

# Stabilità di un sistema automatico

Definizione di stabilità: un sistema automatico si dice stabile se, sottoposto ad una sollecitazione finita, risponde con un segnale finito o che tende a zero nel tempo.

Distinguiamo:

Asintotica stabilità: la risposta del sistema ad un segnale finito tende a zero nel tempo

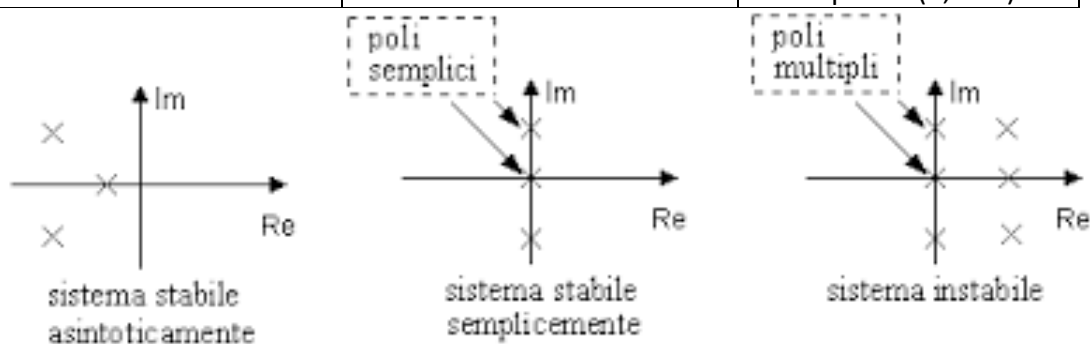
Semplice stabilità: la risposta del sistema ad un segnale finito tende ad un valore finito

Instabilità: un sistema si dice instabile se la risposta ad un segnale finito tende ad un valore infinito



Per valutare la stabilità del sistema aperto si ricorre allo studio dei poli della relativa funzione di trasferimento. Viene riportata la seguente tabella:

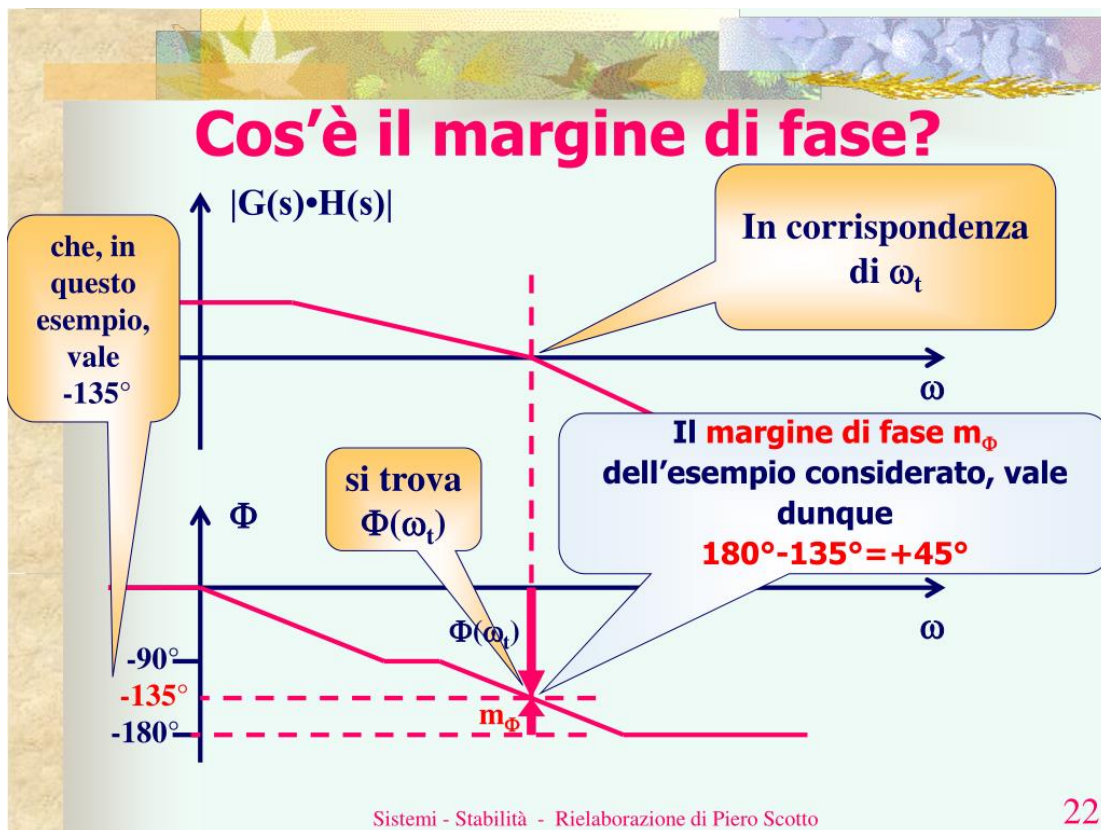
Sistema asintoticamente stabile	Sistema semplicemente stabile	Sistema instabile
Poli a parte reale negativa semplici o multipli	Poli a parte reale negativa semplici o multipli e poli semplici nell'origine	Poli a parte reale positiva oppure, poli multipli nell'origine
Es1: $s=-100$ rad/sec Molteplicità (1,2,3,....)	Es1: $s=-100j$ rad/sec Molteplicità 1	Es1: $s=100$ rad/sec Molteplicità (1,2,3,....)
Es2: $s=(10j-100)$ rad/sec Molteplicità (1,2,3,....)	Es2: $s=0$ rad/sec Molteplicità 1	Es2: $s=100j$ rad/sec Molteplicità (2,3,....)
		Es1: $s=0$ rad/sec Molteplicità (2,3,....)



