

| | |
|---|---|
| FACOLTÀ | Ingegneria |
| ANNO ACCADEMICO | 2013-2014 |
| CORSO DI LAUREA | Ingegneria elettronica |
| INSEGNAMENTO | Campi elettromagnetici |
| TIPO DI ATTIVITÀ | Caratterizzante |
| AMBITO DISCIPLINARE | Ingegneria delle telecomunicazioni |
| CODICE INSEGNAMENTO | 01751 |
| ARTICOLAZIONE IN MODULI | NO |
| NUMERO MODULI | |
| SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI | ING-INF/02 |
| DOCENTE RESPONSABILE | Alfonso Carmelo CINO Ricercatore Confermato Università di Palermo |
| CFU | 9 |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE | 135 |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE | 90 |
| PROPEDEUTICITÀ | Matematica, Fisica, Elettrotecnica |
| ANNO DI CORSO | III |
| SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI | Consultare il sito http://portale.unipa.it |
| ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio |
| MODALITÀ DI FREQUENZA | Facoltativa |
| METODI DI VALUTAZIONE | Prova Scritta + Prova Orale |
| TIPO DI VALUTAZIONE | Voto in trentesimi |
| PERIODO DELLE LEZIONI | Consultare il sito http://portale.unipa.it |
| CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE | Consultare il sito http://portale.unipa.it |
| ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI | Consultare la pagina docente sul sito http://portale.unipa.it |

| |
|---|
| <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza della teoria delle onde elettromagnetiche, intesa sia come ambito fenomenologico, sia come strumento di analisi di problematiche ingegneristiche. In particolare lo studente sarà in grado di comprendere, anche in una prospettiva storicizzata, le implicazioni delle equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale. Queste ultime saranno applicate allo studio delle linee di trasmissione, della propagazione per onde piane e guidata in strutture metalliche e dielettriche, dei fenomeni di radiazione.</p> <p>Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende: lezioni frontali; analisi e discussione di specifici contesti applicativi.</p> <p>Per la verifica di questo obiettivo è prevista la discussione di argomenti del programma nell'esame orale.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</p> <p>Lo studente sarà in grado di utilizzare strumenti analitici e SW per costruire modelli semplificati per rappresentare e quantificare problemi/applicazioni caratterizzati dalla presenza di onde</p> |
|---|

elettromagnetiche, con specifico riferimento al contesto circuitale integrato con linee di trasmissione e guide d'onda.

Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende: esercitazioni di modellazione e analisi comparativa circuitale/elettromagnetica; esercitazioni di progettazione.

Per la verifica di questo obiettivo l'esame comprende una verifica progettuale scritta.

Autonomia di giudizio

Lo studente sarà in grado di comprendere le differenze e le affinità fra "l'approccio circuitale" a parametri concentrati tipico dell'elettrotecnica e quello basato sull'utilizzazione di campi e onde in settori specifici dell'elettronica e delle telecomunicazioni. In particolare, sarà in grado di individuare i modelli più appropriati da utilizzare per i blocchi funzionali di un sistema complesso (p.es., generatore – linea di trasmissione, antenna).

Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende: comparazione sistematica fra il punto di vista circuitale e quello elettromagnetico.

La verifica di questo obiettivo viene effettuata attraverso l'esame orale.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di descrivere e sostenere conversazioni sui modelli fisico-matematici per l'analisi di applicazioni basate sulla propagazione di onde elettromagnetiche, individuando correttamente le grandezze fisiche rilevanti, e adoperando la terminologia specifica.

Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende: esercitazioni di gruppo e discussioni sui software di progettazione.

La verifica di questo obiettivo viene effettuata sia attraverso la prova scritta sia con la discussione durante l'esame orale.

Capacità d'apprendimento

Lo studente avrà appreso, ampliando tecniche apparentemente già consolidate nella prospettiva della propagazione di onde, la molteplicità di punti di vista associati all'idea di circuito e di modelli circuitali utili per il progettazione, e questo gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con migliorata maturità.

Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende: lezioni frontali; analisi e discussione di temi progettuali e multidisciplinari.

