



UNIVERSITÀ DI PISA

FONDAMENTI DI AUTOMATICA

RICCARDO COSTANZI

Academic year	2016/17
Course	INGEGNERIA MECCANICA
Code	482II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FONDAMENTI DI AUTOMATICA	ING-INF/04	LEZIONI	60	RICCARDO COSTANZI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Al termine del corso lo studente sarà posto in grado di:

- saper interpretare semplici modelli matematici di sistemi dinamici non lineari tempo continui e determinarne le caratteristiche fondamentali, soprattutto in termini di stabilità;
- saper porre, e interpretare, le specifiche di funzionamento di un sistema dinamico nelle diverse forme in cui esse possono venir descritte (attraverso una procedura di linearizzazione);
- conoscere le tecniche di analisi dei sistemi lineari nel dominio della frequenza (trasformata di Laplace, funzioni di trasferimento, diagrammi di Bode e Nyquist, luogo delle radici);
- saper progettare un regolatore per un sistema assegnato che realizzi date specifiche di stabilità pratica, precisione, prontezza

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica delle conoscenze sarà oggetto della valutazione dell'elaborato scritto previsto all'inizio di ogni sessione d'esame. Saranno inoltre previste esercitazioni e ricevimenti collettivi per valutare il grado di acquisizione delle conoscenze.

Capacità

Al termine del corso lo studente avrà sviluppato le seguenti capacità:

- sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nell'ambito del corso per determinare le condizioni di equilibrio di un sistema a partire dal suo modello dinamico e di condurre l'analisi rigorosa delle proprietà di un sistema dinamico lineare, di determinarne i modi e di calcolarne analiticamente la risposta libera e forzata;
- sarà in grado di interpretare criticamente e di esprimere specifiche statiche e dinamiche sulla risposta di un sistema in vincoli per luogo delle radici e diagramma di Bode;
- sarà in grado di progettare la funzione di trasferimento di un controllore tale da soddisfare le specifiche assegnate;
- sarà in grado di utilizzare il tool Control System Designer, app del software MATLAB, come supporto per lo sviluppo del controllore di un sistema dinamico lineare di tipo SISO;
- sarà in grado di utilizzare il software MATLAB per verificare il rispetto delle specifiche assegnate simulando la risposta del sistema in anello chiuso a segnali di ingresso canonici.

Modalità di verifica delle capacità

Nell'ambito delle esercitazioni svolte in aula nell'orario di lezione vengono risolti esercizi di esame passati basati su applicazioni realistiche tipiche del corso di laurea in Ingegneria Meccanica. La soluzione di tali problemi è basata, oltre che sulle conoscenze acquisite nell'ambito del corso, anche sulle capacità che gli studenti sviluppano durante lo stesso. Inoltre, in occasione delle esercitazioni, è approfondito l'utilizzo del tool Control System Designer, app del software MATLAB. Il momento in cui viene verificato lo sviluppo delle capacità necessarie da parte degli studenti è la prova scritta dell'esame finale in cui un problema di controllo realistico è proposto in tutti i suoi passi: per la soluzione è previsto che lo studente si avvalga del tool Control System Designer.

Comportamenti

Lo studente farà propri i comportamenti di buona pratica nell'affrontare i problemi di controllo per sistemi lineari di tipo SISO. In particolare sarà in grado, da un'espressione del modello dinamico del sistema analizzato, di eseguire autonomamente in maniera rigorosa l'analisi delle relative proprietà in ottica di controllo dello stesso. Sarà in grado di condurre in maniera efficace ed efficiente la sintesi di un controllore capace di soddisfare specifiche assegnate avvalendosi degli opportuni strumenti teorici e pratici approfonditi nell'ambito del corso. Sarà inoltre in grado di verificare, attraverso l'opportuno utilizzo di software di simulazione, il comportamento atteso del sistema controllato e valutare così il soddisfacimento delle specifiche considerate.



UNIVERSITÀ DI PISA

Modalità di verifica dei comportamenti

In sede di esame, nell'ambito della prova scritta lo studente giunge alla soluzione del problema proposto applicando sistematicamente e criticamente i comportamenti di buona pratica fatti propri nell'ambito del corso. Questo permette la verifica dei comportamenti. In particolare vengono valutate efficacia ed efficienza dell'approccio adottato per affrontare un problema realistico legato ad un'applicazione tipica dell'Ingegneria Meccanica.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Matematica: equazioni differenziali, algebra lineare, nozioni di geometria
Fisica: meccanica ed elettromagnetismo

Corequisiti

Nessuno

Prerequisiti per studi successivi

Conoscenze, capacità e comportamenti acquisiti nell'ambito del corso sono solide basi per affrontare senza lacune sugli aspetti dell'automatica tutti i corsi di laurea magistrale che prevedono corsi di approfondimento sui controlli automatici. In particolare, il corso di Fondamenti di Automatica fornisce le basi necessarie e sufficienti per l'accesso (senza debiti) a corsi di laurea magistrale incentrati sulla teoria del sistema e del controllo e relative applicazioni.

