



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

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

**DAVIDE POLI**

Anno accademico 2018/19  
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*

Lo studente che completa con successo il corso avrà una buona conoscenza dei principali aspetti della Power Quality e delle problematiche inerenti l'affidabilità dei sistemi elettrici.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Durante la prova orale lo studente deve essere in grado di dimostrare la sua conoscenza del materiale del corso e la sua capacità di discuterne i contenuti utilizzando una terminologia appropriata.

#### Metodi:

Prova orale finale

#### *Capacità*

Saper individuare ed analizzare le problematiche di Power Quality di un impianto, nonché adottare i più comuni metodi di mitigazione. Saper valutare l'affidabilità di un sistema elettrico e saper definire strategie di difesa e ripristino opportune.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante le sessioni di laboratorio informatico, verranno realizzati piccoli progetti per capire come utilizzare il software DigSilent.

#### *Comportamenti*

Lo studente potrà acquisire e sviluppare sensibilità alle problematiche di power quality e di affidabilità dei sistemi elettrici per l'energia.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Mediante discussioni in aula ed esercitazioni.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenza della struttura e del funzionamento 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.

#### *Corequisiti*

Per poter comprendere al meglio i contenuti del modulo di Affidabilità (2° periodo), è consigliabile aver seguito al 1° periodo il corso di Gestione dei sistemi elettrici.

#### *Prerequisiti per studi successivi*

E'consigliabile aver seguito questo corso prima di affrontare l'insegnamento di "Controllo dei sistemi elettrici di produzione e trasmissione" (in particolare il modulo di Dinamica e controllo dei sistemi elettrici).



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Indicazioni metodologiche

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/AABRsoFC8XWkrwss3RQ0Co6Ia?dl=0>

(raggiungibile anche dalle pagine web dei docenti su [www.ing.unipi.it](http://www.ing.unipi.it))

### Indicazioni per non frequentanti

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



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

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

(raggiungibile anche dalle pagine web dei docenti su [www.ing.unipi.it](http://www.ing.unipi.it))

### Modalità d'esame

Esame orale.

### Altri riferimenti web

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

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

*Ultimo aggiornamento 05/10/2018 14:37*