



Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome

Cognome

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano

English

Aree culturali

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A. L LM LM CU

CdS

Codice

Canale

CFU

Lingua

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome

Cognome

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano

English

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Aerospace Digital Mobility Sustainability

OBIETTIVI FORMATIVI:

Il corso di Elettronica di Potenza si propone di fornire una conoscenza di base dei semiconduttori di potenza e dei principali circuiti elettronici impiegati per la conversione statica dell'energia elettrica in corrente continua e in corrente alternata. Lo studente acquisirà capacità di analisi, scelta e dimensionamento di massima delle configurazioni maggiormente impiegate in diversi ambiti applicativi, in particolare nelle applicazioni industriali, nei sistemi di generazione distribuita basati su fonti rinnovabili, nei generatori a fusione nucleare e nella mobilità elettrica.

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:

Lo studente verrà gradualmente guidato alla conoscenza delle caratteristiche funzionali, al comportamento e al dimensionamento dei principali convertitori statici di potenza. Lo studente acquisirà, inoltre, i principi fondamentali per la definizione del sistema di controllo di alcuni convertitori. Al fine di migliorare la comprensione degli argomenti, si illustreranno le metodologie per la definizione degli schemi elettrici e la simulazione, in ambiente Matlab-Simulink/SimElectronics, dei convertitori elettronici di potenza e dei relativi sistemi di controllo.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:

Le conoscenze acquisite durante il corso consentiranno allo studente di selezionare la struttura del convertitore di potenza più adeguata all'applicazione finale ed effettuare il relativo dimensionamento di massima. Vari esempi applicativi, rivolti specialmente alla produzione energetica da fonti rinnovabili, agli alimentatori per satelliti, ai sistemi di ricarica per veicoli elettrici e agli alimentatori ad elevata potenza per i generatori a fusione nucleare permetteranno allo studente di migliorare la sua capacità di applicare le conoscenze acquisite.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:

Lo studente dovrà essere in grado di comprendere ed elaborare in maniera critica le conoscenze acquisite e le informazioni tecniche specialistiche necessarie a guidare efficacemente un progetto di un sistema di conversione statica dell'energia elettrica.

ABILITÀ COMUNICATIVE:

Lo studente sarà in grado di interloquire con specialisti del settore al fine di comprendere le specifiche tecniche di un alimentatore di potenza ed elaborare in autonomia le informazioni necessarie allo sviluppo di un'attività progettuale.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:

Le competenze acquisite durante il corso consentiranno allo studente di intraprendere studi successivi o candidarsi a ruoli tecnici in aziende operanti in diversi settori applicativi, con particolare riferimento alla produzione energetica da fonti rinnovabili e da fusione nucleare, agli alimentatori elettronici per stazioni di ricarica, automotive e sistemi satellitari.

Italiano



Aerospace Digital Mobility Sustainability

LEARNING OUTCOMES:

The Power Electronics course aims to provide a basic understanding of power semiconductors as well as of the main electronic circuits required for the static conversion of electrical energy. The student will acquire the ability to analyze and perform a preliminary sizing of different types of electronic converters with reference to the final application, such as industry power supplies, distributed system generation based on renewable energy sources, nuclear fusion generators, and electric mobility.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

The students will be gradually guided to the knowledge of the functional characteristics and behavior of the main static power converters employed. Furthermore, the students will learn the basic of converters control systems. In order to improve the understanding of the topics, the methodologies required for the electrical schematics definition as well as the simulation, in Matlab-Simulink/SimElectronics environment, of electronic power converters and related control systems will be illustrated.

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

The knowledge acquired during the course allows the student to select the type and define the sizing of the most suitable static power converters for the energy systems to design. Various application examples, in particular devoted to photovoltaic generation plants, power control and distribution units for satellites, power supplies for nuclear fusion generators and charging stations for electric vehicles will allow the student to improve his ability to apply the acquired knowledge.

MAKING JUDGEMENTS:

The student shall be able to collect and process specialized technical information on power supplies based on power electronic converters and verify their validity in a design context.

COMMUNICATION SKILLS:

The student will be able to relate with power electronics specialists in order to request the technical information necessary for the development of a project activity.

LEARNING SKILLS:

The skills acquired during the course will allow the student to undertake, with a high degree of autonomy, subsequent studies or apply for technical roles in companies working in the fields of renewable energy sources system generation, power supplies for satellites, nuclear fusion generators, electric vehicles charging stations and automotive.

