UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA ELETTRONICA
INSEGNAMENTO	ELETTRONICA 2
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50287-Ingegneria elettronica
CODICE INSEGNAMENTO	02945
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/01
DOCENTE RESPONSABILE	MACALUSO ROBERTO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	153
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	72
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	3
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**MACALUSO ROBERTO** Martedì 13:00 15:00 DEIM

DOCENTE: Prof. ROBERTO MACALUSO

PREREQUISITI	Dispositivi Elettronici, Elettronica 1
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione Il corso si propone di fornire allo studente una preparazione di base ad ampio spettro nella analisi e progettazione di sistemi elettronici digitali. Lo studente sarà in grado di analizzare, individuare e risolvere problematiche riguardanti la progettazione di sistemi digitali di media complessità o di sistemi misti analogico/ digitale, utilizzando integrati delle famiglie logiche più diffuse: CMOS e TTL. Capacità di applicare conoscenza e comprensione Lo studente sarà in grado di applicare le metodologie per la progettazione di circuiti digitali insieme alle necessarie interfacce analogiche. Sarà altresì in grado di leggere e utilizzare i data sheet forniti dai costruttori di circuiti integrati in modo da poter scegliere opportunamente i componenti necessari a realizzare i progetti proposti. Sarà in grado di operare delle scelte progettuali che tengano conto della tolleranza dei componenti utilizzati, del fan-out degli integrati, dei tempi di propagazione, dei costi. Autonomia di giudizio Lo studente avrà acquisito una metodologia propria di analisi del problema da risolvere e delle metodologie progettuali da utilizzare per risolverlo nel modo più efficiente possibile; attraverso tale metodologia egli sarà in grado di scegliere i componenti più adatti per la stesura dello schema esecutivo del progetto di un sistema digitale di media complessità. Abilità comunicative Lo studente acquisirà la capacità di comunicare efficacemente in modo scritto ed orale su argomenti e problematiche inerenti l'oggetto del corso anche in un contesto internazionale: particolare attenzione è infatti rivolta alla terminologia in lingua inglese. Lo studente sarà in grado di sostenere conversazioni sulle tecnologie utilizzate per la realizzazione della maggioranza di circuiti elettronici digitali in commercio, di evidenziare problemi relativi alla velocità e alla dissipazione di potenza di tali sistemi digitali. Capacità d'apprendimento Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia qualsiasi problematica relativa alla progettazione di circuiti digitali di media complessità in tecnologia TTL o CMOS. Questa padronanza gli consentirà di accedere senza sforzo sia ad ambiti professionali di medio livello tecnico nel settore sia ai corsi specifici della laurea magistrale in ingegneria elettronica.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione si basera' su una prova scritta, la quale includerà, oltre ad un progetto, anche due domande sui principali argomenti del corso. La prova scritta tende a verificare che lo studente possegga adeguate capacita' progettuali, riesca a proporre soluzioni originali di problemi reali, tenendo in considerazione anche le tolleranze dei componenti utilizzati e i costi, riesca a correlare i vari contenuti del corso in modo autonomo, comprenda le applicazioni o le implicazioni dei vari contenuti trattati nell'ambito della disciplina, abbia acquisito adeguata proprieta' di linguaggio, soprattutto con riferimento alla terminologia inglese. La soglia della sufficienza sara' raggiunta quando lo studente mostrera' conoscenza e comprensione degli argomenti almeno nelle linee generali e competenze applicative minime in ordine alla risoluzione di casi concreti. Lo studente dovra' ugualmente possedere capacita' espositive e argomentative tali da consentire la trasmissione delle sue conoscenze all'esaminatore. Al di sotto di tale soglia, l'esame risultera' insufficiente. Quanto piu', invece, l'esaminando con le sue capacita' argomentative e progettuali riuscira' a risolvere i problemi proposti, e quanto piu' le sue conoscenze e capacita' applicative saranno dettagliate, tanto piu' la valutazione sara' positiva. A ciascun quesito della prova scritta sara' dato un punteggio massimo, indicato sul testo della prova stessa. Il voto della prova scritta sara' dato in trentesimi, per un massimo di 30/30, dato dalla somma dei punteggi assegnati a ciascuno dei quesiti. L'assegnazione dei punteggi dipenderà dal numero e dalla gravità di eventuali errori presenti, oltre che dalla mancanza di argomenti trattati. Al punteggio complessivo potranno essere aggiunti dei bonus che contribuiranno alla formazione del voto finale: 1) bonus "presentazione" (max 1 punto), dato agli elaborati presentati in modo eccellente dal punto di vista formale ed esposti con ottima proprieta' di linguaggio e fluidita' di trattazione analitica e tecnica; 2) bonus "originalità" (max 2 punti), dipendente dalla originalità delle soluzioni progettuali date. La valutazione complessiva dell'esame sara' fatta secondo il seguente schema: 30-30 e lode: Valutazione eccellente. Eccellente conoscenza degli argomenti; eccellente capacita' analitica anche in nuovi contesti; eccellente capacità di dare soluzioni originali per la risoluzione di problemi reali; eccellente proprieta' di linguaggio e di apprendimento; eccellente capacita' di collegare fra loro i vari argomenti trattati durante il corso.