## Criteri di Bode

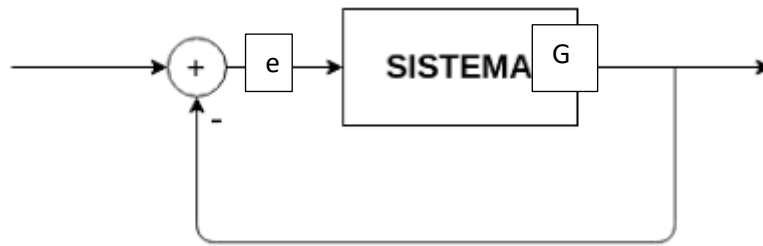
In genere si studia la stabilità un sistema retroazionato negativamente e, non sempre risulta semplice valutarne la stabilità. Si analizzano i seguenti punti:

1. Si valuta la stabilità ad anello aperto del sistema retroazionato e cioè della funzione  $G^*H$ . Se tale funzione rappresenta un sistema stabile (se cioè è a sfasamento minimo), si procede all'analisi della stabilità del sistema retroazionato secondo il criterio di Bode.
2. Si tacciano i diagrammi di Bode della funzione ad anello aperto GH
3. Si calcola il margine di fase della funzione. Per margine di fase si intende la differenza tra l'angolo di  $180^\circ$  e quello di crossover, in corrispondenza cioè del punto in cui il modulo di GH taglia l'asse delle x (pulsazione critica)



4- se l'angolo calcolato è  $< 180^\circ$ , allora il sistema retroazionato è stabile.

## Errori a regime di una retroazione unitaria



Un sistema retroazionato si classifica nei seguenti modi:

Poli della funzione G	Sistema di tipo
Nessun polo nell'origine	Zero
Polo semplice nell'origine	Uno
Polo doppio nell'origine	Due

Classificazione dei segnali:

Tipo di segnale	Funzione nel dominio di Laplace
Gradino unitario	$1/s$
A rampa	$1/s^2$
A parabola	$1/s^3$

Il sistema a retroazione unitaria valuta l'errore statico tra l'uscita e l'ingresso. Questo errore varia a seconda dell'ingresso e del tipo di sistema. L'errore si valuta in questo modo:

$$\lim_{s \rightarrow 0} s * \frac{I(s)}{1 + G(s)}$$

Essendo  $I(s)$  il segnale di ingresso e  $G(s)$  la funzione di trasferimento del sistema

Si noti che è stato applicato il teorema del valor finale al sistema

Tipo di segnale	A gradino unitario	A rampa unitaria	A parabola unitaria
Sistema			
Di tipo zero	$\frac{1}{1 + G(0)}$	$\infty$	$\infty$
Di tipo uno	0	$\frac{1}{1 + G(0)}$	$\infty$
Di tipo due	0	0	$\frac{1}{1 + G(0)}$

