

Programma **preventivo** dell'Insegnamento di  
**ELETTROTECNICA** (Settore Scientifico Disciplinare ING-IND-31)

n. 7 Crediti Formativi Universitari (CFU)

AA 2010-2011

Ing Dr Antonio Quercia

**Tutti gli avvisi ed informazioni sul corso e sugli appelli d'esame vengono resi noti mediante inserimento nel sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it).** (nella sezione 'news', oppure seguire il link 'docenti', poi quello corrispondente al nome del proprio docente e poi quello del proprio corso). **In particolare la prenotazione alle sedute d'esame deve essere obbligatoriamente effettuata su tale sito.**

## 1 Obiettivi e finalità del corso

Il corso è rivolto agli allievi del secondo anno del Corso di Laurea Interateneo in Ingegneria Informatica e Biomedica ed ha il duplice scopo di contribuire alla formazione ingegneristica di base e di fornire con sicurezza e solidità le conoscenze che costituiscono i prerequisiti essenziali per gli insegnamenti a carattere più specialistico che l'allievo dovrà affrontare sia nel secondo e terzo anno del corso di laurea, sia per gli insegnamenti della laurea specialistica.

Non volendo pertanto minimamente rinunciare alla volontà di trattare gli argomenti in modo rigoroso, tenendo conto d'altra parte della necessità di rimanere entro i limiti dei crediti didattici assegnati alla disciplina, il programma è stato impostato dando priorità appunto alle conoscenze di elettrotecnica richieste dagli insegnamenti parallelamente impartiti nell'anno in corso e degli anni successivi, dando privilegio agli aspetti formativi delle tematiche trattate. Rispetto ai contenuti dell'insegnamento tradizionalmente impartito del settore dell'informazione nei precedenti ordinamenti degli studi, sono stati quindi operati i necessari tagli per rientrare nel numero di crediti assegnato, riuscendo tuttavia a dare unitarietà e completezza al corso.

Si è ad esempio rinunciato alle applicazioni descrivibili in termini di campi stazionari e quasi stazionari, limitandosi alla derivazione del modello circuitale nel limite lentamente variabile, a partire dalle equazioni di conservazione della carica e della induzione elettromagnetica.

Nel dimensionamento del programma si è tenuto conto del fatto che alcuni argomenti, essenziali per la comprensione degli argomenti in programma, sono stati estensivamente trattati in corsi precedenti. Tali argomenti sono analiticamente elencati nella sezione 3 di questo programma. Al fine di agevolare lo studente nella verifica dell'effettivo possesso dei prerequisiti, i principali concetti verranno comunque richiamati ed esemplificati durante le lezioni.

I contenuti sono stati dimensionati e trattati con l'obiettivo di consentire allo studente medio, **purché in possesso dei necessari prerequisiti** (che sono stati dettagliatamente definiti e qui sotto riportati), di superare l'esame dedicando complessivamente **le ore di studio (comprensive della frequenza alle lezioni), corrispondenti ai Crediti Formativi Universitari (CFU) assegnati al corso**, secondo il corrente ordinamento.

## 2 Propedeuticità

Non sono previste propedeuticità formali. Per una efficace frequenza e per il superamento dell'esame è fondamentale il possesso di alcune nozioni di matematica e fisica (specificate nella prossima sezione) tutte facenti parte dei contenuti dei corsi di analisi matematica, geometria, algebra, fisica.

## 3 Prerequisiti essenziali

Le nozioni qui di seguito specificate sono irrinunciabili per la comprensione degli argomenti trattati. Si fa esplicitamente notare che il possesso dei prerequisiti è **condizione pregiudiziale per il superamento dell'esame**.

### 3.1 Matematica

Algebra elementare. Funzioni trigonometriche. Algebra dei numeri complessi. Grafico delle funzioni di una variabile. Limiti e derivate delle funzioni di una variabile. Funzioni inverse. Calcolo vettoriale elementare, campi vettoriali, gradiente, divergenza, rotore. Teorema di Gauss. Teorema di Stokes. Sistemi di equazioni lineari algebriche. Integrali indefiniti, integrali definiti, funzioni integrali, metodi di integrazione per parti e per sostituzione. Equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.

