

## Esame di Controlli Automatici 19 Febbraio 2016

1. (4) Si definisca il concetto di osservabilità di un sistema dinamico, la sua relazione con la distinguibilità degli stati iniziali, e le differenze con il concetto di ricostruibilità. Si specializzino questi concetti al caso di sistemi lineari tempo invarianti, illustrando i test algebrici che in quel caso ne permettono la verifica.
2. (6) Dati due sistemi LTI descritti dalle matrici  $A, B_1, C_1, D$  e  $A, B_2, C_2, D$ , si discuta
  - Se  $C_1 = C_2$  ma  $B_1 \neq B_2$ , quali differenze si possono avere nella osservabilità dei due sistemi?
  - Se  $B_1 = B_2$  ma  $C_1 \neq C_2$ , quali differenze si possono avere nella osservabilità dei due sistemi?
  - Si supponga che entrambe i sistemi, pur con matrici  $B$  e  $C$  diverse, siano completamente osservabili. Quali differenze si possono avere riguardo alla osservabilità dei due sistemi? Se ne illustri la rilevanza ai fini applicativi.
3. (2) Si descrivano le matrici di un sistema dinamico in forma di Kalman e si illustri il codice MATLAB necessario a porre un generico sistema  $(A, B, C, D)$  in tale forma.
4. (3) In quali condizioni è possibile realizzare un controllore dinamico dalle uscite che sia in grado di stabilizzare un sistema instabile? Si scriva come esempio un sistema di questo tipo con almeno 5 stati in forma di Kalman con tutti i sottosistemi non banali.
5. (7) Dato il sistema dinamico LTITC con funzione di trasferimento  $G(s) = \frac{s-1}{s^2+2s-\alpha}$ , con  $\alpha > 0$ , si progetti un regolatore per retroazione dallo stato mediante allocazione dei poli tale che gli autovalori del sistema in anello chiuso siano posti in  $-2, -3$ . Si illustri il procedimento seguito, riportando il valore del guadagno del controllore. Si proceda a modificare il controllore appena progettato al fine di garantire un errore a regime nullo per riferimenti a scalino.
6. (3) Per il sistema del punto precedente, si indichi se e come è possibile ottenere un sistema retroazionato a minimo sfasamento. Si discuta l'effetto pratico di tale retroazione.
7. (5) Si consideri il sistema

$$\begin{aligned}x_1(t+1) &= -ax_1(t) - x_2^3(t) \\x_2(t+1) &= -bx_2(t) + x_1^3(t)\end{aligned}$$

e si trovino dei valori dei parametri per i quali l'origine potrebbe essere un equilibrio globalmente asintoticamente stabile (n.b. non si chiede la dimostrazione di questa proprietà).