UNIVERSITÀ DI PISA

ELETTRONICA DIGITALE

ROBERTO SALETTI

Academic year	2020/21
Course	INGEGNERIA ELETTRONICA
Code	100II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ELETTRONICA	ING-INF/01	LEZIONI	60	ROBERTO SALETTI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

L'insegnamento di Elettronica Digitale ha lo scopo di far conoscere il comportamento della principale componentistica elettronica usata per la realizzazione di reti digitali. Vengono presentati i modelli dei dispositivi e una metodologia di analisi sufficiente alla comprensione del funzionamento delle principali famiglie logiche. Vengono prese in esame architetture e caratteristiche di memorie di vario tipo. Sono illustrate soluzioni circuitali elementari per l'alimentazione dei circuiti logici e la generazione del segnale di sincronismo.
Al termine del corso lo studente avrà acquisito conoscenze sufficienti a studiare e a comprendere il comportamento dei componenti elettronici digitali e dei sistemi digitali di bassa complessità, comprensivi dei circuiti di memoria a semiconduttore e dei circuiti elettronici ausiliari.

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica delle conoscenze acquisite sarà effettuata tramite la valutazione dell'elaborato scritto previsto come prova preliminare dell'appello d'esame, integrata dal successivo approfondimento orale.

Capacità

Al termine del corso lo studente sarà in grado di

- analizzare e ricavare le prestazioni di semplici circuiti elettronici digitali tramite analisi ai grandi segnali
- scegliere i dispositivi di memoria neceessari per lo sviluppo di un sistema digitale in funzione delle specifiche richieste
- individuare le prestazioni necessarie di sistemi ausliari al sistema digitale quali alimentatori e generatori di sincronismo.

Modalità di verifica delle capacità

La verifica delle capacità acquisite sarà effettuata tramite la valutazione delle risposte fornite durante la prova orale d'esame.

Comportamenti

Lo studente comprenderà i rudimenti necessari per l'analisi dei circuiti digitali e la reciproca interazione con gli strumenti di analisi automatica.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica dei comportamenti acquisiti sarà effettuata tramite la valutazione delle risposte fornite durante la prova orale d'esame.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Prerequisiti necessari per la fruizione del corso di Elettronica Digitale sono:

- conoscenza delle principali reti logiche combinatorie e sequenziali
- conoscenza del comportamento e delle caratteristiche dei principali dispositivi elettronici usati nel mondo digitale (Diodi, BJT, MOS)
- capacità di analizzare reti elettriche lineari o linearizzate in regime statico e transitorio

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Circuiti Elettronici Digitali. Proprietà generali dei circuiti elettronici digitali. Parametri statici e dinamici dei circuiti logici: livelli logici, immunità ai disturbi, potenza dissipata, ritardi di propagazione. Richiami sui transistori MOS. Invertitore NMOS a carico resistivo: calcolo della caratteristica di trasferimento e dei parametri statici. Invertitore NMOS a carico saturo: calcolo della caratteristica di trasferimento e dei

