



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DEPARTMENT</b>	Ingegneria
<b>ACADEMIC YEAR</b>	2019/2020
<b>BACHELOR'S DEGREE (BSC)</b>	COMPUTER ENGINEERING
<b>SUBJECT</b>	AUTOMATIC CONTROL
<b>TYPE OF EDUCATIONAL ACTIVITY</b>	B
<b>AMBIT</b>	50285-Ingegneria dell'automazione
<b>CODE</b>	02190
<b>SCIENTIFIC SECTOR(S)</b>	ING-INF/04
<b>HEAD PROFESSOR(S)</b>	FAGIOLINI ADRIANO      Professore Associato      Univ. di PALERMO
<b>OTHER PROFESSOR(S)</b>	
<b>CREDITS</b>	9
<b>INDIVIDUAL STUDY (Hrs)</b>	144
<b>COURSE ACTIVITY (Hrs)</b>	81
<b>PROPAEDEUTICAL SUBJECTS</b>	
<b>MUTUALIZATION</b>	AUTOMATIC CONTROL - Corso: INGEGNERIA DELL'INNOVAZIONE PER LE IMPRESE DIGITALI AUTOMATIC CONTROL - Corso: DIGITAL ENTERPRISE INNOVATION ENGINEERING
<b>YEAR</b>	3
<b>TERM (SEMESTER)</b>	1° semester
<b>ATTENDANCE</b>	Not mandatory
<b>EVALUATION</b>	Out of 30
<b>TEACHER OFFICE HOURS</b>	<b>FAGIOLINI ADRIANO</b> Tuesday 16:00 20:00 - Edificio 10, Viale delle Scienze, Ufficio Docente- Canale Teams

DOCENTE: Prof. ADRIANO FAGIOLINI

<b>PREREQUISITES</b>	No prerequisites
<b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p>*Conoscenza e capacita' di comprensione (knowledge and understanding):</p> <p>Il corso e' rivolto principalmente ad allievi della Laurea triennale in Ingegneria per l'Innovazione per le Imprese Digitali e della Laurea triennale in Ingegneria Informatica. Si tratta di un corso di base nell'ambito dell'analisi dei sistemi dinamici e del progetto di sistemi di controllo per sistemi reali di qualunque natura. Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito un nuovo approccio per affrontare e risolvere problemi ingegneristici di notevole importanza dal punto di vista applicativo. Tale approccio si basa sulla costruzione di un modello matematico del sistema sotto studio, sulla validazione sperimentale di tale modello, sulla individuazione e verifica di diverse proprieta' del modello utili anche al fine di determinare le tecniche idonee per il progetto del sistema di controllo, sulla validazione delle prestazioni del sistema di controllo mediante esperimenti di simulazione digitale effettuata su Personal Computer utilizzando strumenti software adeguati e, infine, sulla verifica sperimentale su prototipo utilizzando dispositivi di prototipazione rapida per l'implementazione della parte controllante del sistema di controllo stesso. Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende lezioni frontali ed esercitazioni. Per la verifica di questo obiettivo l'esame comprende una prova scritta e una prova orale.</p> <p>*Conoscenza e capacita' di comprensione applicate (applied knowledge and understanding):</p> <p>Lo studente sara' in grado di utilizzare le metodologie acquisite per lo studio ingegneristico di sistemi reali che possano essere descritti da modelli matematici lineari e tempo-invarianti. Sara, altresì, in grado di progettare controllori di tipo PID, e controllori basati su reti di correzione elementari mediante tecniche di sintesi nel dominio della frequenza. Per la verifica di questo obiettivo le esercitazioni in aula verranno svolte da studenti del corso, sempre diversi, in presenza del docente dell'insegnamento. La prova scritta consentira' di valutare la capacita' dello studente di applicare le proprie conoscenze a casi simili a quelli prospettati a lezione.</p> <p>*Autonomia di giudizio (independent judgement)</p> <p>Lo studente sara' capace di verificare le proprieta' del modello sotto studio e, di conseguenza, di valutare le azioni da intraprendere per conseguire gli obiettivi finali del suo studio che sono quelli di costruire un sistema di controllo che permetta di soddisfare assegnate specifiche di progetto. Lo sviluppo di alcune delle esercitazioni consentira' allo studente di valutare autonomamente le scelte da effettuare per conseguire gli obiettivi dello studio dei sistemi di controllo. La prova finale scritta e la prova orale consentiranno di verificare il raggiungimento di tale obiettivo.</p> <p>*Abilita' comunicative (communication skill)</p> <p>Durante la lezione, gli studenti vengono continuamente sollecitati a rispondere a domande inerenti la lezione stessa. Durante le esercitazioni, gli studenti sono chiamati, uno alla volta, a svolgere una delle esercitazioni previste per la giornata sotto la supervisione del docente, mentre gli altri studenti partecipano dal posto discutendo con lo studente di turno e/o con il docente. Infine, l'esame finale prevede una prova orale la cui preparazione abitua lo studente a esprimersi correttamente nella propria lingua, e a formulare risposte alle domande del docente con un linguaggio tecnico adeguato. La finalita' delle precedenti azioni e' quella di forzare lo studente ad acquisire quelle abilita' comunicative che gli consentiranno di operare nel mondo del lavoro insieme ad altri colleghi.</p> <p>*Capacita' di apprendere (learning skill)</p> <p>Il corso si pone l'obiettivo di fornire allo studente le nozioni di base per la modellazione, l'analisi, la simulazione ed il controllo dei sistemi dinamici a tempo continuo, ma anche di stimolare l'interesse dello studente per l'approccio di tipo sistematico, utilizzato nella trattazione dei vari argomenti oggetto del corso stesso. Lo studente raggiungera' cosi' la capacita' di risolvere problemi analoghi a quelli affrontati, anche riguardanti architetture robotiche e algoritmi di controllo per veicoli o velivoli non trattati nel corso.</p>
<b>ASSESSMENT METHODS</b>	Written and oral exams.
<b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	The educational objectives of the course include the study of the dynamic behavior of a physical system through the analysis of its mathematical model. The notion of dynamic model is used both for analyzing the characteristics of the systems and as a means allowing software simulation of the system. The model is finally used in order to develop a control system ensuring that the given physical system behaves according to specified requirements and with desired performance.
<b>TEACHING METHODS</b>	Theory lessons and class exercises.
<b>SUGGESTED BIBLIOGRAPHY</b>	1. Dispense in italiano fornite dal docente sui Fondamenti di Controlli Automatici / Lecture notes provided by the teacher on Automatic Control Foundations; 2. Bolzern, Scattolini, Schiavoni, Fondamenti di Controlli Automatici, 4° edizione,

