7405601 RF-Suunnittelun Perusteet
Tentti 17. 9. 2001

1. Selvitä lyhyesti seuraavat käsitteet:
   a) APC-7-liitin
   b) Aaltovektori
   c) TM-aalto
   d) Liuskajohto
   e) Säteilyhyötysuhde
   f) Kriittinen kytkentä

2. Anisotrooppisella materiaalilla on tensori permittiivisyys [ε] ja permeabiliteetti $4\mu_0$. Eräässä pisteessä ko. materiaalia sähkökenttä on $\mathbf{E} = 3\mathbf{x} + 4\mathbf{y} + 6\mathbf{z}$. Laske **D** tässä pisteessä.

$$[\varepsilon] = \varepsilon_0 \begin{bmatrix} 1 & -2j & 0 \\ 2j & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

3. Mitä tarkoitetaan sähkömagneettisten aaltojen taittumisella? Kerro esimerkein mitä sähkömagneettisille aalloille tapahtuu kahden aineen rajapinnalla ja miksi.

4. Halutaan pitää yhteyttä autoihin suorakulmaisessa tunnelissa, jonka seinät ovat johtavia, ja joiden leveys ja korkeus on 5m. Yhteydenpito tapahtuu siis tunnelin suuaukolta tunnelissa olevien autojen kanssa. Kuinka suuri osa signaalista pääsee 50 metriä tunnelin sisään 1MHz:n taajuudella? Millaista taajuutta on vähintään käytettävä, jotta signaalin vaimeneminen olisi mitätöntä?

5. Tarkastellaan kaukokartoitustilannetta, jossa tutkalla mitataan maanpintaa siinä toivossa, että heijastunut signaali kertoisi jotain hyödyllistä maankamaran rakenteesta tai esimerkiksi sen mahdollisesta saastumisesta. Tulevan signaalin voi olettaa tasoaalloksi, joka tulee kohtisuoraan pintaa vastaan.
   (a) Oleta maan permittiivisyydeksi $3.3\varepsilon_0$ ja laske kuinka suuri osa tulevan tutka-aallon tehosta heijastuu takaisin ylöspäin ilmaan. Tutkan taajuus on 1GHz.
   (b) Tulee pakkasta ja lunta sataa maan päälle 10cm:n tasainen kerros. Tutki kuinka tilanne muuttuu. Kuinka paljon enemmän tai vähemmän tehosta heijastuu lumikerroksen vaikutuksesta? Päättele tuloksesi perusteella, voiko "radiosilmin" erottaa maanpinnalta lumikerroksen. Uuden lumen suhteelliseksi permittiivisyydeksi voit olettaa 1.5.

$$Z_{in} = \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta l}{Z_0 + jZ_L \tan \beta l}$$

$$R^{TE} \to R^{TM} \to R^{TEM} = \frac{\eta_1 - \eta_2}{\eta_1 + \eta_2}$$

$$T^{TE} \to T^{TM} \to T^{TEM} = \frac{2\eta_2}{\eta_1 + \eta_2}$$

$$C = 10\log\frac{P_1}{P_4} = -20\log|S_{14}|$$

$$D = 10\log\frac{P_3}{P_4} = 20\log\left|\frac{S_{13}}{S_{14}}\right|$$

$$I = C + D$$

$$f_{mnl} = \frac{ck_{mnl}}{2\pi\sqrt{\mu_r\varepsilon_r}} = \frac{c}{2\pi\sqrt{\mu_r\varepsilon_r}}\sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{l\pi}{d}\right)^2}$$

Quantity	TE_{mn} Mode	TM_{mn} Mode
k	$\omega\sqrt{\mu\epsilon}$	$\omega\sqrt{\mu\epsilon}$
k_c	$\sqrt{(m\pi/a)^2 + (n\pi/b)^2}$	$\sqrt{(m\pi/a)^2 + (n\pi/b)^2}$
β	$\sqrt{k^2 - k_c^2}$	$\sqrt{k^2 - k_c^2}$
λ_c	$\frac{2\pi}{k_c}$	$\frac{2\pi}{k_c}$
λ_g	$\frac{2\pi}{\beta}$	$\frac{2\pi}{\beta}$
v_p	$\frac{\omega}{\beta}$	$\frac{\omega}{\beta}$
α_d	$\frac{k^2 \tan\delta}{2\beta}$	$\frac{k^2 \tan\delta}{2\beta}$
E_z	0	$B_{mn} \sin\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$
H_z	$A_{mn} \cos\frac{m\pi x}{a} \cos\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$	0
E_x	$\frac{j\omega\mu n\pi}{k_c^2 b} A_{mn} \cos\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$	$\frac{-j\beta m\pi}{k_c^2 a} B_{mn} \cos\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$
E_y	$\frac{-j\omega\mu m\pi}{k_c^2 a} A_{mn} \sin\frac{m\pi x}{a} \cos\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$	$\frac{-j\beta n\pi}{k_c^2 b} B_{mn} \sin\frac{m\pi x}{a} \cos\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$
H_x	$\frac{j\beta m\pi}{k_c^2 a} A_{mn} \sin\frac{m\pi x}{a} \cos\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$	$\frac{j\omega\epsilon n\pi}{k_c^2 b} B_{mn} \sin\frac{m\pi x}{a} \cos\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$
H_y	$\frac{j\beta n\pi}{k_c^2 b} A_{mn} \cos\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$	$\frac{-j\omega\epsilon m\pi}{k_c^2 a} B_{mn} \cos\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b} e^{-j\beta z}$
Z	$Z_{TE} = \frac{k\eta}{\beta}$	$Z_{TM} = \frac{\beta\eta}{k}$

$$V(z) = V_0^+[\exp(-\gamma z) + \Gamma\exp(\gamma z)]$$

$$I(z) = \frac{V_0^+}{Z_0}[\exp(-\gamma z) - \Gamma\exp(\gamma z)]$$

$$Q_c = \frac{(kad)^3 b\eta}{2\pi^2 R_s}\frac{1}{(2l^2a^3b + 2bd^3 + l^2a^3d + ad^3)}$$

$$Q_d = \frac{2\omega W_e}{P_d} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon''} = \frac{1}{\tan\delta}$$

$$Q = \left(\frac{1}{Q_c} + \frac{1}{Q_d}\right)^{-1}$$

$$k_1 \sin\theta_1 = k_2 \sin\theta_2$$