

Lösning till tentamen i analog konstruktion (LET564) 160115

Uppgift 1

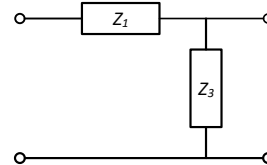
- a) Komponentvärdena fås genom att konvertera S-parametrar till Z-parametrar.

$$Z = \begin{bmatrix} -j35.36 & j35.36 \\ j35.36 & j35.36 \end{bmatrix}$$

Från Z-parametrarna fås ett ekvivalent T-nät.

$$Z_1 = Z_{11} - Z_{12} = -j70.72$$

$$Z_3 = Z_{12} = j35.36$$



Detta ger följande komponentvärden vid 2.5 GHz

$$C = \frac{-j}{j\omega Z_1} = 0.9 \text{ pF}$$

$$L = \frac{Z_2}{j\omega} = 2.25 \text{ nH}$$

- b) Return loss ges av $-10\log(|\Gamma_{in}|^2)$ där Γ_{in} ges av:

$$\Gamma_{in} = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0}$$

Z_{in} ges av

$$Z_{in} = Z_1 + Z_3 // Z_L = 51 + j2$$

Vilket ger

$$\Gamma_{in} = 0.03 \angle 65^\circ$$

$$RL = 32 \text{ dB}$$

Uppgift 2

- a) Beräknar G_{TUmax} , för de tre transistorerna:

$$G_{TUmax1} = 20.4 \text{ dB}$$

$$G_{TUmax2} = 23.7 \text{ dB}$$

$$G_{TUmax3} = 17.7 \text{ dB}$$

Både transistor 1 och 2 uppfyller kravet på förstärkning.

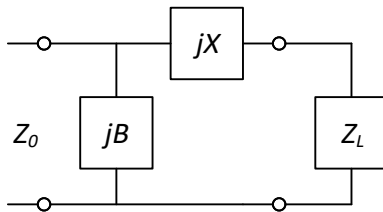
För transistor 1 kan dock inte kravet på brus uppfyllas vid konjugatanpassning på port 1 då $\Gamma_{opt} = S_{11}$. För transistor 2 så är $\Gamma_{opt} = S_{11}^*$, vilket innebär att båda kraven är uppfyllda.

- b) Väljer:

$$\Gamma_S = S_{11}^* = 0.9 \angle -90^\circ$$

$$\Gamma_L = S_{22}^* = 0.8 \angle -90^\circ$$

- c) Diskret matchningsnät fås med ett serie C följt av ett shunt C

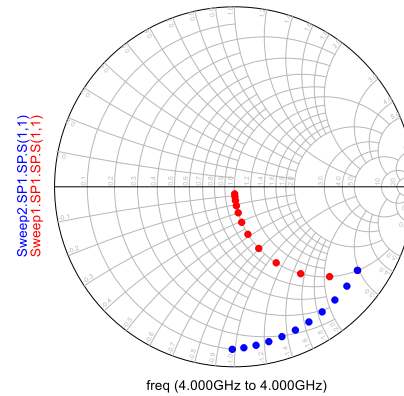


$$X = -3 \cdot 50 = -150$$

$$B = 0.7/50 = 0.014$$

$$C_{series} = \frac{-1}{\omega X} = 0.27 pF$$

$$C_{shunt} = \frac{B}{\omega} = 0.56 pF$$



Uppgift 3

- a) Kontrollera stabilitet

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{21}S_{12}|} = 2, \text{ och } |\Delta| = |S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}| = 0.47$$

Γ_S och Γ_L ges av simultan konjugatanpassning

$$\Gamma_S = \frac{B_1 - \sqrt{B_1^2 - 4|C_1|^2}}{2C_1} = 0.65 \angle 90^\circ$$

$$\Gamma_L = \frac{B_2 - \sqrt{B_2^2 - 4|C_2|^2}}{2C_2} = 0.36 \angle -90^\circ$$