### 3.2 Fisica

Concetti e leggi fondamentali della meccanica. Grandezze fisiche principali ed unità di misura. Bilanci energetici. Elementi basilari di trasmissione del calore. Elettromagnetismo quasi stazionario: campi vettoriali  $J$ ,  $B$ ,  $E$  e loro proprietà. Resistività elettrica dei materiali: materiali isolanti, semiconduttori, conduttori, superconduttori. Rigidità dielettrica dei materiali isolanti. Effetto Joule. Materiali magnetici e materiali non magnetici. Legge di Ampère, legge di Lenz, legge di Faraday. Campo elettrico statico e mozionale.

## 4 Programma del corso

### 4.1 Il modello circuitale

Circuiti elettrici. Grandezze elettriche e circuitali: carica elettrica, campo elettrico, campo di induzione magnetica, forza agente su una carica in moto, intensità di corrente elettrica, tensione elettrica, campo densità di corrente elettrica. Relazione costitutiva di un conduttore metallico. Equazione di conservazione della carica e legge di Faraday-Neumann. Limite lentamente variabile: concetto di bipolo. Relazione caratteristica di un bipolo. Convenzione dell'utilizzatore e del generatore. Limite lentamente variabile: leggi di Kirchhoff delle tensioni e delle correnti (LKT e LKC). Potenza ed energia elettrica. Espressione della potenza elettrica nel limite lentamente variabile con dimostrazione limitatamente al caso di un filo conduttore. Bipoli passivi e bipoli attivi. **Bipoli asintoticamente passivi**. Limiti del modello circuitale: condizione necessaria per la sua validità. Bipoli a-dinamici: resistore lineare, generatore ideale di tensione e di corrente, corto circuito, circuito aperto, interruttore. Resistore fisico, effetto Joule, dipendenza della resistenza dalla temperatura. Generatore reali, potenza erogata dal generatore reale di tensione in funzione della corrente e caso duale del generatore reale di corrente. Meccanismi fisici nei generatori: campo elettromotore. Resistori non lineari: diodo e diodo tunnel. Bipoli controllati in tensione e bipoli controllati in corrente. Bipoli a-dinamici passivi, strettamente passivi (dissipativi) e attivi. Bipoli dinamici. Condensatore lineare, limiti del modello, concetto di memoria, condensatore a facce piane parallele, condensatori non lineari, potenza assorbita, energia immagazzinata, energia assorbita, variabile di stato. Bipoli conservativi. Induttore lineare, limiti del modello, induttore lungo, induttori non lineari, potenza assorbita, energia immagazzinata, energia assorbita, variabile di stato. **Condensatore e induttore tempo variante (appunti delle lezioni)**.

### 4.2 Analisi di circuiti semplici

Analisi di circuiti semplici, bipoli connessi in serie e in parallelo, generatori controllati (non contribuiscono ai termini noti delle equazioni).

Circuito a-dinamico con elemento non lineare resistivo (diodo e diodo tunnel), soluzione con metodo grafico e con metodo di Newton Raphson, condizione sufficiente per la convergenza del metodo di Newton Raphson.

Circuito dinamico lineare del primo ordine, condizione iniziale, evoluzione libera, modi di evoluzione naturale, frequenza naturale, costante di tempo, energia dissipata, dinamica generale, integrale generale, integrale particolare, evoluzione forzata.

Regime stazionario, termine transitorio. Processo di carica di un condensatore, energia erogata dal generatore durante il processo di carica, cenno sulla minimizzabilità dell'energia erogata mediante  $e(t)$  opportuna. Regime sinusoidale.

**Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili, esempi ( $y' = y^2$ ); caso particolare dell'equazione differenziale lineare del primo ordine a coefficiente non costante  $y' = a(x)y$ , esempi ( $y' = xy$ ) (appunti delle lezioni)**.

Circuito dinamico non lineare semplice, analisi qualitativa, soluzioni stazionarie asintoticamente stabili e instabili, attrattore, circuiti bistabili.

## 4.3 Proprietà dei circuiti

Grafo di un circuito, grafo orientato, equazioni topologiche, relazione di incidenza, sottografo, grafo connesso, maglia, maglia orientata, albero, coalbero, insiemi di maglie fondamentali, unione di due maglie.

Grafo planare. Esempi di circuiti i cui grafi associati sono non planari: circuito raddrizzatore trifase a ponte (6 diodi).

Anello, anelli di un grafo planare, unicità dell'insieme degli anelli di un grafo planare.

