

# Penguat Daya Gelombang Mikro (2)

TTG4D3 – Rekayasa Gelombang Mikro

Oleh

Budi Syihabuddin – Erfansyah Ali



# Outline

- Kemantapan Penguat RF

# Kemantapan Penguat RF (1)

## Stabil tanpa syarat (*unconditionally stable*)

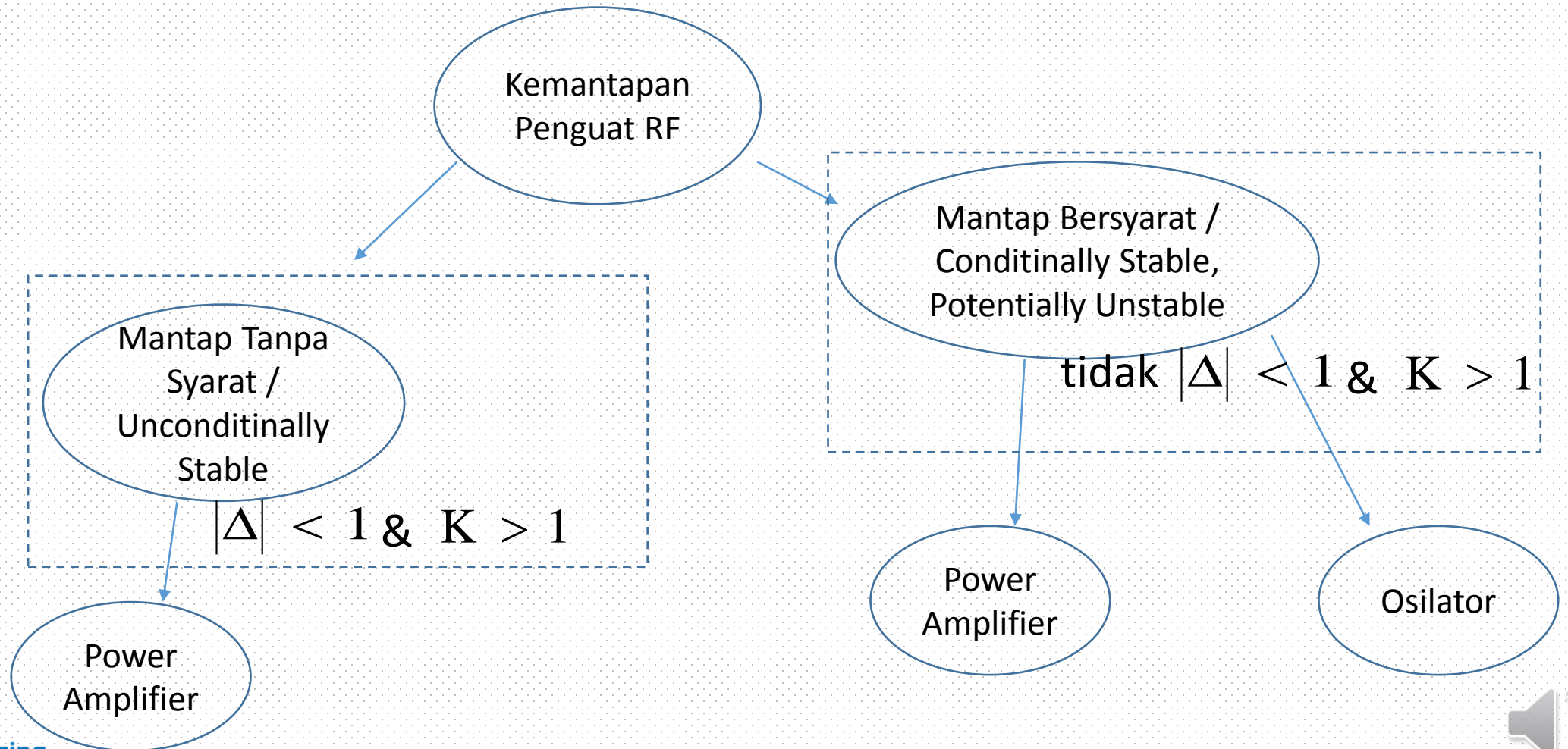
Yaitu apabila  $K > 1$  dan  $|\Delta| < 1$  dimana  $|\Gamma_{in}| < 1$  dan  $|\Gamma_{out}| < 1$ . Pada kondisi ini transistor cocok digunakan sebagai penguat di mana penguat selalu stabil dengan pemilihan  $\Gamma_S$  dan  $\Gamma_L$  sembarang (di mana saja) pada *smith chart*.

Faktor  
Kestabilan

## Stabil bersyarat (*potentially unstable*)

Yaitu apabila  $K < 1$  dan  $|\Delta| > 1$  atau  $K < 1$  dan  $|\Delta| < 1$ . Kondisi ini lebih cocok digunakan untuk osilator karena impedansi sumber dan beban akan menyebabkan  $|\Gamma_{in}| > 1$  dan  $|\Gamma_{out}| > 1$ . Pada kondisi ini lingkaran kestabilan berperan penting dalam pemilihan koefisien pantul sumber dan beban pada perancangan osilator supaya memenuhi syarat kondisi osilasi, yaitu  $|\Gamma_{in}| > 1$  dan  $|\Gamma_{out}| > 1$ . Kondisi ini dapat juga digunakan sebagai penguat yaitu dengan syarat pemilihan  $\Gamma_S$  dan  $\Gamma_L$  yang berada pada daerah kestabilan sumber maupun beban pada *smith chart*.

