

Ing. Elettronica/S

Disciplina: 1123334 **ANTENNE E PROPAGAZIONE** ING-INF/02

Corso di Studio: ELS IDT IEL **Crediti:** 5 **Tipo:** A

Note:

Docente: PELOSI GIUSEPPE P1 ING-INF/02 **Copertura:** AFF03

Ente appartenenza: Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

Disciplina: 000045

ANTENNE I

ING-INF/02

Corso di Studio: ELS ELM TEM

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: ELM = SISTEMI DI ANTENNE

Docente: PELOSI GIUSEPPE

P1 ING-INF/02

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

- * Elementi di teoria della radiazione e parametri fondamentali delle antenne
- * Formulazione integrale di problemi elettromagnetici
- * Soluzione numerica di problemi elettromagnetici formulati in termini di una Integral Equation
- * Antenne Filari, antenne a onda progressiva
- * Antenne ad Apertura (antenne a slot, guide d'onda aperte, antenne a horn)
- * Antenne a riflettore (riflettore singolo, doppio e multiplo)
- * Antenne a Larga Banda (antenne autoscalate, autocomplementari, a regione attiva e non)
- * Antenne ad Array lineari e planari (analisi e sintesi con metodi diretti)

Disciplina: 000046 **ANTENNE II**

ING-INF/02

Corso di Studio: ELS ELM TEM

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: ELM = SISTEMI DI ANTENNE

Docente: PELOSI GIUSEPPE

P1 ING-INF/02

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

- * Metodi a bassa frequenza (Metodo dei Momenti)
- * Metodi ad alta frequenza (Ottica Geometrica, teoria uniforme della diffrazione, Ottica Fisica, teoria fisica della diffrazione)
- * Metodi di installazione di antenna, interazione fra antenne vicine
- * Sezione equivalente radar di bersagli
- * Antenne a riflettore per radioastronomia e telecomunicazioni
- * Tecniche di ottimizzazione numerica per antenne (array, antenne a horn)
- * Antenne per applicazioni di radioastronomia
- * Antenne per radiocomunicazioni: criteri di scelta e normativa

1. Introduzione e richiami

- Definizioni (disturbi condotti/radiati, emissione/suscettibilità, modo comune/differenziale, ecc.)
- Unità di misura
- Equazioni delle linee di trasmissione
- Grandezze caratteristiche delle antenne in trasmissione e ricezione
- Ambiente elettromagnetico, scarica elettrostatica, fulmine, impulso elettromagnetico nucleare.

2. Strumentazione

- Sensori di campo elettrico e magnetico per alta e bassa frequenza
- Antenne a larga banda
- Rivelatori
- Analizzatore di spettro
- Ricevitore EMI

3. Ambienti di prova

- Open site
- Camera anecoica
- Camera riverberante
- Celle TEM e GTEM

4. Normativa

- Direttiva europea sulla compatibilità elettromagnetica
- Normativa civile e militare
- Normativa nazionale sull'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (Legge quadro, DPCM 8/07/2003, norme CEI di riferimento).

5. Effetti biologici del campo elettromagnetico

- Definizioni e concetti di base: Compatibilità elettromagnetica (EMC) e le problematiche di interferenza elettromagnetica (EMI); immunità e suscettibilità EM, radiazione elettromagnetica, antenne, parametri fondamentali delle antenne.
- Sorgenti di interferenza EM: Disturbi condotti e disturbi radiati, a banda larga e a banda stretta, coerenti e incoerenti
- Schermi elettromagnetici: Efficienza di schermaggio, schermi metallici e multistrato; aperture in schermi metallici, schermi discontinui, superfici metalliche forate, fessure, guarnizioni; schermi ferromagnetici
- Linee di trasmissione multiconduttore: modelli circuitali per l'analisi dell'accoppiamento EM; valutazione dei parametri primari per unità di lunghezza di strutture multiconduttore; modo comune e modo differenziale; cavi schermati dotati di conduttori semplici o intrecciati sistemi per la limitazione di disturbi condotti.
- Normative, strumentazione e dispositivi di misura per la EMC. Definizioni e terminologia. Normative EMC. Direttiva EMC. Misuratore standard di radiodisturbi. Misure di emissione condotta. Misure di emissione radiata. Prove di immunità condotta. Prove di immunità radiata. Prova della scarica elettrostatica.
- Protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti. Tecniche di misura. Limiti di esposizione. Effetti dell'esposizione.

