

## Corso di Circuiti e Misure Elettroniche AA 2017-18 - Docente Prof. Cesare Svelto

<p><i>Argomento</i> Introduzione al Corso. Metrologia e SI.</p>	<p><i>Note</i> Programma, materiale didattico, logistica, modalità d'esame e valutazioni. Importanza delle Misure e dei Circuiti Elettrici. Cenni storici ed evoluzione SI. Errori di misura. Definizioni metrologiche.</p>
<p><i>Argomento</i> Metrologia e SI.</p>	<p><i>Note</i> Definizioni metrologiche. Organismi per la metrologia. SI e sue proprietà: 7 unità di base (nome, simbolo, definizione, realizzazione) e unità derivate. Campioni elettrici altamente riproducibili: pila a effetto Josephson e resistore a effetto Hall quantizzato. Ridefinizione del kilogrammo. Il "nuovo SI" sulla base delle costanti di natura. Tipi di campioni e tarature.</p>
<p><i>Argomento</i> Metrologia e SI. Unità logaritmiche. Introduzione ai circuiti elettrici.</p>	<p><i>Note</i> Simboli e regole del SI. Importanza delle unità logaritmiche e regole di calcolo. Bel, decibel (dB), dBx, dBm. Rapporti tra potenze e ampiezze. Neper, dBc, RIN. Costanti fisiche e miglioramento della conoscenza (riduzione incertezza) nel tempo. Carica, corrente, tensione.</p>
<p><i>Argomento</i> ESERCITAZIONE --- Esempi di calcolo con le unità logaritmiche. Esempi di calcolo con le grandezze fisiche elettriche.</p>	<p><i>Note</i></p>
<p><i>Argomento</i> Tensione. Segnali nel tempo. Esempi numerici. Circuito: rami, nodi, maglie. Esempi. Leggi di Kirchhoff: KCL ai nodi e KVL alle maglie. Esempi di calcolo. Potenza e energia. Convenzione degli utilizzatori / dei generatori. Potenza assorbita / erogata e convenzioni di segno. Esempi numerici. Teorema di Tellegen. Esempi di calcolo.</p>	<p><i>Note</i></p>
<p><i>Argomento</i> ESERCITAZIONE --- Esempi/esercizi di calcolo sugli argomenti della lezione.</p>	<p><i>Note</i></p>
<p><i>Argomento</i> Esempi di calcolo. Elementi circuitali elementari (bipoli adinamici).</p>	<p><i>Note</i> Esempi di calcolo sul bilanciamento delle potenze in un circuito. Caratteristica del componente e sistema risolvete di un circuito. Bipolo ideale e non-idealità. Classificazione dei bipoli. Elementi circuitali attivi e passivi. Resistore, legge di ohm, caratteristica v-i e i-v, resistenza e conduttanza, non-idealità. Corto circuito e circuito aperto. Interruttori. Principio di dualità. Generatori indipendenti e dipendenti (controllati).</p>

<p><i>Argomento</i>  ESERCITAZIONE ---  dB e dBm.  Leggi di Kirchhoff e circuiti resistivi.</p>	<p><i>Note</i>  Esercizi (5 diversi) di calcolo su dB e dBm.  Esercizi sulla applicazione delle KL per ricavare correnti e tensioni di un circuito. Prima KCL solo correnti, poi KVL e solo tensioni, poi entrambe.  Richiami sulla convenzione degli utilizzatori e sulle equazioni costitutive del resistore.  Esercizi sulla conservazione dell'energia e somma delle potenze in un circuito.  Combinazione di resistenze in serie e di resistenze (conduttanze) in parallelo.</p>
