



Università degli studi di Firenze

Scuola di Ingegneria

Laboratorio Didattico di Elettrotecnica

Guida alle esercitazioni di Laboratorio

(ver.2.1 – ottobre 2018)

SCOPO DELLE ESERCITAZIONI

L’attività didattica del laboratorio di Elettrotecnica ha come principale obiettivo la formazione dello studente sugli aspetti pratici ed operativi a supporto e completamento degli insegnamenti teorici di:

- ⇒ *Sistemi elettrici per l’ambiente*
- ⇒ *Macchine elettriche e convertitori*
- ⇒ *Circuiti elettronici di potenza*
- ⇒ *Elettrotecnica industriale*
- ⇒ *Metodi e sistemi di conversione per le energie rinnovabili*
- ⇒ *Impianti elettrici*

Afferiscono direttamente al laboratorio di Elettrotecnica (teoria + pratica) gli insegnamenti di Laboratorio di Ingegneria Elettrica 1 e 2.

Per ogni esercitazione è stata predisposta un’apposita scheda contenente la procedura da seguire e le tabelle per la raccolta/elaborazione dei dati sulla base dei quali gli studenti dovranno predisporre un’apposita relazione tecnica (individuale o di gruppo) che sarà poi presentata e discussa nell’ambito dell’esame del relativo insegnamento.

A livello generale l’attività didattica del laboratorio è stata organizzata in modo da consentire allo studente di affinare le seguenti competenze trasversali:

- ⇒ *comunicazione tecnica in forma scritta (redazione di rapporti e relazioni individuali)*
lavoro in gruppo in modalità coordinata
- ⇒ *sviluppo di una espressione e discussione tecnica adeguata di proprie argomentazioni rappresentazione e comunicazione grafica (redazione di schemi, grafici e tavole)*
- ⇒ *comprensione di norme tecniche*
- ⇒ *conduzione di ricerche bibliografiche mediante le principali risorse (biblioteche, banche dati scientifici, ecc.)*
- ⇒ *rispetto di impegni e tempi*
- ⇒ *comunicazione attraverso presentazioni e sistemi Web*

Predisposta ed elaborata dal Responsabile tecnico del Laboratorio Didattico di Elettrotecnica: Dott.M.Monticelli (maurizio.monticelli@unifi.it) -> 25 novembre 2016

Approvata (per la parte tecnico-scientifica) dal Responsabile scientifico del Laboratorio Didattico di Elettrotecnica: Prof.Ing. Stefano Manetti (stefano.manetti@unifi.it) -> 5 dicembre 2016

Approvata (per la parte sicurezza) dal R.S.P.P. dell'Università degli studi di Firenze: Dott.L.Pettini (luca.pettini@unifi.it) -> 1° dicembre 2016

Inviata per conoscenza al Direttore del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione: Prof.Ing.E.Vicario(enrico.vicario@unifi.it) -> 6 dicembre 2016

*Questo documento si compone di complessive **36** pagine, per scaricare la versione più recente in f.to PDF [cliccare qui](https://goo.gl/XH9lvt) (<https://goo.gl/XH9lvt>) ->*



Laboratorio Didattico
di Elettrotecnica



Guida alle
Esercitazioni

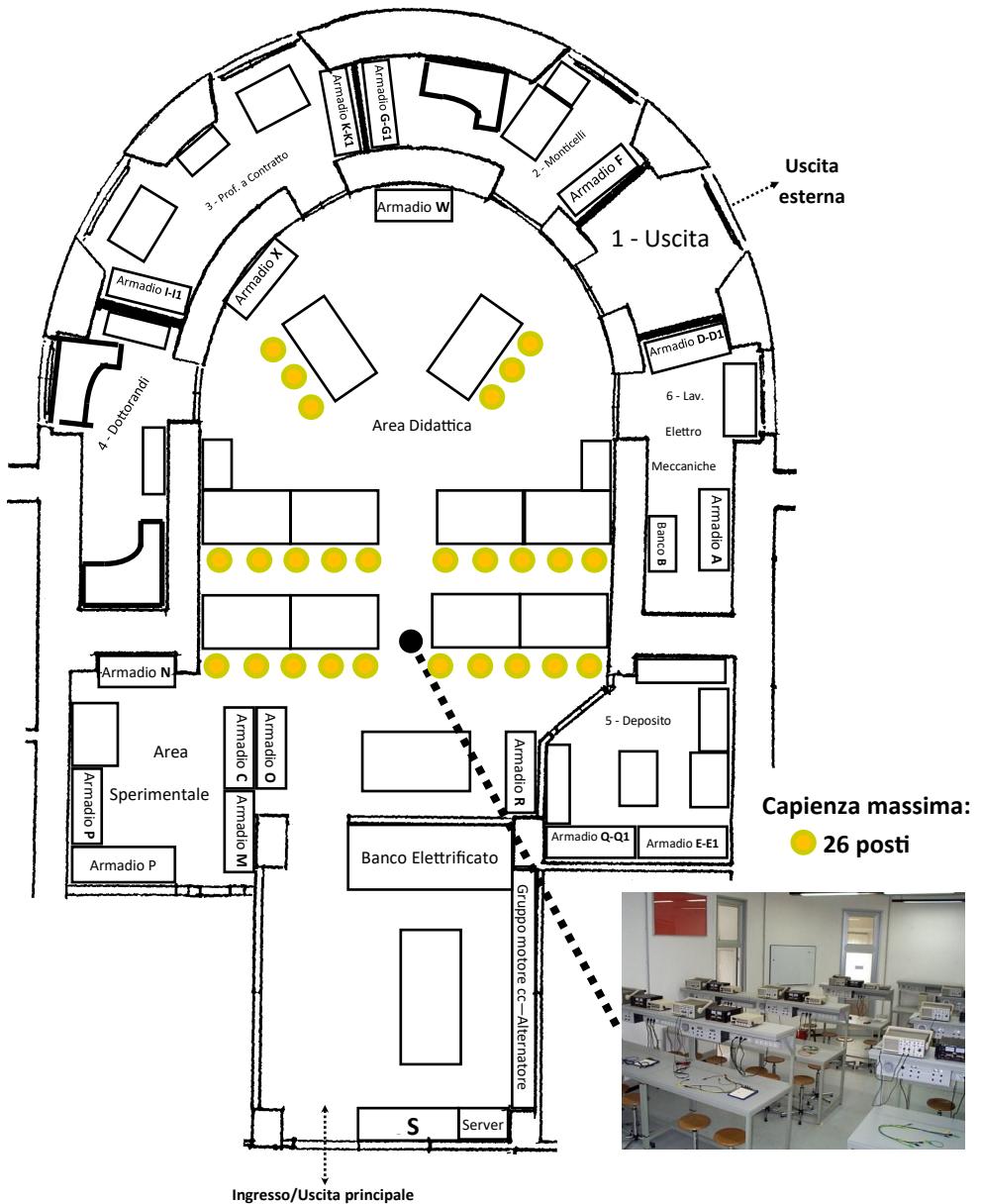
AVVERTENZE PER GLI STUDENTI (art.36 - d.Lgs.81/08)

La presente Guida sarà consegnato a ciascun studente al momento dell'accesso ai servizi di Laboratorio. Con la firma per ricevuta (da apporre sul registro presenze) lo studente si impegna a rispettare le prescrizioni in essa contenute e dichiara di essere stato messo a conoscenza di tutti i rischi derivanti dalle attività del Laboratorio Didattico di Elettrotecnica. In particolare, al fine di eliminare o ridurre i rischi presenti, si impegna al rigoroso rispetto di quanto riportato al par. 3 relativamente alle norme ed alle regole di comportamento. Per tutti gli altri rischi, non direttamente connessi con l'attività di Laboratorio, (uscite di sicurezza, antincendio, ecc.) è necessario riferirsi ai cartelli affissi nei locali ed alle istruzioni relative alla sicurezza fornite direttamente dall'Ateneo.