1. Elementi di teoria dei dispositivi elettronici
 - 1.1. Elettrostatica delle Giunzioni Semiconduttore-Semiconduttore e Metallo-Semiconduttore
 - 1.2. Teoria della giunzione P-N e della giunzione Me-S
 - 1.3. Proprietà elettroniche delle eterostrutture a semiconduttore, Semiconduttori composti
 - 1.4. Eterostrutture adattate e pseudomorfe
 - 1.5. Livelli energetici nelle Quantum Well
 - 1.6. Confinamento in Triangular Quantum Well
2. Il transistor Bipolare – BJT
 - 2.1. richiami sul principio di funzionamento
 - 2.2. calcolo della corrente di trasporto
 - 2.3. caratteristiche statiche e dinamiche
3. Il transistor MOS
 - 3.1. struttura a bande e principio di funzionamento
 - 3.2. inversione del canale e calcolo della tensione di soglia
 - 3.3. circuito equivalente
4. Il Metal-Semiconductor-FET: MESFET
 - 4.1. Principio di funzionamento
 - 4.2. Circuito equivalente ad alta frequenza
 - 4.3. Componenti parassite
 - 4.4. Rumore nel MESFET
5. Transistor ad Elevata Mobilità (HEMT)
 - 5.1. Principio di funzionamento: analisi fisica
 - 5.2. transistori AlGaAs/GaAs, AlGaAs/InGaAs/GaAs, InAlAs/InGaAs/InP
 - 5.3. Circuito equivalente
 - 5.4. Efficienza di modulazione
 - 5.5. Criteri di progetto per un HEMT
 - 5.6. Modelli numerici del trasporto elettronico ed il controllo di un 2DEG
6. Transistor Bipolari ad Eterogiunzione (HBT)
 - 6.1. Principio di funzionamento e caratteristiche
 - 6.2. strutture Si/SiGe, AlGaAs/GaAs
 - 6.3. Modello di Ebers-Moll e Gummel-Poon
7. Cenni di nanoelettronica
 - 7.1. Tunneling risonante in super-reticoli, inter- e intra-banda
 - 7.2. confinamento elettronico in strutture 1D e 0D; FET a singolo elettrone
 - 7.3. Elementi di elettronica molecolare: OLED TF-MOS e celle solari organiche

Disciplina: N752ELS **ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI II**

ING-INF/01

Corso di Studio: ELS ELM AUS INS

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: ELM=PROGETTO DI SISTEMI DIGITALI

Docente: RICCI STEFANO

RL ING-INF/01

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

1. Progetto di sistemi digitali ad alta velocità

Linee di trasmissione digitali. Rumore di commutazione (ground bounce) e (forward/reverse) cross-talk: cause, effetti, contromisure. Problemi di "lay-out", progetto dei circuiti stampati.

2. Dispositivi e sotto-sistemi dedicati

DSP, filtri FIR, processori per FFT, DDS, PLL, CD.

3. Sistemi di acquisizione e sintesi di segnali

Track & Hold. Convertitori Sigma-Delta, flash, subranging e pipeline. Tecniche sperimentali per valutare le prestazioni statiche e dinamiche. Specifiche statiche e dinamiche dei convertitori D/A. Moltiplicatori D/A.

5. Analisi temporale di sistemi digitali

Temporizzazione di circuiti digitali e valutazione delle massime frequenze operative. Sistemi sincroni: distribuzione di clock, clock "skew".

Sistemi di misura. Introduzione alla RADIOMETRIA e differenze con la FOTOMETRIA, unità di grandezza e simbologia. Quantità spettrali e non spettrali. Energia radiante, Flusso radiante, Intensità radiante, Irradianza Emettenza, Radianza, Assorbanza.. Meccanismi di interazione onde elettromagnetiche, materia.

Corpo nero, distribuzione spettrale della radiazione di corpo nero, Legge di Stefan Boltzmann, legge di radiazione di Plank, Legge dello spostamento di Wien. Corpi grigi, corpi reali. Corpo nero come riferimento per definire le proprietà di assorbimento e emissione dei corpi, corpi freddi e corpi caldi, misure assolute di temperatura basate sul colore.

Sistemi di misura. Fotometria, definizione radiometrica di candela, Curva di sensibilità dell'occhio umano standardizzata, visione fotopica e scotopica. Grandezze fotometriche e loro equivalenza con le grandezze radiometriche.

Principi di ottica geometrica, postulati, leggi della riflessione e rifrazione, applicazione della legge di Snell, riflessione totale, lastra a facce piane e parallele, applicazioni del principio di tempo stazionario, prismi, prisma riflettente, prisma dispersivo.

