

## Campi elettromagnetici II seconda parte

### 1. DESCRITTORI

- 1.1 *Settore scientifico-disciplinare*: ING-INF/02
- 1.2 *Crediti formativi universitari*: 6
- 1.3 *Docente*: Fabrizio Frezza
- 1.4 *Contatti docente*: tel. 0644585841, cell. 3204357216, e-mail [fabrizio.frezza@uniroma1.it](mailto:fabrizio.frezza@uniroma1.it)
- 1.5 *Offerto ai corsi di studio*: corso di laurea magistrale secondo anno
- 1.6 *Calendarizzazione*: secondo semestre
- 1.7 *Tipologia di valutazione*: esame con votazione in trentesimi
- 1.8 *Anni accademici di riferimento*: dal 2010/11 al 2012/13

### 2. OBIETTIVI DEL MODULO E CAPACITÀ ACQUISITE DALLO STUDENTE

#### ITALIANO

Il corso intende dotare lo studente di una serie di strumenti concettuali e di tecniche matematiche di grande generalità scientifica e utilità per l'analisi rigorosa di strutture elettromagnetiche di notevole portata applicativa. In particolare si studierà l'idea di rappresentazione per la sua efficacia di sintesi.

#### INGLESE

The course is aimed to provide the student with a series of conceptual instruments and mathematical techniques of great scientific generality and utility for the rigorous analysis of electromagnetic structures of remarkable applicative impact. In particular, the concept of representation will be studied, for its synthesis effectiveness.

### 3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

#### ITALIANO

Conoscenze acquisite: gli studenti che abbiano superato l'esame avranno una visione d'insieme dell'elettromagnetismo moderno, con particolare riferimento agli aspetti metodologici unificanti e alle tecniche matematiche impiegate. Questo permetterà loro, data la grande generalità delle tematiche affrontate, di orientarsi agevolmente nello studio successivo o nel lavoro. In particolare gli studenti avranno approfondito i principali concetti della propagazione guidata e della propagazione libera, come pure l'approccio al problema di scattering, risolto sia in forma chiusa (problemi canonici) che numericamente.

#### INGLESE

Knowledge and understanding: successful students will be able to have an overall vision of modern electromagnetics, with particular reference to the unifying methodological aspects and to the mathematical techniques employed, which will allow them to easily find their bearings in successive study or in job positions, due to the great generality of the faced themes. In particular, the students will have understood in depth the principal concept of guided and free propagation, as well as the approach to the scattering problem, solved both in closed form (canonical problems) and numerically.

### 4. PROGRAMMA

#### ITALIANO

Formalismo di Marcuvitz-Schwinger per le equazioni di Maxwell. Funzioni modali alternative per la decomposizione del campo: modi LSE ed LSM. Calcolo delle funzioni di Green per una linea di trasmissione. Guide dielettriche planari. Onde "leaky" lungo mezzi stratificati, regioni di transizione. Analisi di strutture periodiche: teorema di Floquet, sviluppi in armoniche spaziali, diagrammi di Brillouin, analisi nel piano complesso. Antenne ad onda leaky. Procedure di sagomatura longitudinale ("tapering"). Efficienza di radiazione. Decomposizione spettrale dei campi irradiati. Ammettenza di radiazione. Valutazione asintotica di integrali: il metodo della "steepest descent". Il tensore degli sforzi di Maxwell. Quantità di moto e momento angolare del campo: relazioni integrali di bilancio per le forze e per le coppie. Problemi di scattering. Il metodo del "point matching". Scattering da un array lineare di strisce metalliche. Rappresentazioni integrali del campo elettromagnetico. Studio del comportamento singolare della funzione di Green. Equazioni integrali per lo scattering da oggetti tridimensionali di forma arbitraria: formulazioni

EFIE e MFIE, soluzioni spurie, equazioni combinate. Problemi bidimensionali: scattering, propagazione in guide di sezione arbitraria. Problemi di Sturm-Liouville in elettromagnetismo. Il metodo della funzione di Green. Funzioni di Green per l'equazione di Helmholtz: problemi bidimensionali. Il metodo della rappresentazione spettrale. Sviluppi in serie di autofunzioni, spettro discreto e spettro continuo.

#### INGLESE

Marcuvitz-Schwinger formalism for Maxwell's equations. Alternative modal functions for the decomposition of the field: LSE and LSM modes. Computation of the Green's functions for a transmission line. Planar dielectric waveguides. Leaky waves along stratified media, transition regions. Analysis of periodic structures: Floquet's theorem, expansions in terms of spatial harmonics, Brillouin diagrams, analysis in the complex plane. Leaky-wave antennas. Longitudinal tapering procedures. Radiation efficiency. Spectral decomposition of the radiated fields. Radiation admittance. Asymptotic evaluation of integrals: the steepest-descent method. The Maxwell's stress tensor. Momentum and angular momentum of the field: integral relations for the forces and the torques. Scattering problems. The point-matching method. Scattering from a linear array of metallic strips. Integral representations of the electromagnetic field. Study of the singular behaviour of the Green's function. Integral equations for the scattering from three-dimensional objects of arbitrary shape: EFIE and MFIE formulations, spurious solutions, combined equations. Two-dimensional problems: scattering, propagation in guides of arbitrary cross-section. Sturm-Liouville problems in electromagnetics. The Green's function method. Green's functions for the Helmholtz equation: two-dimensional problems. The spectral representation method. Expansions in eigenfunction series, discrete spectrum and continuous spectrum.

#### **5. MATERIALE DIDATTICO**

- Dispense e materiale didattico a cura del docente, disponibili presso di lui oppure al sito internet: <http://151.100.120.244/personale/frezza/campi2.html>
- C.A. Balanis, Advanced engineering electromagnetic, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2012
- C.A. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2005
- D.G. Dudley, Mathematical foundations for electromagnetic theory, IEEE Press, New York, 1994, capp. 2,3,5.
- R.E. Collin, Field theory of guided waves, seconda edizione, IEEE Press, New York, 1991.
- R.C. Booton, Computational methods for electromagnetics and microwaves, Wiley, New York, 1992.

#### **6. SITO WEB DI RIFERIMENTO**

<http://151.100.120.244/personale/frezza> , <http://labcem2.diet.uniroma1.it>