

# Testi del Syllabus

Resp. Did.	<b>DELMONTE Nicola</b>	Matricola: <b>006569</b>
Anno offerta:	<b>2015/2016</b>	
Insegnamento:	<b>1006144 - GENERAZIONE E CONVERSIONE DA FONTI RINNOVABILI</b>	
Corso di studio:	<b>3050 - INGEGNERIA INFORMATICA, ELETTRONICA E DELLE TELECOMUNICAZIONI</b>	
Anno regolamento:	<b>2013</b>	
CFU:	<b>9</b>	
Settore:	<b>ING-INF/01</b>	
Tipo Attività:	<b>B - Caratterizzante</b>	
Anno corso:	<b>3</b>	
Periodo:	<b>Secondo Semestre</b>	
Sede:	<b>PARMA</b>	



## Testi in italiano

### **Tipo testo**

### **Testo**

#### **Lingua insegnamento**

Italiano

#### **Contenuti**

- 1) Introduzione: consumo e generazione di energia ed elettricità
- 2) Generazione da fonti convenzionali e da fonti rinnovabili
- 3) Introduzione all'elettronica di Potenza
- 4) Convertitori AC/DC (raddrizzatori)
- 5) Convertitori DC/DC dissipativi e di tipo "switching"
- 6) Convertitori DC/AC (inverter)
- 7) Snubber per interruttori di Potenza
- 8) Driver per BJT e MOSFET
- 9) Trasformatore monofase
- 10) Trasformatore trifase
- 11) Macchine a induzione (asincrone)
- 12) Macchine sincrone
- 13) Distribuzione dell'energia elettrica
- 14) Sistemi fotovoltaici ed eolici
- 15) Modelli per la simulazione di convertitori di potenza

#### **Testi di riferimento**

- L. Freris, D. Infield, "Renewable energy in power systems", Wiley, 2008, ISBN 978-0-470-01749-4
- M. Rashid, "Power electronics", 3rd ed., Prentice-Hall, ISBN 0-13-122815-3.
- M. Guarnieri e M. Stella, "Principi e applicazioni dell'elettrotecnica" Vol. II, di Ed. Progetto Padova.
- Appunti del docente.

#### **Obiettivi formativi**

- 1) Conoscenza e comprensione  
La frequenza alle lezioni e lo studio individuale permetteranno allo studente di acquisire la conoscenza e la comprensione dei seguenti argomenti:
  - potenzialità e problemi dell'utilizzo delle fonti rinnovabili per la generazione di energia elettrica
  - principali problemi legati al soddisfacimento della domanda di energia elettrica
  - topologia circuitale dei più importanti circuiti per la conversione statica

## Tipo testo

## Testo

dell'energia

- funzionamento dei più importanti circuiti per la conversione statica dell'energia
- necessità dei circuiti di protezione (snubber), loro struttura, funzionamento e dimensionamento
- esempi di circuiti di pilotaggio (driver)
- funzionamento e dimensionamento dei trasformatori
- conversione elettro-meccanica dell'energia
- funzionamento delle macchine elettriche ad induzione in alternata
- tecnologie tecniche e circuiti dei sistemi fotovoltaici ed eolici
- software di simulazione con modelli matematici e/o logico-funzionali

2) Capacità di applicare conoscenza e comprensione

La frequenza alle lezioni e lo studio individuale permetteranno allo studente di acquisire le seguenti competenze:

- capacità di descrivere le peculiarità dei sistemi da fonti energetiche rinnovabili
- capacità di analizzare dati statistici di bilancio energetico
- capacità di analizzare il funzionamento dei circuiti per la conversione statica dell'energia
- capacità di analizzare le forme d'onda di tensione e corrente e di valutare i principali parametri di prestazione dei convertitori di potenza
- capacità di effettuare semplici esercizi di dimensionamento dei componenti attivi e passivi dei convertitori di potenza.
- risolvere semplici problemi di analisi e dimensionamento di trasformatori
- risolvere semplici problemi di analisi di macchine elettriche in alternata
- applicare ai sistemi di potenza basati su energie rinnovabili le conoscenze su componenti e circuiti per la conversione dell'energia acquisite durante il corso
- uso base di software per lo sviluppo di modelli matematici e/o logico-funzionali

