



# UNIVERSITÀ DI PISA

## PROGETTAZIONE DI IMPIANTI E MACCHINE

**BERNARDO DISMA MONELLI**

Anno accademico 2020/21  
CdS INGEGNERIA ELETTRICA  
Codice 966II  
CFU 12

| Moduli                          | Settore/i  | Tipo    | Ore | Docente/i              |
|---------------------------------|------------|---------|-----|------------------------|
| PROGETTAZIONE DI IMPIANTI MT/BT | ING-IND/33 | LEZIONI | 60  | MAURIZIO BARCAGLIONI   |
| PROGETTAZIONE DI MACCHINE       | ING-IND/14 | LEZIONI | 60  | BERNARDO DISMA MONELLI |

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

Il corso di Costruzioni Meccaniche si prefigge di fornire al laureato magistrale in Ingegneria Elettrica le conoscenze necessarie per eseguire il progetto strutturale e costruttivo di componenti strutturali e in modo particolare dei componenti tipicamente impiegati nelle macchine elettriche quali, a titolo esemplificativo, alberi di trasmissione, cuscinetti e attuatori elettromeccanici in genere.

#### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Obiettivo dell'insegnamento è far apprendere e mettere in pratica le conoscenze e le tecniche di base per l'analisi e la progettazione degli impianti elettrici di distribuzione in MT e in BT.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Valutazione attraverso esercizi in classe e mediante una prova scritta e una prova orale.

#### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Elaborazione del progetto definitivo del sistema di alimentazione e della distribuzione elettrica interna per una utenza alimentata in MT o BT

#### Capacità

Al termine del corso lo studente sarà in grado di eseguire il progetto strutturale e costruttivo di un generico componente strutturale. In modo particolare lo studente avrà maturato una piena padronanza riguardo a:

1. identificazione e stima dei carichi agenti
2. identificazione delle condizioni di vincolo e stima delle reazioni vincolari
3. stima dello stato di sollecitazione cui è soggetto il materiale
4. metodologie di calcolo per il dimensionamento e la verifica dei componenti.

#### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

In funzione delle esigenze della committenza individuare il metodo di lavoro per definire le scelte progettuali rispondenti all'obiettivo posto

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Nell'ambito delle esercitazioni previste, gli studenti verranno periodicamente invitati a eseguire il progetto strutturale e costruttivo di componenti di particolare interesse nell'ambito dell'ingegneria elettrica.

#### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Redazione della relazione tecnica di progetto definitivo per una realizzazione proposta dal docente

#### Comportamenti

#### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Comprendere l'esigenza di definire procedimenti logici per l'analisi preliminare del problema al fine di individuare un corretto metodo di lavoro

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Frequenti momenti di verifica, eventualmente sollecitati dal docente, durante l'elaborazione del progetto

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso in modo proficuo, lo studente deve disporre di una conoscenza consolidata in fisica, analisi matematica, disegno tecnico industriale, meccanica delle strutture e dei solidi e applicata.

### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Conoscenze consolidate di elettrotecnica, fisica tecnica, sistemi elettrici per l'energia, convertitori, macchine e azionamenti elettrici, misure elettriche ed elettroniche

#### Prerequisiti per studi successivi

### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

E' consigliato essere a buon punto con l'elaborazione del progetto per poter frequentare proficuamente al II anno l'insegnamento di "Progettazione di impianti elettrici"

#### Indicazioni metodologiche

Il corso viene svolto attraverso lezioni ed esercitazioni frontali durante le quali il docente si potrà avvalere anche della proiezione di slide e filmati per integrare quanto contenuto nei testi di riferimento

Periodicamente ci saranno delle esercitazioni in cui gli studenti sono invitati a risolvere in modo autonomo uno o più problemi con il supporto del docente.

Durante il corso e attraverso la piattaforma E-learning verranno proposti agli studenti degli esercizi di progettazione da risolvere la cui soluzione dovrà essere inviata, sempre attraverso la piattaforma E-learning, al docente per la correzione e la successiva discussione in aula.

