

## Informazioni generali

- Anno di corso: 3
- Semestre: 1
- CFU: 6

## Docente responsabile

[Michele POTENZA](#)

## Programma del corso

### PARTE GENERALE

1. Teoria della misura: considerazioni generali sulla teoria della misurazione, misure dirette e indirette, carattere probabilistico delle misure fisiche.
2. Processo di misura: misure per confronto e misure con strumenti tarati; misura come segnale; grandezze di ingresso e uscita; sensori, attuatori, trasduttori.
3. Catena di misura: sensore, condizionatore di segnale, presentazione della misura.
4. Il segnale di misura nel dominio temporale: misure statiche e dinamiche; grandezze stazionarie, periodiche e impulsive; esempi di analisi di segnali di grandezze periodiche; risposta in ampiezza, frequenza, fase; ritardo, tempo di salita, velocità di risposta, sviluppo in serie di Fourier di un segnale, trasformata di Fourier.
5. Sistema di misura: strumento come sistema massa, molla e smorzatore; strumenti di ordine zero, ordine uno e ordine due; risposta degli strumenti dei diversi ordini al gradino, alla rampa, all'impulso e alle oscillazioni armoniche.
6. Caratteristiche metrologiche degli strumenti: caratteristiche statiche: taratura e sua incertezza, incertezze di tipo A e B (ISO Guide); caratteristiche dinamiche: tempo di risposta, tempo morto.
7. Elaborazione statistica dei dati: propagazione dell'incertezza; regressione con i minimi quadrati, caso lineare, caso non lineare (metodo di Gauss Newton).

### DESCRIZIONE DEI DIVERSI METODI E STRUMENTI

1. Misura di lunghezze e spostamenti: trasduttori resistivi, capacitivi, magnetici, dispositivi lineari, estensimetri, sensori optoelettronici.
2. Misura di tempo: orologio al Ce, al quarzo, misura di intervalli di tempo, misure di frequenza

3. Misura di massa: bilancia a bracci, bilancia elettromagnetica.
4. Misure di velocità: tachimetri e dinamo tachimetriche, stroboscopio.
5. Misure di accelerazione e vibrazioni: accelerometri assoluti (sismici), vibrometri.
6. Misure di forza e coppia: macchina a pesi morti, dinamometri, celle di carico, torsimetri.
7. Misure di pressione: manometro a pesi diretti e a mercurio, tubo di Bourdon, diaframmi con estensimetri induttivi, capacitivi e resistivi, trasduttori piezoelettrici.
8. Misure di vuoto: vacuometro di MacLeod, vacuometro a trasferimento di momento, Pirani, Pfenning
9. Misure su fluidi: tubo di Pitot, anemometro a filo caldo, anemometro a ventola, tubo di Venturi, boccagli e diaframmi, anemometria laser.
10. Misura di temperatura: scale termometriche, scala internazionale ITS-90, termometro a gas termometri a resistenza (termoresistenze, termistori), termocoppie, termometri a radiazione.

## ESPERIENZE

- Taratura di termometri (termocoppie, termoresistenze, termistori) e relativa analisi statistica dei risultati.
- Misura mediante estensimetri della deformazione di una lamina sottoposta a flessione sotto carico.

## Risultati d'apprendimento previsti

Fornire le basi e l'approfondimento della teoria della misura e dell'uso dei principali strumenti da laboratorio e industriali.

## Eventuali propedeuticità

La maggior parte delle conoscenze di matematica e fisica per l'ingegneria.

## Testi di riferimento

1. Appunti del corso
2. E. O. Doebelin, "Strumenti e metodi di misura", Mc Graw Hill, Milano, 2001
3. S. Brandtl, "Statistical and Computational Methods in Data Analysis", North Holland Publ. (New York), 1981