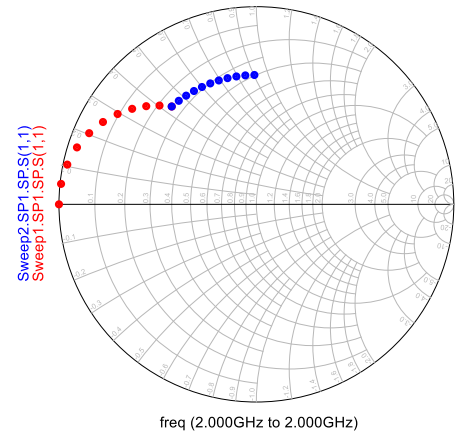
- b) Väljer kortsluten stubbe för ingången, vilket ger följande

$$l = 0.083 \lambda$$

$$d = 0.056 \lambda$$

c) $G_{Tmax} = (K - \sqrt{K^2 - 1}) \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|} = 13 dB$

$$F = F_{min} + \frac{4R_n}{Z_0} \frac{|\Gamma_s - \Gamma_{opt}|^2}{|1 + \Gamma_{opt}|^2 (1 - |\Gamma_s|^2)} = 2.1 dB$$



Uppgift 4

- a) Väljer Γ_L innanför innersta cirkeln.

$$\Gamma_L = 0.33 \angle 180^\circ$$

$$Z_L = 25\Omega$$

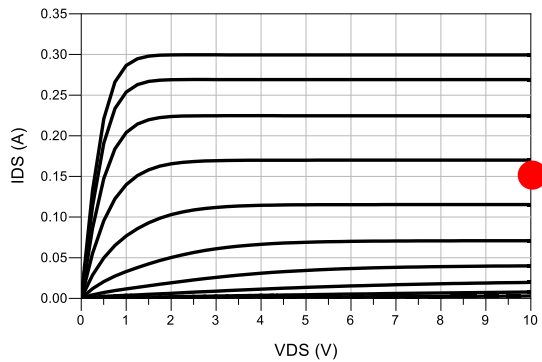
Γ_S ges av

$$\Gamma_S = \Gamma_{in}^* = \left(S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L} \right)^* = 0.75 \angle -83^\circ$$

- b) Väljer att anpassa med en kvartvågstransformator

$$Z_{\lambda/4} = \sqrt{Z_L Z_0} = 35.4\Omega$$

- c)

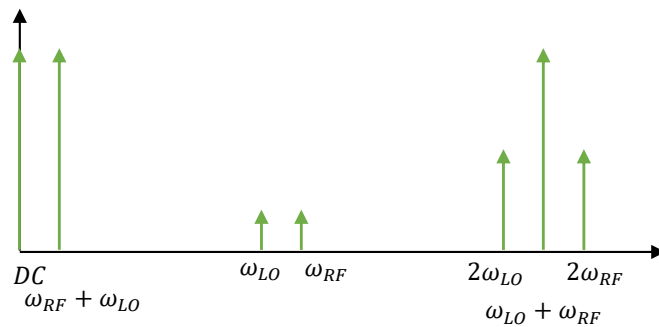


Uppgift 5

- a) Spektrumet beräknas enligt

$$v_{in} = \cos \omega_{RF}t + \cos \omega_{LO}t$$

$$\begin{aligned} v_{ut} &= 0.1v_{in} + 0.5v_{in}^2 = 0.1(\cos \omega_{RF}t + \cos \omega_{LO}t) + 0.5(\cos \omega_{RF}t + \cos \omega_{LO}t)^2 \\ &= 0.1 \cos \omega_{RF}t + 0.1 \cos \omega_{LO}t + 0.5 \cos^2 \omega_{RF}t + 0.5 \cos^2 \omega_{LO}t + \cos \omega_{RF}t \cos \omega_{LO}t \\ &= \frac{1}{2} + \frac{\cos \omega_{RF}t}{10} + \frac{\cos \omega_{LO}t}{10} + \frac{\cos 2\omega_{RF}t}{4} + \frac{\cos 2\omega_{LO}t}{4} + \frac{\cos(\omega_{RF} + \omega_{LO})t}{2} + \frac{\cos(\omega_{RF} - \omega_{LO})t}{2} \end{aligned}$$



- b) Förstärkningen för mottagaren blir

$$G = -L_{antenn} - L_{blandare} + G_{IF} = 3.9dB$$

Brusfaktorn ges av

$$F = F_{antenn} + \frac{F_{blandare} - 1}{G_{antenn}} + \frac{F_{IF} - 1}{G_{antenn}G_{blandare}} = 6.5dB$$