

*Laboratorio di Intelligenza Artificiale e Robotica del Politecnico di Milano (AIRLab)*

## **Documento per la Valutazione dei Rischi**

2022-10-18

[Documento per la Valutazione dei Rischi](#)

[2022-10-18](#)

[Scopi di questo documento](#)

[Premessa sulle attività di laboratorio](#)

[Prototipi](#)

[Tipi di rischio](#)

- [> Rischi dovuti all'ignoranza](#)
- [> Rischi meccanici](#)
- [> Rischi elettrici](#)
- [> Rischi legati al rumore](#)
- [> Rischi termici](#)
- [> Rischi legati a radiazione laser](#)
- [> Rischi chimici](#)
- [> Rischi legati all'uso di robot](#)
- [> Rischi legati all'ergonomia](#)
- [> Rischi legati alle informazioni ricavate da internet](#)

[Dove trovare manuali e documentazione](#)

[Rischi e precauzioni associati a specifici apparati o strutture](#)

[Rete di alimentazione elettrica 230 V AC](#)

[Postazioni di lavoro](#)

[Oggetti pesanti](#)

[Personal Computer e videoterminali \(VDT\)](#)

[Trapano a colonna](#)

[Mola](#)

[Attrezzi meccanici semplici \(pinze, cacciaviti, martelli, chiavi, ...\)](#)

[Saldatore a stagno](#)

[Multimetri \("tester"\) ed oscilloscopi](#)

[Alimentatori](#)

[Motori elettrici](#)

[Trasformatori elettrici](#)

[Generatori di segnali elettrici](#)

[Batterie e dispositivi che comprendono batterie](#)

[Dispositivi sperimentali](#)

[Dispositivi che comprendono emettitori laser](#)

[Robot](#)

[Prodotti chimici \(vernici, solventi, detergenti, ...\)](#)

[Procedure di eliminazione dei rifiuti speciali](#)

[Procedure in caso di emergenza](#)

Ogni utente del Laboratorio AIRLab deve svolgere le proprie attività nel rigoroso rispetto delle indicazioni di:

1. il presente Documento per la Valutazione dei Rischi;
2. il Regolamento dei Leonardo Robotics Labs, struttura multilaboratoriale del quale l'AIRLab fa parte insieme ai laboratori MERLIN e NearLab;
3. la formazione sulla sicurezza impartita dal Politecnico di Milano.

Chiunque causi danni a sé o ad altri per inosservanza delle indicazioni provenienti da queste tre fonti sarà **personalmente responsabile** di tali danni.

## Scopi di questo documento

La funzione principale di questo documento è quella di fornire agli utenti dell'AIRLab una guida sui pericoli per la salute propria ed altrui che possono scaturire dalle attività svolte in laboratorio, e sulle precauzioni che è necessario e obbligatorio prendere per evitarli.

La seconda funzione di questo documento è di raccogliere, presso le strutture deputate alla gestione della sicurezza del Politecnico di Milano, le informazioni e le procedure definite dal Responsabile per la Sicurezza dell'AIRLab al fine di rendere sicure le attività di laboratorio. Questa seconda funzione è svolta in conformità alle indicazioni del Decreto Rettorale N. 78/AG del 7/1/1999.

## Premessa sulle attività di laboratorio

Il Laboratorio di Intelligenza Artificiale e Robotica è un laboratorio didattico e di ricerca. Ciò significa che i dispositivi in esso contenuti (robot, circuiti elettronici, strutture meccaniche, e così via) possono essere apparecchiature sperimentali, prototipi, o comunque oggetti non completi o temporanei. Oppure possono essere apparecchiature commerciali parzialmente smontate o in qualche modo modificate. Per tali ragioni è quasi sempre possibile, se non si è coscienti di ciò che si sta facendo, maneggiare un dispositivo danneggiando sé stessi, altri, o il dispositivo stesso.. La sicurezza di un tale apparato non dipende, come accade per i prodotti commerciali, dal fatto che all'utente viene impedito fisicamente di utilizzarli in modo errato: dipende invece dal fatto che l'utente sappia come tale apparato funziona, come è realizzato e quali rischi può presentare il suo utilizzo.

Ai generici pericoli che qualsiasi laboratorio contenente apparecchiature elettromeccaniche comporta per un frequentatore ignorante o disattento, l'AirLab ne aggiunge altri, molto specifici, collegati alla presenza di robot. Perciò è necessario che ogni utente dell'AirLab conosca tali pericoli e sappia come prevenirli.

