



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 Azionamenti Elettrici e Reti di Distribuzione si propone di fornire una conoscenza di base delle macchine elettriche in corrente continua e in corrente alternata, degli azionamenti elettrici e degli impianti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Al fine di fornire allo studente una preparazione più solida e duratura, nel corso si farà riferimento anche alle reti elettriche di prossima generazione (**Microgrids e Smart Grids**).

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:

Lo studente verrà gradualmente guidato alla conoscenza delle caratteristiche funzionali, dei modelli matematici e del comportamento delle principali macchine ed azionamenti elettrici in corrente continua e in corrente alternata, nonché il loro impiego nelle applicazioni industriali e nella **mobilità elettrica**. Si mostrerà altresì la caratterizzazione e la gestione dei sistemi elettrici di trasmissione e distribuzione tradizionali e la loro evoluzione nelle **Smart Grids**. Al fine di migliorare la comprensione degli argomenti viene illustrato, in ambiente Matlab-Simulink, l'utilizzo dei pacchetti specifici per la simulazione di **azionamenti elettrici a velocità variabile** e delle **reti di distribuzione**.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:

Le conoscenze acquisite durante il corso consentiranno allo studente di eseguire un dimensionamento o un progetto di massima che includa **azionamenti elettrici a velocità variabile** collegati a un carico meccanico, o una **linea elettrica di distribuzione**.

Italiano

Vari esempi applicativi, rivolti specialmente all'analisi delle reti elettriche e al controllo di velocità e di posizione degli azionamenti elettrici impiegati in ambito industriale e nella **mobilità elettrica**, permetteranno allo studente di migliorare la sua capacità di applicare le conoscenze acquisite.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:

Lo studente sarà in grado di comprendere ed elaborare in maniera critica le informazioni tecniche specialistiche di progetto sugli azionamenti elettrici a velocità variabile e sui componenti impiegati nelle reti di distribuzione.

ABILITÀ COMUNICATIVE:

Lo studente sarà in grado di interloquire con esperti del settore al fine di comprendere le specifiche tecniche ed elaborare in autonomia le informazioni necessarie allo sviluppo di un'attività progettuale che coinvolga l'applicazione degli **azionamenti elettrici a velocità variabile** o le linee di distribuzione elettriche anche in vista della loro evoluzione nelle **Smart Grid**.

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 **all'automazione industriale, alla distribuzione dell'energia elettrica e all'automotive**.



Aerospace Digital Mobility Sustainability

LEARNING OUTCOMES:

The Electric Drives and Distribution Networks course aims to provide a basic knowledge of electrical machines operating in direct current or alternating current, electric drives and power transmission and distribution systems. In order to provide a wider futuristic vision to the student, the course will also refer to the next generation of power systems (**Microgrids and Smart Grids**).

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

The student will be gradually guided to the knowledge of the functional characteristics, the mathematical modeling and the behavior of the electric drives in direct current and alternating current, as well as their use in industrial applications and **electric mobility**. The characterization and management of traditional electrical transmission and distribution systems and their evolution through the **Smart Grid** paradigm will be also shown. In order to improve understanding of the topics, the use of specific packages for the simulation of electric drives and power system is illustrated within the Matlab-Simulink environment.

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

The knowledge acquired during the course will enable the student to carry out and preliminary sizing or design including **variable speed electric drives** connected to a mechanical load, or an **electrical distribution line**.

Various application examples, especially aimed at the analysis of electrical networks and the speed and position control of Electric Drives used in industry and **electric mobility**, will enable the student to improve his/her ability to apply the acquired knowledge.

English

MAKING JUDGEMENTS:

The student will be able to collect and process specialized technical information on variable speed electric drives and on components used in distribution networks.

COMMUNICATION SKILLS:

The student will be able to interact with experts in the sector in order to understand the technical specifications and independently process the information necessary for the development of a design activity involving the application of **variable speed electric drives** or **electric distribution lines also in view of their evolution in the Smart Grid**.

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 different fields, such as **industrial automation**, **electrical energy distribution** and **automotive**.



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

Aerospace Digital Mobility Sustainability

RETI ELETTRICHE DI DISTRIBUZIONE (3 CFU)

**RICHIAMI DI BASE**

Il campo elettromagnetico e le leggi dell'elettromagnetismo. L'induttore ideale. Flussi dispersi e traferri. Non linearità e saturazione. Ciclo di isteresi e correnti parassite. Perdite nel ferro. L'induttore reale.

**TRASFORMATORI**

Modello ideale. Schema equivalente completo del trasformatore. Accorgimenti costruttivi. Diagramma vettoriale. Prove a vuoto e in corto circuito. Trasformatore trifase. Risposta in frequenza.

**TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA**

Introduzione. Linee di trasmissione in corrente continua e in corrente alternata. Modelli delle linee.

Struttura della rete di distribuzione: protezioni, cabine di trasformazione primarie e secondarie. Elementi di affidabilità e resilienza della rete.

Regolazione di tensione. Regolazione di frequenza. Rifasamento.

Gestione della rete elettrica locale e nazionale.

Reti elettriche di prossima generazione (Microgrids, Smart Grids)

Italiano

Sviluppo di modelli per la simulazione delle reti elettriche di distribuzione in ambiente Matlab/Simulink.

**MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI (6 CFU)**

Macchine in corrente continua: Struttura e principio di funzionamento. Modello dinamico. Caratteristiche statiche. Macchine a magneti permanenti.

**AZIONAMENTI CON MOTORE IN CORRENTE CONTINUA**

Generalità sugli Azionamenti Elettrici. Azionamenti con motore ad eccitazione indipendente. Comando in coppia. Controllo della velocità. Azionamenti con motore a magneti permanenti. Azionamenti di velocità e di posizione.

**MACCHINE IN CORRENTE ALTERNATA TRIFASE:**

Macchine Asincrona e Sincrone: Struttura e principio di funzionamento. Modello dinamico. Caratteristiche statiche. Circuito equivalente. Modalità di controllo. Macchine Sincrone a magneti permanenti. Funzionamento da generatore.

Azionamenti di velocità con motore asincrono e sincrone. Modalità di controllo della velocità: Controllo di tipo scalare e di tipo vettoriale.

Macchine impiegate nella mobilità elettrica. Esempi di powertrain.

Sviluppo in ambiente Matlab/Simulink dei modelli di simulazione per azionamenti elettrici a velocità variabile con motore in c.c. e in c.a.



English

Aerospace Digital Mobility Sustainability

POWER SYSTEMS (3 CFU)

FUNDAMENTALS

The electromagnetic field and electromagnetism laws. Magnetic circuits. The ideal inductor. Flux leakage and air gaps. Non-linearity and saturation. Cycle of hysteresis and eddy currents. Iron losses. The real inductor.

TRANSFORMERS

Ideal model. Magnetic core equivalent schematic. Technical specifications. Phasor diagram. No load and short circuit tests. Single-phase and Three-phase transformers. Non-linear effects. Frequency response. Permanent and coil magnets.

TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEMS

Introduction. DC and AC transmission lines. Lines mathematical model. Distribution network structure: protections, primary and secondary transformer substations. Elements of reliability and resilience of the grid. Voltage regulation. Frequency regulation. Power factor correction. Local and national grid management. Next generation electricity grids (Microgrids, Smart Grids).

Simulation models of electrical power systems using Matlab/Simulink.

ELECTRIC MACHINES AND DRIVES (6 CFU)

DC Machines

Structure. Principle of operation. Back electromagnetic force. Stator structure: two-pole and multi-pole machines. Collector and brushes. Arrangement of the armature windings. Poles pairs. Structural limits. Dynamo operation. Dynamic model. Static characteristics. Permanent magnet motor.

DC Electric Drives

General information. Drives with independent excitation motor. Variation of the armature voltage. Torque command. Variation of excitation voltage. Speed control. Drives with permanent magnet motor. Speed and position drives.

Three-phase AC machines:

Induction machine. Structure and principle of operation. Dynamic model. Static characteristics. Equivalent circuit. Speed control modes.

Synchronous machine. Structure and principle of operation. Dynamic model. Static characteristics. Equivalent circuit. Permanent magnet synchronous machine. Generators.

Electric speed drives using induction motors. Scalar and vector controls. Machines for electric mobility. Examples of powertrain.

Development of simulation models of variable speed electric drives using Matlab/Simulink.

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 prevede due prove di progetto, una per la parte di Azionamenti Elettrici ed una per quella di Reti, seguite da una prova orale. I temi dei progetti proposti dai docenti vengono sviluppati individualmente o tramite un lavoro di gruppo a seconda del grado di difficoltà del progetto.

Si dovranno sviluppare i temi proposti 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.

L'esame orale consiste in una presentazione dei progetti svolti 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.



The exam consists of two project tests, one related to the Electric Drives and one for the Power Systems, followed by an oral test. The project themes proposed by the lecturers are developed individually or through teamwork depending on the degree of difficulty of the project. The proposed topics must be developed using the Matlab/Simulink simulation environment and a written paper, comprising an analysis of the requirements, a description of the models developed, an evaluation of the results and conclusions, must then be submitted to the lecturers. Each of the two papers, project and oral, will be assigned a grade in thirtieths. The final grade will be obtained from the average.

English

The oral examination consists of a presentation of the carried out projects and questions relating to the topics covered in the course syllabus. The questions are intended to test the student's knowledge and ability to reason on specific topics and on the connection between the various topics covered within the course. In addition to the knowledge and technical correctness of the content, technical language property and clarity of exposition will also be assessed.

Testi adottati

Italiano

A. Bellini, Elettronica Industriale 1 Parte Prima – Introduzione agli azionamenti elettrici e azionamenti con motore in corrente continua, ARACNE

A. Bellini, Elettronica Industriale 2 - Azionamenti con motore in corrente alternata, ARACNE

G. Conte, Impianti Elettrici 2, Hoepli.

Dispense a cura del docente

English

A. Bellini, Elettronica Industriale 1 Parte Prima – Introduzione agli azionamenti elettrici e azionamenti con motore in corrente continua, ARACNE

A. Bellini, Elettronica Industriale 2 - Azionamenti con motore in corrente alternata, ARACNE

G. Conte, Impianti Elettrici 2, Hoepli.

Educational material provided by the teacher



Bibliografia di riferimento

Italiano/  
English

N. Mohan, Electric Machines and Drives, Wiley.

A.R. Bergen, V. Vittal, Power System Analysis, 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.