# Kemantapan Penguat RF (2)



# Kemantapan Penguat RF (3)

kondisi cukup dan perlu untuk memperoleh KEMANTAPAN TANPA SYARAT :

$$K > 1 \quad |S_{11}| < 1 \quad 1 - |S_{11}|^2 > |S_{12} \cdot S_{21}|$$

$$|S_{22}| < 1 \quad 1 - |S_{22}|^2 > |S_{12} \cdot S_{21}|$$

atau cukup dengan :  $K > 1$  dan  $|\Delta| < 1$

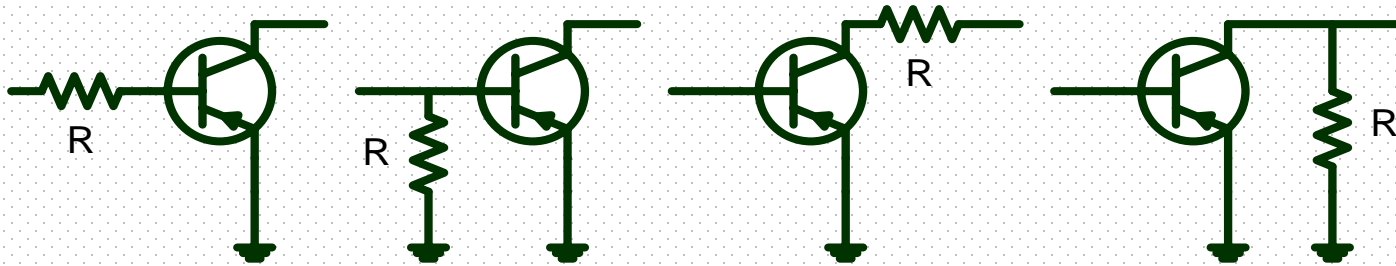
$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 |S_{12} \cdot S_{21}|} > 1 \quad \text{dimana} \quad \Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21}$$

$$1 - |S_{11}|^2 > |S_{12} \cdot S_{21}| \quad 1 - |S_{22}|^2 > |S_{12} \cdot S_{21}|$$

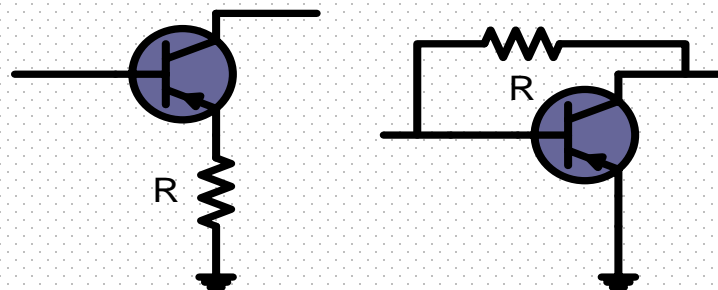
# Kemantapan Penguat RF (4)

KONDISI TIDAK MANTAP → KONDISI MANTAP DENGAN SYARAT :

1. Dengan pembebanan resistif



2. Dengan umpan balik



# Mantap Bersyarat (1)

$$\begin{cases} R_L = \frac{|S_{12} \cdot S_{21}|}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} & \rightarrow \text{jari - jari} \\ C_L = \frac{(S_{22} - \Delta \cdot S_{11}^*)^*}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} & \rightarrow \text{titik pusat lingkaran} \end{cases}$$

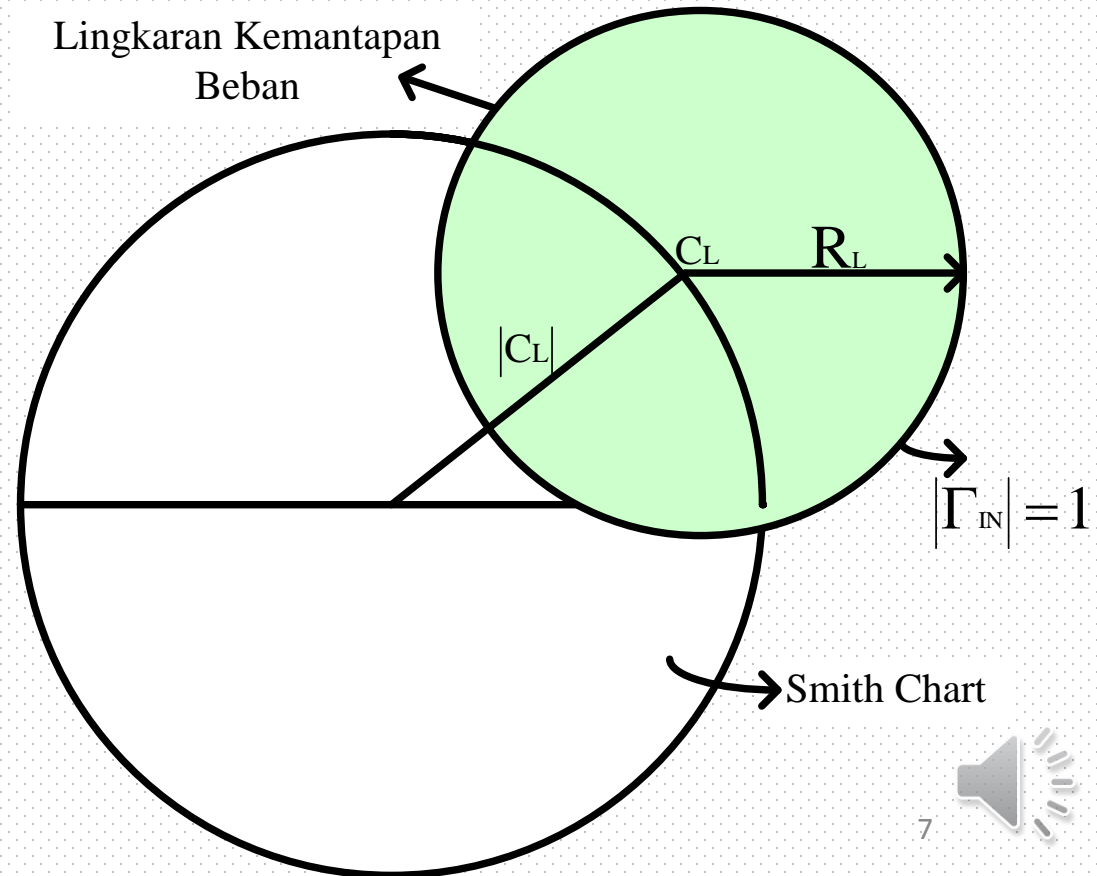
Persamaan di atas merupakan persamaan lingkaran beban