Per la verifica di questo obiettivo è prevista la discussione di argomenti del programma nell'esame orale.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso di campi elettromagnetici è un corso teorico di base sull'elettromagnetismo e pone al centro del processo formativo –sia come ambito fenomenologico, sia come strumento di analisi– la teoria delle onde elettromagnetiche. I concetti fondamentali di elettrostatica e magnetostatica, già presentati nei corsi di fisica, saranno ripresi e sviluppati per giungere alla presentazione, anche in una prospettiva storicizzata, delle equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale. La teoria dell'elettromagnetismo sarà quindi applicata allo studio delle linee di trasmissione, della propagazione per onde piane e guidata in strutture metalliche e dielettriche, dei fenomeni di radiazione.

| CAMPI ELETTROMAGNETICI | |
|-------------------------------|--|
| ORE FRONTALI | LEZIONI FRONTALI |
| 4 | Confronto "Elettrodinamica classica" e "Campi elettromagnetici". Richiami storici, concetto di campo, operatori differenziali e sistemi di coordinate. |
| 2 | Teoremi integrali e di decomposizione dei campi vettoriale. Aspetti avanzati o computazionali. |
| 2 | Equazioni di Maxwell generalizzate, condizioni di continuità. Dualità. Trasformate e vettori complessi. |
| 2 | Polarizzazione del campo elettromagnetico. Equazioni di Maxwell nel dominio del numero d'onda e onde piane. |

| | |
|--------------------------|---|
| 4 | Relazioni costitutive dei mezzi materiali. Nonlinearità, anisotropia, stazionarietà, causalità. Relazioni costitutive nel dominio di ω . Complementi analitici. |
| 2 | Equazioni delle onde e metodi risolutivi per il vuoto e i mezzi materiali. |
| 4 | Onda stazionaria. Teorema di Poynting. Esistenza e unicità delle soluzioni. Condizione di Sommerfeld. Relazione di dispersione. Casi specifici. |
| 4 | Guide d'onda e linee di trasmissione. Classificazione, equazioni di Maxwell per i componenti trasversi e longitudinali. Classificazione dei modi supportati. |
| 2 | Equazioni del telegrafo/telefono. Linee con perdite. Equazione del telefono. Modelli circuitali |
| 4 | Parametri delle linee di trasmissione in regime armonico. Relazione di Moebius e carta di Smith. |
| 4 | Guide d'onda, autovalori, espansione modale, dispersione. Guide metalliche. |
| 4 | Onde piane e metodi risolutivi. Onde piane uniformi ed evanescenti. Legge di Snell. Equazioni di Fresnel. |
| 2 | Potenziali elettrodinamici. Elementi sulla teoria delle antenne. Campo di radiazione. |
| ESERCITAZIONI | |
| 30 | <p>Esercitazioni sull'applicazione a casi di interesse pratico dei metodi generali illustrati a lezione. In particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Quaternioni e calcolo vettoriale; – Operatori differenziali nei sistemi di coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche; – Calcolo con i vettori complessi rappresentativi; – Risoluzione dell'equazione di d'Alembert unidimensionale; – Rappresentazione dello stato di polarizzazione; – Parametri caratteristici di dielettrici e conduttori; – Calcolo del vettore di Poynting per alcuni casi di interesse; – Approfondimenti sulla carta di Smith e suo uso (trasformazioni, adattamenti,...) con approccio grafico tradizionale; – Analisi della guida metallica planare e di quella rettangolare. – Dimensionamento collegamento con antenne. |
| 20 | <p>Laboratorio di analisi/progettazione, con SW specializzato, di linee di trasmissione e di circuiti con linee di trasmissione.</p> <p>In particolare verranno usati i seguenti software, liberamente disponibili per uso didattico: Scilab, FreeMAT, Euler Math Toolbox, GeoGebra, TRLINE, TLDetails, TXLine, AppCAD.</p> |
| TESTI CONSIGLIATI | <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Maurizio Zoboli</u>, Lezioni di campi elettromagnetici. Pitagora Editrice Bologna (2005), oppure la successiva edizione, Campi e onde elettromagnetiche. Società editrice Esculapio (2011) ▪ <u>Luca Vincetti</u>, Esercizi di campi elettromagnetici. Pitagora Editrice Bologna (2005) ▪ Fawwaz T. Ulaby: Fondamenti di campi elettromagnetici. McGraw-Hill, (2006) ▪ Giuseppe Conciauro, Fondamenti di onde elettromagnetiche. McGraw-Hill (2003) ▪ Simon Ramo – John R. Whinnery – Theodore Van Duzer, Campi e onde nell'elettronica per le comunicazioni. Franco Angeli (1984) ▪ Dispense e SW libero reperibili in Internet (su indicazione del docente) |