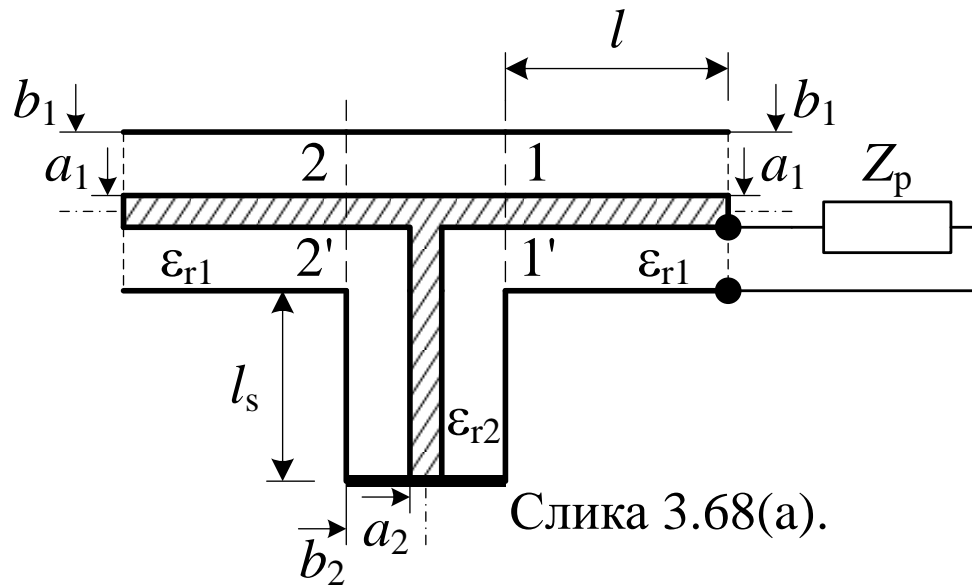
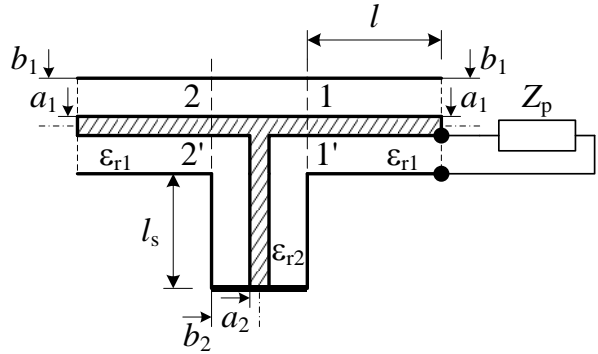


# 3.68

**3.68.** Потрошач импедансе  $Z_p = (75 + j40) \Omega$  је прикључен на генератор учестаности  $f = 1,2 \text{ GHz}$  коаксијалним водом, као што је приказано на слици 3.68(a). Унутрашњи полупречник коаксијалног вода је  $a_1 = 1 \text{ mm}$ , спољашњи полупречник је  $b_1 = 3,25 \text{ mm}$ , а релативна пермитивност диелектрика вода је  $\epsilon_{r1} = 2$ . Пројектовати мрежу за прилагођење потрошача са једним кратко спојеним огранком. Огранак је начињен од коаксијалног вода унутрашњег полупречника  $a_2 = 1 \text{ mm}$ , спољашњег полупречника  $b_2 = 8,72 \text{ mm}$  и релативне пермитивности  $\epsilon_{r2} = 3$ . Генератор је прилагођен на вод.



Слика 3.68(a).



# 3.68

$$Z_c \approx \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{b}{a} \quad \lambda_g = \frac{c_0}{f \sqrt{\epsilon_r}}$$

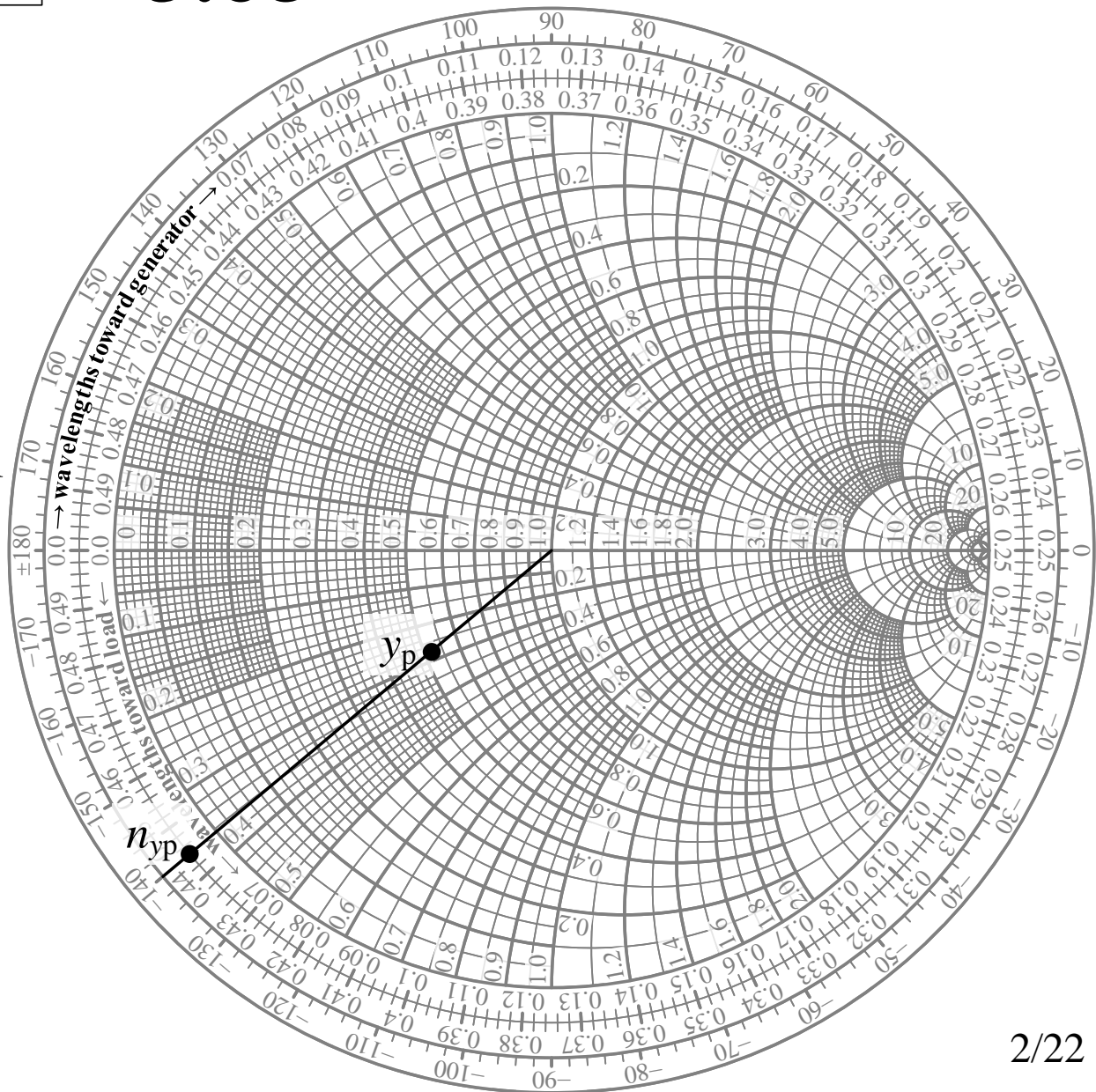
$$Z_{c1} \approx 50 \Omega \quad \lambda_{g1} = 177 \text{ mm}$$

