

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

## SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL' AUTOMAZIONE  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA BIOMEDICA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI

### Programma del corso di

# FONDAMENTI DI CIRCUITI

### A.A. 2020/2021

#### 1. LE LEGGI DELL'ELETTROMAGNETISMO

Carica elettrica, corrente elettrica, densità di corrente. Campo elettrico, campo magnetico, forza di Lorentz. Le leggi dell'elettromagnetismo nel vuoto in forma integrale. Legge di conservazione della carica. **{Le leggi dell'elettromagnetismo nella materia in forma integrale}**. Lavoro del campo elettrico, energia immagazzinata nel campo elettrico, energia immagazzinata nel campo magnetico, Potenza elettrica, energia elettrica. Unità di misura.

#### 2. IL MODELLO CIRCUITALE

I circuiti elettrici in condizioni lentamente variabili. Bipolo: intensità della corrente elettrica, tensione elettrica, potenza elettrica, energia elettrica. Convenzione dell'utilizzatore e del generatore. Circuiti di bipoli: leggi di Kirchhoff. Bipoli canonici: resistore, interruttore, generatori indipendenti, condensatore, induttore. Generatori reali. Bipoli attivi, bipoli passivi, bipoli dissipativi e bipoli conservativi. **{Limiti in frequenza del modello circuitale}**.

#### 3. LE EQUAZIONI CIRCUITALI

Circuito resistivo semplice; circuito resistivo non lineare e metodo di soluzione grafico; **{algoritmo di Newton Raphson}**; circuiti dinamici lineari del primo ordine, regime stazionario e sinusoidale. Grafo di un circuito, sottografo, grafo connesso, albero, coalbero, maglia, **{insieme di taglio}**; grafi planari ed anelli; insieme delle maglie fondamentale **{ed insieme di taglio fondamentale}**; matrice di incidenza e matrice di incidenza ridotta, **{matrice di maglia e matrice di maglia ridotta}**, equazioni di Kirchhoff in forma matriciale, equazioni di Kirchhoff indipendenti, il sistema di equazioni fondamentali. Potenziali di nodo; **{correnti di maglia}**. Conservazione delle potenze virtuali (teorema di Tellegen); conservazione delle potenze elettriche.

#### 4. CIRCUITI RESISTIVI

Bipolo equivalente, resistori in serie, resistori in parallelo; partitori di tensione e corrente, serie e parallelo di generatori ideali e casi patologici, equivalenza di generatori reali; circuiti resistivi lineari, sovrapposizione degli effetti; generatore equivalente di Thevenin-Norton; non amplificazione delle tensioni **{e delle correnti}**. Trasformazione stella-triangolo.

#### 5. ELEMENTI CIRCUITALI A PIÙ TERMINALI

N-poli, correnti e tensioni descrittive, doppi bipoli, condizione di porta. potenza elettrica assorbita; generatori controllati lineari, trasformatore ideale; giratore, doppi bipoli di resistori, teorema di reciprocità, matrice delle resistenze, matrice delle conduttanze, **{matrici ibride, matrice di trasmissione}** circuiti mutuamente accoppiati (trasformatore), relazioni caratteristiche, accoppiamento perfetto, circuiti equivalenti. **{Collegamento di doppi bipoli in serie parallelo e cascata}**. Sintesi di doppi bipoli: configurazioni a T e  $\pi$ .

#### 6. CIRCUITI A REGIME

Circuiti in regime permanente. Circuiti in regime stazionario. Circuiti in regime sinusoidale. Fasori, metodo simbolico; numeri complessi. Impedenza, circuiti di impedenze, proprietà dei circuiti di impedenze. Potenza complessa, potenza media, potenza reattiva. Diagrammi fasoriali dei bipoli elementari. Conservazione della potenza complessa, potenza media e potenza reattiva. Bipoli di impedenze; reti in regime periodico. Circuito risonante, fattore di qualità, bilanci di potenza ed energia, **{curve universali di risonanza}**. Risposta in frequenza di un circuito; filtri. **{Sistemi trifase spostamento del centro stella e formula di Millmann, misura della potenza e inserzione di Aron.}**

#### 7. CIRCUITI DINAMICI LINEARI

Equazioni di stato di circuiti del primo ordine, equazioni di stato di circuiti del secondo ordine, circuito resistivo associato. Continuità delle grandezze di stato; soluzione di circuiti del primo e del secondo ordine. Evoluzione libera, evoluzione forzata, modi naturali di evoluzione, frequenza naturale, costante di tempo, termine transitorio, termine permanente, circuito dissipativo, circuito tempo-variante, **{circuito con forzamento impulsivo}**; soluzione di circuiti del secondo ordine, circuito RLC serie, circuito RLC parallelo, modi naturali aperiodici, modi naturali oscillanti, circuiti RC e circuiti RL del secondo ordine. **{Risposta all'impulso e integrale di convoluzione, impedenze operatoriali, funzione di rete ed analisi nel dominio di Laplace. Cenni alla simulazione circuitale ed all'uso di SPICE.}**

*N.B. La scelta tra gli argomenti riportati tra **{parentesi graffe}** è a cura del docente di ciascun canale.*

#### PROVA SCRITTA

Circuito adinamico lineare (con eventuali controllati). Circuito in regime sinusoidale. Circuito dinamico lineare del primo ordine. Doppio bipolo adinamico lineare e di impedenze.