INDICE

- 1. Planimetria Laboratorio Didattico di Elettrotecnica**
- 2. Elenco esercitazioni disponibili**
 - A. Esercitazioni di base
 - B. Impianti elettrici
 - C. Efficienza energetica
- 3. Valutazione dei rischi**
 - I. Rischio elettrico (folgorazione, ustioni ed arco elettrico)
 - II. Rischio schiacciamento
 - III. Rischio inciampo e caduta
 - IV. Rischio taglio/escoriazione
 - V. Rischio proiezione oggetti
 - VI. Rischio contatto corpi caldi
 - VII. Rischio esposizioni radiazioni (ionizzanti e non ionizzanti)
- 4. Dotazione strumenti/apparati laboratorio didattico**
 - ⇒ Alimentatori
 - ⇒ Amplificatori
 - ⇒ Analizzatori di rete (elettrica)
 - ⇒ Generatori di funzione
 - ⇒ Luxmetri
 - ⇒ Manometri
 - ⇒ Misuratori EMC
 - ⇒ Misuratori impedenza di rete (elettrica)
 - ⇒ Misuratori di terra
 - ⇒ Multifunzioni verifiche impianti elettrici
 - ⇒ Multimetri
 - ⇒ Oscilloscopi
 - ⇒ Pinze amperometriche
 - ⇒ Ponti LCR
 - ⇒ Pozzetti termometrici
 - ⇒ Solarimetri
 - ⇒ Sonde alta tensione
 - ⇒ Sonde corrente
 - ⇒ Sonde temperatura
 - ⇒ Termocamere
 - ⇒ Termometri
 - ⇒ Wattmetri
- 5. Insegnamenti afferenti al Laboratorio Didattico di Elettrotecnica**
- 6. Testi e materiale di approfondimento consigliati**

1) Planimetria Laboratorio Didattico di Elettrotecnica



2) Elenco esercitazioni disponibili

Esercitazioni di base (A)

1. **Misura resistenze:** misura dell'esatto valore di alcune resistenze elettriche sia con il sistema volt-amperometrico che con quello a lettura diretta.
2. **Misura lunghezza conduttore:** determinazione della lunghezza di una matassa di conduttore elettrico tramite il confronto fra le resistenze di quest'ultimo e uno spezzone di pari sezione e di lunghezza nota (1m).
3. **Misura conducibilità dell'acqua.**
4. **Misure lampada incandescenza:** misura della potenza dissipata e della temperatura di un filamento in tungsteno di una lampada ad incandescenza al variare della tensione di alimentazione.
5. **Misure lampade LED:** misura della corrente e della potenza assorbita, del flusso luminoso e della resistenza di alcuni diodi LED al variare della tensione di alimentazione.
6. **Misure in corrente alternata:** misura delle principali grandezze elettriche relative ad alcuni utilizzatori: tensione, corrente, potenza attiva e reattiva, $\cos\phi$, FP e THD/DAT.
7. **Valutazione incertezza di misura.**
8. **Verifica linearità ed accuratezza tramite strumento campione.**
9. **Verifica funzionale con strumenti indipendenti.**
10. **Misure sui circuiti risonanti.**

Impianti Elettrici (B)

1. **Sistemi TT, TN e IT:** misurazione delle correnti e delle tensioni di guasto/contatto e dimensionamento delle protezioni dai contatti indiretti e dalle sovraccorrenti.
2. **Resistenza di terra:** misura della resistenza di terra di un dispersore e della resistività del terreno.
3. **Anello di guasto:** misura dell'impedenza e della resistenza dell'anello di guasto (L-N).

Efficienza energetica (C)

1. **Comparazione lampade lineari:** comparazione dell'efficienza luminosa di una lampada fluorescente alimentata con reattore ferromagnetico e in alternativa poi con alimentatore elettronico.
2. **Pannelli fotovoltaici:** misura del rendimento effettivo di un pannello fotovoltaico e confronto con il valore nominale fornito dal costruttore.
3. **Trasmittanza termica:** simulazione del comportamento termico impianto/pareti esterne di un edificio e determinazione delle caratteristiche dei materiali isolanti e della potenza dell'impianto ai fini del riscaldamento.
4. **Convertitori cc/cc:** misura del rendimento di un convertitore cc/cc STEP DOWN (in discesa) e STEP UP (in salita).
5. **Caratterizzazione energetica sistemi di pompaggio per uso domestico.**
6. **Caratterizzazione energetica e funzionale di un trasformatore monofase.**

A1 Misura resistenze (scopo dell'esercitazione):

- ⇒ confronto fra i sistemi comunemente utilizzati per la determinazione e/o verifica dei valori di resistenze destinate ad essere utilizzate all'interno di apparati elettrici e elettronici;
- ⇒ confronto dei risultati ottenuti con i vari sistemi di misura anche in relazione con i valori nominali e i livelli di precisione dichiarati dal costruttore;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà acquisire una prima conoscenza di base sul funzionamento e sull'utilizzo dei multimetri e sui principali metodi di misura delle resistenze.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Misura Resistenze

A2 Misura lunghezza conduttore (scopo

dell'esercitazione):

- ⇒ misura di una resistenza elettrica di valore estremamente ridotto tramite il metodo volt-amperometrico con alte correnti;
- ⇒ utilizzo pratico dell'equazione che permette di ottenere la variazione della resistenza al variare della temperatura in una conduttrice;
- ⇒ utilizzo pratico di un metodo di misura indiretto (resistenza elettrica) per la determinazione della lunghezza di una matassa di cavo elettrico;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà acquisire un importante metodo per la misura di bassissime resistenze, come ad esempio i cavi elettrici, utilizzabile anche per la determinazione indiretta della loro lunghezza.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Misura Lunghezza
conduttore

A3 Misura conducibilità dell'acqua (scopo

dell'esercitazione):

- ⇒ valutazione della pericolosità dei trasferimenti di potenziale e delle correnti elettriche per effetto dell'acqua contenuta in tubazioni, vasche, ecc., con particolare riferimento a possibili infortuni di natura elettrica;
- ⇒ utilizzo della conducibilità elettrica dell'acqua come elemento caratterizzante, anche in ambito non elettrico (acque minerali);
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà acquisire nuove conoscenze in merito alle caratteristiche elettriche dell'elemento più diffuso in natura: l'acqua.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Misura conducibilità
acqua

A4 Misura lampada incandescenza

(scopo dell'esercitazione):

- ⇒ completa caratterizzazione elettrica di una normale lampadina per auto;
- ⇒ utilizzo pratico dell'equazione che permette di determinare in modo indiretto la temperatura di un filamento incandescente di tungsteno tramite la variazione della propria resistenza elettrica;
- ⇒ attraverso la caratterizzazione completa di una lampadina ad incandescenza lo studente potrà acquisire importanti informazioni finalizzate ad evidenziare, ad esempio: i possibili rischi di incendio causati dall'elevate temperature se in contatto con materiale combustibile e l'entità delle sovraccorrenti originate sugli impianti elettrici all'atto della loro inserzione.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Misura lampada
ad incandescenza

A5 Misura lampade LED

- (scopo dell'esercitazione):
- ⇒ completa caratterizzazione elettrica di diodi LED;
 - ⇒ dimensionamento della resistenza limitatrice da utilizzare per l'alimentazione di piccoli apparati di illuminazione a LED;
 - ⇒ attraverso questa esercitazione, finalizzata alla conoscenza dei diodi LED, lo studente potrà acquisire una metodologia per la caratterizzazione degli stessi, oltre agli elementi di base per il corretto dimensionamento di piccoli apparecchi di illuminazione a basso consumo.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Misura lampada
LED