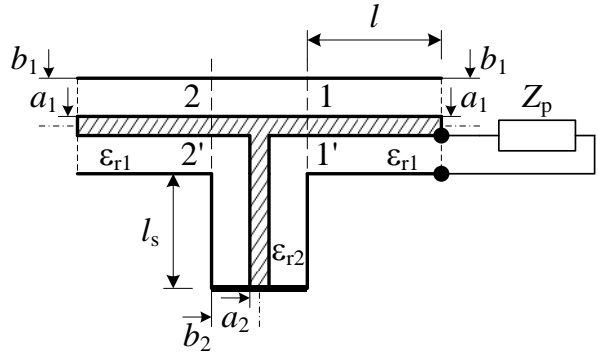
$$Z_{c2} \approx 75 \Omega \quad \lambda_{g2} = 144 \text{ mm}$$

$$\underline{z}_p = \frac{\underline{Z}_p}{Z_{c1}} = 1,5 + j 0,8$$

$$\underline{y}_p = \frac{1}{\underline{z}_p} = 0,52 - j 0,28$$

$$n_p = 0,444$$





# 3.68

$$1 = y_{-11'} + j b_s$$

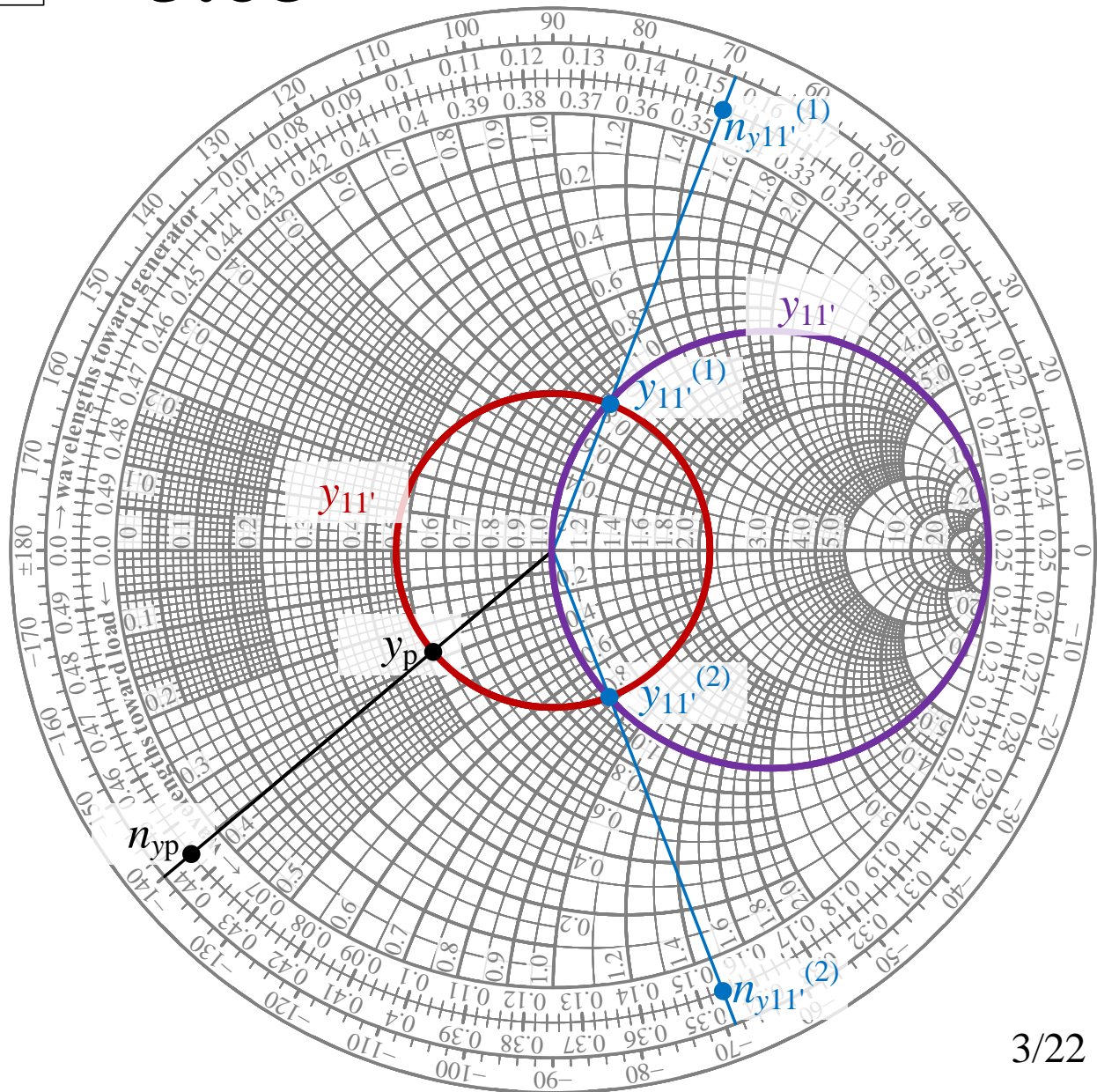
$$g_{11'} = 1$$

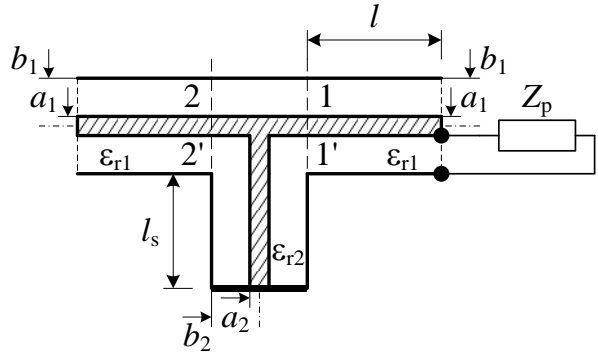