(tempat kedudukan  $\Gamma_L$  untuk  $|\Gamma_{IN}|=1$ ):

Bagaimana menentukan daerah  $\Gamma_L$  yang MANTAP ?

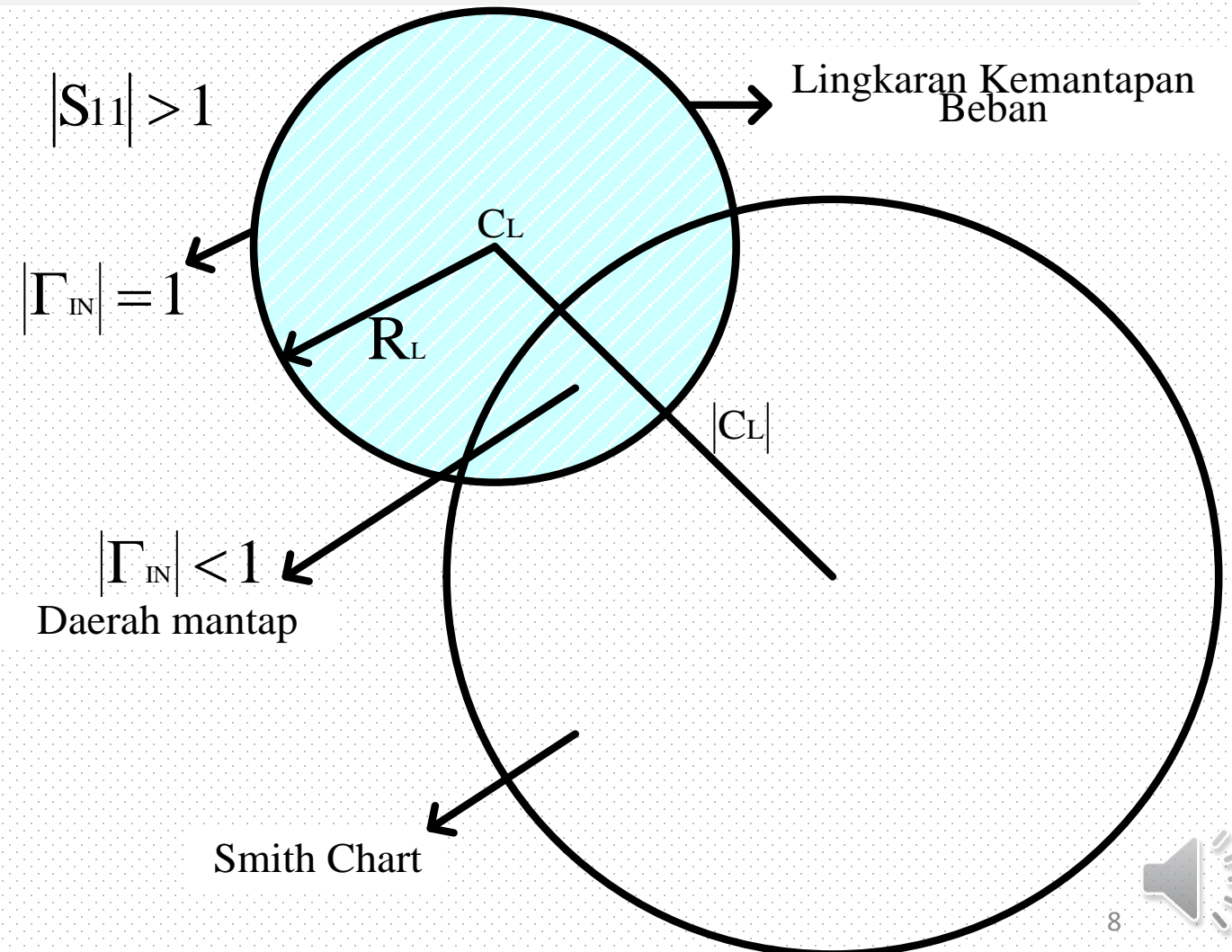
Jika :

$$Z_L = Z_0 \rightarrow \Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = 0 \Rightarrow |\Gamma_{IN}| = |S_{11}|$$



# Mantap Bersyarat (2)

Jika  $|S_{11}| > 1$ , maka  $|\Gamma_{IN}| > 1$   
untuk  $\Gamma_L = 0$   
→ daerah yang mengandung  
titik pusat Smith Chart adalah  
daerah tidak mantap





