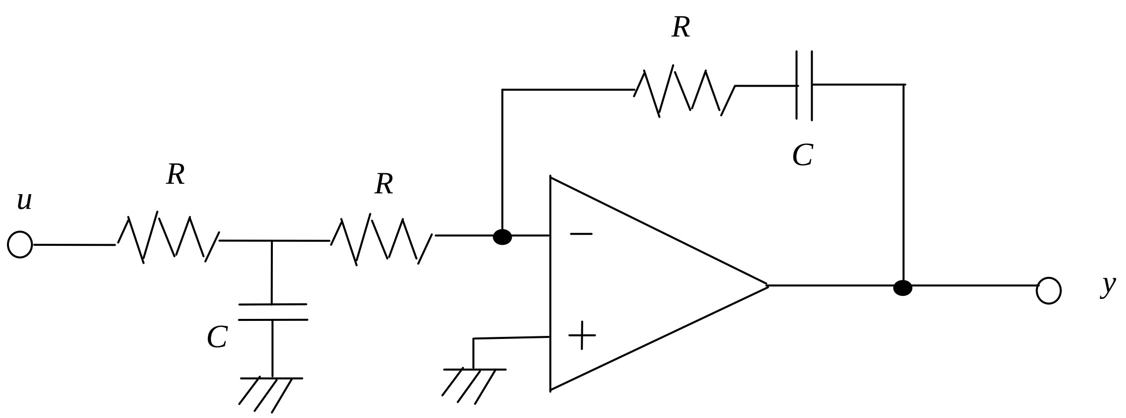
Parte A

1. [punti 4]
Introdurre e definire la stabilità BIBO (bounded-input bounded output) per un sistema dinamico lineare e stazionario. Enunciare e dimostrare il teorema che indica la relazione fra la stabilità BIBO e la risposta all'impulso.

2. [punti 4]
Sia dato un generico sistema dinamico orientato da u (ingresso) ad y (uscita) e descritto dall'equazione differenziale $\sum_{i=0}^{n} a_i D^i y(t) = \sum_{i=0}^{m} b_i D^i u(t)$.
Note le condizioni iniziali al tempo $0-$ come $y_-, Dy_-, \ldots, D^{n-1}y_-$ e $u_-, Du_-, \ldots, D^{m-1}u_-$ e l'azione forzante $u(t),\ t \geq 0$, determinare la trasformata di Laplace della risposta $y(t),\ t \geq 0$.
Nota: riportare i ragionamenti ed i passaggi che permettono l'individuazione dell'espressione $Y(s)$ cercata.

3. [punti 4]
Riportare e commentare le regole di riduzione per gli schemi a blocchi. Individuare l'ambito applicativo di queste regole e il significato della riduzione alla forma minima.

4. [punti 5]
Il seguente schema elettrico definisca un sistema dinamico Σ orientato da u (tensione di ingresso) ad y (tensione d'uscita).



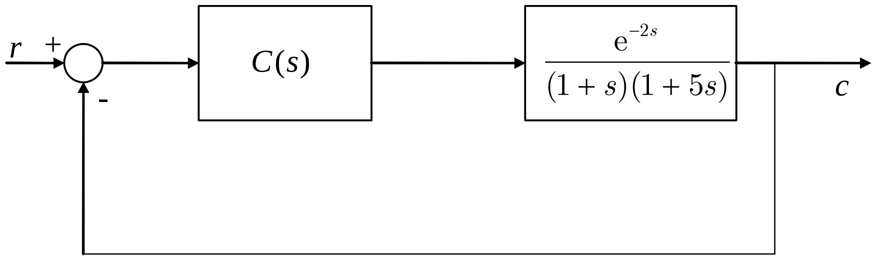
Si assuma l'amplificatore operazionale come ideale e si introduca il parametro $T \triangleq RC$:

1. Determinare la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema Σ.
2. Scrivere $G(s)$ nella forma standard con poli e zeri e disegnare la configurazione poli-zeri di Σ.
3. Determinare l'equazione differenziale che descrive il comportamento di Σ.

Parte B

5. [punti 4]
Determinare, a partire da condizioni iniziali nulle, la risposta in uscita $y(t)$ per $t > 0$ del sistema con funzione di trasferimento $G(s) = \dfrac{8}{s+2}$ al segnale armonico in ingresso $u(t) = 4\sin(2t)\cdot 1(t)$.

6. [punti 6]
Sia assegnato il seguente sistema retroazionato



dove $C(s) = K > 0$ è un controllore proporzionale.

a. Si determini utilizzando il criterio di Nyquist il campo di stabilità (esatto) in K che assicuri la stabilità asintotica del sistema retroazionato;

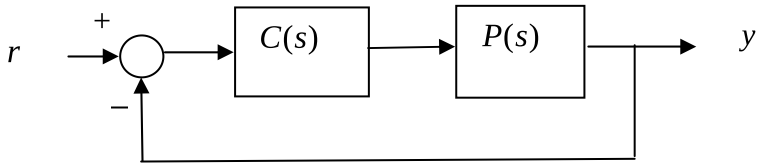
b. Si approssimi il ritardo finito e^{-2s} con un approssimante di Padè del primo ordine e si determini il campo di stabilità (approssimato) in K mediante il criterio di Routh. Discutere e confrontare i risultati ottenuti ai punti a e b.

7. [punti 5]
Si tracci il luogo delle radici della seguente equazione caratteristica

$$1 + K_1 \frac{s-1}{(s+1)^3 (s+2)^2} = 0$$

per $K_1 \in [0, +\infty)$. In particolare si determinino gli asintoti e si dimostri che non esistono radici doppie sul luogo.

8. [punti 4]
Sia dato il seguente sistema retroazionato



dove $C(s) = \dfrac{s+1}{s+4}$ e $P(s) = \dfrac{(1-s)(s+2)}{(s+1)(s+4)}$.

1. Stabilire se il sistema retroazionato è asintoticamente internamente stabile.
2. Determinare la funzione di trasferimento fra r (segnale di comando) ed y (uscita controllata).
3. Stabilire se il sistema retroazionato così definito è praticamente realizzabile (suggerimento: cosa accade applicando un gradino di comando …).