

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 ja 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). 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 plus return the form of problem 5.

1. Mikroaaltoresonaattoria voidaan kuvata rinnakkaisresonansipiirillä, jossa $G = 0,02 \text{ S}$, $L = 500 \text{ pH}$ ja $C = 70 \text{ pF}$ (Kuva 1).

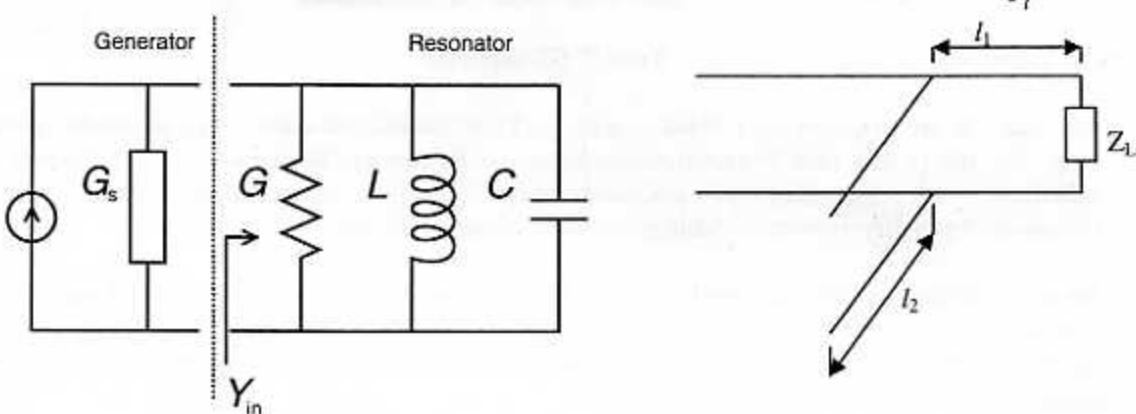
- A) Mikä on resonaattorin sisäänmenoadmittanssi Y_{in} ? Entä resonanssitaajuus f_r ?
 B) Mikä on resonaattorin kuormittamaton hyvyysluku? Laske myös kuormitettu sekä ulkopuolin hyvyysluku, kun resonaattoria kuormitetaan ulkoisella konduktanssilla $G_s = 0,02 \text{ S}$. Vinkki: Resonaattorin hyvyysluku Q määritellään resonansikulmataajuuden ω_r ,

$$\text{resonaattoriin varastoituneen energian } W \text{ ja häviötalon } P_t \text{ avulla seuraavasti: } Q = \frac{\omega_r W}{P_t}.$$

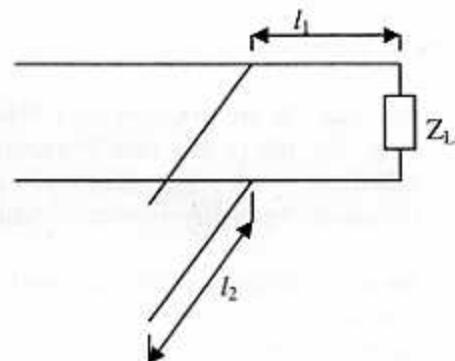
A microwave resonator can be described with a parallel resonance circuit where $G = 0.02 \text{ S}$, $L = 500 \text{ pH}$ and $C = 70 \text{ pF}$ (Figure 1).

- A) What is the input admittance Y_{in} of the resonator? What is the resonance frequency f_r ?
 B) What is the unloaded quality factor? Calculate also the loaded and the external quality factors when the resonator is loaded with an external conductance of $G_s = 0.02 \text{ S}$.

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_t as follows: $Q = \frac{\omega_r W}{P_t}$.



Kuva 1: Structure of a parallel resonator.



Kuva 2. Parallel-stub matching of a load. All transmission lines: $Z_0 = 50 \Omega$.

2. Sovita kuorma $Z_L = (30 - 40j) \Omega$ aaltojohtoon $Z_0 = 50 \Omega$ kuvan 2 mukaisella sovituspíirillä. Määritä pituudet l_1 ja l_2 . Käytä ratkaisuun Smithin diagrammia ja palauta se muun materiaalin mukana.

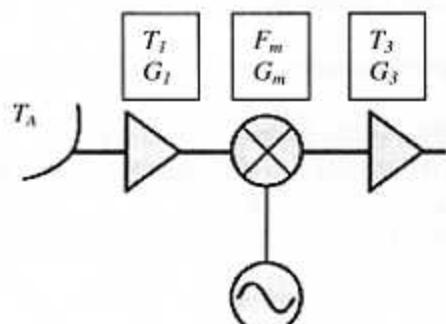
Match load $Z_L = (30 - 40j) \Omega$ to a waveguide $Z_0 = 50 \Omega$ with circuit given in Figure 2. Determine lengths l_1 and l_2 . Use Smith chart and return the Smith chart as well.

3. Tietotekniikan talon ruokalassa on WLAN-tukiasema (AP) kuvan 3 mukaisesti (koordinaatit metreissä) paikassa (85, 35, 5). Olet syömässä ja sinulla on WLAN:ia tukeva käännykkä (MS) taskussa, paikassa (50, 20, 1). Käännykkää vastaanotin on kuvan 4 mukainen.
- Laske vastaanottimen kohinalämpötila. (5p)
 - Kuinka paljon tukiaseman ja käännykän välillä saa olla vapaan tilan vaimennuksen lisäksi vaimennusta, jotta signaali-kohina suhde olisi vähintään 26,7 dB? (5p)
- Käytä laskuissasi taulukon 1 arvoja.

In the cafeteria of the CS building (Figure 3), there is a WLAN access point (AP) in a location (co-ordinates in meters) (85, 35, 5). You are eating with a WLAN-compatible mobile phone (MS) in your pocket at the location of (50, 20, 1). The receiver of your phone is like the one in Figure 4.

- Calculate the noise temperature of the receiver. (5p)
- How much losses in addition to free space loss can there be between the mobile phone and the access point, in order to still reach the 26.7 dB signal-to-noise ratio? (5p)

Use values of table 1 in your calculations.



Kuva 4. Receiver.



Kuva 3. CS cafeteria.

Taulukko 1.

B_{RF}	5.47 – 5.725 GHz
T_0	290 K
T_A	300 K
T_1	100 K
G_1	10 dB
F_m	9 dB
L_m	8 dB
T_3	200 K
G_3	10 dB
G_t	3 dB
G_r	3 dB
P_t	100 mW

4. Asistentilla on laboratorioissa kaksi suoraa, jäykää koaksiaalikaapelin pätikää, joiden pituudet ovat 300 mm ja 403 mm. Piirianalyysaattorimittauksilla hän löytyää taajuuden, jolla kaapelit ovat sähköisesti yhtä pitkiä. Hän tietää pidemmän kaapelin eristeen olevan teflonia, $\epsilon_r = 2.1$. Mikä on lyhemmän kaapelin eristeen ϵ_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 ϵ_r of the shorter cable? What material could this insulator be?

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

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

Vakioita/constants:

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

$$\eta_0 = 376.7 \Omega$$

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