

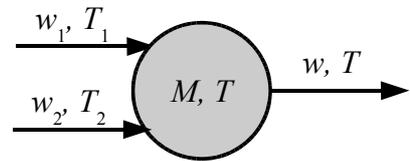
Controlli e Regolazione Automatica – Prova scritta del 4 giugno 2004

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:

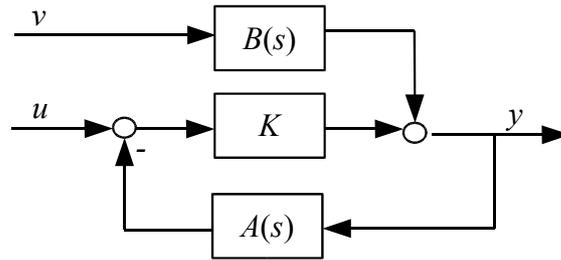
1. Scrivere le equazioni di stato e di uscita del sistema.
2. Calcolare le condizioni di equilibrio del sistema per generici valori di temperatura e portata dei fluidi caldo e freddo.
3. Scrivere le equazioni linearizzate del sistema attorno alla generica condizione di equilibrio.
4. Calcolare la funzione di trasferimento tra la variazione di portata di fluido caldo Δw_1 e la corrispondente variazione di temperatura ΔT , evidenziandone guadagno e costanti di tempo.
5. Tracciare il grafico qualitativo della risposta di ΔT ad uno scalino unitario su Δw_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:

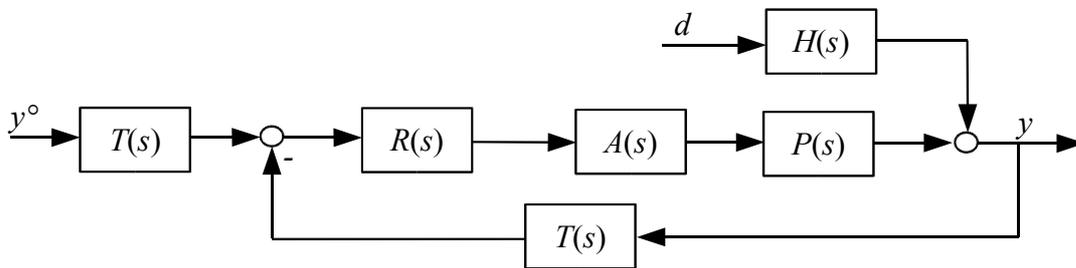
$$A(s) = \frac{1}{1-s}$$

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



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 $y^o(t)$