



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|   |   |
|---|---|
| <b>DIPARTIMENTO</b>                                     | Ingegneria  |
| <b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>                          | 2020/2021   |
| <b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>                       | 2021/2022   |
| <b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>                        | ELECTRONICS ENGINEERING   |
| <b>INSEGNAMENTO</b>                                     | LABORATORIO DI AZIONAMENTI ELETTRICI  |
| <b>TIPO DI ATTIVITA'</b>                                | D   |
| <b>AMBITO</b>   | 20582-A scelta dello studente   |
| <b>CODICE INSEGNAMENTO</b>                              | 18063   |
| <b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>                 | ING-IND/32  |
| <b>DOCENTE RESPONSABILE</b>                             | DI TOMMASO                      Professore Associato                      Univ. di PALERMO<br>ANTONINO OSCAR  |
| <b>ALTRI DOCENTI</b>                                    |   |
| <b>CFU</b>  | 6   |
| <b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>    | 96  |
| <b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b> | 54  |
| <b>PROPEDEUTICITA'</b>                                  |   |
| <b>MUTUAZIONI</b>                                       | LABORATORIO DI AZIONAMENTI ELETTRICI - Corso: INGEGNERIA ELETTRICA<br>LABORATORIO DI AZIONAMENTI ELETTRICI - Corso: ELECTRICAL ENGINEERING  |
| <b>ANNO DI CORSO</b>                                    | 2   |
| <b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>                            | 1° semestre   |
| <b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>                           | Facoltativa   |
| <b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>                              | Voto in trentesimi  |
| <b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>             | <b>DI TOMMASO<br/>ANTONINO OSCAR</b><br>Lunedì    15:00    16:00    Laboratorio "EDALab" (all'interno della sala macchine) - Edificio nr. 9, ex DEIM. E' gradito un contatto (telefono o e-mail) almeno un giorno prima.<br>Martedì    15:00    16:00    Laboratorio "EDALab" (all'interno della sala macchine) - Edificio nr. 9, ex DEIM. E' gradito un contatto (telefono o e-mail) almeno un giorno prima.<br>Mercoledì 15:00    16:00    Laboratorio "EDALab" (all'interno della sala macchine) - Edificio nr. 9, ex DEIM. E' gradito un contatto (telefono o e-mail) almeno un giorno prima.<br>Giovedì    15:00    16:00    Laboratorio "EDALab" (all'interno della sala macchine) - Edificio nr. 9, ex DEIM. E' gradito un contatto (telefono o e-mail) almeno un giorno prima.<br>Venerdì    15:00    16:00    Laboratorio "EDALab" (all'interno della sala macchine) - Edificio nr. 9, ex DEIM. E' gradito un contatto (telefono o e-mail) almeno un giorno prima. |

