

UNIVERSITÀ DI NAPOLI FEDERICO II
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER AMBIENTE E TERRITORIO
Anno Accademico 2006-2007

**DIARIO DELLE LEZIONI DEL CORSO DI
ELEMENTI DI ELETTROMAGNETISMO AMBIENTALE**
tenute dal prof. Giulio Fabricatore

N.	DATA	ARGOMENTI delle LEZIONI	ORE
1	GIOV 01-03-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzione al corso • Brevi richiami di matematica • Fondamenti di elettrostatica: <ul style="list-style-type: none"> - generalità, campi scalari e vettoriali, proprietà dei mezzi (linearità, omogeneità, isotropia); - forze fra cariche e legge di Coulomb - unità di misura; permittività (o costante dielettrica) - campo elettrostatico e sue proprietà • Campo di un insieme di cariche • Campo elettrico: definizione 	2
2	VEN 02-03-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • Tensione elettrica • Irrotazionalità del campo elettrico • Potenziale e differenza di potenziale • Mappe di campo: linee di forza, superfici e linee equipotenziali • Convenzione sulla tensione e misura della tensione: il voltmetro ideale • Conduttori e isolanti in campo elettrico; induzione elettrica, polarizzazione e rigidità dielettrica. Scarica nei gas e energia di innesco: rischio di scoppio 	2
3	GIOV 08-03-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità (definizione) • Capacità mutua; condensatori: formule per alcune configurazioni tipiche (piastre parallele, armature cilindriche coassiali, cilindri rettilinei paralleli) • Energia di un sistema di cariche <ul style="list-style-type: none"> o energia di una sfera carica a densità uniforme o energia di un condensatore • Corrente elettrica: flusso di carica netta e definizioni • Campo densità di corrente e sue proprietà • Leggi di Ohm e di Joule alle grandezze specifiche 	2
4	VEN 09-03-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • La corrente elettrica • Campo densità di corrente: la corrente elettrica come flusso del vettore densità di corrente. Proprietà del campo densità di corrente • Corrente stazionaria in un circuito “semplice”: campo “elettromotore” e generatore di f.e.m. • Generatore di f.e.m.: convenzioni grafiche • Cenni al generatore “chimico”: la pila. Capacità della pila (Ah) • Resistenza elettrica: definizione. Espressione della resistenza nel caso cilindrico • Legge di Ohm e legge di Joule in forma “integrale” • Coefficiente di temperatura, valori di resistività e coefficiente di temperatura per materiali tipici 	2

		
5	GIOV 15-3-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> • Modello filiforme e convenzione grafica per la valutazione della corrente • Amperometro ideale • Parametri concentrati o distribuiti: frequenza limite • Concetto di bipolo e convenzioni grafiche • Caratteristiche” dei bipoli e loro classificazione • Bipoli fondamentali (resistore, cortocircuito ideale, circuito aperto ideale, generatori): definizioni e caratteristiche grafiche. Convenzioni sui bipoli • Analisi delle reti: <ul style="list-style-type: none"> ○ Considerazioni geometriche: lati, nodi, albero, coalbero, anelli, maglie <p>.....</p>	2
6	VEN 16-3-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • Leggi di Kirchhoff e “modello matematico” della rete: <ul style="list-style-type: none"> ○ Solenoidalità del campo densità di corrente e legge di Kirchhoff delle correnti ○ Irrotazionalità del campo elettrico: applicazione a una maglia e legge di Kirchhoff delle tensioni • Esempio di applicazione delle leggi di Kirchhoff a un frammento di rete • Resistenza equivalente per resistori in serie • Resistenza equivalente per resistori in parallelo • Equivalenza stella – triangolo e formule di trasformazione (nel caso di 3 resistenze uguali) • Partitore di tensione; • Partitore di corrente <p>.....</p>	2
7	GIOV 22-3-07 ore 08.30 110.30	<ul style="list-style-type: none"> • Potenziometro e reostato • Esempi numerici di applicazione delle leggi di Kirchhoff • Corollari delle leggi di Kirchhoff: <ul style="list-style-type: none"> ○ non amplificazione delle tensioni, ○ non amplificazione delle correnti ○ conservazione delle potenze virtuali • Calcolo di potenze e verifica della conservazione • Generatori reali di tensione: definizione, resistenza interna, caratteristica grafica, corrente di cortocircuito <p>.....</p>	2
8	VEN 23-3-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • Generatori reali di tensione: <ul style="list-style-type: none"> ○ Max rendimento ○ Max potenza trasferita al carico (adattamento) • Equivalenza fra generatori reali di tensione e generatori reali di corrente • L'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti • Il teorema del generatore equivalente di tensione (o di corrente) (enunciato e implicazioni applicative); esempio applicativo <p>.....</p>	2
9	GIOV 29-3-07 ore 13.30 15.30	<p>IL CAMPO MAGNETICO STAZIONARIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ La corrente come sorgente del campo magnetico: forza di Lorentz ○ Il campo di induzione magnetica (o campo densità di flusso magnetico) ○ Prima legge della magnetostatica: solenoidalità di B ○ Seconda legge della magnetostatica: rotazionalità di B ○ Campo di induzione di un filo rettilineo indefinito • Tensione magnetica e potenziale magnetico • Campi magnetici prodotti da semplici distribuzioni di correnti: <ul style="list-style-type: none"> ○ Conduttore massiccio ○ Solenoide toroidale 	2

