

Subiectul 1

1. a) $\Gamma = 0.395 \angle -37.0^\circ = 0.315 + j \cdot (-0.238)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.315) - j \cdot (-0.238)] / [1 + (0.315) + j \cdot (-0.238)] = 0.4723 + j \cdot (0.2661);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.00875S + j \cdot (0.00493)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.00875S + j \cdot (0.00493)S] / 0.02S = 0.4373 + j \cdot (0.2464);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.4373 - j \cdot (0.2464)) / (1 + 0.4373 + j \cdot (0.2464)) = (0.352) + j \cdot (-0.232)$$

$$\Gamma = (0.352) + j \cdot (-0.232) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.421 \angle -33.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.421$ și $\arg(\Gamma) = -33.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 74.1^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.929; \theta_{p1} = 137.1^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 139.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.929; \theta_{p2} = 42.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (67.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (+55.9)\Omega) / (67.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (+55.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.307) + j \cdot (0.329) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.450 \angle 47.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.40\text{mW} = 3.80\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.80\text{dBm} + 14.20\text{dB} = 18.00\text{dBm} = 63.13\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 63.13\text{mW} - 2.40\text{mW} = 60.73\text{mW}$

b) $P_{out} = 60.73\text{mW} = 17.83\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.83\text{dBm} + 15.6\text{dB} = 33.43\text{dBm} = 2204.8\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.195, Z_{CE} = 60.92\Omega, Z_{CO} = 41.04\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 12\text{dB} + 19\text{dB} = 48\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.38\text{dB} = 1.374, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 0.98\text{dB} = 1.253, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 1.30\text{dB} = 1.349, F = 1.374 + (1.253 - 1)/50.119 + (1.349 - 1)/50.119/15.849 = 1.380 = 1.397\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 56Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 52.915\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.169 \cdot \pi = 0.532$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.588$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 54.32\Omega + j \cdot (-2.69)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3216 + j \cdot (0.2380) = 0.400 \angle 143.5^\circ$; $K = (1 - 0.662^2 - 0.278^2 + 0.400^2) / 2 / 0.133 / 2.390 = 1.014$

$|\Delta| = 0.400 < 1$, $K = 1.014 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-0.618) + j \cdot (-2.059)$, $R_S = 1.143$, $R_S < |C_S| = 2.150$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.662 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.78 = 2.50\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.08 = 0.35\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 5.71 = 7.57\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.50\text{dB} + 7.57\text{dB} + 0.35\text{dB} = 10.42\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 15.22 = 11.83\text{dB}$

Subiectul 2

1. a) $\Gamma = 0.345 \angle -77.0^\circ = 0.078 + j \cdot (-0.336)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.078) - j \cdot (-0.336)] / [1 + (0.078) + j \cdot (-0.336)] = 0.6914 + j \cdot (0.5276);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/59\Omega = 0.0169S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01172S + j \cdot (0.00894)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01172S + j \cdot (0.00894)S] / 0.02S = 0.5859 + j \cdot (0.4471);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5859 - j \cdot (0.4471)) / (1 + 0.5859 + j \cdot (0.4471)) = (0.168) + j \cdot (-0.329)$$

$$\Gamma = (0.168) + j \cdot (-0.329) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.370 \angle -62.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.370$ și $\arg(\Gamma) = -62.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 87.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.796; \theta_{p1} = 141.5^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 155.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.796; \theta_{p2} = 38.5^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (40.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (-35.5)\Omega) / (40.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (-35.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.038) + j \cdot (-0.379) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.381 \angle -84.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.65\text{mW} = 2.17\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.17\text{dBm} + 12.80\text{dB} = 14.97\text{dBm} = 31.44\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 31.44\text{mW} - 1.65\text{mW} = 29.79\text{mW}$

b) $P_{out} = 29.79\text{mW} = 14.74\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.74\text{dBm} + 19.8\text{dB} = 34.54\text{dBm} = 2844.9\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.229, Z_{CE} = 63.13\Omega, Z_{CO} = 39.60\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 11\text{dB} + 13\text{dB} = 41\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.87\text{dB} = 1.222, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 1.22\text{dB} = 1.324, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 1.13\text{dB} = 1.297, F = 1.222 + (1.324 - 1)/50.119 + (1.297 - 1)/50.119/12.589 = 1.229 = 0.895\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 44Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 46.904 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.1\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.238 \cdot \pi = 0.749$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.929$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 46.59\Omega + j \cdot (2.97)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2941 + j \cdot (-0.2321) = 0.375 \angle -141.7^\circ$; $K = (1 - 0.656^2 - 0.240^2 + 0.375^2) / 2 / 0.119 / 3.430 = 0.799$

$|\Delta| = 0.375 < 1$, $K = 0.799 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.182) + j \cdot (-0.684)$, $R_S = 1.408$, $R_S < |C_S| = 2.287$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.656 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.76 = 2.44\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 11.76 = 10.71\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.44\text{dB} + 10.71\text{dB} + 0.26\text{dB} = 13.41\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 28.82 = 14.60\text{dB}$

Subiectul 3

1. a) $\Gamma = 0.110\angle 68.0^\circ = 0.041 + j \cdot (0.102)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.041) - j \cdot (0.102)] / [1 + (0.041) + j \cdot (0.102)] = 0.9026 + j \cdot (-0.1864);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/47\Omega = 0.0213S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01920S + j \cdot (-0.00397)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01920S + j \cdot (-0.00397)S] / 0.02S = 0.9602 + j \cdot (-0.1983);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.9602 - j \cdot (-0.1983)) / (1 + 0.9602 + j \cdot (-0.1983)) = (0.010) + j \cdot (0.102)$$

$$\Gamma = (0.010) + j \cdot (0.102) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.103\angle 84.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.103$ și $\arg(\Gamma) = 84.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 5.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.206; \theta_{p1} = 168.3^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 89.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.206; \theta_{p2} = 11.7^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (54.8\Omega - 50\Omega + j \cdot (-64.4)\Omega) / (54.8\Omega + 50\Omega + j \cdot (-64.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.307) + j \cdot (-0.426) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.525\angle -54.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.50\text{mW} = 1.76\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.76\text{dBm} + 14.35\text{dB} = 16.11\text{dBm} = 40.84\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 40.84\text{mW} - 1.50\text{mW} = 39.34\text{mW}$

b) $P_{out} = 39.34\text{mW} = 15.95\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.95\text{dBm} + 19.5\text{dB} = 35.45\text{dBm} = 3506.2\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.192, Z_{CE} = 60.71\Omega, Z_{CO} = 41.18\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14\text{dB} + 11\text{dB} + 11\text{dB} = 36\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.23\text{dB} = 1.327, G_1 = 14\text{dB} = 25.119, F_2 = 1.07\text{dB} = 1.279, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 1.07\text{dB} = 1.279, F = 1.327 + (1.279 - 1)/25.119 + (1.279 - 1)/25.119/12.589 = 1.339 = 1.269\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 39Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.9\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 44.159\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.6\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.131 \cdot \pi = 0.413$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.438$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 40.43\Omega + j \cdot (3.70)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3654 + j \cdot (0.1513) = 0.395\angle 157.5^\circ$; $K = (1 - 0.654^2 - 0.266^2 + 0.395^2) / 2 / 0.132 / 2.539 = 0.982$

$$|\Delta| = 0.395 < 1, K = 0.982 < 1, \text{sistemul **nu este** necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.018) + j \cdot (-1.978), R_S = 1.235, R_S < |C_S| = 2.225, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.654 < 1, \text{zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.75 = 2.42\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.08 = 0.32\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 6.45 = 8.09\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.42\text{dB} + 8.09\text{dB} + 0.32\text{dB} = 10.84\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 19.23 = 12.84\text{dB}$

Subiectul 4

1. a) $\Gamma = 0.365 \angle 164.0^\circ = -0.351 + j \cdot (0.101)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.351) - j \cdot (0.101)] / [1 + (-0.351) + j \cdot (0.101)] = 2.0087 + j \cdot (-0.4663);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/51\Omega = 0.0196S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03939S + j \cdot (-0.00914)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03939S + j \cdot (-0.00914)S] / 0.02S = 1.9693 + j \cdot (-0.4572);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.9693 - j \cdot (-0.4572)) / (1 + 1.9693 + j \cdot (-0.4572)) = (-0.342) + j \cdot (0.101)$$

$$\Gamma = (-0.342) + j \cdot (0.101) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.357 \angle 163.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.357$ și $\arg(\Gamma) = 163.5^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 153.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.764; \theta_{p1} = 142.6^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 42.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.764; \theta_{p2} = 37.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (61.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (+62.2)\Omega) / (61.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (+62.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.316) + j \cdot (0.381) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.495 \angle 50.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.15mW = 0.61dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.61dBm + 13.00dB = 13.61dBm = 22.95mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 22.95mW - 1.15mW = 21.80mW$

b) $P_{out} = 21.80mW = 13.38dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.38dBm + 18.1dB = 31.48dBm = 1407.2mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.224, Z_{CE} = 62.79\Omega, Z_{CO} = 39.82\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19dB + 18dB + 19dB = 56dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.13dB = 1.297, G_1 = 19dB = 79.433, F_2 = 1.16dB = 1.306, G_2 = 18dB = 63.096, F_3 = 1.05dB = 1.274, F = 1.297 + (1.306 - 1)/79.433 + (1.274 - 1)/79.433/63.096 = 1.301 = 1.143dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 39Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.7GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 44.159 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.5GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.162 \cdot \pi = 0.510$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.559$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 41.16\Omega + j \cdot (4.37)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0804 + j \cdot (-0.3613) = 0.370 \angle -102.5^\circ$; $K = (1 - 0.684^2 - 0.240^2 + 0.370^2) / 2 / 0.108 / 4.417 = 0.641$

$|\Delta| = 0.370 < 1$, $K = 0.641 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.126) + j \cdot (0.639)$, $R_S = 1.442$, $R_S < |C_S| = 2.220$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.684 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.88 = 2.74dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 19.51 = 12.90dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.74dB + 12.90dB + 0.26dB = 15.90dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 40.90 = 16.12dB$

Subiectul 5

1. a) $\Gamma = 0.160\angle 88.0^\circ = 0.006 + j \cdot (0.160)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.006) - j \cdot (0.160)] / [1 + (0.006) + j \cdot (0.160)] = 0.9398 + j \cdot (-0.3085);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/40\Omega = 0.0250S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02350S + j \cdot (-0.00771)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02350S + j \cdot (-0.00771)S] / 0.02S = 1.1748 + j \cdot (-0.3856);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1748 - j \cdot (-0.3856)) / (1 + 1.1748 + j \cdot (-0.3856)) = (-0.108) + j \cdot (0.158)$$

$$\Gamma = (-0.108) + j \cdot (0.158) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.192\angle 124.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.192$ și $\arg(\Gamma) = 124.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 168.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.391; \theta_{p1} = 158.7^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 67.3^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.391; \theta_{p2} = 21.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (44.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (+33.7)\Omega) / (44.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (+33.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.062) + j \cdot (0.334) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.340\angle 79.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.90mW = -0.46dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.46dBm + 13.50dB = 13.04dBm = 20.15mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 20.15mW - 0.90mW = 19.25mW$

b) $P_{out} = 19.25mW = 12.84dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 12.84dBm + 19.9dB = 32.74dBm = 1881.0mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.211, Z_{CE} = 61.97\Omega, Z_{CO} = 40.34\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17dB + 10dB + 16dB = 43dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.21dB = 1.321, G_1 = 17dB = 50.119, F_2 = 1.10dB = 1.288, G_2 = 10dB = 10.000, F_3 = 1.45dB = 1.396, F = 1.321 + (1.288 - 1)/50.119 + (1.396 - 1)/50.119/10.000 = 1.328 = 1.231dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 61Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.6GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 55.227 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.1GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.238 \cdot \pi = 0.749$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.929$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.36\Omega + j \cdot (-5.50)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3349 + j \cdot (0.2175) = 0.399\angle 147.0^\circ$; $K = (1 - 0.660^2 - 0.275^2 + 0.399^2) / 2 / 0.133 / 2.427 = 1.004$

$|\Delta| = 0.399 < 1$, $K = 1.004 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-0.720) + j \cdot (-2.049), R_S = 1.169, R_S < |C_S| = 2.171, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.660 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.77 = 2.48dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.08 = 0.34dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 5.89 = 7.70dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.48dB + 7.70dB + 0.34dB = 10.53dB$

Bilateral: $(C8, S129) K > 1, MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 16.66 = 12.22dB$

Subiectul 6

1. a) $\Gamma = 0.235 \angle -131.0^\circ = -0.154 + j \cdot (-0.177)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.154) - j \cdot (-0.177)] / [1 + (-0.154) + j \cdot (-0.177)] = 1.2650 + j \cdot (0.4749);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/57\Omega = 0.0175S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02219S + j \cdot (0.00833)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02219S + j \cdot (0.00833)S] / 0.02S = 1.1096 + j \cdot (0.4166);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1096 - j \cdot (0.4166)) / (1 + 1.1096 + j \cdot (0.4166)) = (-0.088) + j \cdot (-0.180)$$

$$\Gamma = (-0.088) + j \cdot (-0.180) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.200 \angle -115.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.200$ și $\arg(\Gamma) = -115.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 108.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.409; \theta_{p1} = 157.8^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 7.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.409; \theta_{p2} = 22.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (43.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (+61.1)\Omega) / (43.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (+61.1)\Omega)$

$$\Gamma = (0.250) + j \cdot (0.492) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.552 \angle 63.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.95\text{mW} = 2.90\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.90\text{dBm} + 15.15\text{dB} = 18.05\text{dBm} = 63.83\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 63.83\text{mW} - 1.95\text{mW} = 61.88\text{mW}$

b) $P_{out} = 61.88\text{mW} = 17.92\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.92\text{dBm} + 19.6\text{dB} = 37.52\text{dBm} = 5643.7\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.175, Z_{CE} = 59.66\Omega, Z_{CO} = 41.91\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 13\text{dB} + 12\text{dB} + 14\text{dB} = 39\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.85\text{dB} = 1.216, G_1 = 13\text{dB} = 19.953, F_2 = 0.78\text{dB} = 1.197, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 1.21\text{dB} = 1.321, F = 1.216 + (1.197 - 1)/19.953 + (1.321 - 1)/19.953/15.849 = 1.227 = 0.889\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 32Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.7\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 40.000 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.138 \cdot \pi = 0.433$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.463$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 34.17\Omega + j \cdot (5.86)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3523 + j \cdot (-0.1370) = 0.378 \angle -158.7^\circ$; $K = (1 - 0.651^2 - 0.240^2 + 0.378^2) / 2 / 0.123 / 3.120 = 0.862$

$|\Delta| = 0.378 < 1$, $K = 0.862 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.955) + j \cdot (-1.183), R_S = 1.366, R_S < |C_S| = 2.285, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.651 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.74 = 2.39\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 9.73 = 9.88\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.39\text{dB} + 9.88\text{dB} + 0.26\text{dB} = 12.54\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 25.37 = 14.04\text{dB}$

Subiectul 7

1. a) $\Gamma = 0.315 \angle 163.0^\circ = -0.301 + j \cdot (0.092)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.301) - j \cdot (0.092)] / [1 + (-0.301) + j \cdot (0.092)] = 1.8133 + j \cdot (-0.3708);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/46\Omega = 0.0217S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03942S + j \cdot (-0.00806)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03942S + j \cdot (-0.00806)S] / 0.02S = 1.9710 + j \cdot (-0.4030);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.9710 - j \cdot (-0.4030)) / (1 + 1.9710 + j \cdot (-0.4030)) = (-0.339) + j \cdot (0.090)$$

$$\Gamma = (-0.339) + j \cdot (0.090) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.351 \angle 165.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.351$ și $\arg(\Gamma) = 165.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 152.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.749; \theta_{p1} = 143.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 42.1^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.749; \theta_{p2} = 36.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (55.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (+52.9)\Omega) / (55.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (+52.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.242) + j \cdot (0.380) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.451 \angle 57.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.45\text{mW} = 1.61\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.61\text{dBm} + 15.75\text{dB} = 17.36\text{dBm} = 54.50\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 54.50\text{mW} - 1.45\text{mW} = 53.05\text{mW}$

b) $P_{out} = 53.05\text{mW} = 17.25\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.25\text{dBm} + 17.7\text{dB} = 34.95\text{dBm} = 3123.6\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.163, Z_{CE} = 58.95\Omega, Z_{CO} = 42.41\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12\text{dB} + 18\text{dB} + 10\text{dB} = 40\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.27\text{dB} = 1.340, G_1 = 12\text{dB} = 15.849, F_2 = 1.35\text{dB} = 1.365, G_2 = 18\text{dB} = 63.096, F_3 = 1.06\text{dB} = 1.276, F = 1.340 + (1.365 - 1)/15.849 + (1.276 - 1)/15.849/63.096 = 1.363 = 1.345\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 68Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.4\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 58.310\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.234 \cdot \pi = 0.735$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.904$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 58.52\Omega + j \cdot (-8.99)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0606 + j \cdot (-0.3648) = 0.370 \angle -99.4^\circ$; $K = (1 - 0.687^2 - 0.240^2 + 0.370^2) / 2 / 0.107 / 4.510 = 0.629$

$$|\Delta| = 0.370 < 1, K = 0.629 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.082) + j \cdot (0.740), R_S = 1.440, R_S < |C_S| = 2.210, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.687 < 1, \text{zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.89 = 2.77\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 20.34 = 13.08\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.77\text{dB} + 13.08\text{dB} + 0.26\text{dB} = 16.11\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 42.15 = 16.25\text{dB}$

Subiectul 8

1. a) $\Gamma = 0.270 \angle -140.0^\circ = -0.207 + j \cdot (-0.174)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.207) - j \cdot (-0.174)] / [1 + (-0.207) + j \cdot (-0.174)] = 1.4063 + j \cdot (0.5265);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02930S + j \cdot (0.01097)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02930S + j \cdot (0.01097)S] / 0.02S = 1.4649 + j \cdot (0.5485);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.4649 - j \cdot (0.5485)) / (1 + 1.4649 + j \cdot (0.5485)) = (-0.227) + j \cdot (-0.172)$$

$$\Gamma = (-0.227) + j \cdot (-0.172) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.285 \angle -142.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.285$ și $\arg(\Gamma) = -142.8^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 124.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.594; \theta_{p1} = 149.3^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 18.1^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.594; \theta_{p2} = 30.7^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (42.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (+49.7)\Omega) / (42.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (+49.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.162) + j \cdot (0.450) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.478 \angle 70.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.60\text{mW} = 2.04\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.04\text{dBm} + 15.25\text{dB} = 17.29\text{dBm} = 53.59\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 53.59\text{mW} - 1.60\text{mW} = 51.99\text{mW}$

b) $P_{out} = 51.99\text{mW} = 17.16\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.16\text{dBm} + 17.7\text{dB} = 34.86\text{dBm} = 3061.7\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.173, Z_{CE} = 59.53\Omega, Z_{CO} = 41.99\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 16\text{dB} + 16\text{dB} + 15\text{dB} = 47\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.89\text{dB} = 1.227, G_1 = 16\text{dB} = 39.811, F_2 = 1.02\text{dB} = 1.265, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 0.86\text{dB} = 1.219, F = 1.227 + (1.265 - 1)/39.811 + (1.219 - 1)/39.811/39.811 = 1.234 = 0.914\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 33Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 40.620 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.7\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.167 \cdot \pi = 0.524$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.577$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 36.07\Omega + j \cdot (6.54)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3455 + j \cdot (0.1945) = 0.397 \angle 150.6^\circ$; $K = (1 - 0.658^2 - 0.272^2 + 0.397^2) / 2 / 0.132 / 2.464 = 1.000$

$|\Delta| = 0.397 < 1$, $K = 1.000 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-0.815) + j \cdot (-2.021)$, $R_S = 1.180$, $R_S < |C_S| = 2.179$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.658 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.76 = 2.46\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.08 = 0.33\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 6.07 = 7.83\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.46\text{dB} + 7.83\text{dB} + 0.33\text{dB} = 10.63\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 18.67 = 12.71\text{dB}$

Subiectul 9

1. a) $\Gamma = 0.295 \angle 71.0^\circ = 0.096 + j \cdot (0.279)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.096) - j \cdot (0.279)] / [1 + (0.096) + j \cdot (0.279)] = 0.7138 + j \cdot (-0.4361);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/52\Omega = 0.0192S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01373S + j \cdot (-0.00839)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01373S + j \cdot (-0.00839)S] / 0.02S = 0.6863 + j \cdot (-0.4194);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.6863 - j \cdot (-0.4194)) / (1 + 0.6863 + j \cdot (-0.4194)) = (0.117) + j \cdot (0.278)$$

$$\Gamma = (0.117) + j \cdot (0.278) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.301 \angle 67.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.301$ și $\arg(\Gamma) = 67.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 20.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.632; \theta_{p1} = 147.7^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 92.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.632; \theta_{p2} = 32.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (31.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (-51.9)\Omega) / (31.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (-51.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.127) + j \cdot (-0.555) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.569 \angle -77.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.00mW = 0.00dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.00dBm + 16.40dB = 16.40dBm = 43.65mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 43.65mW - 1.00mW = 42.65mW$

b) $P_{out} = 42.65mW = 16.30dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.30dBm + 17.8dB = 34.10dBm = 2570.0mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.151, Z_{CE} = 58.24\Omega, Z_{CO} = 42.93\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 13dB + 13dB + 14dB = 40dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.41dB = 1.384, G_1 = 13dB = 19.953, F_2 = 1.41dB = 1.384, G_2 = 13dB = 19.953, F_3 = 1.14dB = 1.300, F = 1.384 + (1.384 - 1)/19.953 + (1.300 - 1)/19.953/19.953 = 1.404 = 1.472dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 33Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.9GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 40.620 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.6GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.202 \cdot \pi = 0.635$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.737$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 37.49\Omega + j \cdot (7.49)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1961 + j \cdot (-0.3154) = 0.371 \angle -121.9^\circ$; $K = (1 - 0.666^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.114 / 3.863 = 0.723$

$$|\Delta| = 0.371 < 1, K = 0.723 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.271) + j \cdot (-0.027), R_S = 1.441, R_S < |C_S| = 2.272, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.666 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.80 = 2.55dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 14.92 = 11.74dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.55dB + 11.74dB + 0.26dB = 14.54dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 33.89 = 15.30dB$

Subiectul 10

1. a) $\Gamma = 0.395 \angle 29.0^\circ = 0.345 + j \cdot (0.191)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.345) - j \cdot (0.191)] / [1 + (0.345) + j \cdot (0.191)] = 0.4569 + j \cdot (-0.2074);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.00952S + j \cdot (-0.00432)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.00952S + j \cdot (-0.00432)S] / 0.02S = 0.4760 + j \cdot (-0.2160);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.4760 - j \cdot (-0.2160)) / (1 + 0.4760 + j \cdot (-0.2160)) = (0.327) + j \cdot (0.194)$$

$$\Gamma = (0.327) + j \cdot (0.194) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.380 \angle 30.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.380$ și $\arg(\Gamma) = 30.7^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 40.8^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.822; \theta_{p1} = 140.6^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 108.5^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.822; \theta_{p2} = 39.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (48.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (+36.9)\Omega) / (48.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (+36.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.110) + j \cdot (0.334) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.351 \angle 71.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.80\text{mW} = 2.55\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.55\text{dBm} + 16.25\text{dB} = 18.80\text{dBm} = 75.91\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 75.91\text{mW} - 1.80\text{mW} = 74.11\text{mW}$

b) $P_{out} = 74.11\text{mW} = 18.70\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 18.70\text{dBm} + 17.9\text{dB} = 36.60\text{dBm} = 4569.3\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.154, Z_{CE} = 58.40\Omega, Z_{CO} = 42.81\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18\text{dB} + 15\text{dB} + 19\text{dB} = 52\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.32\text{dB} = 1.355, G_1 = 18\text{dB} = 63.096, F_2 = 1.49\text{dB} = 1.409, G_2 = 15\text{dB} = 31.623, F_3 = 1.07\text{dB} = 1.279, F = 1.355 + (1.409 - 1)/63.096 + (1.279 - 1)/63.096/31.623 = 1.362 = 1.341\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 58Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.9\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 53.852\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.222 \cdot \pi = 0.698$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.839$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 54.40\Omega + j \cdot (-3.98)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3690 + j \cdot (-0.0951) = 0.381 \angle -165.5^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.242^2 + 0.381^2) / 2 / 0.125 / 3.013 = 0.882$

$|\Delta| = 0.381 < 1$, $K = 0.882 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.845) + j \cdot (-1.355)$, $R_S = 1.358$, $R_S < |C_S| = 2.289$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.650 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 9.08 = 9.58\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38\text{dB} + 9.58\text{dB} + 0.26\text{dB} = 12.23\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 24.10 = 13.82\text{dB}$

Subiectul 11

1. a) $\Gamma = 0.380 \angle 100.0^\circ = -0.066 + j \cdot (0.374)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.066) - j \cdot (0.374)] / [1 + (-0.066) + j \cdot (0.374)] = 0.8451 + j \cdot (-0.7393);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/56\Omega = 0.0179S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01509S + j \cdot (-0.01320)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01509S + j \cdot (-0.01320)S] / 0.02S = 0.7546 + j \cdot (-0.6601);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7546 - j \cdot (-0.6601)) / (1 + 0.7546 + j \cdot (-0.6601)) = (-0.001) + j \cdot (0.376)$$

$$\Gamma = (-0.001) + j \cdot (0.376) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.376 \angle 90.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.376$ și $\arg(\Gamma) = 90.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 10.9^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.811; \theta_{p1} = 141.0^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 78.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.811; \theta_{p2} = 39.0^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (57.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (+59.6)\Omega) / (57.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (+59.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.290) + j \cdot (0.392) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.488 \angle 53.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.75mW = -1.25dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -1.25dBm + 15.50dB = 14.25dBm = 26.61mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 26.61mW - 0.75mW = 25.86mW$

b) $P_{out} = 25.86mW = 14.13dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.13dBm + 16.7dB = 30.83dBm = 1209.6mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.168, Z_{CE} = 59.23\Omega, Z_{CO} = 42.20\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 15dB + 13dB + 13dB = 41dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.84dB = 1.213, G_1 = 15dB = 31.623, F_2 = 0.79dB = 1.199, G_2 = 13dB = 19.953, F_3 = 1.05dB = 1.274, F = 1.213 + (1.199 - 1)/31.623 + (1.274 - 1)/31.623/19.953 = 1.220 = 0.864dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 73Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.2GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.415 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.7GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.147 \cdot \pi = 0.461$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.497$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 66.91\Omega + j \cdot (-10.15)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2656 + j \cdot (-0.2640) = 0.375 \angle -135.2^\circ$; $K = (1 - 0.658^2 - 0.240^2 + 0.375^2) / 2 / 0.118 / 3.554 = 0.775$

$$|\Delta| = 0.375 < 1, K = 0.775 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.246) + j \cdot (-0.475), R_S = 1.433, R_S < |C_S| = 2.296, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.658 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.76 = 2.46dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 12.63 = 11.01dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.46dB + 11.01dB + 0.26dB = 13.74dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 30.12 = 14.79dB$

Subiectul 12

1. a) $\Gamma = 0.305 \angle -115.0^\circ = -0.129 + j \cdot (-0.276)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.129) - j \cdot (-0.276)] / [1 + (-0.129) + j \cdot (-0.276)] = 1.0859 + j \cdot (0.6619);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/51\Omega = 0.0196S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02129S + j \cdot (0.01298)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02129S + j \cdot (0.01298)S] / 0.02S = 1.0646 + j \cdot (0.6489);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0646 - j \cdot (0.6489)) / (1 + 1.0646 + j \cdot (0.6489)) = (-0.118) + j \cdot (-0.277)$$

$$\Gamma = (-0.118) + j \cdot (-0.277) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.301 \angle -113.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.301$ și $\arg(\Gamma) = -113.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 110.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.632; \theta_{p1} = 147.7^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 2.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.632; \theta_{p2} = 32.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (45.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+35.5)\Omega) / (45.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+35.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.079) + j \cdot (0.343) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.352 \angle 77.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.60\text{mW} = -2.22\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -2.22\text{dBm} + 16.20\text{dB} = 13.98\text{dBm} = 25.01\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 25.01\text{mW} - 0.60\text{mW} = 24.41\text{mW}$

b) $P_{out} = 24.41\text{mW} = 13.88\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.88\text{dBm} + 16.1\text{dB} = 29.98\text{dBm} = 994.5\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.155, Z_{CE} = 58.45\Omega, Z_{CO} = 42.77\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 18\text{dB} + 10\text{dB} = 45\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.94\text{dB} = 1.242, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 0.94\text{dB} = 1.242, G_2 = 18\text{dB} = 63.096, F_3 = 0.71\text{dB} = 1.178, F = 1.242 + (1.242 - 1)/50.119 + (1.178 - 1)/50.119/63.096 = 1.247 = 0.957\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 41Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.9\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.277 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.8\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.157 \cdot \pi = 0.494$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.539$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 42.73\Omega + j \cdot (3.55)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2743 + j \cdot (0.2969) = 0.404 \angle 132.7^\circ$; $K = (1 - 0.668^2 - 0.287^2 + 0.404^2) / 2 / 0.134 / 2.278 = 1.040$