A6 Misure in corrente alternata

- (scopo dell'esercitazione):
- ⇒ realizzazione di misure di: tensione, corrente, potenza (attiva e reattiva), $\cos\phi$, fattore di potenza, THD/DAT su alcune tipologie di utilizzatori, quali: lampada ad incandescenza, lampada a LED, lampada lineare fluorescente con reattore ferromagnetico (rifasata e non rifasata), lampada lineare fluorescente con alimentatore elettronico, lampada lineare a LED, carico puramente resistivo (stufa elettrica), carichi induttori vari non rifasati, rifasamento di carichi induttori;
 - ⇒ confronto fra i risultati delle misure e quanto atteso, sulla base delle conoscenze e dei calcoli teorici;
 - ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà approfondire e consolidare la misura delle grandezze elettriche nei circuiti a corrente alternata facenti parte dell'insegnamento di Elettrotecnica.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Misura in corrente
alternata

A7 Valutazione incertezza di misura (scopo

dell'esercitazione):

- ⇒ *valutazione del contributo degli errori operativi sistematici (ambiente, condizioni operative, metodo) e di quelli attribuibili alla strumentazione nell'ambito delle attività di misura, con estensione di tale metodo a qualsiasi altro tipo di misure (anche di grandezze non elettriche);*
- ⇒ *attraverso questa esercitazione lo studente potrà approfondire e consolidare quanto appreso nell'ambito dell'insegnamento di Misure Elettriche in merito alla valutazione dell'incertezza di misura.*

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Valutazione incertezza
di misura

A8 Verifica linearità ed accuratezza tramite

strumento campione (scopo dell'esercitazione):

- ⇒ *esempio di taratura, tramite campione, di un generico strumento di misura di grandezze elettriche, con possibilità di estensione di tale metodo a qualsiasi altro tipo di strumento di misura (anche di grandezze non elettriche);*
- ⇒ *attraverso questa esercitazione lo studente potrà approfondire e consolidare quanto appreso nell'ambito dell'insegnamento di Misure Elettriche in merito alla verifica della strumentazione.*

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Verifica linearità ed
accuratezza

A9 Verifica funzionale con strumenti indipendenti

(scopo dell'esercitazione):

- ⇒ *verifica funzionale, tramite comparazione, di generici strumenti di misura di grandezze elettriche, con possibilità di estensione di tale metodo a qualsiasi altro tipo di misure (anche di grandezze non elettriche);*
- ⇒ *attraverso questa esercitazione lo studente potrà approfondire e consolidare quanto appreso nell'ambito dell'insegnamento di Misure Elettriche in merito alla verifica della strumentazione.*

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Verifica funzionale
strumentale

A10 Misure sui circuiti risonanti (scopo

dell'esercitazione):

- ⇒ realizzazione pratica di circuiti risonanti serie/parallelo;
- ⇒ misurazione del valore di capacità ed induttanza e determinazione della frequenza di risonanza;
- ⇒ tracciatura (a seguito di apposite misurazioni) dell'andamento dell'impedenza (LCR) in funzione della frequenza;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici alla base dei circuiti risonanti, facenti parte dell'insegnamento di Elettrotecnica .

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Misure sui
circuiti risonanti

B1 Sistemi TT, TN e IT (scopo dell'esercitazione):

- ⇒ riproduzione con apposito fattore di scala (tensione/corrente) dei sistemi di distribuzione TT, TN e IT;
- ⇒ misurazione delle tensioni/correnti di contatto determinate da guasti verso terra (contatti indiretti);
- ⇒ dimensionamento delle protezioni dalle sovraccorrenti e dai contatti indiretti;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici relativi alla classificazione e al funzionalismo dei vari tipi di sistemi di distribuzione, facenti parte degli insegnamenti di Impianti Elettrici e di Sistemi elettrici per l'ambiente.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Sistemi TT, TN e IT

B2 Misura della resistenza di terra di un dispersore e della resistività del terreno (scopo dell'esercitazione):

- ⇒ misura della resistenza di terra di un dispersore tramite il metodo denominato "del 62" (o metodo dei 2 punzoni) e misura della resistività del suolo con il metodo di Wenner.
- ⇒ la misura della resistenza di terra risulta di fondamentale importanza ai fini del corretto dimensionamento delle protezioni contro i contatti indiretti;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici legati alla protezione dai contatti indiretti tramite collegamento a terra, facenti parte degli insegnamenti di Impianti Elettrici e di Sistemi elettrici per l'ambiente.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Resistenza e
resistività di terra

B3 [Misura impedenza anello di guasto](#) (scopo

dell'esercitazione):

- ⇒ *misura e confronto dell'impedenza e della resistenza dell'impedenza tramite apposita strumentazione;*
- ⇒ *la misura della resistenza e dell'impedenza dell'anello di guasto L-N risulta elemento essenziale per la determinazione dell'effettiva corrente di cortocircuito e quindi per la verifica dell'adeguatezza del potere d'interruzione dei dispositivi di protezione;*
- ⇒ *attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici del calcolo dell'impedenza dell'anello di guasto, facenti parte dell'insegnamento di Impianti Elettrici.*

Scheda Esercitazioni
di LaboratorioMisura impedenza
anello di guasto**C1** [Comparazione lampade lineari](#) (scopo

dell'esercitazione):

- ⇒ *comparazione dell'efficienza luminosa in termini di lumen/W;*
- ⇒ *analisi delle caratteristiche della corrente assorbita in relazione alla presenza di componenti reattive e armoniche;*
- ⇒ *attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici di base illuminotecnici e di rendimento, facenti parte degli insegnamenti di Impianti elettrici e di Sistemi elettrici per l'ambiente.*

Scheda Esercitazioni
di LaboratorioComparazione
lampade lineari**C2** [Pannelli fotovoltaici](#) (scopo dell'esercitazione):

- ⇒ *verifica tramite misure dirette dell'effettivo rendimento nominale di un pannelli fotovoltaico;*
- ⇒ *confronto fra i valori misurati e i dati nominali forniti dal costruttore;*
- ⇒ *attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici relativi al comportamento dei pannelli fotovoltaici, facenti parte degli insegnamenti di Metodi e sistemi di conversione per le energie rinnovabili e di Sistemi elettrici per l'ambiente.*

Scheda Esercitazioni
di LaboratorioPannelli
Fotovoltaici

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Trasmittanza
termica

C3 Trasmittanza termica (scopo dell'esercitazione):

- ⇒ studio del comportamento termico di un edificio tramite la riproduzione dello stesso in scala ridotta;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici di base legati alla trasmissione del calore, facenti parte dell'insegnamento di Fisica tecnica.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Convertitori
cc-cc

C4 Rendimento convertitori cc/cc (scopo
dell'esercitazione):

- ⇒ studio del rendimento di convertitori cc/cc di tipo step up e step down;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici di base legati ai convertitori cc/cc, facenti parte dell'insegnamento di Circuiti Elettronici di potenza.

Scheda Esercitazioni
di Laboratorio



Sistemi di
pompaggio

C5 Sistemi di pompaggio per uso domestico (scopo
dell'esercitazione):

- ⇒ riproduzione dei sistemi di pressurizzazione dell'acqua per uso domestico;
- ⇒ rilievo della qualità e delle distorsioni armoniche dell'energia assorbita;
- ⇒ misurazione e comparazione dei rendimenti dei sistemi riprodotti;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici relativi alla classificazione e al funzionalismo dei vari tipi di sistemi di pressurizzazione dell'acqua per uso domestico, facenti parte in modo trasversale degli insegnamenti di tipo meccanico, elettrico ed elettronico.

C6 Dimensionamento e caratterizzazione di un

trasformatore monofase (scopo dell'esercitazione):

- ⇒ Dimensionamento e montaggio di un piccolo trasformatore monofase;
- ⇒ determinazione mediante misure (prova a vuoto, in corto circuito e in corrente continua) e successivi calcoli, di tutti i parametri costituenti il circuito equivalente dello stesso.
- ⇒ calcolo del rendimento e della caduta di tensione attraverso i dati precedentemente ricavati;
- ⇒ misura diretta del rendimento e della caduta di tensione utilizzando un carico variabile;
- ⇒ attraverso questa esercitazione lo studente potrà verificare in pratica i concetti teorici relativi al trasformatore facenti parte dell'insegnamento di Macchine Elettriche.

