UNIVERSITÀ DI PISA

GESTIONE DEI SISTEMI ELETTRICI E TECNICA ED ECONOMIA DELL'ENERGIA

DAVIDE POLI

Academic year	2023/24
Course	INGEGNERIA ENERGETICA
Code	337II
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
GESTIONE DEI SISTEMI ELETTRICI	ING-IND/33	LEZIONI	60	DAVIDE POLI
TECNICA ED ECONOMIA DELL'ENERGIA	ING-IND/33	LEZIONI	60	DAVIDE FIORITI GIANLUCA PASINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Primo modulo (Tecnica e economia dell'energia):
Al termine del modulo, lo studente avrà acquisito conoscenze specialistiche in merito ai principali aspetti dei processi energetici fonte-utilizzazione, nelle loro componenti tecnico-funzionali ed economico-gestionali.
Secondo modulo (Gestione dei sistemi elettrici e, per mutuazione, Mercati dell'energia elettrica):
Al termine del modulo, lo studente avrà acquisito conoscenze specialistiche in merito alla struttura e al funzionamento dei mercati elettrici e del gas.

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.

Capacità

Primo modulo (Tecnica e economia dell'energia):
Saper individuare, analizzare e descrivere le problematiche dei sistemi energetici, visti nel loro complesso tecnico, economico e gestionale.
Saper svolgere un corretto confronto tecnico-economico tra processi in grado di raggiungere lo stesso obiettivo nell'utilizzazione dell'energia primaria.
Saper modellare un sistema energetico.
Secondo modulo (Gestione dei sistemi elettrici e, per mutuazione, Mercati dell'energia elettrica):
Saper individuare gli stumenti di mercato più idonei per l'acquisto di energia elettrica e gas.
Saper redigere o verificare documenti di fatturazione energetica.
Saper valutare il ritorno di investimenti in impianti di produzione di energia elettrica o cogenerativi.

Modalità di verifica delle capacità

Durante le esercitazioni saranno analizzati documenti di fatturazione di energia elettrica e gas, nonché report periodici riguardanti i vari mercati energetici e dei servizi.
Saranno inoltre svolti casi numerici di stima dell'affidabilità di sistemi elettrici, della producibilità e del ritorno delli'investimento di sistemi eolici, fotovoltaici e cogenerativi.

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

Comportamenti

Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche relative alla transizione energetica, alla sostenibilità ambientale e alla corretta valorizzazione economica dell'energia, applicandole alla valutazione di investimenti in campo energetico o alla copertura ottimale del fabbisogno di utenze energetiche anche complesse.
Lo studente potrà sviluppare capacità di lavoro in gruppo e di approfondimento autonomo successivo delle tematiche ingegneristiche, economiche e regolatorie riguardanti il mercato dell'energia.

Modalità di verifica dei comportamenti
Mediante discussioni in aula, esercitazioni e l'esame finale orale.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Primo modulo (Tecnica e economia dell'energia):
Conoscenze di base di matematica, fisica, chimica, termodinamica ed elettrotecnica.
Secondo modulo (Gestione dei sistemi elettrici e, per mutuazione, Mercati dell'energia elettrica):
Conoscenza di base della struttura e del funzionamento dei sistemi elettrici e del gas.

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)
Primo modulo (Tecnica e economia dell'energia):

1. ***Processi fonte-utilizzazione dell'energia***
   - Sistemi a risorse finite. Interdipendenza dei processi e dei sistemi. Concetti di risorsa, riserva, beni ed usi finali, scarichi. Introduzione alla sfida della transizione energetica e concetto di circolarità.
   - Struttura, funzioni e componenti di un sistema multi-energetico.
   - Disaccoppiamento di generazione e consumo. Classificazione funzionale, tecnologica e temporale degli accumuli. Reversibilità. Esempi di datasheet.
   - Sottosistemi di trasporto, collettazione e distribuzione in sistemi multi-energia. Raggio di azione tecnico/economico. Concetto di accumulo nel sistema di trasporto.
2. ***Contesto energetico mondiale***
   - Scenari energetici, differenza tra previsioni e scenari. Classificazioni e determinanti.
   - Sviluppo demografico ed influenza sulle quantità energetiche e sul PIL. Relazione tra sviluppo tecnologico, disponibilità delle risorse ed uso dell'energia. Accesso all'energia e povertà energetica.
   - Il petrolio. Correlazione delle variazioni di prezzo con i grandi eventi geopolitici, con la domanda mondiale, con il PIL delle macro-aree mondiali, con i rapporti di cambio. Speculazioni di mercato.

