UNIVERSITÀ DI PISA

FONDAMENTI DI IMPIANTI NUCLEARI

SANDRO PACI

Academic year	2016/17
Course	INGEGNERIA MECCANICA
Code	640II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FONDAMENTI DI IMPIANTI NUCLEARI	ING-IND/19	LEZIONI	60	DANIELE MARTELLI 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.

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

- Paci, "*Introduzione ai Sistemi Nucleari*", Collana Manuali, Editrice PLUS, Pisa, Novembre 2007.
- 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.
- R. Lamarsh, A.J. Baratta, "*Introduction to Nuclear Engineering*", 3rd Edition, Prentice Hall, 2001
- Murray, K.E. Holbert, "*Nuclear Energy, Seventh Edition: An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes*", Butterworth-Heinemann, 2014.

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.

Ultimo aggiornamento 14/11/2016 17:27