$$y_{-11'}^{(1)} = 1 + j 0,76$$

$$y_{-11'}^{(2)} = 1 - j 0,76$$

$$n_{y11'}^{(1)} = 0,154$$

$$n_{y11'}^{(2)} = 0,346$$





# 3.68

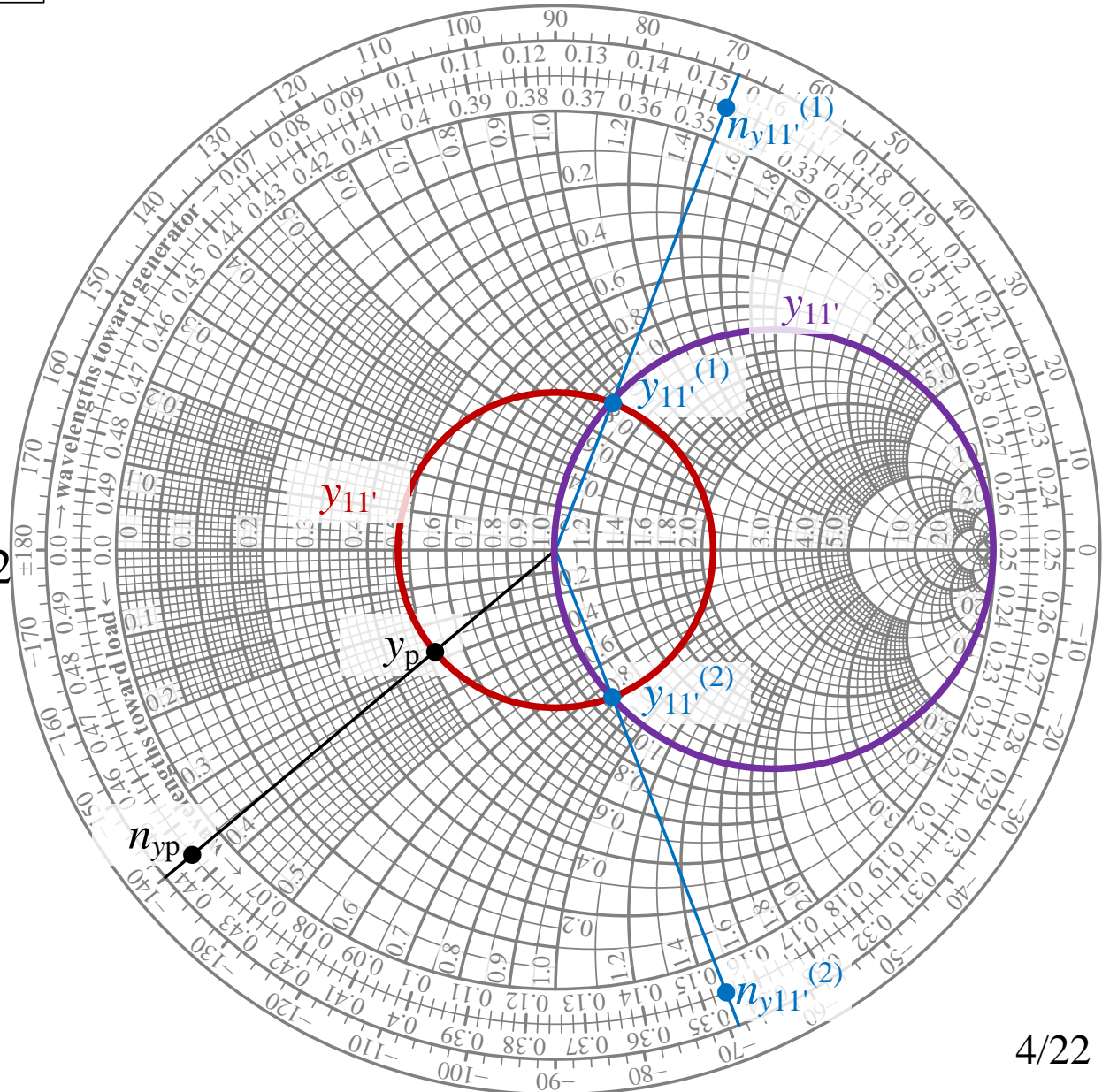
$$l^{(1)} = (n_{y11'}^{(1)} - n_{yp}) \lambda_{g1} + m \lambda_{g1} / 2$$

$$l^{(1)} = 37,17 \text{ mm} + m \lambda_{g1} / 2$$

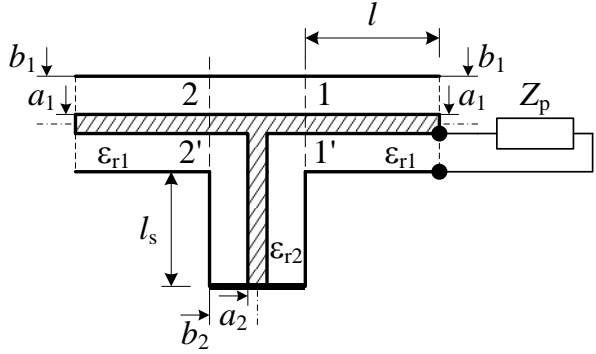
$$l^{(2)} = (n_{y11'}^{(2)} - n_{yp}) \lambda_{g1} + n \lambda_{g1} / 2$$

