Formulario degli appunti relativi alla stabilità degli amplificatori RF

$$\Gamma_{in} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L} \qquad \Gamma_{out} = S_{22} + \frac{S_{21}S_{12}\Gamma_S}{1 - S_{11}\Gamma_S}$$

$$|\Gamma_{in}| = \left| S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L} \right| \langle 1 \qquad |\Gamma_{out}| = \left| S_{22} + \frac{S_{21}S_{12}\Gamma_S}{1 - S_{11}\Gamma_S} \right| \langle 1$$

$$C_L = \frac{\left(S_{22} - \Delta S_{11}^{\ *}\right)^*}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} \qquad R_L = \left| \frac{S_{12}S_{21}}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} \right|$$

$$C_S = \frac{\left(S_{11} - \Delta S_{22}^{\ *}\right)^*}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2} \qquad R_S = \left| \frac{S_{12}S_{21}}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2} \right|$$

$$k = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|} > 1 \qquad |\Delta| < 1 \qquad \Delta = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}$$

$$\mu = \frac{1 - |S_{11}|^2}{|S_{22} - S_{11}^*\Delta| + |S_{12}S_{21}|} > 1$$

Esercizio 1

I parametri S, misurati in un sistema a Zo = 50 Ohm, per un GasFet a 2 GHz con Vgs = 0 sono:
$S_{11} = 0.894\angle -60°$
$S_{21} = 3.122\angle 123.6°$
$S_{12} = 0.020\angle 62.4°$
$S_{22} = 0.781\angle -27.6°$

Determinare Δ e k e disegnare il cerchio di stabilità.

Soluzione

- *Si calcola il determinante*

$$\Delta = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} = (0.894\angle -60°)(0.781\angle -27.6°) - (3.122\angle 123.6°)(0.020\angle 62.4°) =$$
$$= (0.6982\angle -87.6°) - (0.0624\angle 186°) = 0.084 - j0.6914 = 0.6965\angle -83.073°$$

$\boxed{|\Delta| = 0.6965}$ ed è minore di 1, quindi il dispositivo sarà potenzialmente instabile

- *Si calcola il fattore k*

$$k = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|} = \frac{1 - 0.894^2 - 0.781^2 + 0.6965^2}{2|(3.122\angle 123.6°)(0.020\angle 62.4°)|} = \frac{0.0759}{0.1248} = 0.6082$$

$\boxed{k = 0.6082}$

Essendo che K<1 e $\Delta < 1$ il dispositivo sarà **potenzialmente instabile**.

- *Si traccia il cerchio di stabilità*

Vediamo di ricavare il cerchio di stabilità di uscita e di ingresso

Il cerchio di stabilita di uscita è determinato da un centro, C_L e da un raggio R_L:

$$C_L = \frac{(S_{22} - \Delta S_{11}^*)^*}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} = \frac{[0.781\angle -27.6° - (0.6965\angle -83.073)(0.894\angle -60.6°)^*]^*}{0.781^2 - 0.6965^2} =$$

$$C_L = \frac{0.1732\angle 47.64°}{0.1249} = 1.3867\angle 47.64° \qquad \boxed{C_L = 1.3867\angle 47.64°}$$

$$R_L = \left|\frac{S_{12}S_{21}}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2}\right| = \frac{(0.020\angle 62.4°)(3.122\angle -123.6°)}{0.781^2 - 0.6965^2} = 0.4996 \qquad \boxed{R_L = 0.4996}$$

vediamo adesso il cerchio di stabilità di ingresso

$$C_S = \frac{(S_{11} - \Delta S_{22}^*)^*}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2} = \frac{[(0.894\angle -60.6°) - (0.6965\angle -83.07°)(0.781\angle -27.6°)^*]^*}{0.894^2 - 0.6965^2} =$$

$$C_S = \frac{0.3545\angle 67.457°}{0.3141} = 1.128\angle 67.457° \qquad \boxed{C_S = 1.128\angle 67.457°}$$

$$R_S = \left|\frac{S_{12}S_{21}}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2}\right| = \left|\frac{(0.020\angle 62.4°)(3.122\angle 123.6°)}{0.3141}\right| = 0.1988 \qquad \boxed{R_S = 0.1988}$$

Con i dati di C_S, R_S e C_L, R_L, vengono tracciati sulla carta di Smith i due cerchi di stabilità di uscita e di ingresso.

Siccome $|S_{11}| < 1$ e $|S_{22}| < 1$ vorrà dire che il centro della carta di Smith è una regione stabile per ΓL e ΓS, questo risolverà l'ambiguità di dove si trova la regione di stabilità se dentro o fuori il cerchio di stabilità, sarà fuori. La regione instabile della carta di Smith è quella intersecata dai cerchi di stabilità di ingresso e di uscita. I valori di ΓL e ΓS dovranno cadere all'interno della Carta di Smith ma non all'interno dei cerchi di stabilità. La regione di stabilità, in questo caso è esterna ai cerchi.

