

# Fondamenti di Automatica

Corso di laurea in Ingegneria Informatica, AA 2023/2024

Esercitazione del 07/05/2024

Prof. Fredy Ruiz

Responsabile delle esercitazioni: Mattia Alborghetti

## Esercizio 1

Si consideri la seguente funzione di trasferimento

$$L(s) = \frac{1+s}{\left(1-\frac{1}{5}s\right)(1+10s)}.$$

di un sistema lineare tempo invariante senza autovalori nascosti.

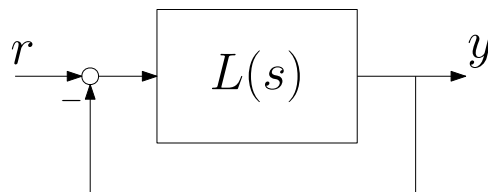


Figura 1: Un generico sistema retroazionato (retroazione negativa).

- 1.1. Calcolare guadagno, tipo, poli e zeri di  $L(s)$  e studiare la stabilità del sistema con funzione di trasferimento  $L(s)$
- 1.2. Tracciare i diagrammi di Bode di modulo e fase della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento  $L(s)$
- 1.3. Tracciare qualitativamente il diagramma polare della risposta in frequenza associata a  $L(s)$
- 1.4. Si supponga ora che il sistema con funzione di trasferimento  $L(s)$  venga retroazionato come in Figura. Studiare la stabilità del sistema retroazionato

## Esercizio 2

Si consideri la seguente funzione d'anello

$$L(s) = \frac{s-2}{(s+1)(s+10)}.$$

di un sistema lineare tempo invariante senza autovalori nascosti.

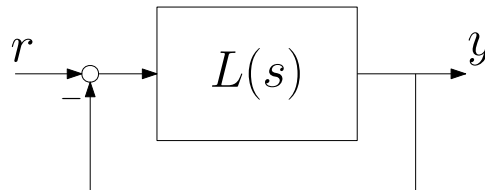


Figura 2: Un generico sistema retroazionato (retroazione negativa).

- 2.1. Calcolare guadagno, tipo, poli e zeri di  $L(s)$  e studiare la stabilità del sistema con funzione di trasferimento  $L(s)$
- 2.2. Tracciare i diagrammi di Bode di modulo e fase della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento  $L(s)$
- 2.3. Tracciare qualitativamente il diagramma polare della risposta in frequenza associata a  $L(s)$
- 2.4. Si supponga ora che il sistema con funzione di trasferimento  $L(s)$  venga retroazionato come in Figura. Studiare la stabilità del sistema retroazionato

## Esercizio 3

Si consideri la seguente funzione di trasferimento

$$G(s) = 10 \frac{2s+1}{(200s+1)(0.02s+1)}$$

di un sistema lineare tempo invariante senza autovalori nascosti.

- 3.1. Calcolare guadagno, tipo, poli e zeri di  $G(s)$  e studiare la stabilità del sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$
- 3.2. Tracciare i diagrammi di Bode di modulo e fase della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento  $G(s)$
- 3.3. Tracciare qualitativamente il diagramma polare della risposta in frequenza associata a  $G(s)$
- 3.4. Si supponga ora che il sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$  venga retroazionato come in Figura. Studiare la stabilità del sistema retroazionato.

## Esercizio 4 TE: 250621

Si consideri la seguente funzione di trasferimento

$$G(s) = 10 \frac{1-s}{(2s+1)(0.5s+1)}$$

- 4.1. Calcolare guadagno, tipo, poli e zeri di  $G(s)$  e studiare la stabilità del sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$
- 4.2. Tracciare i diagrammi di Bode di modulo e fase della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento  $G(s)$
- 4.3. Tracciare qualitativamente il diagramma polare della risposta in frequenza associata a  $G(s)$
- 4.4. Si supponga ora che il sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$  venga retroazionato come in Figura. Studiare la stabilità del sistema retroazionato (dove  $L(s) = \mu G(s)$ ) al variare di  $\mu$ .
- 4.5. Calcolare i margini di fase e di guadagno

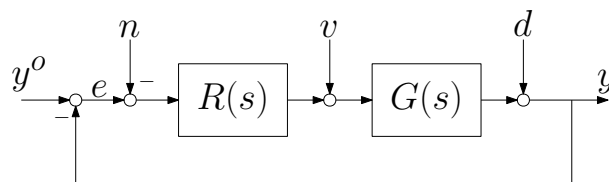
## Esercizio 5 Bonus

Dato un sistema dinamico a tempo continuo senza autovalori nascosti con funzione di trasferimento

$$G(s) = 10 \frac{1+s}{(1+2s)(1+0.1s)}$$

- 5.1. Tracciare i diagrammi di Bode (modulo e fase) di  $G(j\omega)$  e dire se il sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$  è asintoticamente stabile

Si consideri adesso il sistema retroazionato in figura, con  $R(s) = 1$ .



- 5.2. Studiare la stabilità del sistema retroazionato. Dire se il criterio di Bode è applicabile
- 5.3. Tracciare il diagramma di Nyquist (qualitativo)
- 5.4. Determinare i margini di fase e di guadagno
- 5.5. Dire quanto vale l'errore statico a regime per  $n(t) = \text{sca}(t)$ ,  $y^o(t) = 0$ ;  $v(t) = 0$ ;  $d(t) = 0$ .