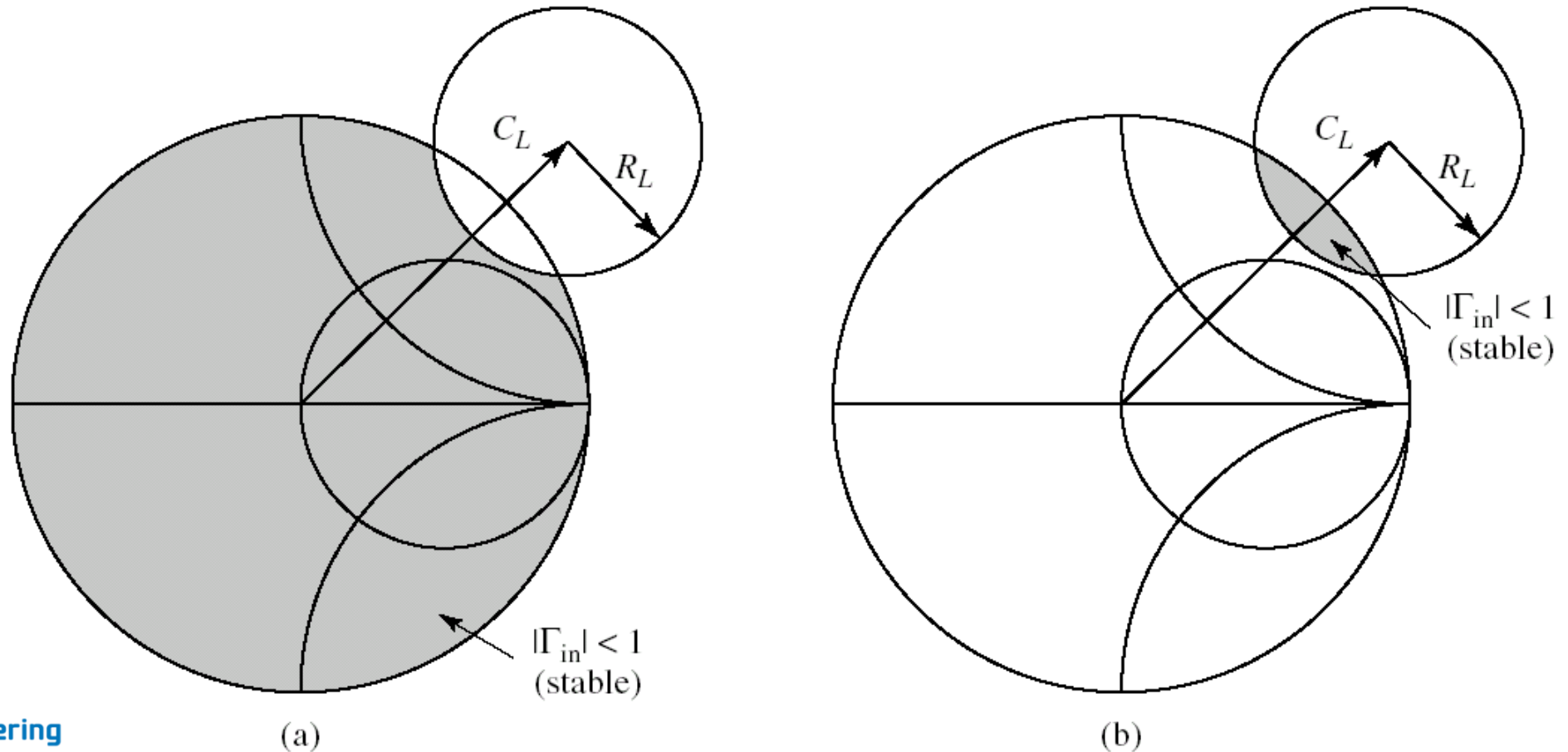


# Mantap Bersyarat (4)

**Figure 11-5 (p. 544)**

*Microwave Engineering, 3<sup>rd</sup> Edition, by David M Pozar*

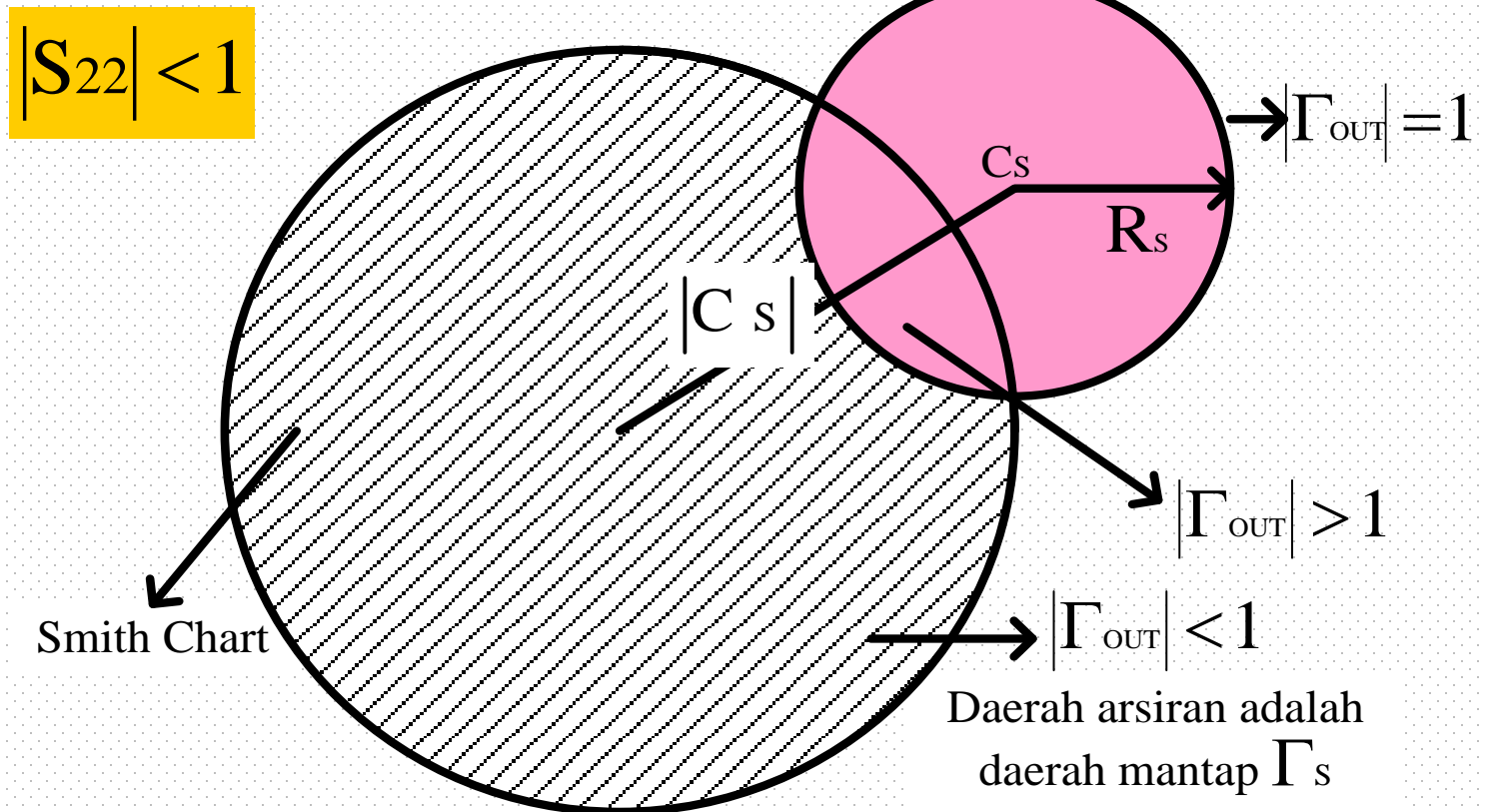
Load (Output) stability circles for a conditionally stable device. (a)  $|S_{11}| < 1$ . (b)  $|S_{11}| > 1$ .



