

Prevenzione rischi generici nei Laboratori Didattici II anno e sicurezza elettrica – vers. 2 - 05.10.2016

Lo svolgimento delle esercitazioni pratiche di Laboratorio 2 richiede di concentrare un numero relativamente grande di studenti, impegnati in attività anche di tipo manuale, in spazi relativamente ristretti. Inoltre la pratica di laboratorio espone inevitabilmente a rischi potenziali: in particolare, l'impiego di alcune apparecchiature alimentate dalla rete elettrica rende necessaria la conoscenza delle principali nozioni di sicurezza elettrica e prevenzione dei rischi connessi.

Norme generali

1. Non giocherellate con gli strumenti e le attrezzature a disposizione: non potete sapere quali conseguenze questo potrebbe avere per voi e per i vostri colleghi.
2. È severamente vietata ogni manomissione degli strumenti e delle attrezzature a disposizione.
3. Segnalate ai docenti ogni benché minima circostanza che possa sembrarvi condurre a potenziali rischi.
4. Comunicate tempestivamente ai docenti eventuali malfunzionamenti o disfunzioni degli strumenti e delle apparecchiature a disposizione.
5. Fate attenzione all'arredamento del laboratorio, per esempio agli spigoli dei banchi di lavoro e alla seduta sugli sgabelli (non dondolatevi); evitate di riempire con le vostre masserizie gli spazi liberi sul tavolo e attorno al tavolo.
6. Lasciate libere le "vie di esodo", quelle necessarie per muoversi nelle stanze e in particolare gli spazi tra le bancate di tavoli nelle stanze A e B: usate l'appendiabiti in corridoio per i vostri paltò e anche per i vostri zainetti e borse.

Norme di "cortesia" (obbligatoria)

7. Al termine dell'esercitazione pratica, siete tenuti a rimettere in ordine il materiale sul banco.
8. Siete "pregati" di non scrivere sui banchi: sono disponibili quantità di fogli di carta riciclata per prendere appunti, disegnare scarabocchi, etc. La superficie dei banchi non viene pulita giornalmente, e non è corretto lasciare un banco imbrattato ai vostri colleghi che ne faranno uso il giorno successivo.
9. Al termine dell'esercitazione, siete tenuti a presentare personalmente la vostra scheda individuale di laboratorio. Siete in ogni caso "pregati" di segnalare personalmente l'eventuale necessità di abbandonare il laboratorio prima del termine dei lavori.
10. Per favore, non abbandonate vostri oggetti personali sui banchi. In particolare, non lasciate bottigliette di acqua semi-piene, che poi vengono inevitabilmente gettate: l'acqua è un bene prezioso.

Norme di evacuazione

11. In caso di evacuazione, siete tenuti a sgombrare rapidamente e in modo ordinato i locali, riunendovi in zone sicure all'aperto (punti di raccolta nel cortile del polo). Individuate le uscite di sicurezza: per le stanze dei Laboratori Didattici II anno, esse coincidono con gli ingressi ordinari. La via più breve per raggiungere l'aperto è attraverso le scale poste all'estremità nord dell'edificio. Sono disponibili, affisse alle pareti, delle mappe dell'edificio, con l'indicazione delle uscite di sicurezza e delle vie di esodo.
12. Non usate l'ascensore: se siete impossibilitati a scendere le scale, nell'atrio di ingresso dei Laboratori Didattici si trova una sedia di evacuazione di emergenza, di norma operata dagli addetti antincendio

del Dipartimento di Fisica. Il ballatoio antincendio sul lato est dell'edificio, primo piano, è considerato una zona sicura temporanea.

13. L'uso degli estintori e delle manichette antincendio è generalmente demandato agli addetti all'emergenza. Tuttavia, localizzate gli estintori, le bocchette per le manichette antincendio, i pulsanti per l'allarme antincendio che si trovano nelle aree da voi frequentate (naturalmente ogni abuso è vietato a norma di legge). Tenete conto che l'impianto automatico antincendio presente in alcune stanze dei Laboratori Didattici non è operativo perché fuori norma.

Sicurezza elettrica

Nei Laboratori Didattici l'anno si fa uso di diverse apparecchiature alimentate dalla rete elettrica e pertanto direttamente collegate a questa. Tutte le apparecchiature sono rispondenti ai requisiti di legge (marchiatura CE) e sono generalmente disponibili i manuali d'uso, che riportano eventuali indicazioni di sicurezza.

In alcune esperienze di Laboratorio 2 potreste trovarvi nella condizione di dover collegare e scollegare direttamente alla rete alcune di queste apparecchiature, per esempio l'alimentatore a bassa tensione (generatore di d.d.p. continua). L'operazione è di per sé simile a quella che siete abituati a compiere nelle vostre abitazioni. Tuttavia vale la pena di ricordare alcuni elementi di base che riguardano la prevenzione dei rischi elettrici.

