

# PROGRAMMA DEL CORSO DI MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

## SETTORE SCIENTIFICO

ING-INF/07

## CFU

6

## OBIETTIVI FORMATIVI PER IL RAGGIUNGIMENTO DEI RISULTATI DI APPRENDIMENTO PREVISTI NELLA SCHEDA SUA

/\*\*/

L'obiettivo del corso è la formazione di un moderno ingegnere rispetto alle conoscenze teoriche e sperimentali delle misure elettriche ed elettroniche utili alle attuali sfide professionali. In dettaglio, il corso fornisce nozioni teoriche e sperimentali relative ai metodi ed agli strumenti necessari alla misura delle fondamentali grandezze che caratterizzano i sistemi elettrici ed elettronici: tensione, corrente, resistenza. Allo scopo, durante il corso sono anche presentati ed utilizzati gli strumenti di misura per le moderne applicazioni in ambito elettrico: oscilloscopi di alte prestazioni, multimetri digitali, contatori elettronici. Nella parte finale del corso, sono presentati i principali sensori passivi e attivi utilizzati nelle moderne applicazioni ingegneristiche.

I principali obiettivi formativi sono i seguenti:

1. capacità di analizzare un problema di misura delle grandezze elettriche, identificando il miglior metodo e la migliore strumentazione adatta al problema.
2. individuare gli effetti indesiderati che possono influenzare il processo di misura e impattare sulla sicurezza di un sistema.
3. valutare l'incertezza complessiva del metodo di misura individuato.
3. conoscere le principali tipologie di sensori passivi e attivi.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

/\*\*/

Conoscenza e capacità di comprensione

Capacità di comprendere le verifiche di sicurezza relative ai sistemi di monitoraggio (Ob. 2)

Conoscenza dei riferimenti normativi in merito ai processi di misura (Ob. 1-3)

Conoscenza delle tecniche e strategie di monitoraggio e manutenzione di impianti e strutture (Ob. 1-4)

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Capacità di progettazione, esecuzione e controllo dei sistemi di monitoraggio (Ob. 1)

Capacità di valutare l'efficacia della sensoristica installata per la mitigazione dei rischi (Ob. 4)

Autonomia di giudizio

Autonomia di giudizio nell'analisi dei rischi nella progettazione dei sistemi di misura e controllo (Ob. 3)

Autonomia di giudizio nella valutazione dell'efficacia di dispositivi e strategie di misura (Ob. 1-2)

Abilità comunicative

Richiedere in modo chiaro e sintetico, ai propri clienti e/o interlocutori, specialisti e non, tutte le informazioni necessarie per progettare ed eseguire un corretto processo di misura (Ob. 2)

Trasferire in modo chiaro e sintetico, ai propri clienti e/o interlocutori, specialisti e non, tutte le informazioni, dati e risultati in merito alle misure svolte, evidenziando la qualità dei risultati ottenuti (Ob. 3)

Capacità di apprendere

Capacità di aggiornarsi sull'evoluzione del sistema normativo relativo ai processi di misura e alla sensoristica (Ob. 1-3)

Capacità di aggiornarsi sui continui sviluppi nell'ambito della sicurezza di carattere tecnico-scientifico riguardo a metodi e strumenti di misura (Ob. 1-4)

## PREREQUISITI

/\*\*/

Le conoscenze preliminari richieste sono quelle relative alla conoscenza di fondamenti di analisi matematica.

## PROGRAMMA DIDATTICO: ELENCO DELLE VIDEOLEZIONI

/\*\*/

- Introduzione alla metrologia e al calcolo dell'incertezza di misura
- Definizione delle principali caratteristiche metrologiche della strumentazione di misura
- Misure di tensione, corrente e resistenza

- Multimetro numerico
- Richiami della conversione analogico digitale
- Misure di tempo e frequenza
- Contatore digitale
- Oscilloscopio numerico
- Sensori passivi e attivi e circuiti di condizionamento

Elenco videolezioni:

Modulo 1: L'incertezza di misura

1. INTRODUZIONE ALLE METROLOGIA
2. SISTEMA INTERNAZIONALE DI MISURA E RIFERIBILITA' METROLOGICA
3. ERRORE, INCERTEZZA E CARATTERISTICHE METROLOGICHE DI UNA MISURA
4. FONDAMENTI DI STATISTICA PER LE MISURE
5. FONDAMENTI DI PROBABILITA' PER LE MISURE
6. TEORIA DI GAUSS
7. L'INCERTEZZA DI MISURA
8. PROPAGAZIONE DELL'INCERTEZZA DI MISURA

Modulo 2: La strumentazione di misura digitale

9. CARATTERISTICHE STATICHE DELLA STRUMENTAZIONE DI MISURA
10. CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLA STRUMENTAZIONE DI MISURA
11. EFFETTI DI CARICO DEGLI STRUMENTI DI MISURA
12. IL MULTIMETRO NUMERICO
13. CASO DI STUDIO MISURE CON MULTIMETRO NUMERICO
14. MISURE DI RESISTENZA MEDIANTE MULTIMETRO NUMERICO
15. PONTE DI WHEATSTONE
16. ELEMENTI PARASSITI IN UN CIRCUITO DI MISURA
17. INTRODUZIONE ALLA CONVERSIONE ANALOGICO-DIGITALE
18. IL CAMPIONAMENTO NELLA CONVERSIONE ANALOGICO-DIGITALE