Macronodo, legge di Kirchhoff per un macronodo (per una esposizione student-friendly del concetto di insieme di taglio si veda il testo Guarnieri-Stella).

Teorema fondamentale dei grafi.

Matrici topologiche, matrice d'incidenza  $A_a$ , corrispondenza biunivoca tra un generico albero ed  $n-1$  colonne indipendenti dei  $A_a$ , equazioni LKC in forma matriciale, sparsità della matrice  $A_a$ .

Matrice di maglia  $B_a$ , equazioni LKT in forma matriciale.

Equazioni, identità, sistema di equazioni ben posto, equazioni incompatibili.

Proprietà di indipendenza delle equazioni di Kirchhoff per le correnti per circuiti con grafo connesso, matrice di incidenza ridotta.

Proprietà di indipendenza delle equazioni di Kirchhoff per le tensioni per circuiti con grafo connesso, indipendenza LKC agli anelli per circuiti con grafo planare, matrice di un insieme di maglie fondamentali, equazioni LKT indipendenti in forma matriciale.

Forma canonica delle equazioni circuitali, soluzione con sistema con matrice sparsa  $Lx=d$ , esempi. Metodi per la soluzione di sistemi lineari, impraticabilità del metodo di Cramer.

Circuiti con grafo non connesso: numero di equazioni topologiche (LKC e LKT) indipendenti, numero di equazioni caratteristiche indipendenti, numero di incognite, esempi (presenza di doppi bipoli) (appunti delle lezioni).

Circuiti mal posti. Potenziali di nodo, potenziali nodali e potenziale elettrico, equazioni di tableau, matrice delle conduttanze di nodo, metodo dei potenziali di nodo modificato e matrice corrispondente (Guarnieri-Stella e appunti delle lezioni). Conservazione delle potenze elettriche e teorema di Tellegen. Non amplificazioni delle tensioni e delle correnti.

Circuiti a-dinamici. Equivalenza tra bipoli. Resistori controllati in corrente connessi in serie, resistori lineari connessi in serie e partitore di tensione. Resistori controllati in tensione connessi in parallelo, resistori lineari connessi in parallelo e partitore di corrente. Generatori ideali connessi in serie e in parallelo, generatori reali ed equivalenza. Esempi.

## 4.4 Circuiti a-dinamici lineari

Proprietà dei circuiti a-dinamici lineari. Forzamenti. Circuiti resistivi lineari con un solo generatore. Resistenza equivalente di un bipolo di resistori lineari. Circuito di caratterizzazione del bipolo, segno della resistenza equivalente per un circuito di bipoli passivi. Riduzione di un circuito dinamico del primo ordine: costante di tempo e costante di tempo della funzione energia. Equivalente di un circuito con generatore controllato.

Proprietà di sovrapposizione degli effetti, esprimibilità di una qualsiasi tensione o corrente come combinazione lineare delle sorgenti. Non validità della proprietà di sovrapposizione per le potenze. Sovrapposizione in presenza di generatore controllato.

Generatore equivalente di Thevenin-Norton nelle reti parzialmente lineari resistive.

Trasformazioni stella-triangolo.

## 4.5 Circuiti dinamici lineari a regime

Circuiti dinamici lineari a regime, termine transitorio e termine di regime permanente. Circuiti in regime stazionario, strumenti di misura per il regime stazionario. Circuiti in regime sinusoidale: grandezze sinusoidali.

[ Il campo complesso (insieme  $\mathbb{R}^2$  munito di opportuna struttura algebrica). Il campo reale come sottoinsieme del campo complesso. Insieme dei numeri immaginari puri, unità immaginaria  $i = (0,1)$ . Rappresentazione di un numero complesso nella sua forma algebrica  $z = (x,y) = (x,0) + (0,1)(y,0) = x+iy$ . Corrispondenza tra numeri complessi, punti del piano e vettori. Formula di Eulero ottenuta considerando lo sviluppo in serie delle funzioni seno, coseno ed esponenziale (cenni). Modulo, argomento e rappresentazione esponenziale di un numero complesso, operatore di rotazione. Operazioni con i numeri complessi. (appunti delle lezioni) ].