DOCENTE: Prof. ANTONINO OSCAR DI TOMMASO

|  |   |
|--|---|
| <b>PREREQUISITI</b>                      | Sono raccomandate le nozioni base della fisica, dell'elettrotecnica, delle macchine elettriche, dell'elettronica di potenza e degli azionamenti elettrici.  |
| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> | <p>-Conoscenza e capacita' di comprensione<br/>Lo studente al termine del Corso avra' conoscenza dei principi' di funzionamento, dei modelli matematici, delle problematiche di controllo e regolazione e di quelle costruttive relativamente agli azionamenti elettrici industriali. In particolare lo studente sara' in grado di scegliere e di dimensionare, in base alle specifiche esigenze, i componenti elettrici ed elettronici, i sensori e i sistemi di controllo nell'ambito degli azionamenti elettrici industriali. Lo studente sara' cosciente di alcuni temi d'avanguardia nel campo degli azionamenti elettrici. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali, discussione di casi studio, esercitazioni guidate di laboratorio. La verifica di questi obiettivi e' prevista all'interno della prova orale.</p> <p>-Capacita' di applicare conoscenza e comprensione<br/>Lo studente sara' in grado di utilizzare gli strumenti della matematica, della fisica e dell'ingegneria per lo studio, il dimensionamento, la progettazione, la realizzazione di sistemi o parti di sistema nell'ambito degli azionamenti elettrici industriali; sapra' porre e sostenere argomentazioni inerenti lo studio, l'applicazione, la messa in esercizio e il controllo di azionamenti elettrici. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali, discussione di casi studio, esercitazioni in aula guidate, esercitazioni autonome, uso di software specialistici, utilizzo di cataloghi commerciali. La verifica di questi obiettivi e' prevista all'interno della prova orale.</p> <p>-Autonomia di giudizio<br/>Lo studente sara' in grado di conoscere e di interpretare i principali dati e parametri elettromeccanici delle macchine elettriche; sara' in grado di raccogliere i dati necessari sia per effettuare il corretto dimensionamento di un azionamento elettrico sia per interpretarne il funzionamento sia, ancora, per valutarne il corretto funzionamento durante l'esercizio. Sara' in grado ancora di acquisire una sufficiente conoscenza generale di molti aspetti inerenti il campo degli azionamenti elettrici. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali, discussione di casi studio, esercitazioni in aula guidate, esercitazioni autonome, uso di software specialistici.<br/>La verifica di questi obiettivi e' prevista all'interno della prova orale, anche mediante discussione delle esercitazioni svolte durante il corso presentate da ciascun allievo in sede di esame.</p> <p>-Abilita' comunicative<br/>Lo studente acquisira' la capacita' di comunicare informazioni e idee ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sara' in grado di sostenere conversazioni su tematiche riguardanti le macchine elettriche rotanti impiegate, i sistemi elettronici di potenza, i sensori, e di evidenziare problemi relativi alla collocazione di esse nell'ambito degli azionamenti elettrici e di offrire soluzioni adeguate. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali, discussione di casi studio. La verifica di questi obiettivi e' prevista all'interno della prova orale.</p> <p>-Capacita' di apprendimento<br/>Lo studente sara' in grado di approfondire quanto appreso durante il corso ed acquisire ulteriori piu' approfondite conoscenze degli azionamenti elettrici, dei sistemi di conversione elettronici di potenza, della sensoristica, dei sistemi di controllo di azionamenti elettrici. Lo studente acquisira' la capacita' di sintesi e di valutazione delle interazioni tra le varie tematiche e tra le fondamentali discipline dell'ingegneria elettrica. Cio' gli consentira' di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia e con maggiore capacita' critica. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali, applicazioni numeriche e attività guidate di laboratorio. Il raggiungimento di tali obiettivi sara' verificato durante la prova orale.</p> |
| <b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>    | <p>Prova orale anche con presentazione e discussione delle esercitazioni svolte durante il corso.<br/>L'esame consiste in una prova orale obbligatoria. Nella prova orale lo studente dovra' rispondere ad un minimo di 3 domande poste oralmente sugli argomenti del programma svolto nel semestre e sugli elaborati delle esercitazioni di laboratorio svolte durante il corso. La valutazione dell'esame viene espressa in trentesimi.</p> <p>- Valutazione dell'apprendimento<br/>La soglia della sufficienza (18/30) sara' raggiunta quando lo studente mostri di conoscere e comprendere gli argomenti almeno nelle linee generali e di possedere sufficienti competenze applicative in ordine alla risoluzione di casi concreti e chiarezza di esposizione e argomentazione tale da consentire la trasmissione delle sue conoscenze all'esaminatore. Al di sotto di tale soglia,</p>   |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
|                                       | l'esito dell'esame sara' insufficiente. La valutazione puo' aumentare, fino al massimo di 30/30 e lode, in funzione delle capacita' argomentative ed espositive (piu' che sufficienti, discrete, buone, piu' che buone, eccellenti) con cui l'esaminando interagisce con l'esaminatore e del grado di conoscenze e capacita' applicative (piu' che sufficienti, discrete, buone, piu' che buone, eccellenti) della disciplina oggetto di verifica mostrate dall'esaminando durante la prova d'esame.   |
| <b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>            | Il Corso ha carattere essenzialmente applicativo ed affronta lo studio degli azionamenti elettrici e dei relativi convertitori di potenza attualmente impiegati sia nell'industria sia nella trazione, privilegiando in modo particolare le problematiche connesse con il loro funzionamento.<br>Gli obiettivi formativi consistono nel fornire agli allievi capacita' adeguate per:<br>- scegliere ed assemblare i diversi componenti e le strutture di un azionamento elettrico;<br>- pianificare prove di verifica e di collaudo per azionamenti elettrici e convertitori statici di potenza;<br>- applicare correttamente le strategie di problem solving, attraverso modellazioni matematiche, simulazioni al calcolatore e verifiche sperimentali, problematiche riguardanti lo studio e lo sviluppo di azionamenti elettrici e dei convertitori elettronici di potenza in essi utilizzati, con particolare riferimento agli inverter a tensione impressa (VSI);<br>- simulare e implementare su DSP e microcontrollori strategie di controllo tradizionali ed innovative, per VSI e azionamenti elettrici a velocita' variabile;<br>- auto-valutare il proprio percorso e le metodologie di studio attuate;<br>- saper applicare con sicurezza gli strumenti ed i metodi acquisiti nelle future esperienze professionali. |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b> | Il Corso prevede le seguenti attivita' didattiche: lezioni frontali, esercitazioni in aula, esercitazioni in laboratorio. Le suddette attivita' sono organizzate in modo da agevolare il raggiungimento degli obiettivi formativi e dei risultati di apprendimento attesi, riportati negli appositi quadri della presente scheda. In particolare durante le esercitazioni e le prove di laboratorio ciascuno studente viene guidato:<br>- ad analizzare, attraverso modellizzazioni matematiche, simulazioni al calcolatore e verifiche sperimentali, il comportamento dei principali componenti di potenza utilizzati, sia in regime stazionario che dinamico;<br>- ad acquisire capacita' di applicare metodologie che gli consentono di analizzare e risolvere problemi tipici della progettazione, sviluppo e messa a punto di tali sistemi, operando anche scelte autonome.   |
| <b>TESTI CONSIGLIATI</b>              | 1) Presentazioni utilizzate dal docente in formato digitale;<br>2) Dispense del corso in formato digitale;<br>3) Leonhard W.: Control of Electrical Drives, Springer Verlag, 1996;<br>4) N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins "Power Electronics" Ed. John Wiley and Sons, NY 1999.   |