Scheda Esercitazione
di Laboratorio



Trasformatore
Monofase

Relazioni di Laboratorio

Software

In alcuni casi è previsto che lo studente elabori apposite relazioni. A questo scopo è possibile utilizzare la suite Office 365 della Microsoft, disponibile gratuitamente per tutti gli studenti del nostro Ateneo. Questa suite comprende: Word, Excel, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher e Access, installabili su un massimo di 5 PC o Mac e app di Office su dispositivi mobili.

Per l'installazione della suite Office 365 [cliccare qui](#)

Suite Office 365

Microsoft



Studenti UNIFI

Norma
UNI



ISO
7144

Strutturazione delle relazioni

Per le strutturazione delle relazioni è possibile prendere come riferimento la [Norma UNI ISO 7144](#): "Presentazione delle tesi e documenti simili".

Per la parte grafica relativa agli schemi elettrici è possibile utilizzare il software "Publisher" contenuto nel pacchetto Office 365. Per scaricare il facsimile (vuoto) e un esempio già compilato [cliccare qui](#).

Facsimile ed esempio
Schema



Quadri
Elettrici

3) Valutazione dei rischi

L'attività legata alle esercitazioni del Laboratorio didattico di Elettrotecnica, descritte nella presente guida, può presentare i seguenti rischi:

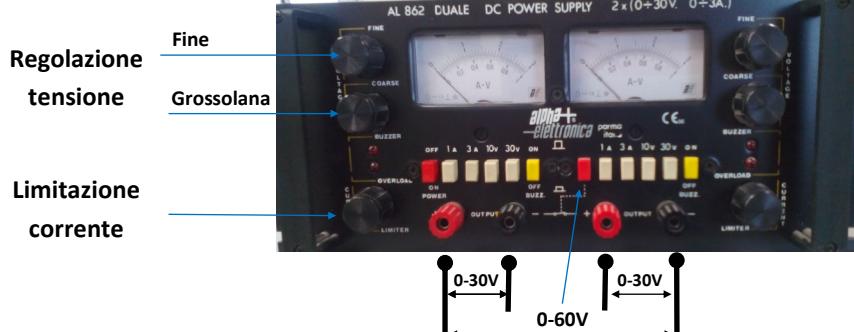
- I. Rischio elettrico (folgorazioni, ustioni, danni agli occhi per archi elettrici)
- II. Rischio di schiacciamento
- III. Rischio di inciampo e caduta
- IV. Rischio di taglio/escoriazione
- V. Rischio di proiezione oggetti
- VI. Rischio di contatto con corpi caldi
- VII. Rischio di esposizioni a radiazioni (ionizzanti e non ionizzanti)

Ciascuno di questi rischi è stato di seguito analizzato e valutato in termini generali. Nelle schede relative ad ogni singola esercitazione sono stati invece analizzati e valutati gli eventuali rischi specifici, aggiuntivi rispetto a quanto sotto evidenziato.

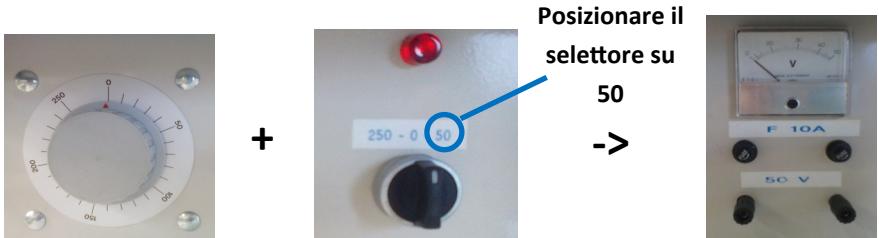
I. Rischio elettrico

Il Rischio elettrico, vista la natura ed il tipo di esercitazioni che si intendono effettuare è sicuramente quello che presenta maggior rilievo ed importanza. Nel nostro caso specifico possono manifestarsi condizioni di pericolo originate da:

- ⇒ errato montaggio/collegamento apparati: considerando la tipologia di esercitazioni in programma che prevede anche l'assemblaggio a scopo didattico di apparati elettrici da parte degli studenti, questa eventualità è abbastanza probabile, pertanto il collegamento alla rete, o comunque l'inizio delle misurazioni su ciascun apparato, deve essere sottoposto alla preventiva verifica ed autorizzazione del Docente e/o del personale tecnico di supporto;
- ⇒ tensioni/correnti elettriche: nell'ambito delle esercitazioni è previsto anche l'utilizzo (da parte degli studenti) di tensioni potenzialmente pericolose (230V) pertanto il collegamento degli apparati elettrici da parte degli stessi potrà avvenire (dopo l'espressa verifica ed autorizzazione da parte del Docente e/o del personale tecnico di supporto) unicamente tramite le seguenti sorgenti di alimentazione:
 - ⇒ in DC, con alimentatore ALFA Elettronica AL862 (tensione regolabile da 0 a 30+30 V — corrente massima 3A);

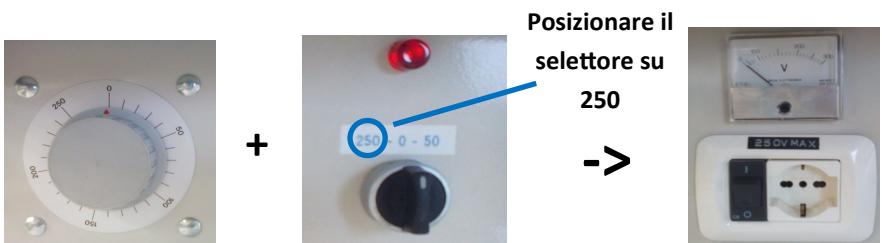


- ⇒ in AC, a mezzo trasformatore di sicurezza presente su ogni banco (tensione regolabile a mezzo variac da 0 a 50 V - corrente massima 10 A);



- ⇒ in AC, direttamente dalla rete, a mezzo delle prese a spina presenti su ciascun banco didattico, protette da interruttori differenziali da 10 mA (V.max. 230V):

⇒ Tensione variabile da 0 a 250V - corrente massima 6A:



⇒ Tensione fissa a 230V - corrente massima 10A:



Interruttore automatico differenziale C10- $I_{dn}=0,01A$

Registro verifiche protezione diff.le



Banchi didattici

Importante: gli interruttori automatici differenziali da 10 mA posti sui banchi didattici garantiscono la protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di fallimento delle misure principali (involucri e/o isolamento). Vista l'importanza di questi componenti ai fini della sicurezza elettrica è necessario procedere alla loro verifica con cadenza mensile. I risultati delle misure sono annotati su [apposito registro](#) a cura del Responsabile tecnico del Laboratorio.

⇒ elevate temperature ed archi elettrici: questa tipologia di fenomeni può essere, in taluni casi, anche rilevante, sia in occasione di guasto, che in funzionamento ordinario. Nella fattispecie però considerando le modeste correnti e le potenze in gioco, è altamente improbabile che in caso di guasto si originino elevate temperature, ed archi elettrici pericolosi, in quanto sono presenti le seguenti protezioni:

- Elettroniche (con limitazione di corrente a 3 A): per l'alimentatore in DC (0÷60V)
- Fusibili (da 10 A): per l'alimentazione in AC con trasformatore di sicurezza (0÷50V)
- Interruttori automatici (da 6/10 A): per l'alimentazione diretta da rete (0÷250V).

In funzionamento ordinario poi, considerando la brevità dell'uso, circoscritto al tempo strettamente necessario a portare a termine le misure non è ipotizzabile che vengano raggiunte dagli apparati temperature particolarmente critiche.

Avvertenze importanti: alcune attività di laboratorio possono prevedere l'utilizzo del banco di alimentazione trifase da 30 kW/400V, in questo caso, considerata l'elevata potenza e tensione in gioco dovranno essere sempre eseguite sotto la supervisione del Responsabile tecnico di Laboratorio.

