

Fondamenti di automatica

codice 072710

10 crediti

Prof. G. O. Guardabassi

Allievi

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione.

Obiettivi

Il corso si propone di presentare i contenuti di base dell'Automatica. A tale scopo, dopo una breve panoramica su alcuni dei principali problemi che tale disciplina si propone di risolvere, vengono introdotti gli strumenti metodologici di base, corredandoli di esempi sia puramente numerici sia ispirati a casi concreti. L'obiettivo finale è quello di mettere in grado gli allievi d'impostare e portare a compimento il progetto di massima di semplici sistemi di controllo automatico. Il corso prevede una significativa attività di laboratorio, sia sperimentale che di tipo informatico.

Distribuzione indicativa dell'attività didattica

Ore di lezione = 60

Ore di esercitazione = 30

Ore di laboratorio = 15

Programma delle lezioni e delle esercitazioni

1. INTRODUZIONE ALL'AUTOMATICA E ALL'INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE
Panoramica di applicazioni. Connotati caratteristici di un problema di controllo. Variabili controllate e variabili manipolate. Perturbazioni (incertezza). Obiettivo dell'azione di controllo: variabili di riferimento. Segnali e sistemi. Sistemi fisici e modelli matematici; sistemi orientati.
2. SISTEMI ORIENTATI
Sistemi non dinamici; esempi: sistemi varianti o invarianti nel tempo, lineari o non lineari; caratteristica ingresso-uscita; modello lineare tangente in un punto di lavoro. Sistemi dinamici (a dimensioni finite); esempi: rappresentazioni (forma normale e forma ingresso-uscita), invarianza nel tempo e linearità, equilibrio, modello lineare tangente in un punto di equilibrio.
3. SISTEMI DINAMICI LINEARI TEMPO-INVARIANTI: ANALISI NEL DOMINIO DEL TEMPO
Movimento libero e movimento forzato. Principio di sovrapposizione degli effetti. Stabilità del movimento. Stabilità del sistema. Stabilità e autovalori. Criterio di Routh. Risposte canoniche. Risposta periodica.
4. ELEMENTI DI ANALISI DEI SEGNALI
Segnali a energia (totale) finita o a potenza (media) finita. Segnali periodici e segnali di durata finita. Trasformazioni: generalità. Trasformazioni di Fourier (continua e discreta) per segnali a tempo continuo. Trasformazione di Laplace. Segnali a trasformata razionale: sviluppo di Heaviside.
5. SISTEMI DINAMICI LINEARI TEMPO-INVARIANTI: ANALISI NEL DOMINIO DELLA FREQUENZA
Funzioni di trasferimento di sistemi in forma normale o in forma ingresso-uscita. Scomposizione canonica e stabilizzabilità. Schemi a blocchi e loro elaborazione. Analisi di stabilità per sistemi descritti da una funzione di trasferimento o da uno schema a blocchi. Realizzazioni di una funzione di trasferimento. Risposta in frequenza: definizione e proprietà. Risposta a scalino: sistemi del primo e del second'ordine. Relazione tra le proprietà della risposta a scalino, la funzione di trasferimento (poli e zeri, guadagno e costanti di tempo) e la risposta in frequenza di sistemi asintoticamente stabili. Poli dominanti. Banda passante e durata del transitorio.
6. PROBLEMA DI CONTROLLO
Formulazione. Controllo ad anello aperto e controllo ad anello chiuso, sistemi di controllo. Attuatori e trasduttori. Errore apparente ed errore effettivo. Analisi delle prestazioni: stabilità, precisione, robustezza.
7. REGOLATORI INDUSTRIALI E METODI EMPIRICI
Regolatori lineari PID e regolatori non lineari a commutazione. Regolatori PID reali: problemi realizzativi. Metodi empirici di taratura dei parametri. Metodi di auto-taratura (cenna).
8. SISTEMI DI CONTROLLO LINEARI TEMPO-INVARIANTI: TEORIA CLASSICA
Controllo ad anello aperto: formulazione, inconvenienti e limiti. Controllo ad anello chiuso: impostazione classica del problema. Analisi della stabilità (robusta): criterio di Nyquist. Un importante caso particolare:

criterio di Bode. Analisi della precisione (robusta): precisione "statica" e precisione "dinamica". Intensità dell'azione di controllo. Formulazione delle specifiche.

