

Versione Provvisoria (17 ottobre 2002)

**Programma del corso di
ESPERIMENTAZIONE FISICA III
A.A. 2002/2003**

A. Di Domenico

Parte A: Teoria dei segnali e dei sistemi

Elementi di teoria generale dei segnali:

Classificazione e rappresentazione dinamica dei segnali. Rappresentazione spettrale dei segnali periodici (serie di Fourier) e non periodici (trasformata di Fourier). Proprietà fondamentali della trasformata di Fourier. Convoluzione e deconvoluzione di spettri. Spettro dei Segnali non integrabili. Trasformata di Laplace. Proprietà fondamentali della trasformata di Laplace.

Elementi di teoria generale dei sistemi:

Teoria dei sistemi. Sistemi fisici e loro rappresentazione matematica. Risposta dei sistemi stazionari e lineari all'impulso, al gradino ed alle armoniche. Sistemi dinamici lineari. Analisi spettrale. Metodi Operativi. Trasformata di Laplace e Poli-Zeri. Filtri per segnali lineari. Brevi cenni sulla teoria dei processi stocastici e risposta di semplici sistemi a segnali casuali.

Parte B: Elettronica e programmazione

Elementi di elettronica analogica:

Circuiti passivi RC ed RLC in regime impulsivo. Linea di trasmissione. Generalità sui dispositivi a semiconduttore. Diodo e sue caratteristiche. Transistor a giunzione, principi di funzionamento ed equazione fondamentale. Polarizzazione. Modello dinamico a parametri ibridi. Esempi di amplificatori a transistor. Risposta ad alta frequenza del transistor. Amplificatore differenziale. Concetto di reazione. Amplificatore a retroazione. Stabilità. Amplificatore operazionale. Regole d'oro. Offset di tensione e di corrente. Esempi di circuiti con amplificatori operazionali. Amplificatore invertente e non invertente, sommatore, derivatore, integratore, filtri attivi, comparatore.

Elementi di elettronica digitale:

Numeri binari. Codici. Elementi di teoria delle reti logiche. Algebra delle proposizioni. Teoremi delle funzioni logiche. Teoremi di De Morgan. Mappa di Karnaugh. Reti logiche combinatorie. Porte AND-OR. Multiplexer e demultiplexer. Reti logiche sequenziali. Flip-flop. Contatore binario. Conversione analogico-digitale e digitale-analogica.

Cenni al digital signal processing (in forma di seminario).

Cenni al funzionamento dei calcolatori (in forma di seminario).

FORTRAN:

Elementi di programmazione strutturata in FORTRAN 77.

Parte C: Cenni di teoria dei rivelatori e trattamento statistico dei dati

Cenni sulle interazioni delle particelle e della radiazione con la materia:

Diffusione coulombiana. Perdite di Energia per Ionizzazione ed irraggiamento. Annichilazione. Effetto fotoelettrico. Effetto Compton. Creazione di coppie.

Rivelatori:

Caratteristiche generali. Il fenomeno della scintillazione nei materiali organici ed inorganici ed il rivelatore a scintillazione. Il fotomoltiplicatore.

Simulazione dell'esperimento:

Generazione di numeri casuali. Generazione di una distribuzione di probabilita'. Metodo Monte Carlo. Metodo diretto e di reiezione. Simulazione della risposta del contatore a scintillazione. Esempio.

Statistica dei conteggi:

Caratterizzazione dei dati. Modelli statistici (binomiale, Poisson, Gauss). Applicazione dei modelli. Ottimizzazione dei conteggi in presenza di fondo. Pile-up.

Parte D: Esercitazioni di laboratorio

Ogni gruppo di studenti (numero tipico 3) avrà a disposizione, oltre alla strumentazione convenzionale (oscilloscopio analogico e digitale, generatori d'impulsi, multimetro digitale, alimentatori in c.c., etc.), un Personal Computer Pentium III (500 MHz) collegato in rete locale (LAN) e in Internet per la progettazione e simulazione dei circuiti elettronici e per l'analisi dei dati raccolti.

