



UNIVERSITÀ DI PISA

LABORATORIO DI STRUMENTAZIONE

ALICE BUFFI

Academic year	2020/21
Course	INGEGNERIA ENERGETICA
Code	338II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
LABORATORIO DI STRUMENTAZIONE	ING-INF/07	LABORATORI	60	ALICE BUFFI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso si propone di introdurre la strumentazione di base, i sensori, i trasduttori e i metodi di misura per misurazioni elettriche e termiche.

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica delle conoscenze avverrà attraverso una prova orale.

Capacità

Lo studente avrà acquisito la capacità di utilizzare alcuni strumenti di base.

Modalità di verifica delle capacità

Durante la prova d'esame saranno valutate le conoscenze dello studente sugli strumenti di misura e sulle modalità con cui effettuare le prove sperimentali.

Comportamenti

Lo studente potrà acquisire familiarità con gli strumenti di misura e i risultati sperimentali delle misurazioni.

Modalità di verifica dei comportamenti

Durante la prova d'esame sarà verificata la capacità dello studente di saper valutare i parametri di influenza della catena di misura.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di analisi, fisica generale e misure.

Indicazioni metodologiche

Lezioni frontali ed esercitazioni sperimentali.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione alla metrologia - Sistema internazionale delle unità di misura (SI) - Campioni di misura - Taratura di uno strumento di misura - Cifre significative - Incertezza di misura - Errori casuali e sistematici - Incertezza di categoria A - Incertezza di categoria B - Incertezza composta e estesa - Teorema del limite centrale - Metodo Monte Carlo

Curva caratteristica di uno strumento di misura - Specifiche statiche e dinamiche di uno strumento di misura - Metodo minimi quadrati per la stima della curva di taratura - Catena di misura

Teorema del campionamento - Condizione di Nyquist - Trasformata discreta di Fourier - Effetto *Leakage*

Convertitore Analogico/Digitale - Quantizzazione e codifica - Risoluzione - Codifica di segnale unipolari e bipolari - Errore di offset - Errore di guadagno - Errore di non linearità integrale e differenziale - Codici mancanti - *Effective Number of Bit* (ENOB) - *Signal to Noise and Distortion Interference* (SINAD)

Multimetro digitale - Principio di funzionamento - Misure di resistenza a due e quattro fili - Metodo voltamperometrico - Valutazione e compensazione dei consumi strumentali

Oscilloscopio digitale - Circuiti di condizionamento - Accoppiamento - Attenuatore compensato - Memoria di acquisizione e circuito di trigger - Campionamento in tempo reale e in tempo equivalente - Sonda attenuatrice compensata - Misure di sfasamento tra due segnali - Figure di Lissajous



UNIVERSITÀ DI PISA

Misure di frequenza - Analizzatore di spettro a scansione - Sintonia fissa e variabile - Analizzatori di spettro in tempo reale - Analizzatori FFT – Analisi componenti armoniche

Misure di temperatura - Scala di temperatura - Termometri bimetallici - Termometri a colonna di liquido - Termoresistenze - Termistori - Termocoppie

Misure di deformazione - Estensimetri a resistenza elettrica - Gauge Factor - Estensimetri a filo, fotoincisi, a semiconduttore - Misure di azzeramento e di deviazione con ponte di Wheatstone - Compensazione effetti della temperatura con configurazione a mezzo ponte - Ponte intero

Misure di pressione - Manometri a colonna di liquido - Manometri a soffietto - Manometri a capsula - Manometri a membrana - Manometro Bourdon - Manometri a trasduttore elettrico

Misure di umidità – Igrometri meccanici a capello – Igrometri resistivi, capacitivi e a variazione di impedenza – Psicrometro

Misure di corrente – Resistenza shunt - Bobina di Rogowski - Sensori di corrente ad effetto Hall

Bibliografia e materiale didattico

- Appunti forniti dal docente
- VIM - International Vocabulary of Metrology
- Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) – JCGM 100:2008
- Evaluation of measurement data – Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" – Propagation of distributions using a Monte Carlo method – JCGM 101:200
- Kirkup, R. B. Frenkel, "An Introduction to Uncertainty in Measurement", Cambridge University Press, 2006
- Zingales, "Misure elettriche. Metodi e strumenti", Utet Università, 1992
- P. Ripka, A. Tipek, "Modern Sensors handbook", Instrumentation and Measurement Series, ISTE Ltd, 2007

Modalità d'esame

Prova orale

Ultimo aggiornamento 16/12/2020 10:58