
Testi del Syllabus

Docente	CONSOLINI LUCA	Matricola: 006570
Anno offerta:	2013/2014	
Insegnamento:	15650 - SISTEMI MULTIVARIABILI	
Corso di studio:	5015 - INGEGNERIA INFORMATICA	
Anno regolamento:	2013	
CFU:	9	
Settore:	ING-INF/04	
Tipo attività:	B - Caratterizzante	
Partizione studenti:	-	
Anno corso:	1	
Periodo:	I° semestre	



Testi in italiano

Tipo testo

Testo

Lingua insegnamento

Italiano

Contenuti

- 1) Cenni di modellistica dei sistemi lineari.
- 2) Ripasso di algebra lineare.
- 3) Sistemi a tempo continuo.
- 4) Sistemi a tempo discreto.
- 5) Raggiungibilità e controllabilità per i sistemi a tempo discreto.
- 6) Raggiungibilità e controllabilità per i sistemi a tempo continuo.
- 7) Osservabilità e ricostruibilità per i sistemi a tempo discreto.
- 8) Osservabilità e ricostruibilità per i sistemi a tempo continuo.
- 9) Scomposizione di Kalman.
- 10) Stabilità.
- 11) Stabilizzazione con retroazione stato-ingresso.
- 12) Osservatori.
- 13) Controllo Ottimo.
- 13) Filtro di Kalman

Testi di riferimento

Testo di consultazione:

-A Linear Systems Primer, autore: Antsaklis, Michel, Editore: Birkhauser.

Obiettivi formativi

Conoscenza e comprensione:

- Capire la rappresentazione a modelli di stato di un sistema lineare.
- Capire le tecniche usate per la soluzione dei sistemi dinamici lineari.
- Capire le problematiche legati alla raggiungibilità e all'osservabilità dei sistemi lineari.
- Capire gli elementi di base della teoria del controllo ottimo e del filtro di Kalman.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

- Rappresentare un sistema mediante modelli di stato.
- Calcolare evoluzione libera e forzata dei sistemi lineari.
- Decomporre un sistema nelle parti raggiungibili e non, osservabili e non.
- Progettare un regolatore basato su retroazione dello stato, sia mediante assegnazione degli autovalori sia mediante la minimizzazione di indici di costo quadratici.
- Progettare un osservatore asintotico dello stato, sia mediante assegnazione degli autovalori, sia usando lo stimatore ottimo di Kalman.

Prerequisiti

Fondamenti di controlli automatici.
Geometria.

Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni svolte alla lavagna dal docente

Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale. Nell'esame scritto lo studente dovrà risolvere quesiti di analisi di sistemi lineari e di progetto di regolatori e osservatori. L'esame orale prevede domande di teoria sul programma svolto. L'esame scritto può essere sostituito da due prove in itinere. La valutazione finale è costituita per 2/3 dall'esame scritto e per 1/3 dalla prova orale.

Programma esteso

- 1) Cenni di modellistica dei sistemi lineari.
- 2) Ripasso di algebra lineare.
 - Spazi vettoriali, sottospazi vettoriali, trasformazioni lineari, determinante, autovalori e autovettori.
 - Autovalori e autovettori generalizzati, teorema di decomposizione primaria, teorema di Hamilton-Cayley.

Tipo testo

Testo

3) Sistemi a tempo continuo.

- Matrice fondamentale del sistema e sue proprietà.
- Esponenziale di matrice: definizione e calcolo.
- Modi di un sistema.
- Evoluzione totale.
- Risposta all'impulso e funzione di trasferimento.

4) Sistemi a tempo discreto.

- Matrice fondamentale del sistema e sue proprietà.
- Calcolo della potenza di matrice.
- Evoluzione totale.
- Risposta all'impulso e funzione di trasferimento.
- Campionamento dei sistemi a tempo continuo.

5) Raggiungibilità e controllabilità per i sistemi a tempo discreto.

- Definizioni.
- Matrice di raggiungibilità.
- Proprietà.

6) Raggiungibilità e controllabilità per i sistemi a tempo continuo.

- Definizioni.
- Gramiano di raggiungibilità.
- Proprietà.
- Forma standard per i sistemi non completamente raggiungibili.
- Test PBH.

7) Osservabilità e ricostruibilità per i sistemi a tempo discreto.

- Definizioni.
- Matrice di osservabilità.
- Proprietà.

8) Osservabilità e ricostruibilità per i sistemi a tempo continuo.

- Definizioni.
- Gramiano di osservabilità.
- Proprietà.
- Forma standard per i sistemi non completamente osservabili.

9) Scomposizione di Kalman.

10) Stabilità.

- Stati di equilibrio.
- Stabilità semplice ed asintotica.
- Stabilità BIBO.

11) Stabilizzazione con retroazione stato-ingresso.