Caratteristiche della d.d.p. erogata dalla rete elettrica

La rete elettrica domestica, che è quella presente nei Laboratori Didattici, rende disponibile una d.d.p. alternata, periodica con frequenza 50 Hz e ampiezza rms compresa tra 230 e 240 V. Questo valore corrisponde ad ampiezze picco-picco di oltre 600 V, tutt'altro che trascurabili sotto tutti i punti di vista.

Rischio elettrico

Il rischio elettrico nasce dalla circostanza che il corpo umano non è mai un isolante perfetto. Dunque esso sostiene il passaggio di corrente. Le funzionalità vitali prevedono esse stesse un controllo di tipo elettrico: il passaggio di una corrente "esterna", cioè non prodotta per le finalità del funzionamento vitale, può facilmente disturbare in modo più o meno severo le funzionalità vitali, arrivando facilmente alla folgorazione (quando si "rimane attaccati" alla corrente).

Valori di corrente	Definizione	Effetti
1-3 mA	SOGLIA DI PERCEZIONE	Non si hanno rischi o pericoli per la salute.
3-10 mA	ELETTRIFICAZIONE	Produce una sensazione di formicolio più o meno forte e può provocare movimenti riflessi.
10 mA	TETANIZZAZIONE	Si hanno contrazioni muscolari. Se la parte in tensione è stata afferrata con la mano si può avere paralisi dei muscoli, rendendo difficile il distacco.
25 mA	DIFFICOLTÀ RESPIRATORIE	Si hanno a causa della contrazione di muscoli addetti alla respirazione e del passaggio di corrente per i centri nervosi che sovrintendono alla funzione respiratoria.
25-30 mA	ASFISSIA	La tetanizzazione dei muscoli della respirazione può essere tale da provocare la morte per asfissia.
60-75 mA	FIBRILLAZIONE	Se la corrente attraversa il cuore può alterarne il regolare funzionamento, provocando una contrazione irregolare e disordinata delle fibre cardiache che può portare alla morte.

Fig. 1. Classificazione degli effetti del passaggio di corrente (alternata a 50 Hz) nel corpo umano.

La quantificazione e classificazione degli effetti è piuttosto complessa, poiché essi dipendono in parte dalla durata dell'esposizione e dalla tipologia di corrente, oltre che dalla sua intensità. Per le d.d.p. alternate

della rete elettrica, si ritiene che il passaggio di poche decine di mA per un tempo dell'ordine delle decine/centinaia di ms sia sufficiente a produrre effetti dannosi irreversibili. La Fig. 1 riporta una classificazione di tali effetti.

La resistenza del corpo umano dipende a sua volta da numerosi fattori, in particolare dalla pressione esercitata al contatto e dal luogo del contatto stesso: essa può facilmente scendere a valori nell'ordine dei kohm, per cui, data l'elevata d.d.p. presente nella rete elettrica, la corrente può raggiungere intensità sicuramente dannose.

Di conseguenza è necessario evitare ogni contatto accidentale tra il corpo umano, anche rivestito da tessuti, e conduttori collegati alla rete elettrica. La prescrizione vale anche quando l'eventuale contatto avviene con un singolo conduttore, poiché l'eventuale corrente può fluire nel corpo umano verso terra. Dall'altra parte, le d.d.p. tipicamente prodotte negli esperimenti di Laboratorio 2 (ordine della decina di Volt) possono essere ritenute completamente sicure.

Prese elettriche

La rete di distribuzione elettrica prevede delle prese che, nel caso del Laboratorio Didattico II anno, possono essere di due tipologie, come rappresentato in Fig. 2: prese in linea di due diverse dimensioni (standard "italiano") o prese a standard "tedesco", o "europeo", dette anche Schuko (abbreviazione di Schutz Kontakt – contatto di sicurezza). Le prese elettriche recano tre contatti: tra due di loro è presente la d.d.p. alternata, uno è invece collegato a terra tramite opportuni pozzetti con conduttori infilati nel terreno: il contatto di terra è quello centrale nello standard "italiano" e quello realizzato dalle lamelle esterne nello Schuko. La principale differenza funzionale tra i due standard è che, per le Schuko, quando una spina viene inserita nella presa il collegamento a terra avviene prima degli altri.

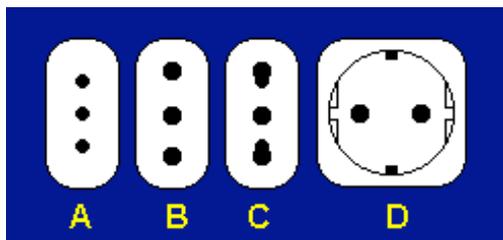


Fig. 2. Rappresentazione schematica delle prese di rete elettrica presenti nei Laboratori Didattici II anno: standard "italiano" a 10 A (A), 16 A (B), 10-16 A ("bipresa" – C), standard Schuko (D).

