2. $\varepsilon_{r2} = 2,25$
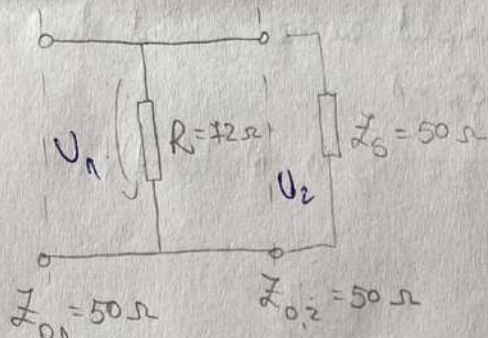
$a = 4\ cm$

$b = 1\ cm$

a) Determinati banda unimod: $f_{c_{1,0}} = \dfrac{c}{2a} = \dfrac{c_0}{2a\sqrt{\varepsilon_r}} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{2,25}}$

$f_{c_{1,0}} = \dfrac{3 \cdot 10^8 \cdot 10^2}{1,5 \cdot 2 \cdot 4} = 2,5\ GHz\ ; \quad f_{c_{2,0}} = \dfrac{c}{2}\sqrt{\left(\dfrac{2}{a}\right)^2} = = 2 \cdot \dfrac{c}{2a} = 5\ GHz$

$f_{c_{0,1}} = \dfrac{c}{2}\sqrt{0 + \left(\dfrac{1}{b}\right)^2} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{2b\sqrt{\varepsilon_r}} = \dfrac{3 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 1,5} = 10\ GHz \qquad \dfrac{c}{2a}\ \underset{45}{}$

b) Calculati const. de atenuare a modului

$H_{2,1}$ la limita superioara a benzii unimod.

⇒) Lărgimea benzii unimod este egală cu $\boxed{3,75\ GHz.}$ ✓

$\boxed{2.}$ Det. parametrul $S_{2,1}$ pt. diportul din figură. Considerăm $R = 72\ \Omega$.

$$S_{2,1} = \sqrt{\frac{Z_{01}}{Z_{02}}} \cdot (1 + S_{11}) \cdot \frac{U_2}{U_1}\bigg|_{Z_2 = Z_{02}} = 1(1 - 0,26) \cdot 1 \Rightarrow S_{2,1} = 0,74\ ✓$$

$$S_{11} = \frac{Z_{in} - Z_{01}}{Z_{in} + Z_{01}} = \frac{29,5 - 50}{29,5 + 50} = \frac{-20,5}{79,5} = -0,26$$

$$Z_{in} = R \| Z_2 = \frac{72 \cdot 50}{72 + 50} = 29,5\ \Omega$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{U_2}{U_x} \cdot \frac{U_x}{U_1} = 1$$

③ Calc la frec $8,1\,GHz$ pt model $H_{2,0}$ constanta de atenuare având în cazul unui ghid metalic uniform cu pereți perfect conductori având din secțiunii transv: $a = 5,7\,cm$ $b = 2,9\,cm$. ghidul conține un dielectric având permitivitatea rel $\varepsilon_r = 3,6$ și conduc $5,8\cdot 10^{-3}\,\Omega^{-1}\,m^{-1}$

$$Z_d = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0\,\varepsilon_r}} = \sqrt{\frac{4\pi\cdot 10^{-7}}{\frac{1}{36\pi\cdot 10^9}\cdot 3,6}} \Rightarrow Z_d = 198,69\,\Omega \approx 200\,\Omega$$

$$\alpha_g = \alpha_m + \alpha_d = \alpha_d = \frac{1}{2}\cdot\frac{\sigma_d\cdot Z_d}{\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f}\right)^2}} = \frac{1}{2}\cdot\frac{5,8\cdot 10^{-8}\cdot 200}{\sqrt{1-\left(\frac{2,76}{8,1}\right)^2}} \Rightarrow \alpha_g = 9,58\,Np/m$$

$$f_{c\,2,0} = \frac{c}{2}\sqrt{\left(\frac{2}{a}\right)^2 + 0} = \frac{c}{2}\cdot\frac{2}{a} = 2\cdot\frac{c}{2a} = 2\,f_{c\,1,0}$$

$$f_{1,0} = \frac{c_0}{2a\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3\cdot 10^8}{2\cdot 5,7\cdot 10^{-2}\sqrt{3,6}} = 1,38\,GHz$$

④ Calc la frecv $3,5\,GHz$ pt model $H_{0,1}$ cont de aten în cazul unui ghid uniform de sect drept umplut cu aer având din sect transversale $a = 3,9\,cm$ și $b = 3,2\,cm$ $\varepsilon_r = 1$

$$f_{c\,0,1} = \frac{c}{2}\sqrt{0 + \left(\frac{1}{b}\right)^2} = \frac{c}{2b} = \frac{c_0}{2b\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3\cdot 10^8}{2\cdot 3,2\cdot 10^{-2}\cdot 1} = 6,82\,GHz$$

$$\alpha_g = \frac{2\pi\,f}{c_0}\sqrt{\left(\frac{f_c}{f}\right)^2 - 1} = \frac{2\pi\cdot 3,5\cdot 10^9}{3\cdot 10^8}\sqrt{\left(\frac{6,82}{3,5}\right)^2 - 1} \Rightarrow \alpha_g = 122,5\,Np/m$$