$$l^{(2)} = 71,15 \text{ mm} + n \lambda_{g1} / 2$$

$$m, n \in \mathbb{N}_0$$







# 3.68

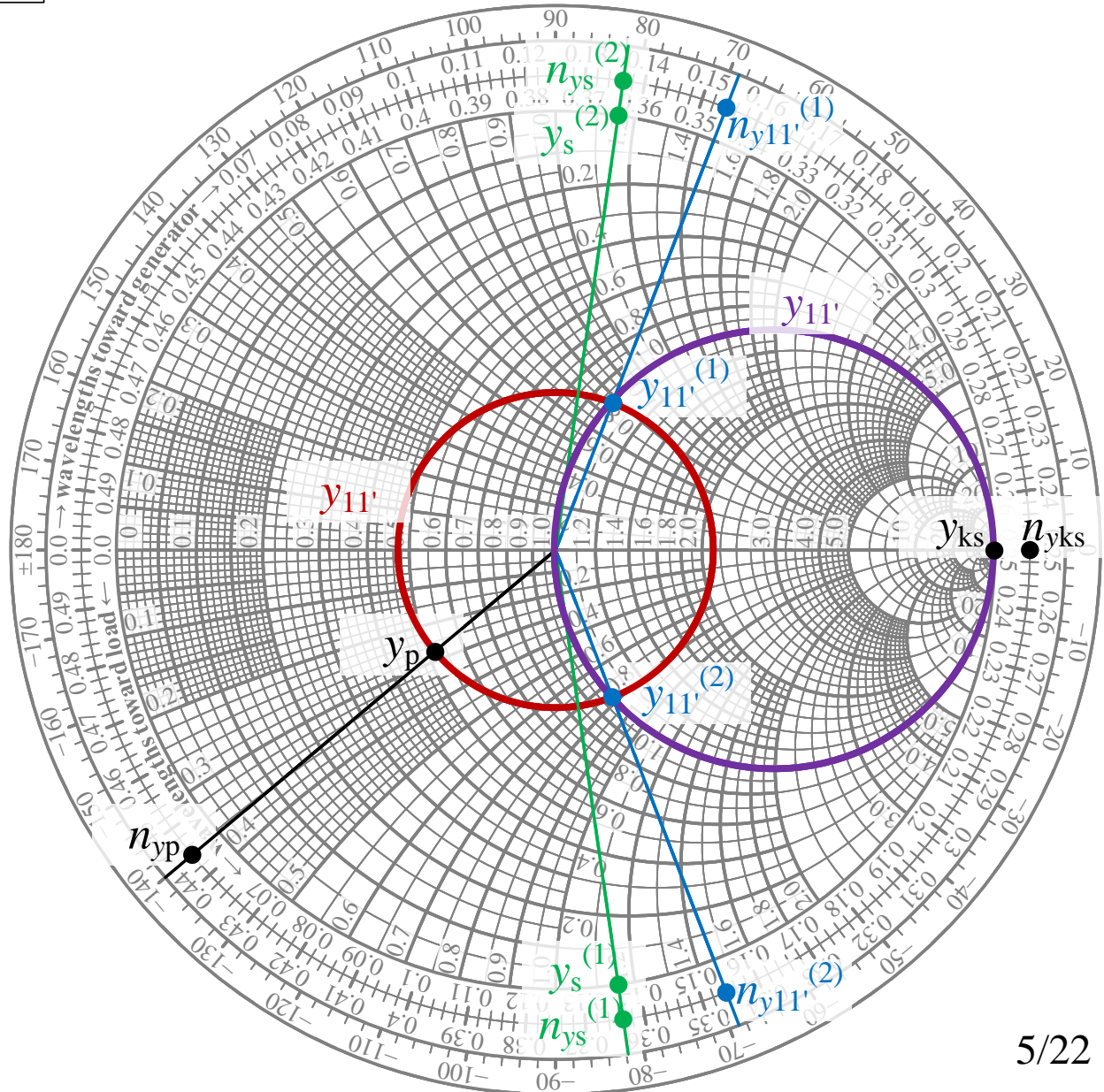
$$b_s^{(1)} = -\frac{b_{11'}^{(1)} Y_{c1}}{Y_{c2}} \quad b_s^{(2)} = -\frac{b_{11'}^{(2)} Y_{c1}}{Y_{c2}}$$

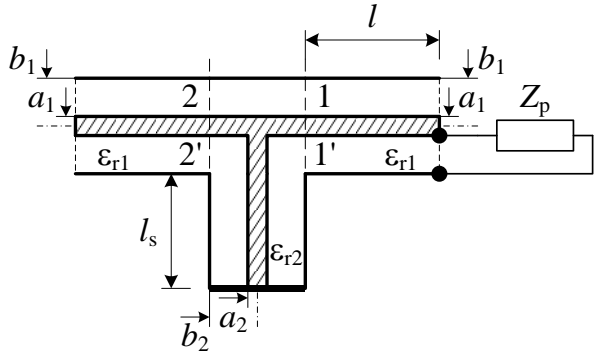
$$b_s^{(1)} = -1,14 \quad b_s^{(2)} = 1,14$$

$$n_{ys}^{(1)} = 0,365$$

$$n_{ys}^{(2)} = 0,135$$

$$n_{yks} = 0,25$$





# 3.68

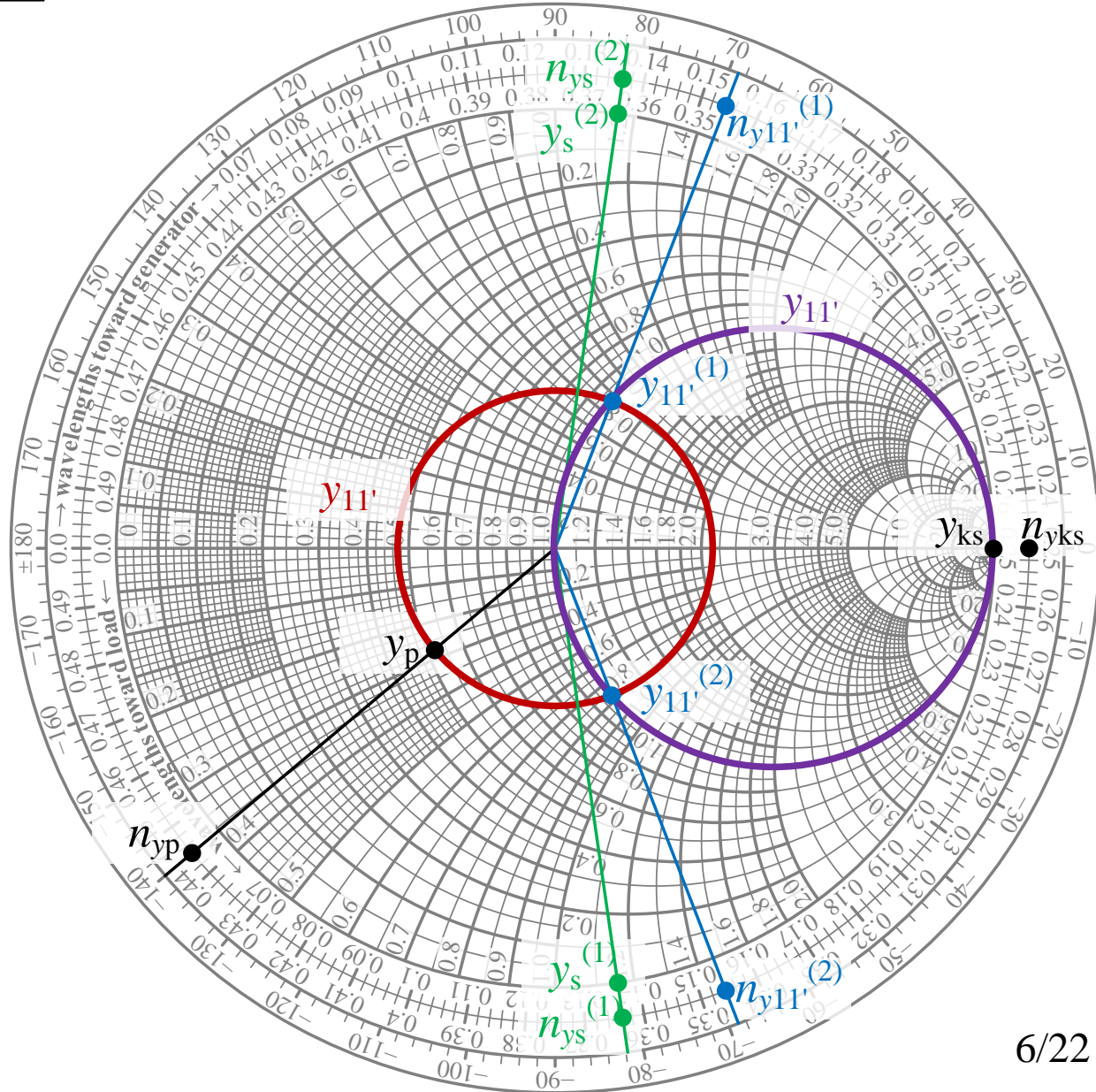
$$l_s^{(1)} = (n_{ys}^{(1)} - n_{yks}) \lambda_{g2} + p \lambda_{g2} / 2$$

