

# S-26.2100 Radiotekniikan perusteet, tentti 12.01.2009

## S-26.2100 Foundations of Radio Engineering, exam 12.01.2009

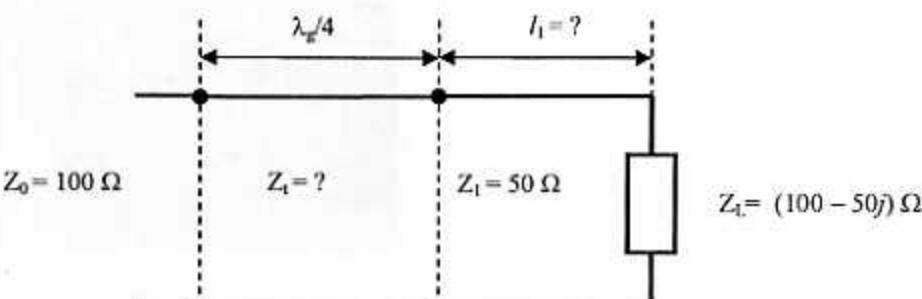
A.V. Räisänen / A. Karttunen, M. Kyrö, J. Poutanen

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. Sovita kuorma  $Z_L = (100 - 50j) \Omega$  aaltojohtoon  $Z_0 = 100 \Omega$  kuvan 1 mukaisella sovituspiirillä. Määritä  $Z_t = 50 \Omega$  aaltojohdon pituus  $l_t$  ja neljännesaaltomuuntajan impedanssi  $Z_t$ . Käytä ratkaisuun Smithin diagrammia ja palauta se muun materiaalin mukana.

Match load  $Z_L = (100 - 50j) \Omega$  to a waveguide  $Z_0 = 100 \Omega$  with circuit given in Figure 1. Determine length  $l_t$  of the  $Z_t = 50 \Omega$  waveguide and impedance  $Z_t$  of the quarter-wave transformer. Use Smith chart and return the Smith chart as well.



Kuva 1. Matching of a load using a quarter-wave transformer.

2. Selitä seuraavat antenneihiin liittyvät käsitteet lyhyesti:

- lähikenttä, kaukokenttä
- antennin suuntaavuus ja vahvistus
- antennin polarisaatio
- dipolianteri, monopolianteri
- antenniryhmä

Explain the following antenna related terms briefly:

- near field, far field
- directivity and gain of the antenna
- polarization of the antenna
- dipole antenna, monopole antenna
- antenna group

3. Tulevaisuudessa WLAN-verkot saattavat toimia myös 60 GHz:n taajuusalueella. Tässä tehtävässä arvioidaan tällaisen järjestelmän sopivuutta toimistoalustaan. Kuvassa 2 on esitetty kyseessä olevan toimiston pohjapiirustus. Tukiasema (Access point) sijaitsee toimiston käytävässä, ja päätelaitteita (Mobile station) on kolmessa eri paikassa.

- a) Laske signaali-kohina suhde kussakin päätelaitteessa. (8p)
- b) Arvioi järjestelmän toimivuutta kyseisessä ympäristössä. (2p)

Oleta laskuissasi, että aallot etenevät suoraan tukiasemalta päätelaitteisiin seinien läpi, ja että yhden seinän aiheuttama vaimennus on  $L_{wall}$ . Arvoja saat taulukosta 1.

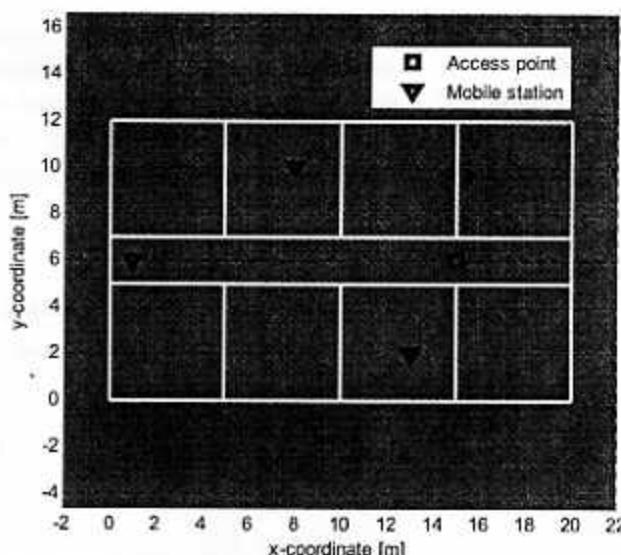
In the future WLAN networks may work also in the 60 GHz frequency range. In this problem we estimate the systems suitability for office scenarios. Figure 2 shows the floor plan of the office in question. The access point is located in the office corridor and the mobile stations are located in three different locations.

- Calculate the signal-to-noise ratio in each mobile station. (8p)
- Evaluate how the system would work in this kind of environment. (2p)

You can assume in your calculations, that the waves propagate straight from the base station to the mobile stations through the walls and that attenuation caused by each wall is  $L_{wall}$ . You get values from Table 1.

**Taulukko 1. Table 1.**

$f_c$	60 GHz
$B_{RF}$	800 MHz
$T_s$	500 K
$G_t$	3 dB
$G_r$	3 dB
$P_t$	2 mW
$L_{wall}$	25 dB



**Kuva 2. Floor plan of the office.**

4. Erään tyhjän, suljetun ja yhdeltä puolelta kytketyn mikroaaltoresonaattorin kuormitettu hyvyysluku on 1000 ja sen SAS resonanssitaajuudella 10 GHz on 1,0. Määritä resonaattorin kaikki hyvyysluvut. Referenssi-impedanssi on  $50 \Omega$ . Mitkä ovat resonaattorin vastinpiirin (rinnakkaisresonaattori) komponenttiarvot?

An empty, closed cavity resonator has one coupling. Its loaded quality factor is 1000 and its VSWR is 1.0 at the resonance frequency of 10 GHz. Calculate all quality factors of this resonator. The reference impedance is  $50 \Omega$ . What are the component values of the equivalent circuit of this resonator (parallel resonant circuit)?

=====

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

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

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

$$\eta_0 = 376.7 \Omega$$

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