<p><i>Argomento</i>  Bipoli adinamici. Teoremi dei circuiti.</p>	<p><i>Note</i>  Esempi di calcolo sui generatori indipendenti.  Connessione serie e parallelo di generatori.  Resistenza equivalente: definizione e metodi di calcolo.  Circuiti a singola maglia o a singola coppia di nodi.  Connessione serie e parallelo di resistori, partitore di tensione e di corrente, casi particolari.  Esempi di calcolo della resistenza equivalente.  Bipoli di Thevenin e di Norton. Trasformazione di generatori. Esempio di calcolo con la trasformazione di generatori.  Generatori reali, effetto di carico, condizioni per comportamento quasi- ideale.  Trasformazioni Stella-Triangolo. Sommario del Cap. 2 "Elementi circuitali elementari (bipoli adinamici)". Introduzione al Cap. 4 "Teoremi dei circuiti.  Motivazioni. Linearità.  Principio di sovrapposizione degli effetti.</p>
<p><i>Argomento</i>  ESERCITAZIONE --- Esempi/esercizi di calcolo sugli argomenti della lezione.</p>	<p><i>Note</i></p>
<p><i>Argomento</i>  Teoremi dei circuiti. Amplificatore operazionale.</p>	<p><i>Note</i>  Trasformazioni di sorgenti. Esempio.  Teorema di Millman. Esempio.  Teorema di Thevenin. Esempio.  Teorema di Norton. Esempio.  Massimo trasferimento di potenza. Esempio.  Cosa è e a cosa serve un Op-Amp. Modello circuitale a 6 e a 4 terminali (inclusendo le alimentazioni).  Significato e nomi delle tensioni rilevanti. Caratteristica ingresso-uscita: regione lineare e zone di saturazione.</p>
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico)</i>  ESERCITAZIONE su leggi di Kirchhoff, sovrapposizione degli effetti, trasformazioni di Thevenin e Norton</p>	<p><i>Note</i>  ESE da Esercitazione02.pdf</p>
<p><i>Argomento</i></p>	<p><i>Note</i></p>

Circuiti con Op-Amp.	Modello elettrico Op-Amp reale e confronto tra reale e ideale. Esempio con Op-Amp ideale. Amplificatore invertente. Esempio con amplificatore invertente. Amplificatore non invertente. Esempio con amplificatore non invertente. Amplificatore sommatore. Esempio di calcolo. Amplificatore differenziale. Cancellazione della tensione d'ingresso di modo comune. Esempio di calcolo. Circuiti con Op-Amp in cascata. Esempi con Op-Amp in cascata. Applicazioni di circuiti con Op- Amp: convertitore D/A, convertitore corrente-tensione, amplificatore per strumentazione. Riepilogo configurazioni con Op-Amp e diversi guadagni o "operazioni" realizzabili.
<i>Argomento</i> ESERCITAZIONE --- Esempi/esercizi di calcolo sugli argomenti della lezione.	<i>Note</i>
<i>Argomento</i> Condensatore. Induttore.	<i>Note</i> Condensatore ideale e non ideale. Caratteristiche (in forma differenziale e integrale) e proprietà. Andamenti della tensione (variabile di stato) con la corrente. Circuito derivatore e integratore. Condensatori in serie e in parallelo. Induttore ideale e non ideale. Caratteristiche (in forma differenziale e integrale) e proprietà. Andamenti della corrente (variabile di stato) con la tensione. Sovracorrente di apertura di un interruttore aperto in un circuito induttivo.
<i>Argomento</i> Induttore. Transitori (circuiti del primo ordine).	<i>Note</i> Induttore reale. Induttori in serie e in parallelo. Sommario della lezione su condensatori e induttori. Circuiti RC e RL in evoluzione libera. Transitorio e andamento di regime. Soluzione dell'equazione differenziale del primo ordine, prima omogenea e poi non omogenea. Costante di tempo (e rapidità di risposta), valore iniziale e valore finale. Esempio sui transitori RC e RL. Circuiti riconducibili a RC e RL. Circuiti RC e RL con un generatore costante: transitorio con soluzione di regime non nulla (imposta dal generatore). Circuiti RC e RL autonomi con rete/bipolo equivalente di Thevenin e di Norton.