Tutto ciò non significa che il lavoro in AirLab sia di per sé pericoloso: non lo è. Ma lo diventa per chi lavora senza attenzione o senza essersi documentato adeguatamente, e per chi suppone che qualcun altro abbia il compito di pensare al posto suo. Ogni persona è responsabile di ciò che fa.

## Prototipi

Un'attività frequentemente svolta dagli utenti dell'AirLab è la realizzazione o la modifica di *prototipi*.

Un prototipo è una qualsiasi realizzazione (un circuito, una struttura meccanica, un robot...) costruita a scopo di studio o per eseguire esperimenti. Chiunque realizzi o modifichi un prototipo è tenuto ad eliminare da esso tutte le possibili cause di rischio per sé stesso e per gli altri utenti del laboratorio. Le categorie ed i tipi di rischi da considerare sono elencati nei paragrafi seguenti.

Si noti che non è sufficiente eliminare i pericoli diretti agli utilizzatori del prototipo (ad esempio i contatti elettrici scoperti o protetti in modo inadeguato, che diventano pericolosi solo ad apparecchio alimentato), ma occorre eliminare anche quelli diretti a chi può entrare casualmente in contatto con esso (ad esempio, le parti metalliche pungenti o taglienti).

I rischi associati ad un prototipo ed i metodi da impiegare per eliminarli devono, se necessario o in caso di dubbi, essere discussi col responsabile del proprio progetto: in ogni caso è responsabilità di chi costruisce, modifica o utilizza un prototipo eliminare i rischi ad esso associati.

## Tipi di rischio

Qui di seguito è presente un elenco delle categorie di rischio alle quali un utente dell'AirLab può trovarsi esposto. Nel seguito il termine "dispositivo" è utilizzato nell'accezione più generica possibile (può indicare un robot, un circuito elettronico, una struttura meccanica, un cavo, un attrezzo, uno strumento...).

Nella sezione *Rischi e precauzioni associati a specifici apparati o strutture* questi rischi vengono associati agli specifici dispositivi in grado di generarli e vengono date indicazioni dettagliate su come evitarli e sui Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) obbligatori.

### ➤ **Rischi dovuti all'ignoranza**

Il dispositivo può essere pericoloso se utilizzato senza conoscerne potenzialità, limitazioni e (nel caso di un apparato sperimentale) eventuali problemi noti o particolarità non immediatamente evidenti. È necessario leggere attentamente tutta la documentazione cartacea ed elettronica su di esso disponibile (manuali, schede tecniche, ...) *prima* di utilizzarlo.

Nel caso di dispositivi sperimentali in corso di sviluppo la documentazione spesso non esiste o è parziale: in questi casi è necessario contattare una delle persone che di esso si occupano. Tale persona è *tenuta* a dedicare, a chiunque debba interagire con il dispositivo in sviluppo, tutto il tempo necessario per fornire approfondite spiegazioni e chiarire eventuali dubbi. In attesa di tali spiegazioni, non toccare il dispositivo. In caso di dubbi, contattare il responsabile del proprio progetto.

La regola generale che deve governare il lavoro di ogni utente dell'AirLab è quella di utilizzare solo le apparecchiature, gli attrezzi, i materiali in merito ai quali l'utente è stato esplicitamente formato dal Politecnico di Milano. Tale formazione può assumere diverse forme (tra cui: corsi di formazione; spiegazioni fornite a voce direttamente dal personale AirLab; lettura attenta della documentazione tecnica a corredo, incluse le tesi di laurea rilevanti). Un utente deve astenersi dall'uso di elementi in merito ai quali non è stato esplicitamente formato.

### ➤ **Rischi meccanici**

Il dispositivo può presentare spigoli vivi, elementi sporgenti o parti taglienti o pungenti o abrasive che possono ferire. Inoltre possono essere presenti organi in grado di schiacciare parti del corpo.

Il dispositivo può comprendere organi mobili nei quali possono impigliarsi parti del corpo (tipicamente i capelli) o dell'abbigliamento.

Il dispositivo, o parti di esso, possono essere instabili. Perciò è possibile che essi si ribaltino e cadano addosso a qualcuno. Questo rischio può eventualmente presentarsi solo in particolari configurazioni di utilizzo (ad esempio quando vengono estratti i contenitori delle batterie).

Il dispositivo può presentare parti mobili che, durante il funzionamento, possono colpire e ferire qualcuno. Possono anche essere presenti organi soggetti a staccarsi dal dispositivo durante il funzionamento ed essere proiettati lontano, col rischio di colpire qualcuno. Il dispositivo stesso può muoversi in modo incontrollato (ad esempio, un robot mobile) e colpire persone e cose.

