



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA BIOMEDICA
INSEGNAMENTO	FONDAMENTI DI ELETTRONICA E ICT C.I.
CODICE INSEGNAMENTO	22209
MODULI	Si
NUMERO DI MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/01, ING-INF/03
DOCENTE RESPONSABILE	STIVALA SALVATORE Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	STIVALA SALVATORE Professore Associato Univ. di PALERMO
CFU	12
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	3
PERIODO DELLE LEZIONI	Annuale
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	STIVALA SALVATORE Giovedì 15:00 17:00 viale delle Scienze, Ed. 9 (ex-DEIM), II piano

<p>PREREQUISITI</p>	<p>Per quanto riguarda il modulo "Fondamenti di Elettronica", i prerequisiti richiesti riguardano:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conoscenza delle tecniche di analisi dei circuiti a parametri concentrati in regime sinusoidale e impulsivo, acquisite nel corso di Elettrotecnica; - Buona conoscenza del calcolo vettoriale e fasoriale; - Conoscenze di base del calcolo differenziale ed integrale; - Conoscenze relative agli insegnamenti di Analisi matematica, Geometria, Chimica, Fisica I e II. <p>Per quanto riguarda invece il modulo "Information and Communication Technologies", esso è auto-consistente, anche se è preferibile avere delle basi di internet.</p>
<p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p>	<p>CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE L'allievo, al termine del modulo "Fondamenti di Elettronica", avrà acquisito conoscenza e capacità di comprensione relativamente a: i principi fisici su cui si basano fenomeni elettronici; il principio di funzionamento e le caratteristiche fondamentali dei dispositivi e circuiti elettronici di più comune impiego, con particolare riferimento all'ambito biomedico e alle telecomunicazioni; una visione sistematica del circuito elettronico; il contesto scientifico multidisciplinare che abbraccia i settori dell'Ingegneria Industriale e dell'Ingegneria dell'Informazione. Al termine del modulo "Information and Communication Technologies", lo studente sarà in grado di comprendere i problemi alla base del progetto di sistemi IoT (internet-of-things) per la realizzazione di applicazioni di monitoraggio e ottimizzazione nella gestione di vari tipi di risorse. In particolare, lo studente acquisirà una conoscenza approfondita delle soluzioni più diffuse per: i) garantire connettività agli oggetti intelligenti (sia in ambienti indoor, sia in ambienti outdoor), con particolare riferimento agli standard NB-IOT, LoRa e 802.11; ii) implementare oggetti intelligenti in grado di interagire con l'ambiente; iii) elaborare logiche di decisione basate sui dati raccolti. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso comprende: lezioni frontali; esercitazioni pratiche; analisi e discussione di casi di studio.</p> <p>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE L'allievo, al termine del modulo "Fondamenti di Elettronica", sarà in grado di: identificare, formulare e analizzare le problematiche fondamentali connesse con l'impiego dei circuiti elettronici, utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati; analizzare i fenomeni, i circuiti ed i sistemi Elettronici; conoscere le grandezze fisiche e la terminologia dell'Elettronica; comprendere l'utilizzo dei circuiti elettronici nell'ambito biomedico. Al termine del modulo "Information and Communication Technologies", lo studente sarà in grado di risolvere problemi di progettazione di sistemi IoT in vari ambienti intelligenti, valutando le architetture più idonee per i dispositivi, eventuali gateway e le piattaforme di raccolta dati. Sarà inoltre in grado di progettare protocolli e ottimizzarli in base a diversi scenari applicativi e requisiti di consumi energetici . Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende lezioni frontali, esercitazioni guidate e esercitazioni autonome.</p> <p>AUTONOMIA DI GIUDIZIO Lo studente acquisirà l'autonomia necessaria per impiegare correttamente i circuiti elettronici elementari, sia analogici che digitali. Grazie all'approccio metodologico acquisito durante il corso, egli potrà esprimere giudizio autonomo sulle problematiche ad essi connesse. Lo studente sarà, inoltre, stimolato ad estrapolare le considerazioni architettoniche e gli algoritmi illustrati nel corso dal contesto specifico e ad applicare tali considerazioni a sistemi IoT o scenari applicativi non considerati nel programma del corso. Sarà inoltre in grado di confrontare varie soluzioni architettoniche e protocollari, tramite valutazione di prestazioni affidata a modelli semplificati o strumenti simulativi.</p> <p>ABILITA' COMUNICATIVE Lo studente sarà in grado di: acquisire la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'elettronica; conoscere le grandezze fisiche e la terminologia dell'Elettronica; di sostenere conversazioni su tematiche attuali che riguardano i circuiti elettronici; di discorrere con competenza su tematiche legate all'elettronica anche con non addetti ai lavori. Lo studente acquisirà, inoltre, la capacità di comunicare razionalmente le sue conoscenze sull'ICT, con padronanza del lessico specializzato del settore. In particolare, sarà capace di motivare le scelte effettuate nella risoluzione dei problemi di analisi e/o sintesi.</p> <p>CAPACITA' D'APPRENDIMENTO L'allievo sarà in grado di:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • affrontare lo studio dei sistemi elettronici; • effettuare ricerche bibliografiche in maniera autonoma su sistemi elettronici e ICT; • leggere autonomamente standard e letteratura scientifica del settore ICT, allo scopo di aggiornarsi sulle veloci evoluzioni delle tecnologie per la connettività di oggetti intelligenti e la realizzazione di piattaforme di raccolta dati. • leggere in maniera autonoma testi specialistici; • seguire seminari e workshop di elettronica e ICT.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>Prove in itinere o Prova scritta, Prova Orale. La valutazione dell'apprendimento verrà effettuata mediante prove in itinere durante tutto il corso ed una prova orale finale. Le prove in itinere verteranno sugli argomenti del corso. In alternativa, lo studente che non raggiunge la sufficienza (minimo 18/30) nelle prove in itinere, dovrà affrontare una prova scritta finale, che riguarderà anch'essa gli argomenti del corso. Anche in questo caso, il voto minimo per la sufficienza sarà 18/30. La prova orale sarà volta ad accertare il possesso delle competenze e delle conoscenze disciplinari previste. Più in dettaglio, l'esaminando dovrà rispondere a domande su argomenti svolti durante il corso, con riferimento ai testi consigliati. Per ognuno di tali argomenti, lo studente dovrà, anzitutto, inquadrare l'argomento nell'ambito del corso, illustrarne il significato e l'importanza, ad esempio mediante definizioni formali e ambiti applicativi, definire le metodologie di studio e gli eventuali limiti di validità. Infine, dovrà esporre l'argomento con proprietà di linguaggio e fluidità di trattazione analitica. Obiettivo della verifica finale consiste nel valutare se lo studente abbia una buona conoscenza e comprensione degli argomenti affrontati durante il corso. Al termine della prova orale, la Commissione di esame comunica allo studente se l'esame è stato superato. In caso di superamento dell'esame, la Commissione attribuisce allo studente un voto secondo la logica illustrata dalla seguente tabella sinottica:</p> <p>VALUTAZIONE (VOTO): CARATTERISTICHE DIMOSTRATE DALL'ESAMINANDO</p> <p>Eccellente (30 - 30 e lode): Ottima conoscenza degli argomenti trattati, ottima proprietà di linguaggio tecnico, buona capacità analitica, lo studente è pienamente in grado di applicare, in autonomia, le conoscenze acquisite per risolvere i problemi proposti;</p> <p>Molto Buono (26 - 29): Buona padronanza degli argomenti trattati, piena proprietà di linguaggio tecnico, lo studente è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere i problemi proposti;</p> <p>Buono (24 - 25): Conoscenza di base dei principali argomenti trattati, discreta proprietà di linguaggio tecnico, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti;</p> <p>Soddisfacente (21 - 23): Non ha la piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento, ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio tecnico, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;</p> <p>Sufficiente (18 - 20): Minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;</p> <p>Insufficiente (/): Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.</p>
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula.