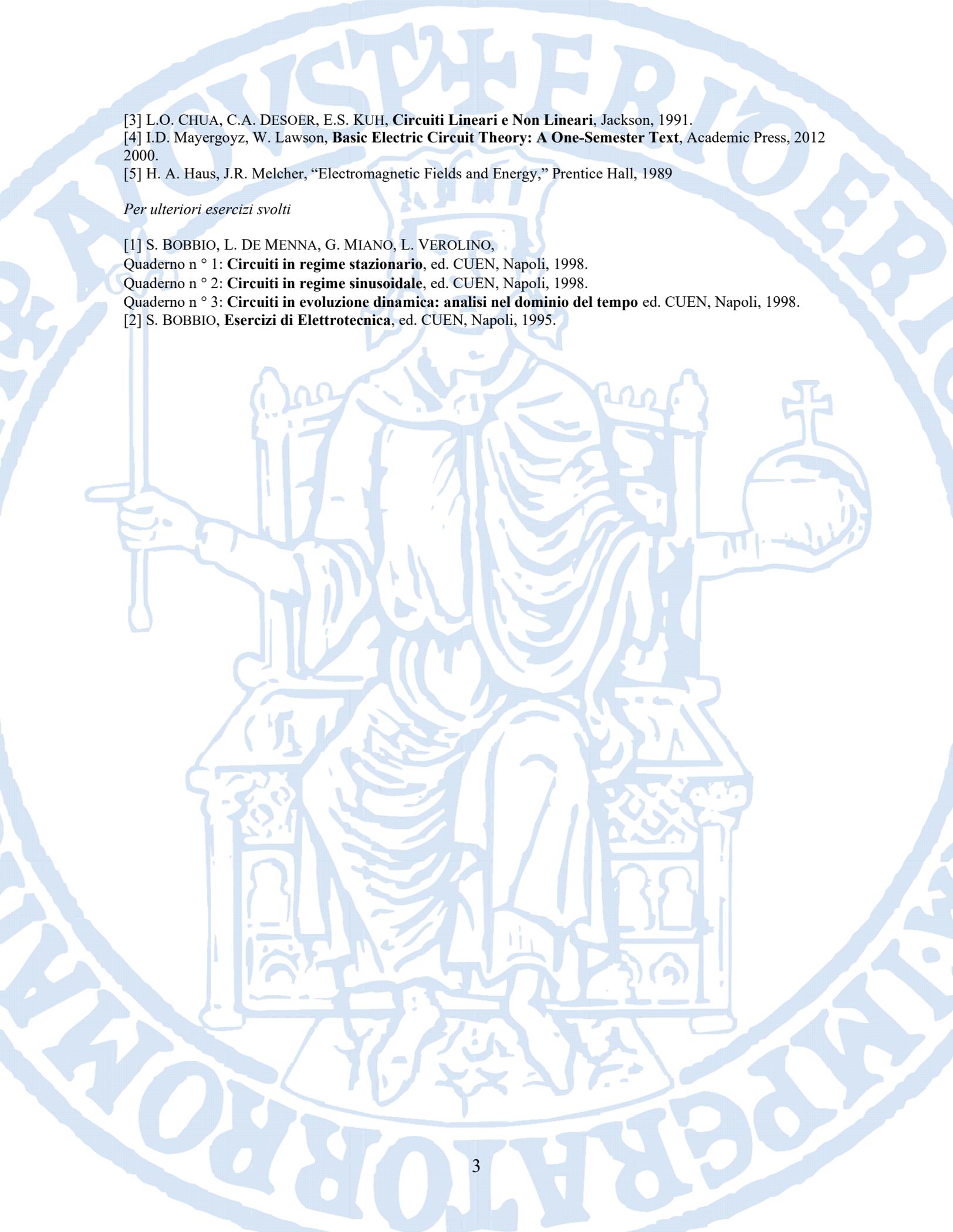
### Sussidi didattici

#### Testi di riferimento

M. de Magistris, G. Miano, **Circuiti**, II edizione, SPRINGER, settembre 2009.

#### Testi di consultazione

- [1] G. MIANO, **Lezioni di Elettrotecnica**, ed. CUEN, 1998; [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it).
- [2] L. DE MENNA, **Elettrotecnica**, ed. Pironti, Napoli, 1998.

- 
- [3] L.O. CHUA, C.A. DESOER, E.S. KUH, **Circuiti Lineari e Non Lineari**, Jackson, 1991.  
[4] I.D. Mayergoyz, W. Lawson, **Basic Electric Circuit Theory: A One-Semester Text**, Academic Press, 2012  
2000.  
[5] H. A. Haus, J.R. Melcher, "Electromagnetic Fields and Energy," Prentice Hall, 1989

*Per ulteriori esercizi svolti*

- [1] S. BOBBIO, L. DE MENNA, G. MIANO, L. VEROLINO,  
Quaderno n ° 1: **Circuiti in regime stazionario**, ed. CUEN, Napoli, 1998.  
Quaderno n ° 2: **Circuiti in regime sinusoidale**, ed. CUEN, Napoli, 1998.  
Quaderno n ° 3: **Circuiti in evoluzione dinamica: analisi nel dominio del tempo** ed. CUEN, Napoli, 1998.  
[2] S. BOBBIO, **Esercizi di Elettrotecnica**, ed. CUEN, Napoli, 1995.