

NAGYPÉLDA – 10 PONT Csak egész pontszám adható (a kispéldákra is)!

Egy ideális távvezeték 10,5 MHz frekvenciájú szinuszos állandósult állapotban van; hullámimpedanciája $100\ \Omega$, a hullámok fázissebessége $1,8 \cdot 10^8$ m/s. A távvezeték lezárása egy soros R-L tag, amelyben az ellenállás $75\ \Omega$, az induktivitás $2\ \mu\text{H}$.

a. Számítsa ki a reflexiótényezőt a lezáráson!

(3 p.)

$$Z_2 = R + j\omega L = (75 + j132)\ \Omega$$

(1 p.)

$$r_2 = \frac{Z_2 - Z_0}{Z_2 + Z_0} = 0,27 + j0,55 = 0,61e^{j1,11}$$

(2 p.)

b. Adja meg az állóhullámarányt a távvezetéken!

(1 p.)

$$\sigma = \frac{1 + |r_2|}{1 - |r_2|} = 4,16$$

(1 p.)

c. A lezárástól mekkora távolságban lép fel a feszültségamplitúdó első maximuma?

(4 p.)

$r_2 = re^{j\varphi}$ jelöléssel:

$$U(x) = U_2^+ (e^{j\beta x} + re^{j\varphi} e^{-j\beta x}) = U_2^+ e^{j\beta x} (1 + re^{j\varphi} e^{-j2\beta x})$$

$$|U(x)| = |U_2^+| \cdot |1 + re^{j\varphi} e^{-j2\beta x}|$$

(2 p.)

$$|U(x)| = U_{\max}, \text{ ha } \varphi - 2\beta x = k2\pi, \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\varphi}{2\beta} - k \frac{\pi}{\beta}, \quad \beta = \frac{2\pi f}{v} = 0,37\ \text{m}^{-1}$$

(1 p.)

$$x_{\min} = 1,52\ \text{m} \quad (k = 0)$$

(1 p.)

d. Hány százalékkaal nagyobb a távvezetéken mérhető maximális feszültségamplitúdó a lezáráson mérhetőnél?

(2 p.)

$$\frac{U_{\max}}{|U_2^+|} = \frac{|U_2^+| \cdot (1 + |r_2|)}{|U_2^+| \cdot |1 + r_2|} = 1,1644 \rightarrow 16,4\% \text{-os növekedés}$$

(2 p.)

KISPELDÁK – 5 × 2 PONT

1. Határozza meg egy $250\ \Omega$ hullámimpedanciájú, ideális, légszigetelésű, $300\ \text{m}$ hosszú távvezeték lánc-mátrixának A_{12} elemét $1,2\ \text{MHz}$ frekvencián!

$$A_{12} = j237,8\ \Omega$$

2. Egy a túlsó végén nyitott, ideálisnak tekinthető távvezetéken $j125\ \Omega$ bemeneti impedanciát mérünk. Ha pedig a végét rövidre zárjuk, $-j20\ \Omega$ lesz a mért bemeneti impedancia. Határozza meg a távvezeték hullámimpedanciáját! (A mérések egy adott frekvenciára vonatkoznak, amelyen a nyitott vég sugárzása elhanyagolható.)

$$Z_0 = 50\ \Omega$$

3. Levegőben terjedő síkhullám merőlegesen esik egy ideális szigetelő közeg határfelületére, amelyen a reflexiótényező értéke $r_{12} = -1/2$. Mekkora a határfelületen az elektromos térerősség amplitúdója, ha a mágneses térerőssége ugyanitt $H = 0,6\ \text{A/m}$?

$$E = 75,4\ \text{V/m}$$

4. A tér valamely pontjában az elektromos ill. a mágneses térerősség komplex csúcserőve $\mathbf{e}_z 20\ \text{V/m}$ ill. $\mathbf{e}_y 70e^{-j\pi/6}\ \text{mA/m}$. Adja meg a Poynting-vektor *időátlagát* ebben a pontban!

$$\mathbf{S}_{\text{ati}} = -\mathbf{e}_x 0,61\ \text{W/m}^2$$

5. $3\ \text{mm}$ sugarú, kör keresztmetszetű, egyenes vezetékben f frekvenciájú váltakozóáram folyik. A behatolási mélység mm-ben kifejezve $\delta = 66/\sqrt{f}$, ahol f egysége a hertz (Hz). Mekkora frekvencián lesz a vezeték ellenállása az egyenáramú érték 20-szorosa?

$$f = 774,4\ \text{kHz}$$

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

NAGYPÉLDA – 10 PONT Csak egész pontszám adható (a kispéldákra is)!