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Solenoide rettilineo indefinito ● Coefficiente di autoinduzione (induttanza) di un circuito orientato <p>.....</p>	
10	VEN 30-3-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> ● Circuiti mutuamente accoppiati e coefficiente di mutua induzione (mutua induttanza) ● Induttanza del solenoide lungo ● Legge dell'induzione: leggi di Faraday e di Lenz ● F.e.m. auto-indotta ● Unità di misura di Φ, B, L, μ; valore di μ_0 ● F.e.m. mutuamente indotta ● Trasferimento di energia per via induttiva: cenni al principio di funzionamento del trasformatore e alla sua utilità applicativa ● Cenni alle correnti parassite (o di Foucault) (esperienza del pendolo di Foucault) ed effetti sul corpo umano <p>.....</p>	2
11	GIOV 12-4-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> ● F.e.m. dovuta a movimento ● Campo elettromotore dovuto a cariche in movimento ● Considerazioni di base sulla conversione elettromeccanica dell'energia: principio di funzionamento del generatore ● Effetti meccanici delle interazioni elettrodinamiche: <ul style="list-style-type: none"> ○ Forza elementare ○ Forza fra conduttori percorsi da corrente e strizione magnetica (due correnti equiverse o controverse); cenni alla "magnetostrizione" ○ Momento magnetico di una spira e coppia su una spira percorsa da corrente <p>.....</p>	2
12	VEN 13-4-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> ● Energia di magnetizzazione associata a N circuiti percorsi da corrente ● Considerazioni sugli operatori vettoriali e su due teoremi fondamentali (della divergenza e di Stokes) ● Campo magnetico nei mezzi materiali <ul style="list-style-type: none"> ○ Il vettore magnetizzazione ○ Il campo magnetico H ● Energia di magnetizzazione specifica ● Classificazione dei materiali (diamagnetici, paramagnetici, ferromagnetici): suscettività magnetica, permeabilità e permeabilità relativa ● Ferromagnetismo: <ul style="list-style-type: none"> ○ La curva di prima magnetizzazione ○ Il ciclo di isteresi <p>.....</p>	2
13	GIOV 19-04-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perdite per isteresi ● Valori tipici di permeabilità relativa per alcuni materiali significativi ● Riluttanza ● Circuiti e reti magnetici: leggi di Hopkinson ● Importanza tecnica ed economica del "ferro" nelle applicazioni elettromeccaniche ● L'elettromagnete: cenni alle applicazioni e ai criteri di progetto <p>.....</p>	2
14	VEN 20-04-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> ● Cenni ai teoremi "della divergenza" e di Stokes ● Espressione "locale" delle leggi fondamentali ● Equazioni di Maxwell <ul style="list-style-type: none"> ○ Legge di Faraday ○ Legge di Ampère ▪ La corrente di spostamento: esperienza illustrativa <ul style="list-style-type: none"> ○ Legge di Gauss ○ Conservazione della carica ● Il regime sinusoidale: caratteristiche e motivazioni 	2

