

Esempio N°2 (1)

I parametri S di un transistor a 1 GHz e misurati in un sistema a 50 Ohm sono:

$$S_{11} = 2,27 \angle -120^\circ$$

$$S_{12} = 0$$

$$S_{21} = 4 \angle 50^\circ$$

$$S_{22} = 0,6 \angle -80^\circ$$

- Calcolare l'impedenza di ingresso e la terminazione ottima di uscita.
- Determinare sulla carta di Smith la regione di instabilità e costruire il cerchio a guadagno costante $G_S = 5dB$ e $G_S = 3dB$.
- Fissare il punto sulla carta di Smith, per poter progettare la rete di adattamento di ingresso, per un guadagno di 3 dB, tenendo conto di lavorare nelle massime condizioni di stabilità.
- Calcolare il G_{TU} in dB.

Caso di stabilità condizionata

Esempio N°2 (2)

Soluzione

a) Calcolo dell'impedenza di ingresso

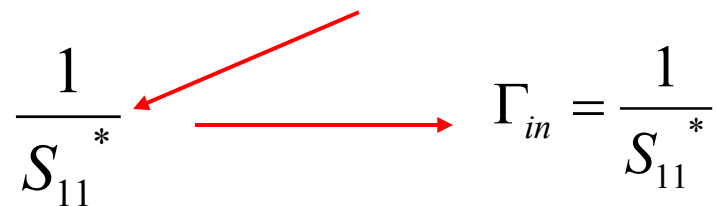
Il punto corrispondente a

$$S_{11} = 2,27 \angle -120^\circ$$

non può essere tracciato sulla carta di Smith in quanto

$$|S_{11}| = 2,27 > 1$$

Utilizzando la carta di Smith normale è necessario tracciare il punto


$$\frac{1}{S_{11}^*} \longrightarrow \Gamma_{in} = \frac{1}{S_{11}^*}$$

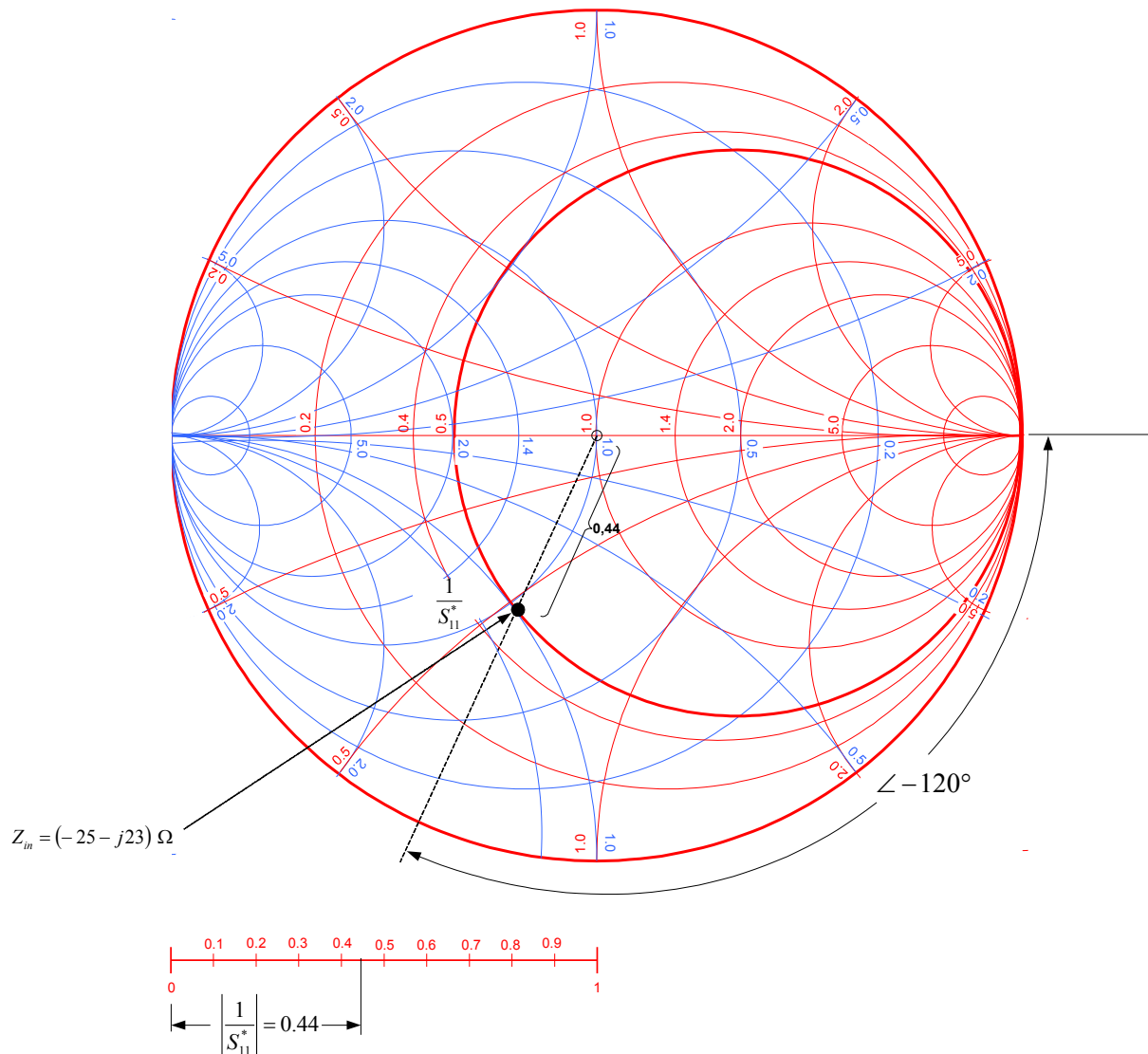
$$S_{11}^* = 2,27 \angle 120^\circ$$

$$\Gamma_{in} = \frac{1}{2,27 \angle 120^\circ} = 0,44 \angle -120^\circ$$

