

Risorse bibliografiche


Risorsa bibliografica obbligatoria



Risorsa bibliografica facoltativa

Scheda Riassuntiva

Anno Accademico	2021/2022		
Scuola	Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione		
Insegnamento	085899 - MISURE		
Docente	Pesatori Alessandro		
Cfu	5.00	Tipo insegnamento	Monodisciplinare

Corso di Studi	Codice Piano di Studio preventivamente approvato	Da (compreso)	A (escluso)	Insegnamento
Ing Ind - Inf (1 liv.) (ord. 270) - MI (358) INGEGNERIA INFORMATICA	I1T	A	ZZZZ	085899 - MISURE
	II3	A	ZZZZ	085899 - MISURE
	IT1	A	ZZZZ	085899 - MISURE
Ing Ind - Inf (1 liv.) (ord. 270) - MI (363) INGEGNERIA BIOMEDICA	*	A	ZZZZ	085899 - MISURE
Ing Ind - Inf (Mag.) (ord. 270) - MI (471) BIOMEDICAL ENGINEERING - INGEGNERIA BIOMEDICA	*	A	ZZZZ	085899 - MISURE
Ing Ind - Inf (Mag.) (ord. 270) - MI (474) TELECOMMUNICATION ENGINEERING - INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI	*	A	ZZZZ	085899 - MISURE
Ing Ind - Inf (Mag.) (ord. 270) - MI (481) COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING - INGEGNERIA INFORMATICA	*	A	ZZZZ	085899 - MISURE

Obiettivi dell'insegnamento

L'insegnamento fornisce una valida conoscenza sui fondamenti della misurazione (inquadramento storico e istituzionale, Sistema Internazionale di unità di misura, regole operative) e sugli strumenti specifici di analisi utilizzati nelle misure (stima ed espressione dell'incertezza di misura, corrispondente analisi statistica, regressione dei dati sperimentali, elaborazione del segnale di misura, elementi di affidabilità). Saranno spiegati i principi e le modalità di funzionamento dei sistemi di acquisizione dati (DAQ) e della strumentazione digitale di misura.

Si offrirà agli studenti una descrizione con un certo dettaglio del funzionamento e delle prestazioni di strumenti di misura quali voltmetri numerici, oscilloscopi digitali, e analizzatori di spettro.

Nel corso delle attività di laboratorio si insegnerà inoltre ad utilizzare le schede DAQ e il software LabVIEW per la realizzazione di strumenti virtuali (VI, *software*) utili per le misure automatizzate e la rappresentazione dei risultati.

Risultati di apprendimento attesi

E' previsto che lo studente impari la terminologia delle misure e l'analisi dell'incertezza di misura in termini statistici. Lo studente acquisirà la conoscenza del funzionamento dei principali strumenti di misura (voltmetri, schede DAQ, oscilloscopi, analizzatori di spettro) e sarà in grado di progettare ed effettuare misure con la moderna strumentazione digitale di misura.

Le capacità di analisi e stima dell'incertezza di misura e le competenze di progettazione per l'impiego della strumentazione di misura saranno valutate attraverso domande ed esercizi presenti nel compito d'esame.

Risultati di apprendimento attesi al termine del corso e dopo il superamento dell'esame, con riferimento ai Descrittori di Dublino (DdD):

- **Conoscenza e comprensione (DdD 1)** - Lo studente conosce le definizioni del Sistema Internazionale di unità di misura e il significato delle diverse grandezze fisiche. Ha acquisito le metodologie di analisi e stima dell'incertezza di misura nelle misure dirette e indirette. Viene introdotto ai concetti di base di affidabilità di componenti e sistemi. Conosce le strutture e i principi di funzionamento dei principali strumenti per misure elettroniche (voltmetri numerici, schede di acquisizione, oscilloscopi, analizzatori di spettro).
- **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (DdD 2)** - Anche grazie alle esercitazioni su problemi di misura, lo studente acquisisce la capacità di applicare i metodi, le tecniche, e le tecnologie apprese a casi reali semplici. In particolare, è in grado di analizzare il funzionamento di un sistema di misura, di analizzare le prestazioni metrologiche (anche in maniera comparativa) tra strumentazione diversa, è capace di progettare e/o effettuare misure elettriche ed elettroniche mediante la strumentazione studiata.
- **Autonomia di giudizio (DdD 3)** - Lo studente è in grado di scegliere la corretta strumentazione di misura per una data applicazione. Lo studente sa individuare le corrette metodologie di analisi dei dati per una loro efficace rappresentazione in forma grafica.
- **Capacità di apprendimento (DdD 5)** - Lo studente ha acquisito un bagaglio di concetti e strumenti sufficientemente generali da consentirgli di affrontare studi successivi nel campo dell'analisi avanzata dei dati di misura. Ha le competenze di base per approfondire gli studi sulla strumentazione elettronica di misura e per approcciare nuovi strumenti e metodi di misurazione. Sarà in grado di approfondire anche autonomamente le conoscenze acquisite nel campo delle misure, con la capacità di leggere e comprendere articoli di carattere scientifico e tecnico e manuali applicativi sempre inerenti alla strumentazione di misura. E' inoltre in grado di utilizzare le conoscenze e competenze apprese per affrontare in maniera strutturata problemi via via più complessi.

