



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2017/2018		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2018/2019		
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA ELETTRICA		
<b>INSEGNAMENTO</b>	AUTOMATIC MEASUREMENT SYSTEMS LABORATORY		
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B		
<b>AMBITO</b>	50363-Ingegneria elettrica		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	19024		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/07		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	COSENTINO VALENTINA	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>			
<b>CFU</b>	6		
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96		
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	54		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	2		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<p><b>COSENTINO VALENTINA</b></p> <p>Lunedì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p> <p>Martedì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p> <p>Mercoledì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p> <p>Giovedì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p>		

DOCENTE: Prof.ssa VALENTINA COSENTINO

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze di misure elettriche: metodi e strumenti per la misura di grandezze elettriche, incertezza di misura, strumentazione digitale.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p><b>D.1: CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE</b> Lo studente acquisirà conoscenza, capacità di comprensione e abilità nel campo dei sistemi automatici di misura per la diagnosi, la verifica e il controllo di processi, macchine e sistemi elettrici. In particolare sono oggetto di studio i sistemi basati su schede di acquisizione dati, strumentazione basata su PC (PC-based instruments) e gli aspetti riguardanti l'acquisizione e l'analisi di segnali e la programmazione di strumenti virtuali.</p> <p><b>D.2: CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Lo studente avrà la capacità di applicare le conoscenze e abilità acquisite per realizzare sistemi automatici di misura e strumenti virtuali per la diagnosi, la verifica e il controllo di processi, macchine e sistemi elettrici, con riferimento agli aspetti riguardanti la gestione di strumentazione e schede di acquisizione dati tramite PC e l'analisi di segnali nel dominio del tempo e della frequenza.</p> <p><b>D.3: AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Lo studente sarà in grado di integrare le proprie conoscenze e accrescere le proprie capacità critiche per orientarsi e formulare giudizi riguardanti la scelta dei componenti fondamentali di un sistema automatico di misura e lo sviluppo del relativo software, in funzione informazioni disponibili, delle specifiche tecniche e dei requisiti richiesti per le applicazioni oggetto di studio.</p> <p><b>D.4: ABILITA' COMUNICATIVE</b> Lo studente sarà in grado di interloquire, con esperti o non esperti e con chiarezza e proprietà di linguaggio, in merito a informazioni, idee, problemi e soluzioni riguardanti la realizzazione e gestione di sistemi automatici di misura e l'esecuzione di misure con sistemi di acquisizione dati.</p> <p><b>D.5: CAPACITA' D'APPRENDIMENTO</b> Lo studente svilupperà capacità metodologiche, di collegamento e di rielaborazione delle conoscenze acquisite in merito ai sistemi automatici di misura e agli ambiti interdisciplinari ad essi correlati. Tali capacità gli consentiranno di affrontare gli studi successivi o l'attività professionale con alto grado di autonomia e in numerosi contesti in cui le conoscenze e abilità maturate possono trovare applicazione.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p><b>MODALITA' DI ESAME:</b> Prova pratica e prova orale, entrambe obbligatorie. La prova pratica è una prova di programmazione in LabVIEW riguardante la generazione, acquisizione e analisi di segnali analogici e/o digitali. La prova ha la durata di 1,5 ore. Al termine della prova, lo studente è chiamato a descrivere quanto realizzato e discutere le scelte effettuate in fase di programmazione. La prova orale consiste in un colloquio, con domande a risposta aperta, sull'intero programma del corso. Per sostenere la prova orale è necessario superare la prova pratica.</p> <p>Nella prova pratica si valutano: - padronanza e capacità di utilizzo del linguaggio LabVIEW e dei concetti applicativi riguardanti la generazione, acquisizione e analisi dei segnali; - capacità di argomentare e analizzare le scelte effettuate.</p> <p>Nella prova orale si valutano: - conoscenza e comprensione dei contenuti del corso e capacità di applicare tali competenze a problematiche ed applicazioni in ambiti propri del corso e/o ad esso correlati; - proprietà di linguaggio, chiarezza espositiva e di argomentazione; capacità di collegare e rielaborare le proprie conoscenze e di orientarsi e formulare giudizi in contesti disciplinari e/o interdisciplinari.</p> <p>Entrambe le prove sono valutate in trentesimi. Il voto minimo per superare ciascuna prova è 18/30. Il voto finale è la media dei voti conseguiti nelle due prove.</p> <p><b>CRITERI DI VALUTAZIONE</b> Per ciascuna prova, l'attribuzione del voto dipende dal livello complessivo dei risultati raggiunti. Gli elementi che concorrono alla formazione del voto sono riconducibili al seguente schema (vedi quadro dei risultati di apprendimento attesi, descrittori D.1-D.5).</p> <p>29-30 / 30 e lode D.1/D.2: piena padronanza dei contenuti; assenza di errori; correzione di imprecisioni o integrazione delle risposte in autonomia; corretta e rigorosa impostazione dei problemi; soluzioni complete, corrette ed efficaci; elementi di originalità.</p>