Si può calcolare anche μ

$$\mu = \frac{1 - |S_{11}|^2}{|S_{22} - S_{11}^{*}\Delta| + |S_{12}S_{21}|} = \frac{1 - 0.894^2}{|0.781\angle -27.6^0 - (0.894\angle 60.6°)(0.6965\angle -83.7°)| + |(0.020\angle 62.4°)(3.122\angle 123.6°)|}$$

$$\boxed{\mu = 0.8555}$$

è minore di 1 quindi il dispositivo è stabile in modo condizionato (una conferma) se era maggiore di 1 il dispositivo sarebbe stato stabile in modo incondizionato.

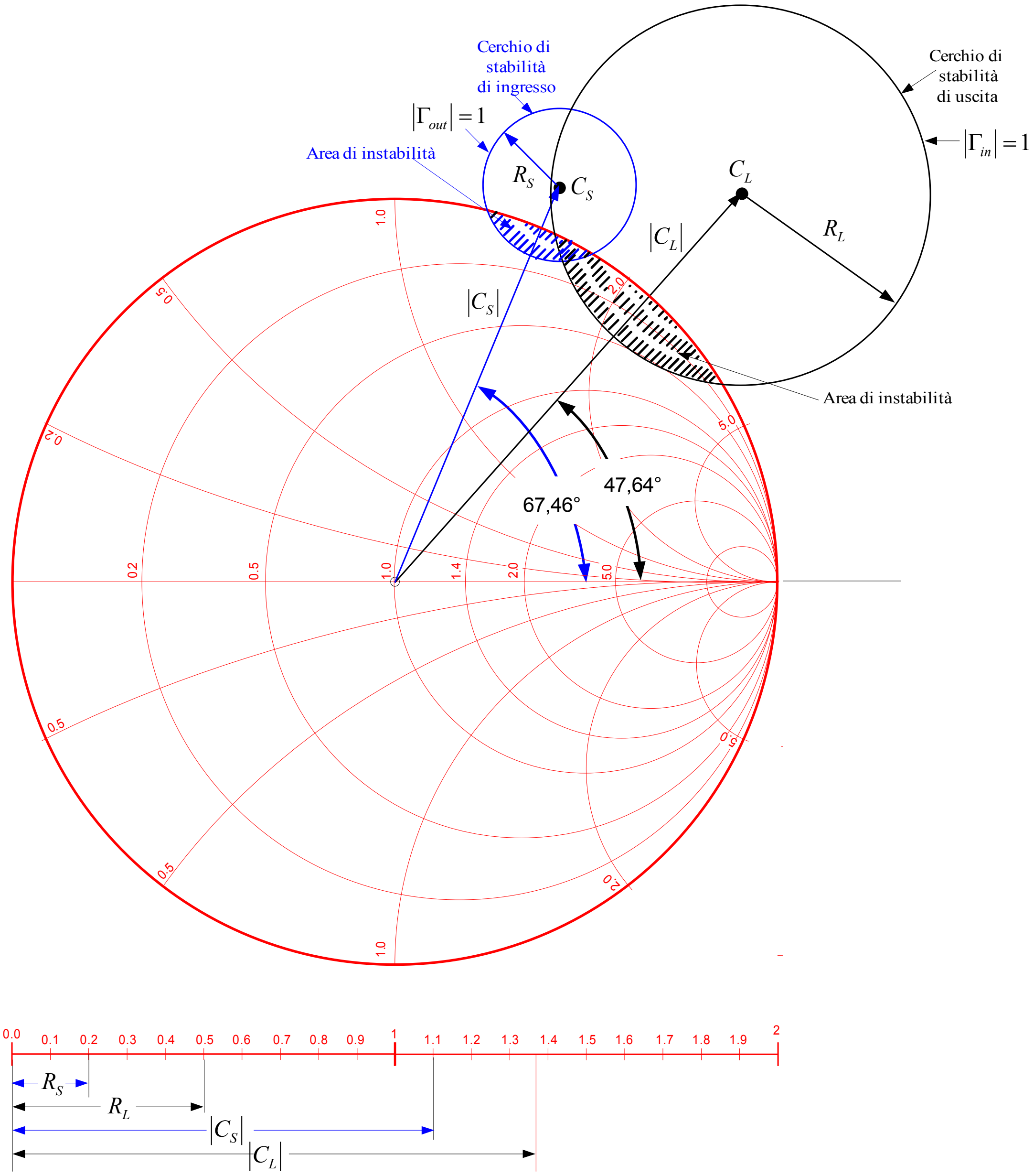

Figura 6