English



Prerequisiti

Italiano

E' fortemente consigliato avere una solida conoscenza dei concetti base di Elettrotecnica

English

It is strongly recommended to have solid capability of electrical circuit analysis

Programma

Italiano

Aerospace Digital Mobility Sustainability

• SEMICONDUTTORI DI POTENZA

Semiconduttori impiegati nei Convertitori statici (Diodi, BJT, MOSFET, IGBT, Tiristori, **dispositivi Wide Bandgap SiC e GaN**).

Caratteristiche statiche, Comportamento transitorio, Componenti particolari.

Perdite in conduzione e in commutazione. Specifiche fornite dal Costruttore.

Comportamento termico. Protezioni. Circuiti di pilotaggio.

• CONVERTITORI STATICI DI POTENZA

Caratterizzazione dei Convertitori statici (monodirezionali e bidirezionali).

Metodo di analisi dei Convertitori statici.

Convertitori c.c.-c.c. Convertitori riduttori ed elevatori. Perdite dovute alle commutazioni. Riduzione delle perdite di commutazione. Modello average.

Tecniche di modulazione. Controllo a catena aperta della tensione di uscita.

Controllo in tensione e in corrente a catena chiusa. **Convertitori bidirezionali a due quadranti ed a quattro quadranti**. Struttura a ponte ed a semiponte.

Convertitori c.c.-c.a. (Inverter): Inverter a ponte ed a semiponte realizzati con interruttori statici. **Inverter con uscita trifase**. Tecniche di modulazione per l'eliminazione delle armoniche e per la variazione dell'ampiezza della tensione di uscita.

Convertitori c.a.-c.c. (Rettificatori): Rettificatori a tiristori alimentati da rete monofase e da rete trifase. **Power Factor Correctors (PFC)**. **Convertitori bidirezionali a 4 quadranti**. Effetti sulla rete di alimentazione. Fattore di potenza Generalizzato. Conformità agli standard internazionali per la connessione dei convertitori alla rete elettrica di distribuzione.

Convertitori pluristadio: Convertitori c.a.-c.a. Convertitori c.c.-c.c. isolati.

• ESEMPI APPLICATIVI

Simulazione dei convertitori elettronici in ambiente Matlab-Simulink/ SimElectronics. Metodi di simulazione real-time Hardware-in-the-loop.

Gruppi statici di continuità (UPS).

Produzione di energia elettrica con celle solari. Caratterizzazione delle celle solari. Algoritmi per l'inseguimento del punto a massima potenza (MPPT). Tipologie di impianti fotovoltaici: autonomi, connessi alla rete e ibridi. Controllo degli inverter fotovoltaici connessi alla rete. Sistemi autonomi con uscita in corrente continua per applicazioni satellitari.

Caratterizzazione degli alimentatori per generatori a fusione nucleare.

Caratterizzazione dei veicoli ibridi-elettrici ed elettrici. Convertitori di potenza impiegati a bordo veicolo. Carica batterie per veicoli elettrici di tipo conduttivo e wireless. Vehicle-to-grid.



English

Aerospace Digital Mobility Sustainability

• POWER SEMICONDUCTORS

Power Semiconductors employed in Power Electronics converters: Diodes, BJT, MOSFET, IGBT, SCR, SiC and GaN wide bandgap devices.

Static and dynamic behavior. Thermal behavior. Conduction and switching losses. Technical specifications provided by manufacturers' datasheets. Protections. Driving circuits.

• POWER CONVERTER TOPOLOGIES

Behavioral characteristics: unidirectional and bidirectional energy transfer, controlled voltage sources. Analysis method for power electronic converters.

DC-DC Converters. Buck, Boost, Buck-Boost. Switching losses reduction. Average Model. Modulation techniques (PWM, PFM, PRM). Output voltage open-loop and closed-loop control. Current control. Two-quadrant and four-quadrant converters. Half and Full-Bridge DC-DC converters.

DC-AC Converters (Inverters). Half and Full-Bridge DC-AC single-phase converters based on static switches. Three-phase converters. Modulation techniques. Selective Harmonic Elimination (SHE). Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM).

AC-DC Converters (Rectifiers): Single-phase and three-phase SCR rectifiers. Single-phase and three-phase force-commutated PWM rectifiers. Power Factor Corrector (PFC). Four-quadrant converters. Effects on grid side of power converters. Generalized power factor. Compliance with international grid codes.

Multi-stage converters: AC-AC converters. Isolated DC-DC converters.