<i>Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico)</i> ESERCITAZIONE su sovrapposizione degli effetti, trasformazioni Thevenin e Norton, e Transitori	<i>Note</i> ESE da file Esercitazione03.pdf e Esercitazione04.pdf
<i>Argomento</i> Circuiti RC e RL del 1° ordine. Regime sinusoidale.	<i>Note</i> Soluzione del circuito RC e RL, con valore iniziale e valore finale e costante di tempo, per la variabile di stato e quindi sostituzione dell'elemento dinamico con il generatore corrispondente (di corrente o tensione) per risolvere il circuito. Metodo sistematico per la risoluzione del circuito (del primo ordine) in transitorio: caso RC e caso RL. Circuiti instabili ( $\text{Re}q < 0$ ) del primo ordine. Analisi della grandezza in funzione del tempo dopo il valore iniziale. Assenza del transitorio e di un regime. Effetto dei termini forzanti (generatori). Linearità e sovrapposizione degli effetti nei circuiti RC e RL del 1° ordine. Sommario. Introduzione al regime sinusoidale: importanza pratica e significato dell'analisi dei circuiti in regime sinusoidale. Ripasso sui numeri complessi e relative operazioni di uso corrente, poi con i fasori. Sinusoidi e fasori: grandezze sinusoidali e loro parametri (ampiezza e fase, pulsazione, periodo e frequenza); sfasamento (ritardo e anticipo); valori di frequenze dei segnali elettrici; fasori e operazioni (moltiplicazione per costante, somma/differenza, derivazione). Legame tra fasori e sinusoidi. Risposta del circuito all'ingresso sinusoidale nel dominio trasformato di Steinmetz (metodo dei fasori).
<i>Argomento</i>	<i>Note</i>

Regime sinusoidale.	<p>Risposta a un ingresso sinusoidale in termini di equazioni differenziali e soluzione sia per la grandezza di stato che per le altre grandezze del circuito in regime sinusoidale.</p> <p>Importanza della risoluzione dei circuiti mediante equazioni algebriche nel dominio dei fasori anziché equazioni differenziali nel dominio del tempo.</p> <p>Legge di Ohm simbolica e relazioni costitutive per i bipoli R, L, C. Relazioni i-v nel resistore, nell'induttore, nel condensatore. Impedenza e ammettenza. Comportamento di L e C in bassa e alta frequenza.</p> <p>Risoluzione dei circuiti con i fasori. Equazione caratteristica fasoriale anche per il generatore comandato e per l'amplificatore operazionale. Risposta del circuito RC con il metodo dei fasori. Risoluzione dei circuiti con i fasori (metodi e algoritmo risolutivo in genere).</p> <p>Analisi circuitale nel dominio dei fasori: combinazione di impedenze in serie e in parallelo; trasformazioni stella-triangolo e viceversa; analisi nodale e principio di sovrapposizione.</p> <p>Teoremi di Thevenin e di Norton e rappresentazione dei bipoli in regime sinusoidale (con i fasori).</p> <p>Rappresentazione tramite l'impedenza, con resistenza e reattanza, per un bipolo. Bipoli resistivi e reattivi (capacitivi o induttivi). Esempio di bipolo reattivo.</p> <p>Rappresentazione tramite l'ammettenza, con conduttanza e suscettanza, per un bipolo.</p> <p>Relazioni tra le grandezze definite. Bipoli equivalenti. Effetto Miller.</p>
Argomento (Attività svolta da: Zanoni Michele) Laboratorio Circuiti (1a-Sq.) allievi [A- C]	<p>Note</p> <p>Elementi di Circuiti elettrici. LAB2-Sq.1 Transitori del 1° ordine su circuiti elettrici.</p>
Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico) ESERCITAZIONE su transitori e sui circuiti in regime sinusoidale	<p>Note</p> <p>Transitori</p> <p>ESE da Esercitazione04.pdf (1h)</p> <p>Regime Sinusoidale</p> <p>ESE da Esercitazione05.pdf (2h)</p>
