

Javító példány

Nagyfeladat

Egy veszteségmentes koaxiális kábel bemenetére $i_s(t) = 6 \text{ A} \cdot \cos(2\pi ft)$ áram-időfüggvényű áramforrás csatlakozik, melynek frekvenciája $f = 50 \text{ MHz}$. A kábel szigetelésének dielektromos állandója $\epsilon_r = 2,25$; a kábel hossza $h = 11 \text{ m}$; hullámimpedanciája $Z_0 = 60 \Omega$. A kábelt a túlsó végén $R = 180 \Omega$ ellenállás zárja le.

- Határozza meg a feszültség időfüggvényét a lezáró ellenálláson! (3 p.)
- Határozza meg a beeső és a reflektált feszültség hullám-komponensek komplex amplitúdóját a távvezeték lezárás felőli végén! (2 p.)
- Határozza meg a távvezeték mentén mérhető legkisebb illetve legnagyobb feszültségamplitúdó értékét. (2 p.)
- Határozza meg az áramforrás feszültségének időfüggvényét! (2 p.)
- Adja meg az állóhullámarányt! (1 p.)

$$(a) \beta h = \frac{2\pi f \sqrt{\epsilon_r}}{c} h = \frac{2\pi \cdot 50 \cdot 10^6 \cdot 1,5}{3 \cdot 10^8} 11 = 5,5\pi. \quad e^{j\beta h} = -j, \quad \cos \beta h = 0, \quad \sin \beta h = -1.$$

Egyik lehetséges megoldás:

$$I_s = I_1 = j \frac{U_2}{Z_0} \sin \beta h + \frac{U_2}{R} \cos \beta h, \quad U_2 = j Z_0 I_s = j 360 V, \quad u_2(t) = 360 V \cos(\omega t + 90^\circ).$$

Másik lehetséges megoldás:

$$I_s = I_1 = \frac{U_2^+}{Z_0} (e^{j\beta h} - r_2 e^{-j\beta h}), \quad r_2 = \frac{R - Z_0}{R + Z_0} = 0,5, \quad U_2^+ = \frac{6 \cdot 60}{-j - 0,5j} V = j 240 V, \\ U_2 = U_2^+ (1 + r_2) = j 360 V, \quad u_2(t) = 360 V \cos(\omega t + 90^\circ).$$

(pont természetesen csak egy megoldásért jár) **3 p.**

- Egyik lehetséges megoldás: $r_2 = \frac{R - Z_0}{R + Z_0} = 0,5, \quad U_2 = U_2^+ (1 + r_2), \quad U_2^+ = \frac{j 360}{1,5} = j 240 V, \quad U_2^- = r_2 U_2^+ = j 120 V.$

Másik lehetséges megoldás:

$$U_2^+ = j 240 V, \quad U_2^- = r_2 U_2^+ = j 120 V.$$

(pont természetesen csak egy megoldásért jár) **2 p.**

- $|U|_{max} = |U_2^+| (1 + |r_2|) = 360 V, \quad |U|_{min} = |U_2^+| (1 - |r_2|) = 120 V. \quad \mathbf{2 p.}$

- Egyik lehetséges megoldás: $U_1 = U_2 \cos \beta h + j Z_0 \frac{U_2}{R} \sin \beta h = -j 60 \frac{j 360}{180} = 120 V, \quad u_1(t) = 120 V \cos \omega t.$

Másik lehetséges megoldás:

$$U_1 = U_2^+ (e^{j\beta h} + r_2 e^{-j\beta h}) = j 240 (-j + 0,5j) = 120 V, \quad u_1(t) = 120 V \cos \omega t.$$

Harmadik lehetséges megoldás:

$$Z_{in} = Z_0 \frac{R \cos \beta h + j Z_0 \sin \beta h}{Z_0 \cos \beta h + j R \sin \beta h} = 60 \frac{-j 60}{-j 180} = 20 \Omega, \quad U_1 = I_s Z_{in} = 120 V, \quad u_1(t) = 120 V \cos \omega t.$$

(pont természetesen csak egy megoldásért jár) **2 p.**

- $\sigma = \frac{|U|_{max}}{|U|_{min}} = \frac{1 + |r_2|}{1 - |r_2|} = \frac{1 + 0,5}{1 - 0,5} = 3. \quad \mathbf{1 p.}$

Kiskérdések – 5 × 2 pont

- Számítsa ki a 10 m hosszú, mindkét végén rövidre zárt, ideális koaxiális kábel legkisebb rezonanciafrekvenciáját, ha a szigetelőanyag relatív permittivitása 2,25!

$$f_1 = 10 \text{ MHz}$$

- Egy levegőben terjedő síkhullámban az elektromos térerősség vektorának pillanatértéke $\mathbf{E}(z, t) = [10 \cos(\omega t - \beta z)] \frac{mV}{m} \mathbf{e}_x$. Számítsa ki a $z = 0$ síkban fekvő, 20 cm sugarú, kör alakú felületen átáramló teljesítmény időbeli átlagát!

$$P = [16,67 nW]$$

- Levegőből érkező, lineárisan polarizált síkhullám merőlegesen esik az $\epsilon_r = 2,25$ dielektromos állandójú szigetelőanyag sík határfelületére. Az elektromos térerősség amplitúdója a határfelületen $40 \frac{mV}{m}$. Határozza meg ugyanitt a beeső hullámkomponens elektromos térerősségének amplitúdóját!

$$|E^+| = 50 \frac{mV}{m}$$

- Határozza meg az előző feladat dielektrikumában érvényes hullámhosszat, ha a frekvencia 100 MHz!

$$\Lambda = 2m$$

- 150 MHz frekvenciájú síkhullám merőlegesen esik egy vezető anyag határfelületére, melynek paraméterei: $\mu = \mu_0, \sigma = 5,7 \cdot 10^7 \text{ S/m}$. Határozza meg, hogy a felülettől számított mekkora d mélységben csökken a vezetőanyagban az elektromos térerősség amplitúdója a felületen mérhető érték 10 %-ára!

$$d = 12,53 \mu m$$

Pontszám	Osztályzat
0 - 9	elégtelen (1)
10 - 13	elégséges (2)
14 - 15	közepes (3)
16 - 17	jó (4)
18 - 20	jeles (5)