



## UNIVERSITÀ DI PISA

### SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA E LA MOBILITA' SOSTENIBILE

---

#### DAVIDE POLI

Anno accademico	2020/21
CdS	INGEGNERIA ELETTRICA
Codice	967II
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA E LA MOBILITA' SOSTENIBILE	ING-IND/33	LEZIONI	120	GIOVANNI LUTZEMBERGER DAVIDE POLI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Al termine del corso, lo studente avrà acquisito conoscenze specialistiche in merito ai principali aspetti della Power Quality, alle più tipiche problematiche di affidabilità dei sistemi elettrici per l'energia e ai più usuali sistemi di alimentazione di veicoli elettrici e ferroviari.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Durante la prova orale lo studente sarà chiamato a dimostrare la sua conoscenza dei contenuti del corso, illustrandoli e discutendoli con una terminologia appropriata.

##### Metodi:

Prova orale finale

##### *Capacità*

Saper individuare, analizzare e quantificare le problematiche di Power Quality di un impianto, selezionando i più idonei strumenti di mitigazione. Saper valutare l'affidabilità di un sistema elettrico e suggerire opportune strategie di adeguatezza e sicurezza. Saper affrontare le principali problematiche riguardanti la mobilità elettrica.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante le sessioni di laboratorio informatico, verranno realizzati piccoli progetti utilizzando i software DigSilent e Modelica. Questa attività non darà luogo a una valutazione dei singoli studenti, ma consentirà un primo feedback sulla maturazione complessiva della classe.

Durante l'esame orale finale, potranno essere proposti casi studio da analizzare sia qualitativamente che numericamente.

##### *Comportamenti*

Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche di qualità, sostenibilità e sicurezza dei sistemi elettrici per l'energia, nonché alle principali questioni riguardanti la mobilità elettrica. Lo studente potrà sviluppare capacità di lavoro in gruppo e di approfondimento autonomo successivo dei temi di qualità e affidabilità dei sistemi elettrici e mobilità sostenibile.

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Mediante discussioni in aula, esercitazioni e l'esame finale orale.

##### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenza della struttura, del funzionamento e dei principali modelli statici dei sistemi elettrici per l'energia. Capacità di analisi dei sistemi elettrici per l'energia, con particolare riferimento al load flow e al calcolo delle correnti di corto circuito.

##### *Indicazioni metodologiche*

Didattica frontale



## UNIVERSITÀ DI PISA

Frequenza: non obbligatoria

Attività didattiche:

lezioni ed esercitazioni in classe  
partecipazione alle discussioni  
lavoro di gruppo

Metodi di insegnamento:

lezioni  
Apprendimento basato sulle attività / sui problemi / sull'indagine  
laboratorio informatico

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### **Modulo di qualità (6 CFU)**

Introduzione al corso. Qualità di prodotto e di sistema.  
Topologie di rete e risvolti sulla continuità di alimentazione.  
Manovre. Apparecchiature di manovra e interruzione.  
Rassegna ed analisi dei principali schemi utilizzati in AT MT BT.  
Esercitazione di calcolo delle correnti di corto circuito.  
Problematiche di apertura dell'arco elettrico.  
Sistemi di protezione.  
Classificazioni del carico ai fini della continuità. Alimentazione d'emergenza.  
Metodi e dispositivi per incrementare la continuità di esercizio.  
Regolazione di tensione  
Problematiche di energizzazione. Buchi di tensione.  
Inquinamento armonico: cause, effetti e metodi di quantificazione e mitigazione.  
Esercitazione sul calcolo della distorsione armonica della tensione.  
Testo integrato sulla qualità e norma CEI EN 50160

#### **Modulo di affidabilità (3 CFU)**

Inquadramento ed ambito della sicurezza di sistema.  
Stati di funzionamento di un sistema elettrico.  
I grandi disservizi elettrici: tipologie, natura e cause. Problematiche di adequacy e di risposta alle contingency.  
Criteri di sicurezza statica: approcci deterministici e probabilistici. Ambiti e tempistiche d'impiego.  
Esercitazione al calcolatore (Digsilent): costruzione di una rete test e verifiche di sicurezza statica "N-1".  
Richiami di calcolo delle probabilità e statistica.  
Disponibilità dei componenti. Processi stocastici, modelli di Markov.  
Affidabilità del sistema. Indici di rischio. Calcolo analitico diretto. Metodi Montecarlo (cenni).  
Criteri decisionali e valore economico dell'energia non fornita.  
Esempi di applicazione degli indici di rischio alla pianificazione o alla verifica di adeguatezza di un sistema di produzione, trasmissione e distribuzione.  
Operational planning, gestione in tempo reale ed emergenze (cenni).  
Dispositivi dell'elettronica di potenza al servizio del sistema di trasmissione e distribuzione.

#### **Modulo di mobilità sostenibile (3 CFU)**

Introduzione al modulo  
La ricarica dei veicoli elettrici  
Esercitazione analisi energetica EVs  
Infrastrutture di ricarica degli EVs  
Esercitazione sulla ricarica  
Il traffico ferroviario  
Sistemi di alimentazione ferroviaria DC  
Sistemi di alimentazione ferroviaria 2x25 kV  
Aspetti costruttivi sistemi di alimentazione  
Esercitazione sistema ferroviario DC  
Esercitazione sistema ferroviario 2x25 kV

### Bibliografia e materiale didattico

Gran parte del materiale discusso a lezione è disponibile su questo sito web:

<http://www2.ing.unipi.it/~a009608/> (poi Materiale didattico)

(raggiungibile anche dalla pagina web Unimap del docente)



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Indicazioni per non frequentanti

Gran parte del materiale discusso a lezione è disponibile su questo sito web:

<http://www2.ing.unipi.it/~a009608/> (poi Materiale didattico)

(raggiungibile anche dalla pagina web Unimap del docente)

### Modalità d'esame

Esame orale.

### Altri riferimenti web

<http://www2.ing.unipi.it/~a009608/>

poi: Materiale didattico

*Ultimo aggiornamento 14/09/2020 14:35*