

Syllabus

Anno Offerta/Year	2021
Periodicità/Frequency	BIENNALE/BIENNAL
Corso di Studio	Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura/PhD programme in Civil Engineering and Architecture
Regolamento Didattico	Regolamento SDIA ver. 02.07.2012
Tematica	ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI/DATA ACQUISITION AND DATA PROCESSING
Insegnamento/Course	Tecniche di misura e trattamento dei dati per la ricerca scientifica nelle discipline ingegneristiche/ Measurement techniques and data processing for scientific research in engineering disciplines
Sede/Location	Dipartimento di Ingegneria e Architettura/DEPARTMENT OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE
Tipo attività Formativa/ Type of Training activity	Insegnamenti avanzati erogati dai Corsi di Dottorato afferenti alla SDIA (ICD)/ Advanced courses provided by PhD programmes related to SDIA (ICD)
CFU/Credits	3
Ore Attività Frontali/Hours in class lectures	18 (1 CFU = 6 h frontali) (1 CFU = 6 h in class lectures)

Tipo Testò/ Text Type	Obbligatorio/ Compulsory	Italian	English
Lingua insegnamento/ Teaching Language	Sì/Yes	Inglese	English
Contenuti/ Contents	Sì/Yes	<p>Il corso è suddiviso in due parti: una teorica e una di attività sperimentali.</p> <p>La parte teorica tratta i seguenti argomenti: Misura di una grandezza fisica, sistemi di misura e analisi dimensionale. Classificazione degli errori, loro distribuzione di probabilità e propagazione nei processi di misura. Regole di scrittura dei risultati delle misure. Principali elementi funzionali di uno strumento di misura. Accuratezza e precisione strumentale. Calibrazione statica di uno strumento. Principi di funzionamento della strumentazione utilizzata in laboratorio.</p> <p>L'attività sperimentale riguarda invece i seguenti argomenti: misure di distanza con ultrasuoni e LVDT. Misure di deformazione con estensimetri. Misure di portata con turbine e mulinelli, trasduttori di pressione. Termocoppie. Controllo di fotocamere con sincronizzazione dello scatto rispetto a trigger esterni.</p>	<p>The course is structured in two parts: theory and lab experiments. The theory lectures cover the following subjects: Measurements of physical quantities, measurement system and dimensional analysis. Errors classification, probability distribution and propagation rules. Rules on writing measurements. Accuracy and precision of instruments. Static calibration of instruments. Operating principles of the instruments used in lab.</p> <p>The experimental activities are focused on the following subjects: displacement measurements with ultrasound and LVDT. Measurements with strain gages. Flow measurements with turbines, pressure transducers. Thermocouples. Control of cameras and shutter synchronization with respect to external triggers.</p>

Testi di riferimento/ Textbooks	Sì/Yes	<p>Testi consigliati</p> <p>Misure e Controlli Idraulici (2006), Longo S., Petti M., McGraw-Hill Italia, Collana di Istruzione Scientifica, serie di Ambiente e Territorio.</p> <p>Strumenti e metodi di misura (2004), Doebelin, E.O., Mc Graw-Hill, 2004.</p> <p>Introduzione all'analisi degli errori : lo studio delle incertezze nelle misure fisiche (2000), Taylor, J.R., Zanichelli.</p>	<p>Recommended texts:</p> <p>Misure e Controlli Idraulici (2006), Longo S., Petti M., McGraw-Hill Italia, Collana di Istruzione Scientifica, serie di Ambiente e Territorio.</p> <p>Strumenti e metodi di misura (2004), Doebelin, E.O., Mc Graw-Hill, 2004.</p> <p>Introduzione all'analisi degli errori : lo studio delle incertezze nelle misure fisiche (2000), Taylor, J.R., Zanichelli.</p>
Obiettivi formativi/ Learning objectives	Sì/Yes	<p>Conoscenze e capacità di comprensione:</p> <p>Alla fine del percorso di insegnamento lo studente dovrà acquisire conoscenza degli strumenti e delle tecniche di misura delle principali grandezze di interesse per la ricerca nelle discipline ingegneristiche (misure di spostamento e di deformazione, misure reologiche e analisi di immagine, misure di flusso e di pressione, misure di temperatura, acquisizione di segnali in tensione e corrente, ecc.).</p> <p>Lo studente e sarà al corrente degli errori e dei problemi che si incontrano nell'effettuare una misura sperimentale.</p>	<p>Knowledge and understanding:</p> <p>At the end of this course, the student should gain understanding of the instruments and techniques adopted in measuring the main physical quantities in the field of engineering (displacement and deformation measurements, rheological measurements and image analysis, flow and pressure measurements, temperature measurements, acquisition of voltage and current signals, etc.).</p> <p>The student should be familiar with the errors and the problems encountered in measuring a physical quantity.</p>

