



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# Fondamenti di Automatica

---

**Prof. Paolo Bolzern**



# Fondamenti di Automatica

---

## Studenti

Ingegneria Gestionale (cognomi CI-G)

# Fondamenti di Automatica

## Docente

Prof. Paolo Bolzern

ufficio: Dip. Elettronica, Informazione e Bioingegneria,  
edificio 20, 2° piano, Campus Leonardo

tel: 02.2399.3598

e-mail: [paolo.bolzern@polimi.it](mailto:paolo.bolzern@polimi.it)

orario di ricevimento: martedì dalle 14.30 alle 17.30

# Fondamenti di Automatica

## Esercitori per laboratorio

Ing. Jessica Leoni

Ing. Dario Savaresi

e-mail: [jessica.leoni@polimi.it](mailto:jessica.leoni@polimi.it)  
[dario.savaresi@polimi.it](mailto:dario.savaresi@polimi.it)

# Fondamenti di Automatica

## Orari e aule

LUN	9.30-11.15	lez	BL27.02
MAR	9.30-11.15	lez	BL27.01
MER	8.30-10.15	lez	BL27.02
GIO	8.30-10.15	lez/ese	BL27.02

# Fondamenti di Automatica

## Orari e aule

LUN	9.30-11.15	lez	BL27.02
MAR	8.30-11.15	lez	BL27.01
MER	8.30-10.15	lez	BL27.02
GIO	8.30-10.15	lez/ese	BL27.02

solo in alcune settimane

# Fondamenti di Automatica

## Laboratori

Saranno svolte 4 esercitazioni in aula informatizzata nelle seguenti date (da confermare):

MAR 8/10/19

MAR 29/10/19

MAR 26/11/19

MAR 17/12/19

orario 14.30-17.15, aule CS1.5, CS1.7

# Fondamenti di Automatica

## Tutorato di base

Consiste in un'attività didattica, a partecipazione volontaria, che ha lo scopo di fornire un **sostegno aggiuntivo** agli studenti con difficoltà nello studio.

Sono previste **20 ore**, suddivise in **6 sessioni** distribuite durante il semestre.

Periodo di svolgimento: **ott./dic. 2019**

Date e modalità di partecipazione ancora da definire.

# Fondamenti di Automatica

## Tutorato avanzato

Consiste in un'attività didattica extra-curricolare, a partecipazione volontaria, che ha lo scopo di mostrare alcune **applicazioni pratiche** dell'Automatica.

Saranno organizzate 2 esperienze in laboratorio sperimentale per piccoli gruppi di studenti.

Periodo di svolgimento: **nov./dic. 2019**

Date e modalità di partecipazione ancora da definire.