$$l_s^{(1)} = 16,6 \text{ mm} + p \lambda_{g2} / 2$$

$$l_s^{(2)} = (n_{ys}^{(2)} - n_{yks}) \lambda_{g2} + q \lambda_{g2} / 2$$

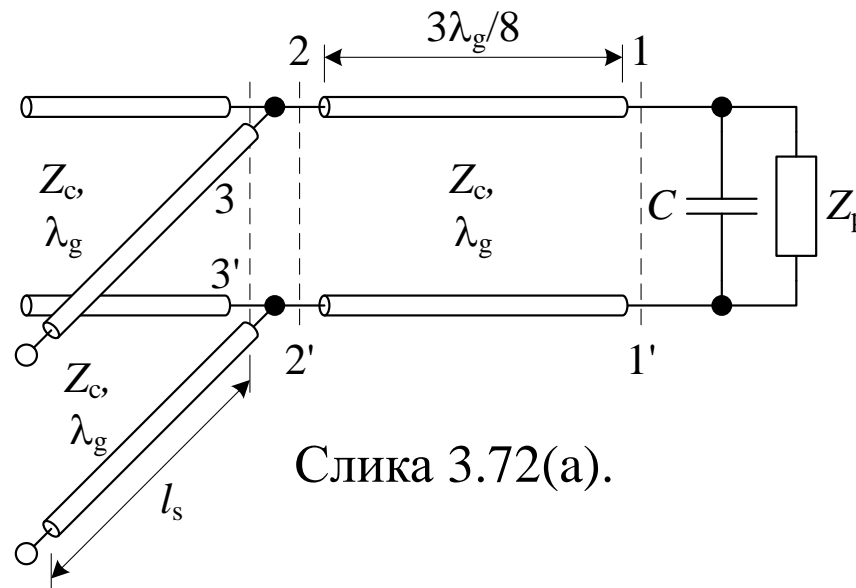
$$l_s^{(2)} = 55,4 \text{ mm} + q \lambda_{g2} / 2$$

$$p, q \in \mathbb{N}_0$$



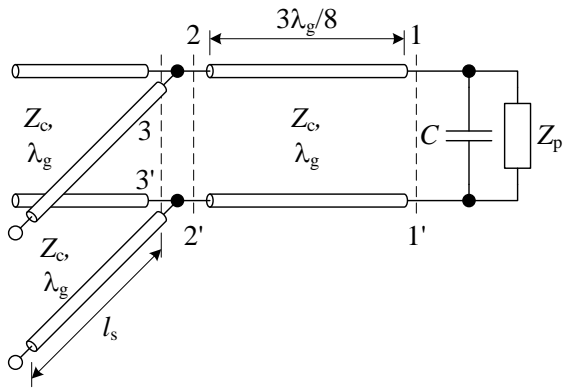
# 3.72

**3.72.** Потрошач импедансе  $\underline{Z}_p = 40(1 + j2)\Omega$  потребно је прилагодити на вод занемарљивих губитака и карактеристичне импедансе  $Z_c = 300\Omega$ , помоћу кондензатора и отвореног огранка направљеног од вода истих карактеристика. Кондензатор и огранак су један од другог удаљени  $3\lambda_g/8$ , као што је приказано на слици 3.72(a), где је  $\lambda_g$  таласна дужина на воду. Израчунати капацитивност кондензатора ( $C$ ) и одредити дужину огранка ( $l_s$ ). Учестаност генератора је  $f = 1\text{ GHz}$ .



Слика 3.72(a).

# 3.72



$$\underline{z}_p = \frac{Z_p}{Z_c} = \frac{2 + j4}{15} = 0,1333(1 + j2)$$

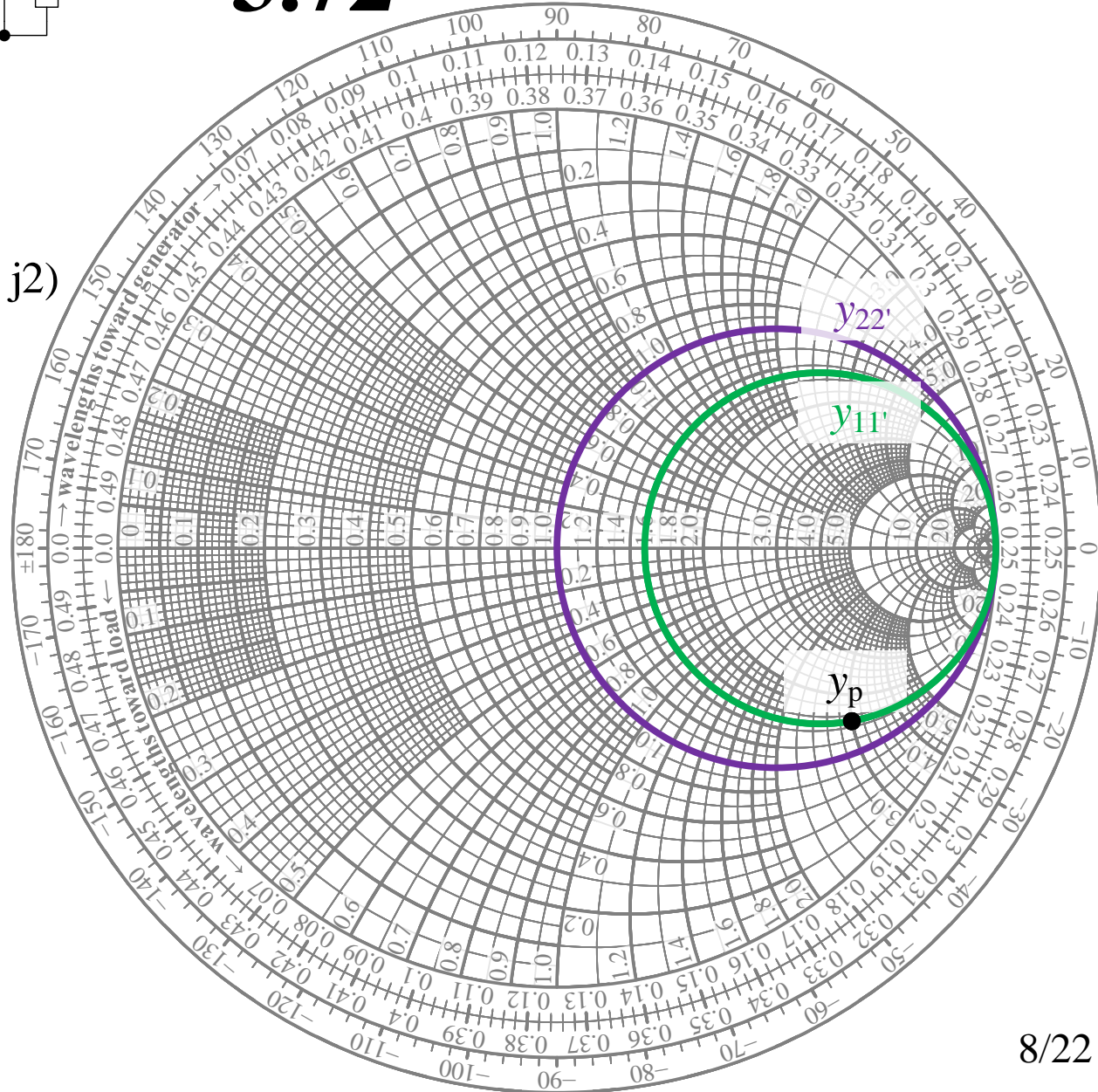
$$\underline{y}_p = 1/\underline{z}_p = 1,5 - j3$$