Caso di stabilità condizionata

Esempio N°2 (3)

In
corrispondenza
del punto
tracciato si
legge il valore
della
impedenza di
ingresso
associata



Caso di stabilità condizionata

Esempio N°2 (4)

In corrispondenza del punto tracciato $\frac{1}{S_{11}^*}$ su di una carta di Smith

si può leggere un valore di impedenza $z_{n_in} = 0,49 - j0,46$

Valore che si può anche calcolare

$$z_{n_in} = \frac{1 + \Gamma_{in}}{1 - \Gamma_{in}} = \frac{1 + 0,44 \angle -120^\circ}{1 - 0,44 \angle -120^\circ} = 0,6793 \angle -43,38^\circ = 0,4937 - j0,4666$$

Considerando che $|S_{11}| > 1$ il valore della parte reale dell'impedenza normalizzata va interpretato **come un valore negativo**, per cui il valore finale normalizzato sarà

$$z_{n_in} = -0,4937 - j0,4666$$

Da cui

$$Z_{in} = 50 \bullet z_{n_in} = 50(-0,4937 - j0,4666) \cong (-25 - j23) \Omega$$

Caso di stabilità condizionata

Esempio N°2 (5)

La **terminazione ottima** di uscita si avrà quando

$$\Gamma_L = S_{22}^*$$

quindi per

$$\Gamma_L = 0,6 \angle 80^\circ$$

Esempio N°2

b) Determinare sulla carta di Smith la regione instabile e costruire i cerchi a guadagno costante per $G_{S_dB} = 5dB$ $G_{S_dB} = 3dB$

