

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE - INGEGNERIA



## LAUREE MAGISTRALI IN INGEGNERIA ELETTRICA, ELETTRONICA, E DELLE TELECOMUNICAZIONI

Programma del corso di TEORIA DEI CIRCUITI  
A.A. 2016/2017 - Prof. Massimiliano de Magistris

### *Obbiettivi del corso*

Il corso di Teoria dei Circuiti si prefigge di approfondire, dal punto di vista sia metodologico, che con spunti applicativi, le problematiche e le tecniche relative all'analisi ed alla sintesi dei circuiti, con particolare riguardo ai circuiti non lineari ed alle reti complesse. Obiettivo principale del corso è di fornire un'adeguata sensibilità alle diverse, e talvolta delicate, problematiche dell'analisi circuitale avanzata. Inoltre, esso si prefigge di fornire gli elementi per un utilizzo più consapevole degli strumenti numerici e dei simulatori circuitali di più largo utilizzo. Attraverso l'analisi di circuiti paradigmatici come il circuito di Chua, si propone di introdurre la complessità delle dinamiche non lineari, i principali strumenti di classificazione e di analisi, i relativi riflessi applicativi. Infine, il corso introduce le principali tecniche per l'identificazione circuitale di strutture elettromagnetiche complesse e la riduzione d'ordine di sistemi elettrico/elettronici di ordine elevato.

### *Articolazione didattica*

Il corso è strutturato essenzialmente su tre piani. Anzitutto un approfondimento degli elementi della teoria dei circuiti che amplino il bagaglio di nozioni acquisito nei corsi di Circuiti ed Elettronica, con riferimento in particolar modo alle proprietà topologiche ed ai relativi strumenti in relazione alle formulazioni, nonché alle proprietà del modello circuitale in presenza di elementi (fortemente) non lineari. In secondo luogo un'introduzione ai problemi numerici tipici nell'analisi e nella sintesi dei circuiti, anche con riferimento a simulatori commerciali di largo utilizzo. In parallelo (per la versione da 9 CFU) il corso prevede lo sviluppo di esercitazioni numeriche volte sia ad acquisire padronanza degli strumenti introdotti che ad analizzare in dettaglio esempi tipici, finalizzate alla realizzazione di un elaborato finale.

### *Programma*

#### **Elementi di teoria dei circuiti lineari e non lineari**

Circuito fisico, modello circuitale, soluzione analitica e numerica; esempi. Breve rivisitazione del modello circuitale, elementi circuitali fondamentali e proprietà. Elementi di teoria dei grafi: matrici di incidenza di nodo e di maglia, sistema fondamentale, equazioni di Tableau, forma canonica delle equazioni circuitali. Esempi di analisi di circuiti non lineari a-dinamici e dinamici, incongruenze di modellazione, fenomeno della "impasse". Esistenza delle equazioni di stato, circuito resistivo associato e spazio delle configurazioni. Problemi di esistenza ed unicità della soluzione, condizioni energetiche, esempi. Stabilità delle soluzioni, esistenza e unicità del regime in circuiti non lineari. Comportamento asintotico di circuiti non lineari: esempi di circuiti con più soluzioni di regime; esempi di circuiti con biforcazioni e dinamiche caotiche. Problemi classici di sintesi circuitale, sintesi di Foster, di Cauer e ciclo di Brune. Diagonalizzazione e sintesi canonica. Estensioni ai multi porta, matrici di Foster. Identificazione di multi porta lineari passivi e modelli circuitali di strutture distribuite ed interconnessioni, riduzione d'ordine e sintesi automatica.

#### **Elementi di analisi numerica per i circuiti**

Algoritmi per la soluzione numerica di circuiti a-dinamici lineari e non lineari. Metodi diretti ed iterativi, condizionamento. Algoritmi di punto fisso, metodo di Newton-Raphson e sue varianti. Algoritmi per la soluzione numerica di circuiti dinamici: classificazione degli errori, algoritmi di Eulero (esplicito ed implicito) e dei trapezi. Consistenza, stabilità e convergenza, stima dell'errore numerico. Algoritmi a passo variabile per la soluzione di circuiti "stiff", algoritmi Runge-kutta.