Indicazioni metodologiche

- Le lezioni si svolgono come lezioni frontali, con ausilio della lavagna per la derivazione delle equazioni e/o di lucidi
- Le esercitazioni si svolgono in laboratorio utilizzando i PC delle aule informatiche;
- Il materiale didattico, le esercitazioni, test, il registro delle lezioni sono reperibili dalla pagina del corso;
- Il personale di supporto alla didattica fornisce supporto durante le esercitazioni e lo svolgimento degli esami;
- Un gruppo email servirà per le comunicazioni tra docente e studenti che avranno a disposizione un giorno settimanale per il ricevimento con il docente

Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Introduzione al corso e modalità di esame. L'automazione. Sistemi di controllo. Sistemi dinamici tempo continuo. Esempi: open loop vs. closed loop.
- Equazioni differenziali ordinarie e l'operatore differenziale. Sistemi dinamici tempo discreto: definizione ed esempi. Sistemi dinamici tempo discreto per la simulazione numerica di sistemi dinamici tempo continuo. Il metodo delle differenze in avanti
- Definizioni: forma normale e forma di stato. Definizione di ingresso, stato e uscita.
- Introduzione a Matlab ed esempi
- Proprietà dei sistemi dinamici: causalità, stazionarietà, linearità e principio di sovrapposizione degli effetti. Cambiamento di coordinate ed equivalenza di sistemi dinamici. Il concetto di equilibrio; esempio di calcolo degli equilibri.
- Il tool Simulink. Esempi di simulazione
- Sistemi SISO, SIMO, MISO, MIMO: definizione e struttura delle equazioni differenziali. La linearizzazione di sistemi di equazioni differenziali non lineari. Esempi: linearizzazione in punto di equilibrio e attorno ad una traiettoria
- Forma di stato. Esempi. La forma canonica di controllo. Calcolo di una soluzione in forma chiusa per sistemi LTI tempo continui: l'equazione di Lagrange; integrale di convoluzione.
- Forma di Jordan e analisi modale.
- Stabilità: definizione e criteri
- Trasformata di Laplace e risposte forzate di sistemi LTI. Funzione di trasferimento.
- Analisi in frequenza: diagrammi di Bode, Nyquist
- Effetti della retroazione e specifiche. Definizione matematica delle specifiche. Criterio di Nyquist.
- Progetto del controllore per sistema stabile.
- Progetto del controllore mediante luogo delle radici. La tecnica del doppio anello di controllo.
- Progetto del controllore mediante il tool Sisotool.

Bibliografia e materiale didattico

Materiale didattico:

- Bicchi: Appunti di Regolazione e Controllo

Testi di riferimento:

- Paolo Bolzern, Riccardo Scattolini e Nicola Schiavoni, "Fondamenti di controlli automatici", Mc Graw Hill.
- Danilo Caporale, Silvia Strada, "Automatica - Raccolta di esercizi risolti, con appendice MATLAB", 2015, Pitagora, ISBN 88-371-1915-1



UNIVERSITÀ DI PISA

Indicazioni per non frequentanti

Nessuna variazione rispetto al programma canonico è prevista per studenti non frequentanti.

Modalità d'esame

La verifica delle conoscenze avverrà mediante una prova scritta e una orale. Nella prova scritta lo studente dovrà analizzare un sistema dinamico non lineare tempo-continuo, porlo in una opportuna descrizione matematica linearizzata, individuarne le caratteristiche funzionali, tradurre matematicamente le specifiche richieste per il suo funzionamento ideale e progettare un controllore per rispettare tali specifiche. Durante la prova lo studente avrà a disposizione un opportuno strumento di calcolo e l'uso del materiale del corso e di ogni altro materiale ritenuto utile. L'incapacità a tradurre le specifiche assegnate in vincoli sul diagramma di Bode o di determinare un controllore per il soddisfacimento di tali vincoli sono considerate lacune sufficienti a determinare il non superamento dell'esame. Per gli scritti sufficienti, il giudizio complessivo è il risultato della bontà della risposta ai vari punti proposti in termini di completezza e correttezza dei risultati, rigore dell'approccio e del linguaggio utilizzato, chiarezza di spiegazione dei vari passaggi. In caso di superamento della prova scritta (valutazione $\geq 18/30$), durante la prova orale, lo studente dovrà interagire con la commissione svolgendo uno o più esercizi sulle tematiche del corso e rispondendo a quesiti di carattere più strettamente teorico. Il voto complessivo sarà mediato sui risultati della prova scritta e orale.

Stage e tirocini

Nessuno

Note

L'orario di ricevimento è aggiornato dal docente sulla pagina del corso (si suggerisce di far presente, eventualmente anche con minimo anticipo, al docente l'intenzione di presentarsi). Il docente è sempre disponibile a concordare con lo studente, tramite email, ricevimento in orario diverso da quello canonico.

Ultimo aggiornamento 16/05/2017 16:45