



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## QUALITÀ ED AFFIDABILITÀ DEI SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA

### DAVIDE POLI

Anno accademico	2020/21
CdS	INGEGNERIA ELETTRICA
Codice	330II
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
AFFIDABILITÀ DEI SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA	ING-IND/33	LEZIONI	60	DAVIDE POLI
QUALITÀ DEI SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA	ING-IND/33	LEZIONI	60	DAVIDE POLI

#### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

**NB: Corso disattivato. Esami sostenibili per vari anni, contattando il docente (davide.poli@unipi.it)**

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

#### *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, sicurezza, difesa e ripristino.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante le sessioni di laboratorio informatico, verranno realizzati piccoli progetti utilizzando il software DigSilent. 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. Lo studente potrà sviluppare capacità di lavoro in gruppo e di approfondimento autonomo successivo dei temi di qualità ed affidabilità dei sistemi elettrici.

#### *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



## UNIVERSITÀ DI PISA

Didattica frontale

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**

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**

Introduzione al corso. 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.  
Calcolo degli indici di rischio mediante strumenti di simulazione. Metodi Montecarlo. Applicazione all'analisi dei sistemi elettrici.  
Esempi di applicazione degli indici di rischio alla pianificazione o alla verifica di adeguatezza di un sistema di produzione, trasmissione e distribuzione. Applicazione alla definizione probabilistica della Net Transfer Capability.  
Applicazione degli indici di rischio all'operational planning in ambiente liberalizzato. Problematiche di impiego della riserva operativa.  
Prescrizioni ENTSO e simulazione dell'attivazione della riserva II e III a seguito di eventi in tempo reale.  
Problematiche di monitoraggio dello stato del sistema. Stima dello stato.  
Esercitazione con software Montecarlo.  
Verifiche di sicurezza in tempo reale ed azioni correttive. Natura, causa e criticità delle principali contingenze in tempo reale.  
Gestione dell'emergenza. Piani di difesa.  
Blackout e Piani di Riaccensione. Vantaggi dell'interconnessione. Esercitazione di calcolo con Crystal Ball.  
Dispositivi dell'elettronica di potenza al servizio del sistema di trasmissione e distribuzione.  
Impatto della generazione da fonti rinnovabili non programmabile e di vaste flotte di auto elettriche sull'affidabilità del sistema. Le Smart Grids.

### Bibliografia e materiale didattico

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

<https://www.dropbox.com/sh/k9ejwfmhwuyc2kw/AABRsoFC8XWkrwss3RQ0Co6la?dl=0>

(raggiungibile anche dalla pagina web Unimap del docente, poi Materiale didattico)

### Indicazioni per non frequentanti

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

<https://www.dropbox.com/sh/k9ejwfmhwuyc2kw/AABRsoFC8XWkrwss3RQ0Co6la?dl=0>



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

(raggiungibile anche dalla pagina web Unimap del docente, poi Materiale didattico)

### Modalità d'esame

Esame orale.

### Altri riferimenti web

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

poi: Materiale didattico

### Note

Corso tenuto fino all'AA 2019/20 e poi disattivato.

Gli esami sono sostenibili per vari anni, come da regolamento didattico.

*Ultimo aggiornamento 12/09/2020 15:00*