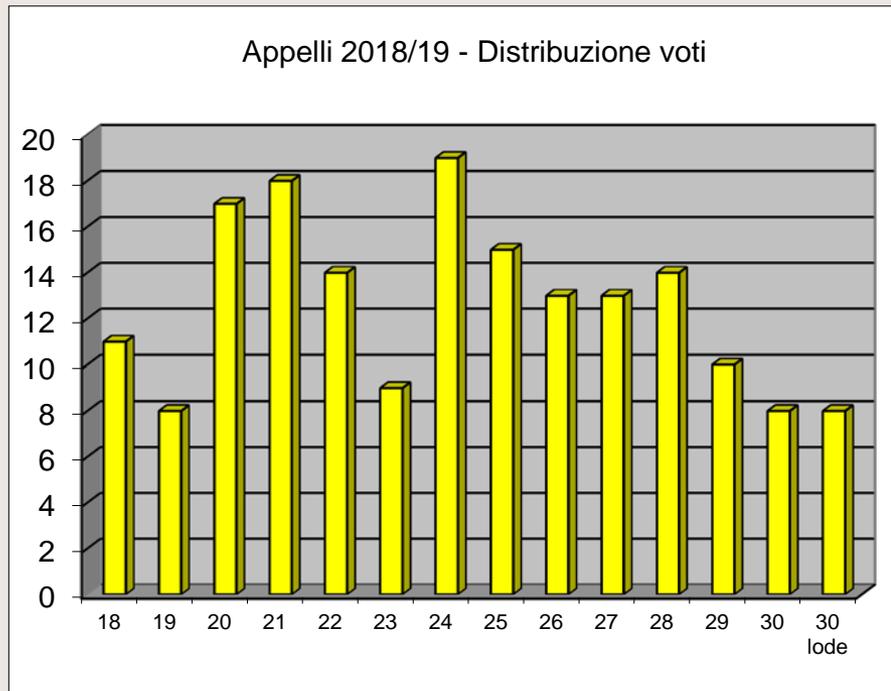
# Fondamenti di Automatica

## Modalità d'esame

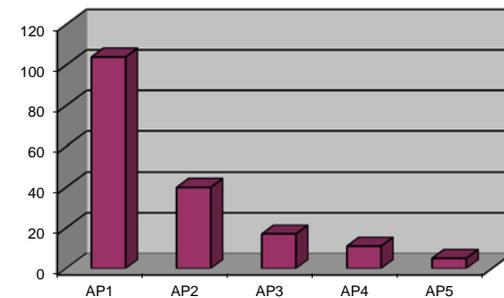
- **Non** sono previste prove in itinere.
- La prova d'esame è **scritta** e verte su tutto il programma svolto durante il semestre.
- La **durata** della prova è (di solito) di 2 ore e mezza.
- Durante la prova **non** si possono consultare libri, dispense, appunti, ecc., né utilizzare PC, tablet, cellulari, calcolatrici programmabili, o altri dispositivi simili.
- Gli **appelli** d'esame sono 5 e si terranno nei seguenti periodi: gennaio/febbraio (2); giugno/luglio (2); settembre (1).