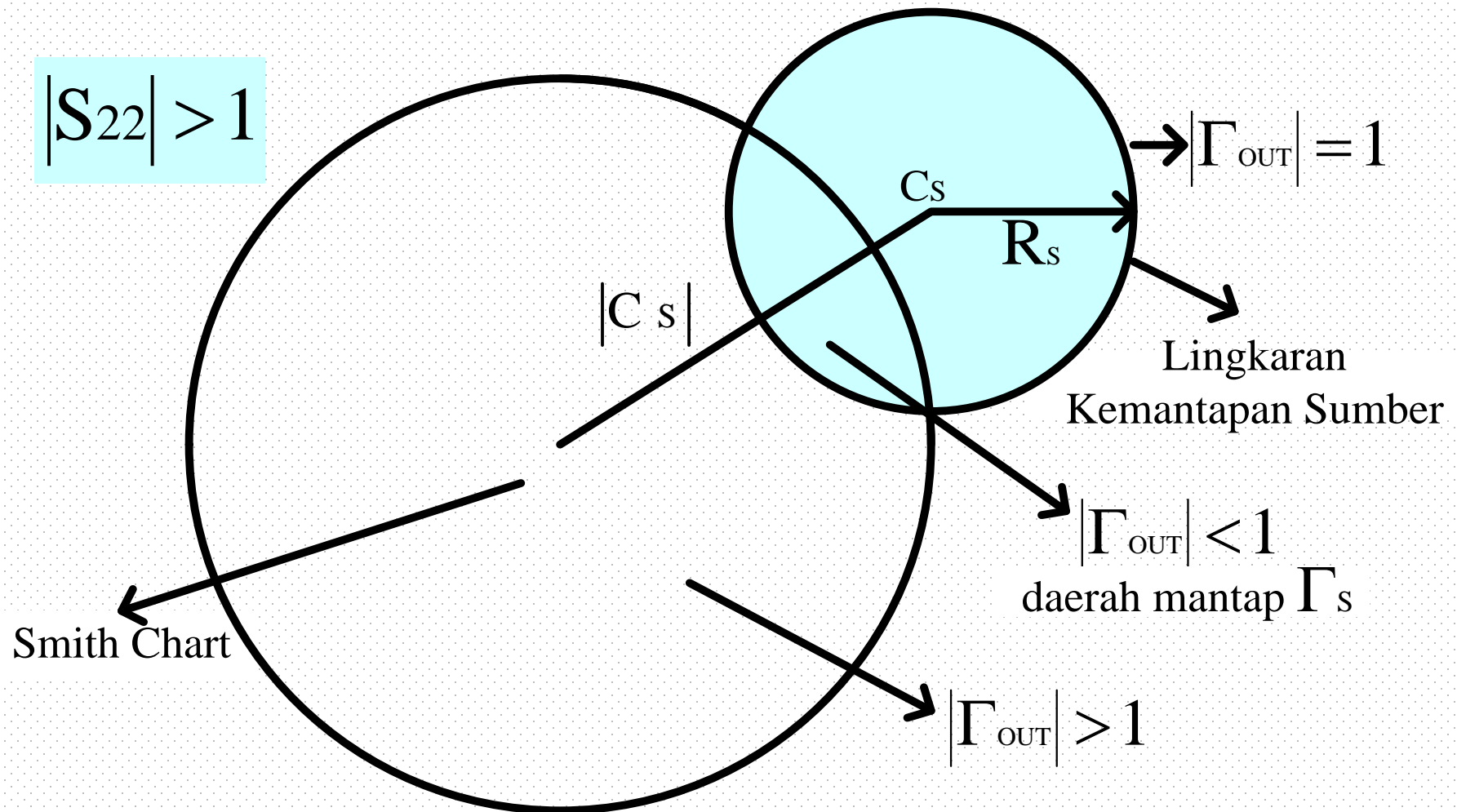
# Mantap Bersyarat (5)