#### **Strumenti computazionali ed esercitazioni**

Caratteristiche strutturali di P-Spice: strutturazione dei dati, metodi di soluzione di problemi a-dinamici e dinamici: circuito equivalente all'iterazione di Newton-Raphson di elementi non lineari; circuito equivalente di un elemento dinamico per algoritmi di integrazione. Algoritmi di integrazione temporale di P-Spice, proprietà di stabilità e dissipazione "numerica". Soluzione di circuiti con MATLAB; sintassi e proprietà degli algoritmi "fzero" e "ODE". Soluzione a-dinamica e dinamica di semplici circuiti non lineari. Simulazione di semplici circuiti dinamici non lineari: soluzioni multiple e fenomeno dell'impasse con P-Spice e MATLAB. Simulazione di circuiti caotici con P-Spice e MATLAB: costruzione di attrattori, diagrammi di biforcazione, mappe di Poincarè.

## Sussidi didattici

Il programma del corso realizza una sintesi tra argomenti spesso oggetto di approfondimento in discipline distinte. Per tale motivo i riferimenti (testi) sui quali approfondire il contenuto delle lezioni risultano molteplici. Si suggerisce dunque di seguire assiduamente le lezioni, anche al fine di raggiungere una preparazione sufficientemente equilibrata fra le diverse parti del corso. Su parte degli argomenti trattati a lezione saranno comunque messi a disposizione appunti sul sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it).

I testi di riferimento sono i seguenti:

- [1] M. HASLER, J. NEIRYNCK, **Non Linear Circuits**, Artech House, 1986, ISBN 0-89006-208-0.
- [2] L.O. CHUA, C.A. DESOER, E.S. KUH, **Circuiti Lineari e Non Lineari**, Jackson 1991, ISBN 88-7056-837-7.
- [3] L.O. CHUA, P.M. LIN, **Computer aided analysis of electronic circuits: algorithms & computational techniques**, Prentice Hall, 1975, ISBN 0-13-165415-2.
- [3] A. QUARTERONI, R. SACCO, F. SALERI, **Matematica Numerica** Springer 2008, ISBN: 978-88-470-0782-2.
- [4] A. VLADIMIRESCU, **Spice**, Mc Graw-Hill, 1995.

Ulteriori testi di consultazione sono:

- [1] C.A. DESOER, E.S. KUH, **Fondamenti di teoria dei circuiti**, Franco Angeli 1996, ISBN 88-7056-837-7.
- [2] M. DE MAGISTRIS, G. MIANO, **Circuiti**, Springer 2007, ISBN: 978-88-470-0537-2.
- [3] V. COMINCIOLI, **Analisi Numerica: Metodi, Modelli, Applicazioni**, McGraw-Hill Libri Italia, Milano, 1990
- [4] F. TREVISAN, F. VILLONE, **Modelli numerici per campi e circuiti**, SGEEditoriali, Padova, 2003.
- [5] A. CAVALLO, R. SETOLA, F. VASCA, **La nuova guida MATLAB, Simulink e Control Toolbox**, Liguori, 2002.

Eventuali altri riferimenti bibliografici verranno indicati durante il corso.

## Informazioni sul corso

Il programma del corso ed altro materiale didattico aggiuntivo sarà reso disponibile in formato elettronico sul sito: [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it). Sul sito saranno comunque disponibili ulteriori informazioni sul corso, aggiornamenti del materiale didattico, notizie utili.

Il Prof. Massimiliano de Magistris riceve nell'orario indicato sul sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it), presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'informazione, via Claudio 21. Può essere contattato ai recapiti: tel. **081/7683251**; e-mail: **m.demagistris@unina.it**. Per altre informazioni si rimanda al sito sopra indicato.

## Modalità d'esame

L'esame prevede una prova orale, nella quale sono discussi argomenti di teoria, assieme alla presentazione di un elaborato di tipo applicativo, preventivamente concordato con il docente e di norma sviluppato durante il corso. Il calendario degli esami, concordato con i CdS di riferimento, è reso disponibile sul sito [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it). La prenotazione per l'esame è obbligatoria.