Valore efficace. Significato del valore efficace con riferimento ad una corrente variabile nel tempo che attraversi un resistore. Corrispondenza tra funzioni sinusoidali e fasori (si faccia attenzione che, in tale corrispondenza, il libro di testo *Circuiti*, introduce ed usa molto spesso una convenzione atipica, diversa da quella classica, adottata alle lezioni; la corrispondenza che deve essere considerata è invece quella in base alla quale il modulo del fasore coincide con il valore efficace della grandezza sinusoidale, e non con il valore massimo). Proprietà di unicità, linearità, derivazione. Metodo dei fasori, circuiti di impedenze. Corrispondenza con il seno.

Lavoro elettrico, energia e potenza in regime sinusoidale. Potenza fluttuante, potenza media. Potenza reattiva [L'allievo faccia attenzione: la potenza reattiva non è il coefficiente della parte immaginaria della potenza complessa, essendo questo solo un possibile modo per calcolarla. L'utilizzo del concetto di potenza complessa è iniziato ben prima

rispetto a quando fu poi introdotto il metodo dei fasori]. Potenza complessa, potenza apparente, conservazione delle potenze complesse.

Bipoli in regime sinusoidale e diagrammi fasoriali: resistore, induttore, condensatore, generatori. Proprietà dei bipoli di impedenze, bipoli serie RC ed RL.

Circuiti RLC, risonanza, fattore di qualità, condizioni per la risonanza, considerazioni energetiche sul circuito risonante, definizione energetica del fattore di qualità.

Regime periodico e quasi periodico, sovrapposizione di regimi stazionario e sinusoidale, sovrapposizione di regimi sinusoidali con pulsazioni diverse.

Circuiti per la distribuzione dell'energia elettrica. Strumenti di misura per il regime sinusoidale.

Formula di Millmann nel caso generalizzato con impedenze in serie/parallelo ai generatori e più generatori nello stesso ramo.

Efficienza energetica nel trasporto dell'energia. Approssimazione della linea elettrica ignorando effetti induttivi e capacitivi. Confronto della resistenza della linea con l'impedenza dell'utilizzatore. Strategie per aumentare l'efficienza del trasporto dell'energia elettrica. Fattore di potenza, rifasamento. Trasformatore ideale. Trasporto in alta tensione dell'energia elettrica.

Generatori monofase e trifase. Circuito equivalente di un generatore trifase. Generatori trifase simmetrici (diretti ed inversi). Tensioni stellate e concatenate.

Sistema trifase a 4 fili (con resistenza di linea sulle 3 fasi e sul ritorno) ottenuto come 'unione' di 3 sistemi monofase. Inutilità del filo di ritorno nei sistemi trifase simmetrici ed equilibrati.

Sistemi trifase (a 3 fili) simmetrici ed equilibrati e circuito monofase equivalente. Sistemi trifase (a 3 fili) squilibrati: calcolo dello spostamento del centro stella dell'utilizzatore squilibrato con la formula di Millmann.

Potenza istantanea erogata dal generatore trifase e assorbita dal carico, in particolare nel caso di sistema di tensioni simmetrico e carico equilibrato. Misura della potenza ed inserzione Aron. Misura della potenza reattiva con inserzione Aron nel caso simmetrico ed equilibrato.

[Cenni sui trasformatori trifase, impiego del collegamento a stella al secondario per il recupero del neutro.

Analisi qualitativa dei seguenti circuiti: raddrizzatore monofase a singola semionda (raddrizzatore ad un impulso), raddrizzatore monofase a doppia semionda a ponte di Graetz (raddrizzatore a due impulsi), raddrizzatore trifase a 3 diodi (raddrizzatore a 3 impulsi), raddrizzatore trifase a 6 diodi a ponte (raddrizzatore a 6 impulsi).

Cenni sui trasformatori trifase a doppio secondario e applicazione ai raddrizzatori polifase a doppio ponte a 12 impulsi in configurazione serie (per alte tensioni) e parallelo (per alte correnti). (Appunti delle lezioni)].

## 4.6 Doppi bipoli

Elementi circuitali a più terminali.. Grandezze descrittive di un N-polo e grafo associato. Leggi di Kirchhoff per gli elementi ad N terminali. Relazioni caratteristiche, potenza assorbita, conservazione delle potenze elettriche e conservazione delle potenze virtuali per elementi ad N terminali.