Persamaan di atas merupakan persamaan lingkaran sumber (tempat kedudukan  $\Gamma_s$  untuk  $|\Gamma_{OUT}| = 1$ ):

$$\begin{cases} R_s = \frac{|S_{12} \cdot S_{21}|}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2} & \rightarrow \text{jari - jari} \\ C_s = \frac{(S_{11} - \Delta \cdot S_{22}^*)^*}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2} & \rightarrow \text{titik pusat lingkaran} \end{cases}$$



# Mantap Bersyarat (6)

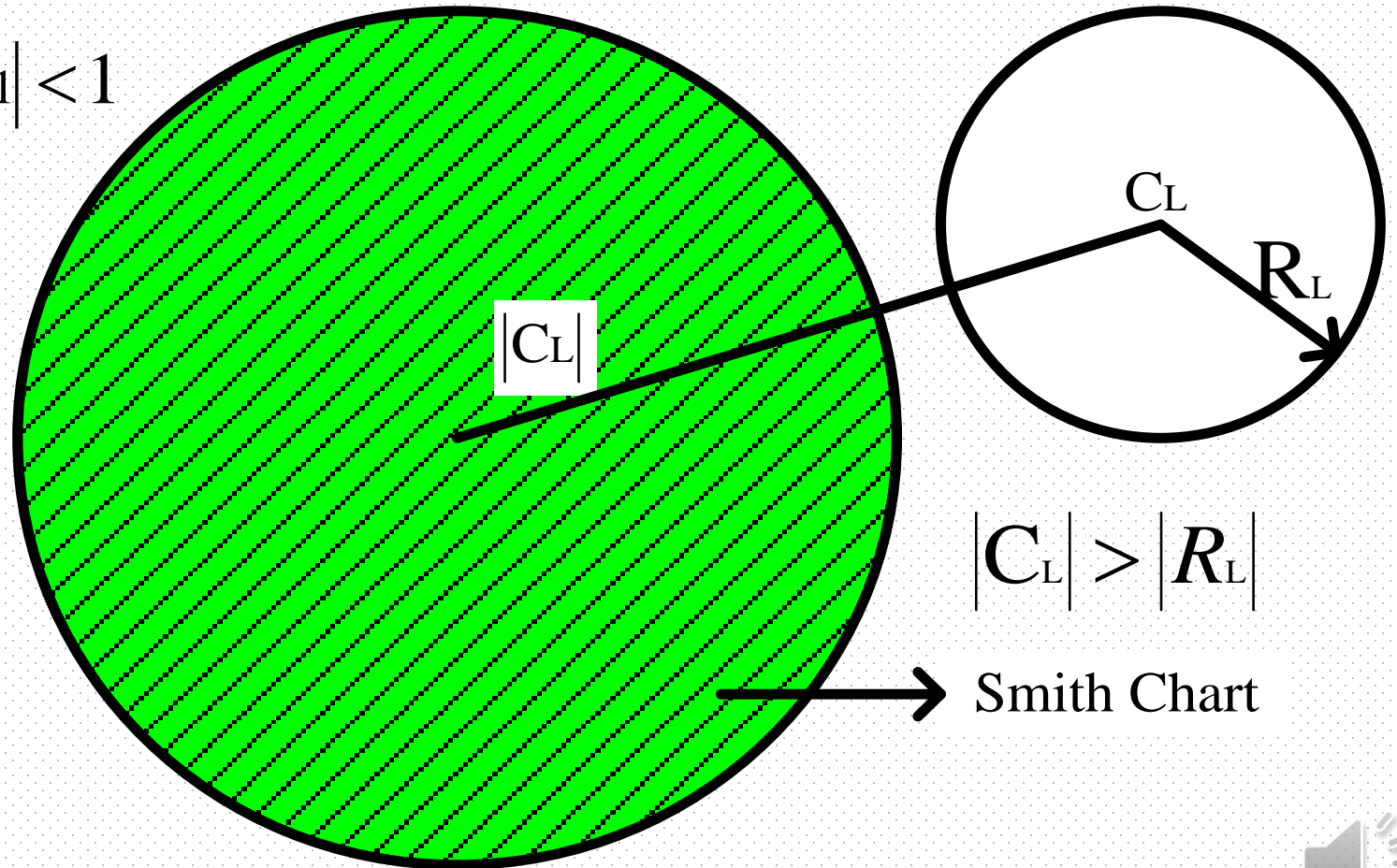


# Mantap Bersyarat (7)

Kondisi mantap "TANPA SYARAT"  
untuk semua sumber atau beban  
dapat ditulis dengan :

