

# Fondamenti di Automatica

## 1. DESCRITTORI

- 1.1 *Settore scientifico-disciplinare:* ING-INF/04
- 1.2 *Crediti formativi universitari:* 6
- 1.3 *Docente:* Giuseppe Oriolo
- 1.4 *Contatti docente:* oriol@dis.uniroma1.it
- 1.5 *Offerto ai corsi di studio:* BELR3
- 1.6 *Calendarizzazione:* primo semestre
- 1.7 *Tipologia di valutazione:* esame con votazione in trentesimi
- 1.8 *Anni accademici di riferimento:* aa. 2013/14

## 2. OBIETTIVI DEL MODULO E CAPACITÀ ACQUISITE DALLO STUDENTE

### ITALIANO

Il corso fornisce gli strumenti di base per l'analisi delle proprietà e la sintesi di leggi di controllo a retroazione per sistemi dinamici lineari, utilizzando sia rappresentazioni con lo spazio di stato che descrizioni ingresso-uscita. Per i sistemi ad una sola variabile controllata e con la sola misura dell'uscita vengono dapprima sviluppati i metodi di sintesi basati sull'impiego della risposta in frequenza e successivamente dei metodi algoritmici in grado di superare le limitazioni tipiche delle tecniche di sintesi in frequenza. Per i sistemi non lineari, viene presentata la teoria della stabilità secondo Lyapunov.

### INGLESE

The course provides the basic tools for analyzing and designing feedback controllers for linear dynamic systems, using both state-space and input-output descriptions. For SISO systems, the design techniques in the frequency domain are first developed. Algorithmic methods that overcome the typical limitations of the frequency domain approach are then presented. In particular, the stabilization problem of unstable plants is solved using root locus methods and techniques based on state-space representations. Stability theory for nonlinear systems is also presented based on a Lyapunov approach.

## 3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### ITALIANO

Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare sistemi di controllo lineari a un ingresso e una uscita. Inoltre, sarà in grado di studiare la stabilità di sistemi dinamici non lineari.

### INGLESE

Students will be able to analyze and design feedback control systems for linear plants and to analyze the stability of nonlinear systems.

## 4. PROGRAMMA

### ITALIANO

ANALISI DEI SISTEMI LINEARI: Sistemi dinamici lineari. Esempi di modellistica. Evoluzione libera. Stabilità asintotica e criterio di Routh. Evoluzione forzata. Regime permanente e risposta armonica. Diagrammi di Bode. Sistemi interconnessi. Stabilità dei sistemi a retroazione: criterio di Nyquist. STRUTTURA E SPECIFICHE NELLA SINTESI DEI SISTEMI DI CONTROLLO: Controllo a retroazione e a compensazione: esempi, struttura e proprietà fondamentali. Precisione di risposta. Limitazioni sull'errore a regime. Reiezione e attenuazione dei disturbi. Risposta transitoria. METODI DI SINTESI BASATI SULLA RISPOSTA IN FREQUENZA: Funzioni compensatrici elementari e loro realizzazione. Sintesi delle funzioni compensatrici mediante diagrammi di Bode. SINTESI BASATA SUL LUOGO DELLE RADICI: Il luogo delle radici e il suo tracciamento. Stabilizzazione di sistemi a fase minima. Sintesi di controllori a dimensione minima. SINTESI DIRETTA: Sintesi per assegnazione dei poli. SINTESI BASATA SULLO SPAZIO DI STATO: Proprietà strutturali: raggiungibilità e osservabilità. Decomposizioni strutturali. Assegnazione degli autovalori. Stabilizzazione mediante reazione dallo stato. Osservatore asintotico. Principio di separazione. Rilevabilità e stabilizzazione mediante reazione dall'uscita. TEORIA DELLA STABILITÀ PER SISTEMI NON LINEARI: Definizioni di stabilità secondo Lyapunov. Il metodo diretto di Lyapunov. Teoremi dell'insieme invariante. Il metodo indiretto di

Lyapunov. ESEMPI: Esempi di applicazione delle tecniche di sintesi studiate. Progettazione e simulazione di controllori mediante MATLAB/Control System Toolbox e Simulink.

#### INGLESE

ANALYSIS OF LINEAR SYSTEMS: Linear dynamical systems. Free evolution. Asymptotic stability and Routh criterion. Forced evolution. Steady-state and frequency response. Bode diagrams. Interconnected systems. Stability of feedback systems: Nyquist criterion. STRUCTURE AND REQUIREMENTS IN THE DESIGN OF CONTROL SYSTEMS: Compensation and feedback in automatic control: examples, structure and fundamental properties. Precision. Steady-state error. Disturbance rejection and attenuation. Transient response. FREQUENCY DOMAIN DESIGN TECHNIQUES: Elementary compensators and their realization. Design of compensators based on Bode diagrams. ROOT LOCUS DESIGN TECHNIQUES: Root locus and its sketching. Stabilization of minimum-phase systems. Design of minimum-dimension controllers. DIRECT DESIGN TECHNIQUES: Design by pole assignment. STATE SPACE DESIGN TECHNIQUES: Structural properties: reachability and observability. Structural decompositions. Eigenvalue assignment. Stabilization via state feedback. Asymptotic observer. Separation principle. Detectability and stabilization via output feedback. STABILITY OF NONLINEAR SYSTEMS: Stability definitions according to Lyapunov. The direct method of Lyapunov. Invariant set theorems. The indirect method of Lyapunov. EXAMPLES: Examples of application. Design and simulation of control systems via MATLAB/Control System Toolbox and Simulink.

#### **5. MATERIALE DIDATTICO**

- A. Isidori: "Sistemi di Controllo", Voll. 1 e 2, Siderea, 1992.☐
- L. Lanari, G. Oriolo: "Controlli Automatici - Esercizi di Sintesi", EUROMA, 1997
- N.S. Nise: "Controlli Automatici", Città Studi, 2013.☐
- Materiale integrativo (lucidi/diapositive del corso, articoli) disponibili sul sito web del corso

#### **6. SITO WEB DI RIFERIMENTO**

<http://www.dis.uniroma1.it/~oriolo/fda/>