parametri statici. Invertitore NMOS a carico lineare: calcolo della caratteristica di trasferimento e dei parametri statici. Invertitore NMOS con carico a svuotamento: calcolo della caratteristica di trasferimento e dei parametri statici. Confronto tra gli invertitori NMOS. L'invertitore CMOS: calcolo della caratteristica di trasferimento in tensione e di corrente in modo grafico e analitico. Calcolo del ritardo di propagazione di un invertitore CMOS. Potenza statica, di attraversamento e dinamica dissipata da un circuito CMOS. Definizione di famiglia logica. Porte logiche CMOS. Richiami sui transistori bipolari. Invertitore bipolare: calcolo di caratteristica di trasferimento, potenza e fan-out. Famiglia logica DTL. Studio dei parametri della famiglia. Passaggio verso la TTL. Porta TTL standard: caratteristica di trasferimento, potenza dissipata e fan-out. Utilità dei diodi di clamping. Porta NOR TTL, porta AOI. Porta TTL 3-state. Evoluzione verso la tecnologia Schottky. Invertitore Schottky. Famiglie logiche Schottky: porte TTL-S e LS e loro caratteristica di trasferimento. Schema circuitale delle porte TTL-AS e ALS. Connessione cablata di uscite di porte digitali e introduzione delle porte open-collector. Il fenomeno di ESD nei circuiti MOS e diodi di protezione. Porta CMOS tipo HC. Interfacciamento di porte logiche diverse. Verifica dell'interfacciamento e dimensionamento dei componenti esterni.
Memorie. Classificazione delle memorie. Le memorie a semiconduttore: organizzazione a matrice con indirizzamento bidimensionale. Memorie ROM mascherate: Schottky, bipolari, NMOS. Temporizzazione di lettura. Memorie PROM: caratteristiche; strutture a fusibile e modalità di programmazione. Memorie EPROM: struttura circuitale basata su transistore FAMOS. Fenomeni fisici interessati nella scrittura e cancellazione. Funzionamento della EPROM come memoria e sue temporizzazioni. Memorie EEPROM: il fenomeno fisico dell'effetto tunnel. Disturbi di cancellazione e scrittura nella cella base a singolo transistore. Cella a doppio transistore. Memorie Flash con cella a singolo transistore. Differenze funzionali tra EPROM e EEPROM. Memorie RAM. RAM statica: caratteristiche; temporizzazione e schema funzionale; struttura circuitale della cella e della logica di decodifica per RAM bipolari e CMOS. Temporizzazioni di accesso. Memoria RAM dinamica: caratteristiche e schema funzionale. Struttura circuitale della cella base e della logica di decodifica e di rinfresco. I sense amplfier e le dummy row. Architettura globale e temporizzazioni di scrittura e lettura singola, per pagina e in lettura-scrittura. Il rinfresco delle DRAM: modalità di rinfresco e temporizzazioni di RAS-only, CAS-before-RAS e hidden refresh. Memorie DRAM di ultima generazione: cenni alle memorie sincrone SDRAM e alle DDR-DRAM. Tecniche di espansione della capacità di memoria: espansione degli indirizzi e della larghezza di parola.
Sistemi ausiliari. Formatori di impulso e trigger di Schmitt: proprietà. Circuiti multivibratori monostabili e astabili a porte logiche. Analisi in condizione di idealità ed effetti delle non–linearità delle porte. Il circuito integrato timer 555. Multivibratori monostabile e astabile realizzati con 555: analisi circuitale per il calcolo dei parametri delle forme d'onda. L'alimentazione del circuito digitale. I regolatori di tensione switching: principio di funzionamento e struttura circuitale. Realizzazione con deviatore o interruttore elettronico. Struttura dell'interruttore. Il circuito di controllo. Configurazioni circuitali per ottenere tensioni negative o superiori a quella di partenza. Parametri degli alimentatori integrati. Oscillatori quarzati a porte logiche. Modello equivalente del quarzo, schema circuitale dell'oscillatore quarzato e analisi del suo funzionamento.

Bibliografia e materiale didattico

Testi di consultazione:
D.A. Hodges, H.G. Jackson, Analysis and design of digital integrated circuit, Mc Graw Hill.
P. Spirito, Elettronica Digitale, Mc Graw Hill.
Materiale fornito dal docente

Modalità d'esame

L'esame consiste di una prova preliminare scritta immediatamente seguita da una prova orale.
La prova scritta consiste nella risoluzione di quesiti sul programma del corso consistenti in domande specifiche ed esercizi di analisi circuitale da svolgere in un tempo di 60 minuti. Il superamento della prova scritta avviene conseguendo 18 punti sui 33 disponibili e consente l'accesso al proseguimento orale dell'esame.
La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato e la commissione d'esame riguardante i temi svolti durante la prova preliminare scritta e di approfondimento su specifici temi scelti tra gli argomenti del programma d'esame.
La prova d'esame è superata nel suo complesso se il candidato ammesso alla prova orale mostra di essere in grado di conoscere e riferire in modo sufficientemente corretto i temi proposti e di esprimersi in modo chiaro con la terminologia adeguata.

Ultimo aggiornamento 23/09/2020 09:30