II. Rischio di schiacciamento

⇒ I rischi di schiacciamento possono essere in genere dovuti all'accidentale caduta sugli arti inferiori di apparati o strumentazione presenti sui tavoli di lavoro. Per ridurre tale rischio occorrerà limitare gli spostamenti. Laddove necessario, occorrerà effettuare tali spostamenti prestando la massima diligenza ed attenzione.



⇒ Il collegamento di PC portatili o di altri apparati posizionati sui tavoli di lavoro dovrà essere realizzato con cavi di lunghezza limitata e comunque posizionati e disposti in modo da non essere d'intralcio per le attività di misura previste, escludendo quindi la possibilità di caduta accidentale degli stessi.

II. Rischio di inciampo e caduta

Inciami e cadute potrebbero essere causati da zaini, cartelle, vestiario e oggetti analoghi poggiati sul pavimento dagli studenti, occorrerà quindi che gli stessi utilizzino gli appositi supporti collocati nella stanza di ingresso. Lo stesso dicasi per i tavoli didattici che debbono essere resi liberi da oggetti ed effetti personali non strettamente indispensabili per lo svolgimento delle esercitazioni.



IV. Rischio di taglio/escoriazione

La tipologia di esercitazioni programmate non prevede l'utilizzo di utensili o elettro-utensili che per loro natura presentano rischi specifici o che necessitano impiego di DPI o di addestramento particolare per l'uso. Per le eventuali ulteriori prescrizioni, riguardanti questa tipologia di rischio, si rimanda alle relative schede operative di dettaglio di ciascuna esercitazione.



V. Rischio di proiezione oggetti

La tipologia di esercitazioni programmate non prevede l'utilizzo di utensili o elettro-utensili che per loro natura possono determinare la proiezione di oggetti. Pertanto, pur essendo presenti tali apparati all'interno del Laboratorio, non se ne prevede l'uso nell'ambito delle esercitazioni descritte nella presente guida e quindi nella fattispecie tale tipologia di rischio può essere ad oggi considerarsi esclusa. E' comunque opportuno evitare di portare il viso, gli occhi e altre parti sensibili del corpo in prossimità della zona di lavoro. Per le eventuali ulteriori prescrizioni, riguardanti questa tipologia di rischio, si rimanda alle relative schede operative di dettaglio di ciascuna esercitazione.



VI. Rischio di contatto corpi caldi:

La tipologia di esercitazioni programmate non prevede allo stato attuale l'utilizzo di utensili a temperatura superficiale pericolosa (es. pistole ad aria calda, colla termica, saldatori, ecc.). Pertanto, pur essendo presenti tali apparati all'interno del Laboratorio, non se ne prevede l'uso nell'ambito delle esercitazioni descritte nella presente guida e quindi nella fattispecie tale tipologia di rischio ad oggi può considerarsi esclusa. Per le eventuali ulteriori prescrizioni, riguardanti questa tipologia di rischio, si rimanda alle relative schede operative di dettaglio di ciascuna esercitazione.



VII. Rischio di esposizione a radiazioni

All'interno del laboratorio non sono presenti elementi o apparati che possono produrre radiazioni ionizzanti ($f > 3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$), mentre le uniche radiazioni non ionizzanti di livello apprezzabile sono prodotte essenzialmente dall'alimentazione di rete (50 Hz). L'entità delle correnti, delle tensioni e delle relative frequenze utilizzate nell'ambito delle esercitazioni contemplate nella presente guida sono rapportabili a quelle presenti in un normale ambiente domestico. A questo riguardo sono state comunque eseguite specifiche misurazione del campo elettrico e magnetico a bassa frequenza, attraverso le quali sono stati rilevati solo valori inferiori alla soglia di attenzione.



Limitazione danni dai rischi residui ed abbigliamento in uso per le esercitazioni

Sulla base dei rischi residui, valutati sulla base di quanto descritto ai precedenti paragrafi, gli studenti che intendono accedere alle esercitazioni debbono indossare la seguente tipologia di indumenti:

- ⇒ calzature: scarpe chiuse di tipo pesante con suola isolante ed antiscivolo;
- ⇒ vestiario: tale da non lasciare scoperto parti estese del corpo (ad esclusione degli avambracci).



Valutazione delle condizioni ambientali ed ergonomiche

La pavimentazione del laboratorio è realizzata con piastrelle di graniglia di marmo rivestite con linoleum grigio. Per consentire l'accesso a persone disabili è presente un'apposita rampa rivestita in gomma antiscivolo. Le porte di accesso (interna ed esterna) risultano apribili verso l'esterno in modo da non ostacolare il deflusso degli studenti in caso di emergenza. La temperatura e l'umidità del laboratorio sono mantenute in condizioni ottimali da un apposito sistema di trattamento dell'aria. L'illuminazione è realizzata con lampade a LED ad alta efficienza, suddivise su 2 impianti (ordinario e di sicurezza "Sempre Accesa" con alimentazione tramite UPS) tali da garantire valori di illuminamento adeguati sia in condizioni ordinarie che di emergenza. I tavoli di lavoro sono equipaggiati con sgabelli a 5 razze che consentono di regolare l'altezza della seduta in funzione delle esigenze e delle caratteristiche dello studente.



Tutte le attività didattiche di Laboratorio debbono essere svolte con la presenza e sotto la sorveglianza del Responsabile tecnico di Laboratorio. Gli studenti sono tenuti al rigoroso rispetto di tutte le procedure di sicurezza fornite dalla presente guida, integrate con le eventuali prescrizioni aggiuntive contenute nelle schede operative di dettaglio e nei manuali di uso della strumentazione impiegata nell'ambito di ciascuna esercitazione.



Documentazione di approfondimento sicurezza sul lavoro

D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81: Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (Ed.2016 - 925 pagg.)



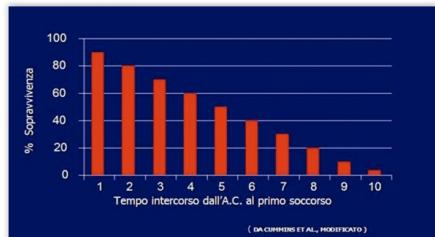
INAIL - Il primo soccorso: manuale per i lavoratori (Ed. 2007 - 37 pagg.)

INAIL - Il primo soccorso: manuale per gli incaricati di primo soccorso (Ed. 2010 - 120 pagg.)

INAIL - Formazione antincendio: Gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro (Ed.2013 - 187 pagg.)

Arresto cardiaco e fibrillazione ventricolare

L'arresto cardiaco e la fibrillazione ventricolare rappresentano la quasi totalità di cause di morte per folgorazione e una percentuale estremamente significativa dei decessi improvvisi.



La rapidità di intervento è determinante ai fini della sopravvivenza. Nel grafico sopra riportato è indicata la percentuale di sopravvivenza in funzione del tempo di ritardo in minuti (riduzione di circa il 10% per ogni minuto di ritardo). In Italia la sopravvivenza si aggira intorno al 2 - 6 %.