$|\Delta| = 0.404 < 1$, $K = 1.040 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-0.319) + j \cdot (-2.075), R_S = 1.079, R_S < |C_S| = 2.100, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.668 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.81 = 2.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.09 = 0.37\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 5.19 = 7.15\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.57\text{dB} + 7.15\text{dB} + 0.37\text{dB} = 10.09\text{dB}$

Bilateral: $(C8, S129) K > 1, MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 12.83 = 11.08\text{dB}$

Subiectul 13

1. a) $\Gamma = 0.335 \angle -26.0^\circ = 0.301 + j \cdot (-0.147)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.301) - j \cdot (-0.147)] / [1 + (0.301) + j \cdot (-0.147)] = 0.5178 + j \cdot (0.1713);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/50\Omega = 0.0200S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01036S + j \cdot (0.00343)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01036S + j \cdot (0.00343)S] / 0.02S = 0.5178 + j \cdot (0.1713);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5178 - j \cdot (0.1713)) / (1 + 0.5178 + j \cdot (0.1713)) = (0.301) + j \cdot (-0.147)$$

$$\Gamma = (0.301) + j \cdot (-0.147) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.335 \angle -26.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiecțare cu $|\Gamma| = 0.335$ și $\arg(\Gamma) = -26.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 67.8^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.711; \theta_{p1} = 144.6^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 138.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.711; \theta_{p2} = 35.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (58.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (-47.4)\Omega) / (58.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (-47.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.225) + j \cdot (-0.340) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.407 \angle -56.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.00\text{mW} = 0.00\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.00\text{dBm} + 14.40\text{dB} = 14.40\text{dBm} = 27.54\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 27.54\text{mW} - 1.00\text{mW} = 26.54\text{mW}$

b) $P_{out} = 26.54\text{mW} = 14.24\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.24\text{dBm} + 19.0\text{dB} = 33.24\text{dBm} = 2108.3\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.191, Z_{CE} = 60.64\Omega, Z_{CO} = 41.23\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 17\text{dB} + 11\text{dB} = 47\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.00\text{dB} = 1.259, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 1.18\text{dB} = 1.312, G_2 = 17\text{dB} = 50.119, F_3 = 1.40\text{dB} = 1.380, F = 1.259 + (1.312 - 1)/79.433 + (1.380 - 1)/79.433/50.119 = 1.263 = 1.014\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 74Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.828 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.7\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.193 \cdot \pi = 0.605$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.692$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 64.04\Omega + j \cdot (-11.82)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1588 + j \cdot (-0.3358) = 0.371 \angle -115.3^\circ$; $K = (1 - 0.672^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.112 / 4.048 = 0.693$

$|\Delta| = 0.371 < 1$, $K = 0.693 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.248) + j \cdot (0.204), R_S = 1.446, R_S < |C_S| = 2.257, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.672 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.82 = 2.61\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 16.39 = 12.14\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.61\text{dB} + 12.14\text{dB} + 0.26\text{dB} = 15.01\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 36.14 = 15.58\text{dB}$

Subiectul 14

1. a) $\Gamma = 0.295 \angle -151.0^\circ = -0.258 + j \cdot (-0.143)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.258) - j \cdot (-0.143)] / [1 + (-0.258) + j \cdot (-0.143)] = 1.5989 + j \cdot (0.5009);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/51\Omega = 0.0196S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03135S + j \cdot (0.00982)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03135S + j \cdot (0.00982)S] / 0.02S = 1.5676 + j \cdot (0.4911);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.5676 - j \cdot (0.4911)) / (1 + 1.5676 + j \cdot (0.4911)) = (-0.249) + j \cdot (-0.144)$$

$$\Gamma = (-0.249) + j \cdot (-0.144) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.287 \angle -150.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.287$ și $\arg(\Gamma) = -150.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 128.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.599; \theta_{p1} = 149.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 21.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.599; \theta_{p2} = 30.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (49.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (-30.3)\Omega) / (49.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (-30.3)\Omega)$

$$\Gamma = (0.079) + j \cdot (-0.281) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.292 \angle -74.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.05\text{mW} = 0.21\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.21\text{dBm} + 14.05\text{dB} = 14.26\text{dBm} = 26.68\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 26.68\text{mW} - 1.05\text{mW} = 25.63\text{mW}$

b) $P_{out} = 25.63\text{mW} = 14.09\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.09\text{dBm} + 15.6\text{dB} = 29.69\text{dBm} = 930.6\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.198, Z_{CE} = 61.13\Omega, Z_{CO} = 40.89\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18\text{dB} + 15\text{dB} + 16\text{dB} = 49\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.74\text{dB} = 1.186, G_1 = 18\text{dB} = 63.096, F_2 = 1.26\text{dB} = 1.337, G_2 = 15\text{dB} = 31.623, F_3 = 0.95\text{dB} = 1.245, F = 1.186 + (1.337 - 1)/63.096 + (1.245 - 1)/63.096/31.623 = 1.191 = 0.760\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 67Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 57.879\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.9\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.229 \cdot \pi = 0.721$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.878$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 58.36\Omega + j \cdot (-8.50)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3344 + j \cdot (-0.1779) = 0.379 \angle -152.0^\circ$; $K = (1 - 0.653^2 - 0.240^2 + 0.379^2) / 2 / 0.122 / 3.244 = 0.833$

$$|\Delta| = 0.379 < 1, K = 0.833 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.074) + j \cdot (-0.994), R_S = 1.399, R_S < |C_S| = 2.299, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.653 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.74 = 2.41\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 10.52 = 10.22\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.41\text{dB} + 10.22\text{dB} + 0.26\text{dB} = 12.89\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 26.59 = 14.25\text{dB}$

Subiectul 15

1. a) $\Gamma = 0.140 \angle 165.0^\circ = -0.135 + j \cdot (0.036)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.135) - j \cdot (0.036)] / [1 + (-0.135) + j \cdot (0.036)] = 1.3087 + j \cdot (-0.0967);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02726S + j \cdot (-0.00202)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02726S + j \cdot (-0.00202)S] / 0.02S = 1.3632 + j \cdot (-0.1008);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.3632 - j \cdot (-0.1008)) / (1 + 1.3632 + j \cdot (-0.1008)) = (-0.155) + j \cdot (0.036)$$

$$\Gamma = (-0.155) + j \cdot (0.036) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.159 \angle 166.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.159$ și $\arg(\Gamma) = 166.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 146.1^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.323; \theta_{p1} = 162.1^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 46.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.323; \theta_{p2} = 17.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (65.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (+43.8)\Omega) / (65.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (+43.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.241) + j \cdot (0.289) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.376 \angle 50.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.70\text{mW} = 2.30\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.30\text{dBm} + 15.20\text{dB} = 17.50\text{dBm} = 56.29\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 56.29\text{mW} - 1.70\text{mW} = 54.59\text{mW}$

b) $P_{out} = 54.59\text{mW} = 17.37\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.37\text{dBm} + 16.7\text{dB} = 34.07\text{dBm} = 2553.5\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.174, Z_{CE} = 59.60\Omega, Z_{CO} = 41.95\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 10\text{dB} + 16\text{dB} + 16\text{dB} = 42\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.97\text{dB} = 1.250, G_1 = 10\text{dB} = 10.000, F_2 = 0.70\text{dB} = 1.175, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 1.12\text{dB} = 1.294, F = 1.250 + (1.175 - 1)/10.000 + (1.294 - 1)/10.000/39.811 = 1.268 = 1.033\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 72Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.4\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.000 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.6\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.191 \cdot \pi = 0.602$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.686$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 63.11\Omega + j \cdot (-10.80)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1003 + j \cdot (-0.3568) = 0.371 \angle -105.7^\circ$; $K = (1 - 0.681^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.109 / 4.325 = 0.653$

$|\Delta| = 0.371 < 1$, $K = 0.653 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.165) + j \cdot (0.534)$, $R_S = 1.444$, $R_S < |C_S| = 2.230$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.681 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.86 = 2.71\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 18.71 = 12.72\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.71\text{dB} + 12.72\text{dB} + 0.26\text{dB} = 15.68\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 39.68 = 15.99\text{dB}$

Subiectul 16

1. a) $\Gamma = 0.160 \angle -14.0^\circ = 0.155 + j \cdot (-0.039)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.155) - j \cdot (-0.039)] / [1 + (0.155) + j \cdot (-0.039)] = 0.7293 + j \cdot (0.0579);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/47\Omega = 0.0213S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01552S + j \cdot (0.00123)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01552S + j \cdot (0.00123)S] / 0.02S = 0.7758 + j \cdot (0.0616);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7758 - j \cdot (0.0616)) / (1 + 0.7758 + j \cdot (0.0616)) = (0.125) + j \cdot (-0.039)$$

$$\Gamma = (0.125) + j \cdot (-0.039) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.131 \angle -17.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.131$ și $\arg(\Gamma) = -17.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 57.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.264; \theta_{p1} = 165.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 139.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.264; \theta_{p2} = 14.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (61.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (-43.2)\Omega) / (61.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (-43.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.219) + j \cdot (-0.303) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.374 \angle -54.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.10\text{mW} = 3.22\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.22\text{dBm} + 15.20\text{dB} = 18.42\text{dBm} = 69.54\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 69.54\text{mW} - 2.10\text{mW} = 67.44\text{mW}$

b) $P_{out} = 67.44\text{mW} = 18.29\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 18.29\text{dBm} + 17.6\text{dB} = 35.89\text{dBm} = 3880.6\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.174, Z_{CE} = 59.60\Omega, Z_{CO} = 41.95\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 13\text{dB} + 16\text{dB} = 46\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.26\text{dB} = 1.337, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 1.38\text{dB} = 1.374, G_2 = 13\text{dB} = 19.953, F_3 = 1.10\text{dB} = 1.288, F = 1.337 + (1.374 - 1)/50.119 + (1.288 - 1)/50.119/19.953 = 1.344 = 1.285\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 37Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.2\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 43.012\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.3\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.201 \cdot \pi = 0.632$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.732$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 40.69\Omega + j \cdot (5.86)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1075 + j \cdot (-0.3454) = 0.362 \angle -72.7^\circ$; $K = (1 - 0.736^2 - 0.254^2 + 0.362^2) / 2 / 0.096 / 5.587 = 0.489$

$$|\Delta| = 0.362 < 1, K = 0.489 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.401) + j \cdot (1.420), R_S = 1.305, R_S < |C_S| = 1.995, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.736 < 1, \text{zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.18 = 3.39\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.29\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 31.21 = 14.94\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.39\text{dB} + 14.94\text{dB} + 0.29\text{dB} = 18.62\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 58.20 = 17.65\text{dB}$

Subiectul 17

1. a) $\Gamma = 0.370 \angle -68.0^\circ = 0.139 + j \cdot (-0.343)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.139) - j \cdot (-0.343)] / [1 + (0.139) + j \cdot (-0.343)] = 0.6103 + j \cdot (0.4852);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/55\Omega = 0.0182S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01110S + j \cdot (0.00882)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01110S + j \cdot (0.00882)S] / 0.02S = 0.5549 + j \cdot (0.4411);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5549 - j \cdot (0.4411)) / (1 + 0.5549 + j \cdot (0.4411)) = (0.190) + j \cdot (-0.338)$$

$$\Gamma = (0.190) + j \cdot (-0.338) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.388 \angle -60.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.388$ și $\arg(\Gamma) = -60.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 86.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.841; \theta_{p1} = 139.9^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 153.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.841; \theta_{p2} = 40.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (56.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (+55.6)\Omega) / (56.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (+55.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.261) + j \cdot (0.387) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.467 \angle 56.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.25\text{mW} = 3.52\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.52\text{dBm} + 13.80\text{dB} = 17.32\text{dBm} = 53.97\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 53.97\text{mW} - 2.25\text{mW} = 51.72\text{mW}$

b) $P_{out} = 51.72\text{mW} = 17.14\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.14\text{dBm} + 17.0\text{dB} = 34.14\text{dBm} = 2592.3\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.204, Z_{CE} = 61.50\Omega, Z_{CO} = 40.65\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 15\text{dB} + 17\text{dB} + 15\text{dB} = 47\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.25\text{dB} = 1.334, G_1 = 15\text{dB} = 31.623, F_2 = 0.88\text{dB} = 1.225, G_2 = 17\text{dB} = 50.119, F_3 = 1.03\text{dB} = 1.268, F = 1.334 + (1.225 - 1)/31.623 + (1.268 - 1)/31.623/50.119 = 1.341 = 1.274\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 66Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.9\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 57.446\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.9\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.163 \cdot \pi = 0.512$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.562$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 61.29\Omega + j \cdot (-7.29)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3561 + j \cdot (0.1731) = 0.396 \angle 154.1^\circ$; $K = (1 - 0.656^2 - 0.269^2 + 0.396^2) / 2 / 0.132 / 2.501 = 0.991$

$|\Delta| = 0.396 < 1$, $K = 0.991 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-0.916) + j \cdot (-2.002)$, $R_S = 1.207$, $R_S < |C_S| = 2.202$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.656 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.76 = 2.44\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.08 = 0.33\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 6.26 = 7.96\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.44\text{dB} + 7.96\text{dB} + 0.33\text{dB} = 10.73\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 18.95 = 12.78\text{dB}$

Subiectul 18

1. a) $\Gamma = 0.220 \angle -88.0^\circ = 0.008 + j \cdot (-0.220)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.008) - j \cdot (-0.220)] / [1 + (0.008) + j \cdot (-0.220)] = 0.8946 + j \cdot (0.4134);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/44\Omega = 0.0227S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02033S + j \cdot (0.00939)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02033S + j \cdot (0.00939)S] / 0.02S = 1.0166 + j \cdot (0.4697);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0166 - j \cdot (0.4697)) / (1 + 1.0166 + j \cdot (0.4697)) = (-0.059) + j \cdot (-0.219)$$

$$\Gamma = (-0.059) + j \cdot (-0.219) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.227 \angle -105.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.227$ și $\arg(\Gamma) = -105.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 104.1^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.466; \theta_{p1} = 155.0^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 1.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.466; \theta_{p2} = 25.0^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (68.8\Omega - 50\Omega + j \cdot (-41.2)\Omega) / (68.8\Omega + 50\Omega + j \cdot (-41.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.249) + j \cdot (-0.261) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.360 \angle -46.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.00\text{mW} = 0.00\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.00\text{dBm} + 13.65\text{dB} = 13.65\text{dBm} = 23.17\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 23.17\text{mW} - 1.00\text{mW} = 22.17\text{mW}$

b) $P_{out} = 22.17\text{mW} = 13.46\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.46\text{dBm} + 17.3\text{dB} = 30.76\text{dBm} = 1190.8\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.208, Z_{CE} = 61.73\Omega, Z_{CO} = 40.50\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18\text{dB} + 15\text{dB} + 19\text{dB} = 52\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.94\text{dB} = 1.242, G_1 = 18\text{dB} = 63.096, F_2 = 1.36\text{dB} = 1.368, G_2 = 15\text{dB} = 31.623, F_3 = 1.00\text{dB} = 1.259, F = 1.242 + (1.368 - 1)/63.096 + (1.259 - 1)/63.096/31.623 = 1.248 = 0.961\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 57Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.8\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 53.385 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.162 \cdot \pi = 0.508$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.557$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.17\Omega + j \cdot (-3.08)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1477 + j \cdot (-0.3306) = 0.362 \angle -65.9^\circ$; $K = (1 - 0.752^2 - 0.258^2 + 0.362^2) / 2 / 0.093 / 5.921 = 0.453$

$|\Delta| = 0.362 < 1$, $K = 0.453 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.192) + j \cdot (1.528)$, $R_S = 1.268$, $R_S < |C_S| = 1.938$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.752 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.30 = 3.62\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.30\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 35.06 = 15.45\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.62\text{dB} + 15.45\text{dB} + 0.30\text{dB} = 19.37\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 63.67 = 18.04\text{dB}$

Subiectul 19

1. a) $\Gamma = 0.135 \angle 95.0^\circ = -0.012 + j \cdot (0.134)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.012) - j \cdot (0.134)] / [1 + (-0.012) + j \cdot (0.134)] = 0.9870 + j \cdot (-0.2704);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/46\Omega = 0.0217S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02146S + j \cdot (-0.00588)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02146S + j \cdot (-0.00588)S] / 0.02S = 1.0728 + j \cdot (-0.2939);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0728 - j \cdot (-0.2939)) / (1 + 1.0728 + j \cdot (-0.2939)) = (-0.054) + j \cdot (0.134)$$

$$\Gamma = (-0.054) + j \cdot (0.134) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.145 \angle 112.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.145$ și $\arg(\Gamma) = 112.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 173.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.292; \theta_{p1} = 163.7^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 74.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.292; \theta_{p2} = 16.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (50.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (+48.7)\Omega) / (50.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (+48.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.192) + j \cdot (0.394) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.438 \angle 64.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.05\text{mW} = 0.21\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.21\text{dBm} + 12.80\text{dB} = 13.01\text{dBm} = 20.01\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 20.01\text{mW} - 1.05\text{mW} = 18.96\text{mW}$

b) $P_{out} = 18.96\text{mW} = 12.78\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 12.78\text{dBm} + 19.2\text{dB} = 31.98\text{dBm} = 1576.8\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.229, Z_{CE} = 63.13\Omega, Z_{CO} = 39.60\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 11\text{dB} + 18\text{dB} = 48\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.49\text{dB} = 1.409, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 1.20\text{dB} = 1.318, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 1.33\text{dB} = 1.358, F = 1.409 + (1.318 - 1)/79.433 + (1.358 - 1)/79.433/12.589 = 1.414 = 1.503\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 58Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 53.852\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.104 \cdot \pi = 0.327$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.339$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 57.06\Omega + j \cdot (-2.58)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2309 + j \cdot (-0.2901) = 0.371 \angle -128.5^\circ$; $K = (1 - 0.660^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.116 / 3.678 = 0.755$

$$|\Delta| = 0.371 < 1, K = 0.755 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.267) + j \cdot (-0.262), R_S = 1.431, R_S < |C_S| = 2.283, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.660 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.77 = 2.48\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 13.53 = 11.31\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.48\text{dB} + 11.31\text{dB} + 0.26\text{dB} = 14.05\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 31.71 = 15.01\text{dB}$

Subiectul 20

1. a) $\Gamma = 0.320 \angle -75.0^\circ = 0.083 + j \cdot (-0.309)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.083) - j \cdot (-0.309)] / [1 + (0.083) + j \cdot (-0.309)] = 0.7079 + j \cdot (0.4875);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/53\Omega = 0.0189S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01336S + j \cdot (0.00920)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01336S + j \cdot (0.00920)S] / 0.02S = 0.6678 + j \cdot (0.4599);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.6678 - j \cdot (0.4599)) / (1 + 0.6678 + j \cdot (0.4599)) = (0.114) + j \cdot (-0.307)$$

$$\Gamma = (0.114) + j \cdot (-0.307) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.328 \angle -69.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.328$ și $\arg(\Gamma) = -69.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 89.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.694; \theta_{p1} = 145.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 160.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.694; \theta_{p2} = 34.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (42.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+62.0)\Omega) / (42.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+62.0)\Omega)$

$$\Gamma = (0.253) + j \cdot (0.501) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.562 \angle 63.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.60mW = -2.22dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -2.22dBm + 15.90dB = 13.68dBm = 23.34mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 23.34mW - 0.60mW = 22.74mW$

b) $P_{out} = 22.74mW = 13.57dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.57dBm + 18.3dB = 31.87dBm = 1537.6mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.160, Z_{CE} = 58.78\Omega, Z_{CO} = 42.53\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19dB + 16dB + 18dB = 53dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.91dB = 1.233, G_1 = 19dB = 79.433, F_2 = 1.49dB = 1.409, G_2 = 16dB = 39.811, F_3 = 1.26dB = 1.337, F = 1.233 + (1.409 - 1)/79.433 + (1.337 - 1)/79.433/39.811 = 1.238 = 0.928dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 59Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.2GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 54.314 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.0GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.208 \cdot \pi = 0.654$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.767$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.31\Omega + j \cdot (-4.43)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1653 + j \cdot (-0.3191) = 0.359 \angle -62.6^\circ$; $K = (1 - 0.760^2 - 0.260^2 + 0.359^2) / 2 / 0.091 / 6.088 = 0.437$

$|\Delta| = 0.359 < 1$, $K = 0.437 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.080) + j \cdot (1.562)$, $R_S = 1.235$, $R_S < |C_S| = 1.899$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.760 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.37 = 3.74dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.30dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 37.06 = 15.69dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.74dB + 15.69dB + 0.30dB = 19.74dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 66.90 = 18.25dB$

Subiectul 21

1. a) $\Gamma = 0.285 \angle -83.0^\circ = 0.035 + j \cdot (-0.283)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.035) - j \cdot (-0.283)] / [1 + (0.035) + j \cdot (-0.283)] = 0.7985 + j \cdot (0.4917);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/56\Omega = 0.0179S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01426S + j \cdot (0.00878)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01426S + j \cdot (0.00878)S] / 0.02S = 0.7129 + j \cdot (0.4390);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7129 - j \cdot (0.4390)) / (1 + 0.7129 + j \cdot (0.4390)) = (0.096) + j \cdot (-0.281)$$

$$\Gamma = (0.096) + j \cdot (-0.281) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.297 \angle -71.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.297$ și $\arg(\Gamma) = -71.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 89.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.621; \theta_{p1} = 148.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 162.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.621; \theta_{p2} = 31.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (65.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (-37.2)\Omega) / (65.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (-37.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.213) + j \cdot (-0.255) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.332 \angle -50.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.70mW = -1.55dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -1.55dBm + 16.05dB = 14.50dBm = 28.19mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 28.19mW - 0.70mW = 27.49mW$

b) $P_{out} = 27.49mW = 14.39dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.39dBm + 15.6dB = 29.99dBm = 998.1mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.158, Z_{CE} = 58.61\Omega, Z_{CO} = 42.65\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18dB + 13dB + 10dB = 41dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.85dB = 1.216, G_1 = 18dB = 63.096, F_2 = 0.86dB = 1.219, G_2 = 13dB = 19.953, F_3 = 1.07dB = 1.279, F = 1.216 + (1.219 - 1)/63.096 + (1.279 - 1)/63.096/19.953 = 1.220 = 0.863dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 29Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.7GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 38.079 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.8GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.247 \cdot \pi = 0.775$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.980$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 36.51\Omega + j \cdot (10.07)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3870 + j \cdot (-0.0085) = 0.387 \angle -178.7^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.250^2 + 0.387^2) / 2 / 0.128 / 2.835 = 0.916$

$|\Delta| = 0.387 < 1$, $K = 0.916 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.596) + j \cdot (-1.632), R_S = 1.331, R_S < |C_S| = 2.283, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.650 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.28dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 8.04 = 9.05dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38dB + 9.05dB + 0.28dB = 11.72dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 22.15 = 13.45dB$

Subiectul 22

1. a) $\Gamma = 0.115 \angle -150.0^\circ = -0.100 + j \cdot (-0.058)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.100) - j \cdot (-0.058)] / [1 + (-0.100) + j \cdot (-0.058)] = 1.2122 + j \cdot (0.1413);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/56\Omega = 0.0179S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02165S + j \cdot (0.00252)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02165S + j \cdot (0.00252)S] / 0.02S = 1.0823 + j \cdot (0.1261);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0823 - j \cdot (0.1261)) / (1 + 1.0823 + j \cdot (0.1261)) = (-0.043) + j \cdot (-0.058)$$

$$\Gamma = (-0.043) + j \cdot (-0.058) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.072 \angle -126.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.072$ și $\arg(\Gamma) = -126.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 110.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.145; \theta_{p1} = 171.8^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 16.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.145; \theta_{p2} = 8.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (52.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (+43.0)\Omega) / (52.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (+43.0)\Omega)$

$$\Gamma = (0.173) + j \cdot (0.346) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.386 \angle 63.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{cupl} = 1.60\text{mW} = 2.04\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl}), P_{in} = 2.04\text{dBm} + 14.70\text{dB} = 16.74\text{dBm} = 47.22\text{mW}, P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 47.22\text{mW} - 1.60\text{mW} = 45.62\text{mW}$$

$$b) P_{out} = 45.62\text{mW} = 16.59\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{amp} = P_{out} + G = 16.59\text{dBm} + 15.7\text{dB} = 32.29\text{dBm} = 1694.9\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.184, Z_{CE} = 60.23\Omega, Z_{CO} = 41.51\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12\text{dB} + 10\text{dB} + 10\text{dB} = 32\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.90\text{dB} = 1.230, G_1 = 12\text{dB} = 15.849, F_2 = 1.10\text{dB} = 1.288, G_2 = 10\text{dB} = 10.000, F_3 = 0.90\text{dB} = 1.230, F = 1.230 + (1.288 - 1)/15.849 + (1.230 - 1)/15.849/10.000 = 1.250 = 0.969\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 40Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 44.721 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.293 \cdot \pi = 0.922$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.317$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 45.81\Omega + j \cdot (4.93)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1395 + j \cdot (-0.3440) = 0.371 \angle -112.1^\circ$; $K = (1 - 0.675^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.111 / 4.140 = 0.680$

$|\Delta| = 0.371 < 1$, $K = 0.680 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.226) + j \cdot (0.316)$, $R_S = 1.446$, $R_S < |C_S| = 2.248$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.675 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.84 = 2.64\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 17.14 = 12.34\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.64\text{dB} + 12.34\text{dB} + 0.26\text{dB} = 15.24\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 37.30 = 15.72\text{dB}$

Subiectul 23

1. a) $\Gamma = 0.115 \angle -16.0^\circ = 0.111 + j \cdot (-0.032)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.111) - j \cdot (-0.032)] / [1 + (0.111) + j \cdot (-0.032)] = 0.7995 + j \cdot (0.0514);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/57\Omega = 0.0175S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01403S + j \cdot (0.00090)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01403S + j \cdot (0.00090)S] / 0.02S = 0.7013 + j \cdot (0.0451);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7013 - j \cdot (0.0451)) / (1 + 0.7013 + j \cdot (0.0451)) = (0.175) + j \cdot (-0.031)$$

$$\Gamma = (0.175) + j \cdot (-0.031) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.178 \angle -10.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.178$ și $\arg(\Gamma) = -10.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 55.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.361; \theta_{p1} = 160.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 134.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.361; \theta_{p2} = 19.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (58.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (-38.5)\Omega) / (58.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (-38.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.181) + j \cdot (-0.290) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.342 \angle -58.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.75\text{mW} = 2.43\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.43\text{dBm} + 14.10\text{dB} = 16.53\text{dBm} = 44.98\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 44.98\text{mW} - 1.75\text{mW} = 43.23\text{mW}$

b) $P_{out} = 43.23\text{mW} = 16.36\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.36\text{dBm} + 18.6\text{dB} = 34.96\text{dBm} = 3131.9\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.197, Z_{CE} = 61.06\Omega, Z_{CO} = 40.94\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14\text{dB} + 18\text{dB} + 12\text{dB} = 44\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.03\text{dB} = 1.268, G_1 = 14\text{dB} = 25.119, F_2 = 1.43\text{dB} = 1.390, G_2 = 18\text{dB} = 63.096, F_3 = 1.14\text{dB} = 1.300, F = 1.268 + (1.390 - 1)/25.119 + (1.300 - 1)/25.119/63.096 = 1.283 = 1.084\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 33Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 40.620\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.280 \cdot \pi = 0.880$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.209$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 41.35\Omega + j \cdot (8.50)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0240 + j \cdot (-0.3652) = 0.366 \angle -86.2^\circ$; $K = (1 - 0.708^2 - 0.246^2 + 0.366^2) / 2 / 0.102 / 4.993 = 0.562$

$|\Delta| = 0.366 < 1$, $K = 0.562 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.791) + j \cdot (1.129)$, $R_S = 1.387$, $R_S < |C_S| = 2.117$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.708 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.01 = 3.02\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.27\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 24.93 = 13.97\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.02\text{dB} + 13.97\text{dB} + 0.27\text{dB} = 17.26\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 48.95 = 16.90\text{dB}$