Carbone: caratteristiche chimico-fisiche, impieghi come materia per la metallurgia e per l'energia. Disponibilità e flussi di commercializzazione. Andamento storico dei prezzi a livello del mercato mondiale. Sintesi delle tecnologie di estrazione, accumulo, trasporto e utilizzazione. Energia nucleare.

- Fonti Rinnovabili. Classificazione e caratteristiche fisico-chimiche, variabilità, aleatorietà, densità superficiale e volumetrica, LCOE. Produzione e utilizzazione delle biomasse: aspetti ambientali ed etici.
- Sistemi di accumulo energetico: forme e tecnologie. Mercato dell'accumulo.

3. ***Sistema gas ed interazione con il sistema elettrico***
   - Vettore gas naturale: caratteristiche chimico-fisiche, disponibilità e uso a livello mondiale e delle macro regioni mondiali. Il vettore gas compresso (CNG) e quello liquido (LNG). Commercializzazione a livello mondiale e flussi dalle aree di estrazione a quelle di utilizzo. Andamento storico dei prezzi e cause di variazione. Nuove fonti di gas naturale 'carbon neutral' di origine biologica e sintetica.
   - Trasferimento mediante pipe-line (CNG) o in serbatoi criogenici (LNG). Sistemi di accumulo del gas naturale e loro gestione. (2-3 h)
   - Topologia della rete gas italiana. Concetti di line-pack e di bilanciamento.
   - Interazione tra rete gas e rete elettrica
4. ***Richiami di economia***
   - Concetto di mercato: domanda, offerta e loro equilibrio. Costi e prezzi. Tasse, sussidi e quote massime. Concetto di esternalità. Monopoli, oligopoli, mercati con concorrenza perfetta.
   - Richiami di matematica attuariale come strumento per le analisi di investimento. Valore di un bene e del denaro nel tempo. Tipologia di costi e ricavi in progetti per l'energia (CAPEX, OPEX, valore residuo). Ammortamento. Esempi

numerici.

Secondo modulo (Gestione dei sistemi elettrici e, per mutuazione, Mercati dell'energia elettrica):
La gestione dei sistemi energetici: sistemi verticalmente integrati e sistemi liberalizzati.
Sistemi elettrici verticalmente integrati (cenni): modello settimanale e mensile del carico, manutenzione programmata degli impianti di generazione, unit commitment e dispacciamento.
I processi di liberalizzazione dei sistemi elettrici. Operatori di mercato e di sistema. Third Party Access.
Architettura del mercato elettrico italiano.
Tariffe di misura e di trasporto. Oneri di sistema. Prezzi di fornitura e oneri di dispacciamento.
Regimi di maggior tutela e di salvaguardia. Tariffazione dei clienti domestici.
Mercati all'ingrosso: Mercato del Giorno Prima, Mercato Infragiornaliero, Mercato a Termine.
Esercitazione: verifiche di fatturazione su clienti industriali e domestici.
Prosumer, cessione, scambio, vendita, incentivi alle FER e comunità energetiche.
Esercitazione di calcolo del payback time di impianti eolici e fotovoltaici.
Mercati dei servizi di sistema: Mercato dei servizi di dispacciamento e Mercato di Bilanciamento.
Riserva operativa e bilanciamento del sistema.
Applicazione dei metodi Monte Carlo al dimensionamento della riserva operativa.
Verifiche di sicurezza in tempo reale e azioni correttive. Natura, causa e criticità delle principali contingenze in tempo reale.
Impatto della generazione da fonti rinnovabili non programmabili sull'affidabilità del sistema. Le Smart Grid.
Il mercato del gas naturale: analogie e differenze con il mercato elettrico.
Prezzi e tariffe del gas naturale.
Esercitazione: verifiche di fatturazione del gas naturale.
Titoli di Efficienza Energetica.
Stima del payback time di un cogeneratore.

Bibliografia e materiale didattico
Il materiale didattico è disponibile sul canale Teams del corso.

Indicazioni per non frequentanti
Il materiale didattico è disponibile sul canale Teams del corso.

Modalità d'esame
Esame orale.

Ultimo aggiornamento 31/07/2023 13:14