9. PROGETTO DI MASSIMA DEL CONTROLLORE

Controllore a struttura libera: progetto "statico" e progetto "dinamico". Controllore a struttura vincolata (PID). Specifiche non elementari: progetto per tentativi.

10. SISTEMI DI CONTROLLO AD ARCHITETTURA NON ELEMENTARE

Controllo in cascata. Controllo multivariabile e controllo nello spazio di stato (cenni).

Attività di laboratorio

L'attività di laboratorio consiste in una serie di 5 sedute, due di tipo sperimentale e tre intese a familiarizzare gli allievi con pacchetti software di uso corrente. Nelle due sedute sperimentali si affronta il problema del controllo della temperatura di un semplice processo. Sono previsti: rilievi di caratteristiche ingresso-uscita, rilievi di risposte temporali, progetto di un semplice regolatore, verifica sperimentale delle prestazioni.

Bibliografia consigliata

G.Guardabassi: *Note di fondamenti di automatica: segnali, sistemi, controllo*; appunti a cura del docente.

A complemento e per approfondimenti:

P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni: *Fondamenti di controlli automatici*, McGraw-Hill, Milano, 1998.

R.C.Dorf, R.H.Bishop: *Modern Control Systems*, 11th Edition, Pearson Education, Prentice Hall, 2008.

G.F.Franklin, J.D.Powell, A.Emami-Naeini: *Feedback Control of Dynamic Systems*, Addison-Wesley, 1994.

G.Guardabassi: *Note di controlli automatici*, Pitagora Editrice, 1997.

G.Guardabassi, P.Rocco: *Esercizi di controlli automatici*, Pitagora Editrice, 1998.

N. S. Nise: *Control Systems Engineering*, Wiley, 2000.

S.Rinaldi, C.Piccardi: *I sistemi lineari*, UTET, 1997.

Per un ampio anche se non recentissimo giro d'orizzonte sull'automatica e le sue applicazioni, si veda:

M.Singh (Editor): *Systems and control encyclopedia*, Voll.1-8, Pergamon, 1984.

Altro materiale didattico

In rete (<http://home.dei.polimi.it/guardaba/>) sono inoltre disponibili: una raccolta di esercizi, con o senza tracce di svolgimento; il materiale di supporto all'attività di laboratorio, che ciascun allievo deve preventivamente riprodursi in forma cartacea ed avere con sé all'inizio di ogni seduta, carte e strumenti di calcolo e di analisi.

Prerequisiti

E' fortemente raccomandato che gli allievi abbiano acquisito una buona familiarità con gli argomenti oggetto degli insegnamenti di: 1) Analisi matematica 1, 2) Geometria e algebra lineare, 3) Analisi matematica 2 (per l'automazione); è inoltre estremamente utile la conoscenza dei fondamenti di: 4) Fisica, 5) Elettrotecnica, e 6) Fisica tecnica e macchine.

Modalità di svolgimento delle prove di verifica

Sono previste due prove in itinere. La prima sarà collocata nel periodo di sospensione delle lezioni, la seconda alla fine del corso. La seconda prova verterà anche sulle attività di laboratorio. Per conseguire una valutazione complessivamente positiva è necessario il superamento di una soglia minima nelle singole prove. Gli allievi che non avessero conseguito, nelle prove in itinere, una valutazione complessivamente positiva, possono avvalersi di prove d'esame da effettuarsi dopo la conclusione delle lezioni. Alle prove d'esame sono ammessi gli allievi che non hanno conseguito, nelle prove in itinere, una valutazione sufficiente e anche quelli che intendono migliorare la valutazione ottenuta.

Modalità di ricevimento

Il Prof. Guardabassi è generalmente a disposizione degli allievi presso il Dipartimento di Elettronica e Informazione il venerdì, dalle 10:30 alle 13:00, oppure su appuntamento (Tel. 02-2399-3542). Per rapidi scambi d'informazione, è consigliato l'uso della posta elettronica (guardaba@elet.polimi.it). Per le informazioni più generali riguardanti lezioni, esercitazioni, laboratorio e prove scritte è raccomandata una frequente consultazione della pagina personale (<http://home.dei.polimi.it/guardaba/>). I docenti che collaborano alle prove di laboratorio saranno reperibili, nei giorni di effettuazione delle prove, dalle 14:30 alle 17:30, presso i laboratori didattici di via Golgi.