Ubicazione e approfondimenti



Defibrillatori
DINFO

L'utilizzo del defibrillatore è l'unico metodo risolutore delle aritmie letali defibrillabili, mentre la Rianimazione Cardio-Polmonare è utile e necessaria per limitare i danni soprattutto neurologici prima dell'erogazione dello shock elettrico e per "preparare" il miocardio rendendolo



4) Dotazione strumenti/apparati laboratorio didattico

Alimentatori:

- ⇒ [UNIFI \(Banco elettrificato 30 kW\)](#): dotato di trasformatore d'isolamento, uscite: 0 - 600 V trifase (max 43A) - 0-400V monofase (max 37,5A) - 0-24-48-96 V (max 400-200-100A) . Collocazione -> [BANCO ELETTRIFICATO](#) (q.tà 1)



- ⇒ [UNIFI \(Alimentatori banchi esercitazioni\)](#): tensioni d'uscita: 0-250 V ca (max 6A) - 0-50V ca (max 10A) Collocazione -> [AREA DIDATTICA](#) (q.tà 10)



- ⇒ [UNIFI \(Trasformatore d'isolamento 220/220 V AC-DC\)](#): corrente massima 10A, uscita in AC e DC . Collocazione -> [AREA SPERIMENTALE](#) (q.tà 1)



- ⇒ [Block TIM 100](#): trasformatore d'isolamento 230V/115-115V— 100 VA. Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 5)



⇒ [Alfa Elettronica AL862](#): 2x 0-30V cc (max 3A con limitazione elettronica regolabile). Collocazione -> [AREA DIDATTICA](#) (q.tà 10)



⇒ [Alfa Elettronica AL862D](#): 2x 0-30V cc (max 3A con limitazione elettronica regolabile) + 5V (max 1A) Collocazione -> [AREA SPERIMENTALE](#) (q.tà 1) + [LAV.ELETTRICO-MECCANICHE](#) (q.tà 1)



⇒ [Mean Well s-6012](#): 12V cc (max 5A) Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 2)



⇒ [Zetagi HP145](#): 12V cc (max 5A). Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 2)



Amplificatori:

⇒ [UNIFI \(Amplificatore audio mono\)](#): 1 canale, banda passante da 20 Hz a 20 kHz (100W). Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 1)

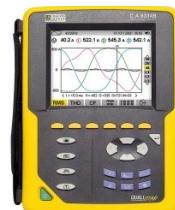


Analizzatori di rete (elettrica):

- ⇒ [Dossena Multiver 3s](#): misure trifase di tensione, corrente (da 10mA a 1000A AC), potenza (da 10mW a 690kW), energia, acquisizione transitorie e corrente di scontro, banda passante da 48 a 1000 Hz [apparecchio di misura portatile integrato nel banco elettrificato da 30kW e collegato allo stesso tramite TA]. Collocazione -> [BANCO ELETTRIFICATO](#) (q.tà 1)



- ⇒ [Chauvin Arnoux CA8334](#): misure trifase di tensione, corrente (da 0,1 a 200A - AC/DC), potenza (da 20W a 138 kW), energia, fattore K, cosφ, flicker, analisi armonica (fino alla 50^a), banda passante da 50 Hz a 10 kHz [apparecchio di misura portatile che permette il collegamento di utilizzatori tramite appositi connettori (monofase e trifase) con miglioramento della risoluzione in corrente/potenza di un fattore 10]. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1)



- ⇒ [Fluke 43](#): misure monofase di tensione, corrente (da 0,01 a 500 A - AC), potenza (da 2W a 200 kW), energia, cosφ, analisi armonica (fino alla 49^a armonica), acquisizione corrente di scontro, banda passante da 50 Hz a 10 kHz [apparecchio di misura portatile che permette il collegamento di utilizzatori tramite appositi connettori e migliorare la risoluzione in corrente/potenza di un fattore 10]. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1)



Generatori di funzione:

- ⇒ [Siglent SDG 1025](#): forme d'onda standard ed arbitrarie (doppio canale) da 1µHz a 25 MHz, forme d'onda sinusoidali, triangolari, quadre, rampe, pulsanti, rumore, arbitrarie (tramite impostazione funzione), uscita max 20Vpp - 250mW. Memorizzazione configurazioni/ forme d'onda su disco locale (C:) o su chiavetta USB. Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà4) + [Area Speriment.](#) (q.tà 1)



Luxmetri:

⇒ [Lutron LX1102](#): da 0,01 a 400.000 Lux. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1)



Manometri:

⇒ [PCE Italia 917](#): da 5 a 7000 mbar. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 2)



Misuratori EMC:

⇒ [PMM \(Norda\) 8053A](#): misure di campo elettrico (con sonda EP300) da 100 kHz a 3 GHz e di campo magnetico ed elettrico (con sonda EHP50) da 5 Hz a 100 kHz. Da 0,001 a 500 μ T e da 0,001 V/m a 500 kV/m. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1)



⇒ [Tenmars TM190](#): misure (LF) di campo elettrico da 1 V/m a 2kV/m e magnetico da 0,01 μ T a 200 μ T; misure (HF) da 0,02 μ W/m² a 554mW/m². Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1)



Misuratori impedenza di rete (elettrica):

- ⇒ [HT IMP 57](#): misuratore impedenza di rete da 0,1 mΩ a 1999mΩ [da utilizzare in abbinamento con il Combi 420 o il Sirius 89] . Collocazione ->[ARMADIO R](#) (q.tà 1)



Misuratori di terra:

- ⇒ [Chauvin Arneau CA6462](#): misura di resistenza e di resistività (da 0,01 mΩ a 1999 Ω). Collocazione ->[ARMADIO X](#) (q.tà 1)



- ⇒ [Pantec MIT800](#): misura di resistenza (da 0,005 a 10.000 Ω). Collocazione ->[ARMADIO X](#) (q.tà 4)



Multifunzioni verifiche impianti elettrici:

- ⇒ [HT Combi 420](#): misura conduttore di protezione (corrente 200mA da 0,01 a 100Ω), resistenza d'isolamento (50-1000V da 0,1 a 2000MΩ), test RCD istantanei e selettivi (10-500mA), tensione di contatto, impedenza di rete (da 0,01 a 1999 Ω), corrente di corto circuito (F-N, F-F, F-PE da 0,01 a 1999 Ω), resistenza globale di terra (Ra) senza intervento RCD (da 1 a 2000Ω). Collocazione ->[ARMADIO X](#) (q.tà 1)



- ⇒ **HT Sirius 89N:** come HT Combi 420 + misura resistenza di terra (da 0,01 a 2000Ω) e resistività terreno (da 0,01Ωm a 125kΩm), buchi di tensione (10 ms), corrente (da 0,1 mA a 1000A fino a 10kHz), potenza (da 23mW a 230 kW), cosφ, armoniche (fino alla 49^a), banda passante da 50 Hz a 10 kHz. Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 1)



- ⇒ **Norma UNILAP100:** misura conduttore di protezione (corrente 200mA da 0,01 a 19,9Ω), resistenza d'isolamento (50-1000V da 0,1 a 9,99MΩ), test RCD istantanei e selettivi (10-500mA), tensione di contatto, impedenza di rete (da 0,01 a 29900 Ω), corrente di corto circuito (F-N, F-F, F-PE da 0,01 a 199 Ω), resistenza globale di terra (R_a) senza intervento RCD (da 1 a 2000Ω). Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 1)



Multimetri:

- ⇒ **PeakTech 1035:** misura di tensioni (in DC da 0,1mV a 600V, AC da 100 mV a 600V) di correnti (in DC da 0,001mA a 10A) e di resistenze (da 0,1Ω a 2MΩ). Collocazione -> [ARMADIO D](#) (q.tà 20)



- ⇒ **Fluke 8060A:** misura (TRMS) di tensioni (in DC da 0,01mV a 1000V, AC da 0,01 mV a 750V) di correnti (in DC/AC da 0,01μA a 2A) e di resistenze (da 0,01Ω a 300MΩ). Frequenza massima 30kHz (I) e 100kHz(V). Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 1)



- ⇒ **Honeytek A190**: misura (TRMS) di tensioni (in DC da 0,1mV a 1000V, AC da 0,1 mV a 750V) di correnti (in DC/AC da 0,1 μ A a 10A) e di resistenze (da 0,1 Ω a 60M Ω). Frequenza massima 1000 Hz. Collocazione -> ARMADIO X (q.tà 7) + ARMADIO M (q.tà 1) + ARMADIO N (q.tà 1) .



- ⇒ **Peaktech 3440**: misura di tensioni (in DC /AC da 0,01mV a 1000V) di correnti (in DC/AC da 0,01 μ A a 10A) e di resistenze (da 0,01 Ω a 50M Ω). Funzione Datalogger con 20000 valori memorizzabili - Collegamento Bluetooth con PC e Android. Frequenza massima 5000 Hz. Collocazione -> ARMADIO D (q.tà 20).