Il dispositivo, o parti di esso, possono essere troppo pesanti per poter essere trasportati senza danni da una sola persona (si veda anche la sezione *Oggetti pesanti*).

Il dispositivo o parti di esso possono, durante il funzionamento o il trasporto, cadere addosso a qualcuno e ferirlo.

## ➤ Rischi elettrici

*I rischi elettrici sono associati al verificarsi di un contatto, diretto o mediato da oggetti, tra parti del corpo ed elementi sotto tensione. Il rischio di effetti nocivi o letali conseguenti a tale contatto dipende dalla corrente in transito ed è legato ad una quantità di fattori (quali parti del corpo fanno contatto, umidità e sudorazione, area di contatto, sensibilità individuale, ...) difficilmente quantificabili. È possibile però dare alcune regole generali:*

- *mai esporsi al rischio di entrare in contatto con elementi di dispositivi alimentati a tensioni superiori ai 12V senza protezioni isolanti (guanti);*
- *mai toccare apparecchi elettrici con le mani bagnate o umide (incluso il caso di mani sudate);*
- *le tensioni alternate (sinusoidali, pulsate, ...) sono più pericolose di quelle continue;*
- *le sorgenti in grado di erogare alte correnti (ad esempio, batterie, rete elettrica a 230V, ...) sono particolarmente pericolose;*
- *alcuni dispositivi elettrici (condensatori, batterie, ...) sono pericolosi anche in assenza di qualsiasi alimentazione esterna;*
- *mai toccare a mani nude una persona che sta subendo una scossa elettrica: per allontanarla dalla sorgente della scossa usare oggetti in materiale isolante (plastica, legno, cartone, ...).*

Il dispositivo può presentare contatti elettrici scoperti. Toccare tali contatti può essere molto pericoloso. Qualora questa situazione venga rilevata, essa va immediatamente segnalata al Responsabile per la Sicurezza del laboratorio (si veda la sezione *Procedure in caso di emergenza*). Quando viene realizzato un dispositivo, occorre assicurarsi che i contatti elettrici non siano scoperti e siano isolati in maniera opportuna, ad esempio prevedendo coperture isolanti delle connessioni che non possano essere rimosse accidentalmente nella manipolazione.

Per molti dispositivi, quali i robot, il telaio metallico viene utilizzato come riferimento elettrico (massa). In tal caso, toccare contemporaneamente il telaio ed un qualsiasi punto del dispositivo che non sia elettricamente a massa può provocare una scossa elettrica.

## ➤ Rischi legati al rumore

*L'esposizione a suoni e rumori, sia udibili (ovvero compresi nella banda convenzionale 20 Hz - 20 kHz) sia inudibili (cioè esterni a tale banda) può avere effetti nocivi. Tali effetti dipendono dall'intensità e dalla distribuzione spettrale dei rumori stessi, ed in una certa misura dalla sensibilità individuale. I possibili effetti comprendono disagio di vario tipo (che può non avere causa evidente nel caso sia dovuto a suoni inudibili), dolore, diminuzioni o perdite dell'udito temporanee o permanenti.*

Il dispositivo può emettere, durante il funzionamento, suoni o rumori sufficientemente intensi da essere rischiosi per tutti i presenti (inclusi coloro che non sono direttamente coinvolti nelle attività rumorose).

Per evitare danni è necessario, in tutti i casi nei quali viene prodotto rumore intenso ed in particolare se i presenti avvertono fastidio o dolore alle orecchie, che tutte le persone interessate dal fenomeno indossino opportune protezioni (cuffie antirumore).

#### ➤ **Rischi termici**

Durante il funzionamento, il dispositivo o alcune sue parti possono scaldarsi fino a rendere pericoloso il contatto con parti del corpo.

Il contatto di parti calde del dispositivo con oggetti o materiali infiammabili (inclusi gli indumenti) può provocare incendi.

#### ➤ **Rischi legati a radiazione laser**

Alcuni dispositivi (ad esempio i sensori di distanza, molto usati in robotica) comprendono emettitori di luce laser, visibile o meno. La radiazione emessa può danneggiare gli esseri umani; in particolare risultano particolarmente delicati gli organi della vista.