Argomenti trattati

La misura e le principali caratteristiche metrologiche. Accuratezza, incertezza, risoluzione, sensibilità, ripetibilità, riferibilità, etc. Il sistema internazionale di unità (SI), regole e simboli del SI, vari tipi di campioni. Definizioni e operazioni su unità logaritmiche (dB, dBm, dBc, Np). Blocchi essenziali di un sistema di misura. Caratteristiche dei segnali (continui e discreti in ampiezza e tempo, periodici, aperiodici) e parametri di interesse (valor medio, efficace, di picco).

Elementi di statistica e incertezza di misura. Significato di valor medio, varianza, varianza del valor medio e numero di gradi di libertà. La miglior stima del risultato di misura e dell'incertezza statistica stimata attraverso la dispersione dei risultati (Cat. A) o con altri metodi (Cat. B). Stima dell'incertezza in misure dirette. Propagazione dell'errore e calcolo dell'incertezza in misure indirette. Indipendenza e correlazione statistiche. Compatibilità fra misure e medie pesate. Elementi di affidabilità.

La rappresentazione dei risultati sperimentali. Diagrammi cartesiani e polari. Scale lineari e logaritmiche. Interpolazione e regressione dei dati sperimentali.

Strumentazione digitale. Campionamento e conversione analogico/digitale (A/D). Voltmetri digitali e multimetri: errore di quantizzazione, risoluzione, numero di bit e numero di cifre in un convertitore A/D. Bit equivalenti. Esempi di voltmetri differenziali (approssimazioni successive e flash). Principio di integrazione e voltmetro integratore a doppia rampa.

Sistemi di acquisizione dati. Schede di acquisizione. Linguaggio di programmazione LabVIEW e strumenti virtuali (VI). Protocolli di comunicazione tra strumenti (RS232, IEEE488 e USB). Durante le esercitazioni di laboratorio saranno approcciati i fondamenti di programmazione del linguaggio LabVIEW e quanto appreso sarà direttamente verificato mediante la preparazione di esperimenti di misura basati su schede di acquisizione dati. Si sperimenteranno in concreto le problematiche connesse con il condizionamento e l'elaborazione del segnale di misura.

Strumentazione di base per misure. Oscilloscopio digitale: campionamento in tempo reale e in tempo equivalente; modalità di trigger avanzato; misure automatiche. Esempi di misure con l'oscilloscopio (ampiezza, fase, frequenza, tempo di salita, etc.). Analizzatore di spettro: sistemi analogici per l'analisi simultanea e sequenziale, strumenti digitali con analisi numerica (FFT). Risoluzione in frequenza e sensibilità di un analizzatore di spettro.

Attività di laboratorio

Le attività di laboratorio sono di tipo sperimentale con l'obiettivo di familiarizzare gli studenti con i programmi SW di acquisizione dei segnali e grandezze dal mondo analogico esterno. Il laboratorio ha lo scopo di avviare l'istruzione dello studente nell'uso della moderna strumentazione digitale di misura. In particolare, saranno accennati e messi in pratica i fondamenti di programmazione del linguaggio LabVIEW: quanto appreso sarà direttamente verificato mediante la preparazione di esperimenti di misura, su componenti e circuiti elettronici, svolti mediante schede di acquisizione dati. Si sperimenteranno in concreto le problematiche connesse con il condizionamento e l'elaborazione del segnale di misura. Gli studenti avranno la possibilità di cimentarsi anche nell'uso della strumentazione di misura (voltmetri numerici, generatori di funzioni, oscilloscopi digitali, e analizzatori di spettro) per la caratterizzazione dei

segnali elettrici e elettronici. Ciascuno studente potrà svolgere 8 ore di laboratorio suddivise in 2 esercitazioni (di 4 ore ciascuna). Il calendario delle esercitazioni di laboratorio sarà pubblicato sulla pagina WEB www.elet.polimi.it/corsi/labgolgi. I dettagli organizzativi relativi alle attività di laboratorio e alle corrispondenti valutazioni saranno presentati a esercitazione e comunque resi consultabili alla pagina WEB del Corso.