	<p>Competenze:</p> <p>Lo studente dovrà essere in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizzare i dati sperimentali acquisiti durante la sperimentazione; • individuare e classificare le fonti di errore sulla base della strumentazione utilizzata; • allestire un sistema di acquisizione e controllo con software LabVIEW (ad esempio, per registrare dati da uno o più strumenti e di controllare contestualmente motori, azionamenti semplici e videocamere e/o fotocamere); • importare i dati in Matlab, identificando gli eventuali outliers ed eseguendo le elaborazioni desiderate (filtraggio nel dominio delle frequenze, calcolo delle statistiche, quantificazione dell'errore di propagazione con metodo diretto e metodo Monte Carlo); <p>Autonomia di giudizio:</p> <p>Lo studente dovrà possedere gli strumenti per valutare in maniera critica una misura sperimentale.</p> <p>Capacità comunicative:</p> <p>Lo studente dovrà possedere l'abilità di presentare in maniera chiara i risultati sperimentali anche mediante l'utilizzo di tabelle e grafici (software: Grapher).</p>	<p>Skills:</p> <p>The student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse the experimental data acquired during the tests; • Identify and classify sources of error depending on the instrumentation; • Set up an acquisition and control system with LabVIEW software (for example, to record data from one or more instruments and to simultaneously control motors, simple drives and cameras); • Import data into Matlab, identifying any outliers and performing the desired elaborations (filtering in the frequency domain, calculation of propagation error with direct method and Monte Carlo method, etc.); <p>Autonomy of judgment:</p> <p>By the end of the course, the student should be able to evaluate, with critical mind, the experimental measurements of physical quantities.</p> <p>Communication skills:</p> <p>The student will gain the ability to clearly present experimental results also with tables and graphs (software: Grapher).</p>
--	--	---

Prerequisiti/ Prerequisites	No		
Metodi didattici/ Didactic methods	Sì/Yes	La parte teorica del corso verrà illustrata mediante lezioni frontali avvalendosi della proiezione di lucidi. La parte sperimentale prevede esercitazioni pratiche condotte dagli studenti. Tali esperimenti sono anticipati da una breve lezione frontale in cui vengono introdotti gli obiettivi e gli aspetti teorici che sono alla base di ciascun fenomeno studiato. Ogni prova sperimentale è poi seguita da un'elaborazione dei dati acquisiti (in gruppi di studenti) mediante l'utilizzo di calcolatori e fogli elettronici e da una discussione dei risultati.	Slides will be used to convey the most important messages of the theory lectures. The students will perform the experiments during the lab sessions. Before each experiment, a lecture will introduce the objectives and the theoretical aspects of the physical phenomena. Then, the collected data will be analysed (in groups of students) by means of computers and spreadsheets and a discussion of the results will follow.
Altre informazioni/ Further information	No		
Modalità di verifica dell'apprendi- mento/ Learning verification mode	Sì/Yes	La verifica dell'apprendimento è basata sulla redazione di un report delle attività di laboratorio e sulla discussione del report.	The examination is based on a written lab report and an oral exam.
Programma esteso/ Extended program	Sì/Yes	Sistemi di misura e analisi dimensionale. Elementi di teoria degli errori: classificazione degli errori. Distribuzione degli errori accidentali. Errore assoluto ed errore relativo. Propagazione degli errori. Elementi	Measurement systems and dimensional analysis. Introduction to error analysis – errors classification. Statistical distribution of accidental errors. Absolute error and relative error. Combination of component errors in

<p>Extended program</p>		<p>funzionali di uno strumento di misura. Accuratezza e scostamento (bias) di uno strumento, precisione. Portata, overload, portata lineare e costante strumentale. Valore di soglia, soglia differenziale, risoluzione e isteresi. Ripetibilità e riproducibilità. Calibrazione statica e relative specifiche. Regressione ai minimi quadrati.</p> <p>Trasduttori di posizione ad ultrasuoni. Estensimetri. Reologia dei fluidi e misure di densità. Analisi di immagine. Misuratori a turbina. Trasduttori di pressione. Termocoppie. Sistemi DAQ per l'acquisizione di segnali in tensione e corrente.</p>	<p>overall system-accuracy calculations. Functional elements of a measuring instrument. Accuracy, precision and bias. Full scale, overload, threshold value, resolution and hysteresis. Repeatability and reproducibility. Meaning of static calibration. Least square regression. Laboratory experiences: US position transducers. Strain gauges. Rheology of fluids and density measurements. Image analysis. Turbine meters. Pressure transducers. Thermocouples. DAQ systems for the acquisition of voltage and current signals.</p>
--------------------------------	--	---	--