19. LA QUANTIZZAZIONE NELLA CONVERSIONE ANALOGICO-DIGITALE
20. INTRODUZIONE AL CONTATORE NUMERICO
21. INTRODUZIONE ALL'OSCILLOSCOPIO NUMERICO
22. MODALITA' DI FUNZIONAMENTO DI UN OSCILLOSCOPIO NUMERICO

#### Modulo 3: Sensori e trasduttori

23. CASO DI STUDIO MISURE NEI PROCESSI INDUSTRIALI
24. INTRODUZIONE AI SENSORI E TRASDUTTORI
25. CARATTERISTICHE STATICHE E DINAMICHE DI SENSORI E TRASDUTTORI
26. SENSORI RESISTIVI
27. CIRCUITI DI CONDIZIONAMENTO PER SENSORI RESISTIVI
28. SENSORI REATTIVI
29. CIRCUITI DI CONDIZIONAMENTO PER SENSORI REATTIVI
30. SENSORI ATTIVI

## AGENDA

### ATTIVITÀ DI DIDATTICA INTERATTIVA (DI)

Le attività di Didattica Interattiva (TEL-DI) consistono, per ciascun CFU, in 2 ore erogate in modalità sincrona su piattaforma Class, svolte dal docente anche con il supporto del tutor disciplinare, e dedicate a una o più tra le seguenti tipologie di attività:

- sessioni live, in cui il docente guida attività applicative, stimolando la riflessione critica e il confronto diretto con gli studenti tramite domande in tempo reale e discussioni collaborative;
- webinar interattivi, arricchiti da sondaggi e domande dal vivo, per favorire il coinvolgimento attivo e la costruzione della conoscenza;
- lavori di gruppo e discussioni in tempo reale, organizzati attraverso strumenti collaborativi come le breakout rooms, per sviluppare strategie di problem solving e il lavoro in team;
- laboratori virtuali collettivi, in cui il docente guida esperimenti, attività pratiche o l'analisi di casi di studio, rendendo l'apprendimento un'esperienza concreta e partecipativa;

Tali attività potranno essere eventualmente supportate da strumenti asincroni di interazione come per esempio:

- forum;
- wiki;
- quiz;

- glossario.

Si prevede l'organizzazione di almeno due edizioni di didattica interattiva sincrona nel corso dell'anno accademico. Si precisa che il ricevimento degli studenti, anche per le tesi di laurea, non rientra nel computo della didattica interattiva.

## ATTIVITÀ DI DIDATTICA EROGATIVA (DE)

Le attività di Didattica Erogativa consistono, per ciascun CFU, nell'erogazione di 5 videolezioni della durata di circa 30 minuti. A ciascuna lezione sono associati:

- una dispensa (PDF) di supporto alla videolezione oppure l'indicazione di capitoli o paragrafi di un ebook di riferimento, scelto dal docente tra quelli liberamente consultabili in piattaforma da studentesse e studenti;
- un questionario a risposta multipla per l'autoverifica dell'apprendimento.

## TESTI CONSIGLIATI

/\*\*/

Il seguente testo consigliato è da considerare come un testo di approfondimento volontario: "MISURE, Dai fondamentali alla strumentazione; autori: Michele Norgia, Roberto Ottoboni, Alessandro Pesatori e Cesare Svelto; editore: Società Editrici Esculapio; pubblicazione: 2022."

## MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame può essere sostenuto sia in forma scritta che in forma orale. L'esame orale consiste in un colloquio con la Commissione sui contenuti dell'insegnamento. L'esame in forma scritta consiste nello svolgimento di un test composto da 31 domande. Per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte. Solo una risposta è corretta e, in caso di risposte errate o mancanti, non sarà attribuita alcuna penalità. Rispondendo correttamente a tutte le 31 domande, si consegnerà la lode.

Oltre alla prova d'esame finale, il percorso prevede attività di didattica interattiva sincrona e prove intermedie che consentono alle studentesse e agli studenti di monitorare il proprio apprendimento, attraverso momenti di verifica progressiva e consolidamento delle conoscenze.

La partecipazione alle attività di didattica interattiva sincrona consente di maturare una premialità fino a 2 punti sul voto finale, attribuiti in funzione della qualità della partecipazione alle attività e dell'esito delle prove.

Per accedere alle prove intermedie è necessario aver seguito almeno il 50% di ogni ora di didattica interattiva. Le prove intermedie possono consistere in un test di fine lezione o nella predisposizione di un elaborato. Le prove intermedie si considerano superate avendo risposto correttamente ad almeno l'80% delle domande di fine lezione.

In caso di prove intermedie che prevedano la redazione di un elaborato, il superamento delle stesse ai fini della premialità sarà giudicata dal docente titolare dell'insegnamento. I punti di premialità, previsti per le prove intermedie, sono sommati al voto finale d'esame solo se la prova d'esame è superata con un punteggio pari ad almeno 18/30 e possono contribuire al conseguimento della lode.

Le modalità d'esame descritte sono progettate per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di applicazione delle stesse e consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dalla studentessa e dallo studente. Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno

valutate anche attraverso le interazioni dirette che avranno luogo durante la fruizione dell'insegnamento.

## RECAPITI

/\*\*/

federico.carere@unipegaso.it

## OBBLIGO DI FREQUENZA

A studentesse e studenti viene richiesto di partecipare ad almeno il 70% dell'attività di didattica erogativa (70% della TEL-DE).

## AGENDA

Nella sezione Informazioni Appelli, nella home del corso, per ogni anno accademico vengono fornite le date degli appelli d'esame.

Le attività di didattica interattiva sincrona sono calendarizzate in piattaforma nella sezione Class.

Le attività di ricevimento di studenti e studentesse sono calendarizzate nella sezione Ricevimento Online.