⑤ Det lung de undă în ghid (cm) pt o undă $H_{1,0}$ care se propagă într-un ghid metalic având din sect trans $a = 2,1\,cm$ și $b = 0,6\,cm$ Ghidul are ca dielectric aerul, iar frec de lucru $\sim 14,2\,GHz$

$$\lambda_g = \frac{2\pi}{\beta_g} = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f}\right)^2}} = \frac{2,11}{\sqrt{1-\left(\frac{7,14}{14,2}\right)^2}} \Rightarrow \lambda_g = 2,44\,cm$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{c_0}{f\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3\cdot 10^8}{14,2\cdot 10^9\cdot 1} = 0,0211\,m \Rightarrow \lambda = 2,11\,cm$$

$$f_{c\,1,0} = \frac{c_0}{2a\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3\cdot 10^8}{2\cdot 2,1\cdot 10^{-2}\cdot 1} = 7,14\,GHz$$
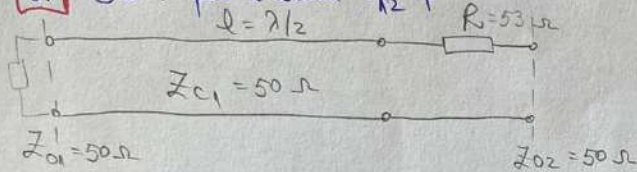
transversale $a = 3,9$ cm și $b = 2,2$ cm. $\varepsilon_r = 1$

$$f_{c_{1,0}} = \frac{c_0}{2a\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 3,9 \cdot 10^{-2} \cdot 1} = 3,85 \text{ GHz} > 3,5 \text{ GHz} \Rightarrow \text{Modul } H_{1,0} \text{ nu se propagă}$$

$$f_{c_{0,1}} = \frac{c}{2}\sqrt{0 + \left(\frac{1}{b}\right)^2} = \frac{c}{2b} = \frac{c_0}{2b\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2,2 \cdot 10^{-2} \cdot 1} = 6,82 \text{ GHz}$$

$$\alpha_g = \frac{2\pi f}{c_0}\sqrt{\left(\frac{f_c}{f}\right)^2 - 1} = \frac{2\pi \cdot 3,5 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8}\sqrt{\left(\frac{6,82}{3,5}\right)^2 - 1} \Rightarrow \boxed{\alpha_g \simeq 122,5 \text{ Np/m}} \checkmark$$

[5.] Det. parametrul S_{12} pt. circuitul din fig., unde $R = 53 \Omega$.

$$\ell = \lambda/2 \qquad R = 53 \Omega$$
$$Z_{c_1} = 50 \Omega$$
$$Z_{01}' = 50 \Omega \qquad Z_{02} = 50 \Omega$$

$$S_{12} = \sqrt{\frac{Z_{02}}{Z_{01}}}\left(1 + S_{22}\right)\frac{U_1}{U_2} = 1\left(1 + 0,34\right)\cdot\left(\frac{50}{153}\right) =$$

$$= 1,34 \cdot \frac{50}{153} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{S_{12} = 0,65}$$

$$S_{22} = \frac{Z_{out} - Z_{02}}{Z_{out} + Z_{02}} = \frac{103 - 50}{103 + 50} = 0,34$$

$$\beta\ell = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} = \pi$$

$$Z_{out} = 50 + 53 = 103 \Omega$$
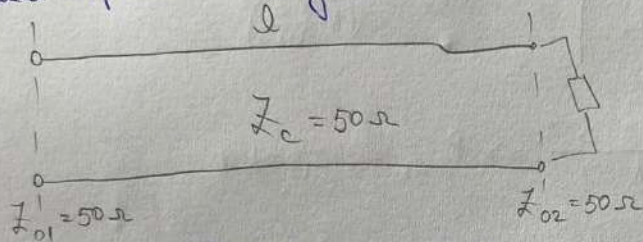
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{\cos(\beta\ell) + j \cdot 1 \cdot \sin(\beta\ell)} = \frac{1}{\cos\pi + j \cdot \sin\pi} = \frac{1}{-1 + 0} = -1$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{50}{103} \text{ V}$$

(2)

7. Det. faza parametrului S_{21} în grade pt. linia de transmisiune din fig. Lungimea liniei de transmisiune raportată la lungimea de undă este $l/\lambda = 0,24$.

