



Università di "Roma Tre"  
Dipartimento di Ingegneria  
'Laurea magistrale' curriculum in Ingegneria delle tecnologie della comunicazione e dell'informazione (LM\_27) e Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione (LM\_29)

## **METODI E TECNICHE PER SISTEMI DI ANTENNA**

*A.a. 2017-2018 – Prof. Paolo Baccarelli*

### **PROGRAMMA**

#### **Cenni e richiami introduttivi**

Sistemi algebrici lineari e relativa soluzione. Decomposizione ai valori singolari di matrici a valori complessi. Proprietà fondamentali della radiazione elettromagnetica. Teoremi di unicità, reciprocità ed equivalenza e relative applicazioni nell'ambito dei fenomeni radiativi. Parametri caratteristici delle antenne. Allineamenti di antenne.

#### **Reti equivalenti trasverse e metodo della risonanza trasversa**

Linee di trasmissione TE, TM e TEM. Applicazioni delle reti equivalenti trasverse alle strutture dielettriche multistrato. Il grounded dielectric slab (GDS). Equazione di risonanza trasversa. Equazione di dispersione dei modi TM e TE del GDS. Soluzione grafica dell'equazione di dispersione. Soluzioni proprie e improprie. Onde superficiali TM e TE. Onde leaky. Campo lontano generato da sorgenti elementari in strutture dielettriche multistrato.

#### **Antenne stampate a microstriscia**

Introduzione, principi operativi, metodi di alimentazione e caratteristiche radiative. Tecniche di progetto e formule CAD. Campo lontano e diagramma di radiazione (derivazione con metodi approssimati basati sulla sovrapposizione degli effetti e la reciprocità). Impedenza di ingresso: modelli circuitali e sviluppo in autofunzioni. Antenne a larga banda e multi banda, miniaturizzazione.

#### **Strutture periodiche**

Introduzione e teoria di base (armoniche spaziali e teorema di Floquet-Bloch). Diagrammi di Brillouin. Proprietà spettrali delle armoniche spaziali: armoniche proprie e improprie. Analisi di Bloch.

#### **Antenne a onda leaky (Leaky-wave antennas, "LWAs")**

Caratteristiche generali e classificazione. Tecniche di progetto per antenne a onda leaky monodimensionali (1D-LWAs) uniformi e periodiche. Antenne a cavità di tipo Fabry-Perot. Caratteristiche generali di antenne a onda leaky bidimensionali (2D LWAs).

## **Antenne per riscaldamento elettromagnetico: cenni sulle onde nei plasmi**

Moto di una particella carica in un campo magnetostatico. Riscaldamento del plasma. Relazione di dispersione. Plasma freddo non magnetizzato. Plasma freddo magnetizzato. Cenni sulle antenne per la fusione nucleare.

## **Metodi numerici basati sulle equazioni integrali al contorno e metodo dei momenti (MoM)**

Rappresentazioni integrali al contorno dei campi elettromagnetici ed equazioni integrali di superficie. Equazioni integrali ai potenziali misti nello spazio libero. MoM applicato alle equazioni integrali ai potenziali misti nello spazio libero: funzioni base e di test di tipo Rao-Wilton-Glisson. Equazioni integrali ai potenziali misti in strutture dielettriche multistrato. Metodo dello "spectral domain" per la derivazione delle funzioni di Green spettrali in strutture multistrato. Integrali di Sommerfeld, estrazioni asintotiche e singolarità spaziali. Metodi di accelerazione per il calcolo numerico di integrali e serie in elettromagnetismo. MoM in strutture periodiche nello spazio libero.

## **CAD elettromagnetici**

Ansys HFSS e CST Microwave Studio: introduzione e caratteristiche generali. Analisi di antenne a onda leaky.

## **Array per comunicazioni wireless**

Caratterizzazione dei canali wireless. Arrays e diversità nel tempo, nella frequenza e nello spazio. Introduzione ai sistemi Multiple-Input/Multiple-Output (MIMO).

## **Materiale didattico**

- *Slide e appunti* delle lezioni e dispense a cura del docente

## **Sito del corso**

- Sito Moodle del Dipartimento di Ingegneria:  
<https://moodle1.ing.uniroma3.it/>

## **Valutazione dell'esame:**

- Due domande orali sugli argomenti del corso

## **Testi di consultazione:**

- C. A. Balanis, *Antenna theory, analysis and design*. New York, NY: Wiley Interscience, 2005, 3a ed.
- Y.T. Lo, S.W. Lee, *Antenna Handbook. Antenna theory, Volume II*, Van Nostrand Reinhold, 1993
- D. R. Jackson, "Microstrip Antennas," Ch. 7 of *Antenna Engineering Handbook*, J. L. Volakis, Editor, McGraw Hill, 2007.
- D. R. Jackson, S. A. Long, J. T. Williams, and V. B. Davis, "Computer-Aided Design of Rectangular Microstrip Antennas," Ch. 5 of *Advances in Microstrip and Printed Antennas*, K. F. Lee and W. Chen, Eds., John Wiley, 1997

- D. Guha e Y. M. M. Antar, Eds., *Microstrip and printed antennas: New trends, techniques and applications*. Wiley, 2011.
- R. E. Collin and F. J. Zucker, *Antenna theory*. New York, NY: McGraw-Hill, 1969.
- D. Tse and P. Viswanath, *Fundamentals of Wireless Communication*, Cambridge University Press, 2005.
- K. F. Warnick, *Numerical methods for engineering: An introduction using Matlab and computational electromagnetics*. Raleigh, NC: SciTech Publishing Inc, 2011.
- D. B. Davidson, *Computational electromagnetics for RF and microwave engineering*. New York: Cambridge University Press, 2011.
- R. C. Booton, *Computational methods for electromagnetics and microwaves*. New York, NY: Wiley, 1992, 2a ed.
- A. F. Peterson, S. L. Ray e R. Mittra, *Computational methods for electromagnetics*. New York: IEEE Press, 1997.

### **Contatti:**

Paolo Baccarelli

Tel.: 06 57337095

E-mail: [paolo.baccarelli@uniroma3.it](mailto:paolo.baccarelli@uniroma3.it)

Dipartimento di Ingegneria

Università degli Studi di "Roma Tre"

III Piano, stanza 3.16

Via Vito Volterra, 62

00146 Roma, Italia