Subiectul 24

1. a) $\Gamma = 0.220 \angle -91.0^\circ = -0.004 + j \cdot (-0.220)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.004) - j \cdot (-0.220)] / [1 + (-0.004) + j \cdot (-0.220)] = 0.9144 + j \cdot (0.4227);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/58\Omega = 0.0172S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01576S + j \cdot (0.00729)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01576S + j \cdot (0.00729)S] / 0.02S = 0.7882 + j \cdot (0.3644);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7882 - j \cdot (0.3644)) / (1 + 0.7882 + j \cdot (0.3644)) = (0.074) + j \cdot (-0.219)$$

$$\Gamma = (0.074) + j \cdot (-0.219) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.231 \angle -71.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.231$ și $\arg(\Gamma) = -71.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 87.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.475; \theta_{p1} = 154.6^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 164.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.475; \theta_{p2} = 25.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (69.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (-62.7)\Omega) / (69.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (-62.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.345) + j \cdot (-0.342) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.486 \angle -44.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{\text{cupl}} = 0.85\text{mW} = -0.71\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{\text{in}} / P_{\text{cupl}}), P_{\text{in}} = -0.71\text{dBm} + 13.35\text{dB} = 12.64\text{dBm} = 18.38\text{mW}, P_{\text{out}} = P_{\text{in}} - P_{\text{cupl}} = 18.38\text{mW} - 0.85\text{mW} = 17.53\text{mW}$$

$$b) P_{\text{out}} = 17.53\text{mW} = 12.44\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{\text{amp}} = P_{\text{out}} + G = 12.44\text{dBm} + 18.5\text{dB} = 30.94\text{dBm} = 1241.2\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.215, Z_{CE} = 62.21\Omega, Z_{CO} = 40.19\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 13\text{dB} + 19\text{dB} = 51\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.92\text{dB} = 1.236, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 1.24\text{dB} = 1.330, G_2 = 13\text{dB} = 19.953, F_3 = 1.36\text{dB} = 1.368, F = 1.236 + (1.330 - 1)/79.433 + (1.368 - 1)/79.433/19.953 = 1.240 = 0.935\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 55Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.2\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 52.440 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.222 \cdot \pi = 0.698$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.839$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 52.82\Omega + j \cdot (-2.48)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3086 + j \cdot (-0.2151) = 0.376 \angle -145.1^\circ$; $K = (1 - 0.655^2 - 0.240^2 + 0.376^2) / 2 / 0.120 / 3.368 = 0.810$

$|\Delta| = 0.376 < 1$, $K = 0.810 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.152) + j \cdot (-0.789)$, $R_S = 1.406$, $R_S < |C_S| = 2.292$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.655 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{S\max} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.75 = 2.43\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{L\max} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 11.34 = 10.55\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{S\max} + G_0 + G_{L\max} = 2.43\text{dB} + 10.55\text{dB} + 0.26\text{dB} = 13.24\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 28.07 = 14.48\text{dB}$

Subiectul 25

1. a) $\Gamma = 0.300 \angle -31.0^\circ = 0.257 + j \cdot (-0.155)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.257) - j \cdot (-0.155)] / [1 + (0.257) + j \cdot (-0.155)] = 0.5672 + j \cdot (0.1926);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/57\Omega = 0.0175S; Y = Y_0 \cdot y = 0.00995S + j \cdot (0.00338)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.00995S + j \cdot (0.00338)S] / 0.02S = 0.4976 + j \cdot (0.1690);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.4976 - j \cdot (0.1690)) / (1 + 0.4976 + j \cdot (0.1690)) = (0.319) + j \cdot (-0.149)$$

$$\Gamma = (0.319) + j \cdot (-0.149) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.352 \angle -25.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.352$ și $\arg(\Gamma) = -25.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 67.8^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.751; \theta_{p1} = 143.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 137.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.751; \theta_{p2} = 36.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (45.1\Omega - 50\Omega + j \cdot (+31.5)\Omega) / (45.1\Omega + 50\Omega + j \cdot (+31.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.052) + j \cdot (0.314) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.318 \angle 80.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.85mW = -0.71dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.71dBm + 16.45dB = 15.74dBm = 37.53mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 37.53mW - 0.85mW = 36.68mW$

b) $P_{out} = 36.68mW = 15.64dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.64dBm + 16.2dB = 31.84dBm = 1529.2mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.150, Z_{CE} = 58.19\Omega, Z_{CO} = 42.96\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19dB + 14dB + 10dB = 43dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.23dB = 1.327, G_1 = 19dB = 79.433, F_2 = 1.10dB = 1.288, G_2 = 14dB = 25.119, F_3 = 1.36dB = 1.368, F = 1.327 + (1.288 - 1)/79.433 + (1.368 - 1)/79.433/25.119 = 1.331 = 1.242dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 67Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.6GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 57.879 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.1GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.204 \cdot \pi = 0.641$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.746$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 59.74\Omega + j \cdot (-8.41)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3778 + j \cdot (0.1051) = 0.392 \angle 164.5^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.260^2 + 0.392^2) / 2 / 0.131 / 2.613 = 0.969$

$$|\Delta| = 0.392 < 1, K = 0.969 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.210) + j \cdot (-1.905), R_S = 1.274, R_S < |C_S| = 2.257, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.650 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.30dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 6.83 = 8.34dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38dB + 8.34dB + 0.30dB = 11.03dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 19.95 = 13.00dB$

Subiectul 26

1. a) $\Gamma = 0.130 \angle 137.0^\circ = -0.095 + j \cdot (0.089)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.095) - j \cdot (0.089)] / [1 + (-0.095) + j \cdot (0.089)] = 1.1891 + j \cdot (-0.2145);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/53\Omega = 0.0189S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02244S + j \cdot (-0.00405)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02244S + j \cdot (-0.00405)S] / 0.02S = 1.1218 + j \cdot (-0.2023);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1218 - j \cdot (-0.2023)) / (1 + 1.1218 + j \cdot (-0.2023)) = (-0.066) + j \cdot (0.089)$$

$$\Gamma = (-0.066) + j \cdot (0.089) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.111 \angle 126.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.111$ și $\arg(\Gamma) = 126.5^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 164.9^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.223; \theta_{p1} = 167.4^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 68.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.223; \theta_{p2} = 12.6^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (54.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (+37.1)\Omega) / (54.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (+37.1)\Omega)$

$$\Gamma = (0.148) + j \cdot (0.303) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.338 \angle 63.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.35\text{mW} = 3.71\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.71\text{dBm} + 15.10\text{dB} = 18.81\text{dBm} = 76.04\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 76.04\text{mW} - 2.35\text{mW} = 73.69\text{mW}$

b) $P_{out} = 73.69\text{mW} = 18.67\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 18.67\text{dBm} + 18.7\text{dB} = 37.37\text{dBm} = 5463.0\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.176, Z_{CE} = 59.72\Omega, Z_{CO} = 41.86\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 13\text{dB} + 19\text{dB} + 17\text{dB} = 49\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.99\text{dB} = 1.256, G_1 = 13\text{dB} = 19.953, F_2 = 0.96\text{dB} = 1.247, G_2 = 19\text{dB} = 79.433, F_3 = 1.49\text{dB} = 1.409, F = 1.256 + (1.247 - 1)/19.953 + (1.409 - 1)/19.953/79.433 = 1.269 = 1.034\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 62Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 55.678\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.259 \cdot \pi = 0.814$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.060$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.01\Omega + j \cdot (-5.92)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3732 + j \cdot (-0.0747) = 0.381 \angle -168.7^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.244^2 + 0.381^2) / 2 / 0.125 / 2.969 = 0.893$

$|\Delta| = 0.381 < 1$, $K = 0.893 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.776) + j \cdot (-1.421), R_S = 1.337, R_S < |C_S| = 2.275, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.650 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.27\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 8.81 = 9.45\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38\text{dB} + 9.45\text{dB} + 0.27\text{dB} = 12.10\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 23.75 = 13.76\text{dB}$

Subiectul 27

1. a) $\Gamma = 0.305 \angle -49.0^\circ = 0.200 + j \cdot (-0.230)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.200) - j \cdot (-0.230)] / [1 + (0.200) + j \cdot (-0.230)] = 0.6074 + j \cdot (0.3083);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/43\Omega = 0.0233S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01413S + j \cdot (0.00717)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01413S + j \cdot (0.00717)S] / 0.02S = 0.7063 + j \cdot (0.3585);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7063 - j \cdot (0.3585)) / (1 + 0.7063 + j \cdot (0.3585)) = (0.123) + j \cdot (-0.236)$$

$$\Gamma = (0.123) + j \cdot (-0.236) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.266 \angle -62.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.266$ și $\arg(\Gamma) = -62.5^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 84.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.551; \theta_{p1} = 151.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 158.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.551; \theta_{p2} = 28.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (47.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (+41.1)\Omega) / (47.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (+41.1)\Omega)$

$$\Gamma = (0.130) + j \cdot (0.366) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.389 \angle 70.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.35\text{mW} = 3.71\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.71\text{dBm} + 13.25\text{dB} = 16.96\text{dBm} = 49.67\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 49.67\text{mW} - 2.35\text{mW} = 47.32\text{mW}$

b) $P_{out} = 47.32\text{mW} = 16.75\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.75\text{dBm} + 15.5\text{dB} = 32.25\text{dBm} = 1678.9\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.218, Z_{CE} = 62.37\Omega, Z_{CO} = 40.08\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 12\text{dB} + 10\text{dB} = 39\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.79\text{dB} = 1.199, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 0.95\text{dB} = 1.245, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 0.98\text{dB} = 1.253, F = 1.199 + (1.245 - 1)/50.119 + (1.253 - 1)/50.119/15.849 = 1.205 = 0.809\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 60Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.9\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 54.772\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.1\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.230 \cdot \pi = 0.724$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.884$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.16\Omega + j \cdot (-5.00)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0408 + j \cdot (-0.3670) = 0.369 \angle -96.3^\circ$; $K = (1 - 0.690^2 - 0.240^2 + 0.369^2) / 2 / 0.106 / 4.602 = 0.618$

$|\Delta| = 0.369 < 1$, $K = 0.618 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.033) + j \cdot (0.838)$, $R_S = 1.436$, $R_S < |C_S| = 2.199$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.690 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.91 = 2.81\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 21.18 = 13.26\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.81\text{dB} + 13.26\text{dB} + 0.26\text{dB} = 16.32\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 43.42 = 16.38\text{dB}$

Subiectul 28

1. a) $\Gamma = 0.135 \angle -167.0^\circ = -0.132 + j \cdot (-0.030)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.132) - j \cdot (-0.030)] / [1 + (-0.132) + j \cdot (-0.030)] = 1.3001 + j \cdot (0.0804);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/46\Omega = 0.0217S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02826S + j \cdot (0.00175)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02826S + j \cdot (0.00175)S] / 0.02S = 1.4132 + j \cdot (0.0874);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.4132 - j \cdot (0.0874)) / (1 + 1.4132 + j \cdot (0.0874)) = (-0.172) + j \cdot (-0.030)$$

$$\Gamma = (-0.172) + j \cdot (-0.030) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.175 \angle -170.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.175$ și $\arg(\Gamma) = -170.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 135.1^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.355; \theta_{p1} = 160.4^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 35.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.355; \theta_{p2} = 19.6^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (56.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (-34.6)\Omega) / (56.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (-34.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.149) + j \cdot (-0.277) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.315 \angle -61.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.65mW = -1.87dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -1.87dBm + 16.15dB = 14.28dBm = 26.79mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 26.79mW - 0.65mW = 26.14mW$

b) $P_{out} = 26.14mW = 14.17dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.17dBm + 18.3dB = 32.47dBm = 1767.0mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.156, Z_{CE} = 58.50\Omega, Z_{CO} = 42.73\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18dB + 13dB + 18dB = 49dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.17dB = 1.309, G_1 = 18dB = 63.096, F_2 = 1.13dB = 1.297, G_2 = 13dB = 19.953, F_3 = 1.25dB = 1.334, F = 1.309 + (1.297 - 1)/63.096 + (1.334 - 1)/63.096/19.953 = 1.314 = 1.186dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 42Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.3GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.826 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.1GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.247 \cdot \pi = 0.776$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.981$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 45.58\Omega + j \cdot (3.98)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3714 + j \cdot (0.1274) = 0.393 \angle 161.1^\circ$; $K = (1 - 0.652^2 - 0.263^2 + 0.393^2) / 2 / 0.131 / 2.576 = 0.978$

$$|\Delta| = 0.393 < 1, K = 0.978 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.110) + j \cdot (-1.938), R_S = 1.246, R_S < |C_S| = 2.233, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.652 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.74 = 2.40dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.31dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 6.64 = 8.22dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.40dB + 8.22dB + 0.31dB = 10.93dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 19.66 = 12.94dB$

Subiectul 29

1. a) $\Gamma = 0.215 \angle -50.0^\circ = 0.138 + j \cdot (-0.165)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.138) - j \cdot (-0.165)] / [1 + (0.138) + j \cdot (-0.165)] = 0.7211 + j \cdot (0.2490);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/43\Omega = 0.0233S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01677S + j \cdot (0.00579)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01677S + j \cdot (0.00579)S] / 0.02S = 0.8385 + j \cdot (0.2896);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.8385 - j \cdot (0.2896)) / (1 + 0.8385 + j \cdot (0.2896)) = (0.061) + j \cdot (-0.167)$$

$$\Gamma = (0.061) + j \cdot (-0.167) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.178 \angle -69.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.178$ și $\arg(\Gamma) = -69.8^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 85.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.362; \theta_{p1} = 160.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 164.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.362; \theta_{p2} = 19.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (56.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (+38.8)\Omega) / (56.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (+38.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.171) + j \cdot (0.302) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.347 \angle 60.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.35\text{mW} = 1.30\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.30\text{dBm} + 15.90\text{dB} = 17.20\text{dBm} = 52.52\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 52.52\text{mW} - 1.35\text{mW} = 51.17\text{mW}$

b) $P_{out} = 51.17\text{mW} = 17.09\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.09\text{dBm} + 17.7\text{dB} = 34.79\text{dBm} = 3013.2\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.160, Z_{CE} = 58.78\Omega, Z_{CO} = 42.53\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12\text{dB} + 11\text{dB} + 10\text{dB} = 33\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.40\text{dB} = 1.380, G_1 = 12\text{dB} = 15.849, F_2 = 1.48\text{dB} = 1.406, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 1.46\text{dB} = 1.400, F = 1.380 + (1.406 - 1)/15.849 + (1.400 - 1)/15.849/12.589 = 1.408 = 1.486\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 73Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.0\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.415 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.1\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.131 \cdot \pi = 0.412$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.437$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 67.98\Omega + j \cdot (-9.50)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0641 + j \cdot (-0.3555) = 0.361 \angle -79.8^\circ$; $K = (1 - 0.720^2 - 0.250^2 + 0.361^2) / 2 / 0.099 / 5.253 = 0.528$

$|\Delta| = 0.361 < 1$, $K = 0.528 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.603) + j \cdot (1.282)$, $R_S = 1.341$, $R_S < |C_S| = 2.053$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.720 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.08 = 3.17\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.28\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 27.59 = 14.41\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.17\text{dB} + 14.41\text{dB} + 0.28\text{dB} = 17.86\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 53.06 = 17.25\text{dB}$

Subiectul 30

1. a) $\Gamma = 0.130 \angle -118.0^\circ = -0.061 + j \cdot (-0.115)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.061) - j \cdot (-0.115)] / [1 + (-0.061) + j \cdot (-0.115)] = 1.0986 + j \cdot (0.2565);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/45\Omega = 0.0222S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02441S + j \cdot (0.00570)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02441S + j \cdot (0.00570)S] / 0.02S = 1.2207 + j \cdot (0.2851);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.2207 - j \cdot (0.2851)) / (1 + 1.2207 + j \cdot (0.2851)) = (-0.114) + j \cdot (-0.114)$$

$$\Gamma = (-0.114) + j \cdot (-0.114) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.161 \angle -135.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.161$ și $\arg(\Gamma) = -135.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 117.2^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = -0.326; \theta_{p1} = 161.9^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 17.9^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = 0.326; \theta_{p2} = 18.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (39.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (+57.5)\Omega) / (39.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (+57.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.210) + j \cdot (0.507) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.548 \angle 67.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.80mW = 2.55dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.55dBm + 12.60dB = 15.15dBm = 32.75mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 32.75mW - 1.80mW = 30.95mW$

b) $P_{out} = 30.95mW = 14.91dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.91dBm + 18.6dB = 33.51dBm = 2242.5mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.234, Z_{CE} = 63.49\Omega, Z_{CO} = 39.38\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11dB + 19dB + 10dB = 40dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.82dB = 1.208, G_1 = 11dB = 12.589, F_2 = 1.06dB = 1.276, G_2 = 19dB = 79.433, F_3 = 1.44dB = 1.393, F = 1.208 + (1.276 - 1)/12.589 + (1.393 - 1)/12.589/79.433 = 1.230 = 0.900dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 71Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.6GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.582 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.4GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.256 \cdot \pi = 0.804$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.037$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 58.31\Omega + j \cdot (-10.27)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3865 + j \cdot (0.0133) = 0.387 \angle 178.0^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.252^2 + 0.387^2) / 2 / 0.128 / 2.791 = 0.929$

$|\Delta| = 0.387 < 1$, $K = 0.929 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.516) + j \cdot (-1.687)$, $R_S = 1.309$, $R_S < |C_S| = 2.268$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.650 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.28dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 7.79 = 8.92dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38dB + 8.92dB + 0.28dB = 11.58dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 21.80 = 13.39dB$

Subiectul 31

1. a) $\Gamma = 0.375 \angle 116.0^\circ = -0.164 + j \cdot (0.337)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.164) - j \cdot (0.337)] / [1 + (-0.164) + j \cdot (0.337)] = 1.0585 + j \cdot (-0.8303);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/50\Omega = 0.0200S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02117S + j \cdot (-0.01661)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02117S + j \cdot (-0.01661)S] / 0.02S = 1.0585 + j \cdot (-0.8303);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0585 - j \cdot (-0.8303)) / (1 + 1.0585 + j \cdot (-0.8303)) = (-0.164) + j \cdot (0.337)$$

$$\Gamma = (-0.164) + j \cdot (0.337) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.375 \angle 116.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.375$ și $\arg(\Gamma) = 116.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 178.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.809; \theta_{p1} = 141.0^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 66.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.809; \theta_{p2} = 39.0^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (62.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+61.6)\Omega) / (62.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+61.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.315) + j \cdot (0.375) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.490 \angle 50.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.70\text{mW} = -1.55\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -1.55\text{dBm} + 14.60\text{dB} = 13.05\text{dBm} = 20.19\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 20.19\text{mW} - 0.70\text{mW} = 19.49\text{mW}$

b) $P_{out} = 19.49\text{mW} = 12.90\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 12.90\text{dBm} + 18.6\text{dB} = 31.50\text{dBm} = 1411.8\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.186, Z_{CE} = 60.37\Omega, Z_{CO} = 41.41\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12\text{dB} + 12\text{dB} + 14\text{dB} = 38\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.86\text{dB} = 1.219, G_1 = 12\text{dB} = 15.849, F_2 = 1.38\text{dB} = 1.374, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 1.12\text{dB} = 1.294, F = 1.219 + (1.374 - 1)/15.849 + (1.294 - 1)/15.849/15.849 = 1.244 = 0.947\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 70Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.161\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.8\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.215 \cdot \pi = 0.677$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.803$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 60.51\Omega + j \cdot (-9.99)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2486 + j \cdot (-0.2777) = 0.373 \angle -131.8^\circ$; $K = (1 - 0.659^2 - 0.240^2 + 0.373^2) / 2 / 0.117 / 3.616 = 0.765$

$|\Delta| = 0.373 < 1$, $K = 0.765 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.260) + j \cdot (-0.368), R_S = 1.432, R_S < |C_S| = 2.290, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.659 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.77 = 2.47\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 13.08 = 11.16\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.47\text{dB} + 11.16\text{dB} + 0.26\text{dB} = 13.90\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 30.91 = 14.90\text{dB}$

Subiectul 32

1. a) $\Gamma = 0.340 \angle -105.0^\circ = -0.088 + j \cdot (-0.328)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.088) - j \cdot (-0.328)] / [1 + (-0.088) + j \cdot (-0.328)] = 0.9412 + j \cdot (0.6991);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/45\Omega = 0.0222S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02092S + j \cdot (0.01553)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02092S + j \cdot (0.01553)S] / 0.02S = 1.0458 + j \cdot (0.7767);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0458 - j \cdot (0.7767)) / (1 + 1.0458 + j \cdot (0.7767)) = (-0.146) + j \cdot (-0.324)$$

$$\Gamma = (-0.146) + j \cdot (-0.324) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.356 \angle -114.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.356$ și $\arg(\Gamma) = -114.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 112.5^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.761; \theta_{p1} = 142.7^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 1.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.761; \theta_{p2} = 37.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (47.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+51.9)\Omega) / (47.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+51.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.200) + j \cdot (0.427) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.471 \angle 64.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.55\text{mW} = 1.90\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.90\text{dBm} + 15.20\text{dB} = 17.10\text{dBm} = 51.33\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 51.33\text{mW} - 1.55\text{mW} = 49.78\text{mW}$

b) $P_{out} = 49.78\text{mW} = 16.97\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.97\text{dBm} + 19.7\text{dB} = 36.67\text{dBm} = 4645.3\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.174, Z_{CE} = 59.60\Omega, Z_{CO} = 41.95\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 17\text{dB} + 18\text{dB} = 54\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.09\text{dB} = 1.285, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 1.29\text{dB} = 1.346, G_2 = 17\text{dB} = 50.119, F_3 = 1.32\text{dB} = 1.355, F = 1.285 + (1.346 - 1)/79.433 + (1.355 - 1)/79.433/50.119 = 1.290 = 1.105\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 44Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 46.904 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.7\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.148 \cdot \pi = 0.466$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.503$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 45.09\Omega + j \cdot (2.32)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3791 + j \cdot (-0.0532) = 0.383 \angle -172.0^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.246^2 + 0.383^2) / 2 / 0.126 / 2.924 = 0.900$

$$|\Delta| = 0.383 < 1, K = 0.900 < 1, \text{sistemul } \underline{\text{nu este}} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.719) + j \cdot (-1.493), R_S = 1.335, R_S < |C_S| = 2.277, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.650 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.27\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 8.55 = 9.32\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38\text{dB} + 9.32\text{dB} + 0.27\text{dB} = 11.98\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 23.21 = 13.66\text{dB}$

Subiectul 33

1. a) $\Gamma = 0.260 \angle -159.0^\circ = -0.243 + j \cdot (-0.093)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.243) - j \cdot (-0.093)] / [1 + (-0.243) + j \cdot (-0.093)] = 1.6017 + j \cdot (0.3201);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/52\Omega = 0.0192S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03080S + j \cdot (0.00616)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03080S + j \cdot (0.00616)S] / 0.02S = 1.5401 + j \cdot (0.3078);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.5401 - j \cdot (0.3078)) / (1 + 1.5401 + j \cdot (0.3078)) = (-0.224) + j \cdot (-0.094)$$

$$\Gamma = (-0.224) + j \cdot (-0.094) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.243 \angle -157.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.243$ și $\arg(\Gamma) = -157.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 130.6^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.501; \theta_{p1} = 153.4^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 26.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.501; \theta_{p2} = 26.6^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (42.1\Omega - 50\Omega + j \cdot (-47.1)\Omega) / (42.1\Omega + 50\Omega + j \cdot (-47.1)\Omega)$

$$\Gamma = (0.139) + j \cdot (-0.440) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.462 \angle -72.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.05\text{mW} = 3.12\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.12\text{dBm} + 16.10\text{dB} = 19.22\text{dBm} = 83.51\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 83.51\text{mW} - 2.05\text{mW} = 81.46\text{mW}$

b) $P_{out} = 81.46\text{mW} = 19.11\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 19.11\text{dBm} + 16.4\text{dB} = 35.51\text{dBm} = 3556.0\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.157, Z_{CE} = 58.56\Omega, Z_{CO} = 42.69\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 11\text{dB} + 15\text{dB} = 43\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.93\text{dB} = 1.239, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 1.00\text{dB} = 1.259, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 1.06\text{dB} = 1.276, F = 1.239 + (1.259 - 1)/50.119 + (1.276 - 1)/50.119/12.589 = 1.244 = 0.950\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 41Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.277\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.7\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.205 \cdot \pi = 0.643$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.749$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 43.83\Omega + j \cdot (4.18)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3871 + j \cdot (0.0364) = 0.389 \angle 174.6^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.254^2 + 0.389^2) / 2 / 0.129 / 2.747 = 0.937$

$|\Delta| = 0.389 < 1$, $K = 0.937 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.447) + j \cdot (-1.749)$, $R_S = 1.306$, $R_S < |C_S| = 2.270$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.650 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.29\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 7.55 = 8.78\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38\text{dB} + 8.78\text{dB} + 0.29\text{dB} = 11.45\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 21.29 = 13.28\text{dB}$

Subiectul 34

1. a) $\Gamma = 0.315 \angle -20.0^\circ = 0.296 + j \cdot (-0.108)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.296) - j \cdot (-0.108)] / [1 + (0.296) + j \cdot (-0.108)] = 0.5326 + j \cdot (0.1274);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/43\Omega = 0.0233S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01239S + j \cdot (0.00296)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01239S + j \cdot (0.00296)S] / 0.02S = 0.6193 + j \cdot (0.1481);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.6193 - j \cdot (0.1481)) / (1 + 0.6193 + j \cdot (0.1481)) = (0.225) + j \cdot (-0.112)$$

$$\Gamma = (0.225) + j \cdot (-0.112) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.251 \angle -26.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.251$ și $\arg(\Gamma) = -26.5^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 65.5^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.519; \theta_{p1} = 152.6^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 141.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.519; \theta_{p2} = 27.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (34.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (-65.7)\Omega) / (34.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (-65.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.263) + j \cdot (-0.573) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.630 \angle -65.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.70mW = -1.55dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -1.55dBm + 15.60dB = 14.05dBm = 25.42mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 25.42mW - 0.70mW = 24.72mW$

b) $P_{out} = 24.72mW = 13.93dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.93dBm + 18.9dB = 32.83dBm = 1918.5mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.166, Z_{CE} = 59.12\Omega, Z_{CO} = 42.29\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11dB + 17dB + 18dB = 46dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.26dB = 1.337, G_1 = 11dB = 12.589, F_2 = 0.82dB = 1.208, G_2 = 17dB = 50.119, F_3 = 1.20dB = 1.318, F = 1.337 + (1.208 - 1)/12.589 + (1.318 - 1)/12.589/50.119 = 1.354 = 1.315dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 26Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 10.0GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 36.056 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.0GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi / \lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi / (c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.150 \cdot \pi = 0.471$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.510$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 28.85\Omega + j \cdot (7.77)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0192 + j \cdot (-0.3694) = 0.370 \angle -93.0^\circ$; $K = (1 - 0.696^2 - 0.242^2 + 0.370^2) / 2 / 0.105 / 4.732 = 0.598$

$$|\Delta| = 0.370 < 1, K = 0.598 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.964) + j \cdot (0.946), R_S = 1.429, R_S < |C_S| = 2.180, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.696 < 1, \text{zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.94 = 2.88dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 22.39 = 13.50dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.88dB + 13.50dB + 0.26dB = 16.64dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 45.07 = 16.54dB$

Subiectul 35

1. a) $\Gamma = 0.375 \angle 147.0^\circ = -0.315 + j \cdot (0.204)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.315) - j \cdot (0.204)] / [1 + (-0.315) + j \cdot (0.204)] = 1.6797 + j \cdot (-0.7984);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/50\Omega = 0.0200S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03359S + j \cdot (-0.01597)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03359S + j \cdot (-0.01597)S] / 0.02S = 1.6797 + j \cdot (-0.7984);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.6797 - j \cdot (-0.7984)) / (1 + 1.6797 + j \cdot (-0.7984)) = (-0.315) + j \cdot (0.204)$$

$$\Gamma = (-0.315) + j \cdot (0.204) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.375 \angle 147.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.375$ și $\arg(\Gamma) = 147.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 162.5^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.809; \theta_{p1} = 141.0^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 50.5^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.809; \theta_{p2} = 39.0^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (41.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (+38.2)\Omega) / (41.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (+38.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.069) + j \cdot (0.389) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.395 \angle 79.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.75\text{mW} = 2.43\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.43\text{dBm} + 15.10\text{dB} = 17.53\text{dBm} = 56.63\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 56.63\text{mW} - 1.75\text{mW} = 54.88\text{mW}$

b) $P_{out} = 54.88\text{mW} = 17.39\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.39\text{dBm} + 18.1\text{dB} = 35.49\text{dBm} = 3543.3\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.176, Z_{CE} = 59.72\Omega, Z_{CO} = 41.86\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14\text{dB} + 14\text{dB} + 19\text{dB} = 47\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.86\text{dB} = 1.219, G_1 = 14\text{dB} = 25.119, F_2 = 1.13\text{dB} = 1.297, G_2 = 14\text{dB} = 25.119, F_3 = 0.83\text{dB} = 1.211, F = 1.219 + (1.297 - 1)/25.119 + (1.211 - 1)/25.119/25.119 = 1.231 = 0.903\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 25Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 35.355\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.5\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.137 \cdot \pi = 0.432$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.460$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 27.40\Omega + j \cdot (7.36)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3816 + j \cdot (0.0816) = 0.390 \angle 167.9^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.258^2 + 0.390^2) / 2 / 0.130 / 2.657 = 0.960$

$$|\Delta| = 0.390 < 1, K = 0.960 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.287) + j \cdot (-1.852), R_S = 1.278, R_S < |C_S| = 2.256, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.650 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.30\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 7.06 = 8.49\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38\text{dB} + 8.49\text{dB} + 0.30\text{dB} = 11.17\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 20.44 = 13.10\text{dB}$