### PROGRAMMA

| ORE | Lezioni   |
|-----|---|
| 4   | Introduzione al corso. Il modello ideale di commutazione di un transistor di potenza, il modello dinamico di un inverter comprensivo delle equazioni del DC link.   |
| 8   | Modulazione vettoriale classica, implementazione della modulazione vettoriale mediante il duty cycle ed un algoritmo a basso onere computazionale.  |
| 3   | Rappresentazioni con lo stato del modello delle macchine elettriche in corrente alternata.  |
| 4   | Richiami sui regolatori standard, P, PI, PID, PD. Metodi di taratura, mediante il metodo dell'ottimo simmetrico, mediante tecniche di model matching.   |
| ORE | Laboratori  |
| 7   | Implementazione dei modelli dinamici del motore asincrono. Implementazione di controlli scalari. Implementazione del modello del motore sincrono a magneti permanenti. Taratura e simulazione di regolatori per azionamenti elettrici con motore sincrono a magneti permanenti. |
| 6   | Simulazione in ambiente Matlab Simulink di convertitori VSI, delle relative tecniche di modulazione e di azionamenti in C.C. e in C.A.  |
| 6   | Impiego del sistema di sviluppo dSpace e Arduino Due in laboratorio per l'implementazione di tecniche di modulazione PWM sinusoidale, vettoriale.   |
| 16  | Impiego del sistema di sviluppo dSpace e di Arduino Due in laboratorio per l'implementazione di tecniche di controllo scalare e vettoriale per motori asincroni e per motori sincroni a magneti permanenti.   |