	28-29: Valutazione ottima. Ottima padronanza degli argomenti trattati durante il corso, piena proprieta' di linguaggio; lo studente e' in grado di applicare fluidamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti e di spaziare comodamente tra un argomento e l'altro. 26-27: Valutazione buona. Buona conoscenza di base dei principali argomenti e buone capacita' elaborative. Lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti, sebbene con qualche incertezza. 24-25: Valutazione discreta. Discreta conoscenza di base dei principali argomenti trattati durante il corso; discreta proprieta' di linguaggio con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti e di collegare i vari argomenti trattati durante il corso. 21-23: Soddisfacente. Parziale padronanza degli argomenti del corso, soddisfacente proprieta' di linguaggio con modesta capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite e di risolvere i problemi assegnati. 18-20: Sufficiente. Minima capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite e di risolvere i problemi proposti; minima conoscenza degli argomenti del corso e del linguaggio tecnico. Insufficiente: l'esaminando non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento e non riesce a fornire alcuna soluzione ragionevole ai problemi assegnati. Lo studente non ha studiato deliberatamente alcuni argomenti della materia.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso rappresenta il primo insegnamento di Elettronica Digitale proposto dal manifesto degli studi in Ingegneria Elettronica e si propone di fornire agli studenti una ampia preparazione di base nel campo della analisi e della progettazione di sistemi elettronici digitali. Assieme allo studio delle principali famiglie logiche, con particolare attenzione alla famiglia CMOS, vengono proposte anche le relative tecnologie di microfabbricazione che stanno alla base per la realizzazione dei circuiti integrati e che verranno poi approfondite ed ampliate verso la nanofabbricazione nel Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica. Sono previste, assieme a lezioni teoriche, una serie di esercitazioni progettuali che servendosi di data sheets di circuiti integrati commerciali, realizzati in tecnologia bipolare e CMOS, consentiranno agli studenti di impadronirsi delle metodologie per la progettazione di sistemi elettronici digitali.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula,
TESTI CONSIGLIATI	• A. Sedra, K. Smith: Circuiti per la Microelettronica – III, IV o V Edizione. ISBN 88 7959 328 5. Testo accessibile presso UNIPA Discovery Service. • S. M. Sze, M. K. Lee: Semiconductor Devices, Physics and Technology, 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., 2012. ISBN 978-0-470-53794-7. Testo accessibile presso UNIPA Discovery Service. • Note ed appunti del docente da scaricare dal portale studenti previa iscrizione al corso. Ulteriori testi per approfondimenti: • Jan M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic': Circuiti integrati digitali – II Edizione, Pearson, 2020. ISBN 88-7192-231-X. Testo accessibile presso UNIPA Discovery Service. • S. M. Sze: Semiconductor Devices, Physics and Technology, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., 2002. ISBN 0-471-33372-7. Testo accessibile presso UNIPA Discovery Service.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione all'elettronica digitale e confronto con l'elettronica analogica.
1	L'integrazione monolitica: cenni sulla evoluzione della microelettronica. Circuiti ibridi.
5	Flusso del processo di fabbricazione di un moderno CMOS e relative tecnologie fotolitografiche.
4	Funzionamento in commutazione dei componenti attivi a semiconduttore: transistore bipolare (BJT), MOSFET e CMOS. Applicazioni.
3	Tempo di propagazione e dissipazione di potenza (statica e dinamica) di un invertitore CMOS. Potenza di switching e di cortocircuito. Prodotto ritardo-potenza. Stadi separatori di uscita (buffer). Fan out e fan in.
8	Evoluzione storica delle famiglie logiche: DL, RTL, DTL. Famiglie logiche TTL, STTL e CMOS: caratteristiche statiche e dinamiche. Studio delle porte fondamentali. Porte open collector, open drain, three state e applicazioni. Famiglia BiCMOS. Famiglia ECL e applicazioni. Compatibilità e comparazione tra famiglie. Problemi di fan out, fan in e interconnessione. Velocità e dissipazione di potenza.
4	Metodi di sintesi di funzioni logiche implementate in logica CMOS con le reti di pull-up e pull-down. Esempi. Dipendenza del ritardo dalla configurazione degli ingressi.
2	Circuiti per reti sequenziali in tecnologia CMOS: circuiti bistabili integrati tipo SR, JK, D e T. Registri a scorrimento. Descrizione di data sheets di integrati presenti in commercio.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Circuiti di conteggio: contatori binari, asincroni e sincroni, decadici, in codice BCD, avantiindietro. Descrizione di data sheets di integrati presenti in commercio.
3	Codificatori-decodificatori, multiplexer-demultiplexer in tecnologia TTL e CMOS.
3	Circuiti multivibratori: Schmitt trigger, astabile, monostabile realizzati con porte CMOS. Descrizione di integrati in commercio. Timer 555.
3	Conversione Analogico/digitale. Errore di quantizzazione. Circuito di sample and hold.
3	Principali convertitori analogico-digitale e digitale-analogico.
5	Metodologie per la progettazione di sistemi elettronici digitali.

ORE	Esercitazioni
25	- Dimensionamento di un circuito per il pilotaggio di un LED. - Progetto di un circuito per il pilotaggio di un relè di bassa potenza. - Dissipazione di potenza e ritardo di propagazione in circuiti con porte CMOS. - Sintesi di funzioni logiche in tecnologia CMOS attraverso le reti di pull-up e pull-down. - Progetto di circuiti elettronici digitali o misti (analogici/digitali) dove vengono utilizzati circuiti integrati in commercio: porte logiche, codificatori/decodificatori, contatori di vario tipo, flip-flop, registri, analog switch, multiplexer/demultiplexer, convertitori AD e DA, amplificatori operazionali.