



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2023/2024

Misure elettriche (I3D)

- Bucci Giovanni - Fiorucci Edoardo -

(Aggiornato il 12-10-2023)

Contenuti del corso (abstract del programma):

Nell'ambito del corso sono sviluppate le tecniche di misura di grandezze elettriche ed i metodi per l'analisi dei risultati delle misure e la valutazione dell'errore, attraverso l'utilizzo degli strumenti di misura piu' comuni. Sono esaminati la strumentazione analogica e digitale e il condizionamento dei segnali. Le conoscenze richieste erano i contenuti dei corsi di Elettrotecnica e di Elettronica.

Programma esteso:

<--[if supportLists]--> **Teoria della misurazione (SI).** Introduzione al corso. Sistemi di unità di misura. SI. Legame tra definizione e realizzazione dell'unità di misura. Nuovo SI. Legame tra definizione e realizzazione dell'unità di misura. Realizzazione delle unità. Campioni internazionali.

<--[if supportLists]--> **Qualità di una misura** Classificazione di errori ed incertezze di misura Legge di propagazione degli errori e delle incertezze. Rappresentazione delle grandezze misurate. Tendenza centrale dei dati. Dispersione dei dati di misura. Deviazione standard sperimentale, fattore di Bessel. Distribuzione normale. Distribuzione normalizzata. Test statistici. Espressione dell'incertezza secondo la guida ISO. Incertezza combinata e fattore di copertura.

<--[if supportLists]--> **Campioni.** Campioni di fem. Pila Weston satura e non satura. Campioni di fem allo stato solido. Campioni di resistenza a 3,4 e 5 morsetti. Campioni di resistenza a cassetta: a spina ed a commutatore. Campioni di capacità. Schermatura. Angolo di perdita. Circuito equivalente. Campioni di induttanza. Fattori di merito D e Q. Campioni di tempo e frequenza: campioni primari, secondari ed al quarzo. Caratteristiche.

<--[if supportLists]--> **Misurazione di resistenza.** Reostati. Circuiti di regolazione serie e parallelo. Introduzione alla misurazione di resistenza. Tecnica volt-amperometrica. Misura di resistenze di valore ridotto. Misura di resistenze di elevato valore. Misura di resistenza di isolamento superficiale e di massa. Ponti in DC. Ponte di Wheatstone a squilibrio.

<--[if supportLists]--> <--[endif]--> **Protezione dal rischio elettrico nella strumentazione.** Rischio elettrico. Dispositivi dell'impianto elettrico importanti ai fini della protezione. Classificazione dei sistemi elettrici. Protezioni contro i contatti accidentali. Sistemi di protezione per ambienti medici.

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**Contatore elettronico.** Principio di funzionamento del contatore. Schema a blocchi. Base dei tempi. Sezione d'ingresso. Misura di frequenza. Misura del periodo. Schema a blocchi e principio di misura. Contatori reciproci. Misura di intervallo di tempo Schema a blocchi e principio di misura. Conteggio di eventi Incertezze di misura. 8

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**Impedenzometro.** Note sul comportamento dei circuiti passivi. Impedenzometro: principio di funzionamento. Architettura. Impedenzometro: elaborazioni numeriche.

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**Trasduttori.** Introduzione ai sensori e trasduttori: nomenclatura. Principio di funzionamento dei sensori. Grandezze caratteristiche di un sensore. Prestazioni.

Trasduttori di campo magnetico ad effetto Hall e magnetoresistivi. Trasduttori di corrente (TA, a misurazione di flusso, a compensazione di flusso, shunt, bobina di Rogowski. Trasduttori di tensione: TV e ad effetto Hall.

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**Circuiti di condizionamento per sensori.**

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**Voltmetri elettronici.** Sezione di condizionamento. Impedenza d'ingresso. Richiami sui parametri di un segnale in corrente alternata. Convertitore voltmetrico AC/DC a valore di picco, a vero valore efficace e a valore medio. Incertezza di misura nei voltmetri elettronici analogici.

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**SAD.** SAD multicanale. Classificazione delle sorgenti di segnale e dei sistemi di misura. Il rumore sul segnale d'ingresso. Riduzione degli effetti dei disturbi. Scelta dello stadio d'ingresso del SAD.

<--[if supportLists]--> - **Dispositivi di conversione A/D.** Condizionamento dei segnali d'ingresso. Campionamento. Processo di quantizzazione e codifica. Scelta della frequenza di campionamento. Influenza della durata della fase di conversione. Circuiti di campionamento e tenuta. Convertitore A/D a rampa numerica. Convertitore A/D ad inseguimento. Convertitori A/D ad approssimazioni successive. Convertitore A/D di tipo parallelo (flash). Convertitori multistadio e interleaved. Convertitori A/D a conversione tensione-frequenza. Convertitori A/D a doppia rampa. Applicazione dei convertitori ad integrazione

<--[if supportLists]--> **Oscilloscopi.** Principio di funzionamento dell'oscilloscopio analogico. CRT. Sezione orizzontale e verticale. Limiti. Oscilloscopio digitale. Architettura. Partitore RC compensato. Circuito di trigger. Campionamento in tempo reale e in tempo equivalente. Velocità di campionamento e banda passante. Tecniche di visualizzazione del segnale. Modalità d'acquisizione. Tecniche per l'incremento della risoluzione e del rapporto S/N. Sonde passive e attive.

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**Wattmetri elettronici.** Wattmetri con moltiplicatori analogici; wattmetri con moltiplicatore ad effetto Hall. Wattmetri digitali. Generalità sui misuratori di energia. 3

<--[if supportLists]--> <--[endif]-->**Analizzatori di spettro.** Analizzatori di spettro a banco di filtri. Analizzatori a filtro selettivo accordabile. Analizzatore a supereterodina. Analizzatori a supereterodina con stadi di miscelazione multipli. Analizzatore con sezione IF digitale. Generatore di tracking. FFT analyzer.

Modalità d'esame:

L'esame verterà sostenuto in modalità orale, illustrando 3 degli argomenti previsti nel programma e svolto a lezione, che verranno richiesti dalla commissione d'esame.

Risultati d'apprendimento previsti:

Acquisire le conoscenze di base nel campo delle Misure Elettriche ed elettroniche. Saper impostare una misura, scegliendo i metodi, gli strumenti e le tecniche di trattamento dei dati, saper determinare l'incertezza del risultato finale, anche in relazione alla normativa vigente.

Link al materiale didattico:

<https://moodle.univaq.it/>

Testi di riferimento:

[Dispense delle lezioni:](#)

Harry N. Norton, Handbook of transducers, Prentice Hall PTR, 1989

M. J. Usher, Sensors and transducers, Macmillan, 1985

John G. Webster, Measurement, Instrumentation, and sensors, CRC Press, IEEE Press, 1999

Domenico Mirri, Strumentazione elettronica, CEDAM, 2004

Robert A. Witte, Spectrum and network measurements, Prentice Hall 1991

Morris Engelson, Modern spectrum analyzer theory and applications, Artech House, 1984