

Testi del Syllabus

Resp. Did.	PIAZZI Aurelio	Matricola: 004543
Anno offerta:	2016/2017	
Insegnamento:	15651 - SISTEMI NON LINEARI	
Corso di studio:	5015 - INGEGNERIA INFORMATICA	
Anno regolamento:	2016	
CFU:	6	
Settore:	ING-INF/04	
Tipo Attività:	B - Caratterizzante	
Anno corso:	1	
Periodo:	II° semestre	
Sede:	PARMA	



Testi in italiano

Lingua insegnamento	Italiano
Contenuti	<p>1) Introduzione. Fenomeni e modelli non lineari, applicazioni all'automazione e alla robotica. Esempi. Modelli di stato non lineari: esistenza e unicità delle soluzioni. Sistemi dinamici del secondo ordine: comportamento qualitativo, diagrammi di fase, equilibri multipli, cicli limite. Richiami e cenni di matematica per i sistemi dinamici non lineari. Esempi di modellistica: cinematica di veicoli su ruote, levitatori magnetici, carriponte.</p> <p>2) Sistemi autonomi. Teoria della stabilità: il metodo diretto di Lyapunov, funzioni di Lyapunov e metodo del gradiente variabile. Regione di attrazione di uno stato di equilibrio. Stabilità asintotica globale: teorema di Barbashin-Krasovskii. Instabilità: teorema di Chetaev. L'equazione algebrica di Lyapunov e il metodo indiretto. Principio di invarianza: teorema di LaSalle. Stabilità e attrattività di insiemi di stati. Cicli limite nei sistemi retroazionati: il metodo della funzione descrittiva.</p> <p>3) Sistemi non autonomi. Stabilità di moti dello stato. Funzioni di classe K e KL. Il metodo diretto per la stabilità asintotica uniforme. Stabilità ingresso-stato (input-to-state stability). Metodo diretto e indiretto per la stabilità esponenziale. Teoremi inversi nello studio della stabilità.</p> <p>4) Controllo non lineare. Il problema della stabilizzazione. Retroazione stato-ingresso per la stabilizzazione: funzioni di Lyapunov per il controllo, integrator backstepping. Grado relativo e forma normale di un sistema scalare affine nell'ingresso. Linearizzazione ingresso-uscita mediante retroazione stato-ingresso (feedback linearization). Dinamica zero e sistemi a fase minima. Applicazioni alla stabilizzazione. Regolazione dei sistemi scalari non lineari: il regolatore integrale. Controllo feedforward mediante inversione ingresso-uscita. L'inversione stabile per i sistemi a fase non minima: soluzioni in forma chiusa per i sistemi lineari e metodo iterativo per i sistemi non lineari. Schemi di controllo feedforward-feedback.</p>
Testi di riferimento	<p>- Diapositive pdf delle lezioni rese disponibili sul sito web dell'insegnamento.</p> <p>TESTI DI APPROFONDIMENTO</p> <p>1) H.K. Khalil, Nonlinear Control, Pearson Education Limited (Global Edition Paperback), 2014.</p> <p>2) H.J. Marquez – Nonlinear control systems: analysis and design, Wiley, 2003.</p> <p>3) J.-J. E. Slotine, W. Li – Applied Nonlinear Control. Prentice-Hall, 1991.</p>

- 4) A. Isidori, Nonlinear Control Systems, third edition, Springer, 2013.
 5) H.K. Khalil, Nonlinear Systems, third edition, Prentice-Hall, 2002.

Obiettivi formativi

Obiettivi dell'insegnamento in relazione a comprensione e conoscenza sono:
 - Comprensione dei fenomeni associati ai sistemi dinamici non lineari: equilibri multipli, stabilità/instabilità, cicli limite.
 - Conoscenza della teoria della stabilità e sue estensioni.
 - Conoscenza dei principali metodi di controllo non lineare in retroazione.
 In relazione alla capacità di applicare conoscenza e comprensione, gli obiettivi sono:
 - Capacità di analizzare i sistemi non lineari.
 - Capacità di progettare e simulare al computer sistemi di controllo non lineare nel caso scalare.

Metodi didattici

Lezioni di teoria con uso alternato di diapositive e spiegazioni alla lavagna. Esercitazioni di analisi e sintesi con l'ausilio del software MATLAB.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e successiva prova orale.



Testi in inglese

Lingua insegnamento

Italian

Contenuti

1) Introduction. Nonlinear phenomena and mathematical models, applications to automation and robotics. Examples. Nonlinear state models: existence and uniqueness of solutions. Second-order dynamical systems: qualitative behavior of linear systems, phase diagrams, multiple equilibria, limit cycles. Useful mathematics for nonlinear systems. Modeling examples: kinematics of wheeled vehicles, magnetic levitators, overhead cranes.
 2) Autonomous systems. Stability theory: the direct method of Lyapunov, Lyapunov functions and the variable gradient method. Region of attraction of an equilibrium state. Global asymptotic stability: Barbashin-Krasovkii theorem. Instability: Chetaev theorem. The algebraic Lyapunov equation and the indirect method. The invariance principle: LaSalle theorem. Stability and attractiveness of state sets. Limit cycles in feedback systems: method of the describing function.
 3) Nonautonomous systems. Stability of state motions. Comparison K and KL functions. The direct method for the uniform asymptotic stability. Input-to-state stability. The direct and indirect method for exponential stability. Converse theorems in stability theory.
 4) Nonlinear control. The stabilization problem. State-input feedback methods: control Lyapunov functions, integrator backstepping. Relative degree and normal form of a scalar affine control system. Input-output linearization by state-input feedback (feedback linearization). Zero dynamics and minimum-phase systems. Application to stabilization. Regulation of nonlinear scalar systems: integral control. Input-output inversion-based feedforward control. Stable inversion for nonminimum-phase systems: closed-form solutions for linear systems and iterative method for nonlinear systems. Feedforward-feedback control schemes.

Testi di riferimento

- Pdf slides of the lessons on the web site of the course.
 FURTHER READINGS
 1) H.K. Khalil, Nonlinear Control, Pearson Education Limited (Global Edition Paperback), 2014.
 2) H.J. Marquez, Nonlinear control systems: analysis and design, Wiley, 2003.
 3) J.-J. E. Slotine, W. Li, Applied Nonlinear Control. Prentice-Hall, 1991.
 4) A. Isidori, Nonlinear Control Systems, third edition, Springer, 2013.
 5) H.K. Khalil, Nonlinear Systems, third edition, Prentice-Hall, 2002.

Obiettivi formativi	<p>The aims of the course in relation to knowledge and understanding are:</p> <ul style="list-style-type: none">- Understanding of the phenomena of nonlinear dynamical systems: multiple equilibria, stability/instability, limit cycles.- Knowledge of the stability theory and its extensions.- Knowledge of the main methods of feedback nonlinear control. <p>In relation to the capability of applying knowledge and understanding, the aims are:</p> <ul style="list-style-type: none">- Skill to analyze nonlinear systems.- Skill to design and simulate nonlinear control systems in the scalar case with the aid of a computer.
Metodi didattici	<p>Classroom sessions with alternate use of slides and explanations at the blackboard. Exercises of analysis and synthesis with the aid of MATLAB software.</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>Written examination and subsequent oral examination.</p>