

**Programma del Corso di**  
**MISURE ELETTRONICHE**  
**A.A. 2016/2017**  
**Docente: Prof. Fabrizio Russo**

Misure e incertezze di misura: misure dirette e indirette, errori e incertezze, accuratezza e precisione di una misura. Campioni delle grandezze elettriche. Strumenti analogici in c.c.: galvanometro, amperometro e voltmetro magnetoelettrici, errori di inserzione, ohmetro, tester analogico. Taratura di strumenti. Metodi di confronto. Ponte di Wheatstone. Metodi di ponte in c.a.

Circuiti di conversione c.a./c.c. Circuiti elettronici fondamentali per la strumentazione. Sorgenti di segnali: generatore di funzioni. Oscilloscopio analogico: schema a blocchi, limiti in frequenza, base dei tempi e sincronizzazione, circuiti del canale orizzontale e del canale verticale, doppia traccia, modalità X-Y, impedenza di ingresso ed effetto di carico. Sonda attenuatrice compensata.

Frequenzimetro digitale a contatore: misura diretta di frequenza e di periodo, risoluzione e accuratezza, circuiti di condizionamento del segnale, misure di intervalli di tempo, di differenze di fase, misure in AF col prescaler.

Introduzione alle tecniche di conversione analogico/digitali (A/D). Voltmetri numerici a rampa singola, a doppia rampa e a conversione tensione/frequenza (V/F). Reiezione dei disturbi nei voltmetri a integrazione. Multimetro digitale: schema a blocchi, circuiti di ingresso per misure in c.c. e c.a., circuiti per misure di corrente e per misure di resistenza, considerazioni sulla accuratezza e sulla rappresentazione dell'incertezza di misura, esempi.

Introduzione alla strumentazione a campionamento. Campionamento di segnali variabili nel tempo: teorema del campionamento, ricostruzione del segnale ed errore di aliasing. Circuiti sample/hold (S/H): schema a blocchi ed errori. Convertitori A/D veloci: schema a blocchi, funzionamento e caratterizzazione metrologica dei convertitori ad inseguimento, ad approssimazioni successive, di tipo parallelo ("flash"), di tipo "subranging", con struttura a "pipeline" e di tipo "time-interleaved". Convertitori digitali/analogici (D/A): convertitore D/A con rete di resistenze "a scala" e a "resistenze pesate" (cenni). Caratterizzazione generale degli errori nei convertitori A/D e D/A. Generatore di forme d'onda arbitrarie (AWG) basato su sintesi digitale diretta (DDS).

Oscilloscopio digitale a memoria: struttura dello strumento, modalità di campionamento, modalità di sincronizzazione, elaborazione dei campioni, numero effettivo di bit, accuratezza. Misure con l'oscilloscopio: misure di tensione, guadagno, differenza di fase (col metodo della base dei tempi). Misure con le figure di Lissajou (cenni), misura della risposta in frequenza di un filtro. Misura di capacità e induttanza col metodo della risposta al gradino e della risposta in frequenza.

Interfacciamento di convertitori A/D e D/A in un sistema di misura basato su microprocessore: tecniche base, circuiti di selezione dispositivo, esempi di routine assembly per il controllo di convertitori A/D e D/A.

Architetture hardware per strumentazione programmabile (sistemi "stand alone", sistemi con interfaccia USB, sistemi modulari VXI e PXI). Sistemi automatici di misura con bus standard IEEE-488. Standard commands for programmable instrumentation (cenni) Sistemi di acquisizione dati interfacciati a personal computer: caratteristiche generali, cause di inaccuratezza, metodi di correzione e tecniche di programmazione (di base). Strumenti virtuali.

Wattmetro numerico. Impedenzometro numerico. Analizzatore di spettro numerico.

**Lingua di insegnamento** italiano

**Testi di riferimento**

A. Carullo, U. Pisani, A. Vallan, "Fondamenti di misure e strumentazione elettronica", CLUT, 2006.

R. B. Northrop, "Introduction to Instrumentation and Measurements", CRC Taylor & Francis, 2005.

**Prerequisiti**

Elettrotecnica

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in laboratorio

**Altre informazioni**

La frequenza alle lezioni ed esercitazioni è obbligatoria

**Programma del Corso di**  
**MISURE ELETTRONICHE**  
**A.A. 2016/2017**  
**Docente: Prof. Fabrizio Russo**

Errors and uncertainties in measurements. Precision and accuracy. Measurement of electrical quantities: measurement units and standards. A brief overview of analog instruments for DC measurements: galvanometer, voltmeter, ammeter, ohmmeter, (structure, loading effects and accuracy). Calibration. Wheatstone bridge. AC bridges.

Devices for AC/DC conversion. Average-responding meters. Peak reading meters. True RMS meters. Electronic circuits for instrumentation. Sources of signals: function generators, sine shapers. Analog oscilloscope: block diagram and basic operation. Oscilloscope probes.

Frequency counters (frequency measurement, period measurement, reciprocal counter, universal counter, accuracy).

Digital voltmeters (single slope, dual slope, voltage to frequency conversion type). Digital multimeters (DMMs): front end circuits for voltage, current and resistance measurements,

The sampling theorem: signal reconstruction and aliasing error. Sample/hold circuits and related errors. Analog to digital converters (ADCs): basic architectures (counter ramp type, successive approximation, parallel (flash), subranging, pipelined, time-interleaved architectures). ADC specifications and terminology: ADC transfer function, quantization error, gain error, offset error, monotonicity and missing codes, nonlinearity errors (DNLE and INLE). Digital to analog converters (DACs): weighted resistor DAC, 2R-R resistor ladder DAC, typical errors. Arbitrary waveform generators based on direct digital synthesis (DDS).

Digital storage oscilloscope (DSO): block diagram, real-time sampling, equivalent-time sampling (sequential sampling and random repetitive sampling), input impedance, bandwidth, waveform reconstruction, mathematical functions, accuracy, effective number of bit. Oscilloscope measurements (voltage, gain, frequency, time intervals, phase, frequency response of a filter).

Interfacing ADCs and DACs in microprocessor-based measurement systems.

Hardware platforms for programmable instrumentation: "stand-alone" instruments, PC-based instruments, modular instruments. Automatic test equipments using the IEEE-488 bus. Standard commands for programmable instrumentation. PC-based data acquisition systems: hardware and software aspects, implementation of measurement functions (basic techniques). Virtual instruments.

Digital power meter. LCR meter. FFT-based spectrum analyzer.

**Lingua di insegnamento** Italian

**Testi di riferimento**

A. Carullo, U. Pisani, A. Vallan, "Fondamenti di misure e strumentazione elettronica", CLUT, 2006.

R. B. Northrop, "Introduction to Instrumentation and Measurements", CRC Taylor & Francis, 2005.

**Prerequisiti** electrical circuits

**Metodi didattici** lessons and laboratory

**Altre informazioni** attending lessons and laboratory is mandatory