# Fondamenti di Automatica

## Statistiche A.A. 2018/19



Distribuzione promossi per appelli

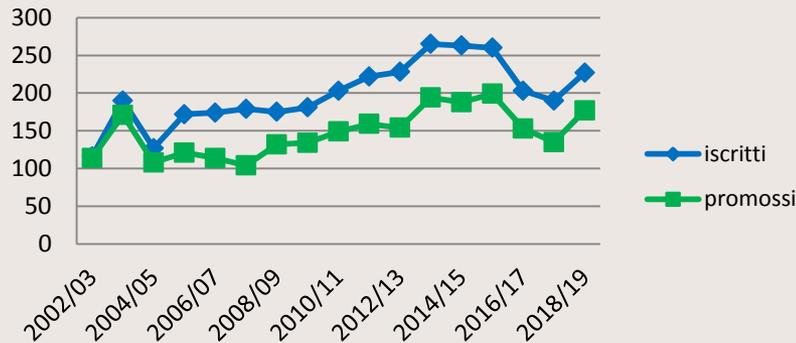


iscritti:	227
promossi:	177
media dei voti:	24.10
perc. promossi:	77.97%

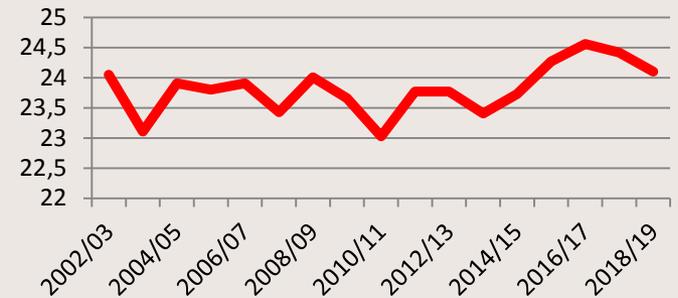
# Fondamenti di Automatica

## Dati storici (2002-2019)

### promossi



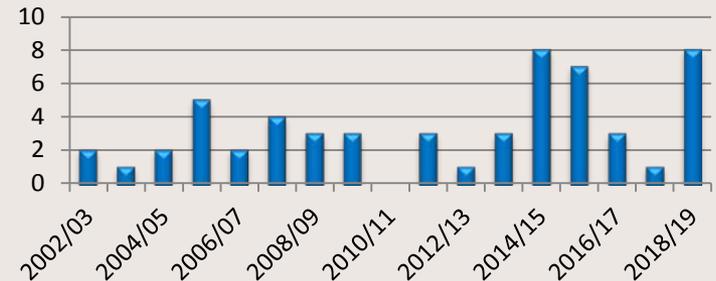
### media



### percentuale promossi



### lodi



# Fondamenti di Automatica

## Informazioni in rete

- Sul **sito web** si possono trovare informazioni aggiornate su materiale didattico, temi d'esame, risultati delle prove, software scaricabile, ecc.
- Il **forum** è un “luogo di incontro virtuale” per lo scambio di messaggi tra docente e studenti
- Nella **bacheca** saranno pubblicati avvisi a cura del docente
- Per accedere ai servizi, occorre collegarsi al sito  
<http://beep.metid.polimi.it>  
e selezionare il corso.
- Per comunicazioni via **e-mail** a singoli o a gruppi di studenti, saranno utilizzati gli indirizzi istituzionali.

# Fondamenti di Automatica

## Prerequisiti

Conoscenze elementari di analisi matematica e geometria (numeri complessi, calcolo differenziale e integrale, equazioni differenziali lineari, algebra delle matrici)

Vedi programmi di

**Analisi Matematica I e Geometria**  
**Analisi Matematica II**

# Fondamenti di Automatica

## Prove di autovalutazione

- Test con quesiti a risposta multipla, utili per verificare il livello della propria preparazione
- Test di ingresso già disponibile sul sito web del corso

riconsegnare i fogli delle risposte

oppure

compilare il questionario on-line

entro LUN 23/9/19

# Fondamenti di Automatica

## Test di ingresso (esempi)

---

1. Il numero complesso  $4e^{j\pi/6}$  può anche essere rappresentato come

[a]  $2 - j2\sqrt{3}$

[b]  $2\sqrt{3} - j2$

[c]  $\frac{8}{\sqrt{3} - j}$

[d]  $2 + j2\sqrt{3}$

[e] non so

---

---

10. Il determinante di una matrice quadrata è nullo solo se

[a] almeno un autovalore è nullo

[b] tutti gli autovalori sono nulli

[c] almeno un autovalore è uguale a 1

[d] tutti gli autovalori sono uguali

[e] non so

# Fondamenti di Automatica

## Testi consigliati

- P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni: *Fondamenti di controlli automatici - 4° ed.*, McGraw-Hill, Milano, 2015.
- D. Caporale, S. Strada: *Automatica – Raccolta di esercizi risolti, con appendice Matlab*, Pitagora ed., Bologna, 2015.

# Fondamenti di Automatica

- L'**Automatica** è la disciplina che studia i sistemi di automazione.
- I **sistemi di automazione** sono progettati per svolgere un compito in maniera autonoma, senza l'intervento di un operatore umano.
- Esempi di sistemi di automazione:
  - impianto di climatizzazione
  - veicolo per esplorazioni planetarie
  - pilota automatico di un aeroplano
  - sistema di controllo di un impianto chimico
  - gestore della rete elettrica nazionale
  - .....

# Fondamenti di Automatica

## Programma

- Sistemi dinamici
- Sistemi di controllo

una prima  
definizione

sistemi in cui l'andamento di un  
apposito descrittore progettato trapone  
ad alcune variabili determinate  
andamento nel tempo

# Fondamenti di Automatica

## Modelli matematici



è l'aspetto che ci  
interessa di più

- interpretazione
- simulazione
- previsione
- analisi proprietà

# Fondamenti di Automatica

## Modelli matematici - esempi

- Legge di Newton:  $F(t) = m \cdot d^2x(t)/dt^2$
- Legge di Ohm:  $v(t) = R \cdot i(t)$
- Legge domanda/offerta:  $d(t) = o(t)$
- .....