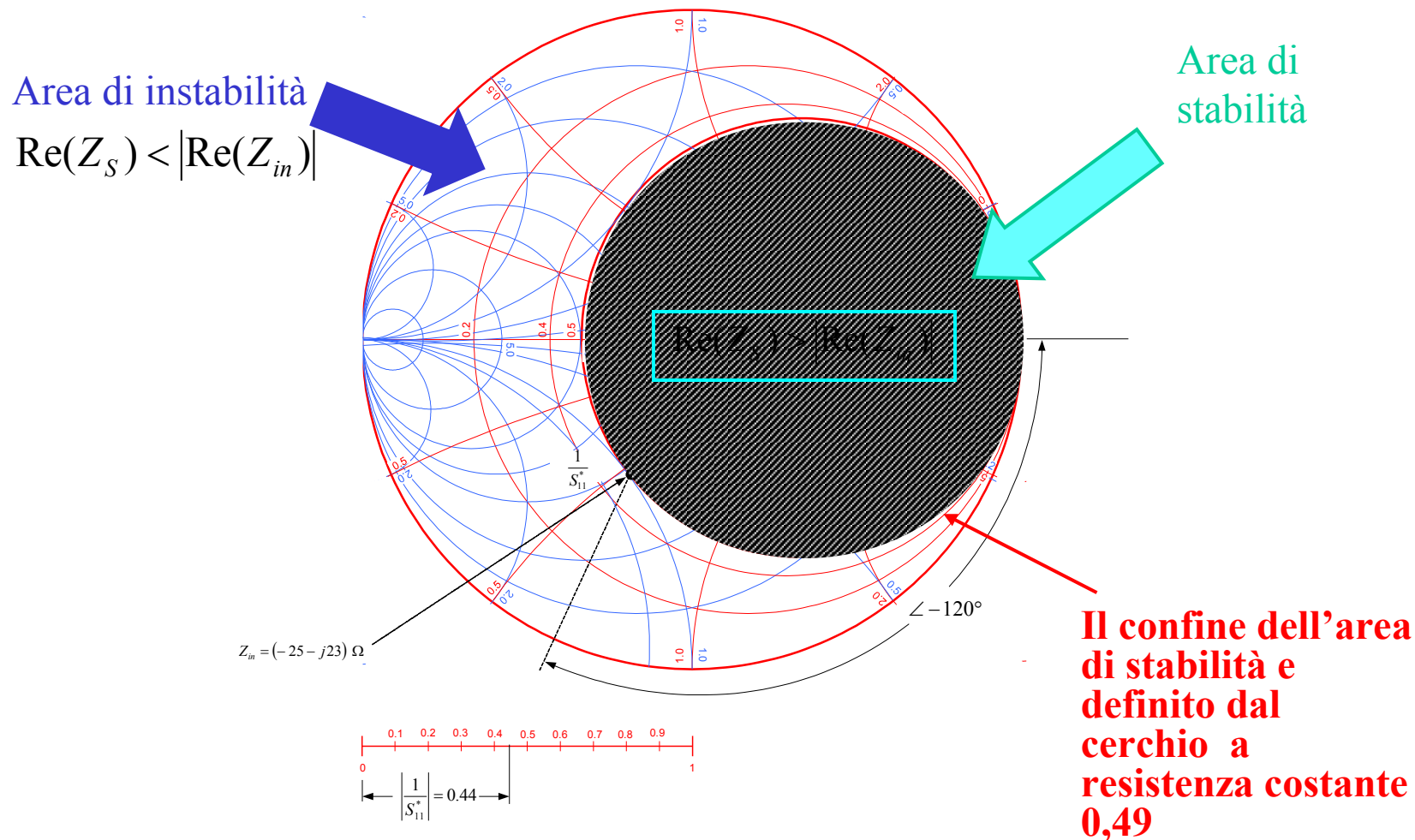
Essendo $|S_{11}| > 1$ la regione stabile dipenderà dal coefficiente di riflessione del circuito di ingresso Γ_S

Sarà stabile la regione dove il coefficiente di riflessione della sorgente, Γ_S

provoca una impedenza di ingresso della sorgente tale che $\text{Re}(Z_S) > |\text{Re}(Z_{in})|$

Caso di stabilità condizionata

Esempio N°2



Esempio N°2

I **cerchi guadagno costante** si tracciano con lo stesso metodo dell'Esempio N°1, solamente i centri cadono sulla retta che passa per l'origine e per il punto

$$\frac{1}{S_{ii}}$$

Ripetendo il procedimento,

- si traccia il punto, $\frac{1}{S_{ii}}$
- si trasforma il guadagno in dB in un numero, $G_{S_dB} = 5dB \Rightarrow G_{S_5} = 3,16$
- si calcola il guadagno normalizzato, $g_{S_5} = G_{S_5}(1 - |S_{11}|^2) = 3,16(1 - 2,27^2) = -13,12$
- si calcola il raggio,
$$r_{g_S_5} = \frac{\sqrt{1 - g_S}(1 - |S_{11}^*|^2)}{1 - |S_{11}|^2(1 - g_S)} = \frac{\sqrt{1 + 13,12}(1 - 2,27^2)}{1 - 2,27^2(1 + 13,12)} = 0,217$$
- si calcola il modulo di,

$$|C_{g_S_5}| = \frac{g_S |S_{11}^*|}{1 - |S_{11}|^2(1 - g_S)} = \frac{-13,12 \cdot 2,27}{1 - 2,27^2(1 + 13,12)} = 0,415$$

