

**18AKSOA – Controlli Automatici**  
**I corso (AA-HZ)**

**A.A. 2021/22**

Docenti: proff. Marina Indri e Michele Taragna

**Descrizione**

Obiettivo del corso è fornire strumenti di base di modellistica e di analisi dei sistemi dinamici e una trattazione generale del problema del controllo, comprendendo analisi delle specifiche, progetto di un controllore e verifica dei risultati.

**Crediti:** 10

**Requisiti**

È richiesta la conoscenza dei contenuti dei moduli di Analisi Matematica (I e II), Algebra Lineare e Geometria, Fisica (I e II), Elettrotecnica, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Sistemi Elettronici, Tecnologie e Misure, Teoria ed Elaborazione dei Segnali. È inoltre richiesta una conoscenza di base dell'ambiente operativo MATLAB.

**Programma**

- Modellistica:
  - classificazione dei sistemi e dei modelli;
  - costruzione di modelli (per sistemi elettrici, meccanici, elettromeccanici, termici);
  - modelli nel dominio del tempo continuo  $t$  e nel dominio della pulsazione complessa  $s$ ;
  - modelli in variabili di stato e modelli ingresso/uscita;
  - modelli a tempo discreto;
  - la non linearità nei sistemi e la linearizzazione.
- Analisi della dinamica e stabilità:
  - analisi modale: modi del primo e del secondo ordine;
  - analisi nel dominio della frequenza;
  - simulazione di sistemi dinamici;
  - definizione e criteri di stabilità;
  - stabilità locale nei sistemi dinamici non lineari.
- Elementi di controllo e proprietà strutturali:
  - retroazione dagli stati e controllabilità;
  - ricostruttore asintotico degli stati e osservabilità;
  - regolatore dinamico.
- Il problema del controllo:
  - precisione; incertezza; disturbi;
  - compensazione diretta e in retroazione.
- Schemi a blocchi.
- Risposta in frequenza:
  - diagrammi di Bode;
  - diagramma polare e di Nyquist.
- Stabilità in catena chiusa e criterio di Nyquist.
- Analisi delle specifiche (nei domini del tempo e della frequenza).
- Progetto nel dominio della frequenza.
- Controllo di sistemi a dati campionati e realizzazione di filtri digitali.
- Controllori PID.

**Esercitazioni in aula**

Le esercitazioni riguardano sia esercizi relativi agli argomenti delle lezioni sia lo sviluppo di esempi applicativi. Non è prevista alcuna suddivisione in squadre.

## Esercitazioni di laboratorio presso LAIB 1

Le esercitazioni di laboratorio saranno relative all'analisi, simulazione e controllo di sistemi dinamici reali, la realizzazione di un sistema di controllo con retroazione dagli stati ricostruiti, l'analisi di stabilità di sistemi dinamici in retroazione ed il progetto al calcolatore di controllori per il soddisfacimento di specifiche di controllo assegnate, mediante l'utilizzo del software Matlab R2014a/Simulink. È prevista la suddivisione in squadre.

L'impegno previsto è di 8 esercitazioni di laboratorio della durata complessiva di 15.5 ore.

Le esercitazioni di laboratorio si terranno il Martedì al mattino, secondo il calendario pubblicato a parte.

## Bibliografia

Per la preparazione del corso, i docenti hanno fatto riferimento principalmente ai testi seguenti:

1. G. Calafiore, Elementi di Automatica, CLUT, Torino, 2004;
2. S. Chiaverini, F. Caccavale, L. Villani, L. Sciavicco, Fondamenti di sistemi dinamici, McGraw-Hill, Milano, 2003;
3. P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, Fondamenti di Controlli Automatici, 4ª edizione, McGraw-Hill, Milano, 2015.
4. G. Calafiore, Appunti di controlli automatici, CLUT, Torino, 2006.
5. A. Isidori, Sistemi di Controllo, 2ª edizione, vol. primo, Siderea, Roma, 1992.
6. R. C. Dorf, R. H. Bishop, Modern Control Systems, XII edizione, Pearson Education, Upper Saddle River (U.S.A.), 2011.

È inoltre messo a disposizione materiale didattico sull'utilizzo di Matlab e su singoli argomenti trattati durante il corso, costituito principalmente da slide facenti parte dei due seguenti DVD:

1. "Fondamenti di Automatica" (a cura dei proff. M. Canale e M. Taragna), disponibile on-line all'indirizzo <http://corsiadistanza.polito.it/on-line/FdA/index.htm>
2. "Controlli Automatici" (a cura dei proff. C. Greco e M. Indri), disponibile on-line all'indirizzo [http://corsiadistanza.polito.it/on-line/Controlli\\_automatici/index.htm](http://corsiadistanza.polito.it/on-line/Controlli_automatici/index.htm)

Il corso è stato interamente videoregistrato nell'anno accademico 2020/21 (titolare: prof. Taragna), esercitazioni di laboratorio incluse; le videolezioni sono già disponibili come Virtual Classroom nella pagina "Registrazioni Anno Precedente – a.a. 2020/21" del Portale della Didattica. Nel corrente anno accademico il corso sarà tenuto esclusivamente in presenza e non sarà registrato.

