



---

---

ANNO ACCADEMICO: 2017/2018

---

INSEGNAMENTO: Misure e Regolazioni Termofluidodinamiche

---

TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA: Caratterizzante

---

DOCENTE: Nicola FERRARA

---

e-mail: nicola.ferrara@unibas.it

sito web:

telefono: 3285463957

cell. di servizio:

---

Lingua di insegnamento: Italiano

---

n. CFU: 9

n. ore totali: 81

n. ore per lezioni: 48

n. ore per esercitazioni: 33

Sede: Potenza

Dipartimento/Scuola: Ingegneria

CdS: 235 Ingegneria meccanica  
magistrale

Semestre: I

---

#### OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO

*Il corso esamina i principi fisici alla base delle metodologie e degli strumenti della misura e della regolazione termofluidodinamica, analizzando*

*L'obiettivo principale del corso consiste nel fornire agli studenti le basi per affrontare la misurazione di grandezze fisiche di diversa natura (meccaniche, termiche, elettriche) e la regolazione termofluidodinamica di un sistema.*

- **Conoscenza e capacità di comprensione:**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative alla misurazione di grandezze di diversa natura (meccaniche, termiche, elettriche) nonché quelle relative alla regolazione termofluidodinamica.*

*In particolare lo studente dovrà:*

- 1. Comprendere e interpretare i principali fenomeni fisici e chimici essenziali per la misura delle grandezze fisiche e per la regolazione termofluidodinamica.*
- 2. Conoscere la struttura e il funzionamento degli strumenti di misura.*
- 3. Conoscere le tipologie di sistemi di comando, di regolazione e di controllo.*
- 4. Conoscere i parametri caratteristici dei trasduttori e l'influenza degli stessi nei sistemi di regolazione e controllo.*
- 5. Conoscere gli errori di misura e la loro classificazione.*
- 6. Comprendere le principali metodologie di misura delle grandezze fisiche e comprenderne i contesti di utilizzo.*
- 7. Comprendere le principali metodologie di regolazione termofluidodinamica e comprenderne i contesti di utilizzo.*



---

- **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare in pratica il sapere acquisito, anche, e soprattutto, in ambiti diversi da quelli nei quali le conoscenze apprese vengono tradizionalmente utilizzate, di progettare apparati di misura nonché regolatori specifici.*

*In particolare lo studente dovrà:*

- 1. Applicare le conoscenze su fenomeni fisici e chimici utili per la misura delle grandezze fisiche e per la regolazione termofluidodinamica.*
- 2. Saper interpretare i riscontri di una misurazione e ricavarne deduzioni.*
- 3. Saper analizzare il funzionamento di un sistema misurandone le grandezze fisiche.*
- 4. Saper progettare apparati di misura nonché semplici sistemi di regolazione e di controllo per risolvere problemi specifici.*

- **Autonomia di giudizio:**

*Lo studente deve essere in grado di sapere valutare in maniera autonoma i processi di misurazione e regolazione e di indicare le principali metodologie pertinenti alla misura e alla regolazione.*

- **Abilità comunicative:**

*Lo studente deve avere la capacità di spiegare, in maniera semplice, chiara e compiuta, a persone non esperte le metodologie per la misura e la regolazione, deve avere inoltre la capacità di presentare un elaborato (anche una tesi di laurea) utilizzando correttamente il linguaggio scientifico.*

- **Capacità di apprendimento:**

*Lo studente deve progressivamente rendersi autonomo dal docente, acquisendo la capacità di affinare ed approfondire le proprie conoscenze attraverso un percorso di formazione non privo di autonomia ed originalità, deve essere in grado di aggiornarsi continuamente, tramite la consultazione di testi e pubblicazioni relative alla misurazione e alla regolazione, allo scopo di acquisire la capacità di seguire Corsi di approfondimento, Seminari specialistici e Masters specifici.*

---

**PREREQUISITI**

*È necessario avere acquisito e assimilato le conoscenze dei concetti fondamentali dell'Analisi Matematica e della Fisica fornite nei corsi di "Analisi Matematica I", "Analisi Matematica II", "Fisica I" e "Fisica II", nonché la capacità di analisi critica.*

---

**CONTENUTI DEL CORSO**

*Generalità sulle unità, gli strumenti e gli errori di misura (15 ore)*

*Tipologie di applicazioni della strumentazione di misura. (3 ore)*

*Classificazione delle tipologie di applicazioni per le misure*



---

*Sistema internazionale (SI) di unità di misura (3 ore)*

*Grandezze e unità di misura. Organismi internazionali e nazionali per la metrologia. Unità del Sistema Internazionale: unità di base, unità derivate. Unità al di fuori del SI. Unità logaritmiche. Multipli e sottomultipli decimali. Regole di scrittura. Costanti fisiche.*

