

Tema de proiect

1. Alegeți un model în spațiul stărilor al unui sistem fizic de ordin mai mare sau egal cu 2. Variabilele din model trebuie să reprezinte mărimi fizice (tensiune, curent, poziție, temperatură, nivel, viteză, concentrație, etc.). Stabiliți clar care sunt variabilele de stare, de intrare și de ieșire.
2. Stabiliți un obiectiv de control pentru acest sistem.
3. Prezentați modelul responsabilului de curs și rezolvați în continuare cerințele care vă vor fi indicate individual.

Cerințe:

(a) Analiza sistemului în buclă deschisă:

- Simulați sistemul deschis pentru o intrare la alegere. Comentați rezultatele.
- Analizați stabilitatea sistemului deschis.
- Dacă sistemul este neliniar, liniarizați-l și comparați modelul neliniar cu cel liniarizat, prin simulare.

(b) Programare dinamică.

- Formulați o problemă de control optimal pentru sistemul ales.
- Discretizați problema, alegeți domeniile de variație ale stărilor și comenzii.
- Rezolvați problema utilizând programare dinamică. Implementați algoritmul în Matlab sau orice limbaj pe care îl considerați adecvat.
- Reprezentați grafic, analizați și comentați evoluția stărilor și comenzii.

(c) Ecuația Hamilton-Jacobi-Bellman.

- Formulați o problemă de control optimal pentru sistemul ales.
- Rezolvați problema utilizând ecuația HJB.
- Reprezentați grafic, analizați și comentați evoluția stărilor și comenzii.

(d) Regulator liniar pătratic (LQR) pentru probleme de stabilizare (continuu sau discret).

- Formulați problema de control optimal pentru stabilizarea sistemului ales. Alegeți un set de condiții inițiale adecvate sistemului ales. Scrieți funcția de cost și explicați în cuvinte obiectivul. Alegeți matricile \mathbf{Q} și \mathbf{R} și explicați în cuvinte alegerea.
- Pentru LQR discret, discretizați problema.
- Calculați matricea de reacție după stare \mathbf{K} (cu funcția Matlab *lqr* sau *dlqr* - pentru cazul discret) și simulați sistemul închis. Reprezentați grafic evoluția stărilor și comenzii și discutați rezultatele.
- Variați elementele matricilor \mathbf{Q} și \mathbf{R} și explicați influența lor asupra stărilor și comenzii.

punctul (3d) continuă pe pagina următoare

- Calculați matricea de reacție după stare variabilă în timp, obținută prin rezolvarea ecuației Riccati. Reprezentați grafic elementele matricii \mathbf{K} variabilă. Simulați sistemul închis cu matricea \mathbf{K} variabilă. Reprezentați grafic stările și comanda și comparați rezultatele cu cele obținute pentru matricea \mathbf{K} constantă.

(e) Regulatorul liniar pătratic (LQR) pentru probleme de urmărire

- Formulați o problemă de urmărire pentru sistemul ales și rezolvați-o prin minimizarea unui criteriu pătratic.
- Implementați cel puțin schema de urmărire cu precompensare și schema cu acțiune integrală, pentru o intrare de referință la alegere. Reprezentați grafic evoluția stărilor și comenzii. Reprezentați grafic ieșirea sistemului și semnalul de referință ales. Explicați și comentați rezultatele.

(f) LQR cu estimarea stării

- Analizați sistemul ales și determinați dacă există stări care nu pot fi măsurate și pot fi estimate. Verificați observabilitatea sistemului.
- Calculați un estimator de stare și simulați sistemul cu observer și LQR.
- Comparați rezultatele sistemului închis cu estimator și ale sistemului fără estimator (considerând că toate stările sunt accesibile pentru a fi măsurate)
- Reprezentați grafic evoluția stărilor și a comenzii în fiecare caz și discutați rezultatele.

(g) Principiul minimului

- Formulați o problemă de control optimal pentru sistemul ales.
- Scrieți condițiile necesare pentru optim rezultate din principiul minimului.
- Rezolvați problema analitic utilizând principiul minimului. Analizați evoluția stărilor și comenzii. Dacă obținerea unei soluții analitice nu este posibilă, comentați rezultatele obținute până acum și explicați de ce rezolvarea nu a fost posibilă.
- Rezolvați problema TPBVP numeric. Reprezentați grafic stările și comanda și comparați-le cu cele obținute analitic (dacă există).

(h) Alte cerințe

Modul de prezentare al rezultatelor

- Fiecare student va preda un raport și codul sursă al programelor elaborate. Nu includeți cod sursă în raport.
- Raportul conține:
 - (i) Descrierea sistemului:
 - O scurtă descriere a sistemului
 - Modelul sistemului în spațiul stărilor.
 - Semnificația fizică a variabilelor de stare, intrării și ieșirii
 - (ii) Rezolvarea fiecărei cerințe indicate
 - Formularea problemei: modelul sistemului, restricții (dacă există), condiții inițiale, funcția de cost.
 - Rezolvarea problemei și rezultate în formă grafică sau relații matematice (dacă este necesar).
 - Concluzii
- Raportul se va edita în totalitate pe calculator. Nu se vor accepta rapoarte sau părți de rapoarte scrise de mână și scanate sau fotografiate
- Calculele se vor prezenta detaliat. Pot fi făcute într-un program de calcul simbolic. Codul sursă se atașează raportului.
- Rezultatele reprezentate grafic vor fi însoțite **obligatoriu** de comentarii sau discuții și concluzii. Toate graficele vor avea legende, etichete pe axe și unități de măsură ale mărimilor reprezentate.
- Analizați toate rezultatele obținute, comparați și comentați detaliat ceea ce ați obținut, precum și aspectele care vi se par relevante legate de metodă, implementare, calcul analitic și/sau numeric, avantaje, dezavantaje, etc.