	<p>D.3/D.4/D.5: efficace rielaborazione delle conoscenze, autonomia e coerenza nell'orientarsi o esprimere giudizi in contesti disciplinari/interdisciplinari; ottima chiarezza espositiva, argomentazioni articolate; piena proprieta' di linguaggio.</p> <p>24-28 D.1/D.2: buona/ottima conoscenza dei contenuti; pochi lievi errori/omissioni, correzioni/integrazioni parzialmente guidate; buona impostazione dei problemi, soluzioni sostanzialmente corrette. D.3/D.4/D.5: buona coerenza nel collegare i concetti e nell'orientarsi in ambiti disciplinari o ad essi correlati; buona chiarezza nell'esposizione, corretta proprieta' di linguaggio.</p> <p>18-23 D.1/D.2: sufficiente conoscenza dei contenuti, accettabile approccio ai problemi, soluzioni complessivamente adeguate; limitata autonomia, errori/omissioni non gravi; D.3/D.4/D.5: coerenza nell'orientarsi e collegare i concetti in ambito disciplinare, sebbene in modo incerto e guidato; sufficiente proprieta' di linguaggio, esposizione accettabile.</p> <p>inferiore a 18 (voto non attribuito) D.1-D.5: risultati di apprendimento non sufficienti.</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>Il corso ha lo scopo di fare conoscere gli aspetti fondamentali riguardanti i sistemi automatici di misura e il loro impiego per il monitoraggio, la verifica, il controllo e la gestione di processi, macchine e sistemi elettrici.</p> <p>A tal fine, il corso mira a fornire allo studente le seguenti conoscenze e competenze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscenza delle principali caratteristiche e tipologie di sistemi automatici di misura, nonche' dei criteri essenziali per la loro realizzazione e gestione, con particolare riguardo a quelli basati su PC e schede di acquisizione dati;</li> <li>- conoscenza dei principi base della conversione analogico-digitale e dell'acquisizione ed elaborazione dei segnali;</li> <li>- capacita' di leggere ed interpretare i datasheet dei componenti fondamentali di un sistema automatico di misura, con particolare riferimento alle schede di acquisizione dati, nell'ottica della loro scelta e del loro utilizzo in applicazioni pratiche.</li> <li>- capacita' di affrontare problematiche relative alla realizzazione di strumentazione virtuale per l'analisi dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza e per la gestione di schede di acquisizione dati e di strumentazione di misura tramite PC.</li> </ul>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<p>Lezioni frontali, esercitazioni, sviluppo e analisi di progetti/casi di studio e loro discussione in aula.</p> <p>Le attivita' didattiche sono organizzate in modo da agevolare il raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi (D.1-D.5 dell'omonimo quadro).</p> <p>Attraverso lezioni frontali, esercitazioni guidate e utilizzo di software dedicato (LabVIEW), i contenuti del corso vengono offerti attraverso dando rilievo agli aspetti applicativi e alla sinergia tra i diversi argomenti (D.1), e vengono via via applicati per la soluzione delle problematiche oggetto di studio, stimolando cosi' lo sviluppo delle capacita' di applicazione delle conoscenze e abilita' acquisite (D.2).</p> <p>Durante le lezioni, in parte dialogate e interattive, nonche' in occasione delle esercitazioni e delle attivita' su progetti/casi di studio, lo studente e' chiamato ad analizzare in modo critico le problematiche proposte, sviluppando cosi' le proprie capacita' di analisi e autonomia di giudizio (D.3). Contestualmente lo studente e' incentivato a sviluppare capacita comunicative, di argomentazione e proprieta' di linguaggio (D.4), attraverso le diverse occasioni di interazione e dialogo con il docente e gli altri studenti. L'insieme delle attivita' del corso concorrono infine allo sviluppo delle capacita' di apprendimento, attraverso la rielaborazione delle conoscenze acquisite, i riferimenti ad applicazioni reali e interdisciplinari e lo stimolo ad affrontare nuovi problemi in autonomia (D.5).</p>
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Dispense del corso fornite dal docente / Lecturer course slides</p> <p>Materiale di consultazione utile / Useful reference material:  Manuale LabVIEW / LabVIEW manual  NI Tutorials, white papers e datasheets (<a href="http://www.ni.com">www.ni.com</a>)  Keithley Instruments handbook "Understanding New Developments in Data Acquisition, Measurement, and Control" (<a href="http://www.keithley.com">www.keithley.com</a>)  Measurement and Computing "Data Acquisition Handbook" (<a href="http://www.mccdaq.com">www.mccdaq.com</a>)</p>