Le prese elettriche hanno un limite massimo di intensità di corrente che possono fornire prima che si verifichino pericolosi surriscaldamenti. Negli impianti domestici il limite è normalmente di 16 A; le prese standard "italiano" di dimensioni minori (passo e diametro degli spinotti) hanno un limite di 10 A.

Collegamento a terra

Dal punto di vista elettrico, la terra è un gigantesco serbatoio di cariche di ambo i segni che ha la proprietà di mantenere sempre lo stesso potenziale, convenzionalmente posto a zero, a prescindere che cariche elettriche vengano sottratte o aggiunte alla terra stessa (in un certo senso, il comportamento è concettualmente analogo a quello di un termostato, che può scambiare calore mantenendo costante la propria temperatura). Il collegamento a terra, che convenzionalmente si esegue con fili inguainati in un isolante giallo-verde, è necessario per tutti gli apparecchi elettrici dotati di un involucro metallico: in caso di malfunzionamento (per esempio, un filo all'interno che si stacca e va in giro), l'involucro potrebbe venire a trovarsi accidentalmente collegato alla d.d.p. di rete e, se toccato con qualche parte del corpo, potrebbe creare una chiara situazione di pericolo. Il collegamento a terra fa sì che, almeno idealmente, l'involucro si mantenga sempre e comunque a potenziale nullo, minimizzando il rischio.

Doppio isolamento

Secondo le norme, possono esistere apparecchiature collegate alla rete elettrica che non prevedono il collegamento a terra: un esempio è rappresentato dagli alimentatori a bassa tensione impiegati in Laboratorio 2 come generatori di d.d.p. continua. In questi casi è necessario che l'involucro esterno sia

realizzato con materiale isolante. In certi casi si ha un sistema di involucri isolanti uno dentro l'altro (doppio isolamento), indicato con un apposito simbolo (due quadrati concentrici) nell'etichetta di sicurezza dell'apparecchiatura.

Rischi secondari e connessi

Oltre alla folgorazione, l'uso di apparecchiature collegate alla rete elettrica presenta un'altra tipologia di rischio potenziale, connessa alla possibilità di surriscaldamenti e conseguenti incendi/esplosioni. Poiché il surriscaldamento è in genere dovuto ad effetto Joule, esso può essere prevenuto limitando l'intensità di corrente con opportuni dispositivi di protezione. Esistono poi altri rischi, ad esempio quelli connessi a sovratensioni e scariche, che però non sono attesi avere un ruolo nelle attività di Laboratorio 2.

Dispositivi di protezione

Nella distribuzione della rete elettrica e nelle apparecchiature ad essa collegate esistono diversi dispositivi di protezione.

In primo luogo, la maggior parte delle apparecchiature dispone di fusibili. Questi non sono altro che sottili fili conduttori che, surriscaldandosi al passaggio di corrente per effetto Joule, si fondono interrompendo la continuità del circuito e quindi impedendo il passaggio di corrente. Essi sono costruiti in modo da fondersi quando l'intensità di corrente che li attraversa supera un certo valore. Naturalmente l'interruzione della corrente non è istantanea, ma può comunque essere sufficientemente rapida da evitare surriscaldamenti da sovraccarico.

Lungo la rete di distribuzione elettrica sono poi presenti diversi interruttori di sicurezza, collegati in serie a ridondanza. Nel Laboratorio Didattico II anno, un interruttore di tipo magnetotermico, montato sulla canalina di distribuzione, protegge gruppi di prese a servizio di uno o due banchi. Troverete questo interruttore generalmente aperto ("spento") all'inizio delle operazioni pratiche e sarà vostra cura attivarlo. La protezione fornita dall'interruttore è dovuta al fatto che esso si apre automaticamente, con un ritardo breve, quando la corrente che lo attraversa supera un dato valore (16 A, come indicato sull'interruttore stesso), cosa che potrebbe verificarsi in caso di cortocircuiti.

A monte di questi magnetotermici si trovano degli interuttori differenziali, detti comunemente "salvavita" (essi sono collocati nei quadri di distribuzione presenti nelle varie stanze, che possono essere aperti solo da personale autorizzato). L'interruttore differenziale misura continuamente l'intensità di corrente "in ingresso" (che passa attraverso uno dei conduttori che portano la corrente) e "in uscita" (che passa attraverso l'altro conduttore) e si apre con un brevissimo ritardo (tipicamente inferiore al secondo) quando viene rilevata una differenza, anche molto piccola (tipicamente poche decine di mA, tipicamente 20-30 mA) tra tali intensità di corrente. In questo modo esso realizza una protezione nei confronti delle "dispersioni" di corrente, in particolare quelle dirette verso terra, che potrebbero verificarsi anche nel caso di contatto accidentale del corpo umano con i conduttori della rete elettrica. Grazie alla rapidità di intervento, esso è quindi in grado di attenuare, ma non prevenire completamente, i rischi di folgorazione.