$\dfrac{l}{\lambda} = 0,24 \quad,, \quad l = 0,24\lambda$

$Z_c = 50\,\Omega$

$Z'_{01} = 50\,\Omega$ $Z'_{02} = 50\,\Omega$

$$S_{21} = \sqrt{\dfrac{Z_{01}}{Z_{02}}} \, (1 + S_{11}) \, \dfrac{U_2}{U_1}$$

$$\beta l = \dfrac{2\pi}{\lambda} \cdot 0,24\lambda = 0,48\pi$$

$$S_{11} = \dfrac{Z_{in} - Z_{01}}{Z_{in} + Z_{01}} = 0$$

$$\dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{1}{\cos(0,48\pi) + j\,\dfrac{50}{50}\,\sin(0,48\pi)}$$

8. Să se det. puterea maximă transmisibilă (în kW) printr-un ghid metalic uniform de secțiune dreptunghiulară umplut cu aer (modul $H_{1,0}$), având dim. secțiunii transversale $a = 5$ cm, $b = 1,2$ cm la frecv. $11,4$ GHz. Se admite un coeficient de siguranță în putere $C = 0,10$. Se cunoaște intensitatea câmpului electric de străpungere a aerului $E_S = 30$ kV/cm. Raportul de undă staționară este $4,3$.

$$f_{c_{1,0}} = \frac{c_0}{2a\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 1} \Rightarrow f_{c_{1,0}} = 3 \text{ GHz} < 11,4 \text{ GHz} \Rightarrow \text{Modul } H_{1,0} \text{ se propagă.}$$

$$P_d = \frac{|E|^2 a \cdot b}{4 Z_{\mu H_{1,0}}}$$

$$Z_{\mu H_{1,0}} = \frac{Z_d}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_{c_{1,0}}}{f}\right)^2}}$$

$$Z_d = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{\frac{1}{36\pi \cdot 10^9}}} = 120\pi \simeq 377 \ \Omega$$

$$\Rightarrow Z_{\mu H_{1,0}} = \frac{120\pi}{\sqrt{1 - \left(\frac{3}{11,4}\right)^2}} \simeq 391 \ \Omega$$

$$P_{max,1} = C \frac{|E_S|^2 ab}{4 Z_{\mu H_{1,0}}} = 0,1 \cdot \frac{900 \cdot 10^{10} \cdot 5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 391} \Rightarrow P_{max} \simeq 345,27 \text{ kW}$$

$$P_{max,2} = C \frac{|E_S|^2 \cdot a \cdot b}{4 Z_{\mu H_{1,0}}} \cdot \frac{1}{\sigma} = \frac{P_{max,1}}{\sigma} = \frac{345,27}{4,3} \Rightarrow \boxed{P_{max,2} \simeq 80,3 \text{ kW}} \ \checkmark$$

9. Det. lungimea de ~~bandă~~ undă în ghid (în cm) pt. o undă $H_{1,0}$ care se propagă într-un ghid metalic având dim. secțiunii transversale $a = 2,1$ cm și $b = 0,6$ cm. Ghidul are ca dielectric aerul, iar frecv. de lucru este $14,2$ GHz.

$$\lambda_g = \lambda_0 \frac{2\pi}{\beta_g} \frac{f}{f_c} = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2}} = \frac{2,11 \text{ cm}}{\sqrt{1 - \left(\frac{7,14}{14,2}\right)^2}} \Rightarrow \boxed{\lambda_g = 2,44 \text{ cm}} \ \checkmark$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{c_0}{f\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3 \cdot 10^8}{14,2 \cdot 10^9 \cdot 1} = 0,0211 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 2,11 \text{ cm}$$

$$f_{c_{1,0}} = \frac{c_0}{2a\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2,11 \cdot 10^{-2} \cdot 1} = 7,14 \text{ GHz}$$

10. Calc. constanta de defazare în ghid (în rad/m) a modului $E_{1,1}$ la frecv. 19 GHz pt. un ghid de secțiune dreptunghiulară umplut cu aer având dim. $a = 4,8$ cm și $b = 2,4$ cm.

$$\boxed{f_{cE_{1,1}} = \frac{c}{2}\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2}\sqrt{\frac{1}{(4,8 \cdot 10^{-2})^2} + \frac{1}{(2,4 \cdot 10^{-2})^2}} = 6,98 \text{ GHz}$$

$$\beta_g = \beta\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} = 2\pi f \sqrt{\varepsilon_r} \cdot \frac{1}{c_0}\sqrt{(4)} = 2\pi \cdot 19 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^8}\sqrt{1 - \left(\frac{6,98}{19}\right)^2} \Rightarrow \boxed{\beta \simeq 370,1 \text{ rad/m}} \ \checkmark$$

11. Calc. constanta de defazare în ghid (în rad/m) a modului $E_{1,1}$ la frecv. 17,9 GHz pt. un ghid umplut cu aer având dim. $a = 3,2$ cm și $b = 2,4$ cm.

$$f_{c E_{1,1}} = \frac{c}{2} \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2} \sqrt{\frac{1}{(3,2 \cdot 10^{-2})^2} + \frac{1}{(2,4 \cdot 10^{-2})^2}} = 7,81 \text{ GHz}$$

$$\beta_g = \beta \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} = 2\pi f \sqrt{\varepsilon_r} \cdot \frac{1}{c_0} \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} = 2\pi \cdot 17,9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^8} \sqrt{1 - \left(\frac{7,81}{17,9}\right)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\beta_g \approx 337,3 \text{ rad/m}} \checkmark$$