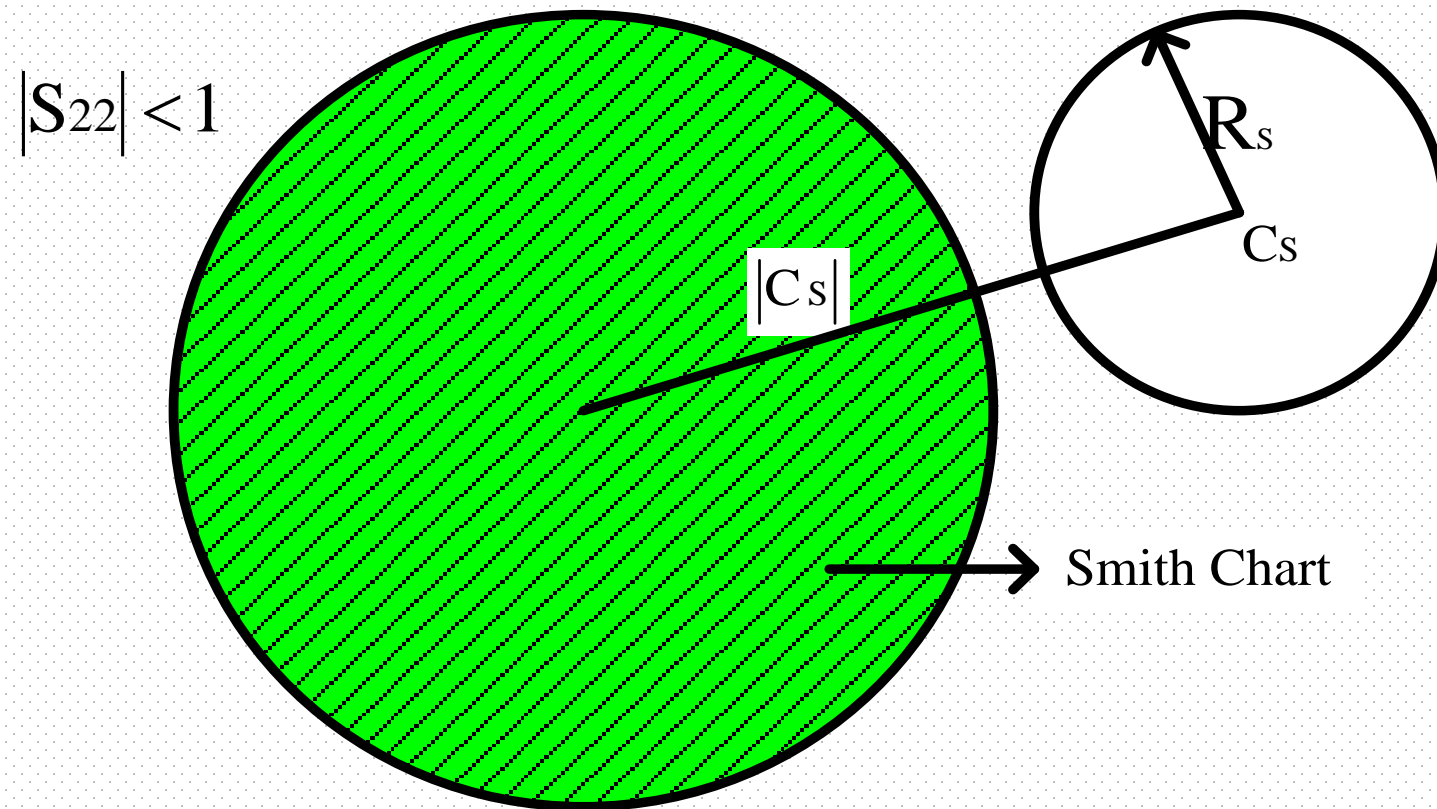
$$\left| |C_L| - R_L \right| > 1 \quad \text{untuk} \quad |S_{11}| < 1$$

$$|S_{11}| < 1$$



# Mantap Bersyarat (8)

$$\left| |C_s| - R_s \right| > 1 \quad \text{untuk} \quad |S_{22}| < 1$$



# Contoh (1)

The S parameters for the HP HFET-102 GaAs FET at 2 GHz with a bias voltage  $V_{GS} = 0$  are given as follows ( $Z_0 = 50 \Omega$ ):

$$S_{11} = 0,894 \angle -60,6^\circ$$

$$S_{21} = 3,122 \angle 123,6^\circ$$

$$S_{12} = 0,020 \angle 62,4^\circ$$

$$S_{22} = 0,781 \angle -27,6^\circ$$

Determine the stability of this transistor by calculating K and  $|\Delta|$ , and plot the stability circles.

# Contoh (1)

## Solution:

We compute  $K$  and  $|\Delta|$  as:

$$\Delta = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} = 0,696 \angle -83^\circ$$

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{21}S_{12}|} = 0,607$$

We have  $|\Delta| = 0,696 < 1$ , but  $K < 1$ , so the device is potentially unstable.