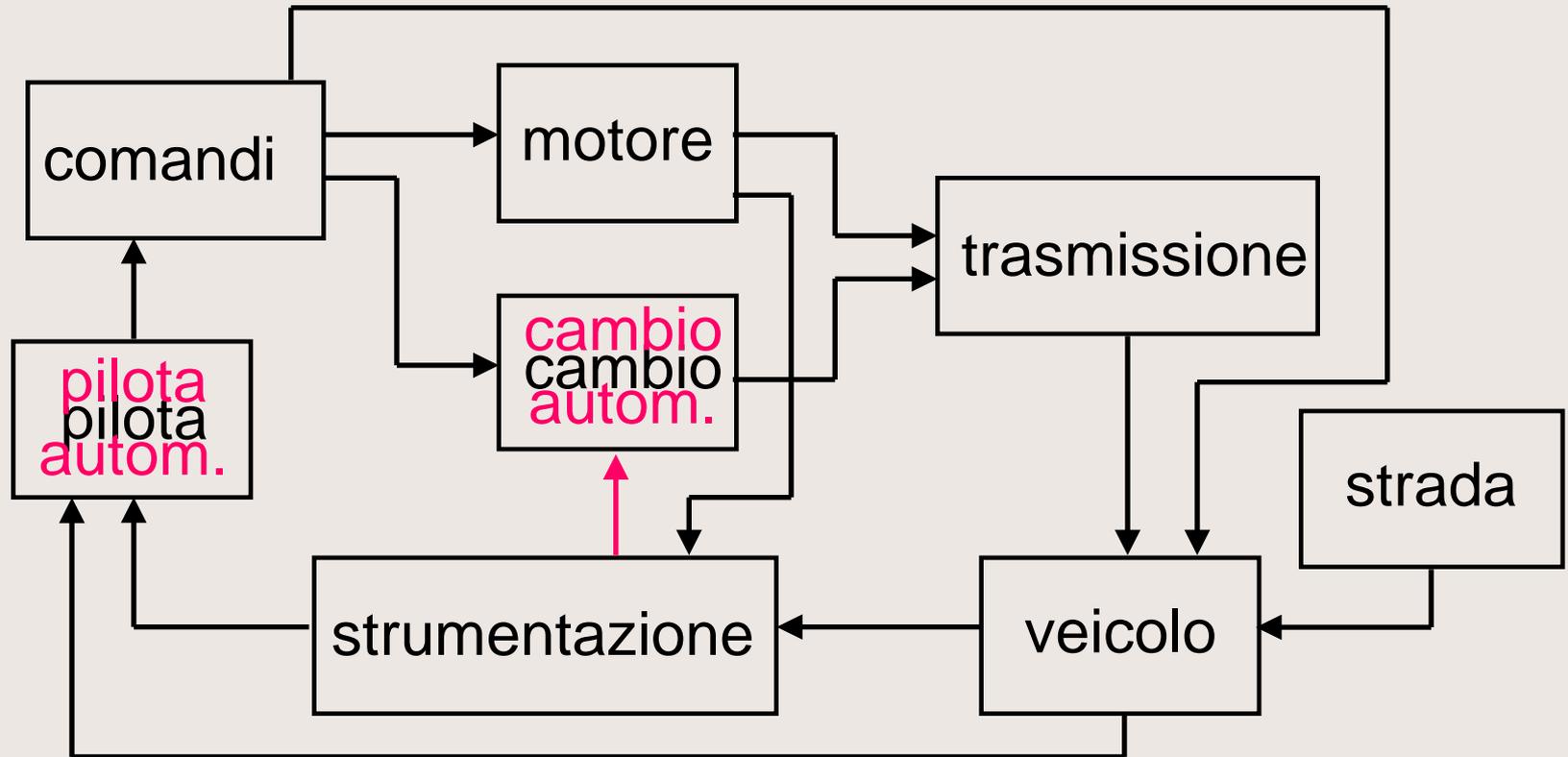
# Fondamenti di Automatica

## Esempio



# Fondamenti di Automatica

## Esempio



# Fondamenti di Automatica



## Problemi

- Studiare il funzionamento del sistema complessivo
  - esperimenti?
  - simulazioni?
  - analisi teorica?
- Progettare uno dei sottosistemi per ottenere un comportamento desiderato

è necessario un  
modello matematico

# Fondamenti di Automatica

L'automobile che guida da sola è un'idea avveniristica?

Non poi così tanto!

- [Google self-driving car](#)
- [BMW automated driving](#)
- [Mercedes autonomous driving](#)
- [Smart intersection](#)
- .....

# Fondamenti di Automatica

## Esempi introduttivi

- Prezzo dei pomodori
- Scorte di un magazzino
- Serbatoio
- Sistema massa-molla
- Sistema preda/predatore