Subiectul 36

1. a) $\Gamma = 0.230 \angle -132.0^\circ = -0.154 + j \cdot (-0.171)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.154) - j \cdot (-0.171)] / [1 + (-0.154) + j \cdot (-0.171)] = 1.2711 + j \cdot (0.4588);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/49\Omega = 0.0204S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02594S + j \cdot (0.00936)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02594S + j \cdot (0.00936)S] / 0.02S = 1.2970 + j \cdot (0.4682);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.2970 - j \cdot (0.4682)) / (1 + 1.2970 + j \cdot (0.4682)) = (-0.164) + j \cdot (-0.170)$$

$$\Gamma = (-0.164) + j \cdot (-0.170) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.237 \angle -133.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.237$ și $\arg(\Gamma) = -133.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 118.8^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = -0.487; \theta_{p1} = 154.0^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 15.1^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = 0.487; \theta_{p2} = 26.0^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (46.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (+52.4)\Omega) / (46.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (+52.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.200) + j \cdot (0.435) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.478 \angle 65.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.65\text{mW} = 2.17\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.17\text{dBm} + 13.00\text{dB} = 15.17\text{dBm} = 32.92\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 32.92\text{mW} - 1.65\text{mW} = 31.27\text{mW}$

b) $P_{out} = 31.27\text{mW} = 14.95\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.95\text{dBm} + 19.3\text{dB} = 34.25\text{dBm} = 2661.7\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.224, Z_{CE} = 62.79\Omega, Z_{CO} = 39.82\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18\text{dB} + 16\text{dB} + 11\text{dB} = 45\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.11\text{dB} = 1.291, G_1 = 18\text{dB} = 63.096, F_2 = 0.72\text{dB} = 1.180, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 1.12\text{dB} = 1.294, F = 1.291 + (1.180 - 1)/63.096 + (1.294 - 1)/63.096/39.811 = 1.294 = 1.120\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 56Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.4\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 52.915\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.6\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.138 \cdot \pi = 0.434$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.464$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 54.83\Omega + j \cdot (-2.37)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1273 + j \cdot (-0.3357) = 0.359 \angle -69.2^\circ$; $K = (1 - 0.744^2 - 0.256^2 + 0.359^2) / 2 / 0.094 / 5.754 = 0.471$

$|\Delta| = 0.359 < 1$, $K = 0.471 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.290) + j \cdot (1.469), R_S = 1.274, R_S < |C_S| = 1.955, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.744 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.24 = 3.50\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.29\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 33.11 = 15.20\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.50\text{dB} + 15.20\text{dB} + 0.29\text{dB} = 19.00\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 61.21 = 17.87\text{dB}$

Subiectul 37

1. a) $\Gamma = 0.185 \angle 162.0^\circ = -0.176 + j \cdot (0.057)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.176) - j \cdot (0.057)] / [1 + (-0.176) + j \cdot (0.057)] = 1.4154 + j \cdot (-0.1676);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02621S + j \cdot (-0.00310)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02621S + j \cdot (-0.00310)S] / 0.02S = 1.3106 + j \cdot (-0.1552);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.3106 - j \cdot (-0.1552)) / (1 + 1.3106 + j \cdot (-0.1552)) = (-0.138) + j \cdot (0.058)$$

$$\Gamma = (-0.138) + j \cdot (0.058) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.150 \angle 157.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.150$ și $\arg(\Gamma) = 157.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 150.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.303; \theta_{p1} = 163.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 52.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.303; \theta_{p2} = 16.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (59.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+32.5)\Omega) / (59.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+32.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.159) + j \cdot (0.250) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.296 \angle 57.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.50mW = -3.01dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -3.01dBm + 14.25dB = 11.24dBm = 13.30mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 13.30mW - 0.50mW = 12.80mW$

b) $P_{out} = 12.80mW = 11.07dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 11.07dBm + 18.9dB = 29.97dBm = 993.9mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.194, Z_{CE} = 60.85\Omega, Z_{CO} = 41.09\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 10dB + 14dB + 12dB = 36dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.75dB = 1.189, G_1 = 10dB = 10.000, F_2 = 0.78dB = 1.197, G_2 = 14dB = 25.119, F_3 = 0.79dB = 1.199, F = 1.189 + (1.197 - 1)/10.000 + (1.199 - 1)/10.000/25.119 = 1.209 = 0.824dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 37Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 43.012 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.0GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.200 \cdot \pi = 0.628$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.727$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 40.65\Omega + j \cdot (5.84)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0860 + j \cdot (-0.3484) = 0.359 \angle -76.1^\circ$; $K = (1 - 0.728^2 - 0.252^2 + 0.359^2) / 2 / 0.097 / 5.420 = 0.509$

$$|\Delta| = 0.359 < 1, K = 0.509 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.495) + j \cdot (1.347), R_S = 1.310, R_S < |C_S| = 2.013, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.728 < 1, \text{zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.13 = 3.28dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.28dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 29.38 = 14.68dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.28dB + 14.68dB + 0.28dB = 18.24dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 55.88 = 17.47dB$

Subiectul 38

1. a) $\Gamma = 0.390\angle 18.0^\circ = 0.371 + j \cdot (0.121)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.371) - j \cdot (0.121)] / [1 + (0.371) + j \cdot (0.121)] = 0.4477 + j \cdot (-0.1273);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/57\Omega = 0.0175S; Y = Y_0 \cdot y = 0.00785S + j \cdot (-0.00223)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.00785S + j \cdot (-0.00223)S] / 0.02S = 0.3927 + j \cdot (-0.1116);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.3927 - j \cdot (-0.1116)) / (1 + 0.3927 + j \cdot (-0.1116)) = (0.427) + j \cdot (0.114)$$

$$\Gamma = (0.427) + j \cdot (0.114) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.442\angle 15.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.442$ și $\arg(\Gamma) = 15.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 50.6^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.985; \theta_{p1} = 135.4^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 114.4^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.985; \theta_{p2} = 44.6^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (35.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (-38.2)\Omega) / (35.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (-38.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.025) + j \cdot (-0.436) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.436\angle -86.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.55\text{mW} = 1.90\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.90\text{dBm} + 15.25\text{dB} = 17.15\text{dBm} = 51.92\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 51.92\text{mW} - 1.55\text{mW} = 50.37\text{mW}$

b) $P_{out} = 50.37\text{mW} = 17.02\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.02\text{dBm} + 17.3\text{dB} = 34.32\text{dBm} = 2705.0\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.173, Z_{CE} = 59.53\Omega, Z_{CO} = 41.99\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 19\text{dB} + 15\text{dB} = 53\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.05\text{dB} = 1.274, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 1.27\text{dB} = 1.340, G_2 = 19\text{dB} = 79.433, F_3 = 0.86\text{dB} = 1.219, F = 1.274 + (1.340 - 1)/79.433 + (1.219 - 1)/79.433/79.433 = 1.278 = 1.065\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 32Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.4\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 40.000\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.216 \cdot \pi = 0.679$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.807$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 37.30\Omega + j \cdot (8.20)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3220 + j \cdot (-0.1970) = 0.378\angle -148.5^\circ$; $K = (1 - 0.654^2 - 0.240^2 + 0.378^2) / 2 / 0.121 / 3.306 = 0.821$

$$|\Delta| = 0.378 < 1, K = 0.821 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.116) + j \cdot (-0.892), R_S = 1.403, R_S < |C_S| = 2.296, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.654 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.75 = 2.42\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 10.93 = 10.39\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.42\text{dB} + 10.39\text{dB} + 0.26\text{dB} = 13.07\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 27.32 = 14.37\text{dB}$

Subiectul 39

1. a) $\Gamma = 0.260 \angle 44.0^\circ = 0.187 + j \cdot (0.181)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.187) - j \cdot (0.181)] / [1 + (0.187) + j \cdot (0.181)] = 0.6468 + j \cdot (-0.2506);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/58\Omega = 0.0172S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01115S + j \cdot (-0.00432)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01115S + j \cdot (-0.00432)S] / 0.02S = 0.5575 + j \cdot (-0.2160);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5575 - j \cdot (-0.2160)) / (1 + 0.5575 + j \cdot (-0.2160)) = (0.260) + j \cdot (0.175)$$

$$\Gamma = (0.260) + j \cdot (0.175) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.313 \angle 33.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.313$ și $\arg(\Gamma) = 33.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 37.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.659; \theta_{p1} = 146.6^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 108.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.659; \theta_{p2} = 33.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (60.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (+68.0)\Omega) / (60.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (+68.0)\Omega)$

$$\Gamma = (0.343) + j \cdot (0.404) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.531 \angle 49.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.40\text{mW} = 1.46\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.46\text{dBm} + 15.30\text{dB} = 16.76\text{dBm} = 47.44\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 47.44\text{mW} - 1.40\text{mW} = 46.04\text{mW}$

$$b) P_{out} = 46.04\text{mW} = 16.63\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{amp} = P_{out} + G = 16.63\text{dBm} + 15.7\text{dB} = 32.33\text{dBm} = 1710.5\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.172, Z_{CE} = 59.47\Omega, Z_{CO} = 42.04\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12\text{dB} + 13\text{dB} + 14\text{dB} = 39\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.78\text{dB} = 1.197, G_1 = 12\text{dB} = 15.849, F_2 = 0.70\text{dB} = 1.175, G_2 = 13\text{dB} = 19.953, F_3 = 1.05\text{dB} = 1.274, F = 1.197 + (1.175 - 1)/15.849 + (1.274 - 1)/15.849/19.953 = 1.209 = 0.823\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 35Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 41.833\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.6\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.153 \cdot \pi = 0.480$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.521$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 37.40\Omega + j \cdot (5.50)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0034 + j \cdot (-0.3656) = 0.366 \angle -89.5^\circ$; $K = (1 - 0.702^2 - 0.244^2 + 0.366^2) / 2 / 0.103 / 4.862 = 0.580$

$|\Delta| = 0.366 < 1$, $K = 0.580 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.869) + j \cdot (1.034)$, $R_S = 1.395$, $R_S < |C_S| = 2.136$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.702 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.97 = 2.95\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.27\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 23.64 = 13.74\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.95\text{dB} + 13.74\text{dB} + 0.27\text{dB} = 16.95\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 47.20 = 16.74\text{dB}$

Subiectul 40

1. a) $\Gamma = 0.375 \angle 70.0^\circ = 0.128 + j \cdot (0.352)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.128) - j \cdot (0.352)] / [1 + (0.128) + j \cdot (0.352)] = 0.6151 + j \cdot (-0.5044);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/45\Omega = 0.0222S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01367S + j \cdot (-0.01121)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01367S + j \cdot (-0.01121)S] / 0.02S = 0.6834 + j \cdot (-0.5605);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.6834 - j \cdot (-0.5605)) / (1 + 0.6834 + j \cdot (-0.5605)) = (0.069) + j \cdot (0.356)$$

$$\Gamma = (0.069) + j \cdot (0.356) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.363 \angle 79.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.363$ și $\arg(\Gamma) = 79.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 16.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.779; \theta_{p1} = 142.1^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 84.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.779; \theta_{p2} = 37.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (34.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (-35.2)\Omega) / (34.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (-35.2)\Omega)$

$$\Gamma = (-0.008) + j \cdot (-0.420) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.420 \angle -91.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.65\text{mW} = 2.17\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.17\text{dBm} + 14.00\text{dB} = 16.17\text{dBm} = 41.45\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 41.45\text{mW} - 1.65\text{mW} = 39.80\text{mW}$

b) $P_{out} = 39.80\text{mW} = 16.00\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.00\text{dBm} + 17.0\text{dB} = 33.00\text{dBm} = 1994.5\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.200, Z_{CE} = 61.21\Omega, Z_{CO} = 40.84\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18\text{dB} + 10\text{dB} + 15\text{dB} = 43\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.22\text{dB} = 1.324, G_1 = 18\text{dB} = 63.096, F_2 = 0.79\text{dB} = 1.199, G_2 = 10\text{dB} = 10.000, F_3 = 0.81\text{dB} = 1.205, F = 1.324 + (1.199 - 1)/63.096 + (1.205 - 1)/63.096/10.000 = 1.328 = 1.231\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 42Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.0\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.826\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.171 \cdot \pi = 0.539$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.597$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 43.85\Omega + j \cdot (3.37)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3862 + j \cdot (0.0598) = 0.391 \angle 171.2^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.256^2 + 0.391^2) / 2 / 0.130 / 2.702 = 0.946$

$$|\Delta| = 0.391 < 1, K = 0.946 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.374) + j \cdot (-1.808), R_S = 1.302, R_S < |C_S| = 2.271, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.650 < 1, \text{zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.29\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 7.30 = 8.63\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38\text{dB} + 8.63\text{dB} + 0.29\text{dB} = 11.31\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 20.78 = 13.18\text{dB}$

Subiectul 41

1. a) $\Gamma = 0.385 \angle -86.0^\circ = 0.027 + j \cdot (-0.384)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.027) - j \cdot (-0.384)] / [1 + (0.027) + j \cdot (-0.384)] = 0.7087 + j \cdot (0.6391);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/59\Omega = 0.0169S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01201S + j \cdot (0.01083)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01201S + j \cdot (0.01083)S] / 0.02S = 0.6006 + j \cdot (0.5416);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.6006 - j \cdot (0.5416)) / (1 + 0.6006 + j \cdot (0.5416)) = (0.121) + j \cdot (-0.379)$$

$$\Gamma = (0.121) + j \cdot (-0.379) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.398 \angle -72.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.398$ și $\arg(\Gamma) = -72.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 92.9^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.868; \theta_{p1} = 139.0^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 159.4^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.868; \theta_{p2} = 41.0^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (34.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (+58.9)\Omega) / (34.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (+58.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.202) + j \cdot (0.560) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.595 \angle 70.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.85mW = -0.71dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.71dBm + 14.00dB = 13.29dBm = 21.35mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 21.35mW - 0.85mW = 20.50mW$

b) $P_{out} = 20.50mW = 13.12dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.12dBm + 17.4dB = 30.52dBm = 1126.6mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.200, Z_{CE} = 61.21\Omega, Z_{CO} = 40.84\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11dB + 18dB + 18dB = 47dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.04dB = 1.271, G_1 = 11dB = 12.589, F_2 = 0.71dB = 1.178, G_2 = 18dB = 63.096, F_3 = 1.10dB = 1.288, F = 1.271 + (1.178 - 1)/12.589 + (1.288 - 1)/12.589/63.096 = 1.285 = 1.089dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 33Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.6GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 40.620 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.4GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.258 \cdot \pi = 0.809$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.049$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 40.15\Omega + j \cdot (8.39)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3608 + j \cdot (-0.1155) = 0.379 \angle -162.2^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.240^2 + 0.379^2) / 2 / 0.124 / 3.058 = 0.875$

$|\Delta| = 0.379 < 1$, $K = 0.875 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.896) + j \cdot (-1.278)$, $R_S = 1.359$, $R_S < |C_S| = 2.286$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.650 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 9.35 = 9.71dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38dB + 9.71dB + 0.26dB = 12.35dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 24.66 = 13.92dB$

Subiectul 42

1. a) $\Gamma = 0.300 \angle -125.0^\circ = -0.172 + j \cdot (-0.246)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.172) - j \cdot (-0.246)] / [1 + (-0.172) + j \cdot (-0.246)] = 1.2201 + j \cdot (0.6590);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/53\Omega = 0.0189S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02302S + j \cdot (0.01243)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02302S + j \cdot (0.01243)S] / 0.02S = 1.1510 + j \cdot (0.6217);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1510 - j \cdot (0.6217)) / (1 + 1.1510 + j \cdot (0.6217)) = (-0.142) + j \cdot (-0.248)$$

$$\Gamma = (-0.142) + j \cdot (-0.248) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.286 \angle -119.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.286$ și $\arg(\Gamma) = -119.8^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 113.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.596; \theta_{p1} = 149.2^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 6.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.596; \theta_{p2} = 30.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (36.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (+45.2)\Omega) / (36.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (+45.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.094) + j \cdot (0.471) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.480 \angle 78.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.40mW = 1.46dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.46dBm + 16.15dB = 17.61dBm = 57.69mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 57.69mW - 1.40mW = 56.29mW$

b) $P_{out} = 56.29mW = 17.50dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.50dBm + 19.5dB = 37.00dBm = 5017.2mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.156, Z_{CE} = 58.50\Omega, Z_{CO} = 42.73\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 16dB + 12dB + 12dB = 40dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.46dB = 1.400, G_1 = 16dB = 39.811, F_2 = 1.22dB = 1.324, G_2 = 12dB = 15.849, F_3 = 1.31dB = 1.352, F = 1.400 + (1.324 - 1)/39.811 + (1.352 - 1)/39.811/15.849 = 1.408 = 1.487dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 39Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.8GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 44.159 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.3GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.168 \cdot \pi = 0.529$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.584$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 41.31\Omega + j \cdot (4.48)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3069 + j \cdot (0.2577) = 0.401 \angle 140.0^\circ$; $K = (1 - 0.664^2 - 0.281^2 + 0.401^2) / 2 / 0.133 / 2.353 = 1.024$

$|\Delta| = 0.401 < 1$, $K = 1.024 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-0.516) + j \cdot (-2.066)$, $R_S = 1.117$, $R_S < |C_S| = 2.129$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.664 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.79 = 2.53dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.09 = 0.36dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 5.54 = 7.43dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.53dB + 7.43dB + 0.36dB = 10.31dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 14.23 = 11.53dB$

Subiectul 43

1. a) $\Gamma = 0.125 \angle -132.0^\circ = -0.084 + j \cdot (-0.093)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.084) - j \cdot (-0.093)] / [1 + (-0.084) + j \cdot (-0.093)] = 1.1604 + j \cdot (0.2190);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/43\Omega = 0.0233S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02698S + j \cdot (0.00509)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02698S + j \cdot (0.00509)S] / 0.02S = 1.3492 + j \cdot (0.2547);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.3492 - j \cdot (0.2547)) / (1 + 1.3492 + j \cdot (0.2547)) = (-0.159) + j \cdot (-0.091)$$

$$\Gamma = (-0.159) + j \cdot (-0.091) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.183 \angle -150.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.183$ și $\arg(\Gamma) = -150.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 125.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.372; \theta_{p1} = 159.6^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 24.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.372; \theta_{p2} = 20.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (42.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (-67.9)\Omega) / (42.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (-67.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.297) + j \cdot (-0.518) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.597 \angle -60.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.25\text{mW} = 3.52\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.52\text{dBm} + 13.00\text{dB} = 16.52\text{dBm} = 44.89\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 44.89\text{mW} - 2.25\text{mW} = 42.64\text{mW}$

b) $P_{out} = 42.64\text{mW} = 16.30\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.30\text{dBm} + 17.7\text{dB} = 34.00\text{dBm} = 2511.0\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.224, Z_{CE} = 62.79\Omega, Z_{CO} = 39.82\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 18\text{dB} + 16\text{dB} = 51\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.88\text{dB} = 1.225, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 1.29\text{dB} = 1.346, G_2 = 18\text{dB} = 63.096, F_3 = 0.92\text{dB} = 1.236, F = 1.225 + (1.346 - 1)/50.119 + (1.236 - 1)/50.119/63.096 = 1.232 = 0.905\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 60Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 10.0\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 54.772\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.3\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi / \lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi / (c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.215 \cdot \pi = 0.675$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.801$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.65\Omega + j \cdot (-4.96)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1776 + j \cdot (-0.3262) = 0.371 \angle -118.6^\circ$; $K = (1 - 0.669^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.113 / 3.955 = 0.708$

$|\Delta| = 0.371 < 1$, $K = 0.708 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.263) + j \cdot (0.089)$, $R_S = 1.443$, $R_S < |C_S| = 2.264$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.669 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.81 = 2.58\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 15.64 = 11.94\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.58\text{dB} + 11.94\text{dB} + 0.26\text{dB} = 14.78\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 35.00 = 15.44\text{dB}$

Subiectul 44

1. a) $\Gamma = 0.120 \angle -61.0^\circ = 0.058 + j \cdot (-0.105)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.058) - j \cdot (-0.105)] / [1 + (0.058) + j \cdot (-0.105)] = 0.8716 + j \cdot (0.1856);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/49\Omega = 0.0204S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01779S + j \cdot (0.00379)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01779S + j \cdot (0.00379)S] / 0.02S = 0.8894 + j \cdot (0.1894);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.8894 - j \cdot (0.1894)) / (1 + 0.8894 + j \cdot (0.1894)) = (0.048) + j \cdot (-0.105)$$

$$\Gamma = (0.048) + j \cdot (-0.105) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.116 \angle -65.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.116$ și $\arg(\Gamma) = -65.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 81.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.233; \theta_{p1} = 166.9^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 164.4^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.233; \theta_{p2} = 13.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (55.1\Omega - 50\Omega + j \cdot (-33.6)\Omega) / (55.1\Omega + 50\Omega + j \cdot (-33.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.137) + j \cdot (-0.276) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.308 \angle -63.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.30\text{mW} = 1.14\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.14\text{dBm} + 14.20\text{dB} = 15.34\text{dBm} = 34.19\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 34.19\text{mW} - 1.30\text{mW} = 32.89\text{mW}$

b) $P_{out} = 32.89\text{mW} = 15.17\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.17\text{dBm} + 17.3\text{dB} = 32.47\text{dBm} = 1766.5\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.195, Z_{CE} = 60.92\Omega, Z_{CO} = 41.04\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 17\text{dB} + 12\text{dB} = 46\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.91\text{dB} = 1.233, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 0.76\text{dB} = 1.191, G_2 = 17\text{dB} = 50.119, F_3 = 1.41\text{dB} = 1.384, F = 1.233 + (1.191 - 1)/50.119 + (1.384 - 1)/50.119/50.119 = 1.237 = 0.924\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 25Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 35.355\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.9\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.204 \cdot \pi = 0.642$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.747$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 30.45\Omega + j \cdot (10.32)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1199 + j \cdot (-0.3510) = 0.371 \angle -108.9^\circ$; $K = (1 - 0.678^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.110 / 4.232 = 0.666$

$|\Delta| = 0.371 < 1$, $K = 0.666 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.198) + j \cdot (0.426)$, $R_S = 1.445$, $R_S < |C_S| = 2.239$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.678 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.85 = 2.67\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 17.91 = 12.53\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.67\text{dB} + 12.53\text{dB} + 0.26\text{dB} = 15.46\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 38.47 = 15.85\text{dB}$

Subiectul 45

1. a) $\Gamma = 0.310 \angle -38.0^\circ = 0.244 + j \cdot (-0.191)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.244) - j \cdot (-0.191)] / [1 + (0.244) + j \cdot (-0.191)] = 0.5704 + j \cdot (0.2409);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01188S + j \cdot (0.00502)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01188S + j \cdot (0.00502)S] / 0.02S = 0.5942 + j \cdot (0.2509);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5942 - j \cdot (0.2509)) / (1 + 0.5942 + j \cdot (0.2509)) = (0.224) + j \cdot (-0.193)$$

$$\Gamma = (0.224) + j \cdot (-0.193) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.296 \angle -40.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.296$ și $\arg(\Gamma) = -40.7^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 73.9^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.619; \theta_{p1} = 148.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 146.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.619; \theta_{p2} = 31.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (48.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (+34.4)\Omega) / (48.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (+34.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.093) + j \cdot (0.318) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.331 \angle 73.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.65\text{mW} = 2.17\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.17\text{dBm} + 14.85\text{dB} = 17.02\text{dBm} = 50.41\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 50.41\text{mW} - 1.65\text{mW} = 48.76\text{mW}$

b) $P_{out} = 48.76\text{mW} = 16.88\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.88\text{dBm} + 18.2\text{dB} = 35.08\text{dBm} = 3221.3\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.181, Z_{CE} = 60.04\Omega, Z_{CO} = 41.64\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11\text{dB} + 10\text{dB} + 11\text{dB} = 32\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.10\text{dB} = 1.288, G_1 = 11\text{dB} = 12.589, F_2 = 1.43\text{dB} = 1.390, G_2 = 10\text{dB} = 10.000, F_3 = 1.20\text{dB} = 1.318, F = 1.288 + (1.390 - 1)/12.589 + (1.318 - 1)/12.589/10.000 = 1.322 = 1.212\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 59Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.9\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 54.314\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.3\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.167 \cdot \pi = 0.524$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.577$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 56.46\Omega + j \cdot (-4.05)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2786 + j \cdot (-0.2480) = 0.373 \angle -138.3^\circ$; $K = (1 - 0.657^2 - 0.240^2 + 0.373^2) / 2 / 0.118 / 3.492 = 0.789$

$|\Delta| = 0.373 < 1$, $K = 0.789 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-2.207) + j \cdot (-0.579)$, $R_S = 1.409$, $R_S < |C_S| = 2.282$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.657 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.76 = 2.45\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 12.19 = 10.86\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.45\text{dB} + 10.86\text{dB} + 0.26\text{dB} = 13.57\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 29.59 = 14.71\text{dB}$

Subiectul 46

1. a) $\Gamma = 0.325 \angle 135.0^\circ = -0.230 + j \cdot (0.230)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.230) - j \cdot (0.230)] / [1 + (-0.230) + j \cdot (0.230)] = 1.3845 + j \cdot (-0.7115);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/51\Omega = 0.0196S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02715S + j \cdot (-0.01395)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02715S + j \cdot (-0.01395)S] / 0.02S = 1.3573 + j \cdot (-0.6975);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.3573 - j \cdot (-0.6975)) / (1 + 1.3573 + j \cdot (-0.6975)) = (-0.220) + j \cdot (0.231)$$

$$\Gamma = (-0.220) + j \cdot (0.231) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.319 \angle 133.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.319$ și $\arg(\Gamma) = 133.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 167.5^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.673; \theta_{p1} = 146.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 58.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.673; \theta_{p2} = 33.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (35.8\Omega - 50\Omega + j \cdot (+43.2)\Omega) / (35.8\Omega + 50\Omega + j \cdot (+43.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.070) + j \cdot (0.468) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.473 \angle 81.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.65\text{mW} = 2.17\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.17\text{dBm} + 15.30\text{dB} = 17.47\text{dBm} = 55.91\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 55.91\text{mW} - 1.65\text{mW} = 54.26\text{mW}$

b) $P_{out} = 54.26\text{mW} = 17.34\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.34\text{dBm} + 19.0\text{dB} = 36.34\text{dBm} = 4310.0\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.172, Z_{CE} = 59.47\Omega, Z_{CO} = 42.04\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 11\text{dB} + 12\text{dB} = 42\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.12\text{dB} = 1.294, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 0.95\text{dB} = 1.245, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 0.70\text{dB} = 1.175, F = 1.294 + (1.245 - 1)/79.433 + (1.175 - 1)/79.433/12.589 = 1.297 = 1.131\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 72Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.9\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.000 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.162 \cdot \pi = 0.508$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.556$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 65.22\Omega + j \cdot (-10.16)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0448 + j \cdot (-0.3584) = 0.361 \angle -82.9^\circ$; $K = (1 - 0.714^2 - 0.248^2 + 0.361^2) / 2 / 0.100 / 5.123 = 0.546$

$|\Delta| = 0.361 < 1$, $K = 0.546 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.689) + j \cdot (1.202), R_S = 1.351, R_S < |C_S| = 2.073, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.714 < 1, \text{zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.04 = 3.10\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.28\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 26.25 = 14.19\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.10\text{dB} + 14.19\text{dB} + 0.28\text{dB} = 17.56\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 51.23 = 17.10\text{dB}$

Subiectul 47

1. a) $\Gamma = 0.350 \angle -78.0^\circ = 0.073 + j \cdot (-0.342)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.073) - j \cdot (-0.342)] / [1 + (0.073) + j \cdot (-0.342)] = 0.6920 + j \cdot (0.5400);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/45\Omega = 0.0222S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01538S + j \cdot (0.01200)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01538S + j \cdot (0.01200)S] / 0.02S = 0.7689 + j \cdot (0.6000);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7689 - j \cdot (0.6000)) / (1 + 0.7689 + j \cdot (0.6000)) = (0.014) + j \cdot (-0.344)$$

$$\Gamma = (0.014) + j \cdot (-0.344) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.344 \angle -87.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.344$ și $\arg(\Gamma) = -87.7^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 98.9^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.733; \theta_{p1} = 143.8^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 168.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.733; \theta_{p2} = 36.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (50.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (-56.8)\Omega) / (50.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (-56.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.246) + j \cdot (-0.426) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.492 \angle -59.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.40\text{mW} = 3.80\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.80\text{dBm} + 14.45\text{dB} = 18.25\text{dBm} = 66.87\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 66.87\text{mW} - 2.40\text{mW} = 64.47\text{mW}$

b) $P_{out} = 64.47\text{mW} = 18.09\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 18.09\text{dBm} + 17.2\text{dB} = 35.29\text{dBm} = 3383.3\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.189, Z_{CE} = 60.57\Omega, Z_{CO} = 41.27\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 15\text{dB} + 14\text{dB} = 46\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.99\text{dB} = 1.256, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 1.25\text{dB} = 1.334, G_2 = 15\text{dB} = 31.623, F_3 = 0.92\text{dB} = 1.236, F = 1.256 + (1.334 - 1)/50.119 + (1.236 - 1)/50.119/31.623 = 1.263 = 1.013\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 26Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.0\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 36.056\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.263 \cdot \pi = 0.825$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.082$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 35.08\Omega + j \cdot (11.64)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2138 + j \cdot (-0.3034) = 0.371 \angle -125.2^\circ$; $K = (1 - 0.663^2 - 0.240^2 + 0.371^2) / 2 / 0.115 / 3.770 = 0.739$

$$|\Delta| = 0.371 < 1, K = 0.739 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.273) + j \cdot (-0.144), R_S = 1.436, R_S < |C_S| = 2.277, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.663 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.78 = 2.51\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 14.21 = 11.53\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.51\text{dB} + 11.53\text{dB} + 0.26\text{dB} = 14.30\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 32.78 = 15.16\text{dB}$