Argomento Regime sinusoidale. Potenza in regime sinusoidale.	<p>Note</p> <p>Sovrapposizione di regimi sinusoidali. Sommario sul regime sinusoidale.</p> <p>Introduzione alla potenza in regime sinusoidale. Potenza istantanea e potenza media. Potenza media nel resistore, nell'induttore, nel condensatore. Valore efficace e sua utilità. Potenza complessa S: modulo (potenza apparente) e fase (fi). Fattore di potenza <math>PF = \cos(\phi)</math>. Potenza attiva e potenza reattiva. Watt, VA, e VAR. Analogia tra potenza complessa e impedenza.</p>
Argomento Potenza in regime sinusoidale.	<p>Note</p> <p>Potenza reattiva nei bipoli. Potenza complessa in termini di impedenza o ammettenza. Bipoli resistivi e reattivi.</p> <p>Significato della potenza reattiva.</p> <p>Andamenti della potenza attiva e reattiva nel tempo. Conservazione della potenza complessa. Bipoli passivi. Fattore di potenza e significato energetico.; PF in anticipo o in ritardo. Rifasamento. Massimo trasferimento di potenza in regime sinusoidale.</p> <p>Sovrapposizione delle potenze. Applicazioni: strumenti elettrodinamici; connessione di terra; interruttore differenziale.</p> <p>Sommario sulla potenza in regime sinusoidale.</p>
Argomento (Attività svolta da: Zanoni Michele) Laboratorio Circuiti (2a-Sq.) allievi [D- MIC]	<p>Note</p> <p>Elementi di Circuiti elettrici. LAB2-Sq.2 Transitori del 1° ordine su circuiti elettrici.</p>
Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico) Esercitazione sul regime sinusoidale e potenza complessa e rifasamento e adattamento del carico in regime sinusoidale.	<p>Note</p> <p>ESE da Esercitazione05.pdf e da Esercitazione06.pdf</p>
Argomento	Note

Circuiti con accoppiamento magnetico.	12.0 Introduzione 12.1 Trasformatore ideale 12.2 Analisi di circuiti con trasformatori ideali 12.3 Autotrasformatore ideale 12.4 Induttori accoppiati (mutuo induttore) 12.5 Analisi di circuiti con induttori accoppiati 12.7 Applicazioni 12.X Sommario
<i>Argomento (Attività svolta da: Zanoni Michele)</i> Laboratorio Circuiti (3a-Sq.) allievi [MIS-Z]	<i>Note</i> Elementi di Circuiti elettrici. LAB2-Sq.2 Transitori del 1° ordine su circuiti elettrici.
<i>Argomento</i> INCERTEZZA DI MISURA.	<i>Note</i> Variabilità delle misure. Approccio statistico. Teoria degli errori, problematiche, Incertezza di misura. Richiami di probabilità e statistica. PDF normale o gaussiana. Incertezza standard. Media campionaria. Dimostrazione che è stimatore corretto per la media $\mu$ . Dispersione della media e significato di sigma di x- segnato. Varianza campionaria. Dimostrazione che è stimatore corretto per la varianza $\sigma^2$ . Alternativa di calcolo per la varianza. Gradi di libertà della stima. Incertezza di Cat. A. Incertezza relativa. Incertezza estesa.
<i>Argomento</i> ESERCITAZIONE --- Esempi numerici con l'INC relativa ed INC estesa. Esempi su INC e intervalli di confidenza. Esercizio sull'INC per 10 misure ripetute di tensione: diversi metodi risolutivi e commenti sul risultato e sul numero di cifre significative da impiegare.	<i>Note</i>
<i>Argomento</i> INCERTEZZA DI MISURA.	<i>Note</i> Incertezza di categoria B. Esempi di PDF comuni. Scelta di intervallo e PDF. Calcoli per PDF normale, uniforme, triangolare. Altri metodi di stima di $u_B(x)$ . Esempi. Misure dirette e indirette. INC composta $u_C$ in misure indirette. Coefficienti di sensibilità di una misura. Risultato della misura. Coefficienti di correlazione. Derivazione del risultato generale per l'INC in misura indiretta, con le INC miste (covarianze) e con i coefficienti di correlazione. Casi di variabili d'ingresso statisticamente indipendenti: sommatoria e produttoria generalizzata.