- Definizione di coppia stabilizzabile.
- Forma compagna e sue proprietà.
- Forma canonica di controllo.
- Formula di Ackermann.
- Assegnazione autovalori per i sistemi con più di un ingresso.
- Teorema di assegnazione dei poli.

12) Osservatori.

- Osservatore ad anello aperto.
- Osservatore di Luenberger.
- Definizione di coppia rilevabile.
- Sistema duale.
- Condizione per la rilevabilità.
- Principio di separazione.

13) Controllo Ottimo.

- Equazione di Riccati.
- Matrice Hamiltoniana.
- Condizione per l'esistenza della soluzione dell'equazione di Riccati.

Tipo testo

Testo

13) Filtro di Kalman

- Richiami di teoria delle variabili casuali e dei processi stocastici.
- Evoluzione di sistemi lineari affetti da rumore bianco gaussiano.
- Equazione di Riccati per la sintesi dell'osservatore ottimo di Kalman.



Testi in inglese

Tipo testo

Testo

Lingua insegnamento

Italian

Contenuti

- 1) Elements of linear systems modelling.
- 2) Review of linear algebra.
- 3) Continuous-time systems.
- 4) Discrete-time systems.
- 5) Reachability and controllability for discrete-time systems.
- 6) Reachability and controllability for continuous-time systems.
- 7) Observability and reconstructability for discrete-time systems.
- 8) Observability and reconstructability for continuous-time systems.
- 9) Kalman decomposition.
- 10) Stability.
- 11) Stabilization with state-input feedback.
- 12) Observers
- 13) Optimal control.
- 13) Kalman filter.

Testi di riferimento

For consultation:

-A Linear Systems Primer, author: Antsaklis, Michel, editor: Birkhauser.

Obiettivi formativi

Knowledge and understanding:

- Understanding the state-space representation of linear systems.
- Understanding the method for analytically solving linear dynamic systems.
- Understanding issues of reachability and observability in control systems.
- Understanding basic elements of optimal control theory and Kalman filtering.

Applying knowledge and understanding:

- Represent a linear systems in state-space form.
- Compute forced and free evolution of a linear system.
- Decompose a systems in its reachable and observable parts.
- Design a regulator based on state-to-input feedback, both with pole placement and with optimal control methods.
- Design an asymptotic state observer both with pole placement and with Kalman filtering.

Prerequisiti

Automatic control fundamentals.
Geometry.

Metodi didattici

Lectures and exercises given by the teacher on the blackboard.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Written and oral exam. In the written exam the student will solve problems related to the analysis of linear system and to the design of regulators and observers.

The oral exams will include theoretical questions and exercises.

The written exam can be substituted by a midterm exam on the first part of the course and a final exam on the second part of the course.

The final mark will be given for 2/3 by the written exam and for 1/3 by the oral exam.

Programma esteso

1) Elements of linear systems modelling.

2) Review of linear algebra.

-Vector spaces, subspaces, linear applications, determinant, eigenvalues and eigenvectors.

-Generalized eigenvalues and eigenvectors, primary decomposition

Tipo testo

Testo

theorem, Hamilton-Cayley theorem.

3) Continuous-time systems.

- The fundamental solution matrix and its properties.
- Matrix exponential: definition and computation.
- Modes of a system.
- Total evolution.
- Impulse response and transfer function.

4) Discrete-time systems.

- The fundamental solution matrix and its properties.
- Computation of the matrix power.
- Modes of a system.
- Total evolution.
- Impulse response and transfer function.
- Sampling of continuous-time systems.

5) Reachability and controllability for discrete-time systems.

- Definitions.
- Reachability matrix.
- Properties.

6) Reachability and controllability for continuous-time systems.

- Definitions.
- Reachability Gramian.
- Properties.
- Standard form for non-completely reachable systems.
- PBH test for reachability.

7) Observability and reconstructability for discrete-time systems.

- Definitions.
- Observability matrix.
- Properties.

8) Observability and reconstructability for continuous-time systems.

- Definitions .
- Observability Gramian.
- Properties.
- Standard form for non-completely observable systems.

9) Kalman decomposition.

10) Stability.

- Equilibria.
- Simple and asymptotic stability.
- BIBO stability.

11) Stabilization with state-input feedback.

- Stabilizability.
- The companion form and its properties.
- The canonic control form.
- Ackermann's formula.
- The pole placement theorem for multi-input systems.

12) Observers

- Open-loop observer.
- Luenberger observer.
- Detectability.
- Dual system.
- Conditions for detectability.
- Separation principle.

13) Optimal control.

- Riccati equation.
- Hamiltonian matrix.
- Conditions for the existence of a solution of the Riccati equation.

Tipo testo

Testo

13) Kalman filter.

- Review of random variables and stochastic processes.
- Evolution of linear systems affected by white gaussian noise.
- Riccati equation for the synthesis of the Kalman optimal observer.