**SYLLABUS**

<b>Hrs</b>	<b>Frontal teaching</b>
3	Introduction to Automatic Control. Continuous-time and discrete-time dynamical systems. Inputs, states, and outputs. State forms. Equilibrium points and nominal trajectories. Introduction to stability.
12	Continuous-time Dynamical Systems. Solutions. Stability and convergence of equilibria. Characteristic polynomial, eigenvalues, and modes. Algebraic criterium of Routh-Hurwitz. State controllability and observability. Canonical decomposition. Introduction to stability of nonlinear systems. Approximated linearization and Lyapunov's indirect method.
6	Unilateral Laplace Transform. Definition and convergence domain. Transform of common signals. Impulsive function and its transform. Properties of Laplace transform with respect to the operators of derivative, integral, forward and backward time shift. Initial and final value theorems. Application to linear ordinary differential equations. Inverse Laplace Transform and partial fraction decomposition.
9	Transfer Function. Definition and property. Cancellations. Representations and parameters of the transfer function. Step response. Canonical forms of controllability and of observability. Series, parallel, and feedback interconnection of subsystems. Stability, controllability, and observability of interconnected systems.
8	Response to common inputs. Frequency response. Harmonic response Theorem. Bode diagrams. Polar diagrams. Cutoff frequency, resonance frequency. High-pass and low-pass filters. Approximation with one or two dominant poles.
9	Design of Continuous-Time Control Systems in the Frequency Domain. Stability in nominal and perturbed conditions. Nyquist diagrams. Gain and phase margins. PID regulators. Static and dynamic specifications. Specification in the frequency domain. Controller's design.
10	Design of Discrete-time Control Systems through Eigenvalues Allocation Technique. Static and dynamic feedback of the output and of the state. Eigenvalue allocation. Luenberger's state observer.
6	Discrete-Time Linear Dynamical Systems. Solutions. Modes. Jury's algebraic criterion. Controllability and observability. Introduction to stability, approximated linearization, and Lyapunov's indirect method.
<b>Hrs</b>	<b>Practice</b>
7	Exercises on modelling of some electrical and mechanical systems. State forms and simulation within Matlab/Simulink. Study of stability (also with Routh-Hurwitz criterion) and validation through simulation.
8	Exercises on Laplace Transform and Inverse Transform. Bode and Nyquist diagrams. Nyquist stability criterion. Design of controllers based on correction networks, in the frequency and Laplace domains. Design of PID controllers. Phase and gain margins. Simulation of full exam texts.