Doppi Bipoli, condizioni di porta, potenza assorbita. Doppi bipoli a-dinamici e dinamici. Le 4 tipologie di generatori controllati lineari. Dipendenza tra generatori controllati lineari. Realizzazione di un resistore *attivo*.

Trasformatore ideale e non validità dei teoremi di non amplificazione. Trasporto di una resistenza al primario. Realizzazione di un trasformatore ideale mediante generatori controllati. Trasporto al primario di un bipolo di Thevenin. **Adattamento in potenza (libro Circuiti edizione 2007 pag 331).**

Doppi bipoli di resistori lineari. Proprietà di reciprocità. Matrici delle conduttanze, delle resistenze, ibrida e di trasmissione, e loro proprietà, per un doppio bipolo di resistori lineari; proprietà valide quando i resistori sono passivi. Doppi bipoli lineari non inerti, **forma vettoriale dei teoremi di Thevenin e di Norton (libro Circuiti edizione 2007 pag 350).**

Sintesi di un doppio bipolo resistivo lineare, configurazione a T e a  $\Pi$ , caso in cui la resistenza/conduzzanza mutua è positiva e caso in cui è negativa.

Sintesi di un doppio bipolo con generatori controllati.

Trasmissione di informazione mediante segnali elettrici: utilizzo della linea bifilare twistata e del cavo coassiale per ridurre i disturbi.

Trasformatore. Nucleo ferromagnetico, lamierini metallici, avvolgimenti primari e secondari. Relazioni caratteristiche, coefficienti di auto e mutua induzione, potenza ed energia, conservatività e passività, grandezze di stato, condizione di fisica realizzabilità, coefficiente di accoppiamento.

Condizione di accoppiamento perfetto, flussi medi di auto e mutua induzione, flussi medi dispersi al primario e al secondario. Energia immagazzinata, variabile di stato unica in condizioni di accoppiamento perfetto, circuiti equivalenti, induttanza magnetizzante. Trasformatore reale, perdite nel ferro e nel rame.

Doppi bipoli di impedenze. Matrici delle impedenze, delle ammettenze, ibrida e di trasmissione, e loro proprietà.

## 4.7 Dinamica dei circuiti lineari e tempo invarianti

Ordine di un circuito dinamico. Dinamica di circuiti fondamentali, circuito RC, RL, RLC serie e parallelo, esistenza e unicità della soluzione del problema di Cauchy, soluzione generale dell'equazione omogenea associata e

soluzione particolare, proprietà fondamentale delle funzioni esponenziali. Funzionamento a regime del circuito, termine transitorio e soluzione di regime. Evoluzione libera e forzata.

Applicabilità della sovrapposizione degli effetti rispetto ai generatori indipendenti in condizioni dinamiche (valida solo per il calcolo dell'evoluzione forzata e del regime permanente).

Evoluzione libera e modi naturali del circuito RLC.

Proprietà dei modi naturali, evoluzione libera aperiodica smorzata, evoluzione libera armonica smorzata, evoluzione libera critica, evoluzione libera armonica.

Proprietà energetiche, stabilità e soluzione di regime, circuiti dissipativi e conservativi, legame tra stretta passività degli elementi a-dinamici costituenti il circuito e dissipatività (valida in assenza di condensatori connessi in serie tra loro e/o di induttori connessi in parallelo tra loro, vedi più avanti), esempi in cui sono presenti elementi a-dinamici non strettamente passivi come il circuito aperto e il corto circuito (condensatore in serie a circuito aperto, induttore in parallelo a corto circuito). Concetto generale di circuito dissipativo e di circuito conservativo. Circuiti stabili, asintoticamente stabili, instabili.

Legame tra dissipatività e regime: regime stazionario, regime polinomiale, regime sinusoidale, regime periodico (pulsazioni commensurabili tra loro), regime aperiodico [facoltativo] (pulsazioni non commensurabili tra loro).

Proprietà di sovrapposizione delle potenze medie per il regime periodico.

Sviluppo in serie di Fourier delle funzione periodiche, componente continua, frequenza fondamentale e armonica fondamentale, armoniche superiori, valore efficace associato alla generica componente armonica.

Possibile non esistenza della soluzione di regime per circuiti passivi ma non dissipativi (esempio circuito LC forzato sinusoidalmente in risonanza e paragone con moto dell'altalena con ampiezza massima di oscillazione crescente nel tempo).