Ottica geometrica parassiale, specchi sferici, lenti sottili, distanza focale, immagine reale e virtuale, diottri sferici, equazione del diottero e distanze focali, lenti sottili, equazione dei costruttori di lenti, convenzioni sui segni, costruzioni geometriche, specchio sferico convergente, specchio sferico divergente, lente convergente, lente divergente.

Ingrandimento, costruzione grafica delle immagini, ingrandimento trasversale, combinazione di due lenti, diaframmi, numero "F", lente di ingrandimento, macchina fotografica

Lente d'ingrandimento e oculare, microscopio composto, telescopio ad espansione di fascio, specchi sferici, definizioni, convenzione e equazione dei punti coniugati

Ottica matriciale, matrici fondamentali, calcolo della distanza immagine, matrice di una lente sottile, stabilità di una cavità risonante, lenti spesse, matrice di trasferimento, diottria di una lente spessa,

Aberrazioni monocromatiche, coma, astigmatismo, aberrazione cromatica, equazione dei raggi, lenti a gradiente di indice. Doppia fenditura e reticolo di diffrazione, esercizi

Aberrazioni monocromatiche, coma, astigmatismo, aberrazione cromatica, equazione dei raggi, lenti a gradiente di indice. Doppia fenditura e reticolo di diffrazione, esercizi

Metodi di accoppiamento e disaccoppiamento della luce in guida, caratterizzazione di guide ottiche planari, dispositivi ottici integrati, interferometro di Mach-Zehnder, accoppiatore direzionale

Tecniche di fabbricazione di guide ottiche in vetro e niobato di litio, dispositivi ottici integrati
Accoppiamento della luce in guida, misura delle costanti di propagazione

Fibre ottiche, condizioni di propagazione in fibra, tipi di fibre ottiche "step-index" e "graded index", apertura numerica, prodotto Banda-Lunghezza, fibre ottiche come sistemi per la guida di fasci laser, fibre in silice e in plastica..

Fibre ottiche, attenuazione, assorbimento del materiale, perdite per diffusione, perdite per effetti non lineari, dispersione, dispersione modale, dispersione cromatica, dispersione di guida d'onda., indice di rifrazione effettivo

Fibre ottiche, modi di propagazione in una guida planare, velocità di fase e velocità di gruppo, condizioni di monomodalità, amplificatori ottici, componentistica per fibre ottiche, sistemi di accoppiamento luce-fibra

Fotorivelatori, fotodiodi fotoconduttivi, fotoconduttori intrinseci e estrinseci, fotodiodi attivi e passivi, efficienza di conversione, guadagno, grandezze tipiche, banda elettrica e banda ottica.

Fotorivelatori fotoconduttivi, circuiti equivalenti, punto di lavoro, circuiti di ricezione, fotodiodi PIN

Fotorivelatori di tipo termico, pirometri, circuiti equivalenti, reti di ricezione, applicazione per le misure su sorgenti laser, applicazioni per immagini tomografiche, banda elettrica e banda ottica, applicazioni dei pirometri per misure su fasci laser.

Misure con sensori piroelettrici in PVDF per la rilevazione della macchia focale di sistemi laser e la misura di potenza ottica. Elettronica di elaborazione segnale, di trasferimento dati e di presentazione immagini

Grandezze caratteristiche dei fotorivelatori, responsività, "Noise Equivalent Power", D^* , criteri di progetto per la minimizzazione del rumore del dispositivo della sorgente e del canale di comunicazione

Sensori per immagini a CCD, sensori lineari e a matrice, sensori per immagini nel visibile e nell'infrarosso, immagini per fluorescenza, schede elettroniche di pilotaggio acquisizione e trasferimento dati a personal computer.

Led e laser

Sensori in fibra ottica

Sensori in fibra ottica

Disciplina: N744ELS **OPTOELETTRONICA II**

ING-INF/01

Corso di Studio: ELS ELM

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: ELM Optoelettronica

Docente: BIAGI ELENA

P2 ING-INF/01

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

Misure su fibre ottiche, misure di attenuazione, misure di dispersione, misure dell'indice di rifrazione, misure della lunghezza d'onda di "cutoff", misure di apertura numerica. Amplificatori ottici.
Led, eterogiunzioni, geometrie costruttive, ELED, SELED, DOME LED, led superluminescenti, circuiti di pilotaggio, accoppiamento in fibra

Sistemi Laser industriali

Caratterizzazione di sistemi laser. Parametri caratteristici, curva della potenza emessa in funzione della corrente di pilotaggio, corrente di soglia, sensibilità rispetto alla temperatura, potenza massima di uscita, efficienza, rumore ottico

Misure dirette, potenza di uscita, corrente di pilotaggio, fotocorrente laser, tensione di polarizzazione (laser a diodo) stabilità della potenza ottica.

