

## Laboratorio di Fisica II Programma 2017 — 2018

Quello che segue è un programma dettagliato degli argomenti che saranno svolti durante il corso. Per ciascun argomento generale sono riportati i testi di riferimento e, per quanto riguarda le dispense fondamentali [2], anche la lista dei capitoli e dei paragrafi che contengono il materiale relativo. I punti classificati come “cenni” sono stati trattati con lo scopo di dare allo studente una visione più completa dell’argomento, ma non costituiscono oggetto di domande dirette in sede d’esame. Nell’indicazione dei testi di riferimento sono inseriti in parentesi ( ) quelli a carattere integrativo per cui vale quanto detto per i “cenni”.

- Elettrostatica. Conduttori e isolanti. Legge di Coulomb. Campo elettrostatico E. Teorema di Gauß e sue applicazioni. Potenziale elettrostatico. Elettrostatica dei conduttori ideali, pieni e cavi. Concetto di capacità. Condensatori in serie e in parallelo. Effetto del dielettrico nei condensatori. Energia accumulata in un condensatore. [1].
- Il movimento delle cariche. Corrente e densità di corrente. Equazione di continuità. Il movimento delle cariche nei conduttori. Conduttori ohmici. Legge di Ohm. Resistenza, conduttanza e resistività dei materiali. Velocità dei portatori di carica in un conduttore. La potenza associata a un dispositivo bipolare in funzione di corrente e tensione. Generatori di tensione ideali e reali. Resistenza interna del generatore. Leggi di Kirchhoff dei circuiti. Risoluzione di un circuito. Resistenze in serie e parallelo. Partitore di tensione e di corrente. Circuiti lineari. Principio di sovrapposizione e sue applicazioni. Teorema di Thévenin (solo enunciato) e sue applicazioni. Generatori di corrente. Cenno al teorema di Norton. La potenza nei circuiti. Massimo trasferimento di potenza da un generatore a un carico. Circuito RC in carica e scarica, costante di tempo. Cenno alla risoluzione delle equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti. [2] Cap. I, § 1-7, 9; Cap. VI, § 1-2; [3].
- Il campo d’induzione magnetica B nel caso stazionario e quasi stazionario. Espressione per B in funzione delle correnti. Campo solenoideale. Forza di Lorentz. Flusso di B attraverso una superficie. Flusso concatenato con un circuito. Forza di Lorentz su un circuito percorso da corrente. Campo B prodotto da un filo rettilineo. Forza fra due conduttori rettilinei paralleli percorsi da corrente e definizione di Ampère. Campo al centro di una spira circolare. Momento della forza di Lorentz su una spira. Cenno al comportamento magnetico dei materiali: diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo. Isteresi. Legge di induzione elettromagnetica di Faraday-Lenz. Concetto di mutua e auto-induzione. Induttanza. Energia accumulata in un’induttanza e in un sistema con mutua induzione. Studio del circuito RL. [1], ([4]).
- Definizione di grandezza alternata. Valore medio RMS. Correnti alternate. Circuito RLC in regime sinusoidale. Soluzione dell’equazione del circuito. Soluzione di regime. Metodo delle impedenze complesse. Richiamo sulle proprietà dei numeri complessi. Risoluzione dei circuiti in corrente alternata. La potenza in c.a.: potenza istantanea e media. Potenza media in regime sinusoidale. Potenza

dissipata su un'impedenza qualsiasi. Massimo trasferimento di potenza da un generatore a un carico in c.a. [2] Cap. IX, ([3]).

- Il galvanometro di Deprez-d'Arsonval. Statica e dinamica del galvanometro. Galvanometro balistico. Caso a smorzamento nullo. Cenno alla correzione per lo smorzamento.

Voltmetri e amperometri a bobina mobile. Classe dello strumento. Concetto di  $\Omega/V$ . Shunt, shunt universale. Schema a blocchi di un multimetro digitale, errori di misura. I condizionatori di segnale dei multimetri digitali usati come voltmetri o amperometri. [2] Cap. II, § 1-3; Cap. III, § 1-6; Cap. VI, § 3, (4), 8-10; Cap. XIV § 1-3.

- L'oscilloscopio a raggi catodici. Il cannone elettronico. Il catodo e l'effetto termoionico.