<i>Argomento</i>	<i>Note</i>

<p>ESERCITAZIONE ---</p> <p>Esempi di calcolo dell'INC composta in misure indirette, in particolare con le INC relative.</p> <p>Esercizio di calcolo INC <math>p=nRT/V</math>: risoluzione con il metodo generale e le derivate parziali prime oppure riconoscendo l'eq. della misura a produttoria generalizzata e impiegando le INC relative.</p> <p>Considerazioni ed esempi sulle incertezze dominanti/trascurabili. Impostazione e discussione del problema per un esercizio di calcolo dell'INC composta in un circuito elettrico.</p>	
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Leone Giacomo)</i></p> <p>Laboratorio LabVIEW (1a-Sq.) allievi [A - C].</p>	<p><i>Note</i></p> <p>Introduzione a LabVIEW, ambiente di sviluppo; definizione di Virtual Instrument (VI); creazione di un VI e strumenti di debug; controlli e indicatori, tipi di dati. Regola del DATAFLOW; Gestione di schede di acquisizione DAQ. Acquisizione, generazione e visualizzazione di segnali dal test panel della scheda. Utilizzo delle funzioni del driver NI- DAQ in ambiente LabVIEW. Acquisizione single-point della temperatura letta da terminaliera; acquisizione di forme d'onda e visualizzazione su waveform graph.</p>
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico)</i></p> <p>ESERCITAZIONE ---</p> <p>ultima Enry su CIR (dire quali esercizi svolti) e inizio MIS (rappresentazione dati, interpolazione e regressione).</p>	<p><i>Note</i></p> <p>CIR</p> <p>ESE su mutui induttori e trasformatori da Esercitazione07.pdf (1h)</p> <p>MIS</p> <p>Rappresentazione dati, interpolazione e regressione</p> <p>Ripasso conversione dB di ampiezza e potenza</p> <p>ESE su regressione lineare con diodo polarizzato in diretta</p>
<p><i>Argomento</i></p> <p>Compatibilità tra misure. Gradi di libertà.</p>	<p><i>Note</i></p> <p>Compatibilità tra misure. Media pesata e incertezza della media pesata tra misure compatibili. Caratteristiche ed esempi. Considerazioni sull'incertezza dell'incertezza e gradi di libertà. Significato del numero di gradi di libertà per INC_A e INC_B. Incertezza dell'incertezza e cifre significative per l'INC. Gradi di libertà per u_C e Formula di Welch-Satterthwaite.</p>
<p><i>Argomento</i></p> <p>ESERCITAZIONE ---</p> <p>Esercizio su compatibilità e media pesata: potenza a RF emessa da un telefono cellulare.</p> <p>Interpretazione grafica della compatibilità tra le due misure e criteri per valutare rapidamente la incompatibilità.</p>	<p><i>Note</i></p>
<p><i>Argomento</i></p>	<p><i>Note</i></p>

CAMPIONAMENTO, SCHEDE DAQ, PROTOCOLLI.	<p>Sintesi del funzionamento "black-box" ingresso-uscita di un ADC.</p> <p>Segnale di tensione campionato con campionatore ideale (delta di Dirac) o reale (campionamento rettangolare).</p> <p>Segnale limitato in banda e spettro del segnale campionato con repliche spettrali (alias) ripetute ogni <math>f_c</math>.</p> <p>Teorema di Shannon ed estrazione del segnale continuo dal segnale campionato: filtraggio LP dello spettro correttamente campionato o interpolazione a <math>\text{sinc}(x)</math>.</p> <p>Analisi del campionamento reale con funzione di campionamento rettangolare e circuito sample-hold ideale/reale e con operazione di carica del condensatore.</p>
<p><i>Argomento</i></p> <p>SCHEDE DAQ e PROTOCOLLI. MIGLIORARE LA RISOLUZIONE NEGLI ADC.</p>	<p><i>Note</i></p> <p>SCHEDE DI ACQUISIZIONE DATI</p> <p>(DAQ) Data Acquisition. Schema a blocchi, elementi costitutivi, e funzionamento, di una scheda di acquisizione dati.</p> <p>Ingressi single-ended o differenziali. Scheda di acquisizione dati di NI. Frequenza di campionamento in acquisizione multicanale. Caratteristiche base del convertitore A/D. Regolazione del guadagno della scheda per adattare la dinamica del segnale alla dinamica dell'ADC. Risoluzione dell'ADC e della DAQ. Acquisizione dati dal mondo fisico e trasduttori.</p> <p>Interfaccia seriale RS-232. Interfaccia IEEE-488 (GPIB o HP-IB). Interfaccia USB.</p> <p>Tecniche di Dithering per migliorare la risoluzione di un ADC.</p> <p>ADC e DAC. Discretizzazione nel tempo e nell'ampiezza. Teorema di Shannon, sottocampionamento, e aliasing. Errori nei convertitori A/D e D/A.</p> <p>Metodi per migliorare la risoluzione negli ADC: dithering.</p>