### Prerequisiti

Conoscenze di base di fisica (Fisica Generale 1 e Fisica Generale 2), dei circuiti elettrici (Principi e applicazioni dell'ingegneria elettrica), dei dispositivi e dell'elettronica digitale (Elettronica 1) e dell'elettronica analogica (Elettronica 2).

### Metodi didattici

Lezioni frontali svolte dal docente con l'ausilio di slides (disponibili per il download agli studenti). Esercizi svolti dal docente. Esercitazioni di laboratorio informatico per l'apprendimento dell'uso di software di simulazione.

### Altre informazioni

Materiale didattico del docente reperibile su <https://didattica.unipr.it>

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è orale.

Durante l'esame lo studente dovrà dimostrare di:

- conoscere le problematiche del consumo energetico, con particolare attenzione al settore elettrico. Fra le conoscenze che lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito, vi sono anche quelle relative alle tecnologie delle fonti energetiche rinnovabili (FER), i vantaggi e i problemi tecnico-economici derivanti dalla diffusione delle FER e le normative tecniche di riferimento. Inoltre, è richiesto che lo studente sappia illustrare le architetture dei convertitori per impianti fotovoltaici ed eolici assieme alle loro caratteristiche salienti.
- conoscere i circuiti presentati nelle lezioni e di saperne descrivere il funzionamento. Lo studente dovrà inoltre dimostrare di sapere quantificare le prestazioni dei circuiti calcolandone i parametri di merito a partire dalle forme d'onda di tensioni e correnti. Si richiede inoltre la capacità di affrontare semplici esercizi quantitativi di dimensionamento dei componenti attivi e passivi.
- conoscere la teoria di base dei trasformatori di linea e delle macchine elettriche asincrone e sincrone. Inoltre dovranno essere in grado di indicare come si può dimensionare un trasformatore per applicazioni a 50 Hz.
- conoscere come si può modellare matematicamente e/o a livello logico-

## Tipo testo

## Testo

funzionale un convertitore di potenza.

## Programma esteso

1) Introduzione: consumo e generazione di energia ed elettricità: Problemi di sostenibilità ambientale. Ciclo del carbonio. Fabbisogni energetici mondiali, europei, nazionali. Norme di riferimento.

2) Generazione da fonti convenzionali e da fonti rinnovabili: principi di base dei sistemi di conversione idroelettrica, eolica, solare e fotovoltaica, da maree ed onde, da biomassa, da biogas.

3) Introduzione all'elettronica di Potenza: Applicazioni ed evoluzione storica. Cenni sui dispositivi di potenza a semiconduttore; classificazione dei convertitori. Parametri di merito: distorsione in ingresso e in uscita, rendimento, regolazione.

4) Convertitori AC/DC (raddrizzatori): Raddrizzatore a singola semionda. Raddrizzatore a onda intera con secondario a presa centrale. Raddrizzatore a ponte. Filtri passa-basso. Raddrizzatore a ponte con carico RLE. Raddrizzatore a ponte trifase.

5) Convertitori DC/DC dissipativi e di tipo "switching": regolatori di tensione a zener, BJT ed OPAMP. Convertitori DC/DC "switching": Buck, Boost, Buck-Boost, Cuk. Convertitore DC/DC a ponte; modulazione PWM.

6) Convertitori DC/AC (inverter): Inverter a mezzo ponte. Inverter a ponte intero. Inverter trifase: funzionamento a  $180^\circ$  e a  $120^\circ$ . Modulazione degli inverter a ponte: PWM a impulso singolo, a impulsi multipli, sinusoidale; modulazione "space vector".