- ⇒ **Keithley 2110**: misura (TRMS) di tensioni (in DC da 1 μ V a 1000V, AC da 1 μ V a 750V - banda passante da DC fino a 300KHz) di correnti (in DC da 0,1 μ A a 10A, AC da 10 μ A a 10A - banda passante da DC fino a 5kHz), di resistenze (da 1m Ω a 100M Ω), di capacità (da 1 a 10.000 μ F) e di temperatura (da -200 a 1.350 °C). Collocazione -> ARMADIO X (q.tà 4).

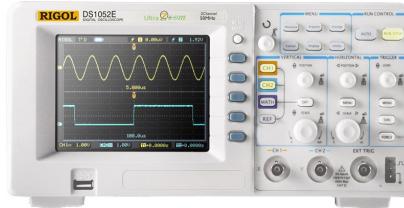


- ⇒ **HP 34401:** misura (TRMS) di tensioni (in DC da 0,1 μ V a 1000V, AC da 0,1 μ V a 750V - banda passante da DC fino a 300KHz) di correnti (in DC da 0,01 μ A a 3A, AC da 1 μ A a 3A - banda passante da DC fino a 5kHz), di resistenze (da 0,1m Ω a 100M Ω). Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 1).



Oscilloscopi:

- ⇒ **Rigol DS1052:** 2 canali, 50 MHz. Tensione massima e impedenza ingresso: 400V / 1M Ω (con calza esterna messa a terra). Funzioni matematiche (A+B, A-B, AxB, FFT) - Filtro di ingresso - Memorizzazione forme d'onda (interna e su USB): in formato grafico (bitmap), numerico (CSV) e standard Tektronix (wfm). Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 2).



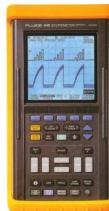
- ⇒ **Rigol DS1054Z:** 4 canali, 50 MHz. Tensione massima e impedenza ingresso: 400V / 1M Ω (con calza esterna messa a terra). Funzioni matematiche (A+B, A-B, AxB, FFT) - Filtro di ingresso - Memorizzazione forme d'onda (interna e su USB): in formato grafico (bitmap), numerico (CSV) e standard Tektronix (wfm). Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 2) + [Area Speriment.](#) (q.ta 1).



- ⇒ **Metrix OX7042:** 2 canali, 40 MHz. Tensione massima e impedenza ingresso: 600V / 1M Ω (isolato da terra). Funzioni: oscilloscopio, multimetro (TRMS fino a 200 kHz - I (da 0,01 a 80A), V, P e FP) e matematiche ((A+B, A-B, AxB, A/B, FFT) - Gestione in remoto tramite Ethernet - Memorizzazione forme d'onda (interna e su SD). Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



- ⇒ **Fluke 99**: 2 canali, 50 MHz. Tensione massima e impedenza ingresso: 600V / 10MΩ (isolato da terra). Funzioni: oscilloscopio, multmetro (TRMS fino a 100 kHz - I (da 0,01 a 100A), V, temperatura, dB e FP) e matematiche ((A+B, A-B, AxB, inversione, integrale) - Memorizzazione forme d'onda (interna). Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



Pinze amperometriche:

- ⇒ **Hioki 3283**: misura (TRMS), corrente (da 0,00001 a 200 A) da 50 fino a 1000 Hz, memorizzazione valori MIN, MAX e AVG. Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 2).



- ⇒ **HT 9022**: misura (TRMS, AC-DC), corrente (da 0,1 a 1000 A), potenza attiva, reattiva e apparente (da 0,01 a 1000 kW/kVAr/kVA), armoniche (fino alla 25a), fattore di potenza e cosφ, memorizzazione valori MIN, MAX e AVG. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



- ⇒ **UNI-T UT210E**: misura (TRMS), corrente AC/DC (da 0,001 a 200A). Collocazione -> [ARMADIO D](#) (q.tà 1).



Ponti LCR:

- ⇒ Aim TTI LCR400: misure a: 100 Hz, 1kHz e 10kHz di: L (da 1nH a 9900H), C (da 0,1pF a 20.000 μ F), R (da 0,1m Ω a 20M Ω), Q (fattore di merito delle induttanze) e D (Fattore di dissipazione o tangente dell'angolo di perdita dei condensatori). Collocazione -> ARMADIO X (q.tà 1).



- ⇒ Lutron LCR-9053: misure a 100 Hz e 1kHz (selezione automatica): L (da 1 μ H a 20H), C (da 2nF a 200 μ F), R (da 0,1 Ω a 20M Ω). Collocazione -> ARMADIO X (q.tà 2) + ARMADIO M (q.tà 1) + ARMADIO N (q.tà 1)



- ⇒ LCR Research Pro1: misure a: 100 Hz, 120Hz, 1kHz, 10 kHz e 100 kHz: L (da 0,01vH a 1H), C (da 0,0001pF a 1mF), R (da 0,01m Ω a 10M Ω), Q (fattore di merito delle induttanze) e D (Fattore di dissipazione o tangente dell'angolo di perdita dei condensatori). Collocazione -> ARMADIO N (q.tà 1)



Pozzetti termometrici:

- ⇒ Isotech QuickCal: range di temperatura da -12 a 140 °C. Collocazione -> ARMADIO R (q.tà 1).



Solarimetri:

- ⇒ [Solarc MacSolar E SLM018c-E](#): potenza solare incidente da 0 a 1500 W/m². Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



Sonde alta tensione:

- ⇒ [Fluke 80K-40](#): uscita per multimetro, tensione massima 40 kV (DC) e 28 kV (AC), attenuazione 1000:1. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



Sonde corrente:

- ⇒ [LEM HEME PR20](#): sonda di corrente con uscita per multimetro, corrente massima 20A (TRMS), 100mV/A, banda passante: DC-20kHz. Collocazione -> [ARMADIO X](#) (q.tà 1).



- ⇒ [Tektronix P6021A](#): sonda di corrente con uscita per oscilloscopio, sensibilità 10 mA, corrente massima: 10A (250 picco), 10(2) mA/mV, banda passante da 250 Hz a 60 MHz. Collocazione -> [ARMADIO N](#) (q.tà 1).



Sonde temperatura:

- ⇒ Fluke 80T-IR: sonda temperatura ad infrarossi con uscita per multimetro, temperature da – 18 a 260 °C , 1mV/°C, spot minimo: Ø2,5 mm (a distanza 0). Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



- ⇒ Termo resistenze PT100: range di temperatura da - 50°C a 300°C, connessione a 2 e 4 fili. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 4).



- ⇒ Termocoppie K: range di temperatura da - 50°C a 300°C. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 15).



Termocamere:

- ⇒ HT THT47: tipo sensore IR: UFPE, campo spettrale: 8 ÷ 14 µm, risoluzione: 160x120 pxl, sensibilità termica: <0,08°C a 30°C, campo visivo: 29,8° x 22,6°, distanza focale minima: 0,2m, campo di temperatura da –20° a 400°C, puntatore laser, memorizzazione su SD in f.to jpeg. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



Termometri:

- ⇒ [AZ Instruments AZ8886](#): termometro ad infrarossi da -20°C a 420°C (risoluzione: 1°C), rapporto distanza/spot misura: 8/1 (distanza da 112mm a 800mm e rispettivamente spot da 14 a 100 mm), puntatore laser. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



- ⇒ [HT HT3301](#): termometro ad infrarossi, da -50° a 1050°C, risoluzione 0,1°C, risposta spettrale: da 8 a 14 μm, rapporto distanza/spot misura: 30/1, impostazione emissività, memorizzazione valori MIN, MAX, AVG, DIFF. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



- ⇒ [Extech SDL200](#): termometro a contatto, 4 canali con funzione datalogger, sonde in dotazione: tipo K, temperature: da -50 a 1300 °C, risoluzione minima: 0,1°C, memorizzazione su SD (intervalli di campionamento da 1s a 1h), file uscita xls. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



- ⇒ [Hanna NS931](#): termometro a contatto, monocanale per sonda K, temperature: da -50 a 900 °C, risoluzione minima: 0,1°C, funzione MIN, MAX. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 4).



