UNIVERSITÀ DI PISA

TEORIA DEI SISTEMI

PAOLO SALARIS

Academic year	2022/23
Course	INGEGNERIA DELL'ENERGIA
Code	620II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
TEORIA DEI SISTEMI	ING-INF/04	LEZIONI	60	PAOLO SALARIS

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Il corso si propone di fornire agli studenti ed alle studentesse gli elementi fondamentali della teoria dei sistemi ai fini della analisi delle principali proprietà dei sistemi dinamici e del progetto di un sistema di controllo in grado di rendere il comportamento di detto sistema dinamico conforme a specifiche di funzionamento assegnate.

Modalità di verifica delle conoscenze
La verifica delle conoscenze sarà oggetto della valutazione dell'elaborato scritto e della discussione durante l'esame orale.

Capacità
Al termine del corso, lo studente/la studentessa dovrà

- saper riconoscere le caratteristiche dei sistemi dinamici (lineari e non lineari), conoscere il concetto di stato e le proprietà dei sistemi lineari, nonché i concetti di equilibrio e stabilità;
- saper linearizzare un sistema nonlineare attorno ad un suo equilibrio;
- saper analizzare l'andamento in evoluzione libera e forzata dei sistemi lineari stazionari a tempo continuo;
- saper passare dalla rappresentazione matematica nel dominio del tempo di un sistema dinamico a quella nel dominio della frequenza (trasformata di Laplace);
- saper utilizzare strumenti di analisi quali i criteri algebrici di stabilità, i diagrammi di Bode, i diagrammi di Nyquist ed il luogo delle radici utili ai fini del progetto di un controllore;
- saper tradurre le specifiche statiche e dinamiche di funzionamento di un sistema dinamico espresse nel dominio del tempo in equivalenti (sotto opportune ipotesi) specifiche nel dominio della frequenza;
- saper progettare un controllore capace di rispettare le specifiche statiche e dinamiche di funzionamento.
- saper utilizzare il software Matlab ai fini della verifica di funzionamento di sistemi dinamici e del progetto del controllore.

Modalità di verifica delle capacità
Durante lo svolgimento dell'esame scritto allo studente verranno sottoposti esercizi che richiedono l'uso degli strumenti software utilizzati durante il corso. Gli esercizi ricopriranno le tematiche necessarie a valutare le capacità oggetto del corso ed in particolare l'analisi di sistemi dinamici e il progetto di un controllore in grado di soddisfare a specifiche di funzionamento desiderate.

Comportamenti
Al termine del corso lo studente/la studentessa sarà in grado di analizzare le caratteristiche principali dei sistemi dinamici con particolare dettaglio per i sistemi lineari stazionari a tempo continuo e di progettare un controllore nel dominio delle frequenze con tecniche che si avvalgono di strumenti quali il luogo delle radici ed i diagrammi di Bode, mettendo quindi lo studente/la studentessa in grado di affrontare corsi di teoria dei sistemi e del controllo più avanzati.

Modalità di verifica dei comportamenti
La verifica dei comportamenti avviene attraverso una approfondita discussione durante l'esame orale.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Sistemi di equazioni differenziali lineari e non lineari, algebra delle matrici (autovalori ed autovettori, diagonalizzazione di matrici), fondamenti di fisica.

