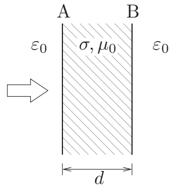
Nagypélda – 10 **pont** (*Csak egész pontszám adható!*)

Levegőben terjedő, $f = 100\,\mathrm{MHz}$ frekvenciájú, lineárisan polarizált síkhullám merőlegesen esik egy $d = 10\,\mathrm{mm}$ vastagságú, $\sigma = 1000\,\mathrm{S/m}$ fajlagos vezetőképességű és μ_0 permeabilitású árnyékoló lemezre, amelynek a másik oldalán is levegő van. Az elektromos térerősség amplitúdója az A felületen $E_\mathrm{A} = 20\,\mathrm{V/m}$. (Útmutatás: az adott frekvencián az árnyékolás „jól működik”, azaz a B felületen az elektromos térerősség elhanyagolható, továbbá a vezető anyagban $\sigma \gg \omega\varepsilon$ teljesül.)



a. Határozza meg a mágneses térerősség amplitúdóját az A felületen! *(3 p.)*

$$\text{behatolási mélység: } \delta = \sqrt{\frac{2}{2\pi f \mu_0 \sigma}} = 1{,}59\,\mathrm{mm} \quad (\text{megj: } d \approx 6\delta) \qquad \textbf{(1 p.)}$$

$$\text{„bemeneti” impedancia: } Z_\mathrm{A} \approx Z_0 = \frac{1+j}{\delta\sigma} = (1+j)\cdot 0{,}628\,\Omega \qquad \textbf{(1 p.)}$$

$$H_\mathrm{A} = \frac{E_\mathrm{A}}{|Z_\mathrm{A}|} = 22{,}51\,\mathrm{A/m} \qquad \textbf{(1 p.)}$$

b. Határozza meg a reflexiótényezőt az A felületen! *(2 p.)*

$$r_\mathrm{A} = \frac{Z_\mathrm{A} - \eta}{Z_\mathrm{A} + \eta} = -0{,}997 + j0{,}0033 = 0{,}997 e^{j179{,}8^\circ} \approx -1 \qquad \textbf{(2 p.)}$$

$(\eta = 120\pi\Omega)$

c. Számítsa ki a lemez $2\,\mathrm{m} \times 2\,\mathrm{m} \times d$ térfogatában disszipált teljesítményt! *(2 p.)*

$$P = 4\,\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{Re}\left\{\frac{1}{2} Z_\mathrm{A} H_\mathrm{A}^2\right\} = 4\,\mathrm{m}^2 \cdot \frac{1}{2} H_\mathrm{A}^2 \cdot \mathrm{Re}\{Z_\mathrm{A}\} = 636\,\mathrm{W} \qquad \textbf{(2 p.)}$$

d. Adjon becslést az elektromos térerősség amplitúdójára a B felületen, ha a frekvencia alacsonyabb, $f' = 30\,\mathrm{MHz}$! *(3 p.)*

$$\text{behatolási mélység: } \delta' = \sqrt{\frac{2}{2\pi f' \mu_0 \sigma}} = 2{,}91\,\mathrm{mm} \quad (\text{megj: } d \approx 3{,}5\delta) \qquad \textbf{(1 p.)}$$

Az exponenciális csillapodás durva de nagyságrendileg jó becslés:

$$E_\mathrm{B} \approx E_\mathrm{A} \cdot e^{-d/\delta'} = 0{,}032 \cdot E_\mathrm{A} = 0{,}64\,\mathrm{V/m} \qquad \textbf{(2 p.)}$$

e. Oldja meg a d. feladatot pontosan! (*) *(+3 p.)*

Lánckarakterisztikával számolva, amelyben $\gamma' = \dfrac{1+j}{\delta'}$ és $Z_0' = \dfrac{\gamma'}{\sigma}$:

$$E_\mathrm{B} = \frac{E_\mathrm{A}}{|\mathrm{ch}\gamma' d + Z_0'/\eta \cdot \mathrm{sh}\gamma' d|} = 0{,}064 \cdot E_\mathrm{A} = 1{,}28\,\mathrm{V/m} \qquad \textbf{(3 p.)}$$

Kispéldák – 5×2 **pont** (*2 vagy 0, kivételes esetben 1 pont adható!*)

1. Egy veszteségmentes, légszigetelésű távvezeték hosszegységre eső induktivitása $L' = 2 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{H/m}$. Számítsa ki a távvezeték Z_0 hullámimpedanciáját!

$Z_0 = 600\,\Omega$

2. Számítsa ki egy $500\,\Omega$ hullámimpedanciájú, ideális, légszigetelésű, $300\,\mathrm{m}$ hosszú távvezeték láncmátrixának A_{12} elemét $800\,\mathrm{kHz}$ frekvencián!

$A_{12} = -j475{,}5\,\Omega$

3. Egy távvezeték lezárásán a beeső és a reflektált áramhullám amplitúdója $I^+ = 3\,\mathrm{A}$, illetve $I^- = 1\,\mathrm{A}$. Határozza meg az állóhullámarányt!

$\sigma = 2$

4. Milyen hosszú az a mindkét végén rövidre zárt, légszigetelésű, ideális távvezeték, melynek legkisebb rezonancia-frekvenciája $10\,\mathrm{MHz}$?

$l = 15\,\mathrm{m}$

5. Írja fel az elektromos térerősségre megfogalmazott, homogén vektoriális hullámegyenlet vákuumban érvényes alakját!

$$\Delta\mathbf{E} - \mu_0\varepsilon_0 \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = \mathbf{0}$$

Pontszám	Osztályzat
0 - 9	elégtelen (1)
10 - 13	elégséges (2)
14 - 15	közepes (3)
16 - 17	jó (4)
18 - 23	jeles (5)