$$\underline{y}_{11'} = \underline{y}_p + jb_c$$

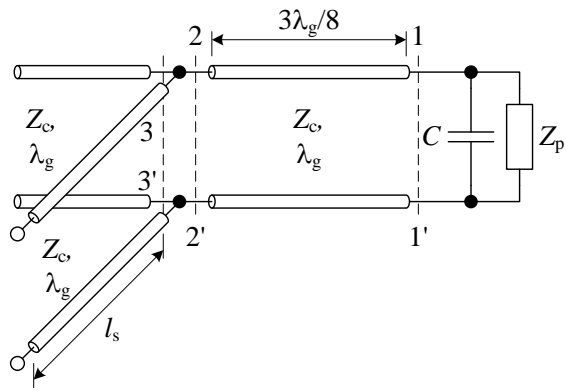
$$g_{11'} = g_p$$

$$1 = \underline{y}_{22'} + jb_s$$

$$g_{22'} = 1$$







# 3.72

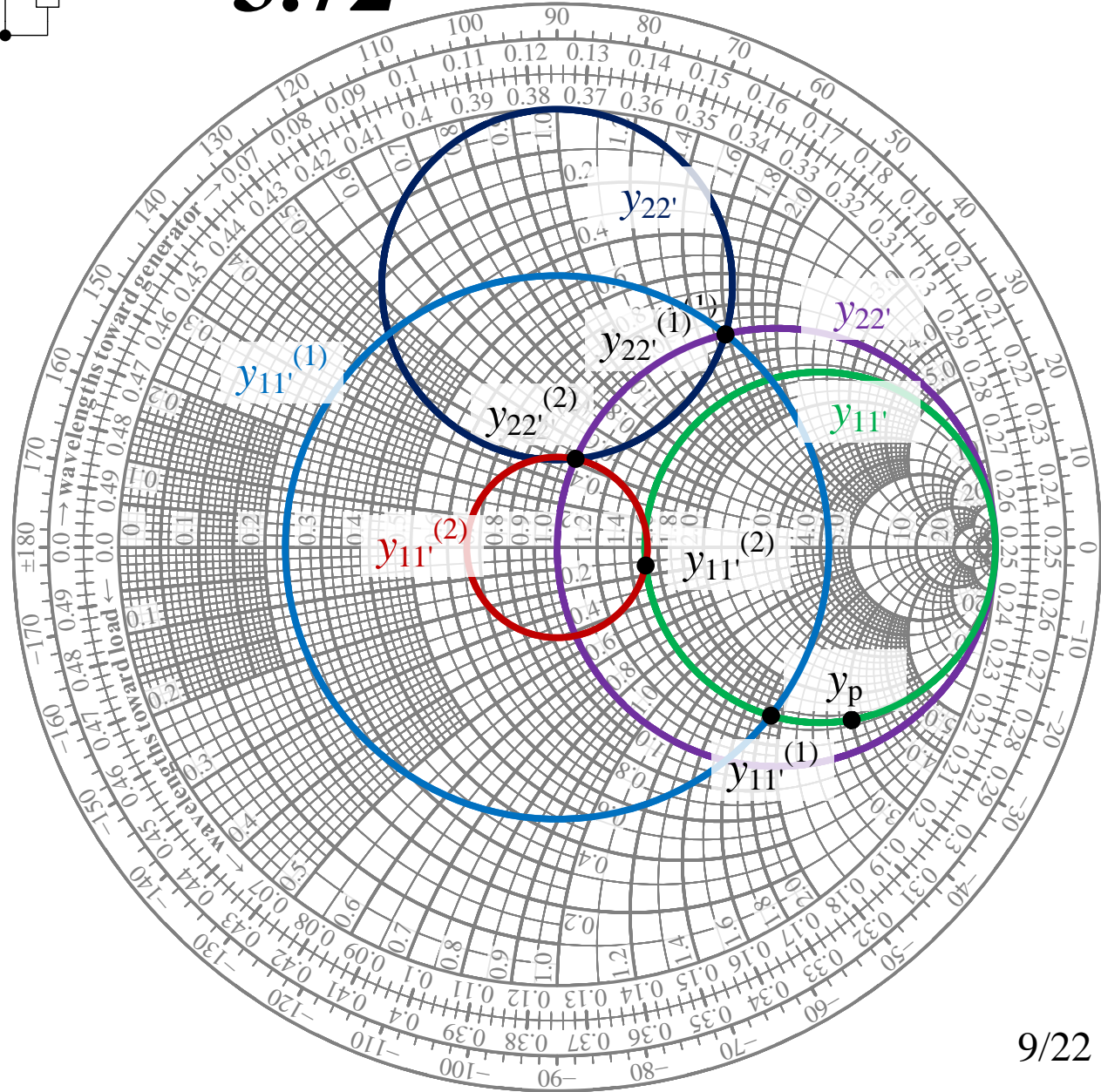
$$n_{y_{22}'} = n_{y_{11}'} + 0,375$$

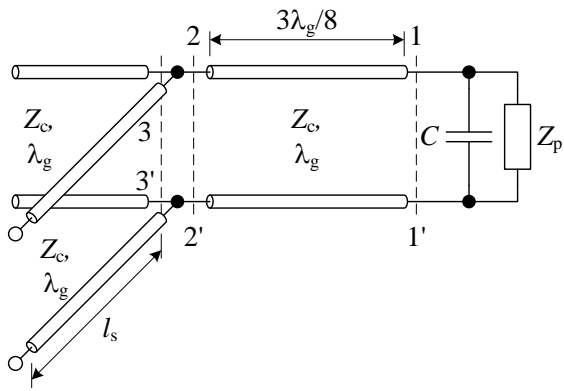
$$y_{-22}^{(1)} = 1 + j1,58$$

$$y_{-22}^{(2)} = 1 + j0,42$$

$$y_{-11}^{(1)} = 1,5 - j1,87$$

$$y_{-11}^{(2)} = 1,5 - j0,13$$





# 3.72

$$2\pi f C = \frac{b_{11'} - b_p}{Z_c}$$

$$C^{(1)} = \frac{b_{11'}^{(1)} - b_p}{2\pi f Z_c} = 0,6 \text{ pF} \quad C^{(2)} = \frac{b_{11'}^{(2)} - b_p}{2\pi f Z_c} = 1,52 \text{ pF}$$

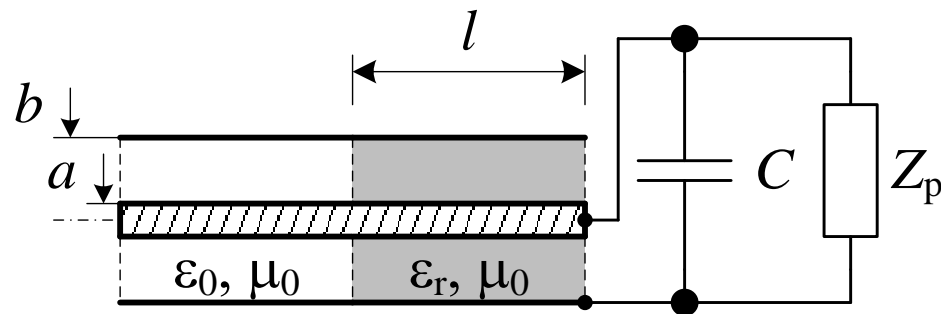
$$b_s = -b_{22'} = \tan(\beta l_s)$$

$$l_s^{(1)} = \lambda_g \frac{\arctan(-b_{22'}^{(1)})}{2\pi} + m \frac{\lambda_g}{2} \quad l_s^{(2)} = \lambda_g \frac{\arctan(-b_{22'}^{(2)})}{2\pi} + n \frac{\lambda_g}{2}$$

$$l_s^{(1)} = 0,34\lambda_g + m \frac{\lambda_g}{2} \quad l_s^{(2)} = 0,44\lambda_g + n \frac{\lambda_g}{2} \quad m, n \in N_0$$

# 3.73

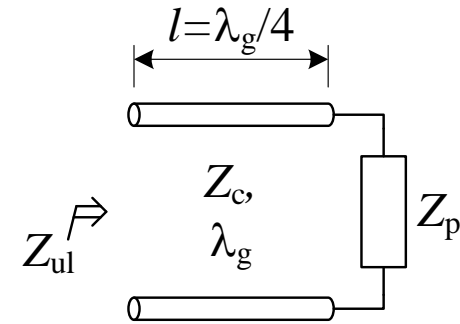
**3.73.** На учестаности  $f = 1 \text{ GHz}$  пројектовати мрежу за прилагођење пријемника импедансе  $Z_p = 11,9(1 + j) \Omega$  на ваздушни коаксијални вод полупречника унутрашњег проводника  $a = 1,3 \text{ mm}$  и унутрашњег полупречника спољашњег проводника  $b = 3 \text{ mm}$ . Мрежа за прилагођење састоји се од четвртталасног трансформатора импедансе и кондензатора везаног паралелно пријемнику, као што је приказано на слици 3.73. Четвртталасни трансформатор реализован је као секција коаксијалног вода, дужине  $l$ , испуњена хомогеним диелектриком релативне пермитивности  $\epsilon_r$ . (а) Израчунати  $\epsilon_r$ ,  $C$  и дужину  $l$ . (б) Израчунати коефицијент стојећег таласа на секцији коаксијалног вода испуњеној диелектриком.



Слика 3.73.