Indicazioni metodologiche

Le lezioni e le esercitazioni vengono svolte attraverso la didattica frontale in aula con uso di lavagna standard e gessetti e occasionale proiezione di lucidi o filmati. Saranno anche svolte lezioni ed esercitazioni in aule informatiche con l'ausilio di calcolatori. Le attività di apprendimento avvengono seguendo le lezioni e partecipando alle discussioni in aula.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Teoria dei sistemi: caratterizzazione e formalizzazione dei sistemi dinamici;
- Introduzione alla modellistica dei sistemi dinamici;
- Concetto di stato, definizione di ingresso ed uscita, rappresentazione in forma normale ed in forma di stato dei sistemi dinamici;
- Proprietà dei sistemi dinamici: causalità, stazionarietà, linearità e principio di sovrapposizione degli effetti. Cambiamento di coordinate. Il concetto di equilibrio di un sistema dinamico;
- Sistemi SISO, SIMO, MISO, MIMO: definizione e struttura delle equazioni differenziali. La linearizzazione di sistemi di equazioni differenziali non lineari attorno ad un punto di equilibrio o funzionamento nominale;
- Soluzione dei sistemi lineari stazionari tempo continuo ed analisi dell'evoluzione libera (analisi modale).
- Stabilità dei sistemi stazionari lineari: definizione e criteri algebrici di stabilità.
- Trasformata di Laplace e risposte forzate di sistemi lineari stazionari tempo continuo. La funzione di trasferimento.
- Analisi in frequenza: diagrammi di Bode e di Nyquist.
- Effetti della retroazione e criterio di Nyquist
- Definizione delle specifiche statiche e dinamiche e progetto del controllore per un sistema stabile nel dominio delle frequenze.
- Definizione del luogo delle radici, regole per il suo tracciamento e progetto di un controllore stabilizzante mediante luogo delle radici. Tecnica del doppio anello di controllo.
- Implementazione pratica su un sistema reale

Bibliografia e materiale didattico

- Bicchi. "Fondamenti di Automatica - Parte I";
- Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni: "Fondamenti di Controlli Automatici", McGraw Hill
- Marro: "Controlli Automatici", Zanichelli
- Danilo Caporale, Silvia Strada, "Automatica - Raccolta di esercizi risolti, con appendice MATLAB", 2015, Pitagora, ISBN 88-371-1915-1

Modalità d'esame

Vista la attuale modalità di erogazione della didattica e degli esami di profitto, volta a rispettare le disposizioni governative e di ateneo contro il diffondersi dell'epidemia dovuta a COVID-19, l'esame di Teoria dei Sistemi si svolgerà negli appelli estivi (giugno-luglio 2020) nella sola modalità orale (non sarà quindi più previsto un esame scritto come quello svolto nelle modalità pre-COVID, ovvero in presenza).
L'esame sarà suddiviso in due parti distinte:
- La prima servirà per valutare le conoscenze base necessaria per il superamento dell'esame. Consisterà in una serie di domande inviate agli studenti che dovranno rispondere entro un congruo tempo assegnato. Le risposte scritte su carta o dispositivo elettronico andranno poi inviate ai docenti entro lo scadere del tempo assegnato. Le domande potrebbero riguardare ma non saranno strettamente limitate a, nozioni di stabilità e criteri di stabilità, tracciamento dei diagrammi di Bode e luogo delle radici, linearizzazione approssimata di sistemi nonlineari, scrittura dei sistemi in forma di stato.
- Coloro che avranno superato la prima parte verranno valutati sul progetto del controllore che possa soddisfare assegnate specifiche di progetto con l'ausilio di Matlab.
Al fine di agevolare la verifica delle conoscenze da parte del docente, lo studente dovrà equipaggiarsi nel migliore dei modi, per quanto possibile. Il requisito minimo sarà un pc, una telecamera ed un microfono funzionanti, fogli di carta e penna. Inoltre, lo studente/la studentessa dovrà posizionare la telecamera con cui è in collegamento in modo tale da inquadrare il foglio su cui sta svolgendo l'esercizio e, almeno parzialmente, lo studente stesso, in modo da renderlo riconoscibile. A tal fine è possibile utilizzare una telecamera aggiuntiva (ad esempio, quella del computer per inquadrare lo studente in viso e quella dello smartphone per inquadrare il foglio su cui scrive). L'utilizzo di ipad o tablet al posto del foglio di carta per lo svolgimento dell'esercizio è consentito e qualora possibile incoraggiato. In tal caso sarà sufficiente condividere lo schermo di detto dispositivo con il docente, fermo restando però la necessità di inquadrare anche lo studente al fine del riconoscimento.

Ultimo aggiornamento 10/10/2022 12:35