• Power Electronics Applications

Power Converters simulation using Matlab-Simulink/SimElectronics. Real-time simulation methods (Hardware-in-the-loop).

Uninterruptible Power Supplies (UPS).

Photovoltaic energy generation. Solar cell electric equivalent model. Partial shadow issues. Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithm. Stand-alone and grid-connected PV plants.

DC PV stand-alone systems. Power supply units for satellites.

Description and specification of power supplies for nuclear fusion generation.

Functional description and main features of hybrid, plug-in and Electric Vehicles. On-board vehicle power converters. Conductive and wireless battery chargers for Electric Vehicles. Vehicle-to-grid.



Modalità di valutazione

- Prova scritta
- Prova orale
- Valutazione in itinere
- Valutazione di progetto
- Valutazione di tirocinio
- Prova pratica
- Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano

L'esame di Elettronica di Potenza è basato su una prova di progetto e una prova orale.

Il tema del progetto proposto dal docente viene sviluppato individualmente o tramite un lavoro di gruppo a seconda del grado di difficoltà del progetto.

Si dovrà sviluppare il tema proposto utilizzando l'ambiente di simulazione Matlab/Simulink e presentare, infine, un elaborato scritto ai docenti comprendente l'analisi dei requisiti, la descrizione dei modelli sviluppati, la valutazione dei risultati e le conclusioni. A ciascuna delle due prove, di progetto e orale, verrà assegnato un voto in trentesimi. Il voto finale sarà ottenuto dalla media delle due valutazioni.

L'esame orale consiste in una presentazione del progetto svolto e in domande relative agli argomenti oggetto del programma del corso. Le domande sono tese a verificare la conoscenza e la capacità di ragionamento dello studente su temi specifici e sul collegamento tra i diversi temi trattati all'interno del corso. Oltre alla conoscenza e alla correttezza tecnica dei contenuti, verrà valutata anche la proprietà tecnica di linguaggio e la chiarezza espositiva.



Assessment is based on a project test and an oral test.
The project topic proposed by the lecturer is developed individually or through group work, depending on the degree of difficulty of the project.

The topic must be developed by using a simulation environment and then submitting a written paper to the lecturer comprising an analysis of the requirements, a description of the models developed, an evaluation of the results and conclusions. A grade in thirtieths will be assigned to each of the two tests, project and oral. For students who choose to work on a project, the oral test will be focused on topics not covered in the project. The final grade will be obtained from the average.

English

In the oral exam questions related to the topics covered by the program of the course have to be addressed. The questions are aimed at verifying the student's knowledge and reasoning skills in making connections between the different topics covered within the course. In addition to content knowledge and technical correctness, technical property of language and clarity of exposition will also be evaluated.

Testi adottati

Italiano

A. Bellini, S. Bifaretti, S. Costantini Elettrotecnica di potenza - ARACNE Editrice
Dispense a cura del docente

English

A. Bellini, S. Bifaretti, S. Costantini Elettrotecnica di Potenza, ARACNE Editrice.
Educational material provided by the teacher

Bibliografia di riferimento

Italiano/
English

N. Mohan, T.M. Underland, W. P. Robbins Power Electronics, 3rd edition, John Wiley & Sons.

N. Mohan, Power Electronics: A First Course, Wiley.

M. H. Rashid, Power Electronics: circuits, devices and applications, 4th edition, Pearson-Prentice Hall.

Modalità di svolgimento

- Modalità in presenza
- Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

Il metodo di insegnamento del corso segue un modello didattico basato su lezioni frontali ed esercitazioni.

Le esercitazioni sono svolte in aula dal docente e, contestualmente, dagli studenti. Durante lo svolgimento, il docente provvede alla verifica della correttezza dei modelli sviluppati.

Ciascun argomento del corso è illustrato secondo il seguente schema:

- Verifica dei prerequisiti
- Introduzione all'argomento e riferimenti applicativi
- Spiegazione teorica
- Esempi applicativi



English

The teaching method of the course follows a teaching model based on lectures and exercises.

The exercises are carried out in the classroom by the lecturer and, at the same time, by the students. During the course, the lecturer verifies the correctness of the models developed.

Each topic of the course is illustrated according to the following scheme:

- Verification of prerequisites
- Introduction to the topic and application references
- Theoretical explanation
- Application examples

Modalità di frequenza

- Frequenza facoltativa
- Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

La frequenza non è obbligatoria: il materiale è a disposizione anche di studenti non frequentanti per la preparazione all'orale.

English

Attendance is not mandatory. The material is available for non-attending students to get prepared for the oral tests.