		<ul style="list-style-type: none"> • Generatori sinusoidali • Modello filiforme e nuovi bipoli: induttore e condensatore <ul style="list-style-type: none"> ○ Equazioni costitutive corrente – tensione 	
15	GIOV 26-04-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> ○ Le leggi di Kirchhoff ai valori istantanei • Richiami di algebra complessa: <ul style="list-style-type: none"> ○ Operazioni fondamentali ○ Rappresentazione geometrica (diagramma di Argand) e piano complesso ○ Rappresentazione polare e formule di Eulero • Reti elettriche in regime sinusoidale: • Metodo fasoriale • Esempi numerici di trasformazione fasoriale • Legge di Ohm in termini fasoriale • Reattanza e suscettanza, impedenza e ammettenza 	2
16	VEN 27-04-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazioni sull'impedenza: modulo e argomento • Esempi di calcolo di impedenza equivalente • Potenze in corrente alternata: <ul style="list-style-type: none"> ○ Potenza istantanea, attiva, reattiva, apparente ○ Fattore di potenza ○ Potenza assorbita dai diversi bipoli ○ Potenza complessa e sua conservazione • Cenni al rifasamento: natura del problema e misure correttive; 	2
17	GIOV 03-05-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> • Strumenti di misura in regime sinusoidale: voltmetro, amperometro, wattmetro: cenni al wattmetro elettrodinamico e significato fisico della sua indicazione • Determinazione del condensatore di rifasamento • Cenni ai parametri "parassiti" • Risonanza nelle reti in regime sinusoidale: descrizione del fenomeno e fattore di merito; aspetti negativi (rischi) e positivi • Risonanza: andamento di impedenza, corrente, e $\arg(Z)$ in funzione della pulsazione • Risonanza parallelo (o antirisonanza) 	2
18	VEN 04-05-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • Esempi numerici di risoluzione di reti in regime sinusoidale 	2
19	GIOV 10-05-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> • Reti con generatori a frequenza diversa: applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti • Reti trifasi: <ul style="list-style-type: none"> ○ definizioni e grandezze fondamentali ○ Ragioni e vantaggi delle reti trifasi ○ Reti simmetriche ed equilibrate a stella <ul style="list-style-type: none"> ○ Reti trifasi a stella: tensioni e correnti ○ Unicità del centro stella ○ Reti a 4 fili (con neutro) ○ Reti a triangolo: correnti di lato • Cenni alle reti trifasi simmetriche e squilibrate e allo spostamento del centro stella: funzione del neutro nella distribuzione in bassa tensione 	2
20	VEN 11-05-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • Potenze nelle reti trifasi: potenza istantanea, attiva, reattiva, apparente • Misura della potenza attiva: con un wattmetro (nelle reti simmetriche ed equilibrate) <p>MACCHINE ELETTRICHE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generalità • Funzione del nucleo in ferro <ul style="list-style-type: none"> ○ Correnti parassite e nucleo a lamierini ○ Cifra di perdita del ferro 	2