Caso di stabilità condizionata

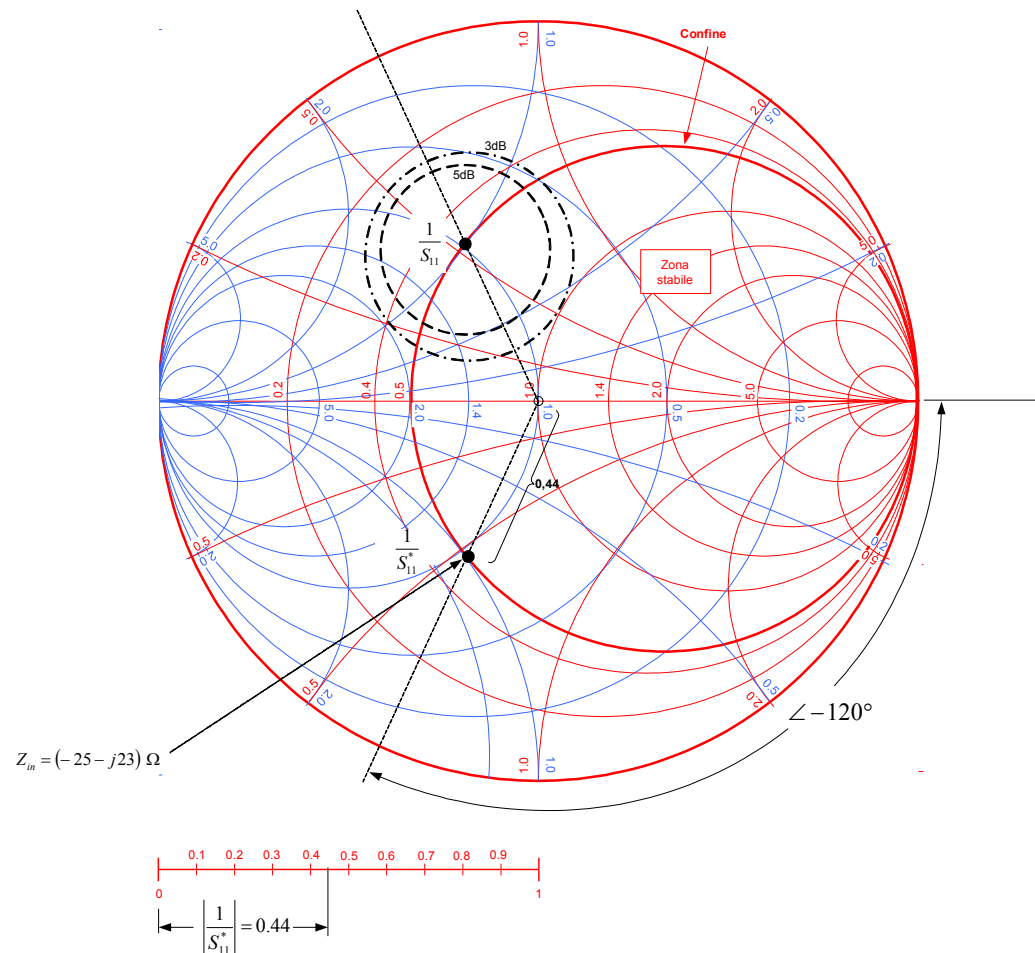
Esempio N°2

Si applica un processo uguale per calcolare il cerchio a 3 dB, i risultati sono,

$$g_{S_3} = -8,28$$

$$r_{g_{S_3}} = 0,27$$

$$|C_{g_{S_3}}| = 0,40$$



c) Si progetta la rete di adattamento, con il massimo grado di stabilità, per un guadagno $G_{S_dB} = 3dB$

Deciso il guadagno di 3 dB, si fissa il punto sulla carta di Smith in modo da ottenere la massima stabilità possibile, ovvero:

Si sceglie un punto sul cerchio a guadagno costante 3 dB **più all'interno della zona stabile**