7) Snubber per interruttori di Potenza: Snubber per turn-off, overvoltage, e turn-on.

8) Driver per BJT e MOSFET Cenni sui driver per BJT e MOSFET. Isolamento dei driver.

9) Trasformatore monofase: equazioni, circuiti equivalenti, dimensionamento, parametri caratteristici, prove standard.

10) Trasformatore trifase: collegamento fra le fasi, rapporto di trasformazione, indice orario.

11) Macchine a induzione: equazioni, caratteristiche elettriche e meccaniche, regolazione della velocità.

12) Macchine sincrone: con eccitazione, a magneti permanenti, equazioni, funzionamento su rete, regolazione tensione-frequenza.

13) Distribuzione dell'energia elettrica: Distribuzione con produzione centralizzata. Stato delle reti. Impatto delle fonti rinnovabili. Distribuzione con consumo e generazione di energia ed elettricità diffusa. Smart Grid. Immagazzinamento dell'energia. Cenni alle regole tecniche di connessione (norma CEI 0-21).

14) Sistemi fotovoltaici ed eolici: Spettro solare. Tecnologie, tecniche e schemi circuitali di base dei sistemi fotovoltaici ed eolici.

15) Modelli per la simulazione di convertitori di potenza presentazione in laboratorio di modelli di convertitori di potenza in ambiente Simulink di MATLAB.



## Testi in inglese

## Tipo testo

## Testo

## Lingua insegnamento

Italian

## Tipo testo

## Testo

### Contenuti

- 1) Introduction: consumption and generation of energy and electricity
- 2) Conventional and renewable generation
- 3) Introduction to power electronics
- 4) AC/DC converters (rectifiers)
- 5) Dissipative regulators and switching DC/DC converters
- 6) DC/AC converters (inverters)
- 7) Snubber circuits for power switches
- 8) Drivers for BJTs e MOSFETs
- 9) Single-phase transformer
- 10) Three-phase transformer
- 11) Asynchronous AC electrical machines
- 12) Synchronous machines
- 13) Electric power distribution
- 14) Photovoltaic and wind systems
- 15) Models for simulations of power electronic converters

### Testi di riferimento

- L. Freris, D. Infield, "Renewable energy in power systems", Wiley, 2008, ISBN 978-0-470-01749-4
- M. Rashid, "Power electronics", 3rd ed., Prentice-Hall, ISBN 0-13-122815-3.
- M. Guarnieri & M. Stella, "Principi e applicazioni dell'elettrotecnica" Vol. II, Ed. Progetto Padova
- Instructor's notes.

### Obiettivi formativi

- 1) Knowledge and understanding  
Attending classes and individual study will allow students to acquire knowledge and understanding of:
  - advantages, potential and problems of renewable energy for electricity generation
  - main issues connected with meeting electricity demand
  - circuit topologies of the most relevant circuits for static energy conversion
  - principles of operation of the most relevant circuits for static energy conversion
  - need for protection circuits (snubbers), their structure, operation and design
  - examples of driver circuits
  - transformer operation and design
  - electro-mechanical energy conversion
  - asynchronous and synchronous AC electrical machine operations
  - technologies, technics and circuits of photovoltaic and wind systems
  - simulation software by mathematical and/or functional modelling
- 2) Applying knowledge and understanding  
Attending classes and individual study will allow students to acquire the capability of:
  - describing the main characteristics of systems by renewables
  - analyzing the energy use and power demand statistics data
  - analyzing the operation of power converter circuits for static energy conversion
  - analyzing voltage and current waveforms and evaluating the main power converter figures of merit.
  - solving simple design exercises involving the hand calculation of required active and passive components specifications.
  - solving simple problems involving the analysis and design of transformers
  - solving simple problems involving the analysis of electrical machines
  - applying the knowledge on components and circuits for energy conversion provided during the course, to power systems based on renewable energy
  - using a simulation software (beginner level), by mean of mathematical and/or functional models

### Prerequisiti

Students should be familiar with the concepts taught in the physics courses of year 1 and 2 (Fisica generale 1, Fisica generale 2), with electricity and electrical circuit theory (Principi ed applicazioni dell'ingegneria elettrica), and basic electronic concepts (Elettronica 1 and

## Tipo testo

## Testo

Elettronica 2).

