

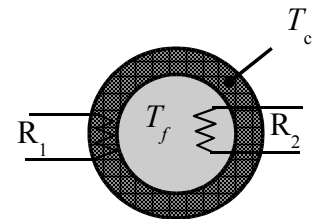
Controlli e Regolazione Automatica – Prova scritta del 5 luglio 2004

Domanda 1

Definire con precisione cosa si intende per equilibrio asintoticamente stabile di un generico sistema dinamico. Spiegare quindi sinteticamente perchè la stabilità degli equilibri di un sistema lineare è legata alla posizione dei poli della sua funzione di trasferimento nel piano di Gauss.

Problema 2

Si consideri il sistema rappresentato in figura, costituito da un contenitore metallico esternamente isolato, contenente un fluido al suo interno. Nel fluido avviene una reazione chimica endotermica che sottrae calore al fluido stesso, raffreddandolo. Il fluido può poi essere scaldato tramite una resistenza R_1 incorporata nella parete del contenitore, oppure tramite una resistenza R_2 immersa nel fluido stesso.



Nell'ipotesi che la temperatura del contenitore T_c e quella del fluido T_f siano uniformi, le equazioni di conservazione dell'energia del sistema sono le seguenti:

$$\begin{aligned} C_c \dot{T}_c &= Q_1 - k(T_c - T_f) \\ C_f \dot{T}_f &= Q_2 + k(T_c - T_f) - Q_r \end{aligned} \quad ,$$

dove C_c e C_f sono le capacità termiche del contenitore e del fluido, Q_1 e Q_2 sono le potenze termiche dissipate dalle due resistenze, k è il coefficiente di scambio termico tra il contenitore e il fluido e Q_r è la potenza termica sottratta al fluido dalla reazione chimica.

- Calcolare le funzioni di trasferimento tra le tre potenze termiche e la temperatura del fluido, ponendole in forma guadagno/costanti di tempo.
- Tracciare i diagrammi di Bode del modulo e della fase delle tre funzioni di trasferimento
- Tracciare i diagrammi qualitativi delle corrispondenti risposte a scalino

Domanda 3

Si supponga ora di voler mantenere costante la temperatura del fluido, tramite un sistema di controllo retroazionato, in modo da far avvenire la reazione chimica in condizioni ottimali.

Si assuma $C_c = C_f = 10^5$ J/K e $k = 10^3$ W/K

- Stabilire quale tra le due variabili di controllo Q_1 e Q_2 è più opportuno impiegare per controllare la temperatura T_f .
- Disegnare lo schema a blocchi del sistema di controllo che utilizza la variabile scelta al punto precedente, ipotizzando che la dinamica del sensore di temperatura sia trascurabile rispetto alla dinamica del sistema controllato.
- Valutare se occorre introdurre una azione integrale nel regolatore per garantire errore nullo a transitorio esaurito, a fronte di variazioni a scalino della potenza assorbita Q_r .
- Progettare un sistema di controllo di tipo PI, caratterizzato da un margine di fase di almeno 60° , e da una pulsazione critica di 0.05 rad/s (si consiglia di cancellare uno dei poli del processo con lo zero del regolatore).
- Tracciare il diagramma qualitativo della risposta della temperatura T_f ad una variazione di 10°C del setpoint.