UNIVERSITÀ DI PISA

FONDAMENTI DI IMPIANTI NUCLEARI

SANDRO PACI

Academic year	2020/21
Course	INGEGNERIA MECCANICA
Code	640II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FONDAMENTI DI IMPIANTI NUCLEARI	ING-IND/19	LEZIONI	60	SANDRO PACI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Il corso si propone di far acquisire all'allievo una conoscenza dei principali concetti di base e dei problemi legati all'utilizzo dell'energia nucleare da fissione, tali da portare alla chiara comprensione del funzionamento delle centrali elettro-nucleari ad acqua leggera attualmente operanti nello scenario energetico internazionale e delle loro interazioni, anche sociali ed economiche, con l'ambiente.

Modalità di verifica delle conoscenze
Durante la prova orale lo studente deve essere in grado di dimostrare la propria conoscenza degli argomenti trattati nel corso ed essere in grado di discutere i fondamenti del ciclo del combustibile nucleare e del funzionamento delle centrali nucleari ad acqua leggera con correttezza espressiva

Metodo: Prova orale finale

Capacità
la verifica sarà centrata sul raggiungimente delle conoscenze minime necessarie per accedere alla laurea magistrale in Ingegneria Nucleare

Modalità di verifica delle capacità
L'esame consiste in una prova orale, ossia in un colloquio tra il candidato e il docente anche in forma di domanda/risposta, sui vari argomenti trattati nel corso.

Comportamenti
Il corso di "*Fondamenti di Impianti Nucleari*" fornisce agli allievi del curriculum Nucleare della laurea in Ingegneria Meccanica una preparazione introduttiva all'ingegneria nucleare, affrontando sia argomenti propedeutici di base (come i richiami di fisica nucleare o di fisica del reattore) sia specifici delle diverse tipologie di filiere nucleari; esso è il punto di partenza per la nascita di un bagaglio culturale adatto ad una figura professionale in grado di affrontare i molteplici aspetti tecnici, di sicurezza ed economici che caratterizzano l'impiego dell'energia nucleare.

Modalità di verifica dei comportamenti
Per raggiungere la sufficienza, l'allievo deve dimostrare le seguenti competenze:

- conoscenza dei principi di base, sia di fisica nucleare che di fisica del reattore, necessari alla comprensione di una reazione di fissione a catena;
- conoscenza dei principi di funzionamento e delle caratteristiche tecniche delle diverse tipologie di centrali elettro-nucleari;
- conoscenza dei problemi tecnici ed economici legati all'utilizzo dell'energia nucleare.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Dai corsi di Matematica:
Derivate totali e parziali, semplici equazioni differenziali.
Dai corsi di Fisica
Fisica I: Concetti di forza, lavoro e potenza, conservazione dell'energia meccanica; fondamenti di idrostatica.
Fisica Tecnica: cicli termici e concetti di energia ed entalpia. Moto di un fluido monofase in un condotto. Principi di conduzione del calore e di scambio termico. Caratteristiche degli scambiatori di calore.

Indicazioni metodologiche

Il corso ha una impostazione di tipo prevalentemente propedeutica ai successivi studi in ingegneria nucleare; le relative esercitazioni, sia pure sotto forma di brevi richiami, sono strettamente integrate nella teoria in modo che gli argomenti trovino immediata applicazione.
Per quanto materialmente possibile, si cercherà di integrare l'attività in aula con lezioni fuori sede, visite a centrali nucleari (in collaborazione con altri corsi di studio) e seminari di esperti esterni.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