La corrente di elettroni nel vuoto, regime di carica spaziale. Griglia di controllo e regolazione dell'intensità del fascio. Accelerazione e focalizzazione. Le placchette di deflessione orizzontale e verticale. Schermo e post-accelerazione. I comandi dell'oscilloscopio.

Il circuito di trigger. Fattori che limitano la banda passante. Cenno all'oscilloscopio digitale a campionamento. [2] Cap. VIII (senza i dettagli sull'emissione termoionica, pag. 173-175 e i calcoli espliciti per la corrente nel vuoto, pag. 179-180).

- Metodo potenziometrico per la misura di differenze di potenziale. Principio del metodo.

Pila campione. Divisore di Kelvin-Varley e suo schema. Errori di taratura del divisore. Errori di sensibilità nella misura, criteri di scelta del rivelatore di zero. Misura di una forza elettromotrice e della sua resistenza in serie mediante il divisore.

Misura col divisore di una resistenza, per confronto con un campione noto. [2], § 1-3, 5-8.

- Campioni a decadi di resistenza, capacità e induttanza. Problemi legati alle capacità parassite. Significato e corretto uso dei terminali H, L e G. Ponti in corrente alternata.

La formula generale di azzeramento e considerazioni generali sulla possibilità di azzerare un ponte. Ponti di de Sauty serie e parallelo, ponti di Maxwell LL e LC. Il rivelatore di zero accordato in frequenza e il suo uso. Montaggio e messa a terra dei ponti in c.a., accorgimenti per ridurre l'errore, errori di taratura e sensibilità. Cenni all'ottimizzazione della sensibilità. [2] Cap. IV § 1-4; Cap. X § 1-5, (6), 7.

- L'effetto Hall, sua entità nei conduttori e semiconduttori. La sonda di Hall, tensione di offset; sonda ad alta sensibilità con materiale ferromagnetico, isteresi. Misura del campo magnetico terrestre mediante sonda di Hall. Bobine di Helmholtz. Procedimento per tarare la sonda eliminando gli effetti della tensione di offset e dell'isteresi.

Misura di una componente del campo mediante la sonda di Hall, procedimento di eliminazione degli effetti parassiti. Misura di tre componenti ortogonali e determinazione del modulo del campo e delle sue coordinate polari angolari.

Errori nelle misure con la sonda di Hall, trattamento corretto degli errori sistematici. [2] Cap. XIX § 1-3 (non è richiesto il trattamento dettagliato di pag. 431-433); [5].

- Circuiti risonanti. Circuito risonante serie e parallelo. Frequenza di risonanza,

impedenza alla risonanza, fattore di merito  $Q_0$ . Definizione di  $Q_0$  in base all'energia e calcolo per il risonante serie. Misure sui circuiti risonanti mediante oscilloscopio.

Circuito per la misura della frequenza di risonanza e dell'impedenza alla risonanza.

Circuito per la misura dell'impedenza/ammittenza dei risonanti in ampiezza e fase, problematiche legate ai riferimenti di terra. Misure su circuiti risonanti in cui non sono accessibili i singoli componenti. [2] Cap. XIII § 1-6; ([6]).

- Teoria degli errori. Errori a priori e a posteriori. Errori a priori: errori di taratura, sensibilità e lettura. Determinazione sperimentale dell'errore di sensibilità e sua attribuzione ai campioni che si variano in una misura. Errori a posteriori.

#### Testi di riferimento

[1] Si rimanda al testo usato nel corso di elettrologia, o qualsiasi altro manuale sull'argomento.

[2] Giacomo Poggi, Esperimenti di elettricità e magnetismo. Il libro, esaurito in forma cartacea, è disponibile per essere scaricato in formato PDF dal sito.

[3] Andrea Perego, dispensa sulla risoluzione delle equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti. File Equaz diff.pdf scaricabile dal sito.

[4] Andrea Perego, dispensa sulle proprietà del campo elettromagnetico. File campoB.pdf caricabile come per [3].

[5] Giacomo Poggi, Andrea Perego, dispensa sull'esecuzione della misura del campo magnetico terrestre con la sonda di Hall. File SondadiHall.pdf scaricabile come per [3].

[6] Andrea Perego, dispensa con procedimenti dettagliati per ricavare le proprietà dei circuiti risonanti e tavola sinottica. File Risonanti.pdf scaricabile come per [3].