

<b>FACOLTÀ</b>	Ingegneria						
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2013/2014						
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Energetica e Nucleare						
<b>INSEGNAMENTO</b>	Dinamica e sicurezza degli impianti Energetici						
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante						
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Energetica e Nucleare						
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	13518						
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	No						
<b>NUMERO MODULI</b>							
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/19						
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Francesco Castiglia Professore Ordinario Università Degli Studi Di Palermo						
<b>CFU</b>	9						
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	145						
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	80						
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	-						
<b>ANNO DI CORSO</b>	II						
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>						
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attività didattica</th> <th>Ore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lezioni frontali</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Esercitazioni</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Attività didattica	Ore	Lezioni frontali	60	Esercitazioni	20
Attività didattica	Ore						
Lezioni frontali	60						
Esercitazioni	20						
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Obbligatoria						
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale						

<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Lunedì, mercoledì, venerdì dalle ore 12.00 alle 13.00

### **Risultati di apprendimento attesi**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

Lo studente, al termine del corso, dovrà conoscere il modello tridimensionale del trasporto neutronico in condizioni dinamiche e le semplificazioni necessarie che consentono di passare da questo alle formulazioni multigruppo ed, infine, alle equazioni del reattore nucleare puntiforme, relativo a neutroni monoenergetici e con un sol gruppo di precursori, nonché alla loro forma linearizzata, valida per piccole variazioni della reattività e delle altre grandezze che governano il funzionamento dinamico dei reattori. Egli dovrà dimostrare di avere acquisito competenze approfondite sul comportamento delle varie tipologie di reattori nucleari, sia in condizioni di funzionamento stazionario che in condizioni dinamiche. In quest'ultimo caso, dovrà riconoscere, sulla base di opportuni criteri, le condizioni di instabilità, suscettibili di dar luogo ad ipotetiche situazioni incidentali. Di queste dovrà sapere prevederne le sequenze e valutarne il danno. A tal proposito, egli dovrà avere una conoscenza approfondita delle categorie di incidente e delle varie fenomenologie (neutroniche, termofluidodinamiche, fisicochimiche, etc... sottostanti, delle salvaguardie e dei sistemi di sicurezza adottabili.

#### **Conoscenza e capacità di comprensione applicate**

Lo studente dovrà essere capace di effettuare analisi di stabilità e sicurezza di componenti e sistemi nucleari e di applicare le conoscenze acquisite sui sistemi di sicurezza e protezione, prevenzione e mitigazione.

#### **Autonomia di giudizio**

Lo studente dovrà essere capace di formulare giudizi e soluzioni di problematiche, anche complesse, relative alla progettazione di componenti di controllo di sicurezza e di protezione degli impianti e della popolazione.

#### **Abilità comunicative**

Lo studente dovrà essere in grado di redigere rapporti tecnici e progettuali relativi alla sicurezza e al controllo di impianti nucleari delle varie tipologie, individuando le fonti di pericolo e

valutandone le caratteristiche di sicurezza.

### OBIETTIVI FORMATIVI

La conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi agli argomenti oggetto del corso e la capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

	LEZIONI FRONTALI
2	Introduzione al corso.
10	Equazione de Trasporto neutronico: 6 gruppi di ritardati;Ipotesi e semplificazioni per il passaggio ad equazioni multigruppo in termini di energia neutronica; Ipotesi e semplificazioni per il passaggio alle equazioni del reattore puntiforme ad un sol gruppo energetico e ad un sol gruppo di precursori;Riduzione ad un'unica equazione del secondo ordine non lineare nella densità neutronica Casi semplici di risoluzione;Linearizzazione e riduzione in forma "sollecitazione-risposta" adatta all'applicazione della teoria del controllo dei sistemi lineari.
8	Reattività; modello termico puntiforme del reattore nucleare (Reattore omogeneo); coefficiente di retroazione di temperatura della reattività; coefficiente di retroazione di vuoto della reattività; coefficiente di retroazione dei veleni; Modello bipunto del reattore nucleare (Reattore eterogeneo); coefficienti di reattività relativi alle temperature del combustibile e del moderatore
10	Richiami di nozioni sulle trasformate di Fourier e di Laplace; richiami di nozioni sulle antitrasformate; Risoluzione delle equazioni lineari col metodo della trasformata di Laplace;Teoremi del valore iniziale e finale; concetto di funzione di trasformazione e di trasferimento; concetto di funzione analitica; poli e zeri di una funzione analitica ; La funzione di trasformazione come funzione analitica, Teorema di Riemann-Cauchy
11	Rappresentazione di un sistema lineare mediante schema a blocchi senza e con retroazioni; Concetto di stabilità di un sistema lineare. Criteri di stabilità dei sistemi lineari; con particolare riferimento al criterio di Nyquist per i sistemi retroazionati; Schema a blocchi senza e con retroazioni di temperatura, dei vuoti, dei veleni per un reattore nucleare omogeneo: condizioni per la stabilità; Schema a blocchi senza e con retroazioni di temperatura del combustibile e del moderatore, dei vuoti, dei veleni nel caso di un reattore eterogeneo;Analisi dettagliata della stabilità sulla base del segno dei coefficienti di temperatura della reattività.
8	Controllo e regolazione dei reattori nucleari;regolazione proporzionale:controllo di posizione; regolazione di tipo

	integrale: controllo di velocità; regolazione di tipo misto: controllo di posizione e velocità; schema di realizzazione di un controllo di tipo misto.
--	--

11	Programmi del reattore : programma a temperatura di uscita dal core costante; a temperatura media nel core costante; a pressione costante; Gestione degli impianti nucleari. Categorizzazione degli incidenti di riferimento nei R. N. sulla base delle frequenze di accadimento; Studio di alcuni di essi sulla base di semplici modelli, sia termoidraulici che neutronici: Incidenti di reattività di riduzione o perdita di portata, di overpower, di perdita del pozzo termico, di perdita del refrigerante da rotture piccole e grandi (LOCA). Calcolo del picco di pressione nell'edificio di contenimento del reattore.
----	---

20	<b>ESERCITAZIONI</b>
----	----------------------

<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>1) I testi della maggior parte delle lezioni sono raccolte nelle Dispense del Corso.</p> <p>2) E.E. LEWIS: Nuclear Power Reactor Safety; john Wiley &amp; Sons; New York, 1977</p>
--------------------------	---