**MODULO
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

TESTI CONSIGLIATI

Slides del docente, link a capitoli di libro, articoli scientifici.

TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	10657-Attività formative affini o integrative
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	48
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	27

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il corso si propone di fornire gli strumenti per progettare e programmare dispositivi e realizzare applicazioni per l'Internet of Things, utilizzando terminali fissi e mobili, dispositivi di prototipazione e piattaforma Arduino. In particolare, le componenti di un tipico sistema IoT vengono illustrate seguendo un percorso data-oriented: dalla generazione dei dati provenienti da sensori, alla loro trasmissione wireless all'interno di una rete WSN/WLAN/WPAN, fino alla memorizzazione all'interno di un sistema software.

Un primo obiettivo formativo, tramite l'analisi di alcune board di riferimento, prevede la capacità di progettare, integrare e programmare oggetti intelligenti equipaggiati con sensori e attuatori. Un secondo obiettivo formativo prevede l'analisi e la comprensione dei fenomeni di propagazione radio, in ambienti indoor e outdoor, e delle tecnologie radio per la connettività degli oggetti intelligenti. Un terzo obiettivo formativo prevede lo studio delle piattaforme e dei protocolli per la raccolta e l'elaborazione dei dati raccolti, al fine di rendere lo studente capace di valutare, a livello di sistema, una applicazione IoT completa.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione alle applicazioni e alle architetture IoT.
3	Board per la realizzazione di oggetti intelligenti e l'acquisizione dei dati.
2	Introduzione alle tecnologie wireless.
2	Tecnologie di collegamento per sistemi low-power a copertura estesa (low power wide area networks): la tecnologia LoRa.
2	Tecnologie cellulari per collegamenti IoT: NB-IoT
3	Tecnologie per ambienti indoor: WiFi.
3	Soluzioni di rete: protocolli di routing ad-hoc; IPv6 e 6LoWPAN
2	Web of things
2	Gestione e analisi dei dati.
ORE	Esercitazioni
3	Esempi di programmazione di board Arduino e utilizzo delle librerie di base.
3	Esempi di integrazione con piattaforme per la raccolta dei dati.

