

## Problema del 17.10.02

$$N := 500$$

$$k := 0..N$$

$$\text{Min} := -2$$

$$\text{Max} := 2$$

$$\text{espo}(k) := \text{Min} + \frac{k \cdot (\text{Max} - \text{Min})}{N}$$

$$\omega_k := 10^{\text{espo}(k)}$$

$$K := \frac{1}{30}$$

NB: i denominatori vengono normalizzati

$$G1(s) := (K) \cdot \left( \frac{1}{\frac{s}{3} + 1} \right) \quad \omega_{c1} := \frac{3}{1} \quad \omega_{c1} = 3$$

$$G2(s) := \left( \frac{1}{\frac{s^2}{10} + \frac{1}{5}s + 1} \right)$$

NB: i seguenti calcoli sono svolti in MathCad come "calcoli simbolici"

$$\left( \tau^2 - \frac{1}{10} \right) \text{ solve, } \tau \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{1}{10} \cdot 10^{\frac{1}{2}} \\ \frac{-1}{10} \cdot 10^{\frac{1}{2}} \end{pmatrix} \quad \tau := \frac{\sqrt{10}}{10}$$

$$\left( 2 \cdot \zeta \cdot \frac{\sqrt{10}}{10} - \frac{1}{5} \right) \text{ solve, } \zeta \rightarrow \frac{1}{10} \cdot 10^{\frac{1}{2}} \quad \zeta := \frac{\sqrt{10}}{10}$$

### Frequenza d'angolo

$$\omega_{c2} := \frac{1}{\tau} \quad \omega_{c2} = 3.162$$

### Frequenza di risonanza

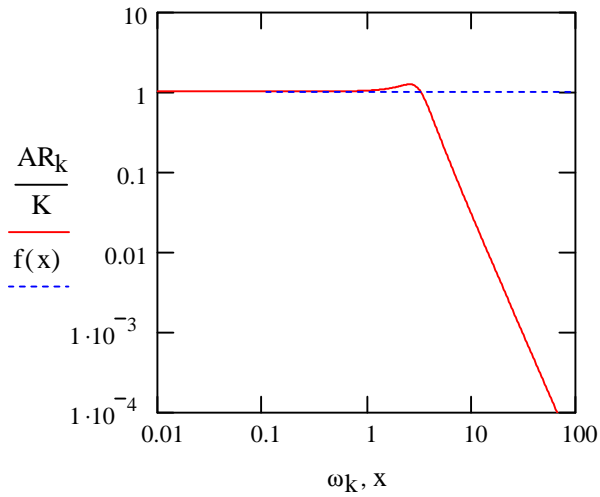
$$\omega_r := \frac{\sqrt{1 - 2\zeta^2}}{\tau} \quad \omega_r = 2.828$$

$$G(s) := G1(s) \cdot G2(s)$$

$$AR1_k := |G1(i \cdot \omega_k)| \quad AR2_k := |G2(i \cdot \omega_k)|$$

$$AR_k := AR1_k \cdot AR2_k$$

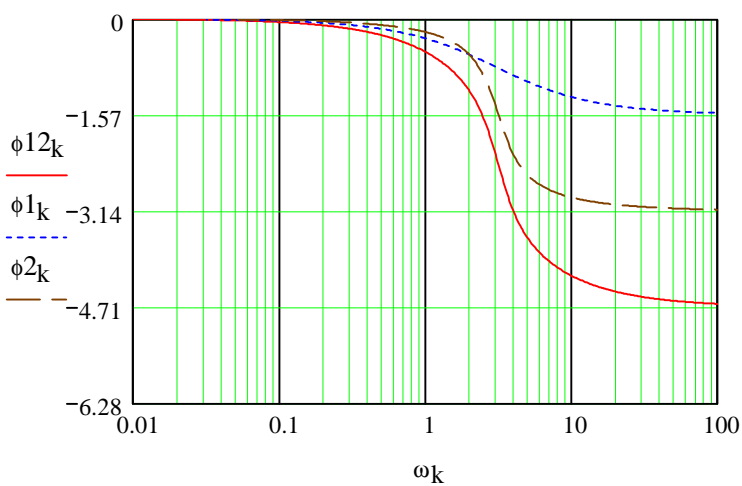
$$f(x) := 1$$



NB: angoli espressi in radianti

$$\phi1_k := \arg(G1(i \cdot \omega_k)) \quad \phi2_k := \arg(G2(i \cdot \omega_k))$$

$$\phi12_k := \phi1_k + \phi2_k$$



## Applicazione del criterio di stabilità di Bode

## Calcolo della frequenza di crossover

$$\omega := 1$$

$$\phi(\omega) := \arg(G1(i \cdot \omega)) + \arg(G2(i \cdot \omega))$$

Given

$$\phi(\omega) = -\pi$$

$$\omega_{CO} := \text{Find}(\omega)$$

$$\omega_{CO} = 4$$

Controprova.

$$\text{NB: angoli espressi in radianti} \quad \phi(\omega_{CO}) = -3.142$$

## Calcolo del K limite

$$AR(\omega) := |G1(i \cdot \omega)| \cdot |G2(i \cdot \omega)|$$

$$\frac{AR(\omega_{CO})}{K} = 0.6$$

$$K_{lim} := \frac{K}{AR(\omega_{CO})} \quad K_{lim} = 1.667$$

## Diagramma di Nyquist

$N := 500$

$k := 0..N$

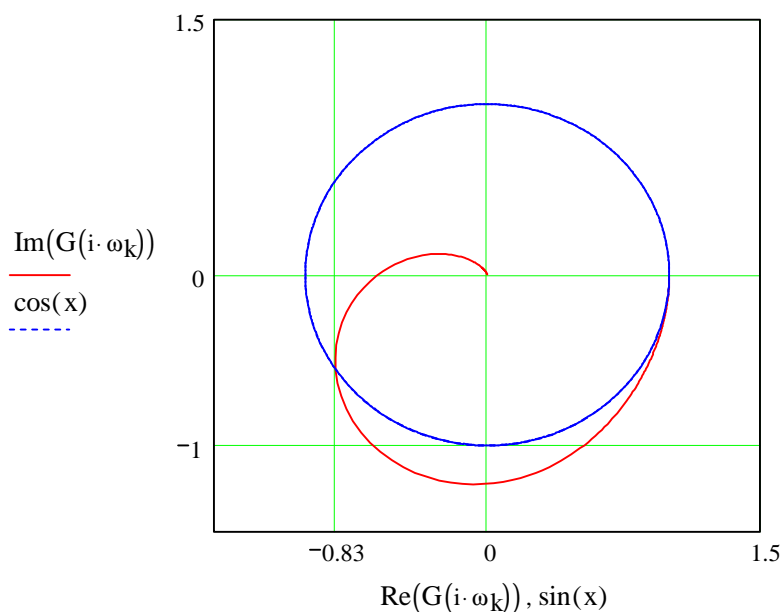
$Min := -2$

$Max := 2$

$espo(k) := Min + \frac{k \cdot (Max - Min)}{N}$

$\omega_k := 10^{espo(k)}$

$$G(s) := \left( \frac{1}{\frac{s}{3} + 1} \right) \left( \frac{1}{\frac{s^2}{10} + \frac{1}{5}s + 1} \right)$$



**Criterio di Nyquist:** se il diagramma di Nyquist a ciclo aperto di un sistema feedback circonda il punto  $(-1,0)$  al variare della frequenza, la risposta del sistema a ciclo chiuso è instabile.

**SUGGERIMENTO:** provare ad inserire il Klim calcolato con il criterio di Bode e verificare il criterio di Nyquist