*Misura, incertezza di misura, errori di misura (4,5 ore)*

*Errori casuali e sistematici. Distribuzione di probabilità. Valore atteso. Valutazione dell'incertezza secondo normativa. Indicazione dell'incertezza. Propagazione degli errori. Compensazione degli errori.*

*Descrizione funzionale degli strumenti di misura. (1,5 ore)*

*Elementi funzionali di uno strumento di misura.*

*Prestazioni generali degli strumenti di misura (3 ore)*

*Caratteristiche statiche. Linearità. Isteresi. Campo di misura. Soglia. Risoluzione. Sensibilità statica. Precisione. Caratteristiche dinamiche. Strumenti di ordine zero. Strumenti di primo ordine. Strumenti del secondo ordine. Taratura degli strumenti di misura.*

*Strumenti di misura (48 ore)*

*Misure dimensionali (6 ore)*

*Il metro. Il calibro. Il micrometro.  
Il comparatore.*

*Misure di spostamento (6 ore)*

*Potenzimetri lineari e angolari. Trasformatori differenziali. Syncro. Resolver. Trasduttori capacitivi. Trasduttori piezoelettrici. Strumenti elettro-ottici. Trasduttori di spostamento digitali (encoder lineari e rotativi).*

*Misure di velocità (3 ore)*

*Trasduttori di velocità. Dinamo tachimetriche. Alternatori tachimetrici. Encoder incrementali. Accelerometri.*

*Misure di forza, coppia e potenza trasmessa da alberi (6 ore)*

*Trasduttori con estensimetri a resistenza elettrica incollati. Trasduttori a trasformazione differenziale. Trasduttori piezoelettrici. Celle di carico. Misure di coppia su alberi rotanti. Misura della potenza trasmessa da un albero (dinamometri). Trasduttori di forza a filo vibrante.*

*Misure di pressione e di suono (3 ore)*

*Manometro ad U. Barometro di Torricelli. Manometri metallici. Tubo di Pitot.  
Trasduttori estensimetrici. Trasduttori capacitivi. Trasduttori potenziometrici.  
Misure di suono. Intensità acustica. Misuratore del livello sonoro (fonometro). Microfoni. Microfono a condensatore.*

*Misure di flusso (6 ore)*

*Velocità di flusso locale, tramite sonde. Tubo di Pitot. Anemometro a filo e film caldo.  
Misure di flusso tramite metodi ottici. Anemometro laser Doppler (LDA) e Velocimetro laser Doppler (LDV).*

---



---

*Anemometria da immagini di particelle (PIV).*

*Misure di portate volumetriche. Misuratori ad area costante e a caduta di pressione variabili (misuratori a "ostruzione"). Misuratori a caduta di pressione costante e area variabile (rotametri). Il venturimetro. Boccagli e diaframmi. Misuratori a turbina. Misuratore a pompa. Misuratori di portata elettromagnetici. Flussimetro a forza di resistenza. Misuratori di flusso ultrasonici. Flussostati a scambio calorimetrico. Flussostati a vortice.*

*Misure di portata massica. Misuratore di portata volumetrica accoppiato alla misurazione di densità. Misuratori diretti di portata massica.*

*Misure di temperatura e di flussi di calore (9 ore)*

*Metodi ad espansione termica. Termometri a liquido in involucro di vetro. Termometri bimetallici. Termometri a pressione. Termometro a gas ideale.*

*Sensori termoelettrici. Termocoppie. Cella di Peltier.*

*Sensori a resistenza elettrica. Sensori a conduttore (termoresistenze). Sensori a semiconduttore (termistori).*

*Termometri digitali.*

*Metodi a radiazione. Pirometri ottici. Termovisori.*

*Sensori di flusso di calore. Calorimetri.*

*Misure di livello (3 ore)*

*Trasduttori conduttivi. Trasduttori capacitivi. Trasduttori a ultrasuoni. Trasduttori a microonde. Trasduttori a lamelle vibranti. Trasduttori a pressione idrostatica. Trasduttori a tasteggio elettromeccanico.*

*Misura dell'umidità (1,5 ore)*

*Sensore di umidità a ossido di alluminio. Sensore di umidità a specchio raffreddato.*

*Misure di tempo, frequenza e angolo di fase (1,5 ore)*

*Orologio a contatore elettronico*

*Misure di tensione, corrente e potenza elettrica (3 ore)*

*Misure di tensione. Voltmetri e potenziometri analogici. Voltmetri e multimetri digitali. Oscilloscopi.*