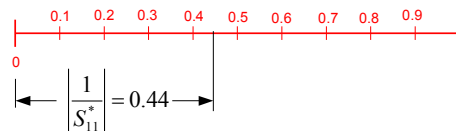
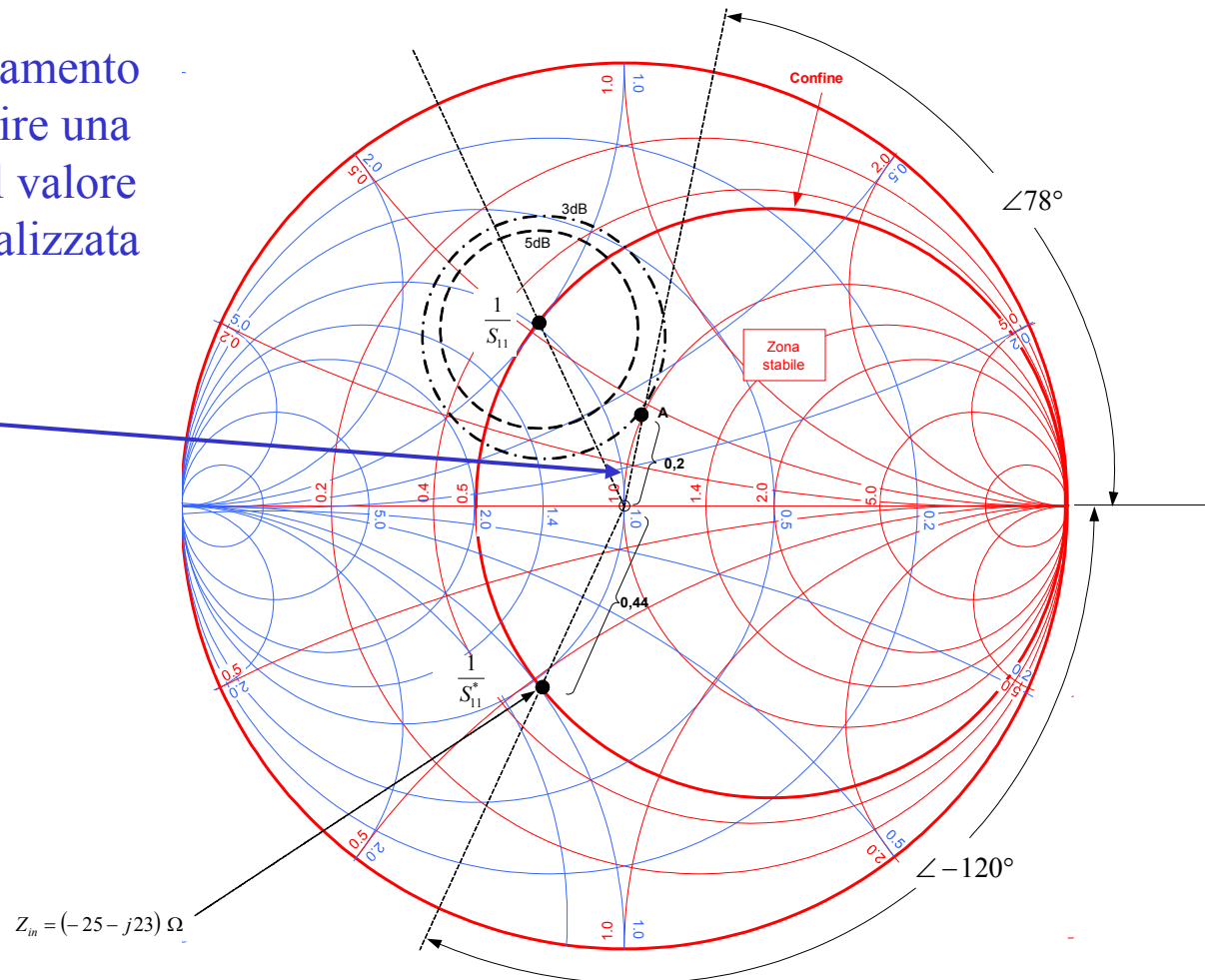
(punto A nella figura).

Caso di stabilità condizionata

Esempio N°2

Per realizzare l'adattamento sarà sufficiente inserire una induttanza in serie, il valore della reattanza normalizzata sarà

$$x_{L_n} = 0,4$$




Esempio N°2


Al punto fissato, A, corrisponde un coefficiente di riflessione $\Gamma_S = 0,2 \angle 78^\circ$



che equivale ad una impedenza normalizzata $z_{n_a} = 1 + j0,4$

$$Z_A = 50(1 + j0,4) = (50 + j20)\Omega$$


$$R_e(Z_S) = 50$$

$$Z_{in} = (-25 - j23)\Omega$$


$$R_e(Z_{in}) = -25$$


$$\operatorname{Re}(Z_S) > |\operatorname{Re}(Z_{in})|$$

Il circuito così ottenuto sarà stabile, con un margine di 25.

Esempio N°2

d) Si calcola il guadagno di trasduzione unilaterale in dB, G_{TU}

$$G_{S_dB} = 3dB \quad \leftarrow \text{Fissato per avere un buon margine di stabilità}$$

$$G_L = \frac{1}{1 - |S_{22}|^2} = \frac{1}{1 - 0,6^2} = 1,56 \Rightarrow G_{L_dB} = 1,93dB \quad \leftarrow \text{Terminazione ottima}$$

$$G_0 = |S_{21}|^2 = 4^2 = 16 \Rightarrow G_{0_dB} = 12,04dB \quad \leftarrow \text{Guadagno del transistor}$$

$$G_{TU_dB} = 3 + 12,04 + 1,93 = 16,97dB$$