



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2022/2023
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2022/2023
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA CHIMICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	CHEMICAL AND BIOCHEMICAL PROCESS CONTROL
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50352-Ingegneria chimica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	21900
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/26
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	CIPOLLINA ANDREA      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	144
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	81
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	1
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>CIPOLLINA ANDREA</b> Lunedì    13:00    14:00    Studio personale Martedì    13:00    14:00    Studio personale Mercoledì 13:00    14:00    Studio personale Giovedì    13:00    14:00    Studio personale

<p><b>PREREQUISITI</b></p>	<p>Conoscenze base di chimica, termodinamica, fenomeni di trasporto ed impianti chimici</p>
<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p>	<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>          Conoscenza e capacita' di comprensione          Al termine del corso lo studente conoscerà:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• il comportamento dinamico dei componenti fondamentali dei sistemi di controllo dei processi chimici: processi sia semplici sia complessi, misuratori, attuatori, controllori;</li> <li>• le tecniche di controllo comunemente usate nell'industria chimica e alcune tecniche di controllo avanzato.</li> <li>• alcune delle principali definizioni di stabilita' dei sistemi e di alcuni dei metodi per la sua determinazione;</li> <li>• gli schemi di controllo comunemente usati per le principali apparecchiature dell'industria chimica.</li> <li>• una delle metodologie usate per la progettazione di sistemi di controllo per impianti completi.</li> </ul> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione          Lo studente avra' la capacita' di:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• costruire il modello dinamico di semplici sistemi di processo applicando le leggi fondamentali della fisica e della chimica;</li> <li>• ottenere modelli semplificati per sistemi di processo usando dati sperimentali;</li> <li>• effettuare l'analisi di stabilita' di processi non controllati e controllati;</li> <li>• progettare gli anelli di controllo per le principali variabili di processo di un processo o un'apparecchiatura.</li> <li>• usare Matlab e Simulink per la simulazione dinamica dei processi e l'analisi e la progettazione di controllori.</li> </ul>         Tali capacita' verranno acquisite attraverso la presentazione e la discussione di svariati esempi e lo svolgimento di diverse esercitazioni in aula e in laboratorio.</p> <p>Autonomia di giudizio          Verra' data particolare attenzione allo sviluppo di una capacita' autonoma per:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'analisi di un processo dal punto di vista del suo comportamento dinamico, sulla base di dati sperimentali o di un modello teorico;</li> <li>• la scelta dello schema di controllo piu' idoneo per un processo o un'apparecchiatura;</li> <li>• la scelta dei controllori piu' adatti per le principali variabili di processo e la valutazione di eventuali modifiche di processo che possano contribuire a migliorarne il controllo.</li> </ul>         Tali capacita' verranno acquisite attraverso la presentazione e la discussione di svariati esempi e lo svolgimento di diverse esercitazioni in aula e in laboratorio.</p> <p>Abilita' comunicative          Lo studente sara' in grado di discutere, con proprieta' di linguaggio, di problemi relativi alla dinamica e al controllo di processi chimici e di comunicare con linguaggio scientifico e/o tecnico sia con ingegneri di processo o di controllo sia con strumentisti.          Cio' verra' ottenuto principalmente attraverso il progetto di gruppo che si concludera' con una relazione scritta ed una presentazione orale con slides.</p> <p>Capacita' d'apprendimento          Alla fine del corso lo studente sara' in grado di affrontare problemi piu' complessi sia di dinamica sia di controllo attraverso l'approfondimento e lo studio specifico di particolari processi e di tecniche di controllo non tradizionali. Particolare attenzione verra' posta durante lo svolgimento del corso ad un approccio critico nella ricerca di una soluzione ad un dato problema, utilizzando tutte le conoscenze gia' acquisite ma anche ricercando nuove possibilita' presenti nella letteratura scientifica e tecnica.</p> </p>
<p><b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b></p>	<p>La valutazione dell'apprendimento avverrà attraverso:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• una prova scritta consistente nella soluzione di alcuni problemi sia di dinamica sia di progettazione di anelli di controllo, anche mediante l'uso di Matlab e Simulink;</li> <li>• una prova orale durante la quale verrà presentato un lavoro di gruppo riguardante la progettazione e la simulazione di un sistema di controllo di processo per un'applicazione tipica dell'ingegneria chimica, che verrà pre-assegnato durante lo svolgimento del corso, e ponendo individualmente quesiti specifici.</li> </ul>         Le domande oggetto della discussione e della prova d'esame verteranno sui contenuti trattati durante il corso ed elencati nella parte finale della presente scheda.          La valutazione finale, opportunamente graduata, sarà formulata sulla base delle seguenti condizioni:          a) Conoscenza sufficiente degli argomenti e delle teorie affrontati</p>