Subiectul 48

1. a) $\Gamma = 0.285 \angle -84.0^\circ = 0.030 + j \cdot (-0.283)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.030) - j \cdot (-0.283)] / [1 + (0.030) + j \cdot (-0.283)] = 0.8054 + j \cdot (0.4969);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/44\Omega = 0.0227S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01830S + j \cdot (0.01129)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01830S + j \cdot (0.01129)S] / 0.02S = 0.9152 + j \cdot (0.5647);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.9152 - j \cdot (0.5647)) / (1 + 0.9152 + j \cdot (0.5647)) = (-0.039) + j \cdot (-0.283)$$

$$\Gamma = (-0.039) + j \cdot (-0.283) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.286 \angle -97.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.286$ și $\arg(\Gamma) = -97.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 102.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.597; \theta_{p1} = 149.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 175.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.597; \theta_{p2} = 30.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (35.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (-66.6)\Omega) / (35.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (-66.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.272) + j \cdot (-0.566) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.628 \angle -64.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.90\text{mW} = 2.79\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.79\text{dBm} + 16.35\text{dB} = 19.14\text{dBm} = 81.99\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 81.99\text{mW} - 1.90\text{mW} = 80.09\text{mW}$

b) $P_{out} = 80.09\text{mW} = 19.04\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 19.04\text{dBm} + 19.8\text{dB} = 38.84\text{dBm} = 7648.4\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.152, Z_{CE} = 58.29\Omega, Z_{CO} = 42.89\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 13\text{dB} + 16\text{dB} + 19\text{dB} = 48\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.24\text{dB} = 1.330, G_1 = 13\text{dB} = 19.953, F_2 = 1.39\text{dB} = 1.377, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 1.12\text{dB} = 1.294, F = 1.330 + (1.377 - 1)/19.953 + (1.294 - 1)/19.953/39.811 = 1.350 = 1.302\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 30Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.7\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 38.730\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.239 \cdot \pi = 0.750$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.932$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 36.85\Omega + j \cdot (9.49)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2909 + j \cdot (0.2766) = 0.401 \angle 136.4^\circ$; $K = (1 - 0.666^2 - 0.284^2 + 0.401^2) / 2 / 0.133 / 2.315 = 1.034$

$|\Delta| = 0.401 < 1$, $K = 1.034 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-0.415) + j \cdot (-2.067)$, $R_S = 1.090$, $R_S < |C_S| = 2.108$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.666 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.80 = 2.55\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.09 = 0.37\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 5.36 = 7.29\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.55\text{dB} + 7.29\text{dB} + 0.37\text{dB} = 10.20\text{dB}$

Bilateral: $(C8, S129) K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 13.41 = 11.27\text{dB}$

Subiectul 49

1. a) $\Gamma = 0.220 \angle 129.0^\circ = -0.138 + j \cdot (0.171)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.138) - j \cdot (0.171)] / [1 + (-0.138) + j \cdot (0.171)] = 1.2334 + j \cdot (-0.4432);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02284S + j \cdot (-0.00821)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02284S + j \cdot (-0.00821)S] / 0.02S = 1.1421 + j \cdot (-0.4104);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1421 - j \cdot (-0.4104)) / (1 + 1.1421 + j \cdot (-0.4104)) = (-0.099) + j \cdot (0.173)$$

$$\Gamma = (-0.099) + j \cdot (0.173) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.199 \angle 119.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.199$ și $\arg(\Gamma) = 119.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 170.8^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.406; \theta_{p1} = 157.9^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 69.3^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.406; \theta_{p2} = 22.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (51.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (-41.9)\Omega) / (51.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (-41.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.159) + j \cdot (-0.347) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.382 \angle -65.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.90mW = -0.46dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.46dBm + 12.80dB = 12.34dBm = 17.15mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 17.15mW - 0.90mW = 16.25mW$

b) $P_{out} = 16.25mW = 12.11dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 12.11dBm + 19.0dB = 31.11dBm = 1290.7mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.229, Z_{CE} = 63.13\Omega, Z_{CO} = 39.60\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18dB + 15dB + 17dB = 50dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.84dB = 1.213, G_1 = 18dB = 63.096, F_2 = 1.03dB = 1.268, G_2 = 15dB = 31.623, F_3 = 0.74dB = 1.186, F = 1.213 + (1.268 - 1)/63.096 + (1.186 - 1)/63.096/31.623 = 1.218 = 0.855dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 42Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.4GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.826 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.1GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.209 \cdot \pi = 0.658$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.773$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 44.67\Omega + j \cdot (3.77)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3424 + j \cdot (-0.1578) = 0.377 \angle -155.3^\circ$; $K = (1 - 0.652^2 - 0.240^2 + 0.377^2) / 2 / 0.122 / 3.182 = 0.849$

$|\Delta| = 0.377 < 1$, $K = 0.849 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-2.008) + j \cdot (-1.087), R_S = 1.372, R_S < |C_S| = 2.283, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.652 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.74 = 2.40dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.06 = 0.26dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 10.13 = 10.05dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.40dB + 10.05dB + 0.26dB = 12.72dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 26.08 = 14.16dB$

Subiectul 50

1. a) $\Gamma = 0.350 \angle -136.0^\circ = -0.252 + j \cdot (-0.243)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.252) - j \cdot (-0.243)] / [1 + (-0.252) + j \cdot (-0.243)] = 1.4177 + j \cdot (0.7856);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/41\Omega = 0.0244S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03458S + j \cdot (0.01916)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03458S + j \cdot (0.01916)S] / 0.02S = 1.7289 + j \cdot (0.9581);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.7289 - j \cdot (0.9581)) / (1 + 1.7289 + j \cdot (0.9581)) = (-0.348) + j \cdot (-0.229)$$

$$\Gamma = (-0.348) + j \cdot (-0.229) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.416 \angle -146.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.416$ și $\arg(\Gamma) = -146.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 130.6^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.916; \theta_{p1} = 137.5^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 16.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.916; \theta_{p2} = 42.5^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (38.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (-35.3)\Omega) / (38.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (-35.3)\Omega)$

$$\Gamma = (0.025) + j \cdot (-0.389) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.390 \angle -86.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.00\text{mW} = 3.01\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.01\text{dBm} + 14.45\text{dB} = 17.46\text{dBm} = 55.72\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 55.72\text{mW} - 2.00\text{mW} = 53.72\text{mW}$

b) $P_{out} = 53.72\text{mW} = 17.30\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.30\text{dBm} + 17.8\text{dB} = 35.10\text{dBm} = 3237.1\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.189, Z_{CE} = 60.57\Omega, Z_{CO} = 41.27\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 13\text{dB} + 14\text{dB} + 14\text{dB} = 41\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.97\text{dB} = 1.250, G_1 = 13\text{dB} = 19.953, F_2 = 0.75\text{dB} = 1.189, G_2 = 14\text{dB} = 25.119, F_3 = 0.93\text{dB} = 1.239, F = 1.250 + (1.189 - 1)/19.953 + (1.239 - 1)/19.953/25.119 = 1.260 = 1.004\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 73Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.415 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.263 \cdot \pi = 0.827$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.086$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 58.45\Omega + j \cdot (-11.09)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.3838 + j \cdot (-0.0310) = 0.385 \angle -175.4^\circ$; $K = (1 - 0.650^2 - 0.248^2 + 0.385^2) / 2 / 0.127 / 2.880 = 0.908$

$|\Delta| = 0.385 < 1$, $K = 0.908 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.660) + j \cdot (-1.564)$, $R_S = 1.334$, $R_S < |C_S| = 2.281$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.650 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.73 = 2.38\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.07 = 0.28\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 8.29 = 9.19\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.38\text{dB} + 9.19\text{dB} + 0.28\text{dB} = 11.85\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 22.68 = 13.56\text{dB}$

Subiectul 51

1. a) $\Gamma = 0.220 \angle 158.0^\circ = -0.204 + j \cdot (0.082)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.204) - j \cdot (0.082)] / [1 + (-0.204) + j \cdot (0.082)] = 1.4859 + j \cdot (-0.2574);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/42\Omega = 0.0238S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03538S + j \cdot (-0.00613)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03538S + j \cdot (-0.00613)S] / 0.02S = 1.7689 + j \cdot (-0.3064);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.7689 - j \cdot (-0.3064)) / (1 + 1.7689 + j \cdot (-0.3064)) = (-0.286) + j \cdot (0.079)$$

$$\Gamma = (-0.286) + j \cdot (0.079) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.297 \angle 164.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.297$ și $\arg(\Gamma) = 164.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 151.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.622; \theta_{p1} = 148.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 44.1^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.622; \theta_{p2} = 31.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (61.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (-35.4)\Omega) / (61.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (-35.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.184) + j \cdot (-0.260) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.318 \angle -54.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.15mW = 0.61dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.61dBm + 13.20dB = 13.81dBm = 24.03mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 24.03mW - 1.15mW = 22.88mW$

b) $P_{out} = 22.88mW = 13.59dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.59dBm + 16.2dB = 29.79dBm = 953.7mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.219, Z_{CE} = 62.45\Omega, Z_{CO} = 40.03\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14dB + 16dB + 17dB = 47dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.27dB = 1.340, G_1 = 14dB = 25.119, F_2 = 1.14dB = 1.300, G_2 = 16dB = 39.811, F_3 = 0.91dB = 1.233, F = 1.340 + (1.300 - 1)/25.119 + (1.233 - 1)/25.119/39.811 = 1.352 = 1.309dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 37Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.3GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 43.012 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.0GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.108 \cdot \pi = 0.338$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.351$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 38.09\Omega + j \cdot (3.60)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2557 + j \cdot (0.3140) = 0.405 \angle 129.2^\circ$; $K = (1 - 0.670^2 - 0.290^2 + 0.405^2) / 2 / 0.134 / 2.241 = 1.051$

$|\Delta| = 0.405 < 1$, $K = 1.051 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-0.219) + j \cdot (-2.068)$, $R_S = 1.054$, $R_S < |C_S| = 2.080$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.670 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.81 = 2.59dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.09 = 0.38dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 5.02 = 7.01dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.59dB + 7.01dB + 0.38dB = 9.98dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 12.18 = 10.86dB$

Subiectul 52

1. a) $\Gamma = 0.360 \angle -89.0^\circ = 0.006 + j \cdot (-0.360)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.006) - j \cdot (-0.360)] / [1 + (0.006) + j \cdot (-0.360)] = 0.7621 + j \cdot (0.6303);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01411S + j \cdot (0.01167)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01411S + j \cdot (0.01167)S] / 0.02S = 0.7056 + j \cdot (0.5836);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7056 - j \cdot (0.5836)) / (1 + 0.7056 + j \cdot (0.5836)) = (0.050) + j \cdot (-0.359)$$

$$\Gamma = (0.050) + j \cdot (-0.359) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.363 \angle -82.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.363$ și $\arg(\Gamma) = -82.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 96.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.778; \theta_{p1} = 142.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 165.4^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.778; \theta_{p2} = 37.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (31.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (-60.7)\Omega) / (31.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (-60.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.211) + j \cdot (-0.587) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.624 \angle -70.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{cupl} = 0.65\text{mW} = -1.87\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl}), P_{in} = -1.87\text{dBm} + 13.95\text{dB} = 12.08\text{dBm} = 16.14\text{mW}, P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 16.14\text{mW} - 0.65\text{mW} = 15.49\text{mW}$$

$$b) P_{out} = 15.49\text{mW} = 11.90\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{amp} = P_{out} + G = 11.90\text{dBm} + 18.9\text{dB} = 30.80\text{dBm} = 1202.4\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.201, Z_{CE} = 61.28\Omega, Z_{CO} = 40.80\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 16\text{dB} + 13\text{dB} + 19\text{dB} = 48\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.78\text{dB} = 1.197, G_1 = 16\text{dB} = 39.811, F_2 = 0.78\text{dB} = 1.197, G_2 = 13\text{dB} = 19.953, F_3 = 1.43\text{dB} = 1.390, F = 1.197 + (1.197 - 1)/39.811 + (1.390 - 1)/39.811/19.953 = 1.202 = 0.800\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 32Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 40.000 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.267 \cdot \pi = 0.838$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.111$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 39.94\Omega + j \cdot (8.94)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0738 + j \cdot (0.4238) = 0.430 \angle 99.9^\circ$; $K = (1 - 0.697^2 - 0.326^2 + 0.430^2) / 2 / 0.138 / 1.970 = 1.091$

$|\Delta| = 0.430 < 1$, $K = 1.091 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.477) + j \cdot (-1.887)$, $R_S = 0.904$, $R_S < |C_S| = 1.946$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.697 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.94 = 2.89\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.12 = 0.49\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.88 = 5.89\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.89\text{dB} + 5.89\text{dB} + 0.49\text{dB} = 9.27\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 9.36 = 9.71\text{dB}$

Subiectul 53

1. a) $\Gamma = 0.155 \angle -145.0^\circ = -0.127 + j \cdot (-0.089)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.127) - j \cdot (-0.089)] / [1 + (-0.127) + j \cdot (-0.089)] = 1.2674 + j \cdot (0.2309);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/56\Omega = 0.0179S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02263S + j \cdot (0.00412)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02263S + j \cdot (0.00412)S] / 0.02S = 1.1316 + j \cdot (0.2062);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1316 - j \cdot (0.2062)) / (1 + 1.1316 + j \cdot (0.2062)) = (-0.070) + j \cdot (-0.090)$$

$$\Gamma = (-0.070) + j \cdot (-0.090) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.114 \angle -128.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.114$ și $\arg(\Gamma) = -128.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 112.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.230; \theta_{p1} = 167.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 15.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.230; \theta_{p2} = 12.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (43.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (+61.3)\Omega) / (43.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (+61.3)\Omega)$

$$\Gamma = (0.253) + j \cdot (0.489) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.550 \angle 62.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.20\text{mW} = 0.79\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.79\text{dBm} + 14.15\text{dB} = 14.94\text{dBm} = 31.20\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 31.20\text{mW} - 1.20\text{mW} = 30.00\text{mW}$

b) $P_{out} = 30.00\text{mW} = 14.77\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.77\text{dBm} + 19.6\text{dB} = 34.37\text{dBm} = 2736.2\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.196, Z_{CE} = 60.99\Omega, Z_{CO} = 40.99\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 10\text{dB} + 13\text{dB} + 17\text{dB} = 40\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.78\text{dB} = 1.197, G_1 = 10\text{dB} = 10.000, F_2 = 1.09\text{dB} = 1.285, G_2 = 13\text{dB} = 19.953, F_3 = 0.75\text{dB} = 1.189, F = 1.197 + (1.285 - 1)/10.000 + (1.189 - 1)/10.000/19.953 = 1.226 = 0.886\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 26Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.4\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 36.056\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.1\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.185 \cdot \pi = 0.580$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.655$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 30.37\Omega + j \cdot (9.27)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0936 + j \cdot (0.4396) = 0.449 \angle 78.0^\circ$; $K = (1 - 0.718^2 - 0.360^2 + 0.449^2) / 2 / 0.139 / 1.789 = 1.120$

$|\Delta| = 0.449 < 1$, $K = 1.120 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.869) + j \cdot (-1.628)$, $R_S = 0.793$, $R_S < |C_S| = 1.845$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.718 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.06 = 3.15\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.15 = 0.60\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.20 = 5.05\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.15\text{dB} + 5.05\text{dB} + 0.60\text{dB} = 8.80\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 7.93 = 8.99\text{dB}$

Subiectul 54

1. a) $\Gamma = 0.390 \angle -113.0^\circ = -0.152 + j \cdot (-0.359)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.152) - j \cdot (-0.359)] / [1 + (-0.152) + j \cdot (-0.359)] = 1.0007 + j \cdot (0.8474);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/55\Omega = 0.0182S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01819S + j \cdot (0.01541)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01819S + j \cdot (0.01541)S] / 0.02S = 0.9097 + j \cdot (0.7703);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.9097 - j \cdot (0.7703)) / (1 + 0.9097 + j \cdot (0.7703)) = (-0.099) + j \cdot (-0.363)$$

$$\Gamma = (-0.099) + j \cdot (-0.363) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.377 \angle -105.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.377$ și $\arg(\Gamma) = -105.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 108.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.813; \theta_{p1} = 140.9^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 176.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.813; \theta_{p2} = 39.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (35.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (-69.7)\Omega) / (35.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (-69.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.297) + j \cdot (-0.575) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.647 \angle -62.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.95mW = -0.22dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.22dBm + 15.35dB = 15.13dBm = 32.56mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 32.56mW - 0.95mW = 31.61mW$

b) $P_{out} = 31.61mW = 15.00dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.00dBm + 16.3dB = 31.30dBm = 1348.5mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.171, Z_{CE} = 59.41\Omega, Z_{CO} = 42.08\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 15dB + 16dB + 17dB = 48dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.25dB = 1.334, G_1 = 15dB = 31.623, F_2 = 1.17dB = 1.309, G_2 = 16dB = 39.811, F_3 = 0.77dB = 1.194, F = 1.334 + (1.309 - 1)/31.623 + (1.194 - 1)/31.623/39.811 = 1.343 = 1.282dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 44Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.6GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 46.904 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.4GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.198 \cdot \pi = 0.621$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.715$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 45.86\Omega + j \cdot (2.78)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3212 + j \cdot (-0.2088) = 0.383 \angle -33.0^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.380^2 + 0.383^2) / 2 / 0.040 / 5.840 = 0.599$

$|\Delta| = 0.383 < 1$, $K = 0.599 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.281) + j \cdot (0.100), R_S = 0.406, R_S < |C_S| = 1.285, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 34.11 = 15.33dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57dB + 15.33dB + 0.68dB = 21.57dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 146.00 = 21.64dB$

Subiectul 55

1. a) $\Gamma = 0.315 \angle -27.0^\circ = 0.281 + j \cdot (-0.143)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.281) - j \cdot (-0.143)] / [1 + (0.281) + j \cdot (-0.143)] = 0.5425 + j \cdot (0.1722);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01130S + j \cdot (0.00359)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01130S + j \cdot (0.00359)S] / 0.02S = 0.5651 + j \cdot (0.1794);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5651 - j \cdot (0.1794)) / (1 + 0.5651 + j \cdot (0.1794)) = (0.261) + j \cdot (-0.145)$$

$$\Gamma = (0.261) + j \cdot (-0.145) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.299 \angle -29.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.299$ și $\arg(\Gamma) = -29.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 68.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.626; \theta_{p1} = 148.0^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 140.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.626; \theta_{p2} = 32.0^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (62.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (-68.8)\Omega) / (62.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (-68.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.354) + j \cdot (-0.395) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.530 \angle -48.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.55mW = -2.60dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -2.60dBm + 13.70dB = 11.10dBm = 12.89mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 12.89mW - 0.55mW = 12.34mW$

b) $P_{out} = 12.34mW = 10.91dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 10.91dBm + 15.3dB = 26.21dBm = 418.2mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.207, Z_{CE} = 61.66\Omega, Z_{CO} = 40.55\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12dB + 19dB + 19dB = 50dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.19dB = 1.315, G_1 = 12dB = 15.849, F_2 = 1.39dB = 1.377, G_2 = 19dB = 79.433, F_3 = 1.12dB = 1.294, F = 1.315 + (1.377 - 1)/15.849 + (1.294 - 1)/15.849/79.433 = 1.339 = 1.269dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 26Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.8GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 36.056 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.1GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.263 \cdot \pi = 0.826$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.084$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 35.10\Omega + j \cdot (11.64)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1183 + j \cdot (0.4365) = 0.452 \angle 74.8^\circ$; $K = (1 - 0.721^2 - 0.365^2 + 0.452^2) / 2 / 0.139 / 1.764 = 1.124$

$|\Delta| = 0.452 < 1$, $K = 1.124 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.917) + j \cdot (-1.585)$, $R_S = 0.778$, $R_S < |C_S| = 1.831$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.721 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.08 = 3.19dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.15 = 0.62dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.11 = 4.93dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.19dB + 4.93dB + 0.62dB = 8.74dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 7.74 = 8.89dB$

Subiectul 56

1. a) $\Gamma = 0.370 \angle 27.0^\circ = 0.330 + j \cdot (0.168)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.330) - j \cdot (0.168)] / [1 + (0.330) + j \cdot (0.168)] = 0.4805 + j \cdot (-0.1870);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/46\Omega = 0.0217S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01045S + j \cdot (-0.00407)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01045S + j \cdot (-0.00407)S] / 0.02S = 0.5223 + j \cdot (-0.2033);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5223 - j \cdot (-0.2033)) / (1 + 0.5223 + j \cdot (-0.2033)) = (0.291) + j \cdot (0.172)$$

$$\Gamma = (0.291) + j \cdot (0.172) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.338 \angle 30.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.338$ și $\arg(\Gamma) = 30.7^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 39.5^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.718; \theta_{p1} = 144.3^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 109.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.718; \theta_{p2} = 35.7^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (42.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (-33.5)\Omega) / (42.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (-33.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.040) + j \cdot (-0.349) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.352 \angle -83.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{cupl} = 1.65\text{mW} = 2.17\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl}), P_{in} = 2.17\text{dBm} + 13.60\text{dB} = 15.77\text{dBm} = 37.80\text{mW}, P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 37.80\text{mW} - 1.65\text{mW} = 36.15\text{mW}$$

$$b) P_{out} = 36.15\text{mW} = 15.58\text{dBm}, după amplificator P_{amp} = P_{out} + G = 15.58\text{dBm} + 16.2\text{dB} = 31.78\text{dBm} = 1507.0\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.209, Z_{CE} = 61.81\Omega, Z_{CO} = 40.45\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 15\text{dB} + 16\text{dB} + 15\text{dB} = 46\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.89\text{dB} = 1.227, G_1 = 15\text{dB} = 31.623, F_2 = 0.81\text{dB} = 1.205, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 1.04\text{dB} = 1.271, F = 1.227 + (1.205 - 1)/31.623 + (1.271 - 1)/31.623/39.811 = 1.234 = 0.914\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 59Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.4\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 54.314\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.8\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.202 \cdot \pi = 0.635$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.737$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.49\Omega + j \cdot (-4.39)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3498 + j \cdot (-0.1642) = 0.386 \angle -25.1^\circ$; $K = (1 - 0.854^2 - 0.380^2 + 0.386^2) / 2 / 0.036 / 8.754 = 0.437$

$|\Delta| = 0.386 < 1$, $K = 0.437 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.267) + j \cdot (0.407)$, $R_S = 0.543$, $R_S < |C_S| = 1.331$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.854 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.69 = 5.68\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 76.63 = 18.84\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.68\text{dB} + 18.84\text{dB} + 0.68\text{dB} = 25.20\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 243.17 = 23.86\text{dB}$

Subiectul 57

1. a) $\Gamma = 0.265 \angle 150.0^\circ = -0.229 + j \cdot (0.133)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.229) - j \cdot (0.133)] / [1 + (-0.229) + j \cdot (0.133)] = 1.5212 + j \cdot (-0.4336);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/46\Omega = 0.0217S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03307S + j \cdot (-0.00943)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03307S + j \cdot (-0.00943)S] / 0.02S = 1.6534 + j \cdot (-0.4713);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.6534 - j \cdot (-0.4713)) / (1 + 1.6534 + j \cdot (-0.4713)) = (-0.269) + j \cdot (0.130)$$

$$\Gamma = (-0.269) + j \cdot (0.130) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.299 \angle 154.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.299$ și $\arg(\Gamma) = 154.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 156.6^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.627; \theta_{p1} = 147.9^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 49.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.627; \theta_{p2} = 32.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (34.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (-54.3)\Omega) / (34.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (-54.3)\Omega)$

$$\Gamma = (0.164) + j \cdot (-0.535) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.559 \angle -72.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{cupl} = 1.95\text{mW} = 2.90\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl}), P_{in} = 2.90\text{dBm} + 16.25\text{dB} = 19.15\text{dBm} = 82.23\text{mW}, P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 82.23\text{mW} - 1.95\text{mW} = 80.28\text{mW}$$

$$b) P_{out} = 80.28\text{mW} = 19.05\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{amp} = P_{out} + G = 19.05\text{dBm} + 15.6\text{dB} = 34.65\text{dBm} = 2914.8\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.154, Z_{CE} = 58.40\Omega, Z_{CO} = 42.81\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 10\text{dB} + 16\text{dB} + 10\text{dB} = 36\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.13\text{dB} = 1.297, G_1 = 10\text{dB} = 10.000, F_2 = 1.16\text{dB} = 1.306, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 1.07\text{dB} = 1.279, F = 1.297 + (1.306 - 1)/10.000 + (1.279 - 1)/10.000/39.811 = 1.328 = 1.234\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 70Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.2\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.161\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.185 \cdot \pi = 0.581$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.656$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 62.48\Omega + j \cdot (-9.69)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0680 + j \cdot (0.4399) = 0.445 \angle 81.2^\circ$; $K = (1 - 0.715^2 - 0.355^2 + 0.445^2) / 2 / 0.138 / 1.814 = 1.120$

$|\Delta| = 0.445 < 1$, $K = 1.120 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.818) + j \cdot (-1.662)$, $R_S = 0.800$, $R_S < |C_S| = 1.852$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.715 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.05 = 3.11\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.14 = 0.59\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.29 = 5.17\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.11\text{dB} + 5.17\text{dB} + 0.59\text{dB} = 8.87\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 8.09 = 9.08\text{dB}$

Subiectul 58

1. a) $\Gamma = 0.385 \angle -14.0^\circ = 0.374 + j \cdot (-0.093)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.374) - j \cdot (-0.093)] / [1 + (0.374) + j \cdot (-0.093)] = 0.4494 + j \cdot (0.0983);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/55\Omega = 0.0182S; Y = Y_0 \cdot y = 0.00817S + j \cdot (0.00179)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.00817S + j \cdot (0.00179)S] / 0.02S = 0.4085 + j \cdot (0.0893);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.4085 - j \cdot (0.0893)) / (1 + 0.4085 + j \cdot (0.0893)) = (0.414) + j \cdot (-0.090)$$

$$\Gamma = (0.414) + j \cdot (-0.090) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.424 \angle -12.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.424$ și $\arg(\Gamma) = -12.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 63.6^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.936; \theta_{p1} = 136.9^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 128.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.936; \theta_{p2} = 43.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (46.1\Omega - 50\Omega + j \cdot (+62.8)\Omega) / (46.1\Omega + 50\Omega + j \cdot (+62.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.271) + j \cdot (0.477) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.548 \angle 60.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.35\text{mW} = 3.71\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.71\text{dBm} + 14.10\text{dB} = 17.81\text{dBm} = 60.40\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 60.40\text{mW} - 2.35\text{mW} = 58.05\text{mW}$

b) $P_{out} = 58.05\text{mW} = 17.64\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.64\text{dBm} + 18.5\text{dB} = 36.14\text{dBm} = 4109.9\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.197, Z_{CE} = 61.06\Omega, Z_{CO} = 40.94\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 16\text{dB} + 11\text{dB} + 16\text{dB} = 43\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.76\text{dB} = 1.191, G_1 = 16\text{dB} = 39.811, F_2 = 1.16\text{dB} = 1.306, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 0.96\text{dB} = 1.247, F = 1.191 + (1.306 - 1)/39.811 + (1.247 - 1)/39.811/12.589 = 1.199 = 0.790\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 73Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.0\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.415\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.1\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.228 \cdot \pi = 0.716$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.869$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 60.94\Omega + j \cdot (-11.49)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2544 + j \cdot (-0.2629) = 0.366 \angle -45.9^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.368^2 + 0.366^2) / 2 / 0.040 / 3.940 = 0.875$

$$|\Delta| = 0.366 < 1, K = 0.875 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.215) + j \cdot (-0.253), R_S = 0.268, R_S < |C_S| = 1.241, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.16 = 0.63\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 15.52 = 11.91\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 11.91\text{dB} + 0.63\text{dB} = 18.11\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 98.50 = 19.93\text{dB}$