RICHIAMI DI FISICA NUCLEARE
Introduzione al corso. Richiami sulle reazioni nucleari: energia di reazione, tipi di particelle emesse, difetto di massa. Reazioni nucleari coinvolgenti neutroni: cattura (n, ?), fissione, scattering elastico e anelastico. Distribuzione dell'energia cinetica dei neutroni di fissione e termici. Fenomenologia dello scattering neutronico. Definizione di sezione di urto nucleari e loro dipendenza dall'energia del neutrone incidente. Cattura di risonanza ed effetto Doppler. Principi di scelta di un materiale da utilizzarsi come moderatore. (L: 8, E: 2)
ELEMENTI DI NEUTRONICA DEL NOCCIOLO DI UN REATTORE NUCLEARE
Introduzione ai principali aspetti di funzionamento e realizzativi di un impianto nucleare. Classificazione delle diverse tipologie di filiera nucleare. Distribuzione del flusso neutronico all'interno del nocciolo, cenni alla teoria della diffusione, formula dei quattro fattori, risoluzione dell'equazione della diffusione dei neutroni per particolare geometrie semplici del sistema. Concetti di buckling geometrico e materiale. Cinetica del un reattore, effetto dei neutroni ritardati sulla stabilità del reattore, modello ad un gruppo di ritardati.
Coefficienti di reattività (pressione, vuoto, temperatura combustibile e moderatore) e loro influenza sulla sicurezza e sull'esercizio dell'impianto. Andamento della reattività a breve e lungo termine, effetto dei veleni saturabili.
Cenni al ciclo del combustibile nucleare nel nocciolo (L: 12, E: 3).
ELEMENTI DI TERMOFLUIDODINAMICA DI UN REATTORE NUCLEARE
Introduzione descrittiva di una centrale nucleare di potenza, suoi componenti principali e loro funzioni. Cenni alle principali caratteristiche delle pompe centrifughe e delle turbine a vapore di uso nucleare.
Refrigeranti utilizzati nei reattori nucleari, relative fenomenologie e coefficienti di scambio termico.
Barretta di combustibile: potenza volumetrica, andamento di temperatura nel combustibile, camicia e refrigerante. (L: 10, E: 2)
DESCRIZIONE IMPIANTISTICA DETTAGLIATA DELLE MAGGIORI FILIERE
Reattori ad acqua leggera (PWR e BWR), reattori ad acqua pesante (CANDU), cenni ai reattori a gas (Magnox, AGR e HTGR), ai reattori veloci (FBR) ed ai reattori ad acqua leggera dell'ultima generazione. Approccio alla sicurezza nucleare, il concetto di difesa in profondità.
Classificazione degli incidenti nucleari, la scala INES. Criteri di progetto dei sistemi di sicurezza, cenni alla legislazione USA.
(L: 18, E: 2)
COSTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA IN UNA CENTRALE NUCLEARE
Introduzione alla problematica della determinazione del costo del kWh prodotto da una centrale di tipo elettro - nucleare. Costi di impianto, costo del ciclo del combustibile, costi di esercizio e manutenzione, costi di smantellamento e recupero del sito; contributo delle singole voci al costo totale dell'energia elettrica prodotta (L:2, E: 1).

Bibliografia e materiale didattico

- Sandro Paci, "*Introduzione ai Sistemi Nucleari*", Collana Manuali, Editrice Pisa University Press. I primi 3 capitoli sono fondamentali per il corso.

- Guerrini, S. Paci, "*Appunti di Impianti Nucleari - Parte I: Aspetti Generali*", Dedizioni Pisa, 2011.
- Guerrini, S. Paci, "*Appunti di Impianti Nucleari - Parte II: Filiere*", Dedizioni Pisa, 2011.
- Murray, K.E. Holbert, "*Nuclear Energy, Seventh Edition: An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes*", Butterworth-Heinemann, 2014.

Indicazioni per non frequentanti

contattare preliminarmente il docente

Modalità d'esame

L'esame consiste in un colloquio. Durante la prova l'allievo è invitato a discutere uno o più temi che ha autonomamente sviluppato come approfondimento degli argomenti svolti durante il corso.

Pagina web del corso

https://elearn.ing.unipi.it/

Altri riferimenti web

http://nucleare.ing.unipi.it/it/

Ultimo aggiornamento 17/09/2020 12:11