



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## METHODS AND TECHNIQUES OF MEASUREMENT AND DATA ANALYSIS

**ANGELO MARIA SABATINI**

Anno accademico 2023/24  
CdS BIONICS ENGINEERING  
Codice 1080I  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
METHODS AND TECHNIQUES OF MEASUREMENT AND DATA ANALYSIS	ING-INF/06	LEZIONI	60	ANGELO MARIA SABATINI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso mira a familiarizzare gli studenti con metodi e tecniche di largo impiego nello sviluppo di dispositivi per la misura di quantità fisiche ed elettriche, in applicazioni bioniche. Gli studenti saranno esposti, nella presentazione di un sistema di misura, a un approccio orientato al sistema, piuttosto che al dispositivo, con considerazioni multi-disciplinari riguardanti, elettronica, teoria dei sistemi, teoria dei segnali (digital signal processing, DSP), statistica e teoria della probabilità. In ragione della grande rilevanza delle catene di misura computer-based, particolare rilievo avranno la presentazione e la discussione di svariate tecniche DSP (tra le quali, filtraggio, simulazione, integrazione e differenziazione numeriche, interpolazione).

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Il principale criterio per valutare la conoscenza acquisita dagli studenti è basato sulle interazioni tra docente e studenti, sistematicamente stimolate e raccolte durante le lezioni. I risultati di queste interazioni consentiranno al docente di monitorare il processo di consolidamento delle conoscenze all'interno della classe. Le interazioni saranno alimentate anche attraverso l'assegnazione di compiti a casa, la soluzione dei quali sarà oggetto di discussione nel corso di successive lezioni.

#### *Capacità*

Al termine del corso lo studente saprà:

- leggere e interpretare le principali specifiche metrologiche dei trasduttori e dispositivi elettronici discussi a lezione per la realizzazione di sistemi di misura;
- applicare tecniche analitiche ai dati di misura;
- applicare metodi statistici per la quantificazione dell'incertezza di misura
- applicare correttamente le regole per riportare i risultati di misura;
- orientarsi con spirito critico nella letteratura scientifica riguardante eminentemente attività sperimentali a carattere misuristico nell'ambito bionico.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Lo strumento più importante per la verifica delle capacità apprese consiste nella prova d'esame finale. Durante il corso, il docente proporrà semplici domande agli studenti per verificare le loro capacità di fare propri i concetti teorici e per la loro applicazione corretta in scenari di interesse pratico.

Grande attenzione sarà rivolta a valutare il grado di dominio di un linguaggio tecnico appropriato da parte degli studenti, e a valutare la loro capacità di impiegare la conoscenza in modo critico. Questo sarà valutato anche attraverso la capacità di formalizzazione matematica dei problemi posti che gli studenti potranno evidenziare, soprattutto durante la prova d'esame finale.

#### *Comportamenti*

Gli studenti acquisiranno la capacità di:

- comprendere l'adeguatezza di uno specifico trasduttore (dispositivo di misura), rispetto alle specifiche di accuratezza di una determinata applicazione;
- selezionare i metodi e i principi di misura più idonei per l'esecuzione di semplici attività sperimentali, in considerazione dei vincoli progettuali esistenti.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Modalità di verifica dei comportamenti

Le modalità di verifica dei comportamenti saranno essenzialmente basate sulle interazioni tra studenti e docente, particolarmente durante le ore di lezione, quando il processo di acquisizione e consolidamento della conoscenza potrà essere adeguatamente monitorato.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Non sono necessari particolari requisiti, oltre quelli disponibili a uno studente di ingegneria in possesso di laurea triennale, segnatamente in elettronica analogica, teoria dei (circuiti, segnali, probabilità, controlli).

### Indicazioni metodologiche

Principali indicazioni metodologiche sono:

- Lezioni frontali, con ausilio di lucidi/slide/filmati
- Presentazione di script in MATLAB dal PC del docente (PC personali degli studenti suggeriti)

Disponibilità delle lezioni in formato elettronico (file pdf) sul sito [http://www.bionicsengineering.it/Courses\\_PrivateArea](http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea), accessibile agli studenti; oltre alle lezioni saranno caricati anche articoli e capitoli di libro rilevanti.

Le interazioni tra studenti e docente avvengono anche mediante scambi e-mail o fissando degli appuntamenti, per ricevimenti e richieste di chiarimenti sugli argomenti del corso.

Lingua ufficiale del corso è l'inglese.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso coprirà le seguenti parti principali:

1. concetti base dei metodi di misura (5 ore);
2. comportamento dei sistemi di misura (5);
3. dispositivi e misure elettriche analogiche (20);
4. analisi dei segnali di misura (20);
5. elementi base di probabilità e statistica per le misure (10).

### Bibliografia e materiale didattico

La bibliografia di riferimento è la seguente:

1. <https://www.openintro.org/stat/> (statistics for dummies and beyond)
2. Oppenheim A.V., Schaffer R.W.: "Discrete-time signal processing", Prentice-Hall
3. Ott H.W.: "Noise reduction techniques in electronic systems", John Wiley & Sons
4. Pallás-Areny R., Webster J.G.: "Sensors and signal conditioning", John Wiley & Sons
5. Doebelin E.O.: "Measurement systems application and design", McGraw Hill
6. Klaassen K.B.: "Electronic measurement and instrumentation", Cambridge University Press
7. Van Putten A.F.P.: "Electronic measurement systems: theory and practice", Prentice-Hall International
8. Webster J.G. (ed.): "The measurement, instrumentation, and sensors", CRC Press & IEEE Press
9. Figliola R.S., Beasley D.E.: "Theory and design of mechanical measurements", John Wiley & Sons

### Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono variazioni per studenti non frequentanti.

### Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova orale, che consiste in un colloquio tra il candidato e il docente; durante la prova orale potrà anche essere richiesto al candidato di risolvere problemi/esercizi scritti, davanti al docente.

La durata media del colloquio è 60 minuti.

La prova orale è superata se il candidato mostra di essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, oppure se il candidato è in grado di rispondere con padronanza e metodo alle osservazioni del docente.

La prova orale non è superata se il candidato mostrerà ripetutamente l'incapacità di mettere in relazione critica parti del programma e nozioni, dal cui collegamento dipende la possibilità di rispondere in modo corretto.

### Altri riferimenti web

Il corso non è presente su piattaforme Moodle/Didawiki.

### Note

Nessuna nota aggiuntiva.

