



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## SPERIMENTAZIONE NELLE MACCHINE

### LORENZO FERRARI

Academic year	2023/24
Course	INGEGNERIA DEI VEICOLI
Code	823II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
SPERIMENTAZIONE NELLE MACCHINE	ING-IND/09	LEZIONI	60	ARIANNA BALDINELLI LORENZO FERRARI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Gli studenti apprenderanno conoscenze approfondite relative alla sperimentazione nel campo delle macchine a fluido. Oltre ad alcune nozioni di base sulla metrologia, gli studenti acquisiranno conoscenze relative agli strumenti ed ai sensori utilizzati per la valutazione di grandezze come la pressione totale e statica, la direzione, la velocità, la temperatura, la portata volumetrica e massica di un flusso. Acquisiranno, inoltre, conoscenze relative a tecniche di misura avanzate come i sensori dinamici, e le tecniche non intrusive PIV, LDV e pirometria. Apprenderanno inoltre a definire in modo critico la catena di misura più adatta per la valutazione delle prestazioni di macchine e loro componenti e la caratterizzazione sperimentale dei fenomeni che in esse hanno luogo.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La conoscenza verrà verificata dalla dimostrazione della capacità di discutere gli argomenti principali del corso con una terminologia appropriata. Durante l'esame orale lo studente dovrà dimostrare la conoscenza degli argomenti del corso rispondendo alle domande in modo approfondito e con proprietà di linguaggio. Lo studente dovrà dimostrare la capacità di mettere in pratica e di eseguire con spirito critico le attività illustrate durante le lezioni. Nel rispondere alle domande fatte dal docente, lo studente dovrà dimostrare la capacità di affrontare un problema e di organizzare un'esposizione efficace dell'argomento.

##### *Capacità*

Al termine del corso lo studente sarà capace di descrivere in modo accurato le principali tecniche (standard ed avanzate) utilizzate per la valutazione sperimentale delle macchine a fluido e dei loro componenti con particolare riferimento alle prestazioni ed i fenomeni che hanno luogo in esse; sviluppare un modello di misura che sia coerente con le esigenze di accuratezza e contesto dell'applicazione; definire in modo critico la catena di misura più adatta per la valutazione.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

L'accertamento delle capacità avviene attraverso discussione in sede di esame.

##### *Comportamenti*

Lo studente avrà acquisito la capacità di pianificare, condurre e interpretare i risultati della sperimentazione nelle macchine, con la necessaria consapevolezza delle problematiche, dei limiti fisici e dei necessari compromessi nelle prestazioni dovuti alla complessità ed ai vincoli della sperimentazione in questo ambito. Lo studente avrà sviluppato un approccio razionale e metodologicamente motivato alla scelta, configurazione ed impiego della strumentazione per lo svolgimento di indagini sperimentali nel settore delle macchine a fluido.

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Verifica in sede d'esame orale mediante apposite domande volte a verificare l'acquisizione dei comportamenti indicati.

##### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenze di base dei principi di funzionamento e della tipologia delle macchine a fluido e dei sistemi energetici convenzionali acquisite negli insegnamenti dei corsi di laurea triennali in cui sono offerti corsi dei settori scientifico disciplinari della Fisica Tecnica, delle Macchine a Fluido e dei Sistemi per l'Energia e l'Ambiente

##### *Indicazioni metodologiche*



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Lezioni frontali con slide preparate dal docente;
- Discussioni collettive di casi di studio;
- Seminari di ricercatori ospiti su tematiche specifiche;
- Visite didattiche a laboratori e strutture sperimentali di rilievo
- Esperienze di laboratorio
- Frequenza: non obbligatoria, ma consigliata

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Introduzione alle misure: Nozioni di base sul processo di misura; Caratteristiche metrologiche degli strumenti; Teoria degli errori e loro propagazione; Richiami sull'acquisizione ed elaborazione di dati sperimentali;
- Misure termo-fluidodinamiche e meccaniche: Misure di pressione, temperatura, portata, velocità e direzione; Coppia, forza, numero di giri, posizione; Cenni sulla misura di inquinanti
- Misure dinamiche: Sensori piezoelettrici e piezoresistivi di pressione; Sonde a guida d'onda; Cenni sugli accelerometri;
- Tecniche di misura avanzate: Anemometria laser PIV e LDV; Particle sizing (PDA); Pirometria ottica ed acustica
- Valutazione delle prestazioni di macchine a fluido ed altri esempi applicativi

### Bibliografia e materiale didattico

Gli studenti hanno a disposizione i lucidi utilizzati dal docente

Libri di consultazione aggiuntivi:

- Measurement System - Application and design, E. O. Doebelin, Mc Graw Hill
- Theory and design for mechanical measurements, R.S. Figliola, D.E. Beasley, John Wiley & Sons, 1991
- Fundamentals of temperature, pressure and flow measurements, R.P. Benedict, A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, 1984
- Introduction to Error Analysis, Taylor J. R., University Science Books, 1997
- Measurements techniques in fluid dynamics – An Introduction, Annual Lecture series, Von Karman Institute for Fluid Dynamics
- Instrument engineers handbook. Process measurement and analysis, Bela G. Liptak, CRC PRESS, 2003

### Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono differenze con chi segue il corso

### Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale della durata approssimativa di 30 minuti (3 domande) volta all'accertamento della conoscenza degli argomenti trattati durante il corso. Durante il colloquio, al candidato potrà anche essere richiesto di risolvere problemi scritti o discutere casi studio. La prova orale non è superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e non risponde, o risponde con evidenti carenze, sulle conoscenze di base del corso.

Ultimo aggiornamento 21/08/2023 16:42