**MODULO
FONDAMENTI DI ELETTRONICA**

Prof. SALVATORE STIVALA

TESTI CONSIGLIATI

- R. J. Jaeger, T. N. Blalock, "Microelettronica", V edizione - McGraw-Hill - ISBN: 978-88-386-9462-2
 - R. J. Jaeger, T. N. Blalock, "Microelectronic Circuit Design", 5th Edition - McGraw-Hill - ISBN: 978-0-07-352960-8
 - A. S. Sedra, K. C. Smith, "Circuiti per la microelettronica" - V edizione - Edizioni EdISES - ISBN: 978-8833190549

TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	10657-Attività formative affini o integrative
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	81

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Analisi del sistema elettronico complesso e sua ripartizione in moduli funzionali. Lo studente apprenderà funzione e caratteristiche dei vari sottomoduli, con riferimento ad applicazioni in ambito sia analogico che digitale.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	INTRODUZIONE ALL'ELETTRONICA. Classificazione dei segnali elettronici: segnali digitali; segnali analogici; conversione A/D e D/A. Spettro di frequenza dei segnali elettronici.
3	ELETTRONICA DELLO STATO SOLIDO. Impurità di tipo donatore e di tipo accettore nel silicio. Concentrazione degli elettroni e delle lacune, mobilità e resistività nei semiconduttori estrinseci. Correnti di diffusione e di deriva.
6	DIODO A STATO SOLIDO E CIRCUITI A DIODI. Il diodo a giunzione pn. Caratteristica i-v del diodo. L'equazione del diodo. Diodo in polarizzazione inversa, nulla e diretta. Diodo a barriera Schottky. Analisi dei circuiti a diodi. Raddrizzatori a semionda, a doppia semionda, a ponte a doppia semionda. Fotodiodi, celle solari e diodi emettitori di luce.
8	TRANSISTORI A EFFETTO DI CAMPO. MOSFET a canale n e a canale p. Caratteristiche i-v. Regione di triodo e regione di saturazione. Modulazione della lunghezza di canale. Effetto body. Polarizzazione del MOSFET.
8	IL TRANSISTORE BIPOLARE A GIUNZIONE (BJT). Struttura del BJT. Il modello del trasporto del transistor npn. Il transistor pnp. Caratteristiche i-v di uscita e di trasferimento. Regioni di funzionamento. Polarizzazione del BJT.
14	CIRCUITI PER LE APPLICAZIONI LOGICHE. Introduzione all'elettronica digitale. Porte logiche. Livelli logici e margini di rumore. Risposta dinamica di una porta logica. Famiglie logiche NMOS e CMOS e loro proprietà: interfacciamento, tempistiche e potenza dissipata. Logiche combinatorie (sommatori, moltiplicatori, multiplexer) e sequenziali (latch, flip-flop, contatori, registri, macchine a stati finiti). Memorie a semiconduttore (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH, SRAM, DRAM). Cenni di dispositivi logici programmabili (PLA, FPGA architettura e programmazione).
12	SISTEMI ANALOGICI E AMPLIFICATORI OPERAZIONALI. Amplificatori. Modelli a doppio bipolo. L'amplificatore operazionale. Circuiti con amplificatori operazionali ideali. Funzione di trasferimento e risposta in frequenza. Modelli di piccolo segnale e amplificazione lineare. Amplificatori a singolo transistor. Amplificatori invertenti (circuiti a emettitore comune e a source comune), circuiti inseguitori (amplificatori a collettore comune e a drain comune) e amplificatori non invertenti (circuiti a base comune e a gate comune). Amplificatori differenziali e operazionali.
ORE	Esercitazioni
3	Caratteristica tensione-corrente del diodo a giunzione. Effetti capacitivi. Circuiti contenenti uno o più diodi. Tempi di commutazione del diodo.
3	Raddrizzatore a singola e a doppia semionda. Raddrizzatore a ponte di diodi. Diodo Zener. Caratteristica e parametri. Funzionamento del diodo Zener come regolatore di tensione: tensione di Zener, potenza massima e corrente minima. Diodo tunnel. Effetto tunnel.
15	Dispositivi a 3 terminali: MOSFET e BJT. Reti di polarizzazione e schemi equivalenti dinamici.
6	Funzioni circuitali: amplificazione e adattatore di impedenza. Connessioni Cascode e Darlington. Operazionali