Subiectul 59

1. a) $\Gamma = 0.145 \angle -135.0^\circ = -0.103 + j \cdot (-0.103)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.103) - j \cdot (-0.103)] / [1 + (-0.103) + j \cdot (-0.103)] = 1.1998 + j \cdot (0.2513);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02500S + j \cdot (0.00524)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02500S + j \cdot (0.00524)S] / 0.02S = 1.2498 + j \cdot (0.2618);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.2498 - j \cdot (0.2618)) / (1 + 1.2498 + j \cdot (0.2618)) = (-0.123) + j \cdot (-0.102)$$

$$\Gamma = (-0.123) + j \cdot (-0.102) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.160 \angle -140.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.160$ și $\arg(\Gamma) = -140.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 119.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.324; \theta_{p1} = 162.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 20.5^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.324; \theta_{p2} = 17.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (35.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (-47.4)\Omega) / (35.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (-47.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.108) + j \cdot (-0.492) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.504 \angle -77.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{cupl} = 1.15\text{mW} = 0.61\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl}), P_{in} = 0.61\text{dBm} + 14.20\text{dB} = 14.81\text{dBm} = 30.25\text{mW}, P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 30.25\text{mW} - 1.15\text{mW} = 29.10\text{mW}$$

$$b) P_{out} = 29.10\text{mW} = 14.64\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{amp} = P_{out} + G = 14.64\text{dBm} + 16.2\text{dB} = 30.84\text{dBm} = 1213.0\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.195, Z_{CE} = 60.92\Omega, Z_{CO} = 41.04\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12\text{dB} + 15\text{dB} + 14\text{dB} = 41\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.73\text{dB} = 1.183, G_1 = 12\text{dB} = 15.849, F_2 = 0.81\text{dB} = 1.205, G_2 = 15\text{dB} = 31.623, F_3 = 0.89\text{dB} = 1.227, F = 1.183 + (1.205 - 1)/15.849 + (1.227 - 1)/15.849/31.623 = 1.196 = 0.779\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 59Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 54.314\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.227 \cdot \pi = 0.712$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.863$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 54.79\Omega + j \cdot (-4.49)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2612 + j \cdot (0.3880) = 0.468 \angle 56.1^\circ$; $K = (1 - 0.739^2 - 0.392^2 + 0.468^2) / 2 / 0.140 / 1.632 = 1.136$

$|\Delta| = 0.468 < 1$, $K = 1.136 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (1.159) + j \cdot (-1.315)$, $R_S = 0.698$, $R_S < |C_S| = 1.753$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.739 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.20 = 3.43\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.18 = 0.72\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 2.66 = 4.25\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.43\text{dB} + 4.25\text{dB} + 0.72\text{dB} = 8.41\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 6.96 = 8.43\text{dB}$

Subiectul 60

1. a) $\Gamma = 0.250 \angle -153.0^\circ = -0.223 + j \cdot (-0.113)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.223) - j \cdot (-0.113)] / [1 + (-0.223) + j \cdot (-0.113)] = 1.5195 + j \cdot (0.3679);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/44\Omega = 0.0227S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03453S + j \cdot (0.00836)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03453S + j \cdot (0.00836)S] / 0.02S = 1.7267 + j \cdot (0.4181);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.7267 - j \cdot (0.4181)) / (1 + 1.7267 + j \cdot (0.4181)) = (-0.283) + j \cdot (-0.110)$$

$$\Gamma = (-0.283) + j \cdot (-0.110) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.304 \angle -158.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.304$ și $\arg(\Gamma) = -158.8^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 133.2^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = -0.638; \theta_{p1} = 147.5^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 25.6^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = 0.638; \theta_{p2} = 32.5^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (62.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+64.7)\Omega) / (62.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+64.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.331) + j \cdot (0.385) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.508 \angle 49.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.20\text{mW} = 3.42\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.42\text{dBm} + 15.05\text{dB} = 18.47\text{dBm} = 70.38\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 70.38\text{mW} - 2.20\text{mW} = 68.18\text{mW}$

b) $P_{out} = 68.18\text{mW} = 18.34\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 18.34\text{dBm} + 17.5\text{dB} = 35.84\text{dBm} = 3833.8\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.177, Z_{CE} = 59.78\Omega, Z_{CO} = 41.82\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 19\text{dB} + 15\text{dB} = 53\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.78\text{dB} = 1.197, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 0.87\text{dB} = 1.222, G_2 = 19\text{dB} = 79.433, F_3 = 0.83\text{dB} = 1.211, F = 1.197 + (1.222 - 1)/79.433 + (1.211 - 1)/79.433/79.433 = 1.200 = 0.790\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 61Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.7\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 55.227 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.8\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.284 \cdot \pi = 0.891$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.237$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 53.84\Omega + j \cdot (-5.24)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2039 + j \cdot (0.3586) = 0.413 \angle 119.6^\circ$; $K = (1 - 0.679^2 - 0.302^2 + 0.413^2) / 2 / 0.135 / 2.151 = 1.064$

$|\Delta| = 0.413 < 1$, $K = 1.064 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.023) + j \cdot (-2.030)$, $R_S = 0.998$, $R_S < |C_S| = 2.030$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.679 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.86 = 2.68\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.10 = 0.42\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 4.63 = 6.65\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.68\text{dB} + 6.65\text{dB} + 0.42\text{dB} = 9.75\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 11.16 = 10.48\text{dB}$

Subiectul 61

1. a) $\Gamma = 0.315 \angle -66.0^\circ = 0.128 + j \cdot (-0.288)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.128) - j \cdot (-0.288)] / [1 + (0.128) + j \cdot (-0.288)] = 0.6645 + j \cdot (0.4246);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/49\Omega = 0.0204S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01356S + j \cdot (0.00867)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01356S + j \cdot (0.00867)S] / 0.02S = 0.6781 + j \cdot (0.4333);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.6781 - j \cdot (0.4333)) / (1 + 0.6781 + j \cdot (0.4333)) = (0.117) + j \cdot (-0.288)$$

$$\Gamma = (0.117) + j \cdot (-0.288) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.311 \angle -67.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.311$ și $\arg(\Gamma) = -67.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 88.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.655; \theta_{p1} = 146.8^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 159.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.655; \theta_{p2} = 33.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (34.8\Omega - 50\Omega + j \cdot (-68.3)\Omega) / (34.8\Omega + 50\Omega + j \cdot (-68.3)\Omega)$

$$\Gamma = (0.285) + j \cdot (-0.576) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.643 \angle -63.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.45\text{mW} = 3.89\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.89\text{dBm} + 15.65\text{dB} = 19.54\text{dBm} = 89.98\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 89.98\text{mW} - 2.45\text{mW} = 87.53\text{mW}$

b) $P_{out} = 87.53\text{mW} = 19.42\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 19.42\text{dBm} + 17.8\text{dB} = 37.22\text{dBm} = 5274.5\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.165, Z_{CE} = 59.06\Omega, Z_{CO} = 42.33\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 17\text{dB} + 15\text{dB} = 51\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.31\text{dB} = 1.352, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 0.81\text{dB} = 1.205, G_2 = 17\text{dB} = 50.119, F_3 = 1.23\text{dB} = 1.327, F = 1.352 + (1.205 - 1)/79.433 + (1.327 - 1)/79.433/50.119 = 1.355 = 1.319\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 41Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.277\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.211 \cdot \pi = 0.664$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.782$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 44.01\Omega + j \cdot (4.24)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2601 + j \cdot (-0.2579) = 0.366 \angle -44.8^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.367^2 + 0.366^2) / 2 / 0.040 / 4.100 = 0.845$

$|\Delta| = 0.366 < 1$, $K = 0.845 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.224) + j \cdot (-0.223), R_S = 0.279, R_S < |C_S| = 1.244, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.16 = 0.63\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 16.81 = 12.26\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 12.26\text{dB} + 0.63\text{dB} = 18.45\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 102.50 = 20.11\text{dB}$

Subiectul 62

1. a) $\Gamma = 0.145 \angle -133.0^\circ = -0.099 + j \cdot (-0.106)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.099) - j \cdot (-0.106)] / [1 + (-0.099) + j \cdot (-0.106)] = 1.1892 + j \cdot (0.2576);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/55\Omega = 0.0182S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02162S + j \cdot (0.00468)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02162S + j \cdot (0.00468)S] / 0.02S = 1.0811 + j \cdot (0.2342);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0811 - j \cdot (0.2342)) / (1 + 1.0811 + j \cdot (0.2342)) = (-0.051) + j \cdot (-0.107)$$

$$\Gamma = (-0.051) + j \cdot (-0.107) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.118 \angle -115.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.118$ și $\arg(\Gamma) = -115.5^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 106.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.238; \theta_{p1} = 166.6^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 9.4^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.238; \theta_{p2} = 13.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (48.1\Omega - 50\Omega + j \cdot (-52.5)\Omega) / (48.1\Omega + 50\Omega + j \cdot (-52.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.208) + j \cdot (-0.424) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.472 \angle -63.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.95mW = -0.22dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.22dBm + 14.05dB = 13.83dBm = 24.14mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 24.14mW - 0.95mW = 23.19mW$

b) $P_{out} = 23.19mW = 13.65dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.65dBm + 16.4dB = 30.05dBm = 1012.2mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.198, Z_{CE} = 61.13\Omega, Z_{CO} = 40.89\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14dB + 15dB + 16dB = 45dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.25dB = 1.334, G_1 = 14dB = 25.119, F_2 = 1.48dB = 1.406, G_2 = 15dB = 31.623, F_3 = 1.25dB = 1.334, F = 1.334 + (1.406 - 1)/25.119 + (1.334 - 1)/25.119/31.623 = 1.350 = 1.304dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 28Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.5GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 37.417 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.5GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.147 \cdot \pi = 0.462$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.498$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 30.68\Omega + j \cdot (7.20)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1643 + j \cdot (0.3848) = 0.418 \angle 113.1^\circ$; $K = (1 - 0.685^2 - 0.310^2 + 0.418^2) / 2 / 0.136 / 2.091 = 1.072$

$|\Delta| = 0.418 < 1$, $K = 1.072 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.179) + j \cdot (-1.994)$, $R_S = 0.967$, $R_S < |C_S| = 2.002$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.685 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.88 = 2.75dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.11 = 0.44dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 4.37 = 6.41dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.75dB + 6.41dB + 0.44dB = 9.60dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 10.54 = 10.23dB$

Subiectul 63

1. a) $\Gamma = 0.375 \angle -66.0^\circ = 0.153 + j \cdot (-0.343)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.153) - j \cdot (-0.343)] / [1 + (0.153) + j \cdot (-0.343)] = 0.5944 + j \cdot (0.4739);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/57\Omega = 0.0175S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01043S + j \cdot (0.00831)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01043S + j \cdot (0.00831)S] / 0.02S = 0.5214 + j \cdot (0.4157);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5214 - j \cdot (0.4157)) / (1 + 0.5214 + j \cdot (0.4157)) = (0.223) + j \cdot (-0.334)$$

$$\Gamma = (0.223) + j \cdot (-0.334) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.402 \angle -56.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.402$ și $\arg(\Gamma) = -56.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 85.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.878; \theta_{p1} = 138.7^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 151.3^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.878; \theta_{p2} = 41.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (58.8\Omega - 50\Omega + j \cdot (-50.4)\Omega) / (58.8\Omega + 50\Omega + j \cdot (-50.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.243) + j \cdot (-0.351) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.427 \angle -55.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.80mW = -0.97dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.97dBm + 12.90dB = 11.93dBm = 15.60mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 15.60mW - 0.80mW = 14.80mW$

b) $P_{out} = 14.80mW = 11.70dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 11.70dBm + 18.0dB = 29.70dBm = 933.7mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.226, Z_{CE} = 62.96\Omega, Z_{CO} = 39.71\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17dB + 19dB + 14dB = 50dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.86dB = 1.219, G_1 = 17dB = 50.119, F_2 = 1.34dB = 1.361, G_2 = 19dB = 79.433, F_3 = 0.77dB = 1.194, F = 1.219 + (1.361 - 1)/50.119 + (1.194 - 1)/50.119/79.433 = 1.226 = 0.886dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 57Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 53.385 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.1GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.140 \cdot \pi = 0.440$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.471$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 55.59\Omega + j \cdot (-2.81)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3262 + j \cdot (-0.2059) = 0.386 \angle -32.3^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.380^2 + 0.386^2) / 2 / 0.040 / 6.217 = 0.567$

$|\Delta| = 0.386 < 1$, $K = 0.567 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.287) + j \cdot (0.148)$, $R_S = 0.433$, $R_S < |C_S| = 1.296$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.850 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 38.65 = 15.87dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57dB + 15.87dB + 0.68dB = 22.12dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 155.42 = 21.92dB$

Subiectul 64

1. a) $\Gamma = 0.225 \angle 14.0^\circ = 0.218 + j \cdot (0.054)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.218) - j \cdot (0.054)] / [1 + (0.218) + j \cdot (0.054)] = 0.6383 + j \cdot (-0.0732);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01182S + j \cdot (-0.00136)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01182S + j \cdot (-0.00136)S] / 0.02S = 0.5911 + j \cdot (-0.0678);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5911 - j \cdot (-0.0678)) / (1 + 0.5911 + j \cdot (-0.0678)) = (0.255) + j \cdot (0.053)$$

$$\Gamma = (0.255) + j \cdot (0.053) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.260 \angle 11.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.260$ și $\arg(\Gamma) = 11.8^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 46.6^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.539; \theta_{p1} = 151.7^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 121.5^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.539; \theta_{p2} = 28.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (39.2\Omega - 50\Omega + j \cdot (-42.7)\Omega) / (39.2\Omega + 50\Omega + j \cdot (-42.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.088) + j \cdot (-0.437) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.445 \angle -78.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{\text{cupl}} = 0.95\text{mW} = -0.22\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{\text{in}} / P_{\text{cupl}}), P_{\text{in}} = -0.22\text{dBm} + 15.65\text{dB} = 15.43\text{dBm} = 34.89\text{mW}, P_{\text{out}} = P_{\text{in}} - P_{\text{cupl}} = 34.89\text{mW} - 0.95\text{mW} = 33.94\text{mW}$$

$$b) P_{\text{out}} = 33.94\text{mW} = 15.31\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{\text{amp}} = P_{\text{out}} + G = 15.31\text{dBm} + 19.2\text{dB} = 34.51\text{dBm} = 2823.2\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.165, Z_{CE} = 59.06\Omega, Z_{CO} = 42.33\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14\text{dB} + 19\text{dB} + 10\text{dB} = 43\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.35\text{dB} = 1.365, G_1 = 14\text{dB} = 25.119, F_2 = 1.09\text{dB} = 1.285, G_2 = 19\text{dB} = 79.433, F_3 = 0.93\text{dB} = 1.239, F = 1.365 + (1.285 - 1)/25.119 + (1.239 - 1)/25.119/79.433 = 1.376 = 1.386\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 42Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.826\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.232 \cdot \pi = 0.728$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.890$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 45.20\Omega + j \cdot (3.92)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2843 + j \cdot (0.3757) = 0.471 \angle 52.9^\circ$; $K = (1 - 0.742^2 - 0.396^2 + 0.471^2) / 2 / 0.141 / 1.614 = 1.131$

$|\Delta| = 0.471 < 1$, $K = 1.131 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (1.194) + j \cdot (-1.273)$, $R_S = 0.692$, $R_S < |C_S| = 1.745$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.742 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{S\max} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.23 = 3.47\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{L\max} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.19 = 0.74\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 2.60 = 4.16\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{S\max} + G_0 + G_{L\max} = 3.47\text{dB} + 4.16\text{dB} + 0.74\text{dB} = 8.37\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{T\max} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 6.90 = 8.39\text{dB}$

Subiectul 65

1. a) $\Gamma = 0.190 \angle -64.0^\circ = 0.083 + j \cdot (-0.171)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.083) - j \cdot (-0.171)] / [1 + (0.083) + j \cdot (-0.171)] = 0.8015 + j \cdot (0.2840);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/56\Omega = 0.0179S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01431S + j \cdot (0.00507)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01431S + j \cdot (0.00507)S] / 0.02S = 0.7156 + j \cdot (0.2536);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7156 - j \cdot (0.2536)) / (1 + 0.7156 + j \cdot (0.2536)) = (0.141) + j \cdot (-0.169)$$

$$\Gamma = (0.141) + j \cdot (-0.169) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.220 \angle -50.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.220$ și $\arg(\Gamma) = -50.1^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 76.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.450; \theta_{p1} = 155.8^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 153.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.450; \theta_{p2} = 24.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (49.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (+65.4)\Omega) / (49.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (+65.4)\Omega)$

$$\Gamma = (0.299) + j \cdot (0.460) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.548 \angle 57.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.10\text{mW} = 3.22\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.22\text{dBm} + 16.40\text{dB} = 19.62\text{dBm} = 91.67\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 91.67\text{mW} - 2.10\text{mW} = 89.57\text{mW}$

b) $P_{out} = 89.57\text{mW} = 19.52\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 19.52\text{dBm} + 16.7\text{dB} = 36.22\text{dBm} = 4189.4\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.151, Z_{CE} = 58.24\Omega, Z_{CO} = 42.93\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14\text{dB} + 18\text{dB} + 17\text{dB} = 49\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.91\text{dB} = 1.233, G_1 = 14\text{dB} = 25.119, F_2 = 0.94\text{dB} = 1.242, G_2 = 18\text{dB} = 63.096, F_3 = 0.97\text{dB} = 1.250, F = 1.233 + (1.242 - 1)/25.119 + (1.250 - 1)/25.119/63.096 = 1.243 = 0.944\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 71Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.8\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.582\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.7\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.138 \cdot \pi = 0.433$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.462$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 66.12\Omega + j \cdot (-8.87)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3359 + j \cdot (-0.2004) = 0.391 \angle -30.8^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.380^2 + 0.391^2) / 2 / 0.040 / 6.972 = 0.513$

$|\Delta| = 0.391 < 1$, $K = 0.513 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.297) + j \cdot (0.243)$, $R_S = 0.490$, $R_S < |C_S| = 1.320$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.850 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 48.61 = 16.87\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 16.87\text{dB} + 0.68\text{dB} = 23.11\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 174.30 = 22.41\text{dB}$

Subiectul 66

1. a) $\Gamma = 0.315 \angle 17.0^\circ = 0.301 + j \cdot (0.092)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.301) - j \cdot (0.092)] / [1 + (0.301) + j \cdot (0.092)] = 0.5293 + j \cdot (-0.1082);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/47\Omega = 0.0213S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01126S + j \cdot (-0.00230)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01126S + j \cdot (-0.00230)S] / 0.02S = 0.5631 + j \cdot (-0.1152);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5631 - j \cdot (-0.1152)) / (1 + 0.5631 + j \cdot (-0.1152)) = (0.273) + j \cdot (0.094)$$

$$\Gamma = (0.273) + j \cdot (0.094) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.288 \angle 19.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.288$ și $\arg(\Gamma) = 19.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 43.9^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.602; \theta_{p1} = 148.9^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 117.1^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.602; \theta_{p2} = 31.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (33.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (+32.1)\Omega) / (33.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (+32.1)\Omega)$

$$\Gamma = (-0.042) + j \cdot (0.399) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.402 \angle 95.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.40\text{mW} = 1.46\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.46\text{dBm} + 16.20\text{dB} = 17.66\text{dBm} = 58.36\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 58.36\text{mW} - 1.40\text{mW} = 56.96\text{mW}$

b) $P_{out} = 56.96\text{mW} = 17.56\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.56\text{dBm} + 16.1\text{dB} = 33.66\text{dBm} = 2320.5\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.155, Z_{CE} = 58.45\Omega, Z_{CO} = 42.77\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11\text{dB} + 12\text{dB} + 10\text{dB} = 33\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.08\text{dB} = 1.282, G_1 = 11\text{dB} = 12.589, F_2 = 1.42\text{dB} = 1.387, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 1.33\text{dB} = 1.358, F = 1.282 + (1.387 - 1)/12.589 + (1.358 - 1)/12.589/15.849 = 1.315 = 1.189\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 34Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 41.231\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.182 \cdot \pi = 0.571$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.643$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 37.51\Omega + j \cdot (6.62)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0438 + j \cdot (0.4403) = 0.442 \angle 84.3^\circ$; $K = (1 - 0.712^2 - 0.350^2 + 0.442^2) / 2 / 0.138 / 1.839 = 1.116$

$|\Delta| = 0.442 < 1$, $K = 1.116 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.767) + j \cdot (-1.702)$, $R_S = 0.816$, $R_S < |C_S| = 1.867$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.712 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.03 = 3.07\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.14 = 0.57\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.38 = 5.29\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.07\text{dB} + 5.29\text{dB} + 0.57\text{dB} = 8.93\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 8.27 = 9.18\text{dB}$

Subiectul 67

1. a) $\Gamma = 0.175 \angle 116.0^\circ = -0.077 + j \cdot (0.157)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.077) - j \cdot (0.157)] / [1 + (-0.077) + j \cdot (0.157)] = 1.1051 + j \cdot (-0.3586);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02302S + j \cdot (-0.00747)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02302S + j \cdot (-0.00747)S] / 0.02S = 1.1511 + j \cdot (-0.3736);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1511 - j \cdot (-0.3736)) / (1 + 1.1511 + j \cdot (-0.3736)) = (-0.097) + j \cdot (0.157)$$

$$\Gamma = (-0.097) + j \cdot (0.157) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.185 \angle 121.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.185$ și $\arg(\Gamma) = 121.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 169.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.376; \theta_{p1} = 159.4^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 68.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.376; \theta_{p2} = 20.6^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (57.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (-35.0)\Omega) / (57.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (-35.0)\Omega)$

$$\Gamma = (0.158) + j \cdot (-0.274) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.317 \angle -60.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.05\text{mW} = 0.21\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.21\text{dBm} + 13.90\text{dB} = 14.11\text{dBm} = 25.77\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 25.77\text{mW} - 1.05\text{mW} = 24.72\text{mW}$

b) $P_{out} = 24.72\text{mW} = 13.93\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.93\text{dBm} + 19.7\text{dB} = 33.63\text{dBm} = 2307.4\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.202, Z_{CE} = 61.35\Omega, Z_{CO} = 40.75\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11\text{dB} + 13\text{dB} + 17\text{dB} = 41\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.04\text{dB} = 1.271, G_1 = 11\text{dB} = 12.589, F_2 = 0.94\text{dB} = 1.242, G_2 = 13\text{dB} = 19.953, F_3 = 1.21\text{dB} = 1.321, F = 1.271 + (1.242 - 1)/12.589 + (1.321 - 1)/12.589/19.953 = 1.291 = 1.109\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 70Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.161\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.187 \cdot \pi = 0.587$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.665$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 62.35\Omega + j \cdot (-9.72)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.0199 + j \cdot (0.4394) = 0.440 \angle 87.4^\circ$; $K = (1 - 0.709^2 - 0.345^2 + 0.440^2) / 2 / 0.138 / 1.864 = 1.111$

$|\Delta| = 0.440 < 1$, $K = 1.111 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.714) + j \cdot (-1.741)$, $R_S = 0.832$, $R_S < |C_S| = 1.882$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.709 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.01 = 3.03\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.14 = 0.55\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.47 = 5.41\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.03\text{dB} + 5.41\text{dB} + 0.55\text{dB} = 8.99\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 8.46 = 9.28\text{dB}$

Subiectul 68

1. a) $\Gamma = 0.125 \angle -154.0^\circ = -0.112 + j \cdot (-0.055)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.112) - j \cdot (-0.055)] / [1 + (-0.112) + j \cdot (-0.055)] = 1.2446 + j \cdot (0.1386);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/52\Omega = 0.0192S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02393S + j \cdot (0.00266)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02393S + j \cdot (0.00266)S] / 0.02S = 1.1967 + j \cdot (0.1332);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1967 - j \cdot (0.1332)) / (1 + 1.1967 + j \cdot (0.1332)) = (-0.093) + j \cdot (-0.055)$$

$$\Gamma = (-0.093) + j \cdot (-0.055) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.108 \angle -149.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.108$ și $\arg(\Gamma) = -149.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 122.8^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.217; \theta_{p1} = 167.7^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 26.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.217; \theta_{p2} = 12.3^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (35.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (-34.2)\Omega) / (35.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (-34.2)\Omega)$

$$\Gamma = (-0.008) + j \cdot (-0.403) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.403 \angle -91.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.40\text{mW} = 1.46\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.46\text{dBm} + 12.85\text{dB} = 14.31\text{dBm} = 26.99\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 26.99\text{mW} - 1.40\text{mW} = 25.59\text{mW}$

b) $P_{out} = 25.59\text{mW} = 14.08\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.08\text{dBm} + 18.3\text{dB} = 32.38\text{dBm} = 1729.8\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.228, Z_{CE} = 63.05\Omega, Z_{CO} = 39.65\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 13\text{dB} + 14\text{dB} + 10\text{dB} = 37\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.89\text{dB} = 1.227, G_1 = 13\text{dB} = 19.953, F_2 = 0.80\text{dB} = 1.202, G_2 = 14\text{dB} = 25.119, F_3 = 0.78\text{dB} = 1.197, F = 1.227 + (1.202 - 1)/19.953 + (1.197 - 1)/19.953/25.119 = 1.238 = 0.927\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 71Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.1\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.582\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.176 \cdot \pi = 0.552$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.616$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 63.64\Omega + j \cdot (-10.02)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0494 + j \cdot (0.4295) = 0.432 \angle 96.6^\circ$; $K = (1 - 0.700^2 - 0.330^2 + 0.432^2) / 2 / 0.138 / 1.940 = 1.098$

$|\Delta| = 0.432 < 1$, $K = 1.098 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.547) + j \cdot (-1.849)$, $R_S = 0.883$, $R_S < |C_S| = 1.929$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.700 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.96 = 2.92\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.12 = 0.50\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.76 = 5.76\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.92\text{dB} + 5.76\text{dB} + 0.50\text{dB} = 9.18\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 9.06 = 9.57\text{dB}$

Subiectul 69

1. a) $\Gamma = 0.330 \angle 138.0^\circ = -0.245 + j \cdot (0.221)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.245) - j \cdot (0.221)] / [1 + (-0.245) + j \cdot (0.221)] = 1.4409 + j \cdot (-0.7141);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02668S + j \cdot (-0.01322)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02668S + j \cdot (-0.01322)S] / 0.02S = 1.3342 + j \cdot (-0.6612);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.3342 - j \cdot (-0.6612)) / (1 + 1.3342 + j \cdot (-0.6612)) = (-0.207) + j \cdot (0.225)$$

$$\Gamma = (-0.207) + j \cdot (0.225) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.305 \angle 132.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.305$ și $\arg(\Gamma) = 132.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 167.6^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.641; \theta_{p1} = 147.3^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 59.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.641; \theta_{p2} = 32.7^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (68.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (-66.5)\Omega) / (68.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (-66.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.359) + j \cdot (-0.359) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.508 \angle -45.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.10\text{mW} = 3.22\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.22\text{dBm} + 13.10\text{dB} = 16.32\text{dBm} = 42.88\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 42.88\text{mW} - 2.10\text{mW} = 40.78\text{mW}$

b) $P_{out} = 40.78\text{mW} = 16.10\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.10\text{dBm} + 17.5\text{dB} = 33.60\text{dBm} = 2293.0\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.221, Z_{CE} = 62.62\Omega, Z_{CO} = 39.92\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 16\text{dB} + 14\text{dB} + 10\text{dB} = 40\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.23\text{dB} = 1.327, G_1 = 16\text{dB} = 39.811, F_2 = 0.78\text{dB} = 1.197, G_2 = 14\text{dB} = 25.119, F_3 = 1.34\text{dB} = 1.361, F = 1.327 + (1.197 - 1)/39.811 + (1.361 - 1)/39.811/25.119 = 1.333 = 1.247\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 70Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.161 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.208 \cdot \pi = 0.654$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.767$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 60.96\Omega + j \cdot (-9.95)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2752 + j \cdot (-0.2405) = 0.365 \angle -41.1^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.362^2 + 0.365^2) / 2 / 0.040 / 4.580 = 0.764$

$|\Delta| = 0.365 < 1$, $K = 0.764 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.247) + j \cdot (-0.128), R_S = 0.311, R_S < |C_S| = 1.254, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.15 = 0.61\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 20.98 = 13.22\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 13.22\text{dB} + 0.61\text{dB} = 19.39\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 114.50 = 20.59\text{dB}$