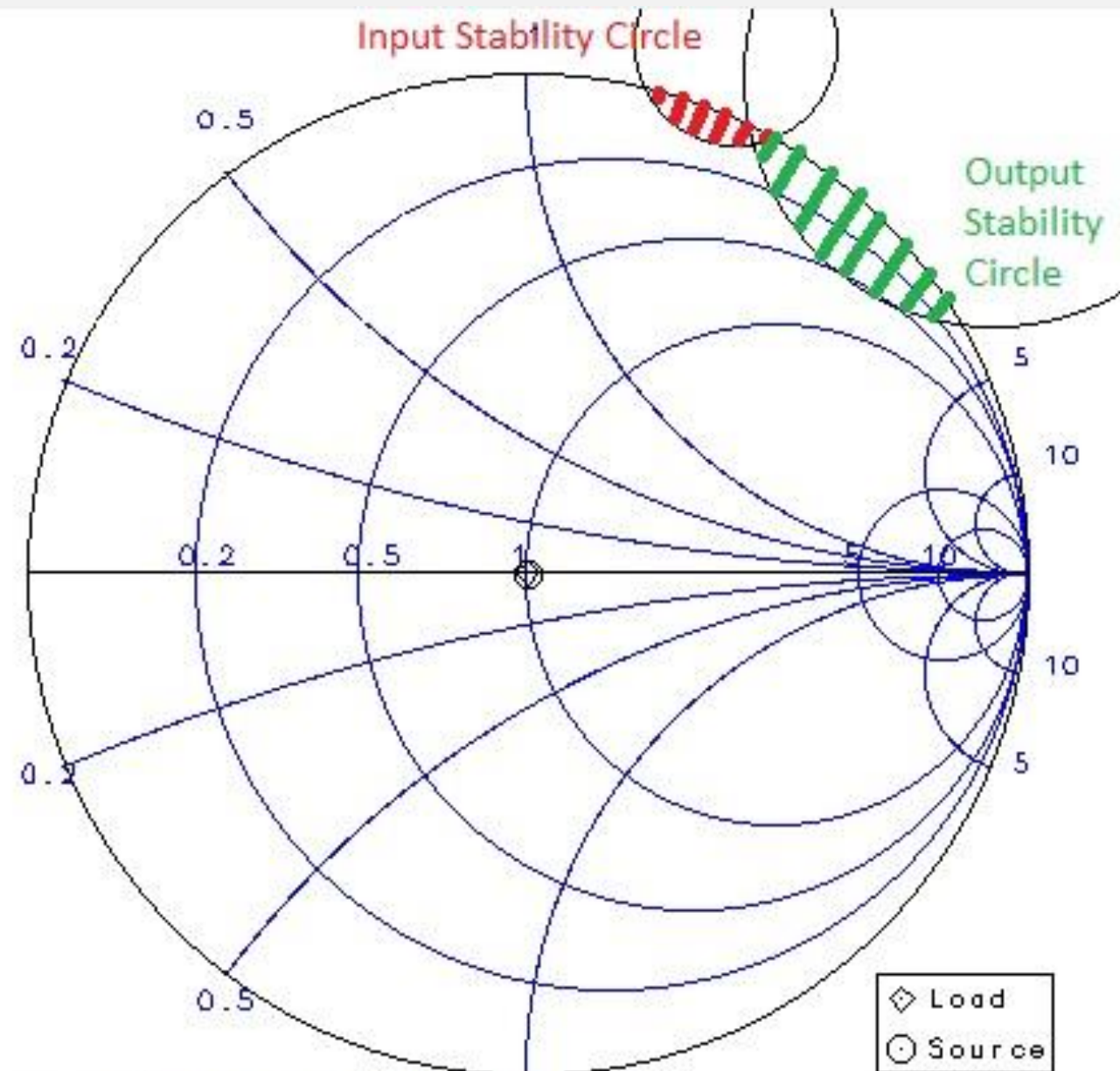
The centers and radius of the stability circles are given by:

$$C_L = \frac{S_{22}^* - \Delta^* S_{11}}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} = 1,361 \angle 47^\circ$$

$$R_L = \frac{|S_{12}S_{21}|}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} = 0,50$$



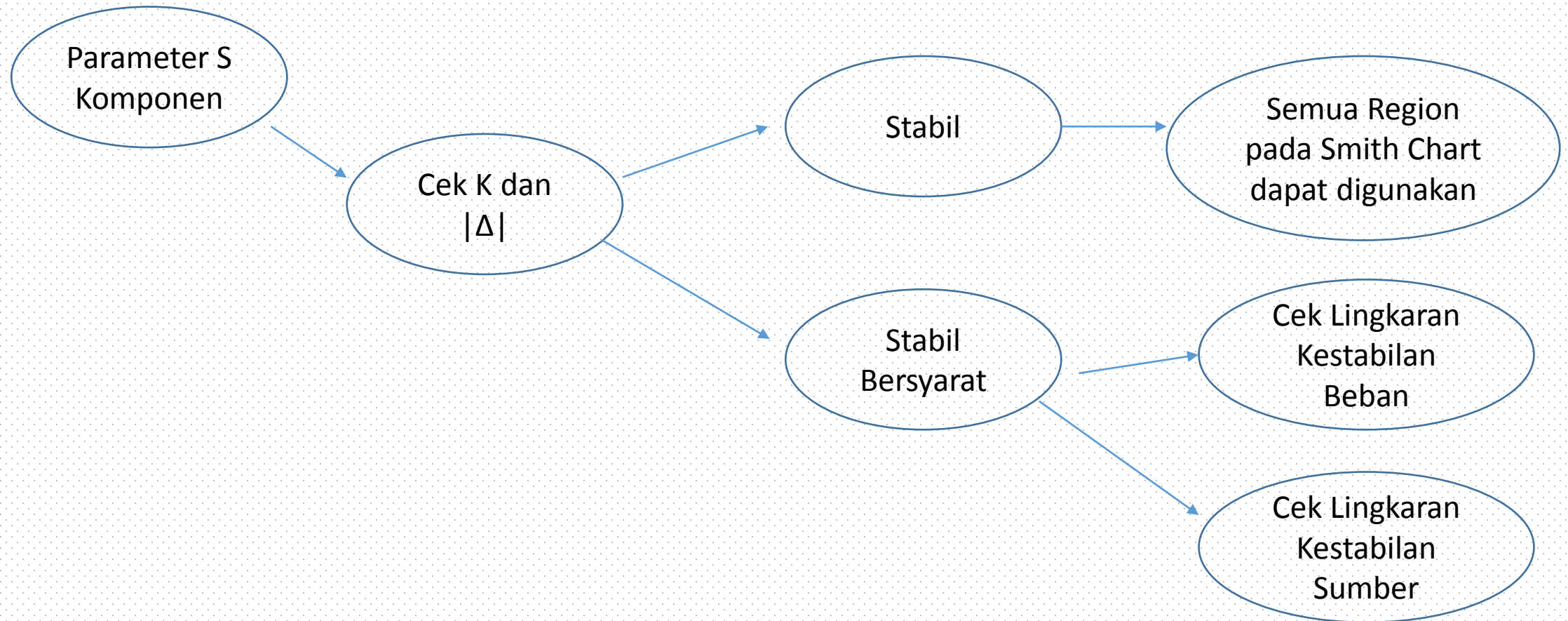
# Contoh (1)



Ket: yang diarsir adalah Unstable Region



# Kesimpulan



# Referensi

- Microwave Engineering 3rd Edition, David M. Pozar.

Terima Kasih