<p><i>Argomento</i></p> <p>ESERCITAZIONE ---</p> <p>Esempi/esercizi di calcolo sugli argomenti della lezione.</p> <p>In particolare, esercitazione numerica sul dithering in un ADC al crescere del numero delle letture mediate.</p>	<p><i>Note</i></p>
<p><i>Argomento</i></p> <p>Voltmetri numerici (DAC e ADC).</p>	<p><i>Note</i></p> <p>Convertitore D/A a rete di R. Voltmetri digitali (DVM) e DMM. Tipi di voltmetri e Risoluzione. Prestazioni dei voltmetri.</p> <p>Voltmetri differenziali. Voltmetro potenziometrico. Voltmetro a rampa analogica. Conversione tensione- tempo e misura mediante contatore elettronico. Incertezza nella misura per conteggio. Voltmetro flash, unipolare e bipolare. Voltmetro ad approssimazioni successive.</p>
<p><i>Argomento</i></p> <p>ESERCITAZIONE ---</p> <p>Esempi di calcolo con il voltmetro integratore a doppia rampa.</p> <p>Esercizio sul convertitore flash in un oscilloscopio analogico.</p> <p>Esercizio di calcolo sul convertitore ad approssimazioni successive.</p>	<p><i>Note</i></p>
<i>Argomento</i>	<i>Note</i>

<p>Principio di integrazione. Voltmetro integratore a doppia rampa.</p>	<p>Principio di misura per integrazione/media al fine di ridurre il contributo del rumore. Espressione del segnale e disturbo prima e dopo l'integrazione. Esempi di integrazione su tempi diversi. Richiami funzioni trigonometriche e prodotti di modulazione. Calcolo del disturbo integrato, caso particolare e caso generale. Andamento a <math>\text{sinc}(x)</math> per il disturbo integrato. Disturbo integrato massimo, minimo, efficace. Trasmissione e rilezione del disturbo per il voltmetro integratore. Considerazioni. Circuito integratore. Voltmetro integratore a doppia rampa: schema a blocchi, principio ed equazioni di funzionamento. Insensibilità della misura ai parametri strumentali. Considerazioni sull'incertezza limite e massimo numero di cifre/bit significativi.</p>
<p><i>Argomento</i> ESERCITAZIONE --- Esercizio sul voltmetro integratore a doppia rampa. Esercizio su incertezza e media pesata (cubo di AI).</p>	<p><i>Note</i></p>
<p><i>Argomento</i> Bit equivalenti. Oscilloscopio analogico.</p>	<p><i>Note</i> Varianza o potenza del segnale in un ADC e varianza del rumore di quantizzazione. Numero di bit di un ADC ideale in funzione del rapporto segnale rumore (di quantizzazione). Numero di bit equivalenti di un ADC reale in funzione del rapporto segnale rumore (complessivo) e poi del rapporto N/S /rumore aggiunto / segnale). Grafici e andamenti asintotici di <math>n_e</math> vs N/S al variare del numero di bit n. Esercizio di calcolo sulla diminuzione dei bit equivalenti per un dato peggioramento del rapporto S/N.  Oscilloscopio analogico. Grandezze misurate quantitativamente e in forma grafica. Misura con l'oscilloscopio, anche in confronto al voltmetro e analizzatore di spettro. Le 4 sezioni principali di un OSC. Funzionalità, elementi costitutivi e funzionamento del TRC. Parametri del TRC ed e calcolo della deflessione statica. Esempi numerici. Dalla sensibilità statica alla sensibilità dinamica. Banda passante e calcolo della frequenza di taglio a -3 dB. Considerazioni su banda e sensibilità come requisiti contrastanti. Placchette segmentate e anodi di post- accelerazione.</p>