Subiectul 70

1. a) $\Gamma = 0.245 \angle -96.0^\circ = -0.026 + j \cdot (-0.244)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.026) - j \cdot (-0.244)] / [1 + (-0.026) + j \cdot (-0.244)] = 0.9318 + j \cdot (0.4831);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/56\Omega = 0.0179S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01664S + j \cdot (0.00863)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01664S + j \cdot (0.00863)S] / 0.02S = 0.8319 + j \cdot (0.4313);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.8319 - j \cdot (0.4313)) / (1 + 0.8319 + j \cdot (0.4313)) = (0.034) + j \cdot (-0.244)$$

$$\Gamma = (0.034) + j \cdot (-0.244) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.246 \angle -82.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.246$ și $\arg(\Gamma) = -82.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 93.1^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.507; \theta_{p1} = 153.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 168.9^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.507; \theta_{p2} = 26.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (44.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (-33.6)\Omega) / (44.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (-33.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.064) + j \cdot (-0.332) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.338 \angle -79.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{cupl} = 2.35\text{mW} = 3.71\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl}), P_{in} = 3.71\text{dBm} + 16.30\text{dB} = 20.01\text{dBm} = 100.25\text{mW}, P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 100.25\text{mW} - 2.35\text{mW} = 97.90\text{mW}$$

$$b) P_{out} = 97.90\text{mW} = 19.91\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{amp} = P_{out} + G = 19.91\text{dBm} + 18.2\text{dB} = 38.11\text{dBm} = 6467.9\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.153, Z_{CE} = 58.34\Omega, Z_{CO} = 42.85\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 18\text{dB} + 10\text{dB} + 11\text{dB} = 39\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.88\text{dB} = 1.225, G_1 = 18\text{dB} = 63.096, F_2 = 1.38\text{dB} = 1.374, G_2 = 10\text{dB} = 10.000, F_3 = 1.21\text{dB} = 1.321, F = 1.225 + (1.374 - 1)/63.096 + (1.321 - 1)/63.096/10.000 = 1.231 = 0.903\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 37Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 43.012\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.140 \cdot \pi = 0.438$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.469$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 38.82\Omega + j \cdot (4.51)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1429 + j \cdot (0.4319) = 0.455 \angle 71.7^\circ$; $K = (1 - 0.724^2 - 0.370^2 + 0.455^2) / 2 / 0.139 / 1.738 = 1.130$

$|\Delta| = 0.455 < 1$, $K = 1.130 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.963) + j \cdot (-1.540)$, $R_S = 0.761$, $R_S < |C_S| = 1.817$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.724 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.10 = 3.23\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.16 = 0.64\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.02 = 4.80\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.23\text{dB} + 4.80\text{dB} + 0.64\text{dB} = 8.67\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 7.55 = 8.78\text{dB}$

Subiectul 71

1. a) $\Gamma = 0.210 \angle -110.0^\circ = -0.072 + j \cdot (-0.197)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.072) - j \cdot (-0.197)] / [1 + (-0.072) + j \cdot (-0.197)] = 1.0616 + j \cdot (0.4383);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/44\Omega = 0.0227S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02413S + j \cdot (0.00996)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02413S + j \cdot (0.00996)S] / 0.02S = 1.2063 + j \cdot (0.4981);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.2063 - j \cdot (0.4981)) / (1 + 1.2063 + j \cdot (0.4981)) = (-0.137) + j \cdot (-0.195)$$

$$\Gamma = (-0.137) + j \cdot (-0.195) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.238 \angle -125.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.238$ și $\arg(\Gamma) = -125.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 114.5^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.491; \theta_{p1} = 153.9^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 10.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.491; \theta_{p2} = 26.1^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (34.5\Omega - 50\Omega + j \cdot (-67.9)\Omega) / (34.5\Omega + 50\Omega + j \cdot (-67.9)\Omega)$

$$\Gamma = (0.281) + j \cdot (-0.578) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.642 \angle -64.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.00\text{mW} = 0.00\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.00\text{dBm} + 14.20\text{dB} = 14.20\text{dBm} = 26.30\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 26.30\text{mW} - 1.00\text{mW} = 25.30\text{mW}$

b) $P_{out} = 25.30\text{mW} = 14.03\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.03\text{dBm} + 15.6\text{dB} = 29.63\text{dBm} = 918.7\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.195, Z_{CE} = 60.92\Omega, Z_{CO} = 41.04\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11\text{dB} + 14\text{dB} + 10\text{dB} = 35\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.31\text{dB} = 1.352, G_1 = 11\text{dB} = 12.589, F_2 = 0.95\text{dB} = 1.245, G_2 = 14\text{dB} = 25.119, F_3 = 1.31\text{dB} = 1.352, F = 1.352 + (1.245 - 1)/12.589 + (1.352 - 1)/12.589/25.119 = 1.373 = 1.375\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 64Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.7\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 56.569 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.6\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.194 \cdot \pi = 0.610$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.698$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 58.62\Omega + j \cdot (-6.81)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1846 + j \cdot (0.3733) = 0.416 \angle 116.3^\circ$; $K = (1 - 0.682^2 - 0.306^2 + 0.416^2) / 2 / 0.136 / 2.121 = 1.065$

$|\Delta| = 0.416 < 1$, $K = 1.065 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.101) + j \cdot (-2.019)$, $R_S = 0.989$, $R_S < |C_S| = 2.021$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.682 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.87 = 2.72\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.10 = 0.43\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 4.50 = 6.53\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.72\text{dB} + 6.53\text{dB} + 0.43\text{dB} = 9.68\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 10.88 = 10.37\text{dB}$

Subiectul 72

1. a) $\Gamma = 0.180\angle 118.0^\circ = -0.085 + j \cdot (0.159)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.085) - j \cdot (0.159)] / [1 + (-0.085) + j \cdot (0.159)] = 1.1207 + j \cdot (-0.3682);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/44\Omega = 0.0227S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02547S + j \cdot (-0.00837)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02547S + j \cdot (-0.00837)S] / 0.02S = 1.2735 + j \cdot (-0.4184);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.2735 - j \cdot (-0.4184)) / (1 + 1.2735 + j \cdot (-0.4184)) = (-0.149) + j \cdot (0.157)$$

$$\Gamma = (-0.149) + j \cdot (0.157) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.216\angle 133.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.216$ și $\arg(\Gamma) = 133.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 164.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.443; \theta_{p1} = 156.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 62.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.443; \theta_{p2} = 23.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (57.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (+32.8)\Omega) / (57.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (+32.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.148) + j \cdot (0.260) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.299\angle 60.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj.

$$\text{Puterea la portul cuplat } P_{\text{cupl}} = 0.50\text{mW} = -3.01\text{dBm}, C = 10 \cdot \lg(P_{\text{in}} / P_{\text{cupl}}), P_{\text{in}} = -3.01\text{dBm} + 14.90\text{dB} = 11.89\text{dBm} = 15.45\text{mW}, P_{\text{out}} = P_{\text{in}} - P_{\text{cupl}} = 15.45\text{mW} - 0.50\text{mW} = 14.95\text{mW}$$

$$b) P_{\text{out}} = 14.95\text{mW} = 11.75\text{dBm}, \text{după amplificator } P_{\text{amp}} = P_{\text{out}} + G = 11.75\text{dBm} + 17.3\text{dB} = 29.05\text{dBm} = 802.9\text{mW}$$

$$c) L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.180, Z_{CE} = 59.97\Omega, Z_{CO} = 41.69\Omega$$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 16\text{dB} + 12\text{dB} + 12\text{dB} = 40\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.93\text{dB} = 1.239, G_1 = 16\text{dB} = 39.811, F_2 = 1.46\text{dB} = 1.400, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 0.97\text{dB} = 1.250, F = 1.239 + (1.400 - 1)/39.811 + (1.250 - 1)/39.811/15.849 = 1.249 = 0.966\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 44Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 46.904 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.129 \cdot \pi = 0.407$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.431$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 44.84\Omega + j \cdot (2.08)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1432 + j \cdot (0.3952) = 0.420\angle 109.9^\circ$; $K = (1 - 0.688^2 - 0.314^2 + 0.420^2) / 2 / 0.136 / 2.060 = 1.079$

$|\Delta| = 0.420 < 1$, $K = 1.079 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.256) + j \cdot (-1.966)$, $R_S = 0.944$, $R_S < |C_S| = 1.983$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.688 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{S\max} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.90 = 2.78\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{L\max} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.11 = 0.45\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 4.24 = 6.28\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{S\max} + G_0 + G_{L\max} = 2.78\text{dB} + 6.28\text{dB} + 0.45\text{dB} = 9.51\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{T\max} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 10.20 = 10.08\text{dB}$

Subiectul 73

1. a) $\Gamma = 0.305 \angle -16.0^\circ = 0.293 + j \cdot (-0.084)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.293) - j \cdot (-0.084)] / [1 + (0.293) + j \cdot (-0.084)] = 0.5401 + j \cdot (0.1001);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01125S + j \cdot (0.00209)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01125S + j \cdot (0.00209)S] / 0.02S = 0.5626 + j \cdot (0.1043);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5626 - j \cdot (0.1043)) / (1 + 0.5626 + j \cdot (0.1043)) = (0.274) + j \cdot (-0.085)$$

$$\Gamma = (0.274) + j \cdot (-0.085) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.287 \angle -17.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.287$ și $\arg(\Gamma) = -17.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 62.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.600; \theta_{p1} = 149.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 135.3^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.600; \theta_{p2} = 30.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (31.6\Omega - 50\Omega + j \cdot (-33.0)\Omega) / (31.6\Omega + 50\Omega + j \cdot (-33.0)\Omega)$

$$\Gamma = (-0.053) + j \cdot (-0.426) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.429 \angle -97.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.75mW = 2.43dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.43dBm + 15.95dB = 18.38dBm = 68.87mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 68.87mW - 1.75mW = 67.12mW$

b) $P_{out} = 67.12mW = 18.27dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 18.27dBm + 18.2dB = 36.47dBm = 4434.7mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.159, Z_{CE} = 58.72\Omega, Z_{CO} = 42.57\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17dB + 12dB + 10dB = 39dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.39dB = 1.377, G_1 = 17dB = 50.119, F_2 = 0.87dB = 1.222, G_2 = 12dB = 15.849, F_3 = 1.15dB = 1.303, F = 1.377 + (1.222 - 1)/50.119 + (1.303 - 1)/50.119/15.849 = 1.382 = 1.405dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 28Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.7GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 37.417 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.0GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.172 \cdot \pi = 0.542$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.602$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 31.71\Omega + j \cdot (8.24)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1922 + j \cdot (0.4186) = 0.461 \angle 65.3^\circ$; $K = (1 - 0.730^2 - 0.380^2 + 0.461^2) / 2 / 0.139 / 1.688 = 1.140$

$|\Delta| = 0.461 < 1$, $K = 1.140 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (1.051) + j \cdot (-1.448)$, $R_S = 0.732$, $R_S < |C_S| = 1.790$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.730 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.14 = 3.31dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 2.85 = 4.55dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.31dB + 4.55dB + 0.68dB = 8.53dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 7.20 = 8.57dB$

Subiectul 74

1. a) $\Gamma = 0.190 \angle 11.0^\circ = 0.187 + j \cdot (0.036)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.187) - j \cdot (0.036)] / [1 + (0.187) + j \cdot (0.036)] = 0.6840 + j \cdot (-0.0515);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/45\Omega = 0.0222S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01520S + j \cdot (-0.00114)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01520S + j \cdot (-0.00114)S] / 0.02S = 0.7600 + j \cdot (-0.0572);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7600 - j \cdot (-0.0572)) / (1 + 0.7600 + j \cdot (-0.0572)) = (0.135) + j \cdot (0.037)$$

$$\Gamma = (0.135) + j \cdot (0.037) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.140 \angle 15.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.140$ și $\arg(\Gamma) = 15.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 41.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.283; \theta_{p1} = 164.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 123.3^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.283; \theta_{p2} = 15.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (60.7\Omega - 50\Omega + j \cdot (+54.8)\Omega) / (60.7\Omega + 50\Omega + j \cdot (+54.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.274) + j \cdot (0.359) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.452 \angle 52.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.40\text{mW} = 3.80\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.80\text{dBm} + 12.60\text{dB} = 16.40\text{dBm} = 43.67\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 43.67\text{mW} - 2.40\text{mW} = 41.27\text{mW}$

b) $P_{out} = 41.27\text{mW} = 16.16\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.16\text{dBm} + 17.0\text{dB} = 33.16\text{dBm} = 2068.5\text{mW}$

c) $L_2, C_6, \beta = 10^{-C/20} = 0.234, Z_{CE} = 63.49\Omega, Z_{CO} = 39.38\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 16\text{dB} + 17\text{dB} + 11\text{dB} = 44\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.24\text{dB} = 1.330, G_1 = 16\text{dB} = 39.811, F_2 = 1.15\text{dB} = 1.303, G_2 = 17\text{dB} = 50.119, F_3 = 0.82\text{dB} = 1.208, F = 1.330 + (1.303 - 1)/39.811 + (1.208 - 1)/39.811/50.119 = 1.338 = 1.265\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 67Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 57.879\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.3\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.153 \cdot \pi = 0.482$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.523$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 62.44\Omega + j \cdot (-7.53)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3505 + j \cdot (-0.1205) = 0.371 \angle -19.0^\circ$; $K = (1 - 0.858^2 - 0.380^2 + 0.371^2) / 2 / 0.032 / 10.158 = 0.395$

$|\Delta| = 0.371 < 1$, $K = 0.395 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.212) + j \cdot (0.504)$, $R_S = 0.543$, $R_S < |C_S| = 1.313$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.858 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.79 = 5.79\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 103.18 = 20.14\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.79\text{dB} + 20.14\text{dB} + 0.68\text{dB} = 26.60\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 317.44 = 25.02\text{dB}$

Subiectul 75

1. a) $\Gamma = 0.350 \angle -130.0^\circ = -0.225 + j \cdot (-0.268)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.225) - j \cdot (-0.268)] / [1 + (-0.225) + j \cdot (-0.268)] = 1.3047 + j \cdot (0.7973);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02416S + j \cdot (0.01477)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02416S + j \cdot (0.01477)S] / 0.02S = 1.2081 + j \cdot (0.7383);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.2081 - j \cdot (0.7383)) / (1 + 1.2081 + j \cdot (0.7383)) = (-0.185) + j \cdot (-0.272)$$

$$\Gamma = (-0.185) + j \cdot (-0.272) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.329 \angle -124.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.329$ și $\arg(\Gamma) = -124.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 116.7^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = -0.698; \theta_{p1} = 145.1^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 7.5^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = 0.698; \theta_{p2} = 34.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (34.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (+62.3)\Omega) / (34.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (+62.3)\Omega)$

$$\Gamma = (0.234) + j \cdot (0.562) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.609 \angle 67.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.25\text{mW} = 3.52\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.52\text{dBm} + 13.90\text{dB} = 17.42\text{dBm} = 55.23\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 55.23\text{mW} - 2.25\text{mW} = 52.98\text{mW}$

b) $P_{out} = 52.98\text{mW} = 17.24\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.24\text{dBm} + 17.7\text{dB} = 34.94\text{dBm} = 3119.7\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.202, Z_{CE} = 61.35\Omega, Z_{CO} = 40.75\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 16\text{dB} + 19\text{dB} = 54\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.73\text{dB} = 1.183, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 0.88\text{dB} = 1.225, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 0.88\text{dB} = 1.225, F = 1.183 + (1.225 - 1)/79.433 + (1.225 - 1)/79.433/39.811 = 1.186 = 0.741\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 64Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.5\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 56.569\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.4\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.338 \cdot \pi = 1.063$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.798$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 52.72\Omega + j \cdot (-5.54)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0979 + j \cdot (0.4149) = 0.426 \angle 103.3^\circ$; $K = (1 - 0.694^2 - 0.322^2 + 0.426^2) / 2 / 0.137 / 2.000 = 1.088$

$|\Delta| = 0.426 < 1$, $K = 1.088 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.404) + j \cdot (-1.913)$, $R_S = 0.914$, $R_S < |C_S| = 1.955$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.694 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.93 = 2.85\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.12 = 0.48\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 4.00 = 6.02\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.85\text{dB} + 6.02\text{dB} + 0.48\text{dB} = 9.35\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt(K^2 - 1)] = 9.62 = 9.83\text{dB}$

Subiectul 76

1. a) $\Gamma = 0.255 \angle 94.0^\circ = -0.018 + j \cdot (0.254)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.018) - j \cdot (0.254)] / [1 + (-0.018) + j \cdot (0.254)] = 0.9082 + j \cdot (-0.4942);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01682S + j \cdot (-0.00915)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01682S + j \cdot (-0.00915)S] / 0.02S = 0.8410 + j \cdot (-0.4576);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.8410 - j \cdot (-0.4576)) / (1 + 0.8410 + j \cdot (-0.4576)) = (0.023) + j \cdot (0.254)$$

$$\Gamma = (0.023) + j \cdot (0.254) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.255 \angle 84.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.255$ și $\arg(\Gamma) = 84.8^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 10.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.528; \theta_{p1} = 152.2^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 85.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.528; \theta_{p2} = 27.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (61.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (+56.1)\Omega) / (61.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (+56.1)\Omega)$

$$\Gamma = (0.282) + j \cdot (0.363) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.460 \angle 52.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.20\text{mW} = 3.42\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.42\text{dBm} + 12.90\text{dB} = 16.32\text{dBm} = 42.90\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 42.90\text{mW} - 2.20\text{mW} = 40.70\text{mW}$

b) $P_{out} = 40.70\text{mW} = 16.10\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.10\text{dBm} + 16.9\text{dB} = 33.00\text{dBm} = 1993.2\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.226, Z_{CE} = 62.96\Omega, Z_{CO} = 39.71\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 12\text{dB} + 11\text{dB} = 40\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.36\text{dB} = 1.368, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 1.13\text{dB} = 1.297, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 1.15\text{dB} = 1.303, F = 1.368 + (1.297 - 1)/50.119 + (1.303 - 1)/50.119/15.849 = 1.374 = 1.380\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 31Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.2\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 39.370\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.109 \cdot \pi = 0.341$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.355$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 32.38\Omega + j \cdot (4.93)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.0267 + j \cdot (0.4340) = 0.435 \angle 93.5^\circ$; $K = (1 - 0.703^2 - 0.335^2 + 0.435^2) / 2 / 0.138 / 1.915 = 1.102$

$|\Delta| = 0.435 < 1$, $K = 1.102 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.604) + j \cdot (-1.815)$, $R_S = 0.866$, $R_S < |C_S| = 1.913$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.703 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.98 = 2.96\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.13 = 0.52\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 3.67 = 5.64\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.96\text{dB} + 5.64\text{dB} + 0.52\text{dB} = 9.12\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 8.86 = 9.47\text{dB}$

Subiectul 77

1. a) $\Gamma = 0.130 \angle -145.0^\circ = -0.106 + j \cdot (-0.075)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.106) - j \cdot (-0.075)] / [1 + (-0.106) + j \cdot (-0.075)] = 1.2229 + j \cdot (0.1855);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02265S + j \cdot (0.00344)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02265S + j \cdot (0.00344)S] / 0.02S = 1.1323 + j \cdot (0.1718);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.1323 - j \cdot (0.1718)) / (1 + 1.1323 + j \cdot (0.1718)) = (-0.068) + j \cdot (-0.075)$$

$$\Gamma = (-0.068) + j \cdot (-0.075) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.101 \angle -132.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.101$ și $\arg(\Gamma) = -132.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 114.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.204; \theta_{p1} = 168.5^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 18.2^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.204; \theta_{p2} = 11.5^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (38.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (+47.7)\Omega) / (38.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (+47.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.124) + j \cdot (0.473) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.489 \angle 75.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.10\text{mW} = 3.22\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.22\text{dBm} + 14.00\text{dB} = 17.22\text{dBm} = 52.75\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 52.75\text{mW} - 2.10\text{mW} = 50.65\text{mW}$

b) $P_{out} = 50.65\text{mW} = 17.05\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.05\text{dBm} + 17.4\text{dB} = 34.45\text{dBm} = 2783.4\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.200, Z_{CE} = 61.21\Omega, Z_{CO} = 40.84\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 15\text{dB} + 16\text{dB} + 19\text{dB} = 50\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.46\text{dB} = 1.400, G_1 = 15\text{dB} = 31.623, F_2 = 1.31\text{dB} = 1.352, G_2 = 16\text{dB} = 39.811, F_3 = 0.96\text{dB} = 1.247, F = 1.400 + (1.352 - 1)/31.623 + (1.247 - 1)/31.623/39.811 = 1.411 = 1.495\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 27Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.6\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 36.742\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.6\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.273 \cdot \pi = 0.857$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.154$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 36.62\Omega + j \cdot (11.35)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2701 + j \cdot (-0.2457) = 0.365 \angle -42.3^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.363^2 + 0.365^2) / 2 / 0.040 / 4.420 = 0.789$

$|\Delta| = 0.365 < 1$, $K = 0.789 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.240) + j \cdot (-0.159), R_S = 0.300, R_S < |C_S| = 1.250, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{ zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.15 = 0.61\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 19.54 = 12.91\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 12.91\text{dB} + 0.61\text{dB} = 19.09\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 110.50 = 20.43\text{dB}$

Subiectul 78

1. a) $\Gamma = 0.290 \angle 138.0^\circ = -0.216 + j \cdot (0.194)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.216) - j \cdot (0.194)] / [1 + (-0.216) + j \cdot (0.194)] = 1.4024 + j \cdot (-0.5943);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02597S + j \cdot (-0.01100)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02597S + j \cdot (-0.01100)S] / 0.02S = 1.2986 + j \cdot (-0.5502);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.2986 - j \cdot (-0.5502)) / (1 + 1.2986 + j \cdot (-0.5502)) = (-0.177) + j \cdot (0.197)$$

$$\Gamma = (-0.177) + j \cdot (0.197) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.265 \angle 131.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.265$ și $\arg(\Gamma) = 131.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 166.7^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.549; \theta_{p1} = 151.2^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 61.3^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.549; \theta_{p2} = 28.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (38.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (-67.7)\Omega) / (38.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (-67.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.288) + j \cdot (-0.542) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.614 \angle -62.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.65\text{mW} = 2.17\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.17\text{dBm} + 14.25\text{dB} = 16.42\text{dBm} = 43.90\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 43.90\text{mW} - 1.65\text{mW} = 42.25\text{mW}$

b) $P_{out} = 42.25\text{mW} = 16.26\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.26\text{dBm} + 19.7\text{dB} = 35.96\text{dBm} = 3943.2\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.194, Z_{CE} = 60.85\Omega, Z_{CO} = 41.09\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 15\text{dB} + 12\text{dB} + 17\text{dB} = 44\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.15\text{dB} = 1.303, G_1 = 15\text{dB} = 31.623, F_2 = 0.74\text{dB} = 1.186, G_2 = 12\text{dB} = 15.849, F_3 = 1.26\text{dB} = 1.337, F = 1.303 + (1.186 - 1)/31.623 + (1.337 - 1)/31.623/15.849 = 1.310 = 1.172\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 70Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.7\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 59.161\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.9\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.188 \cdot \pi = 0.592$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.672$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 62.26\Omega + j \cdot (-9.74)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3400 + j \cdot (-0.1974) = 0.393 \angle -30.1^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.380^2 + 0.393^2) / 2 / 0.040 / 7.350 = 0.489$

$|\Delta| = 0.393 < 1$, $K = 0.489 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.300) + j \cdot (0.291), R_S = 0.518, R_S < |C_S| = 1.332, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 54.02 = 17.33\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 17.33\text{dB} + 0.68\text{dB} = 23.57\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 183.75 = 22.64\text{dB}$

Subiectul 79

1. a) $\Gamma = 0.135 \angle -106.0^\circ = -0.037 + j \cdot (-0.130)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.037) - j \cdot (-0.130)] / [1 + (-0.037) + j \cdot (-0.130)] = 1.0402 + j \cdot (0.2750);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01926S + j \cdot (0.00509)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01926S + j \cdot (0.00509)S] / 0.02S = 0.9632 + j \cdot (0.2546);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.9632 - j \cdot (0.2546)) / (1 + 0.9632 + j \cdot (0.2546)) = (0.002) + j \cdot (-0.130)$$

$$\Gamma = (0.002) + j \cdot (-0.130) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.130 \angle -89.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.130$ și $\arg(\Gamma) = -89.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 93.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.262; \theta_{p1} = 165.3^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 175.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.262; \theta_{p2} = 14.7^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (53.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+56.2)\Omega) / (53.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+56.2)\Omega)$

$$\Gamma = (0.253) + j \cdot (0.406) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.479 \angle 58.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.20\text{mW} = 0.79\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.79\text{dBm} + 14.65\text{dB} = 15.44\text{dBm} = 35.01\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 35.01\text{mW} - 1.20\text{mW} = 33.81\text{mW}$

b) $P_{out} = 33.81\text{mW} = 15.29\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.29\text{dBm} + 17.5\text{dB} = 32.79\text{dBm} = 1901.2\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.185, Z_{CE} = 60.30\Omega, Z_{CO} = 41.46\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17\text{dB} + 10\text{dB} + 11\text{dB} = 38\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.71\text{dB} = 1.178, G_1 = 17\text{dB} = 50.119, F_2 = 1.28\text{dB} = 1.343, G_2 = 10\text{dB} = 10.000, F_3 = 1.28\text{dB} = 1.343, F = 1.178 + (1.343 - 1)/50.119 + (1.343 - 1)/50.119/10.000 = 1.185 = 0.738\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 64Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.7\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 56.569 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.6\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.169 \cdot \pi = 0.530$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.586$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 59.72\Omega + j \cdot (-6.45)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2651 + j \cdot (-0.2516) = 0.365 \angle -43.5^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.365^2 + 0.365^2) / 2 / 0.040 / 4.260 = 0.815$

$$|\Delta| = 0.365 < 1, K = 0.815 < 1, \text{sistemul } \textbf{nu este} \text{ necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.233) + j \cdot (-0.190), R_S = 0.289, R_S < |C_S| = 1.247, \text{ centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{ zona stabilă e în } \textbf{exteriorul} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.15 = 0.62\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 18.15 = 12.59\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 12.59\text{dB} + 0.62\text{dB} = 18.78\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 106.50 = 20.27\text{dB}$

Subiectul 80

1. a) $\Gamma = 0.215 \angle -44.0^\circ = 0.155 + j \cdot (-0.149)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.155) - j \cdot (-0.149)] / [1 + (0.155) + j \cdot (-0.149)] = 0.7036 + j \cdot (0.2204);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/41\Omega = 0.0244S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01716S + j \cdot (0.00537)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01716S + j \cdot (0.00537)S] / 0.02S = 0.8581 + j \cdot (0.2687);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.8581 - j \cdot (0.2687)) / (1 + 0.8581 + j \cdot (0.2687)) = (0.054) + j \cdot (-0.152)$$

$$\Gamma = (0.054) + j \cdot (-0.152) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.162 \angle -70.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.162$ și $\arg(\Gamma) = -70.4^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 84.9^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.328; \theta_{p1} = 161.8^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 165.5^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.328; \theta_{p2} = 18.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (65.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (+54.0)\Omega) / (65.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (+54.0)\Omega)$

$$\Gamma = (0.289) + j \cdot (0.333) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.441 \angle 49.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.10\text{mW} = 0.41\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.41\text{dBm} + 13.30\text{dB} = 13.71\text{dBm} = 23.52\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 23.52\text{mW} - 1.10\text{mW} = 22.42\text{mW}$

b) $P_{out} = 22.42\text{mW} = 13.51\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.51\text{dBm} + 17.2\text{dB} = 30.71\text{dBm} = 1176.5\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.216, Z_{CE} = 62.29\Omega, Z_{CO} = 40.14\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 15\text{dB} + 12\text{dB} = 46\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.49\text{dB} = 1.409, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 0.93\text{dB} = 1.239, G_2 = 15\text{dB} = 31.623, F_3 = 0.94\text{dB} = 1.242, F = 1.409 + (1.239 - 1)/79.433 + (1.242 - 1)/79.433/31.623 = 1.412 = 1.500\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 29Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.0\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 38.079 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.125 \cdot \pi = 0.393$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.414$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 30.90\Omega + j \cdot (6.03)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.1676 + j \cdot (0.4259) = 0.458 \angle 68.5^\circ$; $K = (1 - 0.727^2 - 0.375^2 + 0.458^2) / 2 / 0.139 / 1.713 = 1.135$

$|\Delta| = 0.458 < 1$, $K = 1.135 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (1.008) + j \cdot (-1.495)$, $R_S = 0.746$, $R_S < |C_S| = 1.803$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.727 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.12 = 3.27\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.16 = 0.66\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 2.93 = 4.68\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.27\text{dB} + 4.68\text{dB} + 0.66\text{dB} = 8.60\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 7.38 = 8.68\text{dB}$

Subiectul 81

1. a) $\Gamma = 0.210 \angle 18.0^\circ = 0.200 + j \cdot (0.065)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.200) - j \cdot (0.065)] / [1 + (0.200) + j \cdot (0.065)] = 0.6622 + j \cdot (-0.0899);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/59\Omega = 0.0169S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01122S + j \cdot (-0.00152)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01122S + j \cdot (-0.00152)S] / 0.02S = 0.5612 + j \cdot (-0.0762);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.5612 - j \cdot (-0.0762)) / (1 + 0.5612 + j \cdot (-0.0762)) = (0.278) + j \cdot (0.062)$$

$$\Gamma = (0.278) + j \cdot (0.062) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.285 \angle 12.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.285$ și $\arg(\Gamma) = 12.6^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 47.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.595; \theta_{p1} = 149.3^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 120.4^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.595; \theta_{p2} = 30.7^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (51.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (-31.5)\Omega) / (51.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (-31.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.100) + j \cdot (-0.280) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.297 \angle -70.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 2.05\text{mW} = 3.12\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 3.12\text{dBm} + 14.95\text{dB} = 18.07\text{dBm} = 64.08\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 64.08\text{mW} - 2.05\text{mW} = 62.03\text{mW}$

b) $P_{out} = 62.03\text{mW} = 17.93\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 17.93\text{dBm} + 16.7\text{dB} = 34.63\text{dBm} = 2901.6\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.179, Z_{CE} = 59.91\Omega, Z_{CO} = 41.73\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11\text{dB} + 15\text{dB} + 19\text{dB} = 45\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.29\text{dB} = 1.346, G_1 = 11\text{dB} = 12.589, F_2 = 0.72\text{dB} = 1.180, G_2 = 15\text{dB} = 31.623, F_3 = 0.98\text{dB} = 1.253, F = 1.346 + (1.180 - 1)/12.589 + (1.253 - 1)/12.589/31.623 = 1.361 = 1.338\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 29Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.8\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 38.079 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.0\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.153 \cdot \pi = 0.481$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.522$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 31.86\Omega + j \cdot (7.21)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.1208 + j \cdot (0.4067) = 0.424 \angle 106.5^\circ$; $K = (1 - 0.691^2 - 0.318^2 + 0.424^2) / 2 / 0.137 / 2.030 = 1.081$