Lo studente potrà interagire con il docente utilizzando il ricevimento settimanale oppure attraverso il forum dedicato nella piattaforma E-learning. La frequenza al corso, sebbene non obbligatoria, è vivamente raccomandata.

### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Il corso sarà tenuto in lingua italiana nella modalità a distanza mediante lezioni frontali sulla piattaforma Microsoft Teams messa a disposizione dall'Università. Tutto il materiale didattico presentato a lezione sarà reso disponibile sulla piattaforma stessa. Anche per il ricevimento, su appuntamento, sarà utilizzata detta piattaforma. Per ogni comunicazione scrivere all'indirizzo di posta elettronica indicato su Unimap

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

##### 1. Specifica Tecnica

##### 2. Meccanica dei materiali

- Comportamento dei materiali metallici soggetti a carico statico (prova di trazione e curva s-e, proprietà tensili, comportamento duttile e fragile, effetti della temperatura e della velocità di deformazione sulla curva s-e, prove di flessione a tre e quattro punti, durezza Brinell, Vickers e Rockwell, resilienza Charpy e Izod, transizione duttile-fragile).
- Fatica nei materiali metallici (fenomenologia, curva di Wöhler, legge di Basquin, parametri che influenzano la curva di Wöhler, accumulo lineare del danno e conteggio rainflow, fatica multiassiale, Gough-Pollard)
- Creep nei materiali metallici (fenomenologia, curve di creep e regimi di creep, legge di Norton, parametro di Larson-Miller e rilassamento).

##### 3. Dimensionamento e verifica a resistenza e rigidità di assi e alberi di trasmissione

##### 4. Accoppiamenti albero-mozzo (accoppiamenti per attrito e di forma, interferenza, chiavette, linguette e profili scanalati)

##### 5. Velocità critiche flessionali e torsionali negli alberi di trasmissione (sistemi a uno e più gradi di libertà)

##### 6. Cuscinetti volventi radiali, reggispinta e obliqui (architettura, classificazione, schemi di montaggio, processi di danneggiamento, criteri per la scelta e verifica)

##### 7. Giunzioni bullonate (descrizione e componenti degli accoppiamenti filettati, momento di serraggio, modalità di cedimento di un collegamento filettato, calcolo ad attrito, diagramma triangolare, analisi di collegamenti bullonati, azioni di scorrimento e di distacco, dimensionamento/verifica a fatica di elementi filettati)

##### 8. Giunzioni saldate (classificazione delle giunzioni saldate, giunzioni a piena penetrazione e a cordone d'angolo, calcolo di giunzioni a piena penetrazione e a cordone d'angolo caricate staticamente, criterio della sfera mozza, calcolo a fatica delle giunzioni saldate)

### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

#### *Generalità e struttura delle reti*

Regola d'arte, norme tecniche e norme giuridiche, segni grafici per schemi. Struttura ed esercizio delle reti di distribuzione pubblica e degli impianti di utenza. Elementi costitutivi delle linee aeree e in cavo. Carichi ordinari, preferenziali e privilegiati, alimentazioni di riserva e di sicurezza. Schemi per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti a MT e a BT della distribuzione pubblica

#### *Problema del calcolo elettrico delle linee*

Riscaldamento e portata dei conduttori. Correnti di cto-cto in rete: definizioni e criteri normativi di calcolo. Aggregazione dei carichi delle reti a MT e a BT e diagrammi di carico. Rifasamento per il contenimento delle perdite. Caduta di tensione nelle linee

#### *Protezione delle reti*

Requisiti dei sistemi di protezione e criteri per l'intervento dei dispositivi di protezione delle reti in MT e in BT. Interruttori e fusibili

#### *Protezione delle persone*



## UNIVERSITÀ DI PISA

Nozioni di elettrofisiologia, curve di sicurezza, esposizione ai campi elettrici e magnetici. Protezione contro i contatti diretti nei sistemi di I categoria. Messa a terra e classificazione dei sistemi di I categoria in relazione alla messa a terra. Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria. Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di II e III categoria. Metodi per la misura della resistenza di terra e della resistività del terreno.