Condensatori ed induttori in serie e in parallelo, altri esempi di circuiti passivi ma non dissipativi (serie di due condensatori e di un resistore, parallelo di due induttori e di un resistore).

Formulazione con le equazioni di stato. Circuito resistivo associato. Equazioni in forma canonica per un circuito del secondo ordine. Continuità dell'energia e delle grandezze di stato. Continuità delle grandezze di stato nei circuiti accoppiati e nei circuiti perfettamente accoppiati.

Circuiti con generatori impulsivi. Funzioni finestra rettangolare, delta di Dirac, gradino unitario, rampa unitaria. Generatori impulsivi e loro significato fisico. Risposta all'impulso, al gradino, alla rampa, ad ingresso polinomiale. Integrale di convoluzione.

La trasformata di Laplace e le sue principali proprietà. Equazioni circuitali nel dominio di Laplace. Circuiti di impedenze operatoriali, e trattamento del caso in cui le condizioni iniziali non siano nulle. Funzione di trasferimento. Calcolo delle anti-trasformate.

## 4.8 Cenni su misure ed errori

[ Misure, errore assoluto, errore relativo. Propagazione degli errori nelle misure indirette  $m_i = f(m_1, m_2, m_3, \dots)$ , esempi:  $m_i = m^2 \Rightarrow dm_i/m_i = 2 dm/m$  (errore raddoppia);  $m_i = e^m \Rightarrow dm_i/m_i = m dm/m$  (errore amplificato del fattore  $m$ );  $V_i = RI \Rightarrow dV_i = IdR + RdI \Rightarrow dV_i/V_i = dR/R + dI/I$ .

Cifre significative, cancellazione numerica, esempio: formula classica (numericamente instabile) per la soluzione dell'equazione  $ax^2+bx+c=0$ , e formula corretta mediante razionalizzazione (appunti delle lezioni)]

## 5 Testi consigliati

Per la vastità della materia trattata si consiglia vivamente di seguire assiduamente e diligentemente le lezioni, anche al fine di raggiungere una preparazione sufficientemente equilibrata sui vari argomenti, con una chiara percezione del diverso peso specifico degli stessi. Gli appunti presi a lezione vanno poi **necessariamente** integrati con lo studio di libri di testo a livello universitario sugli argomenti trattati. Fra i libri di testo contenenti gli argomenti trattati a lezione, si segnalano i seguenti, in ordine decrescente di completezza di copertura degli argomenti trattati:

- Massimiliano de Magistris, Giovanni Miano, *Circuiti - Fondamenti di circuiti per l'Ingegneria*, Ed Springer-Verlag Italia, prima edizione 2007, ristampa con modifiche 2009 (libro di testo principale del corso)
- Massimo Guarnieri, Andrea Stella, *Principi ed Applicazioni di Elettrotecnica*, volume I, terza edizione, Edizioni Progetto Padova, 2004
- G Miano, *Lezioni di Elettrotecnica*, ed CUEN, 2001, scaricabile dal sito
- G Miano, *Introduzione ai circuiti*, scaricabile dal sito
- L De Menna, *Elettrotecnica*, ed. Pironti, Napoli, 1998, scaricabile dal sito
- I D Mayergoyz, W. Lawson, *Elementi di teoria dei circuiti*, UTET, 2000
- L O Chua, C A Desoer, E S Kuh, *Circuiti lineari e non lineari*, Jackson, 1991



Per una adeguata preparazione dell'esame è inoltre necessario saper risolvere semplici esercizi e problemi, con elaborazioni analitiche e numeriche, con particolare riferimento alla soluzione delle reti. A questo scopo, oltre agli esempi ed esercizi trattati a lezione, che in ogni caso ne esauriscono la tipologia, sono ampiamente sufficienti gli esempi applicativi illustrati nei testi di cui sopra. Gli allievi possono poi scaricare dal sito numerosi esercizi svolti del tipo di quelli trattati nel corso e proposti in passate sedute d'esame.

