



Presentazione del corso
Elementi di Analisi dei Sistemi
per Ingegneria Biomedica

Alessandro Giua

DIEE, Università di Cagliari, Italy

Cagliari, 3 marzo 2025

- ▶ Definizione di Automatica
- ▶ Programma del corso di Elementi di Analisi dei Sistemi
- ▶ Testo adottato
- ▶ Modalità di valutazione / tutorato

L'**Automatica** o **Ingegneria dei Sistemi** è quella disciplina che studia **sistemi dinamici** di diversa natura allo scopo di:

- ▶ darne una descrizione formale mediante un **modello** matematico;
- ▶ **analizzare** il loro comportamento dinamico (insieme delle possibili evoluzioni al trascorrere del tempo);
- ▶ realizzare opportuni dispositivi di **controllo** per far sì che tali sistemi abbiano il comportamento desiderato.

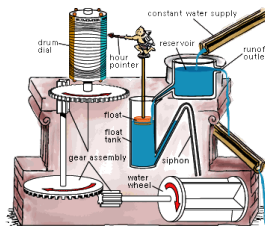
Etimologia:

- ▶ **αυτοματος**. in greco: *che si muove da solo* (aggettivo)
- ▶ **automaton** in latino: *macchina che opera da sola* (sostantivo)

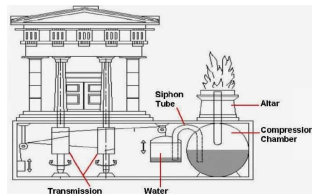
Origini della disciplina

L'**Automatica** è un settore scientifico-disciplinare nell'area dell'**Ingegneria dell'Informazione**, con altre discipline quali: **Elettronica**, **Telecomunicazioni**, **Ing. Informatica**, **Ing. Biomedica**, ecc.

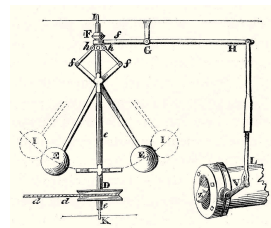
La disciplina moderna è nata circa 100 anni fa ma ha un'origine antica. I primi dispositivi automatici (basati su tecnologie pneumatiche ed idrauliche) sono apparsi già nell'antichità classica.



Orologio ad acqua di Ctesibio
(c. 250 AC)



Macchina di Erone
(c. 50 DC)



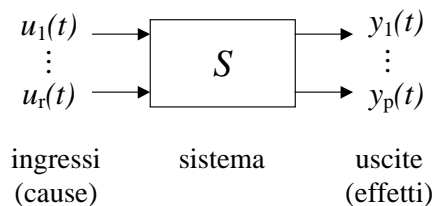
Regolatore di Watt
(1788)

- ▶ *Un insieme di elementi che cooperano per svolgere una funzione altrimenti impossibile per ciascuno dei singoli componenti* ([Manuale IEEE](#))
- ▶ *Un insieme complesso articolato di elementi o di strumenti fra loro coordinati in vista di una funzione determinata* ([Grande dizionario Battaglia](#))

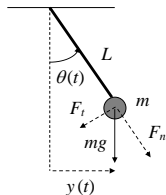
Nelle precedenti definizioni non si parla del **comportamento dinamico** (cioè evoluzione nel tempo) di un sistema. Secondo il paradigma dell'Automatica un sistema è **soggetto a sollecitazioni esterne che influenzano la sua evoluzione nel tempo**.

Definizione di sistema dinamico secondo l'Automatica

Un **sistema dinamico** è un ente fisico, tipicamente formato da diverse componenti interagenti fra loro, che risponde a **sollecitazioni esterne** (cause) producendo un determinato **comportamento** (effetti).



Principali problemi affrontati dall' Automatica



Ingresso:	$F(t)=mg$	forza peso
Stati:	$\theta(t)$, $\dot{\omega}$	posizione angolare
	$(t)=\dot{\theta}(t)$	velocità angolare
Uscita:	$y(t) = L \sin \theta(t)$	posizione orizzontale

Un pendolo è un sistema.

- ▶ Dare una descrizione che lega le varie grandezze in gioco: posizione e velocità angolare, forza applicata, ecc. ([Modellazione](#))
- ▶ Determinare come evolvono queste grandezze a partire da una situazione iniziale. ([Analisi](#))
- ▶ Modificare il suo comportamento: p.e., portarlo sulla verticale, fargli fare oscillazioni di ampiezza data. ([Controllo](#))

A che dispositivi si applica?

L'Automatica **non ha una classe di sistemi di riferimento** come altre discipline, p.e., l'Informatica, l'Elettronica, l'Elettrotecnica, le Telecomunicazioni.

Le metodologie dell'Automatica si applicano in **tutti i campi dell'ingegneria**:

- ▶ **automotive**: ABS, sospensioni adattative, regolatori e limitatori di velocità, ESP, pilota automatico, park assistant, ...
- ▶ **automazione**: robotica, fabbrica automatica, domotica, ...
- ▶ **bioingegneria**: controllo arti prostatici, chirurgia robotica, rilascio di farmaci, regolazione di pressione, regolazione glucosio-insulina, controllo anestesia, ...
- ▶ ...

L'Automatica resta la **tecnologia nascosta**.



