

Argomento	Descrizione	Midrio - Campi Elettromagnetici	Stutzman - Antenna Theory and Design
Introduzione al corso	Programma del corso. Presentazione del materiale didattico. Modalità di esame. Breve storia delle comunicazioni wireless. L'evoluzione futura dei sistemi di comunicazione wireless.	Slides: Introduction	Slides: Introduction
Equazioni di Maxwell	Sistemi di riferimento. Breve ripasso degli operatori differenziali (rotore, divergenza, gradiente e Laplaciano). Le equazioni di Maxwell nel dominio del tempo. Correnti impresse.	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 3.5, 3.6	
Equazioni di Maxwell in regime armonico	Le equazioni di Maxwell nei mezzi lineari, isotropi, omogenei, tempo invarianti e non dispersivi. Mezzi dielettrici, isolanti e conduttori. Vettori complessi. Le equazioni in regime sinusoidale. Permittività complessa.	3.7 (cenni), 3.8	
La polarizzazione del campo elettromagnetico	Piano di polarizzazione ed ellisse di polarizzazione. Polarizzazione ellittica destrorsa e sinistrorsa, circolare e rettilinea. Rapporto di polarizzazione rettilinea. Esempi.	dispensa: Field polarization	dispensa: Field polarization
Onde piane	Equazioni di Helmholtz. La soluzione di onda piana. Piani equi-ampiezza e piani equi-fase. Lunghezza d'onda. Onda piana uniforme in un mezzo a conducibilità nulla. Impedenza d'onda.	4.2, 6.1, 6.2, 6.3 (cenni)	

Onde piane e propagazione	Onda piana in un mezzo buon conduttore. Spessore di penetrazione, resistenza superficiale ed impedenza di parete. La propagazione delle onde piane a polarizzazione rettilinea ed ellittica. Velocità di fase.	6.4, 6.6.2	
Bilancio di potenza del campo elettromagnetico	Modulo di un vettore complesso, vettori complessi ortogonali e polarizzazione. Il bilancio di potenza del campo elettromagnetico. Il vettore complesso di Poynting: il flusso di potenza attiva per le onde piane uniformi.	dispensa: Field polarization, 5.1.1, 5.1.2, 6.2	
Propagazione delle onde piane uniformi in mezzi discontinui	Continuità dei piani equi-fase. Legge di Snell. Coefficiente di riflessione nel caso di mezzi non conduttori. Riflessione e trasmissione del flusso di potenza attiva.	6.6 (6.6.3 solo incidenza normale)	
Onde piane nel buon conduttore	Onda piana nel buon conduttore. Riflessione ed onda stazionaria. Massimi e minimi di tensione e corrente. Onde sulle linee bifilari e nei cavi coassiali. Il problema dell'adattamento di impedenza.	6.7, 6.3	6.4.1, 6.4.2 (cenni)
Principi di radioprotezione	Interazioni fra corpi biologici e campi elettromagnetici. Effetti biologici e classificazione IARC. Effetti termici. Definizione e calcolo del SAR. Limiti europei e nazionali.	slides: RF waves protection policies	slides: RF waves protection policies
Ottica geometrica - Esercitazione sulle onde piane	Principi dell'ottica geometrica. Esercitazione sulle onde piane.	slides: Ray optics, esercizi proposti	slides: Ray optics, esercizi proposti

Potenziali elettromagnetici - dipolo elementare	Definizione del potenziale vettore magnetico e del potenziale scalare elettrico. Calcolo del campo generato da un dipolo elementare.	4.3.3, 7.1 , pag 247-248	1.3, 2.2, 2.3
Campo lontano e vicino	Calcolo della potenza attiva e reattiva del dipolo elementare. Potenza attiva in campo lontano. Definizione e calcolo dei pattern di radiazione in campo e potenza. Esempi.	7.1	2.4
Proprietà direttive delle antenne	Diagrammi di radiazione: lobi, SLL e loro larghezza. La potenza per unità di angolo solido. Direttività di un'antenna. Effective isotropic radiated power. Esempi di utilizzo della direttività ed EIRP: dipolo elementare, antenna a settore omnidirezionale.		2.4.5, 2.4.6, 2.5, 4.4.3
Parametri circuitali di antenna	Potenza di alimentazione. Il guadagno di potenza. Impedenza di antenna: resistenza di radiazione. Efficienza di radiazione. Il problema dell'adattamento dell'antenna alla linea. Parametri di scattering: il coefficiente di riflessione e la sua misura.		2.5, 2.6, 2.7, slides
Momento di dipolo equivalente ed altezza efficace	Radiazione da un sistema di sorgenti. Integrare di radiazione (momento di dipolo equivalente). Altezza efficace in trasmissione: definizione ed esempio. Altezza efficace in ricezione. Adattamento in potenza e polarizzazione dell'antenna ricevente.		2.2, 2.4.2, 2.4.3, 4.2, 4.4.4, 4.4.5
Area efficace e guadagno. Power budget di un radiocollegamento	Definizione di area efficace e sua relazione con l'altezza efficace ed il guadagno in trasmissione. Progetto di un radiocollegamento: la formula di Friis.		4.2, 4.4.1, 4.4.2