Infine, qualora lo desiderasse, l'allievo può anche utilizzare uno qualunque dei numerosi testi di esercizi svolti disponibili. Tra questi si segnalano:

- S. BOBBIO, Esercizi di Elettrotecnica, ed. CUEN, Napoli, 1995;
- S. BOBBIO, L. DE MENNA, G. MIANO, L. VEROLINO,  
Quaderno n. 1: Circuiti in regime stazionario, ed. CUEN, Napoli, 1998.  
Quaderno n. 2: Circuiti in regime sinusoidale, ed. CUEN, Napoli, 1998.  
Quaderno n. 3: Circuiti in evoluzione dinamica: analisi nel dominio del tempo, ed. CUEN, Napoli, 1998.

Si richiama esplicitamente l'attenzione sul fatto che l'allievo, per superare l'esame, dovrà dare prova della conoscenza delle nozioni teoriche acquisite e della capacità di saperle coscientemente e criticamente utilizzare. In tal senso uno sforzo teso alla risoluzione di un gran numero di esercizi, con l'obiettivo di acquisire una manualità non confortata da adeguata sicurezza di conoscenza degli strumenti teorici, potrebbe addirittura risultare controproducente ai fini del superamento dell'esame, poiché una eccessiva polarizzazione sul problema del calcolo della soluzione numerica potrebbe distogliere l'attenzione sui reali motivi alla base delle difficoltà incontrate nella preparazione.

## 6 Accertamento e valutazione del profitto

Nella generalità dei casi, le condizioni necessarie per un esito ottimale dell'accertamento di profitto sono: i) il possesso dei prerequisiti di cui al punto 3; ii) aver frequentato con assiduità e diligenza il corso; iii) aver dedicato all'attività di studio, in modo omogeneo sui vari argomenti, circa 175 ore (comprehensive delle ore dedicate alla frequenza). Nel caso l'allievo, nel corso della preparazione, abbia dubbi o necessiti comunque di chiarimenti su argomenti specifici, potrà contattare il docente con le modalità indicate sul sito.

Si rammenta agli allievi che il possesso dei prerequisiti ha un significato sostanziale e non formale. In tal senso non esistono propedeuticità per l'esame di elettrotecnica; per converso l'aver sostenuto con esito positivo un esame comprendente gli argomenti specificati come prerequisiti non costituisce di per sé garanzia assoluta per il possesso dei prerequisiti. **Pertanto il mancato possesso dei prerequisiti può di per sé costituire motivo di non superamento dell'esame.**

L'accertamento del profitto dell'allievo, effettuato da parte di una Commissione di norma presieduta dal docente ufficiale del corso, ha lo scopo di valutare la preparazione individuale raggiunta dall'allievo, con una votazione espressa in trentesimi. L'accertamento avrà esito positivo se l'allievo avrà riportato una votazione di almeno diciotto trentesimi.

Per essere ammesso a sostenere l'esame, l'allievo dovrà **obbligatoriamente** compilare il modulo di prenotazione inserito nel sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it), nel quale sono tra l'altro indicati termini e scadenze. La lista degli allievi prenotati viene pubblicata sul sito. **L'assenza, per qualunque motivo, del nominativo dell'allievo in tale lista, costituisce causa di non ammissione all'esame.**

La Commissione esaminatrice non è in alcun modo responsabile per l'eventuale successivo annullamento dell'esame da parte della Segreteria Studenti (ad es. per mancato pagamento delle tasse scolastiche o altri motivi di irregolarità imputabili ad inadempienze dell'allievo).

Obiettivo dell'esame è accertare da un lato la conoscenza critica da parte dell'allievo degli argomenti trattati nel corso e dall'altro la capacità di impiegare efficacemente gli strumenti di analisi per la risoluzione di semplici problemi tecnici. A tale scopo, l'esame consiste in una prova scritta, nella quale vengono proposti alcuni problemi che richiedono un'elaborazione e un risultato numerico, oltre eventualmente ad uno o più temi riguardanti l'esposizione di argomenti di teoria. Gli allievi il cui elaborato scritto sarà stato giudicato sufficiente, saranno ammessi ad un colloquio orale vertente sugli argomenti trattati a lezione ed elencati nel presente programma.

Ferma restando la piena libertà ed autonomia della Commissione di effettuare l'accertamento di profitto nel modo ritenuto più opportuno, per utile informazione nel successivo paragrafo viene illustrata la procedura d'esame che viene generalmente seguita.