Sensori in fibra ottica

Sensori CCD E CMOS per immagini

Colorimetria

Fotoacustica laser; regime termoplastico e ablativo. Generazione e ricezione di ultrasuoni con sorgenti laser. Controlli non distruttivi con Laser e ultrasuoni, Sensori acustici in fibra ottica.

Interazione laser tessuti biologici. Tecniche di termoablazione percutanea

Tecniche laser per ablazione di materiali. LIPS (Laser Induced Plasma Spectroscopy)

Lettori CD e DVD

Nefelometria spettrale e polare e caratterizzazione di materiali

Tecniche per indagini termografiche.

Sistemi ottici per Digital Ligth Processing

Optica integrata. Guide planari, metodi di accoppiamento in guida, materiali e tecniche di fabbricazione dei circuiti ottici integrati, applicazioni alle telecomunicazioni e alla elaborazione dei segnali

Disciplina: N748ELS **SISTEMI E CIRCUITI IN ALTA FREQUENZA** ING-INF/02

Corso di Studio: ELS IEL **Crediti:** 5 **Tipo:** A

Note: .

Docente: BIFFI GENTILI GUIDO P1 ING-INF/02 **Copertura:** AFF03

Ente appartenenza: Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

I principali argomenti trattati nel corso sono:

Concetto di dimensionalità di un circuito a microonde. Comportamento in alta frequenza di resistori, induttori e condensatori in chip.

Linee di trasmissione e discontinuità planari: microstrip, guide d'onda coplanari e linee a slot.

Parametri di scattering dei dispositivi multiporta.

Dispositivi e giunzioni planari a microonde: ibridi, divisori, accoppiatori direzionali e filtri.

Dispositivi non lineari per la rivelazione e mescolazione.

Cenni sulle metodologie di misura a microonde.

Note:

1. Funzioni di rete e classificazione delle funzioni filtranti.

Classificazione delle funzioni di rete e stabilità. Funzioni di bipolo passivo. Proprietà delle funzioni immittenza LC, RC, RL. Funzioni biquadratiche. Classificazione delle funzioni filtranti.

2. Approssimazione delle funzioni filtranti.

Metodi di Butterworth, Chebyshev, Cauer, Bessel. Trasformazioni in frequenza.

3. Sintesi di reti passive.

Metodi canonici per la sintesi di immittenza LC, RC ed RL. Sintesi di quadripolo LC semplicemente e doppiamente caricato mediante reti a scala. Sintesi di reti due porte passive RC a scala. Sintesi di reti due porte a resistenza costante: reti a L, a traliccio simmetrico, a T pontato.

4. Sensibilità.

Definizione di sensibilità e proprietà fondamentali. Sensibilità multiparametrica di tipo deterministico e statistico.

Sensibilità del guadagno.

5. Sintesi di reti attive.

Metodo dei blocchi in cascata e metodo dei blocchi accoppiati. Sintesi di poli e zeri reali. Filtri a retroazione positiva e negativa. Tecnica di sintesi mediante identità dei coefficienti. Metodi per l'aggiustamento del guadagno e per lo scalamento in ampiezza e frequenza. Teorema di complementarità e sue applicazioni. Filtri con tre amplificatori operazionali. Simulazione di reti a scala LC: sintesi con giratori, FDNR e mediante blocchi interlacciati. Realizzazione di giratori e FDNR con amplificatori operazionali.

6. Filtri a dati campionati.

Filtri a condensatori commutati.

7. Filtri tempo-continui realizzabili in tecnologia VLSI.

Circuiti a modo di tensione e a modo di corrente: cenni sui filtri MOSFET-C, OTA-C, con current conveyor.

Disciplina: 64132876 **TEORIA E TECNICA DELLE MICROONDE E ONDE MILLIMETRICHE** ING-INF/02

Corso di Studio: ELS TES **Crediti:** 5 **Tipo:** A

Note: TES= STRUTTURE GUIDANTI

Docente: BIFFI GENTILI GUIDO P1 ING-INF/02 **Copertura:** AFF03

Ente appartenenza: Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.
