UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Laboratorio di Elettromagnetismo

2526-3-ESM01Q016

Obiettivi

L'obiettivo del corso è di fornire conoscenze teoriche ed applicative di elettromagnetismo ed ottica. Tramite esperienze di laboratorio mirate, il corso mira inoltre a consolidare le conoscenze teoriche ottenute nel corso di Fisica II e estenderle a concetti base di circuitistica. Le esperienze in laboratorio infine attendono a insegnare criteri e metodologie sperimentali e di analisi dati.

Descrizione dettagliata obiettivi formativi secondo gli indicatori di Dublino:

1. Conoscenza e capacità di comprensione
   Alla fine del corso lo/la studente/ssa sarà in grado di :

- Enunciare e collegare le leggi di Kirchhoff, le relazioni costitutive di resistenze, condensatori e induttori e le equazioni di Maxwell che ne giustificano il comportamento.
- Spiegare la carica/scarica di condensatori, il transiente in circuiti RC e LR, l'oscillazione di un circuito LC, la risonanza e l'attenuazione in circuiti LRC.
- Descrivere i principi di funzionamento di voltmetri, amperometri, oscilloscopi (analogici e digitali), ponti di misura, trasformatori e triodi.
- Illustrare i fenomeni di induzione, campi magnetici statici e variabili, e i concetti base di interferometria (Interferometro di Michelson).
- Riassumere i fondamenti dell'analisi degli errori, inclusi incertezza tipo-A/B e metodo dei minimi quadrati.

2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate
   Lo/la studente/ssa saprà :

- Risolvere problemi quantitativi relativi a circuiti in c.c. e c.a. (calcolo di corrente, tensione, impedenza e fattore di potenza).
- Dimensionare semplici filtri RC e RLC e prevederne la risposta in frequenza (diagrammi di Bode).
- Usare il metodo dei minimi quadrati per determinare costanti di tempo (?), induttanze e resistenze interne a partire dai dati sperimentali.

- Configurare e calibrare multimetri, oscilloscopi, generatori di funzione e ponti RLC per misure di resistenza, impedenza, permeabilità e permittività (??).
- Confrontare dati sperimentali con modelli mediante software di analisi (p.es. Python/NumPy, MATLAB, LT-Spice).

3. Autonomia di giudizio
   Il corso formerà la capacità di :
   *Valutare la compatibilità tra risultati di laboratorio e valori di letteratura, individuando cause di scostamento.

- Selezionare criticamente la strumentazione (range, sensibilità, impedenza d'ingresso) più adeguata allo specifico esperimento.
- Identificare e quantificare sorgenti di errore sistematico (deriva termica, offset strumentale, accoppiamenti parassiti) e proporre strategie di mitigazione.

4. Abilità comunicative
   Al termine gli/le studenti/esse sapranno :

- Redigere relazioni tecniche per ciascuna esperienza (A–M), contenenti introduzione teorica, schema dell'apparato, analisi dati, stima incertezze e conclusioni.
- Presentare oralmente i risultati degli esperimenti (p.es. interferometro di Michelson, caratterizzazione di un triodo) con supporti multimediali e grafici chiari.
- Collaborare in team, organizzando il lavoro di acquisizione dati, dividendosi ruoli (operatore, analista, relatore) e documentando il flusso di lavoro su notebook di laboratorio condivisi.

5. Capacità di apprendere
   Il corso permetterà di :

- Consultare autonomamente manuali di strumentazione, datasheet di componenti (trasformatori, triode, sensori Hall) e letteratura su tecniche interferometriche.
- Ampliare le proprie competenze sperimentali sperimentando configurazioni circuitali aggiuntive (filtri passa-basso/alto, reti di adattamento, ponti di Wheatstone) non trattate a lezione.
- Trasferire metodologie di misura e analisi (least-squares, propagazione degli errori) a contesti affini di elettronica, fotonica e fisica applicata.

Contenuti sintetici

Il corso tratta in modo teorico e pratico argomenti di elettromagnetismo presentati nel corso di Fisica 2 e complementa le conosconze con contenuti di analisi dei circuiti in corrente continua ed in corrente alternata. Anche in questo caso, la trattazione avviene in modo teorico con lezioni frontali e la validazione dei concetti è ottenuta sperimentalmente dagli stessi studenti con esperienze in laboratorio.

Programma esteso

Il corso comprende i seguenti argomenti trattati in ordine sequenziale:

1) Elementi di analisi degli errori con il metodo dei minimi quadrati

2) Leggi Kirkhoff e analisi di circuiti elettrici elementari

3) Resistenze e alimentatori in serie e in parallelo

4) Principi di funzionamento di voltmetri, amperometri e oscilloscopi

5) Condensatori: carica e scarica, collegamento in serie e parallelo, circuiti RC

6) Campi magnetici e correnti indotte

7) Induttori e comportamento transiente, circuiti LR

8) Oscillatore elettromagnetico, circuito LC

9) Circuiti in corrente alternata: Impedenza resitiva, capacitiva e induttiva

10) Circuiti LRC

11) Trasformatori elettrici

12) Cenni di interferometria

Le esperienze di laboratorio sono le seguenti:

A) Resistività dei metalli

B) Carica/scarica condensatori

C) Cella elettrolitica

D) Circuito LRC

E) Caratterizzazione di un Triodo

F) Trasformatori

G) Misura campi di magnetici

H) Interferometro di Michelson

I) Misure di impedenza

L) Restsienza di metalli vs. Temperatura

M) Misura ?0

Prerequisiti

Conoscenze di matematica e calcolo differenziale, conoscenze di elettromagnetismo da Fisica 2, conoscenze di analisi degli errori.

Modalità didattica

Lezioni frontali in cui sono trattati gli argomenti in modo teorico ed esposte le modalità sperimentali. Esperienze pratiche di laboratorio. Le lezioni si tengono in lingua
italiana.

Materiale didattico

Testo di Fisica 2 in accordo col docente (per esempio ELEMENTI di FISICA, P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, EdiSES)

Testo di analisi degli errori (per esempio INTRODUZIONE ALL'ANALISI DEGLI ERRORI, J.R.Taylor, Zanichelli)

Dispense fornite dal docente

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre (Settembre-Novembre)

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Relazione scritta su due esperienze di laboratorio a scelta dello studente.

Esame orale su conoscenze teoriche e pratiche riguardanti gi argomenti del corso.

L'esame orale, con voto in trentesimi, ha lo scopo di verificare:

1) la proprietà di linguaggio

2) la conoscenza delle teorie affrontate nel corso

3) il livello di comprensione delle teorie affrontate nel corso

Orario di ricevimento

Da concorcordarsi col docente.

Sustainable Development Goals