## 7 Procedura d'esame

Per essere ammesso alla fase scritta l'allievo deve recare con sé unicamente un valido documento di riconoscimento (libretto universitario, carta di identità, passaporto, ecc.) e risultare nell'elenco dei prenotati. Al fine di consentire all'allievo il proprio inserimento fra i prenotati, l'elenco viene periodicamente aggiornato ed inserito nel sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it). In tale sito viene anche comunicata la data, ora ed aula nella quale la prova avrà luogo.

All'ora prevista per la prova, si procede all'appello nominativo degli allievi prenotati ed ai presenti viene distribuito il seguente materiale: (i) testo contenente n. 3-5 problemi richiedenti una elaborazione ed un risultato numerico (da riportare nell'apposita casella riportata sullo stesso foglio) ed eventualmente le tracce di temi riguardanti l'esposizione di argomenti di teoria; (ii) fogli bianchi formato A4 e/o protocollo da utilizzare per lo svolgimento.

Tutto il materiale consegnato dovrà essere riconsegnato al termine della prova, anche in caso di ritiro. Gli allievi dovranno scrivere esclusivamente sui fogli consegnati. Non è consentita la consultazione di alcuna forma di libri o appunti. È consentito solo l'uso di semplici calcolatrici non programmabili. L'elaborazione numerica richiesta per i 5 problemi riguarderà in generale l'applicazione di tecniche risolutive per reti lineari resistive, reti in regime sinusoidale permanente, reti in regime periodico, reti in regime polinomiale, reti in regime dinamico. I temi richiedono invece l'elaborazione di un breve testo illustrativo del quesito proposto, che sarà di carattere teorico e potrà eventualmente richiedere una elaborazione analitica e/o il tracciamento qualitativo di grafici.

Per la prova è assegnato un tempo complessivo di 3 ore.

Per ottenere una valutazione sufficiente dell'elaborato svolto, l'allievo dovrà:

- i) aver fornito una risposta numericamente corretta ad almeno 2 dei problemi numerici; al fine di non appesantire le operazioni di calcolo sarà considerata come corretta una risposta numerica coerente con uno sviluppo dei calcoli con 4 cifre significative;
- ii) aver svolto completamente almeno 3 dei problemi proposti;
- iii) aver sviluppato in modo sufficiente gli eventuali temi proposti; lo svolgimento dei temi sarà ritenuto sufficiente se, oltre a non contenere gravi inesattezze od omissioni, dimostra la conoscenza da parte dell'allievo degli aspetti fondamentali degli argomenti proposti.

Nella valutazione degli elaborati, si tiene prevalentemente conto dei seguenti aspetti:

- i) corretta impostazione della soluzione dell'esercizio;
- ii) chiarezza e correttezza dei passaggi logici e matematici;
- iii) adeguatezza del metodo risolutivo scelto;
- iv) completezza dello svolgimento degli esercizi
- v) Per la valutazione del tema verrà considerata la completezza dello svolgimento, la corrispondenza con la traccia, la chiarezza espositiva, la capacità di focalizzazione sugli aspetti fondamentali richiamati dal tema proposto.

La lista degli allievi ammessi alla prova orale viene comunicata al termine della valutazione degli elaborati e, qualora il colloquio orale fosse previsto in data diversa, pubblicata sul sito.

Gli allievi che non avranno superato la prova scritta potranno ritirare il proprio elaborato affinché possano rifare i problemi alla luce della soluzione che sarà pubblicata sul sito.

La prova d'esame è costituita, in forma integrata, dalla prova scritta e dal colloquio orale. Pertanto, in caso di prova orale non sufficiente, lo studente dovrà ripetere completamente l'esame, comprensivo cioè della prova scritta.

Agli studenti che avranno sostenuto con esito positivo il colloquio orale, sarà attribuita una votazione finale, preso atto della quale, lo studente potrà:

- i) accettare la votazione attribuita, registrando l'esame;
- ii) non accettare la votazione e ripresentarsi in una successiva seduta, sostenendo nuovamente anche la prova scritta.

Vengono automaticamente considerate come rifiutate le votazioni degli studenti che non si presentano per la registrazione.

**Tutti gli avvisi ed informazioni sul corso e sugli appelli d'esame vengono resi noti mediante inserimento nel sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it). (nella sezione 'news', oppure seguire il link 'docenti', poi quello corrispondente al nome del proprio docente e poi quello del proprio corso). In particolare la prenotazione alle sedute d'esame deve essere obbligatoriamente effettuata su tale sito.**