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Pesatori Alessandro)</i> Laboratorio Oscilloscopio (1a-Sq.) allievi [A-C]</p>	<p><i>Note</i> III Lab OSC (1a Sq.): Introduzione all'utilizzo di strumentazione da laboratorio, generatore di funzioni ed oscilloscopio digitale. Visualizzazione su oscilloscopio delle forme d'onda provenienti dal generatore di funzioni. Modalità di trigger, normal, auto e single shot. Misure di ampiezza, periodo e frequenza di forme d'onda periodiche. Misure automatiche con oscilloscopio digitale.</p>
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Leone Giacomo)</i> Laboratorio LabVIEW (2a-Sq.) allievi [D - MIC]</p>	<p><i>Note</i> Introduzione a LabVIEW, ambiente di sviluppo; definizione di Virtual Instrument (VI); creazione di un VI e strumenti di debug; controlli e indicatori, tipi di dati. Regola del DATAFLOW; Gestione di schede di acquisizione DAQ. Acquisizione, generazione e visualizzazione di segnali dal test panel della scheda. Utilizzo delle funzioni del driver NI- DAQ in ambiente LabVIEW. Acquisizione single-point della temperatura letta da terminaliera; acquisizione di forme d'onda e visualizzazione su waveform graph.</p>
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico)</i> ESERCITAZIONE --- Schede DAQ. Voltmetri digitali.</p>	<p><i>Note</i> DAQ ESE con ADC ad approssimazioni successive e scheda a guadagni fissi e dinamica unicamente bipolare Ripasso bit equivalenti con esempio numerico (1h 1/2) Voltmetri a doppia rampa ESE numerici su rilezione, calcolo risoluzione, ripasso significato di X cifre e 1/2, T di misura, livelli e massimo numero di conteggi, errore di conversione, e incertezza di conversione.</p>



<i>Argomento</i> Oscilloscopio analogico.	<i>Note</i> Comandi di regolazione della traccia. Amplificazione orizzontale. Trigger. Base dei tempi. Amplificatore verticale per traccia multipla. Attenuatori a scatti. Sonde passive e calibrazione. Esempi e considerazioni.
<i>Argomento</i> Misure con l'oscilloscopio. Oscilloscopio digitale.	<i>Note</i>
<i>Argomento</i> ESERCITAZIONE --- Incertezza e oscilloscopi.	<i>Note</i> Esercizio sull'oscilloscopio digitale. Esempi di visualizzazione di forme d'onda e regolazione dei parametri dell'oscilloscopio.
<i>Argomento (Attività svolta da: Leone Giacomo)</i> Laboratorio LabVIEW (3a-Sq.) allievi [MIS - Z]	<i>Note</i> Introduzione a LabVIEW, ambiente di sviluppo; definizione di Virtual Instrument (VI); creazione di un VI e strumenti di debug; controlli e indicatori, tipi di dati. Regola del DATAFLOW; Gestione di schede di acquisizione DAQ. Acquisizione, generazione e visualizzazione di segnali dal test panel della scheda. Utilizzo delle funzioni del driver NI- DAQ in ambiente LabVIEW. Acquisizione single-point della temperatura letta da terminaliera; acquisizione di forme d'onda e visualizzazione su waveform graph.
<i>Argomento (Attività svolta da: Pesatori Alessandro)</i> Laboratorio Oscilloscopio (2a-Sq.) allievi [C-MIC]	<i>Note</i> III Lab OSC (2a Sq.): Introduzione all'utilizzo di strumentazione da laboratorio, generatore di funzioni ed oscilloscopio digitale. Visualizzazione su oscilloscopio delle forme d'onda provenienti dal generatore di funzioni. Modalità di trigger, normal, auto e single shot. Misure di ampiezza, periodo e frequenza di forme d'onda periodiche. Misure automatiche con oscilloscopio digitale.
<i>Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico)</i> ESERCITAZIONE --- Esercizi sull'incertezza di misura. Esercizi sugli oscilloscopi.	<i>Note</i> INC ESE su alimentazione scheda madre, conversione valore con incertezza da unità lineari a unità logaritmiche, ripasso incertezza di categoria A, B, e composta. Compatibilità e miglior stima della misura. OSC ESE su oscilloscopi analogici e digitali, con ripasso adattamento di impedenza e correzione valore di tensione in ingresso.
