UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2017/2018
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2019/2020
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA INFORMATICA
INSEGNAMENTO	CONTROLLI AUTOMATICI
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50285-Ingegneria dell'automazione
CODICE INSEGNAMENTO	02190
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/04
DOCENTE RESPONSABILE	FAGIOLINI ADRIANO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	81
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	3
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**FAGIOLINI ADRIANO** Martedì 16:00 20:00 - Edificio 10, Viale delle Scienze, Ufficio Docente- Canale Teams

DOCENTE: Prof. ADRIANO FAGIOLINI

PREREQUISITI	Nessun prerequisito
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	*Conoscenza e capacita' di comprensione (knowledge and understanding): 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. *Conoscenza e capacita' di comprensione applicate (applied knowledge and understanding): 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, altresi, 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. *Autonomia di giudizio (independent judgement) 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. *Abilita' comunicative (communication skill) 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. *Capacita' di apprendere (learning skill) 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.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova Scritta e Prova Orale. La prova scritta e' articolata secondo quanto esemplificato durante le esercitazioni che, a loro volta, sono basate sui temi affrontati durante le lezioni. La prova scritta consta di un esercizio strutturati in piu' punti, da svolgere in parte su carta ed in parte mediante l'ausilio del calcolatore. La prova scritta si ritiene superata se il punteggio conseguito dallo studente e' pari ad almeno 18 su 30. La prova orale consiste nella richiesta agli studenti di trattare alcuni argomenti svolti a lezione. Per ognuno di tali argomenti, lo studente dovra' inquadrare l'argomento nell'ambito del corso, illustrarne il significato e l'importanza, ad esempio mediante definizioni formali e ambiti applicativi, definire le metodologie di studio e gli eventuali limiti di validita. Infine, dovra' esporre l'argomento con proprieta' di linguaggio e fluidita' di trattazione analitica. Al superamento della prova scritta e della prova orale, la Commissione di

	esame assegna il voto finale o, in alternativa, comunica allo studente che l'esame non e' stato superato. In caso di superamento dell'esame, il voto attribuito ad esso e' il risultato dei seguenti criteri di valutazione, ad ognuno dei quali e' associato un grado di importanza nella definizione del voto attribuito: a) grado di correttezza raggiunto nella impostazione e nei risultati della prova scritta (30% del voto finale attribuito); b) livello di conoscenza degli argomenti oggetto della prova orale, e autonomia nella capacita' di interconnessione di tali argomenti con gli altri trattati durante il corso (60% del voto finale attribuito; c) livello raggiunto nella capacita' di espressione nel corretto linguaggio tecnico (10% del voto finale attribuito).
OBIETTIVI FORMATIVI	Gli obiettivi del corso sono quelli dello studio dei sistemi reali mediante un approccio basato su di un modello matematico del sistema stesso. Tale modello viene utilizzato sia per valutare il comportamento dinamico e a regime mediante simulazione su PC in ambiente software dedicato, usualmente l'ambiente Matlab/Simulink, sia per definire e valutare importanti aspetti del comportamento del sistema reale stesso a partire dalla definizione e dallo studio di certe proprieta' del modello, fra le quali rivestono fondamentale interesse la stabilita, la controllabilita, l'osservabilita, il comportamento a regime permanente e quello transitorio. Il modello matematico viene anche utilizzato per la progettazione di un controllore da associare al sistema reale in modo che l'intero sistema sia in grado di conseguire prefissate prestazioni.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni di teoria ed esercitazioni in classe.
TESTI CONSIGLIATI	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, McGraw-Hill.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Introduzione ai controlli automatici. Sistemi dinamici in tempo continuo ed in tempo discreto. Variabili di ingresso, di stato e di uscita. Forma di stato. Equilibri e movimenti nominali. Cenni alla stabilita'.
12	Sistemi lineari stazionari in tempo continuo. Soluzioni dei sistemi lineari. Stabilita' e attrattiva delle soluzioni di equilibrio. Polinomio caratteristico, autovalori e modi. Criterio algebrico di Routh-Hurwitz. Raggiungibilita' e osservabilita' dello stato. Scomposizione canonica. Cenni alla stabilita' dei sistemi non lineari. Linearizzazione approssimata e metodo indiretto di Lyapunov per la stabilita.
6	Richiami sulla Trasformata unilatera di Laplace. Definizione. Dominio di convergenza. Trasformate di segnali notevoli. Funzione impulso e relativa trasformata di Laplace. Proprieta' della trasformata di Laplace rispetto agli operatori di derivata, di integrale, di ritardo e di anticipo temporale. Teoremi del valore iniziale e del valore finale. Applicazione alle equazioni differenziali lineari ordinarie. Anti-trasformata di Laplace e scomposizione in fratti semplici.
9	Funzione di trasferimento. Definizione e proprieta. Cancellazioni. Rappresentazioni e parametri della funzione di trasferimento. Risposta al gradino. Teoria della realizzazione. Forme canoniche di raggiungibilita' e osservabilita. Interconnessione serie, parallelo e in retroazione. Stabilita, raggiungibilita' e osservabilita' dei sistemi interconnessi.
8	Risposta agli ingressi tipici. Risposta in frequenza. Teorema della risposta armonica. Diagrammi di Bode e diagrammi polari. Banda passante, picco di risonanza e pulsazione di risonanza. Filtri passa-alto, passa basso. Approssimazione a uno o due poli dominanti.
9	Sintesi di sistemi di controllo (in tempo continuo) nel dominio della frequenza. Stabilita' in condizioni nominali e perturbate. Diagramma di Nyquist. Margini di guadagno e di fase. Regolatori PID. Specifiche statiche e specifiche dinamiche. Specifiche nel dominio della frequenza. Progetto del controllore.
10	Sintesi di sistemi di controllo (in tempo continuo) mediante assegnamento degli autovalori. Retroazione statica dell'uscita sull'ingresso e dello stato sull'ingresso. Assegnamento degli autovalori con stato misurabile e non misurabile. Osservatore di Luenberger dello stato.
6	Sistemi lineari stazionari in tempo discreto. Soluzioni dei sistemi lineari. Modi. Criterio algebrico di Jury. Raggiungibilita' e osservabilita' dello stato in tempo discreto. Cenni alla stabilita' dei sistemi non lineari. Linearizzazione approssimata e metodo indiretto di Lyapunov per la stabilita.

ORE	Esercitazioni
7	Modellizzazione di alcuni sistemi elettrici e meccanici. Realizzazione e simulazione dei modelli in ambiente Matlab/Simulink. Valutazione teorica della stabilita' (anche mediante criterio di Routh) e verifica in simulazione.
8	Esercizi sulla trasformata e sulla anti-trasformata di Laplace. Esercizi sui diagrammi di Bode e di Nyquist. Esercizi sul criterio di stabilita' di Nyquist. Progetto di controllori basato su reti di correzione nel dominio della frequenza e nel dominio di Laplace. Progetto di regolatori PID. Assegnazione del margine di fase e del margine di guadagno. Svolgimento di testi di esame completi.