*Misure di corrente. Amperometro. Sensori di corrente che traducono una corrente in una tensione.*

*Trattamento dati (6 ore)*

*Manipolazione, trasmissione e registrazione di dati (3 ore)*

*Manipolazione.*

*Amplificatori. Filtri. Modulazione d'ampiezza e demodulazione. Convertitori tensione/frequenza e frequenza/tensione. Convertitori analogico-digitale e digitale-analogico.*

*Trasmissione dati.*

*Mezzi di trasmissione dati e connettività della strumentazione.*

*Registrazione dati.*

*Registratori/riproduttori a nastro magnetico e su disco.*

*Gli algoritmi di Fourier per l'analisi dei segnali (1,5 ore)*

*Rappresentazione delle funzioni armoniche. Serie di Fourier. Trasformata di Fourier.*

---



---

*Il campionamento (1,5 ore)*

*Segnali analogici e segnali digitali.  
La conversione analogico-digitale*

*Regolazione termofluidodinamica (9 ore)*

*Sistemi di regolazione (3 ore)*

*Sistemi di regolazione. Il problema della regolazione.*

*Tipi di regolazione (3 ore)*

*Regolazione on-off. Regolazione proporzionale. Regolazione integrale. Regolazione derivativa. Regolazione mista: PI, PD, PID, PIDP.*

*I regolatori (3 ore)*

*Regolatori meccanici.  
Regolatori elettronici.*

---

#### METODI DIDATTICI

*Il corso prevede 81 ore di didattica tra lezioni ed esercitazioni. In particolare sono previste 48 ore di lezione in aula e 33 ore di esercitazioni guidate.*

---

#### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

*Esame orale.*

*L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento degli obiettivi formativi precedentemente indicati.*

*L'esame consiste in una prova orale nella quale saranno valutate le conoscenze e le abilità acquisite, nonché la competenza acquisita intesa come capacità di collegare e confrontare conoscenze e abilità diverse trattate durante il corso per la risoluzione di nuovi problemi; per superare la prova è necessario acquisire almeno una votazione pari a 18/30.*

---

#### TESTI DI RIFERIMENTO E DI APPROFONDIMENTO, MATERIALE DIDATTICO ON-LINE

*Testi di riferimento:*

- *Strumenti e metodi di misura 2/ed*  
*Autore: Ernest O. Doebelin*  
*Curatore edizione italiana: Alfredo Cigada, Michele Gasparetto*  
*Casa editrice: McGraw-Hill Education*  
*ISBN: 9788838664359*

*Per la parte di corso riferita all'Idrometria si fa riferimento anche al testo:*

- *Corso di meccanica, macchine ed energia. Vol.1*  
*Autore: Cipriano Pidotella, Giampietro Ferrari Aggradi, Delia Pidotella*  
*Casa editrice: Zanichelli*  
*ISBN: 9788808920904*



---

*Per la parte di corso sui Trasduttori e sulla Regolazione si fa riferimento anche al testo:*

- *Sistemi e automazione 3 Edizione mista*  
*Autore: Graziano Natali, Nadia Aguzzi*  
*Casa editrice: Calderini*  
*ISBN: 9788852803819*

---

#### METODI E MODALITÀ DI GESTIONE DEI RAPPORTI CON GLI STUDENTI

*All'inizio del corso, dopo aver descritto obiettivi, programma e metodi di verifica, si raccoglie l'elenco degli studenti che intendono seguire il corso, corredato di nome, cognome, matricola ed email.*

*Orario di ricevimento: il mercoledì dalle 15:00 alle 17:30 presso il Campus di Macchia Romana, Facoltà di Ingegneria (III piano edificio di Ingegneria, Uffici del Laboratorio di Fisica Tecnica, stanza n.13)*

*Oltre all'orario di ricevimento settimanale, il docente è disponibile in ogni momento attraverso la propria e-mail e il contatto telefonico.*

---

#### DATE DI ESAME PREVISTE<sup>1</sup>

*07/02/2018, 07/03/2018, 11/04/2018, 16/05/2018, 13/06/2018, 11/07/2018, 12/09/2018, 10/10/2018, 07/11/2018, 06/12/2018*

---

SEMINARI DI ESPERTI ESTERNI    SI     NO

---

ALTRE INFORMAZIONI

---

---

<sup>1</sup> Potrebbero subire variazioni: consultare la pagina web del docente o del Dipartimento/Scuola per eventuali aggiornamenti