<i>Argomento</i> Campionamento in tempo equivalente. Risoluzione e accuratezza delle misure con l'oscilloscopio digitale. Introduzione all'analisi spettrale.	<i>Note</i> Campionamento Real-Time e limiti di risoluzione/accuratezza. Campionamento Equivalent-Time sequenziale e limiti di risoluzione/accuratezza. Campionamento Equivalent-Time casuale e limiti di risoluzione/accuratezza. Modalità di trigger avanzate, pre-triggering, trigger booleani o comunque complessi. Limiti di risoluzione e accuratezza nelle misure di ampiezza e nelle misure di tempo. Esempi numerici. Analisi del segnale (FFT, THD, misure automatizzate). Riepilogo delle caratteristiche prestazionali dei moderni OD. Introduzione all'analisi spettrale: motivazioni per una visualizzazione ampiezza(o potenza) vs. frequenza e differenze tra oscilloscopi e analizzatori di spettro. Esempio del segnale costituito dalla somma di due sinusoidi.
<i>Argomento</i>	<i>Note</i>

Analizzatori di spettro (AS).	<p>Trasformata di Fourier e spettro unilatero (<math>f \geq 0</math> Hz) per segnali reali. Spettri di segnali troncati. AS a banco di filtri: multi-filtro e multi-rivelatore o multi-filtro e a singolo rivelatore. Analisi parallela e sequenziale. AS a singolo filtro accordato.</p> <p>Traslazione dello spettro del segnale mediante "modulazione". Oscillatore locale, mixer, e selezione della frequenza intermedia (eliminazione delle frequenze immagine). AS a eterodina: schema a blocchi dettagliato (con analisi dei singoli blocchi), principio di funzionamento, caratteristiche di misura. RBW e Sweep Time. Rumore termico e rumore elettronico: densità spettrale e potenza integrata nella banda di misura. Rapporto S/N e visualizzazione (o meno) delle componenti di segnale. Esempi di calcolo al variare della RBW. Esempi di calcolo con il fondo di rumore e la Noise Figure (NF).</p> <p>IL CORSO E' TERMINATO (e non viene svolto l'AS a FFT per motivi di tempo e di numero di ore di LEZIONE già svolte). La prossima settimana solo ESERCITAZIONI.</p>
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Leone Giacomo)</i></p> <p>Laboratorio Oscilloscopio (3a-Sq.) allievi [MIS-Z].</p>	<p><i>Note</i></p> <p>III Lab OSC (3a Sq.): Introduzione all'utilizzo di strumentazione da laboratorio, generatore di funzioni ed oscilloscopio digitale. Visualizzazione su oscilloscopio delle forme d'onda provenienti dal generatore di funzioni. Modalità di trigger, normal, auto e single shot. Misure di ampiezza, periodo e frequenza di forme d'onda periodiche. Misure automatiche con oscilloscopio digitale.</p>
<p><i>Argomento</i></p> <p>ESERCITAZIONE.</p> <p>DAQ, Regressione, AS ed esempio di pre-compito.</p>	<p><i>Note</i></p> <p>01. AS - da S_120627-MI</p> <p>02. DAQ - da S_130206-EM</p> <p>03. DAQ e DVM - da S_160202-MIS [NON SVOLTO PER MANCANZA DI TEMPO]</p> <p>04. REGR - da S_170913-MIS</p> <p>05. REGR e dBm - da S_160929-MIS</p> <p>06. DVM - da S_150204-EM [NON SVOLTO PER MANCANZA DI TEMPO]</p> <p>07. Pre-compito FM 04.02.2008(supernew)</p>
<p><i>Argomento (Attività svolta da: Randone Enrico)</i></p> <p>ESERCITAZIONE ---</p> <p>Esercizi in preparazione ai compiti d'esame.</p>	<p><i>Note</i></p> <p>1 ESE sul trasformatore.</p> <p>1 ESE su AS a eterodina dal libro esercizi.</p> <p>2 ESE sulle DAQ.</p> <p>1 ESE su regressione lineare.</p>