Durante le esercitazioni di laboratorio saranno illustrati i principali programmi che si usano nel corso dell'anno per simulare il funzionamento dei circuiti elettronici (PSPICE) e per elaborare i risultati delle esperienze (ORIGIN, PAW)

Le esperienze tematiche di laboratorio sono organizzate sulla base di 1 esercitazione a settimana per un totale di 17 da Dicembre a Maggio.

Esercitazioni introduttive:

N.12 esercitazioni propedeutiche in cui lo studente dovrà progettare, realizzare e verificare il funzionamento dei circuiti base descritti nel corso delle lezioni: RC, RLC, linea di trasmissione, amplificatore a transistor, amplificatori operazionali, filtri e semplici circuiti digitali, Convertitore analogico-digitale e digitale-analogico.

Realizzazione di un esperimento:

N.5 esercitazioni per la realizzazione in laboratorio di un esperimento sul tema proposto. Progettazione esperimento. Simulazione risposta del circuito. Realizzazione circuito. Calibrazione rivelatore. Raccolta dati. Analisi dati.

Simulazione Monte Carlo:

Realizzazione di un programma Fortran per la simulazione Monte Carlo della risposta del rivelatore.

Tema proposto per l'esperimento:

Misura dell'energia rilasciata da fotoni ($E \sim 1 \text{ MeV}$) in un rivelatore a scintillazione (NaI(Tl)). Determinazione dell'attività delle sorgenti utilizzate (oppure della massa dell'elettrone)

Esame

Esoneri:

Prove scritte (facoltative) sulle parti A) e B) del programma saranno concordate con gli studenti durante il corso dell'anno. In caso di esito positivo della prova, lo studente sarà esonerato dalla discussione approfondita degli argomenti corrispondenti, durante l'esame orale. L'esonero ha validità fino al 31/12/2003.

Relazione:

Alla fine del corso gli studenti dovranno presentare una relazione, sotto forma di tesina, dell'esperimento realizzato, focalizzando la discussione su: progettazione del circuito, analisi dati, risultati ottenuti e confronto con i risultati della simulazione.

Esame orale:

La prova orale consisterà in:

- una discussione sulla relazione presentata;
- domande sulle parti A) e B) del programma per le quali non si è ottenuto l'esonero;
- domande sulla parte C) del programma.

Testi consigliati:

Dispense dal corso di Esp. Fis. III del Prof. M. Mattioli (2 volumi: metodi sperimentali della fisica e quaderno di laboratorio - disponibili anche in cd-rom).

Materiale di sussidio distribuito durante il corso.

Per approfondimenti:

Per la parte A:

- 1) S.I. Baskakov, Signal and circuits, Mir publisher, Moscow (1986);
- 2) A. Papoulis, Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, 3 Ed., McGraw-Hill, (1991);

Per la parte B:

- 3) A. Nigro, Dispense del corso di Esp. Fis. III.
- 4) P. Horowitz, W. Hill, The art of electronics, second edition, Cambridge Univ. Press (1989);
- 5) T. Hayes, P. Horowitz, Student manual for the art of electronics, Cambridge Univ. Press (1989);
- 6) R. Cervellati, D. Malosti, Elettronica - esercitazioni per il laboratorio di fisica, La Goliardica editrice, Roma;
- 7) J. Millman, Circuiti e sistemi microelettronici, Boringhieri (1985);
- 8) T.M.R. Ellis, "Programmazione strutturata in FORTRAN 77", Zanichelli;

Per la parte C e D:

- 9) W. R. Leo, Techniques for nuclear and particle physics experiments, Springer-Verlag, Berlino (1987);
- 10) G. Knoll, Radiation detection and measurement, second edition, John Wiley (1989);
- 11) J. B. Birks, The Theory and Practice of Scintillator Counting, Pergamon Press, (1964).
- 12) G.S. Fishman, Monte Carlo concepts, algorithms and applications, Springer-Verlag, (1996);
- 13) Glen Cowan, Statistical data analysis, Clarendon Press, Oxford, (1998).