$|\Delta| = 0.424 < 1$, $K = 1.081 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (0.331) + j \cdot (-1.946)$, $R_S = 0.935$, $R_S < |C_S| = 1.974$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.691 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.91 = 2.82\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.11 = 0.46\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 4.12 = 6.15\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.82\text{dB} + 6.15\text{dB} + 0.46\text{dB} = 9.43\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 9.93 = 9.97\text{dB}$

Subiectul 82

1. a) $\Gamma = 0.345 \angle -166.0^\circ = -0.335 + j \cdot (-0.083)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.335) - j \cdot (-0.083)] / [1 + (-0.335) + j \cdot (-0.083)] = 1.9598 + j \cdot (0.3713);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.04083S + j \cdot (0.00774)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.04083S + j \cdot (0.00774)S] / 0.02S = 2.0415 + j \cdot (0.3868);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 2.0415 - j \cdot (0.3868)) / (1 + 2.0415 + j \cdot (0.3868)) = (-0.353) + j \cdot (-0.082)$$

$$\Gamma = (-0.353) + j \cdot (-0.082) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.362 \angle -166.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.362$ și $\arg(\Gamma) = -166.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 139.1^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.778; \theta_{p1} = 142.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 27.8^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.778; \theta_{p2} = 37.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (31.8\Omega - 50\Omega + j \cdot (-37.6)\Omega) / (31.8\Omega + 50\Omega + j \cdot (-37.6)\Omega)$

$$\Gamma = (-0.009) + j \cdot (-0.464) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.464 \angle -91.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.00\text{mW} = 0.00\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.00\text{dBm} + 13.10\text{dB} = 13.10\text{dBm} = 20.42\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 20.42\text{mW} - 1.00\text{mW} = 19.42\text{mW}$

b) $P_{out} = 19.42\text{mW} = 12.88\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 12.88\text{dBm} + 15.3\text{dB} = 28.18\text{dBm} = 657.9\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.221, Z_{CE} = 62.62\Omega, Z_{CO} = 39.92\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 11\text{dB} + 12\text{dB} = 42\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.18\text{dB} = 1.312, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 1.13\text{dB} = 1.297, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 1.45\text{dB} = 1.396, F = 1.312 + (1.297 - 1)/79.433 + (1.396 - 1)/79.433/12.589 = 1.316 = 1.194\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 41Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.7\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.277\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.7\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.201 \cdot \pi = 0.633$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.734$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 43.76\Omega + j \cdot (4.15)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3458 + j \cdot (-0.1824) = 0.391 \angle -27.8^\circ$; $K = (1 - 0.852^2 - 0.380^2 + 0.391^2) / 2 / 0.038 / 8.052 = 0.462$

$|\Delta| = 0.391 < 1$, $K = 0.462 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.287) + j \cdot (0.350), R_S = 0.534, R_S < |C_S| = 1.333$$
, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.852 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.65 = 5.62\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 64.83 = 18.12\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.62\text{dB} + 18.12\text{dB} + 0.68\text{dB} = 24.42\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 211.89 = 23.26\text{dB}$

Subiectul 83

1. a) $\Gamma = 0.105 \angle 91.0^\circ = -0.002 + j \cdot (0.105)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.002) - j \cdot (0.105)] / [1 + (-0.002) + j \cdot (0.105)] = 0.9817 + j \cdot (-0.2084);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/47\Omega = 0.0213S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02089S + j \cdot (-0.00443)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02089S + j \cdot (-0.00443)S] / 0.02S = 1.0444 + j \cdot (-0.2217);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0444 - j \cdot (-0.2217)) / (1 + 1.0444 + j \cdot (-0.2217)) = (-0.033) + j \cdot (0.105)$$

$$\Gamma = (-0.033) + j \cdot (0.105) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.110 \angle 107.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.110$ și $\arg(\Gamma) = 107.5^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 174.4^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.221; \theta_{p1} = 167.5^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 78.1^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.221; \theta_{p2} = 12.5^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (61.9\Omega - 50\Omega + j \cdot (-50.5)\Omega) / (61.9\Omega + 50\Omega + j \cdot (-50.5)\Omega)$

$$\Gamma = (0.258) + j \cdot (-0.335) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.423 \angle -52.5^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.60\text{mW} = 2.04\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.04\text{dBm} + 14.30\text{dB} = 16.34\text{dBm} = 43.06\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 43.06\text{mW} - 1.60\text{mW} = 41.46\text{mW}$

b) $P_{out} = 41.46\text{mW} = 16.18\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.18\text{dBm} + 16.9\text{dB} = 33.08\text{dBm} = 2030.8\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.193, Z_{CE} = 60.78\Omega, Z_{CO} = 41.13\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 19\text{dB} + 17\text{dB} + 18\text{dB} = 54\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.29\text{dB} = 1.346, G_1 = 19\text{dB} = 79.433, F_2 = 1.10\text{dB} = 1.288, G_2 = 17\text{dB} = 50.119, F_3 = 0.73\text{dB} = 1.183,$$

$$F = 1.346 + (1.288 - 1)/79.433 + (1.183 - 1)/79.433/50.119 = 1.350 = 1.302\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 73Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.0\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 60.415 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.5\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.156 \cdot \pi = 0.491$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.535$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 66.23\Omega + j \cdot (-10.48)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2850 + j \cdot (-0.2295) = 0.366 \angle -38.8^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.360^2 + 0.366^2) / 2 / 0.040 / 4.975 = 0.708$

$|\Delta| = 0.366 < 1$, $K = 0.708 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.261) + j \cdot (-0.059)$, $R_S = 0.338$, $R_S < |C_S| = 1.262$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.850 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.15 = 0.60\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 24.75 = 13.94\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 13.94\text{dB} + 0.60\text{dB} = 20.11\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 124.37 = 20.95\text{dB}$

Subiectul 84

1. a) $\Gamma = 0.270 \angle -78.0^\circ = 0.056 + j \cdot (-0.264)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.056) - j \cdot (-0.264)] / [1 + (0.056) + j \cdot (-0.264)] = 0.7822 + j \cdot (0.4457);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01449S + j \cdot (0.00825)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01449S + j \cdot (0.00825)S] / 0.02S = 0.7243 + j \cdot (0.4127);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7243 - j \cdot (0.4127)) / (1 + 0.7243 + j \cdot (0.4127)) = (0.097) + j \cdot (-0.263)$$

$$\Gamma = (0.097) + j \cdot (-0.263) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.280 \angle -69.7^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.280$ și $\arg(\Gamma) = -69.7^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 88.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.583; \theta_{p1} = 149.8^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 161.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.583; \theta_{p2} = 30.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (48.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (-32.6)\Omega) / (48.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (-32.6)\Omega)$

$$\Gamma = (0.081) + j \cdot (-0.306) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.316 \angle -75.1^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.75\text{mW} = 2.43\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 2.43\text{dBm} + 16.25\text{dB} = 18.68\text{dBm} = 73.80\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 73.80\text{mW} - 1.75\text{mW} = 72.05\text{mW}$

b) $P_{out} = 72.05\text{mW} = 18.58\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 18.58\text{dBm} + 15.2\text{dB} = 33.78\text{dBm} = 2385.7\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.154, Z_{CE} = 58.40\Omega, Z_{CO} = 42.81\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 12\text{dB} + 18\text{dB} + 15\text{dB} = 45\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.01\text{dB} = 1.262, G_1 = 12\text{dB} = 15.849, F_2 = 1.48\text{dB} = 1.406, G_2 = 18\text{dB} = 63.096, F_3 = 1.49\text{dB} = 1.409, F = 1.262 + (1.406 - 1)/15.849 + (1.409 - 1)/15.849/63.096 = 1.288 = 1.099\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 40Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.2\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 44.721\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.2\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.256 \cdot \pi = 0.805$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.039$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 44.63\Omega + j \cdot (4.99)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2491 + j \cdot (-0.2686) = 0.366 \angle -47.2^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.370^2 + 0.366^2) / 2 / 0.040 / 3.780 = 0.909$

$|\Delta| = 0.366 < 1$, $K = 0.909 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.205) + j \cdot (-0.283)$, $R_S = 0.257$, $R_S < |C_S| = 1.238$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.850 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.16 = 0.64\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 14.29 = 11.55\text{dB}$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57\text{dB} + 11.55\text{dB} + 0.64\text{dB} = 17.76\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 94.50 = 19.75\text{dB}$

Subiectul 85

1. a) $\Gamma = 0.160 \angle -85.0^\circ = 0.014 + j \cdot (-0.159)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.014) - j \cdot (-0.159)] / [1 + (0.014) + j \cdot (-0.159)] = 0.9249 + j \cdot (0.3026);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/46\Omega = 0.0217S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02011S + j \cdot (0.00658)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02011S + j \cdot (0.00658)S] / 0.02S = 1.0054 + j \cdot (0.3289);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.0054 - j \cdot (0.3289)) / (1 + 1.0054 + j \cdot (0.3289)) = (-0.029) + j \cdot (-0.159)$$

$$\Gamma = (-0.029) + j \cdot (-0.159) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.162 \angle -100.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.162$ și $\arg(\Gamma) = -100.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 99.8^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = -0.328; \theta_{p1} = 161.8^\circ \quad \underline{\text{și}} \quad \theta_{S2} = 0.5^\circ; \operatorname{Im}(y_S) = 0.328; \theta_{p2} = 18.2^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (63.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (+38.0)\Omega) / (63.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (+38.0)\Omega)$

$$\Gamma = (0.207) + j \cdot (0.266) \leftrightarrow \operatorname{Re}\Gamma + j \cdot \operatorname{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.337 \angle 52.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.00mW = 0.00dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.00dBm + 15.35dB = 15.35dBm = 34.28mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 34.28mW - 1.00mW = 33.28mW$

b) $P_{out} = 33.28mW = 15.22dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.22dBm + 16.5dB = 31.72dBm = 1486.4mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.171, Z_{CE} = 59.41\Omega, Z_{CO} = 42.08\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 17dB + 11dB + 17dB = 45dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.73dB = 1.183, G_1 = 17dB = 50.119, F_2 = 0.95dB = 1.245, G_2 = 11dB = 12.589, F_3 = 0.90dB = 1.230, F = 1.183 + (1.245 - 1)/50.119 + (1.230 - 1)/50.119/12.589 = 1.188 = 0.749dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 37Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.5GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 43.012 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 4.2GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.280 \cdot \pi = 0.880$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.209$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 43.75\Omega + j \cdot (6.50)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3052 + j \cdot (0.3614) = 0.473 \angle 49.8^\circ$; $K = (1 - 0.745^2 - 0.400^2 + 0.473^2) / 2 / 0.141 / 1.595 = 1.131$

$|\Delta| = 0.473 < 1$, $K = 1.131 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (1.224) + j \cdot (-1.224)$, $R_S = 0.679$, $R_S < |C_S| = 1.731$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.745 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.25 = 3.52dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.19 = 0.76dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 2.54 = 4.06dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.52dB + 4.06dB + 0.76dB = 8.33dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 6.82 = 8.34dB$

Subiectul 86

1. a) $\Gamma = 0.180 \angle -153.0^\circ = -0.160 + j \cdot (-0.082)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.160) - j \cdot (-0.082)] / [1 + (-0.160) + j \cdot (-0.082)] = 1.3597 + j \cdot (0.2297);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/44\Omega = 0.0227S; Y = Y_0 \cdot y = 0.03090S + j \cdot (0.00522)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.03090S + j \cdot (0.00522)S] / 0.02S = 1.5451 + j \cdot (0.2610);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.5451 - j \cdot (0.2610)) / (1 + 1.5451 + j \cdot (0.2610)) = (-0.222) + j \cdot (-0.080)$$

$$\Gamma = (-0.222) + j \cdot (-0.080) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.236 \angle -160.3^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.236$ și $\arg(\Gamma) = -160.3^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 132.0^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.486; \theta_{p1} = 154.1^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 28.3^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.486; \theta_{p2} = 25.9^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (48.8\Omega - 50\Omega + j \cdot (-51.0)\Omega) / (48.8\Omega + 50\Omega + j \cdot (-51.0)\Omega)$

$$\Gamma = (0.201) + j \cdot (-0.413) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.459 \angle -64.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.85mW = -0.71dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.71dBm + 15.00dB = 14.29dBm = 26.88mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 26.88mW - 0.85mW = 26.03mW$

b) $P_{out} = 26.03mW = 14.15dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 14.15dBm + 18.2dB = 32.35dBm = 1719.7mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.178, Z_{CE} = 59.85\Omega, Z_{CO} = 41.77\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 14dB + 12dB + 17dB = 43dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.75dB = 1.189, G_1 = 14dB = 25.119, F_2 = 0.95dB = 1.245, G_2 = 12dB = 15.849, F_3 = 0.97dB = 1.250, F = 1.189 + (1.245 - 1)/25.119 + (1.250 - 1)/25.119/15.849 = 1.199 = 0.788dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 66Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 8.9GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 57.446 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.9GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.163 \cdot \pi = 0.512$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.562$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 61.29\Omega + j \cdot (-7.29)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3307 + j \cdot (-0.2035) = 0.388 \angle -31.6^\circ$; $K = (1 - 0.850^2 - 0.380^2 + 0.388^2) / 2 / 0.040 / 6.595 = 0.538$

$|\Delta| = 0.388 < 1$, $K = 0.538 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (-1.293) + j \cdot (0.194), R_S = 0.461, R_S < |C_S| = 1.307, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.850 < 1, \text{zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câștigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.60 = 5.57dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 43.49 = 16.38dB$, câștigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.57dB + 16.38dB + 0.68dB = 22.63dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 164.88 = 22.17dB$

Subiectul 87

1. a) $\Gamma = 0.245 \angle -92.0^\circ = -0.009 + j \cdot (-0.245)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.009) - j \cdot (-0.245)] / [1 + (-0.009) + j \cdot (-0.245)] = 0.9013 + j \cdot (0.4695);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/58\Omega = 0.0172S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01554S + j \cdot (0.00810)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01554S + j \cdot (0.00810)S] / 0.02S = 0.7770 + j \cdot (0.4048);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.7770 - j \cdot (0.4048)) / (1 + 0.7770 + j \cdot (0.4048)) = (0.070) + j \cdot (-0.244)$$

$$\Gamma = (0.070) + j \cdot (-0.244) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.254 \angle -74.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.254$ și $\arg(\Gamma) = -74.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 89.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.524; \theta_{p1} = 152.3^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 164.6^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.524; \theta_{p2} = 27.7^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (43.0\Omega - 50\Omega + j \cdot (+51.8)\Omega) / (43.0\Omega + 50\Omega + j \cdot (+51.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.179) + j \cdot (0.457) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.491 \angle 68.6^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 0.95mW = -0.22dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = -0.22dBm + 15.80dB = 15.58dBm = 36.12mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 36.12mW - 0.95mW = 35.17mW$

b) $P_{out} = 35.17mW = 15.46dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.46dBm + 15.0dB = 30.46dBm = 1112.1mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.162, Z_{CE} = 58.89\Omega, Z_{CO} = 42.45\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 13dB + 19dB + 17dB = 49dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.39dB = 1.377, G_1 = 13dB = 19.953, F_2 = 0.92dB = 1.236, G_2 = 19dB = 79.433, F_3 = 1.26dB = 1.337, F = 1.377 + (1.236 - 1)/19.953 + (1.337 - 1)/19.953/79.433 = 1.389 = 1.428dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 42Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 9.7GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 45.826 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.9GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.201 \cdot \pi = 0.632$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.732$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 44.48\Omega + j \cdot (3.70)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.2151 + j \cdot (0.4093) = 0.462 \angle 62.3^\circ$; $K = (1 - 0.733^2 - 0.384^2 + 0.462^2) / 2 / 0.139 / 1.669 = 1.140$

$|\Delta| = 0.462 < 1$, $K = 1.140 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (1.088) + j \cdot (-1.402)$, $R_S = 0.717$, $R_S < |C_S| = 1.775$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.733 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.16 = 3.35dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.69dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 2.79 = 4.45dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.35dB + 4.45dB + 0.69dB = 8.49dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 7.11 = 8.52dB$

Subiectul 88

1. a) $\Gamma = 0.190 \angle -50.0^\circ = 0.122 + j \cdot (-0.146)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.122) - j \cdot (-0.146)] / [1 + (0.122) + j \cdot (-0.146)] = 0.7528 + j \cdot (0.2274);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/54\Omega = 0.0185S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01394S + j \cdot (0.00421)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01394S + j \cdot (0.00421)S] / 0.02S = 0.6971 + j \cdot (0.2105);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.6971 - j \cdot (0.2105)) / (1 + 0.6971 + j \cdot (0.2105)) = (0.161) + j \cdot (-0.144)$$

$$\Gamma = (0.161) + j \cdot (-0.144) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.216 \angle -41.9^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.216$ și $\arg(\Gamma) = -41.9^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 72.2^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.442; \theta_{p1} = 156.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 149.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.442; \theta_{p2} = 23.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (56.1\Omega - 50\Omega + j \cdot (-57.7)\Omega) / (56.1\Omega + 50\Omega + j \cdot (-57.7)\Omega)$

$$\Gamma = (0.273) + j \cdot (-0.396) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.480 \angle -55.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.15mW = 0.61dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.61dBm + 13.50dB = 14.11dBm = 25.75mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 25.75mW - 1.15mW = 24.60mW$

b) $P_{out} = 24.60mW = 13.91dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 13.91dBm + 19.9dB = 33.81dBm = 2403.5mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.211, Z_{CE} = 61.97\Omega, Z_{CO} = 40.34\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11dB + 16dB + 19dB = 46dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.87dB = 1.222, G_1 = 11dB = 12.589, F_2 = 1.48dB = 1.406, G_2 = 16dB = 39.811, F_3 = 1.28dB = 1.343, F = 1.222 + (1.406 - 1)/12.589 + (1.343 - 1)/12.589/39.811 = 1.255 = 0.986dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 40Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.6GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 44.721 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 2.8GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.184 \cdot \pi = 0.579$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.653$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 42.55\Omega + j \cdot (4.36)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3477 + j \cdot (-0.0959) = 0.361 \angle -15.4^\circ$; $K = (1 - 0.860^2 - 0.380^2 + 0.361^2) / 2 / 0.030 / 10.860 = 0.378$

$|\Delta| = 0.361 < 1$, $K = 0.378 < 1$, sistemul **nu este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-1.180) + j \cdot (0.545)$, $R_S = 0.535$, $R_S < |C_S| = 1.300$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.860 < 1$, zona stabila e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 3.84 = 5.84dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.17 = 0.68dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 117.94 = 20.72dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 5.84dB + 20.72dB + 0.68dB = 27.24dB$

Bilateral: (C8, S129) $K < 1$, $MAG = G_{MSG} = |S_{21}| / |S_{12}| = 362.00 = 25.59dB$

Subiectul 89

1. a) $\Gamma = 0.235 \angle -139.0^\circ = -0.177 + j \cdot (-0.154)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (-0.177) - j \cdot (-0.154)] / [1 + (-0.177) + j \cdot (-0.154)] = 1.3487 + j \cdot (0.4402);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/50\Omega = 0.0200S; Y = Y_0 \cdot y = 0.02697S + j \cdot (0.00880)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.02697S + j \cdot (0.00880)S] / 0.02S = 1.3487 + j \cdot (0.4402);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 1.3487 - j \cdot (0.4402)) / (1 + 1.3487 + j \cdot (0.4402)) = (-0.177) + j \cdot (-0.154)$$

$$\Gamma = (-0.177) + j \cdot (-0.154) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.235 \angle -139.0^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.235$ și $\arg(\Gamma) = -139.0^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 121.3^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.484; \theta_{p1} = 154.2^\circ \quad \text{și} \quad \theta_{S2} = 17.7^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.484; \theta_{p2} = 25.8^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (49.3\Omega - 50\Omega + j \cdot (+55.8)\Omega) / (49.3\Omega + 50\Omega + j \cdot (+55.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.235) + j \cdot (0.430) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.490 \angle 61.4^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.25\text{mW} = 0.97\text{dBm}$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 0.97\text{dBm} + 14.90\text{dB} = 15.87\text{dBm} = 38.63\text{mW}$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 38.63\text{mW} - 1.25\text{mW} = 37.38\text{mW}$

b) $P_{out} = 37.38\text{mW} = 15.73\text{dBm}$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 15.73\text{dBm} + 16.7\text{dB} = 32.43\text{dBm} = 1748.3\text{mW}$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.180, Z_{CE} = 59.97\Omega, Z_{CO} = 41.69\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 11\text{dB} + 11\text{dB} + 10\text{dB} = 32\text{dB}$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 0.77\text{dB} = 1.194, G_1 = 11\text{dB} = 12.589, F_2 = 1.39\text{dB} = 1.377, G_2 = 11\text{dB} = 12.589, F_3 = 0.92\text{dB} = 1.236, F = 1.194 + (1.377 - 1)/12.589 + (1.236 - 1)/12.589/12.589 = 1.225 = 0.883\text{dB}$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 43Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 7.2\text{GHz}$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 46.368\Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.5\text{GHz}$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.243 \cdot \pi = 0.764$; $\tan(\beta \cdot l) = 0.957$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 46.09\Omega + j \cdot (3.48)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = 0.3256 + j \cdot (0.3459) = 0.475 \angle 46.7^\circ$; $K = (1 - 0.748^2 - 0.404^2 + 0.475^2) / 2 / 0.141 / 1.577 = 1.131$

$$|\Delta| = 0.475 < 1, K = 1.131 > 1, \text{sistemul este necondiționat stabil}$$

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$$C_S = (1.253) + j \cdot (-1.175), R_S = 0.666, R_S < |C_S| = 1.718, \text{centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, } |S_{11}| = 0.748 < 1, \text{zona stabilă e în } \underline{\text{exteriorul}} \text{ cercului de stabilitate la intrare}$$

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 2.27 = 3.56\text{dB}$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.20 = 0.77\text{dB}$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 2.49 = 3.96\text{dB}$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 3.56\text{dB} + 3.96\text{dB} + 0.77\text{dB} = 8.29\text{dB}$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{K^2 - 1}] = 6.74 = 8.29\text{dB}$

Subiectul 90

1. a) $\Gamma = 0.105 \angle 71.0^\circ = 0.034 + j \cdot (0.099)$

$$y = (1 - \Gamma) / (1 + \Gamma) = [1 - (0.034) - j \cdot (0.099)] / [1 + (0.034) + j \cdot (0.099)] = 0.9162 + j \cdot (-0.1840);$$

$$Y_0 = 1/Z_0 = 1/48\Omega = 0.0208S; Y = Y_0 \cdot y = 0.01909S + j \cdot (-0.00383)S$$

$$b) Y_0 = 1/50\Omega = 0.02S; y = Y/Y_0 = [0.01909S + j \cdot (-0.00383)S] / 0.02S = 0.9544 + j \cdot (-0.1916);$$

$$\Gamma = (1 - y) / (1 + y) = (1 - 0.9544 - j \cdot (-0.1916)) / (1 + 0.9544 + j \cdot (-0.1916)) = (0.014) + j \cdot (0.099)$$

$$\Gamma = (0.014) + j \cdot (0.099) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.100 \angle 82.2^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

Calcul conform relațiilor de proiectare cu $|\Gamma| = 0.100$ și $\arg(\Gamma) = 82.2^\circ$, 2 soluții posibile:

$$\theta_{S1} = 6.8^\circ; \text{Im}(y_S) = -0.202; \theta_{p1} = 168.6^\circ \text{ și } \theta_{S2} = 91.0^\circ; \text{Im}(y_S) = 0.202; \theta_{p2} = 11.4^\circ$$

2. $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (39.4\Omega - 50\Omega + j \cdot (+65.8)\Omega) / (39.4\Omega + 50\Omega + j \cdot (+65.8)\Omega)$

$$\Gamma = (0.274) + j \cdot (0.534) \leftrightarrow \text{Re}\Gamma + j \cdot \text{Im}\Gamma \text{ sau } \Gamma = 0.600 \angle 62.8^\circ \leftrightarrow |\Gamma| \angle \arg(\Gamma)$$

3. a) Cuplaj ideal fără pierderi, puterea de intrare se regăsește în totalitate la portul de ieșire și cuplaj. Puterea la portul cuplat $P_{cupl} = 1.35mW = 1.30dBm$, $C = 10 \cdot \lg(P_{in} / P_{cupl})$, $P_{in} = 1.30dBm + 15.75dB = 17.05dBm = 50.74mW$, $P_{out} = P_{in} - P_{cupl} = 50.74mW - 1.35mW = 49.39mW$

b) $P_{out} = 49.39mW = 16.94dBm$, după amplificator $P_{amp} = P_{out} + G = 16.94dBm + 15.5dB = 32.44dBm = 1752.4mW$

c) $L2, C6, \beta = 10^{-C/20} = 0.163, Z_{CE} = 58.95\Omega, Z_{CO} = 42.41\Omega$

4. a) $G = G_1 + G_2 + G_3 = 15dB + 15dB + 19dB = 49dB$

b) Formula lui Friis, $F = F_1 + (F_2 - 1)/G_1 + (F_3 - 1)/G_1/G_2$

$$F_1 = 1.30dB = 1.349, G_1 = 15dB = 31.623, F_2 = 1.29dB = 1.346, G_2 = 15dB = 31.623, F_3 = 1.11dB = 1.291, F = 1.349 + (1.346 - 1)/31.623 + (1.291 - 1)/31.623/31.623 = 1.360 = 1.336dB$$

5. Transformatorul în sfert de lungime de undă trebuie proiectat pentru a adapta o sarcină de 26Ω la sursa de 50Ω la $f_1 = 6.9GHz$ deci $Z_1 = \sqrt{(Z_0 \cdot Z_L)} = 36.056 \Omega$, lungimea fizică a liniei Z_1 este $l_1 = \lambda_1/4 = c/4f_1$. La frecvența $f_2 = 3.9GHz$ linia este aceeași, impedanța caracteristică și lungimea **fizică** nu se schimbă dar lungimea **electrică** $E = \beta_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/\lambda_2 \cdot l_1 = 2 \cdot \pi/(c/f_2) \cdot (c/4f_1) = \pi/2 \cdot f_2/f_1 = 0.283 \cdot \pi = 0.888$; $\tan(\beta \cdot l) = 1.229$

$$Z_{in} = Z_1 \cdot \frac{Z_L + j \cdot Z_1 \cdot \tan(\beta l)}{Z_1 + j \cdot Z_L \cdot \tan(\beta l)} = 36.56\Omega + j \cdot (11.91)\Omega$$

6. a) Stabilitate necondiționată cu condiția Rollet, $\Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21} = -0.2394 + j \cdot (0.3289) = 0.407 \angle 126.0^\circ$; $K = (1 - 0.673^2 - 0.294^2 + 0.407^2) / 2 / 0.134 / 2.211 = 1.057$

$|\Delta| = 0.407 < 1$, $K = 1.057 > 1$, sistemul **este** necondiționat stabil

b) cerc de stabilitate la intrare (C8, S70), C_S (nr. complex) și R_S (nr. real)

$C_S = (-0.136) + j \cdot (-2.055)$, $R_S = 1.031$, $R_S < |C_S| = 2.059$, centrul diagramei Smith se găsește în exteriorul cercului, $|S_{11}| = 0.673 < 1$, zona stabilă e în **exteriorul** cercului de stabilitate la intrare

c) Considerăm tranzistorul unilateral, $S_{12} = 0$, câstigul care se poate obține prin adaptare spre sursă este: $G_{Smax} = 1 / (1 - |S_{11}|^2) = 1.83 = 2.62dB$, prin adaptare spre sarcină: $G_{Lmax} = 1 / (1 - |S_{22}|^2) = 1.09 = 0.39dB$

d) Unilateral: $G_0 = |S_{21}|^2 = 4.89 = 6.89dB$, câstigul obținut este: $G = G_{Smax} + G_0 + G_{Lmax} = 2.62dB + 6.89dB + 0.39dB = 9.90dB$

Bilateral: (C8, S129) $K > 1$, $MAG = G_{Tmax} = |S_{21}| / |S_{12}| \cdot [K - \sqrt{(K^2 - 1)}] = 11.80 = 10.72dB$

