UNIVERSITÀ DI PISA

LABORATORIO 3 AVANZATO

DONATO NICOLO'

Anno accademico	2020/21
CdS	FISICA
Codice	347BB
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
LABORATORIO 3 A	FIS/01	LABORATORI	90	ALBERTO GENNAI DONATO NICOLO' MATTEO RAMA CHIARA MARIA ANGELA RODA

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Durante il corso lo studente potrà:

- Acquisire le conoscenze di base sulle basi fisiche dei dispositivi elettronici a semiconduttore e le capacità pratiche di base per progettare, montare ed analizzare semplici circuiti elettronici analogici e digitali.
- Acquisire il senso critico e la capacità di fare il debug di un apparato sperimentale.
- Approfondire le difficoltà sperimentali legati alla misura in circuiti elettronici e in esperienze di fisica fondamentale.
- Imparare a scrivere una relazione scientifica sintetica e comprensibile.

Modalità di verifica delle conoscenze
Per la verifica delle conoscenze acquisite verrà utilizzato:

- Le relazioni sulle attività di laboratorio svolte in gruppo durante l'anno
- Un elaborato scritto relativo alla prova pratica individuale svolta alla fine dell'anno
- Un colloquio sugli argomenti del corso.

Capacità
Al termine del corso lo studente avrà:

- le capacità pratiche di base per progettare, montare ed analizzare semplici circuiti elettronici analogici e digitali.
- il senso critico e la capacità per eseguire misure in circuiti elettronici e in esperienze di fisica fondamentale e di fare il debug di un apparato sperimentale.
- la capacità di scrivere una relazione scientifica sintetica e comprensibile.

Modalità di verifica delle capacità
Per la verifica delle capacità acquisite verrà utilizzato:

- Le attività pratiche di laboratorio svolte in gruppo durante l'anno
- Una prova pratica individuale svolta alla fine dell'anno
- Un colloquio sugli argomenti del corso.

Comportamenti
Durante il corso:

- Saranno acquisite accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati sperimentali
- Lo studente imparerà a lavorare in gruppo, anche cambiando la composizione a metà anno
- Lo studente imparerà a gestire efficacemente il tempo per la raccolta dei dati sperimentali.

Modalità di verifica dei comportamenti

I comportamenti saranno verificati con le segeunti modalità:

- Durante le sessioni di laboratorio saranno valutati il grado di accuratezza e precisione dei dati raccolti.
- Durante le esperienze viene verificata l'effettiva distribuzione del lavoro tra i componenti del gruppo
- La tempistica dell'attivita' di laboratorio è definita rigidamente, forzando lo studente ad ottimizzare la gestione tempo.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di base di meccanica ed elettromagnetismo. Circuiti elettrici. Uso della strumentazione elettronica di base (multimetro ed oscilloscopio). Competenze di calcolo differenziale e algebra lineare.

Indicazioni metodologiche

Il corso si svolge con le seguenti metodologie:

- lezioni frontali in aula con con occasionale ausilio di slides
- esercitazioni in laboratori dedicati equipaggiati con strumentazione elettronica e PC. Le esercitazioni si svolgono in gruppi di 2-3 studenti.
- durante le esercitazioni sono presenti codocenti e personale tecnico per supportare le attivita' degli studenti.
- elearning: il corso e' supportato da un sito web ed da un gruppo di discussione. Il materiale presentato a lezione e' scaricabile dal sito del corso. Il sito serve anche alla formazione dei gruppi e per il calendario delle attivita'.
- ogni settimana ogni gruppo deve consegnare una relazione che viene corretta e resttituita di norma la settimana successiva e va a formare la valutazione del corso
- l'interazione con il docente fuori dalle ore di lezione avviene attraverso email oppure ricevimenti su appuntamento.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Argomenti svolti in aula

Introduzione metodologica. Significato della misura in fisica. Metodo di preparazione delle relazioni. Software di analisi e visualizzazione dei dati sperimentali.

Circuiti lineari: richiami di teoria dei circuiti. Leggi di Ohm, Kirchoff. Modello di Thevenin.Risposta di un circuito a segnali sinusoidali o impulsivi. Uso delle trasformate di Fourier e Laplace. Induttanze e capacità. Componenti ideali e reali. Resistenza serie e parallela. Resistenza di ingresso e uscita. Metodo di soluzione dei circuiti e software di simulazione.

Dispositivi a semiconduttore: il diodo. Cenni alla teoria dei semiconduttori. Drogaggio. Giunzioni p-n. Corrente nei semiconduttori. Diodo a giunzione. Struttura e caratteristiche di un diodo. Corrente, svuotamento, capacità. Diodi Zener. Il diodo come elemento circuitale. Circuiti limitatori e rettificatori. Filtri capacitivi. Rivelatori di picco. Duplicatore di tensione.

Dispositivi per amplificazione: transistor. Transistor a giunzione bipolare (BJT). Caratteristiche del transistor. Zona attiva, di saturazione edi interdizione. Implementazione di circuiti logici. Logica TTL. Modello a parametri h del transistor. Amplificatori a transistor con configurazione di collettore o emettitore comune. Transistors a giunzione ad effetto di campo (JFET) e sue caratteristiche. Transistor MOSFET di tipo p e di tipo n. Circuiti CMOS. Amplificatori differenziali.

Circuiti con reazione (feedback). Circuiti con feedback positivo o negativo. Feedback di tensione e di corrente. Uso del feedback negativo per migliorare le prestazioni degli amplificatori. Feedback positivo.

