerrointa ja läpäisykerrointa taajuuden funktiona.
- Minkälainen komponentti on kyseessä kaavan (2) tapauksessa? Perustele!

Scattering matrices of certain two ports are presented in equations (1) and (2).

- Justify, what kind of component is in question in equation (1)? Hint: For example, examine the reflection and transmission coefficients as a function of frequency.
- What kind of component is presented in equation (2)? Justify your answer!

$$S = \frac{1}{1 + j\omega A} \begin{bmatrix} 1 & j\omega A \\ j\omega A & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$S = \begin{bmatrix} 0.60 \angle 140.4^\circ & 0.23 \angle 47.4^\circ \\ 2.35 \angle 49.5^\circ & 0.21 \angle -75.4^\circ \end{bmatrix} \quad (2)$$

=====

Vakioita/constants:

- $c_0 = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ As/m}$
- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$
- $\eta_0 = 376.7 \Omega$
- $k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$