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
5	Sistemi automatici di misura (SAM). Introduzione ai SAM. Ambiti applicativi nel campo dell'Ingegneria Elettrica. Sistemi automatici per la misura di una grandezza fisica. Tipologie di SAM, principi generali, architettura di base. Catena di misura, elementi di un SAM, collegamenti, interfacciamento. Sistemi basati su PC e schede di acquisizione dati (PC-based instruments). Strumentazione virtuale. Componenti di un PC-based instrument. Gestione di strumentazione di misura tramite PC.
5	Acquisizione e elaborazione numerica dei segnali. Conversione A/D: campionamento, quantizzazione e codifica. Tempo di conversione. Sample-hold. Sistemi a uno o piu' canali. Multiplexer. Simultaneous sampling. Teorema del campionamento e Aliasing. Analisi in frequenza di segnali digitali. Analisi armonica (DFT e FFT). Finestra di osservazione e risoluzione in frequenza. Campionamento sincrono e asincrono. Spectral leakage, scallop loss. Funzioni finestra.
4	Convertitori Analogico-digitali (ADC). Caratteristiche e specifiche tecniche. Caratteristica ideale di un ADC. Numero di bit e errore di quantizzazione. Risoluzione in ampiezza. Dynamic range. Riduzione dell'errore di quantizzazione. Amplificazione del segnale. Dithering. Requisiti di accuratezza statici e dinamici. Tipologie di convertitori. Convertitori lenti: ADC a integrazione (semplice, doppia, multipla). Convertitori veloci: ADC ad approssimazioni successive (SAR), flash, sigma-delta.
4	Schede di acquisizione dati. Caratteristiche generali, tipologie, specifiche tecniche e criteri di scelta. Input/output analogici (AIO): numero di canali, range di ingresso, risoluzione, polarita, amplificazione, specifiche di accuratezza, velocita' di campionamento, schede con multiplexer o simultaneous sampling. Modalita' di gestione AIO: reference single-ended, differenziale, pseudodifferenziale. Trigger analogici. Input/output digitali (DIO): numero di linee, livello del segnale, direzionalita. Gestione uscite digitali open collector e active drive. Contatori/temporizzatori.
10	Elementi di programmazione in LabVIEW. Programmazione di sistemi automatici di misura. G-Language. Introduzione alla programmazione in ambiente LabVIEW. Front panel, block diagram, control palette, function palette, tool palette, status toolbar. Comandi principali; collegamenti e tipi di dati; strumenti di debug; Express VIs, Standard VIs e Funzioni. Cicli for e while. Array e matrici. Clusters. Case structure. Sequenze structure. Shift register. Formula and script nodes. Tipi di grafici (chart, graph, XY graph). Libreria waveform. Libreria Express. SubVIs. Lettura e scrittura di files. Gestione di schede di acquisizione dati tramite PC con LabVIEW. DAQ Assistant. Controllo di strumenti di misura tramite PC con GPIB e LabVIEW. Drivers degli strumenti, instrument assistant, VISA. Measurement and Automation Explorer; configurazione e test di dispositivi e interfacce.
ORE	Esercitazioni
10	Esercizi di base di programmazione in LabVIEW.
16	Sviluppo di strumenti virtuali in ambiente LabVIEW per l'analisi dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza. Realizzazione e gestione di SAM basati su PC e schede di acquisizione dati; scelta dei componenti, dimensionamento di circuiti di condizionamento per AIO e DIO: sviluppo e discussione di casi di studio; analisi di datasheets. Esempi di controllo di strumenti con GPIB e LabVIEW. Generazione e acquisizione di segnali analogici e digitali tramite schede di acquisizione dati e LabVIEW.