Prerequisiti

Non sono richieste conoscenze specifiche al di là delle conoscenze di base di Matematica e Informatica.

Modalità di valutazione

La valutazione dello studente è effettuata in base all'esito della prova d'esame e dei laboratori.

Non sono previste prove in itinere.

La prova d'esame consiste in una verifica scritta, di durata circa 1.5-2 ore e da svolgersi il giorno dell'appello, seguita eventualmente da una breve interrogazione orale.

L'accesso alla prova scritta è condizionato al superamento di un pre-compito con una decina di domande a risposta multipla (sempre da svolgersi il giorno dell'appello). Dunque, la possibilità di consegnare il compito scritto è vincolato al superamento del pre-compito nel quale è richiesto di non dimostrare una grave impreparazione sugli argomenti di base dell'insegnamento: di norma, non riuscire a raggiungere 4-5 punti su 10 in tale prova non consente di proseguire con l'esame.

Il compito scritto è costituito da circa 3 esercizi, principalmente di calcolo, sugli argomenti base dell'insegnamento.

Nel compito, come certamente nel pre-compito, possono essere presenti anche quesiti teorici.

L'ordine logico e la chiarezza espositiva nel rispondere alle domande e nella soluzione dei problemi costituiscono elemento di valutazione. L'esame scritto, così come strutturato, consente di verificare i risultati di apprendimento attesi, anche già indicati secondo i Descrittori di Dublino.

Le date delle singole prove saranno comunicate con un congruo anticipo in aula e sulla pagina web del corso.

Altre informazioni (anche sugli appelli e la logistica dell'insegnamento) sono reperibili alla Pagina WEB: http://home.dei.polimi.it/svelto/didattica/index_didattica.html o sulla pagina BeeP dell'insegnamento.

Reperibilità del docente: Prof. Cesare Svelto Tel. 02-2399.3610 e-mail cesare.svelto@polimi.it

Bibliografia

 E. Bava, R. Ottoboni, C. Svelto, "**Fondamenti della Misurazione**", Editore: Società Editrice Esculapio - Bologna, Anno edizione: 2005, ISBN: 88-7488-043-X
Note: Costo circa 17 Euro. Disponibile presso la Biblioteca di PoliMI.

 E. Bava, G. Galzerano, M. Norgia, R. Ottoboni, C. Svelto, "**Misure Elettroniche di Laboratorio**", Editore: Pitagora Editrice - Bologna, Anno edizione: 2005, ISBN: 88-371-1592-X

Note: Costo circa 15 Euro. Disponibile presso la Biblioteca di PoliMI.

 M. Norgia, A. Pesatori, C. Svelto, "**Esercizi di Misure**", Editore: Società Editrice Esculapio - Bologna, Anno edizione: 2006, ISBN: 88-7488-150-9

Note: Costo circa 15 Euro. Disponibile presso la Biblioteca di PoliMI.

Software utilizzato

Software	Info e download	Virtual desktop ?	PC studente ?	Aule ?	Altri corsi ?
NATIONAL INSTRUMENTS Labview		NO	SI		

Forme didattiche

Tipo Forma Didattica	Ore di attività svolte in aula (hh:mm)	Ore di studio autonome (hh:mm)
Lezione	28:00	42:00
Esercitazione	20:02	26:12
Laboratorio Informatico	0:00	0:00
Laboratorio Sperimentale	8:03	0:42

Laboratorio Di Progetto	0:00	0:00
Totale	56:05	68:54

Informazioni in lingua inglese a supporto dell'internazionalizzazione

Insegnamento erogato in lingua  Italiano
Disponibilità di libri di testo/bibliografia in lingua inglese
Possibilità di sostenere l'esame in lingua inglese
Disponibilità di supporto didattico in lingua inglese