

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

**A.A. 2018/19**

Docenti: proff. Michele Taragna e Marina Indri

**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), Geometria, Fisica (I e II), Elettrotecnica, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Sistemi e Tecnologie Elettroniche, Teoria ed Elaborazione dei Segnali.

**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 nei LAIB<sup>1</sup>

Le esercitazioni presso i laboratori informatici 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/Simulink. È prevista la suddivisione in squadre.

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

Le esercitazioni si terranno di norma il Mercoledì, ore 8:30 – 11:30, presso il LAIB 4 di Corso Duca degli Abruzzi (con qualche eccezione, come da calendario sottostante), ad iniziare dal 20/03/2019.

Il calendario esatto delle esercitazioni nei LAIB è il seguente:

- I esercitazione:** Mercoledì 20/03/2019: ore 9:00 – 11:00 (I squadra)  
Mercoledì 27/03/2019: ore 9:00 – 11:00 (II squadra)
- II esercitazione:** Mercoledì 03/04/2019: ore 8:30 – 10:00 (I squadra), ore 10:00 – 11:30 (II squadra)
- III esercitazione:** Mercoledì 17/04/2019: ore 8:30 – 10:00 (II squadra), ore 10:00 – 11:30 (I squadra)
- IV esercitazione:** Mercoledì 08/05/2019: ore 8:30 - 10:00 (I squadra), ore 10:00 - 11:30 (II squadra)
- V esercitazione:** Mercoledì 15/05/2019: ore 8:30 - 10:00 (II squadra), ore 10:00 - 11:30 (I squadra)
- VI esercitazione:** Mercoledì 22/05/2019: ore 8:30 - 10:00 (I squadra), ore 10:00 - 11:30 (II squadra)
- VII esercitazione:** Mercoledì 29/05/2019: ore 8:30 - 11:30 (I squadra)  
Mercoledì 05/06/2019: ore 8:30 - 11:30 (II squadra)
- VIII esercitazione:** Mercoledì 12/06/2019: ore 8:30 - 11:30 (II squadra)  
Martedì 11/06/2019 o Venerdì 14/06/2019: **orario e laboratorio da definire**  
(I squadra)

La suddivisione in squadre è per ordine alfabetico:

I squadra: lettere AA – CZ

II squadra: lettere DA – KZ

Si invita a prestare attenzione all'alternanza delle squadre, in particolare per le esercitazioni alle 8:30.

**IMPORTANTE:** la frequenza delle esercitazioni di laboratorio, pur non essendo più necessaria come in passato per ottenere la firma di frequenza, è comunque caldamente consigliata, soprattutto per superare proficuamente la seconda parte dell'esame, svolta al calcolatore con l'ausilio di Matlab/Simulink.

## 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, 4<sup>a</sup> edizione, McGraw-Hill, Milano, 2015.
4. G. Calafiore, Appunti di controlli automatici, CLUT, Torino, 2006.
5. A. Isidori, Sistemi di Controllo, 2<sup>a</sup> 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 sarà interamente videoregistrato nell'anno accademico 2018/19, ad eccezione delle esercitazioni di laboratorio nei LAIB; le videolezioni saranno rese disponibili sul portale della didattica. Il corso è già stato comunque precedentemente videoregistrato nell'anno accademico 2016/17, ad eccezione delle esercitazioni di laboratorio nei LAIB; le videolezioni corrispondenti sono disponibili sul portale della didattica nella sezione dedicata alle lezioni on-line del 2016/17 - terzo anno (il titolare era sempre il prof. Taragna).

---

<sup>1</sup> Laboratori Informatici di Base

## 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 2018/19, disponibile in rete all'indirizzo: [https://didattica.polito.it/guida/2019/it/calendario\\_esami\\_di\\_profitto?cds=3&sdu=37](https://didattica.polito.it/guida/2019/it/calendario_esami_di_profitto?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 le ore 14.00 del secondo giorno lavorativo precedente il giorno dell'appello (a tal fine il sabato è considerato festivo). Gli studenti non prenotati non potranno svolgere la prova.
- La prova scritta si svolge in laboratorio. Per essere ammessi a sostenere tale prova, bisogna presentarsi all'ora e nel luogo stabilito muniti di libretto o tesserino universitario.
- 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.
- 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. Con le stesse modalità ed entro gli stessi termini devono essere comunicate eventuali richieste di correzione d'urgenza dell'elaborato, specificando chiaramente motivazioni e scadenze.
- 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. In ogni caso lo studente deve riconsegnare tutti i fogli che ha ricevuto per lo svolgimento della prova.

## Regole per lo svolgimento degli esami

- Durante gli esami non è consentito uscire dal laboratorio prima del termine della prova.
- Durante gli esami è consentito avere sul banco solo una calcolatrice non programmabile, l'occorrente per scrivere, due fogli di appunti come più sotto specificato ed un moderato numero di fogli bianchi. Ogni altro materiale (appunti, libri, telefonini, zaini, palmari, computer portatili, ecc.) va depositato all'ingresso o presso la cattedra.
- 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 trovati 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.

## 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/)

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

Entrambi i docenti ricevono gli studenti nei rispettivi uffici del Dipartimento di Automatica e Informatica (quarto e terzo piano in fondo allo scavalco nord su Corso Castelfidardo, sopra il LabInf):

prof. Taragna: martedì, ore 15:30 – 16:30; prof. Indri: giovedì, ore 14:30 – 15:30.

L'orario di consulenza precedentemente indicato vale per tutto il II semestre, cioè fino al 15/06/2019.

Qualora uno studente non possa avvalersi del normale orario di ricevimento oppure desideri avere consulenza successivamente, può concordare un appuntamento direttamente con uno dei docenti.

I docenti possono essere contattati:

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

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