Amplificatori operazionali (OpAmp). Il feedback negli OpAmp. Principio della massa virtuale. Circuiti che effettuano operazioni matematiche: sommatore, derivatore, integratore. Impedenza di ingresso e uscita nei circuiti con OpAmp. Teorema di Miller. Filtri attivi. Usi non lineari degli OpAmp. Rivelatori di picco. Sistemi di Sample-And-Hold. Oscillatori. Trigger di Schmitt.

Cenni al rumore nei circuiti elettronici.

Circuiti digitali. Base binaria, ottale, esadecimale, decimale e conversione tra le varie basi. Rappresentazioni dei numeri binari: modulo e segno, complemento a uno e a due, codice Gray e BCD. Porte logiche a 1 e 2 ingressi. Caratteristiche fisiche dei circuiti logici: livelli logici di tensione, fan-out, ritardi. Implementazione di NAND con elementi discreti in logica TTL. Definizione di reti logiche combinatorie e sequenziali, tabella delle verità.

Logica combinatoria. Forme standard di funzioni logiche: somma di prodotti e prodotti di somme. Algebra di Boole e leggi di De Morgan. NOR e NAND come porte logiche universali. Mappe di Karnaugh ed esempi di applicazioni: comparatore di numeri binari e sommatore. Implementazione di circuiti per controllo del display a sette segmenti, half adder e full adder.

Logica sequenziale. Elementi logici sequenziali di base. Flip-flop (FF). FF Set-reset sincrono e asincrono con porte NOR e NAND. Latch di tipo D e JK. Circuito di master-slave. Ingressi sincroni e asincroni. Applicazioni dei FF: contatori asincroni e sincroni, registri a scorrimento, moltiplicatore e divisore, generatore di numeri pseudocasuali, registro ad anello, contatore decadico. Temporizzazione con FF.

Progettazione di circuiti in logica sequenziale. Macchina a stati finiti. (FSM). Applicazione della FSM: controllo/calcolo della parità, registro a scorrimento come FSM, macchina distributrice.

Circuiti integrati logici complessi. Multiplexer, demultiplexer, ROM, PAL, PLA, FPGA. Metodologie per l'implementazione di un circuito combinatorio: parti standard, look-up tables, template based logic.

MicroControllori. Struttura e funzionamento, porte tri-state, bus, architettura Harvward e Von Neumann, memorie, ALU, esecuzioni di una istruzione, porte in-out. Concetto e gestione di interrupt. Il sistema di sviluppo di Arduino con microcontrollore ATMEGA 328

Circuiti per la conversione digitale/analogica e analogica/digitale (DAC e ADC): a contatore, ad approssimazioni successive, a singola e doppia rampa.

Esercitazioni

Il corso include circa 15 esercitazioni di laboratorio di elettronica:

- E01 - Uso della strumentazione: misure di tensione, corrente, tempo, frequenza
- E02 - Circuito RC passabasso e passabanda

- E03 - Caratteristiche del transistor. Circuito NOT
- Software per simulazioni circuitali: LTSPICE
- E04 - Amplificatori con BJT - Common emitter
- E05 - Amplificatori con JFET - Source follower
- E06 - OpAmp usi lineari: amplificatore, integratore, derivatore
- E07 - Opamp usi non lineari: amplificatore di carica con TOT
- E08 - OpAmp in oscillatore a ponte di Wien
- E10 - Caratteristiche porte logiche
- E11 - Circuiti logici e multivibratori
- E12 - Flip-flop e contatori
- E13 - FSM e semaforo
- E14 - Lockin
- E15 - Boltzmann

ed alcune esperienze di fisica fondamentale tra le seguenti:

1. Misura del rapporto e/m
2. Esperienza di Franck-hertz
3. Misura dell'effetto fotoelettrico
4. Righe di Balmer - costante di Rydberg
5. Misure di lunghezza d'onda, interferometro di Michelson

Bibliografia e materiale didattico

Testi consigliati
Elettronica:

- J. Millman, "Sistemi e circuiti microelettronici", Bollati-Boringhieri
- P.Horowitz, W.Hill: "The art of electronics", II ed. (Cambridge University Press)
- V. Flaminio et al., "Introduzione all'elettronica: parte I e parte II ", Edizioni ETS (pdf Vol1, pdf Vol2)
- R. Katz, G. Borriello, "Contemporary Logic Design", 2nd edition, Pearson Prentice Hall

Statistica e probabilità:

- Bevington, "Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences", McGraw-Hill, highered.mcgraw-hill.com/sites/0072472278/
- Frodesen-Kjeggestad, "Probability and statistics in particle physics", out of print
- Papoulis, "Probability, Random Variables, and Stochastic Processes", McGraw-Hill
- Lyons, "A Practical Guide to Data Analysis for Physical Science Students", Cambridge university press
- Bohm-Zech. "Introduction to Statistics and Data Analysis for Physicists", www-library.desy.de/preparch/books/vstatmp_engl.pdf?

Indicazioni per non frequentanti

La frequenza al corso e' obbligatoria

Modalità d'esame

L'esame finale consiste in una prova pratica di laboratorio ed un colloquio.
La valutazione finale prenderà in considerazione:

- Le relazioni sulle attività di laboratorio svolte in gruppo durante l'anno
- L'elaborato scritto relativo alla prova pratica individuale
- Il risultato del colloquio sugli argomenti del corso.

Note

Poichè il numero di postazioni è limitato, l'iscrizione al corso deve avvenire con largo anticipo, tipicamente tra metà luglio e metà settembre, attraverso una pagina dedicata sul sito del dipartimento di fisica, in modo da poter organizzare la frequenza.

Ultimo aggiornamento 11/09/2020 17:21