

# Università di Pisa

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

**Misure elettroniche e strumentazione** - 9 C.F.U.

**Giovanni Basso - Stefano Di Pascoli**

(lezione: 60 ore, laboratorio: 30 ore)

*Obiettivi formativi:* apprendimento delle tecniche di misura delle principali grandezze elettriche (tensioni, correnti, resistenze), mediante lo studio del principio di funzionamento e delle applicazioni degli strumenti elettronici impiegati a tale scopo, compresi gli strumenti per l'analisi dei segnali (nel dominio del tempo e in quello della frequenza); cenni sulle modalità di utilizzo di strumenti elettronici per la misura delle principali grandezze fisiche non elettriche (temperatura, spostamenti, deformazioni, ecc.), con l'ausilio di trasduttori.

**Propedeuticità:** Elettrotecnica

**Prerequisiti:** Conoscenza delle diverse configurazioni di amplificatori (basati su amplificatori operazionali e a componenti discreti) e delle loro caratteristiche; dipendenza di tali caratteristiche da quelle degli elementi attivi impiegati (prodotto guadagno-banda, generatori equivalenti di offset, slew-rate, ecc.).

**Introduzione.** Definizione di misura, unità di misura, campioni di misura, errori, accuratezza, precisione, sensibilità, calibrazione di uno strumento. Il rumore nei sistemi di misura. Strumentazione assistita da calcolatore, sistemi di acquisizione dati e sistemi automatici di test.

**Strumenti elettromeccanici.** Principio di funzionamento e costituzione, effetti perturbatori dell'inserzione, strumenti per misure di tensione, corrente e potenza (in C.C. e in C.A.) e di resistenza.

**Circuiti e sistemi per il condizionamento del segnale.** Raddrizzatori, amplificatori differenziali, convertitori corrente-tensione, resistenza-tensione, porte di campionamento, partitori e ponti di misura.

**Introduzione agli strumenti digitali.** Convertitori analogico-digitale e digitale-analogico: principio di funzionamento, caratteristiche statiche e dinamiche, esempi di convertitori e relative caratteristiche. Il multimetro digitale.

**Strumenti ad alta sensibilità.** Nanovoltmetro, elettrometro, picoamperometro, coulombmetro.

**Oscilloscopio.** Tubi a raggi catodici; oscilloscopio analogico: principio di funzionamento, caratteristiche, modalità di impiego. Oscilloscopio digitale: principio di funzionamento, gestione della memoria, interpolazione, modalità di campionamento (in tempo reale e in tempo equivalente), eventi di trigger e confronto con l'o. analogico. Sonde per oscilloscopi. Impiego e applicazioni.

**Generatori di forme d'onda.** Sintesi di frequenza analogica e digitale; generatori di forme d'onda arbitraria.

**Misure di tempo e di frequenza.** Frequenzimetro analogico, strumenti a contatore, contatore universale; misure di sfasamento.

**Analisi di segnali nel dominio della frequenza.** Analizzatori di spettro a scansione e analizzatore dinamico di segnali.

**Sistemi per la caratterizzazione di dispositivi a semiconduttore.** Misuratori di parametri a S.M.U.

**Strumenti per la diagnostica su sistemi digitali.** Analizzatore di stati logici e generatore di pattern digitali.

**Laboratorio:**

Esperienze di misura su materiali, componenti attivi e passivi e circuiti, mirate all'apprendimento dell'uso della strumentazione usata in un laboratorio elettronico e alla gestione e interpretazione delle fonti di incertezza intrinseche nell'attività di misura.

**Verifica di apprendimento**

- teoria: esame orale, con la richiesta di risoluzione di semplici esercizi numerici.
- laboratorio: l'attività sperimentale è valutata sulla base della presenza in laboratorio e della qualità delle relazioni svolte sulle singole esperienze.

**Testi di Riferimento**

- G. Basso, B. Neri, Appunti di Strumentazione Elettronica, Il Campano, Pisa, 2011
- D.Buchla, W.MCLachlan, Applied Electronic Instrumentation and Measurement, Maxwell Macmillan International Eds., New York, 1992.
- Materiale fornito dai Docenti, reso disponibile via Internet.