### Metodi didattici

Classroom lectures by the instructor. Classroom exercises solved by the instructor. Laboratory exercises for software use learning.

### Altre informazioni

Supporting material available for downloading at <https://didattica.unipr.it>

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Oral exam.

Students will have to show that they:

- know the main problems due to energy balance and consumptions, with particular attention to the electricity sector. Among the skills that students must show, there is also their know-how about renewables (RE) technologies, benefits, and technical and economic problems resulting from the penetration of RE and the technical rules of reference. In addition, it is required that the students can describe the basic architectures of converters for photovoltaic and wind power plants, together with their main features.
- know the structure of the circuits analyzed in the lectures, and that they can describe their operation. Students will also have to demonstrate that they can evaluate the performance of power converters by calculating their main figures of merit based on the voltage and current waveforms. It is also expected that students will be able to solve simple design exercises involving the determination of active and passive component specifications.
- know the basic theory of transformers and electric machine presented during the lectures. It is also expected that students will be able to show how to design a transformer for 50 Hz applications.
- know how to model a power converter for simulations, using mathematical and logical functions.

### Programma esteso

- 1) Introduction: consumption and generation of energy and electricity  
Environmental sustainability. World, European and Italian energy consumption. Energy regulations.
- 2) Conventional and renewable generation  
basic principles of the hydroelectric, geothermal, wind, solar thermal and photovoltaic, tides and waves, biomass and biogas, conversion systems.
- 3) Introduction to power electronics  
Basics of semiconductor power switches. Power converter classification. Figures of merit: input and output distortion, efficiency, regulation.
- 4) AC/DC converters (rectifiers)  
Single-phase half-wave rectifier. Single-phase full-wave rectifier with center-tapped transformer. Single-phase full-wave bridge rectifier. Lowpass filters. Single-phase full-wave bridge rectifier with RLE load. Three-phase full-wave bridge rectifier.
- 5) Dissipative regulators and switching DC/DC converters  
Dissipative regulators. Switching DC/DC converters: Buck; Boost; Buck-Boost; Cuk converter; H-bridge. PWM modulation.
- 6) DC/AC converters (inverters)  
Single-phase half-bridge inverter. Single-phase full-bridge inverter. Three-phase full-bridge inverter: 180° and 120° operation. Full-bridge inverter modulation: single-pulse PWM, multiple-pulse PWM, sinusoidal PWM; space vector modulation.
- 7) Snubber circuits for power switches  
Turn-off, overvoltage, and turn-on snubbers.
- 8) Drivers for BJTs e MOSFETs  
Examples of driver circuits for BJTs and MOSFETs. Driver isolation.
- 9) Single-phase transformer  
Equations, equivalent circuits, operation as impedance adapter, operation in converter circuits, variable-frequency operation, design concepts.
- 10) Three-phase transformer  
Connection between phases, operation in converter circuits.

## **Tipo testo**

## **Testo**

11) Asynchronous AC electrical machines  
equations, electrical and mechanical characteristics, rotational speed regulation.

12) Synchronous machines  
excited by current, with permanent magnets, equations, grid operation, voltage-frequency regulation.

13) Electric power distribution  
Distribution with centralized electricity generation. The current state of the electric grid. The impact of renewable resources. Distributed generation. Smart Grid. Energy storage. Reference technical rules for the connection of active and passive users to the low-voltage electrical utilities (CEI 0-21).

14) Photovoltaic and wind systems  
Solar spectral irradiance. Photovoltaic and wind power systems: technologies, components and architectures.

15) Models for simulations of power electronic converters  
Laboratory activities to show models of power converter using MATLAB-Simulink.