Antenne filiformi - dipolo corto	La distribuzione di corrente sulle antenne filiformi rettilinee. Il dipolo corto: campo lontano, resistenza di radiazione, efficienza di radiazione, guadagno. Esempio whip antenna.	pag 184, 185	1.3, 2.6
Dipolo mezz'onda	Momento di dipolo equivalente di antenne di lunghezza generica. Dipolo a mezz'onda. Resistenza di radiazione e direttività. Reattanza. Diagramma di radiazione. Antenne di lunghezza superiore alla lunghezza d'onda: diagrammi di direttività.		3.2, 6.1.1
Antenne su piano conduttore	Antenna immagine di una sorgente posta su un piano perfettamente conduttore. Monopolo corto, monopolo a quarto di lunghezza d'onda. Antenne su piano non perfettamente conduttore.		3.3, 3.1, 6.7 (cenni)
Antenna Yagi-Uda	Radiazione da elementi parassiti. Effetti costruttivi e distruttivi in campo lontano. Transimpedenza e corrente indotta. Elementi riflettori e direttori. Antenna Yagi-Uda: diagramma di radiazione, guadagno.		6.2, 6.3
Antenne a larga banda e multi-banda	Spira elementare di corrente. Antenne ad elica in modo normale ed assiale. Antenna biconica e bow-tie. Antenna log-periodica a dipoli. Antenne multi-banda a dipolo caricato.		3.4.2, 7.3 (cenni), 7.4.1 (cenni), 7.4.2 (cenni), 7.8 (cenni)
Principio di equivalenza. Antenne a riflettore	Il principio di equivalenza: correnti elettriche e magnetiche equivalenti. Esempio: apertura circolare. Antenne e riflettore parabolico. Antenne a tromba (cenni)		9.1 (solo pp 344-350), 9.3.2, 9.5.1, slides

Dimensionamento radiocollegamento: esempi	Il radiocollegamento satellitare. Formula di Friis nel caso non ideale. Il rumore nei radiocollegamenti. Temperatura di antenna. Radicollegamenti GPS e dalle sonde spaziali.		slides
Schiere di antenne	Le schiere di antenne lineari. Fattore di schiera; definizione e calcolo nel caso di antenne equispaziate e equi-alimentate. Esempi di pattern: schiere broadside ed endfire. Direzione e larghezza del lobo principale (caso broadside).		8.1, 8.2, 8.3.1
Schiere broadside ed endfire	Definizione di schiere broadside ed endfire. Calcolo della larghezza del lobo principale nei due casi. Calcolo della posizione degli zeri del fattore di composizione. Approssimazioni delle direzioni dei lobi secondari nel caso di antenne con molti elementi. Design del rapporto avanti-indietro negli endfire.		8.3.2, 8.3.3, 8.3.4
Schiere non ideali	Schiere di antenne non isotrope. Schiera lineare di dipoli elementari. Caso generale e caso di antenne identiche ma non identicamente alimentate. La funzione di pattern complessiva. Esempi. Guadagno delle schiere. Alimentazioni diseguali.		8.4, 8.5 (cenni), 8.6
Schiere reali - Introduzione alle antenne a microstriscia	Effetti di accoppiamento fra antenne della schiera: transimpedenze. Schiere multidimensionali. Beam scan. Esempi di applicazioni. Antenne a microstriscia. Fabbricazione. Antenna a mezz'onda: cenni alle formule approssimate. Pattern ed impedenza.		8.7 (cenni), 8.8 (cenni), 8.9 (cenni), 11.1, 11.2.1