		<ul style="list-style-type: none"> • Mutuo accoppiamento, flussi medi: accoppiamento perfetto e flusso disperso <p>IL TRASFORMATORE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equazioni alle due porte: nel dominio del tempo e in forma fasoriale. Rapporto fra le tensioni e rapporto di trasformazione <p>.....</p>	
21	GIOV 17-05-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> • Rapporto fra le correnti e rete equivalente di due circuiti ad accoppiamento perfetto • Trasformatore ideale: simbolo, relazioni costitutive, rapporto di trasformazione e “trasparenza” alle potenze <ul style="list-style-type: none"> ○ Funzione del trasformatore di potenza nella trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica ○ Caratteristiche costruttive: <ul style="list-style-type: none"> ○ nucleo ○ Avvolgimenti ○ Raffreddamento: cassoni, bagno d’olio, radiatori <p>.....</p>	2
22	VEN 18-05-07 ore 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cenni alla corrente a vuoto ○ Rendimento convenzionale ○ Rendimento giornaliero ○ Cenni al parallelo dei trasformatori • Trasformatore separatore • Cenni all’autotrasformatore: convenienza economica e pericolosità <p>MOTORE ASINCRONO</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Principio di funzionamento; scorrimento ○ Campo magnetico rotante <p>.....</p>	2
23	GIOV 24-05-07 ore 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> ○ Velocità di sincronismo e frequenza di alimentazione • Motore trifase: <ul style="list-style-type: none"> Caratteristiche costruttive: statore, rotore avvolto e rotore a gabbia di scoiattolo • Raffreddamento • Caratteristica meccanica e sua analisi: punto di lavoro, coppia di spunto, tratto stabile e tratto instabile • Avviamento del motore asincrono: a rotore avvolto, a gabbia, a doppia gabbia, a cave profonde • Cenni al motore monofase a “sdoppiamento di fase <p>.....</p>	2
24	VEN 25-05-07 ore 11.30 13.30	<p>Elementi di misure elettriche:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Classificazioni e caratteristiche generali ○ Qualità degli strumenti: classi di precisione ○ Principali cause di errore • Principio di funzionamento dei principali strumenti indicatori: <ul style="list-style-type: none"> ○ magnetoelettrici (amperometro e galvanometro), ○ a ferro mobile, ○ elettrodinamici (voltmetro) <p>.....</p>	2
25	GIOV 31-05-07 13.30 15.30	<ul style="list-style-type: none"> • Elementi di impianti elettrici: <ul style="list-style-type: none"> ○ Centrali di produzione: problemi ambientali; sorgenti alternative ○ Gestione delle reti: apparecchi di manovra e protezione ○ Interruttori, contattori e sezionatori ○ Sovratensioni e sovracorrenti: cause più comuni e rischi associati ○ Relé: magnetici (voltmetrici, amperometrici) <p>.....</p>	2
26	VEN 01-06-07 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> ○ Relé termico e relé magnetotermico ○ Fusibili ○ Relé differenziale • Selettività delle protezioni • Il rischio elettrico: effetti della corrente sul corpo umano 	2

		<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi di protezione: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ambienti equipotenziali e ambienti isolanti ○ Distanziamenti e barriere ○ Impianto di terra ○ Coordinamento delle protezioni: impianto di terra e protezione differenziale <p>.....</p>	
27	GIOV 07-06-07 13.30 15.30	<p>ELETTROSMOG E RISCHI ASSOCIATI</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Cenni alle onde elettromagnetiche ○ Cenni alla “propagazione” delle onde elettromagnetiche ○ Spettro elettromagnetico e assegnazione delle bande ○ Le onde elettromagnetiche per le comunicazioni elettriche: onda “portante” e segnale “modulante” ○ Cenni ai sistemi di modulazione: AM ed FM ○ Ricevitori e antenne ○ Caratteristiche fondamentali delle antenne; guadagno e direttività (rapporto fronte/retro) • L’elettrosmog: natura del problema ed effetti sul corpo umano: <ul style="list-style-type: none"> ○ a bassa o bassissima frequenza (ELF): rischio da elettrodotto ○ ad alta o altissima frequenza (VHF e UHF): radio, televisione e telefonia cellulare ○ cenni al funzionamento della rete cellulare <p>.....</p>	2
28	VEN 08-06-07 11.30 13.30	<ul style="list-style-type: none"> • Cenni di epidemiologia dell’elettrosmog • I parametri più diffusi per la quantificazione del rischio • Le “Linee Guida ICNIRP” • Il “Rapporto DOLL” • Riferimenti normativi • Il criterio “ALARA” e il <i>principio di precauzione</i> • “Miti e leggende” sull’elettrosmog <p>.....</p>	2
ORE TOTALI			56