Egy ideális távvezeték 1 MHz frekvenciájú szinuszos állandósult állapotban van; hullámimpedanciája 75Ω , a hullámok fázissebessége $2 \cdot 10^8$ m/s. A távvezeték lezárása egy párhuzamos R-C tag, amelyben az ellenállás 50Ω , a kapacitás 10 nF.

a. Számítsa ki a reflexiótényezőt a lezáráson!

(3 p.)

$$Z_2 = \frac{1}{1/R + j\omega C} = (4,60 - j14,45)\Omega \quad (1 \text{ p.})$$

$$r_2 = \frac{Z_2 - Z_0}{Z_2 + Z_0} = -0,82 - j0,33 = 0,89e^{-j2,76} \quad (2 \text{ p.})$$

b. Adja meg az állóhullámarányt a távvezetéken!

(1 p.)

$$\sigma = \frac{1 + |r_2|}{1 - |r_2|} = 16,91 \quad (1 \text{ p.})$$

c. A lezárástól mekkora távolságban lép fel a feszültségamplitúdó első maximuma?

(4 p.)

$r_2 = re^{j\varphi}$ jelöléssel:

$$U(x) = U_2^+ (e^{j\beta x} + re^{j\varphi} e^{-j\beta x}) = U_2^+ e^{j\beta x} (1 + re^{j\varphi} e^{-j2\beta x})$$

$$|U(x)| = |U_2^+| \cdot |1 + re^{j\varphi} e^{-j2\beta x}| \quad (2 \text{ p.})$$

$$|U(x)| = U_{\max}, \text{ ha } \varphi - 2\beta x = k2\pi, \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\varphi}{2\beta} - k \frac{\pi}{\beta}, \quad \beta = \frac{2\pi f}{v} = 31,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (1 \text{ p.})$$

$$x_{\min} = 56,08 \text{ m} \quad (k = -1) \quad (1 \text{ p.})$$

d. Hányszorosa a távvezetéken mérhető maximális feszültségamplitúdó a lezáráson mérhetőnek?

(2 p.)

$$\frac{U_{\max}}{|U_2|} = \frac{|U_2^+| \cdot (1 + |r_2|)}{|U_2^+| \cdot |1 + r_2|} = 5,04 \quad (2 \text{ p.})$$

KISPÉLDÁK – 5 × 2 PONT

1. Egy a túlsó végén nyitott, ideálisnak tekinthető távvezetéken $-j25 \Omega$ bemeneti impedanciát mérünk. Ha pedig a végét rövidere zárjuk, $j225 \Omega$ lesz a mért bemeneti impedancia. Határozza meg a távvezeték hullámimpedanciáját! (A mérések egy adott frekvenciára vonatkoznak, amelyen a nyitott vég sugárzása elhanyagolható.)

$$Z_0 = 75 \Omega$$

2. Határozza meg egy 250Ω hullámimpedanciájú, ideális, légszigetelésű, 300 m hosszú távvezeték lánc-mátrixának A_{21} elemét $1,2$ MHz frekvencián!

$$A_{21} = j3,80 \text{ mS}$$

3. Levegőben terjedő síkhullám merőlegesen esik egy ideális szigetelő közeg határfelületére, amelyen a reflexiótényező értéke $r_{12} = -1/2$. Mekkora a határfelületen a mágneses térerősség amplitúdója, ha az elektromos térerőssége ugyanitt $E = 45$ V/m?

$$H = 0,358 \text{ A/m}$$

4. 5 mm sugarú, kör keresztmetszetű, egyenes vezetékben f frekvenciájú váltakozóáram folyik. A behatolási mélység mm-ben kifejezve $\delta = 66/\sqrt{f}$, ahol f egysége a hertz (Hz). Mekkora frekvencián lesz a vezető ellenállása az egyenáramú érték 20-szorosa?

$$f = 278,8 \text{ kHz}$$

5. A tér valamely pontjában az elektromos ill. a mágneses térerősség komplex csúcserőteke $\mathbf{e}_y 20$ V/m ill. $\mathbf{e}_z 70e^{-j\pi/4}$ mA/m. Adja meg a Poynting-vektor *időátlagát* ebben a pontban!

$$\mathbf{S}_{\text{ati}} = \mathbf{e}_x 0,495 \text{ W/m}^2$$

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