*Problema del calcolo meccanico delle linee aeree*

Calcolo meccanico dei conduttori e dei sostegni (cenni di principio)

### Bibliografia e materiale didattico

- Materiale didattico fornito dal docente
- Mechanical behavior of materials, N.E. Dowling
- Machine Component Design. 5th Edition International Student Version, R.C. Juvinall, K.M. Marshek.
- Manuale SKF per la scelta dei cuscinetti volventi.

### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Pratesi, "Le protezioni dei sistemi elettrici di potenza", Comitato Elettrotecnico Italiano

Norme CEI 0-16, CEI 0-21, CEI 64-8, CEI 99-2 (CEI EN 61936-1), CEI 99-3 (CEI EN 50522), CEI 11-37

Baggini, F. Bua, "Impianti e costruzioni elettriche. Dalla pratica alla teoria. Manuale per studenti e progettisti", Comitato Elettrotecnico Italiano  
R. Benato, L. Fellin, "Impianti Elettrici", Wolters Kluwer Italia

### Indicazioni per non frequentanti

Non sono previste variazioni in merito a programma, bibliografia e modalità di esame per studenti non frequentanti.

### Modalità d'esame

L'esame finale è composto da una prova scritta e da una prova orale che saranno tenute durante le date stabilite dalla Scuola.

La prova scritta (durata della prova: 3 ore), consiste nella soluzione da parte dello studente in modo autonomo di tre esercizi. Per sostenere la prova scritta è obbligatorio iscriversi all'appello tramite il portale Valutami e aver compilato il questionario per la valutazione del corso. Durante la prova scritta non è consentito utilizzare alcun tipo di materiale didattico quale, a titolo esemplificativo, appunti, libri, formulari ed eserciziari. La prova scritta è superata se lo studente svolge in modo pienamente corretto almeno due esercizi. La prova scritta superata non è valida per gli appelli successivi.

La prova orale, della durata media di trenta minuti, consiste in un colloquio con il docente durante il quale lo studente deve dimostrare, rispondendo a domande e eventualmente anche attraverso la soluzione di esercizi, di possedere tutte quelle conoscenze necessarie all'esecuzione di un progetto strutturale e costruttivo.

Si può accedere alla prova orale solo se viene superata la prova scritta. Per sostenere la prova orale è obbligatorio iscriversi all'appello tramite il portale Valutami (<https://esami.unipi.it/esami2/>).

La prova orale non è superata se lo studente mostra di non possedere le conoscenze necessarie per l'esecuzione di un progetto strutturale e costruttivo, non si esprime in modo chiaro e non utilizza la terminologia corretta. Il mancato superamento della prova orale richiede di dover sostenere di nuovo la prova scritta.

### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Interrogazione orale finalizzata alla valutazione del livello di competenza maturato nella verifica e nella progettazione delle diverse tipologie di impianti trattati nell'ambito del corso, **comunque subordinata all'esito positivo della preventiva valutazione del progetto assegnato.**

E' sempre richiesta l'iscrizione a una sessione "ufficiale" indicata sul portale "Valutami" e gli studenti che intendessero sostenere l'esame in un mese diverso dovranno specificarlo nel campo "note" iscrivendosi alla sessione ufficiale immediatamente precedente. In caso di rinuncia a presentarsi all'appello è richiesta la cancellazione dell'iscrizione e, in caso di chiusura della sessione ufficiale, di darne comunicazione mediante posta elettronica. In caso di rinuncia o di insuccesso è comunque richiesta una nuova iscrizione ad una sessione ufficiale sul portale Valutami.

### Stage e tirocini

#### Modulo "Progettazione di impianti MT/BT"

Non previsti

Ultimo aggiornamento 25/09/2020 10:23