RUSH HOUR

Sistemi Autonomi

<https://youtu.be/4SmJP8TdWTU>



Chirurgia Robotica

<https://youtu.be/BJSjxKr1rck?si=Fy50FFeOK3Y-Ori->

Pagina web del corso: <https://www.alessandro-giua.it/UNICA/EAS/>

Gruppo Teams: EAS 2025, Codice: 77d2w8n



Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica
Università di Cagliari, Italy

Insegnamento: Elementi di Analisi dei Sistemi
Corso di laurea: Ingegneria Biomedica
Semestre/Crediti/Ore: II semestre, 5 crediti, 50 ore
Docente: Alessandro Giua - email: giua@unica.it
Ufficio: DIEE pad B, 3° piano.5
Pagina web: <https://www.alessandro-giua.it/UNICA/EAS>

Questo modulo vuole fornire i primi elementi per la rappresentazione e l'analisi dei sistemi dinamici lineari e a tempo continuo. Tra gli argomenti trattati: modelli ingresso-uscita e modelli in variabili di stato; analisi nel dominio del tempo; analisi nel dominio della variabile di Laplace; analisi in frequenza e diagramma di Bode; stabilità dei sistemi.

Testo adottato: A. Giua, C. Seatzu, *Analisi dei sistemi dinamici*, Springer-Verlag Italia, II edizione, 2009.

Calendario delle lezioni 2025: Le lezioni iniziano il 3 marzo 2025 e terminano il 4 giugno, con una interruzione nel periodo 14-17 aprile (prove intermedie).

LUNEDI	ore 12-14	Aula B_TC
MERCOLEDI	ore 15-18	Aula B_TC

Prove intermedie 2024

- *I prova:* giovedì 17 aprile, data da confermare
- *II prova:* settimana del 9-13 giugno, data da confermare

Orario di ricevimento: Su appuntamento, in presenza o via Teams, preferibilmente LUNEDI ore 15-17.

Gruppo Teams: EAS 2025

Tutor: Marco Ledda (marco.ledda2@unica.it).

Orario dei tutorati: GIOVEDI, ore 14-16, aula L_TB, da confermare

Materiale per la preparazione dell'esame

- [Programma del corso]
- [Lucidi prima lezione]
- Versione ridotta delle sezioni 1, 2 e 3 del capitolo 4 [pdf]
- Versione ridotta del capitolo 9 [pdf]
- [Elenco di domande teoriche] tipicamente proposte all'esame orale

Esercitazioni 2025: verranno pubblicate sul canale Teams

Prove intermedie 2025: verranno pubblicate sul canale Teams

Prove intermedie degli anni precedenti

- **2024:** [I prova]; [II prova]
- **2023:** [I prova]; [II prova]
- **2022:** [I prova]; [II prova]
- **2021:** [I prova]; [II prova]
- **2019:** [I prova]; [II prova]
- **2018:** [I prova]; [II prova]
- **2017:** [I prova]; [II prova]

Esercizi svolti: I parte: [Testo/Soluzione]; II parte: [Testo/Soluzione]

Altro materiale

- **Diagramma di Bode:** [Carta semilogaritmica semplificata]. [Carta semilogaritmica (altra versione)]. [Abaco] per tracciare il termine trinomio
- [Manuale funzioni MATLAB] utili per svolgere esercizi
- Funzioni MATLAB (salvare i file nella directory corrente e dare da MATLAB le istruzioni "help asbode", "help risposta_libera", ecc.)
 - [asbode.m] per il tracciamento del diagramma asintotico di Bode
 - [risposta_libera.m] per calcolare la risposta libera di un modello IU sia analiticamente che numericamente
 - [risposta_impulsiva.m] per calcolare la risposta impulsiva di un modello IU sia analiticamente che numericamente
 - [risposta_indiciale.m] per calcolare la risposta indiciale di un modello IU sia analiticamente che numericamente

Prima parte

- ▶ *Introduzione*
- ▶ *Sistemi, modelli e loro proprietà*
- ▶ *Analisi nel dominio del tempo*
- ▶ *Trasformate di Laplace*

I prova intermedia (DATA DA CONFERMARE)

(lez: 2 ore)

(lez: 6 ore, es: 2 ore)

(lez: 6 ore, es: 2 ore)

(lez: 6 ore, es: 2 ore)

GIO 17 aprile

Seconda parte

- ▶ *Analisi nel dominio della variabile di Laplace*
- ▶ *Analisi nel dominio della frequenza*
- ▶ *Stabilità*

Il prova intermedia (DATA DA STABILIRE)

(lez: 8 ore, es: 2 ore)

(lez: 6 ore, es: 2 ore)

(lez: 4 ore, es: 2 ore)

9-13 giugno

Almeno una esercitazione in laboratorio: simulazioni MATLAB

A. Giua, C. Seatzu.
Analisi dei sistemi dinamici.
Springer-Verlag Italia, II edizione, 2009.



Valutazione

- ▶ Due **prove intermedie scritte** (opzionali) offerte durante il semestre
- ▶ **Esame orale** durante le regolari sessioni di esame (otto appelli all'anno)

Tutorato

Tutor: **Marco Ledda** — Email: marco.ledda2@unica.it.

Due ore ogni settimana: GIOVEDÌ 15-17.

- ▶ Tutorato 0: ripasso algebra matriciale e numeri complessi
- ▶ Tutorati 1-6: correzione delle esercitazioni
- ▶ Due tutorati di preparazione alle prove intermedie