Corso di Laurea in Fisica
Anno accademico 2014/2015

LABORATORIO 2 – moduli A e B (033BB, 12 cfu)

Programma del corso
(in corsivo le esperienze pratiche)

1. Analisi e trattamento dati

Uso del programma Python, con particolare riguardo ai pacchetti Matplotlib, Numpy, Scipy (e cenni all'impiego di Cmath) per la rappresentazione e l'analisi di dati sperimentali e per la soluzione numerica di semplici modelli analitici; best-fit analitici lineari, best-fit numerici non lineari a uno o più parametri, estrazione della matrice di covarianza dei parametri.

- *Esercizi obbligatori di “simulazione”, con particolare riguardo alla risposta di filtri RC a segnali non sinusoidali attraverso serie di Fourier.*

2. Strumentazione

Misure analogiche e misure digitali, errori strumentali e stocastici associati, errori di calibrazione. Funzionamento del multimetro analogico per misure di corrente, tensione, resistenza. Funzionamento e impiego dell'oscilloscopio: sweep, modalità di trigger, accoppiamento in ingresso dei canali, modalità Y-X e Y-t, principali caratteristiche di banda passante e sensibilità. Resistenza di ingresso della strumentazione e suoi effetti.

- *Esperienza sull'impiego di generatori di funzioni e oscilloscopio (exp 4)*

3. Acquisizione dati automatizzata via computer

Cenni al funzionamento di massima di un campionatore/digitalizzatore, rate di campionamento, errore di digitalizzazione. Impiego della piattaforma Arduino per l'acquisizione di segnali elettrici variabili (scarica condensatore, curva caratteristica del diodo) e strategie di acquisizione; cenni alla programmazione di Arduino nell'IDE e alla comunicazione via porta seriale (USB).

- *Carica/scarica automatica di condensatori e best-fit “esponenziale” (exp 9)*
- *Curva caratteristica di diodi a giunzione e best-fit “esponenziale” (exp 10)*

4. Componenti ohmici e misure in continua

Richiami di elettrostatica e elettricità, definizioni, unità di misura. Legge di Ohm, nodi, maglie e rami di un circuito, equazioni del circuito (“leggi di Kirchoff”), serie e parallelo di resistori, partitori di tensione e corrente, generatori ideali di d.d.p. e generatori di Thevenin. Cenni sulla tecnologia dei resistori.

- *Legge di Ohm e best-fit non lineare (exp 1, exp 3)*
- *Partitori di tensione (exp 2)*
- *Generatore di Thevenin in continua (exp 2)*

5. Capacità e condensatori, misure di transienti

Capacità elettrica, carica e scarica del condensatore. Serie e parallelo di condensatori. Segnali alternati e definizioni rilevanti. Grandezze mediate nel tempo e valori rms, potenza media.

- *Scarica del condensatore (exp 9)*

6. Condensatori in alternata e filtri RC

Metodo simbolico e fasori, impedenza di resistori e condensatori, sfasamenti e rappresentazione grafica, potenza media nella rappresentazione complessa. Analisi di circuiti RC in alternata nel dominio dei tempi e delle frequenze. Filtri passa-basso e passa-alto, sfasamento e attenuazione in dB, diagramma di Bode, integratori e derivatori. Rumori a alta frequenza e uso di integratori per diminuire il rumore. Serie di Fourier per segnali periodici non sinusoidali, con particolare riguardo a onde quadre e triangolari e alla risposta di filtri RC a segnali non sinusoidali.

- *Integratore e derivatore (exp 5)*
- *Filtri RC e best-fit del diagramma di Bode (exp 6)*

7. Induttori e circuiti RLC nel dominio del tempo e della frequenza

Induzione magnetica e coefficienti di auto-induzione. Impedenza reattiva e resistiva degli induttori. Filtri RL e loro analisi nel dominio delle frequenze. Oscillatori smorzati RLC e analisi nel dominio dei tempi, resistenza di induttori reali ed effetto di prossimità. Oscillatori smorzati forzati RLC: risonanza. Misura di impedenze con circuiti a ponte.

- *Oscillatore smorzato RLC (exp 7)*
- *Oscillatore forzato RLC e best-fit della curva di risonanza (exp 8)*

8. Giunzioni tra semiconduttori drogati, diodi a giunzione e transistor BJT

Materiali semiconduttori e drogaggio, giunzioni bipolari, diffusione, regione di svuotamento e ricombinazione, polarizzazione diretta e inversa, calcolo del campo in giunzione non polarizzata; equazione di Shockley, potenziale termico, resistenza dinamica. Diodi a semiconduttore: raddrizzatori e moltiplicatori di tensione. Transistor bipolare come componente attivo: cenni di tecnologia, effetto transistor, guadagno in corrente, amplificatore di corrente e tensione a emettitore comune, guadagno per piccoli segnali.

- *Resistenza dinamica del diodo (exp 10)*
- *Circuiti raddrizzatori e livellatori (exp 11)*
- *Moltiplicatore di tensione di Cockroft-Walton (exp 11)*
- *Polarizzazione del transistor BJT e amplificatore a emettitore comune (exp 12)*

9. Campi magnetici di bobine e nei materiali

Campo di induzione magnetica per bobine reali: calcolo per singola spira, solenoide finito sottile, solenoide finito spesso. Misura di campi magnetici mediante fem indotta. Accoppiamento magnetico tra avvolgimenti e mutua induzione. Campi magnetici nella materia, isteresi dei ferromagneti, correnti parassite e loro effetti. Circuiti magnetici, legge di Hopkinson e riluttanza, trasformatori.

- *Misura del campo magnetico assiale e radiale e best-fit degli andamenti (exp 13)*
- *Auto e mutua induzione (exp 14)*
- *Effetti dissipativi delle correnti parassite (exp 15)*
- *Visualizzazione del ciclo di isteresi di un materiale ferromagnetico (exp 15)*
- *Rapporti di trasformazione e rendimento di potenza di trasformatori (exp 16)*

10. Ottica: polarizzazione, interferenza, diffrazione

Equazione e funzione d'onda, onde elettromagnetiche. Polarizzazione e metodi per l'analisi e la manipolazione della polarizzazione della luce, dicroismo e birifrangenza, polaroid e lamine ritardanti. Equazioni di Fresnel e angolo di Brewster. Interferenza e onde stazionarie. Interferenza/diffrazione da doppia fenditura, da reticoli in trasmissione, da pin-hole; principio di reciprocità e diffrazione da fili. Diffrazione e potere risolutivo. Cenni alla coerenza e alla formazione di pacchetti d'onda in onde non monocromatiche; cenni ai fotoni; cenni ai principi di operazione di laser a diodo e fotodiodi (argomento non trattato a lezione).

- *Misure con polaroid e best-fit delle intensità misurate (exp 17)*
- *Interferenza/diffrazione da single e double slits, reticoli, pin-holes, fili sottili; spettro della lampada e del laser; diffrazione dai solchi di CD e DVD (exp 18)*

Materiale didattico

Qualsiasi testo di "Fisica 2" per il necessario background di conoscenze; note, manuali, schede delle esperienze, script di programmi e trasparenze delle lezioni (in vecchie versioni) sono disponibili presso il sito del docente (<http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>)