# 3.73

Четвртталасни трансформатор:



$$\underline{Z}_{ul} = Z_c \frac{\underline{Z}_p + jZ_c \tan(\beta l)}{Z_c + j\underline{Z}_p \tan(\beta l)}$$

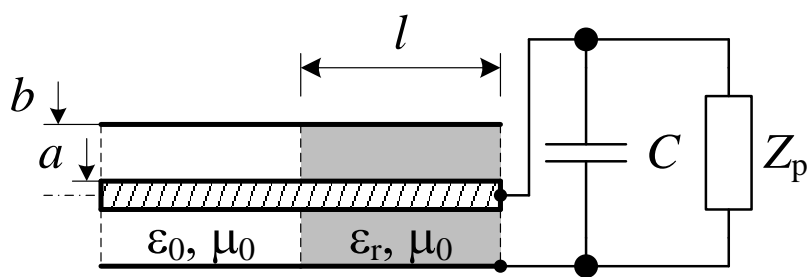
$$\beta l = \frac{2\pi}{\lambda_g} \frac{\lambda_g}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$\tan(\beta l) \rightarrow \infty$$

$$\underline{Z}_{ul} = \frac{Z_c^2}{\underline{Z}_p}$$

$$Z_c = \sqrt{\underline{Z}_{ul} \underline{Z}_p}$$





# 3.73

$$Z_{c0} \approx 60 \Omega \ln \frac{b}{a} \approx 50,14 \Omega$$

$$\epsilon_r = \left( \frac{Z_{c0}}{Z_c} \right)^2 = \boxed{2,1}$$

$$\underline{Y}_p = \frac{1}{\underline{Z}_p} = G_p + jB_p = (42 - j42) \text{ mS}$$

$$\lambda_{g\epsilon} = \frac{c_0}{f \sqrt{\epsilon_r}} = 206,55 \text{ mm}$$

$$B_p + 2\pi f C = 0$$

$$l = \frac{\lambda_g}{4} = \boxed{51,63 \text{ mm}}$$

$$C = -\frac{B_p}{2\pi f} = \boxed{6,69 \text{ pF}}$$

$$|\underline{\rho}| = \left| \frac{1/G_p - Z_c}{1/G_p + Z_c} \right| = \boxed{0,184}$$

$$Z_c = \sqrt{Z_{c0} / G_p} = 34,54 \Omega$$

$$\sigma = \frac{1 + |\underline{\rho}|}{1 - |\underline{\rho}|} = \boxed{1,45}$$

$$Z_c = Z_{c0} / \sqrt{\epsilon_r}$$

## 3.75

**3.75.** Израчунати коефицијент слабљења танког ваздушног двожишног вода. Полупречник проводника вода је  $a = 0,5 \text{ mm}$ , растојање између оса проводника је  $d = 10 \text{ mm}$ , проводници су од бакра (специфичне проводности  $\sigma = 58 \text{ MS/m}$ ), а радна учестаност је  $f = 600 \text{ MHz}$ .