	<p>nell'insegnamento; sufficiente grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi e nel lavoro di progetto (voto 18-21);</p> <p>b) Conoscenza discreta degli argomenti e delle teorie affrontati nell'insegnamento; discreto grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi e nel lavoro di progetto (voto 22-25);</p> <p>c) Buona conoscenza degli argomenti e delle teorie affrontati nell'insegnamento; buon grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi e nel lavoro di progetto (voto 26-28);</p> <p>d) Ottima conoscenza degli argomenti e delle teorie affrontati nell'insegnamento; eccellente grado di consapevolezza e di autonomia nell'applicazione delle teorie per la risoluzione di problemi e nel lavoro di progetto (voto 29-30L).</p> <p>In alternativa alla prova scritta finale, verrà proposta agli studenti la possibilità di due prove scritte a fine modulo (prove in itinere).</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>Il corso si propone di fornire le principali nozioni necessarie all'analisi della dinamica dei processi e al progetto di sistemi di controllo.</p> <p>Una prima parte del corso e' dedicata allo sviluppo di modelli dinamici dei processi e delle apparecchiature piu' comuni dell'industria chimica. Nella seconda parte sono invece introdotti i concetti fondamentali del controllo di processo e descritte le tecniche piu' comunemente usate per il progetto dei controllori.</p> <p>Una terza parte e' infine dedicata ai sistemi di controllo avanzato, al controllo con calcolatore, alla importanza del controllo di processo per l'ottimizzazione economica e la sicurezza degli impianti chimici, per la protezione ambientale e dei lavoratori.</p> <p>Nelle esercitazioni verranno sviluppati alcuni esempi, facendo uso di software specifico (MATLAB e suoi Toolbox) per la simulazione dinamica e per la progettazione di sistemi di controllo.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<p>Lezioni frontali 6 CFU (54 ore)</p> <p>Esercitazioni 3 CFU (27 ore)</p>
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, F.J Doyle III, "Process Dynamics and Control", 4th Ed., Wiley Global Education UK, 2020.</p>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione al controllo dei processi chimici
4	Modellazione matematica dinamica di processi chimici
4	Dinamica di sistemi del 1° e del 2° ordine
2	Dinamica di sistemi di ordine elevato e con tempo morto
4	Trasformata di Laplace - Funzioni di trasferimento
3	Controllo feedback
5	Comportamento dinamico di sistemi controllati in feedback
4	Tuning di controllori feedback (P, PI, PID)
2	Controllo in cascata - Controllo a rapporto
2	Controllo Feedforward
2	Controllo Selettivo
3	Analisi di stabilità
3	Sistemi multivariabili – Interazione di anelli di controllo - Disaccoppiamento
1	Controllo adattivo
5	Strumentazione degli anelli di controllo
4	Controllo delle principali apparecchiature dell'industria chimica
4	Simulazione dinamica di semplici sistemi di ingegneria chimica
ORE	Esercitazioni
3	Dinamica di sistemi del 1° ordine
3	Dinamica di sistemi di ordine elevato e con tempo morto
6	Modellazione matematica dinamica di processi chimici
3	Controllo feedback e Comportamento dinamico di sistemi controllati in feedback
3	Controllo in cascata - Controllo a rapporto
3	Controllo Feedforward
3	Controllo basato su modello
3	Sistemi multivariabili – Interazione di anelli di controllo - Disaccoppiamento