

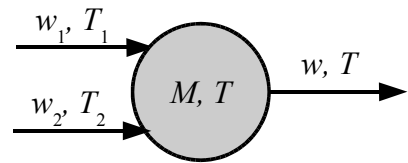
# Controlli e Regolazione Automatica – Prova scritta del 4 giugno 2004

## Domanda 1

Nella progettazione di impianti industriali spesso l'attenzione si concentra prevalentemente o esclusivamente sul dimensionamento degli apparati e sulle relazioni *statiche* (ovvero a regime) tra le principali variabili d'impianto; ad esempio: pressioni, temperature e portate in un ciclo termodinamico, oppure superfici e coefficienti di scambio in un sistema di trasporto del calore. Motivare sinteticamente l'importanza che può invece giocare la *dinamica* dell'impianto quando si considerino problemi di regolazione automatica in anello chiuso.

## Domanda 2

Si consideri il miscelatore adiabatico rappresentato in figura, che miscela due portate dello stesso liquido, supposto incompressibile.



Le equazioni di conservazione della massa e dell'energia del sistema sono le seguenti:

$$w = w_1 + w_2$$

$$Mc\dot{T} = (w_1 c T_1 + w_2 c T_2 - w c T) \quad ,$$

dove  $M$  è la massa del fluido contenuto nel miscelatore,  $w_1$  e  $w_2$  sono le portate di fluido caldo e freddo,  $c$  è il calore specifico del fluido,  $T_1$  e  $T_2$  sono le temperature dei fluidi di alimentazione e  $T$  è la temperatura del fluido contenuto nel miscelatore.

Si supponga che:

- gli attuatori del sistema permettano di imporre a piacere  $w_1$  e  $w_2$ , che sono quindi le variabili di ingresso del sistema
- la massa  $M$ , il calore specifico  $c$  e le temperature di alimentazione  $T_1$  e  $T_2$  siano costanti
- l'uscita di interesse sia la temperatura  $T$ .

Si chiede di:

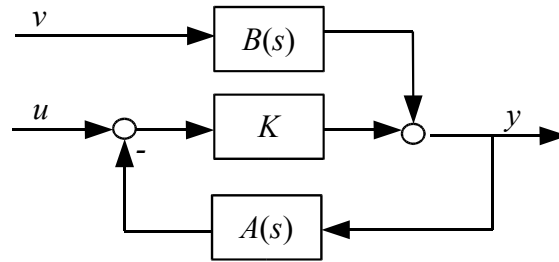
1. Scrivere le equazioni di stato e di uscita del sistema.
2. Calcolare le condizioni di equilibrio del sistema per generici valori di temperatura e portata dei fluidi caldo e freddo.
3. Scrivere le equazioni linearizzate del sistema attorno alla generica condizione di equilibrio.
4. Calcolare la funzione di trasferimento tra la variazione di portata di fluido caldo  $\Delta w_1$  e la corrispondente variazione di temperatura  $\Delta T$ , evidenziandone guadagno e costanti di tempo.
5. Tracciare il grafico qualitativo della risposta di  $\Delta T$  ad uno scalino unitario su  $\Delta w_1$ , discutendo brevemente come esso cambi al variare del punto di lavoro del sistema.

### Domanda 3

Calcolare le f.d.t tra gli ingressi e le uscite del seguente schema a blocchi:

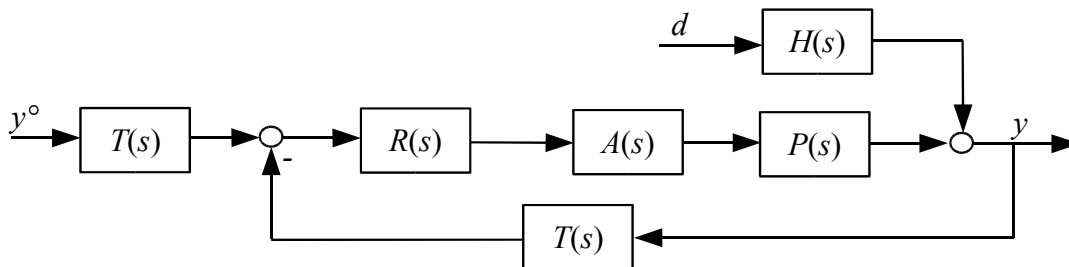
$$A(s) = \frac{1}{1-s}$$

$$B(s) = \frac{5}{1+5s}$$



Valutare quindi la stabilità del sistema al variare del parametro  $K$ .

### Domanda 4



$$R(s) = 0.01 \frac{1+5s}{s}, \quad A(s) = \frac{1}{1+s}, \quad P(s) = \frac{10}{(1+5s)}, \quad T(s) = \frac{1}{1+s}, \quad H(s) = \frac{1}{1+5s}$$

Si consideri il sistema di controllo rappresentato in figura, dove  $R(s)$  rappresenta il regolatore,  $A(s)$  l'attuatore,  $P(s)$  e  $H(s)$  il processo da controllare, e  $T(s)$  il sensore. Valutare:

- l'errore a transitorio esaurito a fronte di variazioni a scalino unitarie del setpoint e del disturbo
- la banda e il margine di fase del sistema di controllo
- il diagramma qualitativo della risposta di  $y(t)$  ad uno scalino su  $y^o(t)$