Wattmetri:

- ⇒ [SilverCrest PM334](#): wattmetro a spina, misure: tensione (150-250V), corrente (0,001-16A), frequenza, fattore di potenza, potenza attiva (0,5-4000W) ed energia. Collocazione -> [AREA DIDATTICA](#) (q.tà 4).



- ⇒ [Yokogawa WT110](#): wattmetro da banco monofase, misure (TRMS): tensione (0,01 - 600 V), corrente (0,1mA - 20 A), potenza (1mW - 12kW), fattore di potenza. Banda passante da DC a 50 kHz. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 1).



- ⇒ [Gossen Metrawatt Metrahit Energy](#): wattmetro palmare monofase, misure (TRMS): tensione (0,1mV - 600V), corrente (0,01μA - 10A), potenza (0,01μW - 6kW), energia (risoluzione 0,01nWh), fattore di potenza, FFT (50/60/400Hz) fino alla 15a armonica, banda passante da DC a 100 kHz. Collocazione -> [ARMADIO R](#) (q.tà 4).



5. Insegnamenti afferenti al Laboratorio Didattico di Elettrotecnica

Laboratorio di
Ingegneria Elettrica 1



Laboratorio di
Ingegneria Elettrica 2



Sistemi Elettrici
per l'Ambiente



Macchine Elettriche
e Convertitori



Circuiti Elettronici
di Potenza



Elettrotecnica
Industriale



Metodi e Sistemi
di conversione per



rinnovabili

Impianti
Elettrici



6. Testi e materiale di approfondimento consigliati

- ⇒ Maurizio Monticelli - "Impianti elettrici 1: Legislazione e normativa per il settore elettrico, classificazione e normativa per il settore elettrico, classificazione e principali fenomeni, protezione degli impianti" - Zanichelli - 2016 (f.to ebook - in riga edizioni)".
- ⇒ Maurizio Monticelli - "Impianti elettrici 2: Materiali elettrici e apparecchiature, verifiche sugli impianti, verifiche, esempi di riepilogo" - Zanichelli - 2016 (f.to ebook - in riga edizioni)"

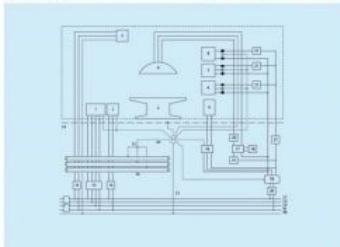
IMPIANTI ELETTRICI 1

NORMATIVA • CLASSIFICAZIONE •
PROTEZIONE • TIPOLOGIE
REALIZZATIVE • PROGETTAZIONE

Maurizio Monticelli

Estratto dal
Manuale Cremonese
di Elettrotecnica

ZANICHELLI



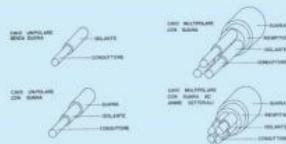
IMPIANTI ELETTRICI 2

- MATERIALI ELETTRICI, APPARECCHIATURE
- VERIFICHE SUGLI IMPIANTI
- ESEMPI DI RIEPILOGO

Maurizio Monticelli

Estratto dal
Manuale Cremonese
di Elettrotecnica

ZANICHELLI



in riga
edizioni √ ingegneria
elettrotecnica

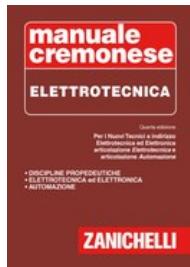
77.1

in riga
edizioni √ ingegneria
elettrotecnica

77.2



- ⇒ “[Manuale Cremonese di Elettrotecnica](#)” - Zanichelli—2016:
- Cap. 16 (Francesco Grasso—Maurizio Monticelli): Energie rinnovabili.
 - Cap.17 (Francesco Grasso—Maurizio Monticelli): Risparmio ed efficienza energetica
 - Cap. 18 Maurizio Monticelli): Certificazione ed efficienza energetica degli edifici
 - Cap. 19 (Antonino Liberatore, Mario Pezzi): Elettrotecnica
 - Cap.20 (Pietro Martino, David Martini): Misure Elettriche ed Elettroniche
 - Cap. 21 (Pietro Martini): Convertitori statici
 - Cap. 25 (Antonino Liberatore, Alberto Reatti, Mario Pezzi): Macchine elettriche
 - Cap. 32 (Maurizio Monticelli): Impianti , materiali e apparecchiature, progettazione
 - Cap. 34
gie (Ivo Vistoli, Antonino di Gerlando, Pietro Martini): Tecnolo-
elettriche



- ⇒ Maurizio Monticelli - “[Codice Elettrico](#)”: Guida dai contenuti pratici ed essenziali rivolta a tutti gli operatori del settore impiantistico - 4^a ed. - 2015 (f.to mente PDF - libera- scaricabile)”.



- ⇒ Maurizio Monticelli - Giovanni Ghini—Pietro Antonio Scarpino - [“Vademecum per l'impiantistica elettrica di cantiere](#)” - ASC—2015 (f.to PDF - scaricabi- li- beramente le)”.



Videocorsi di
progettazione



elettrica
Schneider

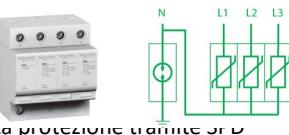
⇒ Videocorsi di progettazione elettrica

L'utilizzo dei videocorsi di progettazione elettrica è stato concesso da Schneider Electric esclusivamente agli studenti del corso di Elettrotecnica "Città elettroniche" della Scuola Superiore di Elettrotecnica BT.

- 

- 
Città elettroniche - Distribuzione elettrica CEI 0-16

- 
Città elettroniche - Protezione incendi

- 
La protezione tramite SRD

- 
Città elettroniche - Automazione (Building Automation)

-  
Voce **Dati**
Cablaggio strutturato



- Efficienza energetica e



In questa guida sono presenti numerosi link interattivi a documenti e schede di approfondimento direttamente raggiungibili tramite QR CODE (Quick Response CODE -> codice a barre bidimensionale)
Su [Google Play](#) sono disponibili varie applicazioni free per la lettura dei QR CODE.



[**SmartUnifi**](#) è una nuova applicazione per Android per essere aggiornati su ciò che accade nell'Università di Firenze. Con SmartUnifi sono sempre disponibili: le notizie dei canali ufficiali UNIFI, il calendario degli eventi in Ateneo, la ricerca di persone e strutture dell'Università, la mappa dei percorsi e luoghi di interesse.

Per gli studenti dell'Università di Firenze sono riservati servizi personalizzati:

- ⇒ visualizzare i propri dati personali e lo stato della carriera universitaria
- ⇒ verificare gli esami sostenuti
- ⇒ prenotare esami
- ⇒ leggere gli avvisi dei propri docenti
- ⇒ controllare la email (@stud.unifi.it)
- ⇒ cercare e prenotare libri in biblioteca

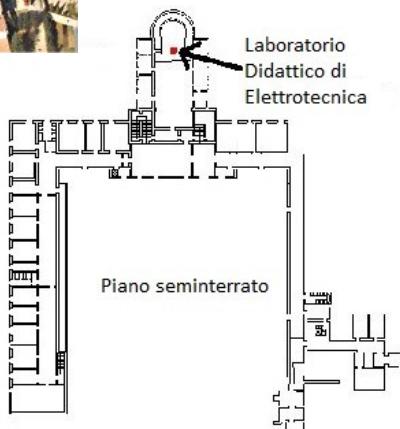
App.Android
QR CODE



SMARTUNIFI



Scuola di
Ingegneria



Piano seminterrato

Info: maurizio.monticelli@unifi.it - 055.2758505