

### S-26.2100 Radiotekniikan perusteet, tentti 14.1.2010

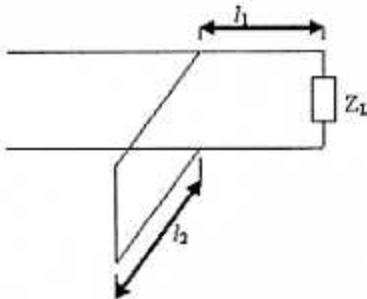
### S-26.2100 Foundations of Radio Engineering, exam 14.1.2009

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. Sovita kuorma  $Z_L = (75 - j40) \Omega$  aaltojohtoon ( $Z_0 = 50 \Omega$ ) kuvan mukaisella sovituspäällä. Määritä pituudet  $l_1$  ja  $l_2$ . Käytä ratkaisuun Smithin diagrammia ja palauta se muun materiaalin mukana.  
Match load  $Z_L = (75 - j40) \Omega$  to a transmission line  $Z_0 = 50 \Omega$  with circuit given in figure below. Determine lengths  $l_1$  and  $l_2$ . Use Smith chart and return the Smith chart as well.

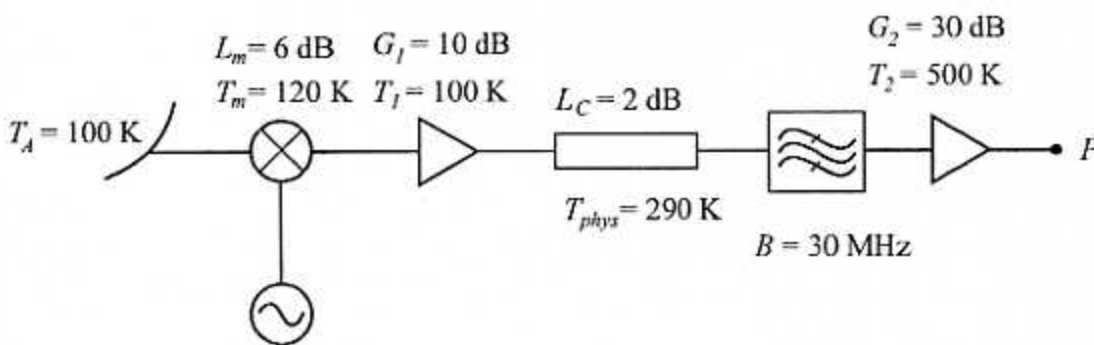


2. Kuvassa (alla) on esitetty satelliittivastaanottimen lohkokaavio. Antenniin tuleva teho on -60 dBm ja signaalin taajuus on 20 GHz.

- a) Mikä on koko vastaanotinjärjestelmän (antenni mukaanlukien) kohinalämpötila? (5 p.)  
b) Mikä on signaali-kohina-suhde vastaanottimen ulostulossa? (5 p.)

The figure below presents a satellite receiver. The antenna receives a signal power of -60 dBm at 20 GHz.

- a) What is the system noise temperature? (5 points)  
b) What is the signal-to-noise ratio at the receiver output? (5 points)



3. Antennin säteilemä normalisoitu tehotiheys on

$$P_n(\theta, \phi) = \begin{cases} \cos^2 \theta \cos^2 3\phi & \text{kun } \theta \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right] \text{ ja } \phi \in [0, 2\pi] \\ 0 & \text{muuten} \end{cases}$$

Laske antennin suuntaavuus. Mikä on antennin vahvistus, jos säteilyhyötysuhde  $\eta_r = 0,9$ ?  
Mikä on antennin efektiivinen pinta-ala taajuudella 1,5 GHz? Ks. vihje (hint) alla.

Normalized power density radiated by the antenna is

$$P_n(\theta, \varphi) = \begin{cases} \cos^2 \theta \cos^2 3\varphi & \text{when } \theta \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right] \text{ and } \varphi \in [0, 2\pi] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

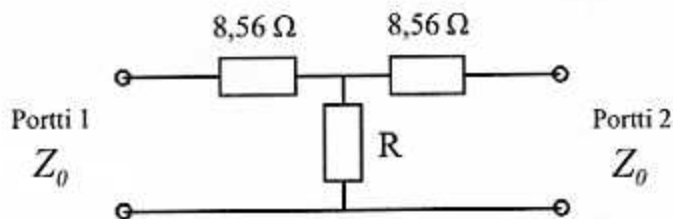
Determine the directivity of the antenna. What is the gain of the antenna, if radiation efficiency  $\eta_r = 0.9$ ? What is the effective area of the antenna at 1.5 GHz frequency?

Hint: Directivity: 
$$D = \frac{4\pi}{\iint_{4\pi} P_n(\theta, \phi) d\Omega}$$

In spherical coordinate system solid angle (avaruuskulma) is defined:  $d\Omega = \sin \theta d\phi d\theta$ .

4. Alla olevassa kuvassa on esitetty erään passiivisen mikroaaltokomponentin sijaiskytkentä. Määritä R, jos  $s_{11}$  on 0. Määritä tällöin mikroaaltokomponentin koko sirontamatriisi. Kuvaile myös mahdollisimman tarkasti, mikä komponentti on kyseessä. Referenssi-impedanssi  $Z_0 = 50 \Omega$ .

The figure below presents the equivalent circuit of a passive microwave component. Calculate R, if  $s_{11}$  is 0. Determine in that case the full scattering matrix of this component. What is this component? The reference impedance is  $Z_0 = 50 \Omega$ .



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