# 3.75

$$Z_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \ln \left( \frac{d}{2a} + \sqrt{\left(\frac{d}{2a}\right)^2 - 1} \right)$$

$$d \gg a \quad Z_c \approx \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \ln \frac{d}{a} \approx 120 \ln \frac{d}{a} \Omega \quad Z_c \approx 360 \Omega$$

$$R' = \frac{R_s}{\pi a} \frac{2d/a}{\sqrt{(2d/a)^2 - 1}}$$

$$d \gg a \quad R' \approx \frac{R_s}{\pi a} = \frac{\sqrt{\pi \mu_0 f / \sigma}}{\pi a} \quad R' \approx 4,07 \Omega/\text{m}$$

$$\alpha_p = R' / (2Z_c)$$

$$\alpha_p \approx 5,7 \text{ mNp/m}$$

$$1 \text{ Np} = 20 \log_{10} e \text{ dB} \approx 8,686 \text{ dB}$$

$$\alpha_{p[\text{dB/m}]} \approx 0,05 \text{ dB/m}$$

## 3.90

**3.90.** Унутрашњи пречник спољашњег проводника полусавитљивог коаксијалног кабла RG401 је  $2b = 5,47 \text{ mm}$ , а диелектрик је тефлон ( $\epsilon_r = 2,1$ ). На воду је постигнуто прилагођење. Сматрати да је критично електрично поље за тефлон  $E_{\text{кр}} = 3 \text{ MV/m}$ . Израчунати максималну средњу снагу која се може пренети овим водом (а да не дође до пробоја диелектрика) ако је полупречник унутрашњег проводника пројектован тако да (а) коефицијент слабљења буде минималан и (б) средња снага која се може пренети овим водом буде максимална. (в) Израчунати снагу за случај под (б) ако је максимална дозвољена ефективна вредност струје проводника  $I = 4 \text{ A}$ .



# 3.90 (a)

$$\alpha = \alpha_p + \alpha_d \quad \alpha_p = \frac{R'}{2Z_c} \quad \alpha_d = 0$$

$$Z_c \approx \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{b}{a} \quad R' = \frac{1}{I^2} \oint_{C_p} R_s |\underline{\mathbf{H}}_t|^2 dl = \frac{R_s}{2\pi} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$$

$$R_s = \sqrt{\frac{\pi \mu f}{\sigma}}$$

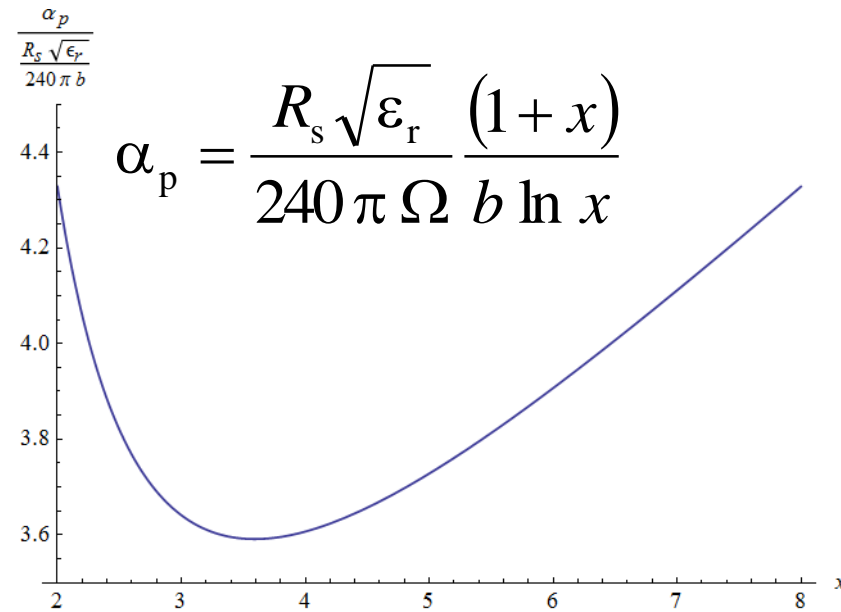
$$\alpha_p = \frac{R_s \sqrt{\epsilon_r}}{240 \pi \Omega} \frac{\left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)}{\ln \frac{b}{a}} = \left. \frac{R_s \sqrt{\epsilon_r}}{240 \pi \Omega} \frac{(1+x)}{b \ln x} \right|_{x=\frac{b}{a}}$$

# 3.90 (a)

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} = \frac{R_s \sqrt{\epsilon_r}}{240 \pi \Omega} \frac{\ln x - \frac{x+1}{x}}{b \ln^2 x} = 0$$

$$x \neq 1 \Rightarrow \ln x \neq 0$$

$$x \ln x = x + 1 \quad x \approx 3,59$$



# 3.90 (a)

$$b/a \approx 3,59$$

$$Z_c \approx \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{b}{a} \quad Z_c \approx 52,88 \Omega$$

$$P_{sr}^{\max} = \left( E_{kr} a \ln \frac{b}{a} \right)^2 / (2Z_c)$$

$$P_{sr}^{\max} = 80,68 \text{ kW}$$

## 3.90 (b)

$$P_{\text{sr}}^{\text{max}} = \left( E_{\text{kr}} a \ln \frac{b}{a} \right)^2 / (2Z_c) \quad Z_c \approx \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{b}{a}$$

$$P_{\text{sr}}^{\text{max}} = \frac{\left( E_{\text{kr}} a \ln \frac{b}{a} \right)^2}{120 \Omega \ln \frac{b}{a} / \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{E_{\text{kr}}^2 \sqrt{\epsilon_r}}{120 \Omega} a^2 \ln \frac{b}{a}$$

$$\frac{\partial}{\partial a} \left( a^2 \ln \frac{b}{a} \right) = a \left( 2 \ln \frac{b}{a} - 1 \right) = 0 \quad \ln \frac{b}{a} = 1/2 \quad a = b / \sqrt{e}$$



## 3.90 (6)

$$b/a = \sqrt{e} \approx 1,65$$

$$Z_c \approx \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{b}{a} \quad Z_c \approx 20,7 \Omega$$

$$P_{sr}^{\max} = \left( E_{kr} a \ln \frac{b}{a} \right)^2 / (2Z_c)$$

$$P_{sr}^{\max} = 149,6 \text{ kW}$$

## 3.90 (B)

$$Z_c \approx 20,7 \Omega \quad I \approx 4 \text{ A}$$

$$P_{\text{sr}}^{\text{max}} = Z_c I^2 = \boxed{331 \text{ W}}$$