

---

# Testi del Syllabus

---

Docente

**PIAZZI AURELIO**

Matricola: **004543**

---

Anno offerta:

**2013/2014**

Insegnamento:

**15651 - SISTEMI NON LINEARI**

Corso di studio:

**5015 - INGEGNERIA INFORMATICA**

Anno regolamento:

**2013**

CFU:

**6**

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

Introduzione: Modelli e fenomeni non lineari. Esempi. Proprietà di esistenza ed unicità dei modelli di stato non lineari. Lemma del confronto. Sistemi del secondo ordine: Comportamento qualitativo dei sistemi lineari. Diagrammi di fase. Equilibri multipli. Cicli limite. Criterio di Poincaré-Bendixson.

Teoria della stabilità di Lyapunov: Sistemi autonomi. Teorema di Lyapunov. Il principio di invarianza. Sistemi lineari e linearizzazione. Sistemi non autonomi. Teorema di Lyapunov per i sistemi non autonomi. Sistemi lineari non stazionari e linearizzazione. Teoremi inversi. Regioni di stabilità asintotica. Limitatezza dei moti dello stato.

Analisi frequenziale dei sistemi retroazionati: Il metodo della funzione descrittiva. Nonlinearità tipiche. Estensione del criterio di Nyquist. Esistenza dei cicli limite. Stabilità dei cicli limite.

Controllo non lineare: Metodi di stabilizzazione mediante retroazione dallo stato: retroazione linearizzante, funzioni di Lyapunov per il controllo, integrator backstepping. Metodi di regolazione: regolatori integrali, inversione dinamica, schemi feedforward/feedback.

### Testi di riferimento

- Diapositive pdf delle lezioni rese disponibili sul sito web dell'insegnamento.

TESTI DI APPROFONDIMENTO

- 1) H.J. Marquez - Nonlinear control systems: analysis and design, Wiley, 2003.
- 2) H.K. Khalil - Nonlinear Systems. Third edition. Prentice-Hall, 2002.
- 3) J.-J. E. Slotine, W. Li - Applied Nonlinear Control. Prentice-Hall, 1991.

### 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 e cicli limite.
- Conoscenza della teoria della stabilità e sue estensioni.
- Conoscenza dei principali metodi di controllo non lineare in retroazione. Cenni sui metodi feedforward/feedback.

In relazione alla capacità di applicare conoscenza e comprensione, gli obiettivi sono:

- Capacità di analizzare i sistemi non lineari.
- Capacità di costruire i modelli matematici della cinematica dei veicoli su ruote e di semplici sistemi meccatronici.
- Capacità di progettare e simulare al computer sistemi di controllo non lineare.

### Metodi didattici

Lezioni di teoria con uso alternato di diapositive e spiegazioni alla lavagna. Esercitazioni in aula di modellistica di sistemi non lineari (sistemi meccatronici, levitazione magnetica, modelli cinematici di veicoli su ruote). Esercitazioni in laboratorio di analisi e sintesi con l'ausilio del software MATLAB.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e successiva prova orale.



# Testi in inglese

## Tipo testo

## Testo

### Lingua insegnamento

Italian

### Contenuti

Introduction: Mathematical models and nonlinear phenomena. Examples. Existence and uniqueness of the solutions of state-space nonlinear models. The comparison lemma.  
Second-order systems: Qualitative behavior of linear systems. Phase diagrams. Multiple equilibria. Limit cycles. Poincaré-Bendixson criterion.  
Lyapunov stability theory: Autonomous systems. Lyapunov's theorem. La Salle's invariance principle. Linear systems and linearization. Regions of attraction. Nonautonomous systems and Lyapunov's theorems. Linear time-varying systems and linearization. Converse theorems. Boundedness of state motions.  
Frequency domain analysis of feedback systems: The describing function method. Common nonlinearities. The extended Nyquist criterion and the orbital stability of limit cycles.  
Nonlinear control: Stabilization methods with state feedback: feedback linearization, control Lyapunov functions, integrator backstepping. Regulation methods: integral regulators, dynamic inversion, feedforward/feedback schemes.

### Testi di riferimento

- Pdf slides of the lessons on the web site of the course.  
FURTHER READINGS  
1) H.J. Marquez - Nonlinear control systems: analysis and design, Wiley, 2003.  
2) H.K. Khalil - Nonlinear Systems. Third edition. Prentice-Hall, 2002.  
3) J.-J. E. Slotine, W. Li - Applied Nonlinear Control. Prentice-Hall, 1991.

### Obiettivi formativi

The aims of the course in relation to knowledge and understanding are:  
- 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. Notes on feedforward/feedback methods.  
In relation to the capability of applying knowledge and understanding, the aims are:  
- Skill to analyze nonlinear systems.  
- Skill to build mathematical models of the kinematics of wheeled vehicles and of simple mechatronics systems.  
- Skill to design and simulate nonlinear control systems with the aid of a computer.

### Metodi didattici

Classroom sessions with alternate use of slides and explanations at the blackboard. Exercises in the classroom of modeling nonlinear systems (mechatronics systems, magnetic levitation, kinematic models of wheeled vehicles). Exercises in the laboratory of analysis and synthesis with the aid of MATLAB software.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Written examination and subsequent oral examination.