## Modalità d'esame

- Per quanto concerne le sessioni d'esame, gli appelli e in generale gli esami di profitto, vale quanto riportato nel Manifesto degli Studi pubblicato sulla Guida dello Studente del Corso di Laurea in Ingegneria Informatica (Ordinamento 270) – anno accademico 2021/22, disponibile in rete all'indirizzo: <https://didattica.polito.it/guida/2022/it/homepage?cds=3&sdu=37>
- Per superare l'esame, occorre sostenere una prova scritta della durata di circa tre ore. La commissione si riserva tuttavia la facoltà di integrare o sostituire tale prova con un colloquio orale qualora ne ravvisasse la necessità per formulare un giudizio.
- Per essere ammessi a sostenere la prova scritta, è necessario prenotarsi per via informatica entro e non oltre i termini richiesti dalle regole generali dell'Ateneo. Gli studenti non prenotati non potranno svolgere la prova.
- La prova scritta consta di due parti, ciascuna della durata di un'ora e mezza circa.
  - Nella prima parte, è necessario rispondere a dieci domande proposte con risposte a "scelta multipla" senza l'ausilio del calcolatore; nel calcolo del punteggio è prevista una penalità per ogni risposta sbagliata.
  - Al termine della prima parte sono rese disponibili le stringhe delle risposte corrette. Sono ammessi a sostenere la seconda parte d'esame solo gli studenti che avranno risposto esattamente ad almeno sei delle dieci domande proposte.
  - La seconda parte è costituita dal progetto di un controllore (da realizzare con l'ausilio di Matlab/Simulink) e da un esercizio breve su diagrammi polari e di Nyquist, stabilità ad anello chiuso o su controllori PID.
- Le due parti devono essere sostenute nello stesso appello. Se il punteggio conseguito in ciascuna delle due parti non è inferiore a 12/30, il voto finale in trentesimi è dato dalla media aritmetica non pesata dei punteggi conseguiti nelle due parti, altrimenti l'esame è verbalizzato con la dicitura "respinto".

- Se il candidato si ritira durante la prova, l'esame è comunque verbalizzato con la dicitura "ritirato". Lo studente può ritirarsi anche dopo la prova, purché lo comunichi inviando una e-mail ad entrambi i docenti entro i termini e secondo le modalità comunicate in sede d'esame.
- Lo studente che non si ritira avrà il giudizio registrato come previsto dalle norme di legge. Il voto proposto in una sessione ordinaria di esami non può quindi essere rifiutato.

### **Regole generali per lo svolgimento degli esami**

- Durante gli esami è consentito avere sul tavolo solo una calcolatrice non programmabile, l'occorrente per scrivere, due fogli di appunti come più sotto specificato ed un moderato numero di fogli bianchi. Nessun altro materiale (appunti, libri, telefonini, zaini, palmari, computer portatili, ecc.) è ammesso.
- Durante gli esami non è consentito l'uso di testi o appunti, eccezion fatta per un formulario costituito da due fogli formato A4 scritti su entrambe le facciate (un foglio da usarsi nella prima parte, l'altro nella seconda parte) su cui lo studente può riportare ogni nota egli ritenga utile, escludendo però: esercizi svolti *in toto* o in parte, risposte a esercizi specifici comunque codificate, porzioni di listati Matlab. Su tale formulario, manoscritto, non fotocopiato e strettamente personale, devono essere riportati chiaramente nome, cognome e matricola. È altresì concesso l'uso di materiale di supporto messo a disposizione dai docenti durante il corso: tavole delle trasformate di Laplace e Zeta, Carta di Nichols, diagrammi delle reti di compensazione.
- Durante gli esami è consentito l'uso di calcolatrici che, oltre alle operazioni aritmetiche, prevedano funzioni trigonometriche dirette e inverse, logaritmi, esponenziali, radici, fattoriali, sommatorie, medie e altre funzioni statistiche. Non sono assolutamente ammesse calcolatrici programmabili o in grado di eseguire programmi predefiniti di qualunque tipo o con display grafici.
- Gli studenti risultati in possesso di materiale non autorizzato (appunti, libri, esercizi svolti, telefonini, palmari, ecc.) oppure sorpresi a comunicare o a tentare di comunicare sono automaticamente bocciati.
- In caso di svolgimento dell'esame in modalità remota, nei soli casi ammessi dalle vigenti regole d'Ateneo, saranno adottate le medesime regole applicate nel precedente anno accademico e contenute nell'apposito documento "[Modalità di svolgimento dell'esame in remoto – A.A. 2020/21](#)"

### **Comunicazioni ed avvisi**

Il materiale didattico, le comunicazioni e gli avvisi sono riportati in rete sulla pagina web del corso:

[www.ladispe.polito.it/corsi/ContrAutoInf270/](http://www.ladispe.polito.it/corsi/ContrAutoInf270/)

Eventuali comunicazioni ed avvisi urgenti saranno resi noti attraverso la pagina ufficiale del corso sul Portale della Didattica.

### **Orario di ricevimento e modalità di contatto con i docenti**

I docenti possono essere contattati:

- per telefono (prof. Indri: 011-090.7066; prof. Taragna: 011-090.7063) presso il Dipartimento di Elettronica e delle Telecomunicazioni;
- per posta elettronica (indirizzi di e-mail: [marina.indri@polito.it](mailto:marina.indri@polito.it), [michele.taragna@polito.it](mailto:michele.taragna@polito.it))

oppure, in alternativa, all'inizio, negli intervalli o alla fine delle lezioni e delle esercitazioni.

Entrambi i docenti sono disponibili a svolgere consulenza in modalità remota concordando un incontro in Virtual Classroom attraverso una delle modalità di contatto sopra indicate.