I laser sono classificati in base alle seguenti **classi di rischio**:

- Classe 1: laser la cui radiazione non è pericolosa.
- Classe 2: laser la cui radiazione è in grado di causare danni all'occhio, ma che risultano sicuri per via delle reazioni di difesa automatiche dell'occhio, compreso il riflesso palpebrale. Emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm.
- Classe 3A: laser che sono sicuri per la visione ad occhio nudo. Per i laser che emettono nel visibile (intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm) la protezione è assicurata dalle reazioni di difesa, compreso il riflesso palpebrale. Per le altre lunghezze d'onda il rischio per l'occhio nudo non è superiore a quello di Classe 1.
- Classe 3B: la visione diretta del fascio di questi laser e delle sue riflessioni diffuse (su ostacoli ambientali) può causare danni all'occhio.
- Classe 4: laser le cui riflessioni diffuse sono pericolose per l'occhio. Possono inoltre causare lesioni alla pelle e costituire un pericolo di incendio. Il loro uso richiede estrema cautela.

La classificazione di un apparecchio laser commerciale è indicata dal costruttore sul corpo dell'apparecchio stesso. I dispositivi usati in robotica appartengono in genere alle classi 1 o 2. Per poter utilizzare laser di classe superiore a 3A è indispensabile che tutti i presenti (non il solo utilizzatore) indossino apposite protezioni.

Non modificare mai un'apparecchiatura laser (ad esempio, inserendo un'ottica aggiuntiva): questo può modificarne la pericolosità rispetto alla classificazione originale.

### ➤ **Rischi chimici**

Il dispositivo può emettere, in condizioni normali di utilizzo (funzionamento, ricarica, ...) sostanze nocive per contatto o per inalazione, ad esempio perché velenose o corrosive. Il dispositivo può contenere sostanze nocive che possono riversarsi all'esterno se non si osservano opportune precauzioni.

Il dispositivo può emettere sostanze nocive in condizioni di malfunzionamento (surriscaldamento, corto circuito, sovraccarica o scaricamento eccessivo delle batterie, ...).

Il laboratorio dispone (in officina) di cappe aspiranti, adatte però solo a fumi la cui pericolosità e quantità sono modeste (ad esempio, fumi da saldatura a stagno). Non è possibile eseguire in laboratorio operazioni che possano produrre fumi pericolosi e/o abbondanti.

Il laboratorio non è attrezzato per l'utilizzo e lo smaltimento di acidi e sostanze chimiche speciali, pertanto il loro uso non è permesso. Per quanto riguarda lo smaltimento dei prodotti chimici si veda la sezione *Procedure di eliminazione dei rifiuti speciali*.

### ➤ **Rischi legati all'uso di robot**

*Un robot è a tutti gli effetti un apparato meccanico, ed in genere elettromeccanico. Dunque esso è in grado di generare tutti i tipi di rischio elencati nelle sezioni Rischi meccanici e Rischi elettrici. In aggiunta ad essi, i robot introducono alcuni tipi di rischio particolari, elencati qui di seguito. Per evitare tali rischi occorre osservare opportune precauzioni, descritte in dettaglio nella sezione "Rischi e precauzioni associati a specifici apparati o strutture".*

Un robot può, a causa di errori nel software, comportarsi in modo completamente diverso da quanto previsto (ad esempio partire in una data direzione con la massima accelerazione) o addirittura anomalo (ad esempio manovrare un proprio organo in modo da causarne la rottura con espulsione di frammenti), mettendo a rischio tutti coloro che si trovano nella zona circostante.

Un robot può, durante il movimento autonomo, travolgere qualcuno.

Un robot può muoversi improvvisamente e ferire qualcuno. Ciò può avvenire anche molto tempo dopo l'invio dell'ultimo comando di movimento, nel caso in cui sia in atto qualche meccanismo di ritardo (struttura o errori del software, guasto hardware, risposta ad eventi esterni, ...). Per tale ragione occorre che ogni robot acceso e non strettamente sorvegliato sia in condizione di blocco (in genere raggiunta azionando appositi pulsanti di emergenza, normalmente rossi e a forma di fungo).

### ➤ **Rischi legati all'ergonomia**

L'utilizzo prolungato di calcolatori può causare danni alla vista o all'apparato muscolare e scheletrico, qualora non vengano osservate opportune precauzioni (descritte in dettaglio nella sezione "Rischi e precauzioni associati a specifici apparati o strutture").

In qualsiasi lavoro (specie se meccanico) una postazione di lavoro mal organizzata moltiplica i rischi. Una postazione è ben organizzata se esiste uno spazio di lavoro (libero da qualsiasi materiale) sufficiente, si ha buona visibilità, sedia e tavolo sono regolati correttamente (specie in altezza) e tutti gli attrezzi necessari sono a portata di mano.

### ➤ **Rischi legati alle informazioni ricavate da internet**

Da internet è possibile ricavare informazioni ed istruzioni relative a quasi tutti gli ambiti tecnici. Spesso queste informazioni sono accurate, ma non sempre; a volte sono *pericolosamente* inaccurate. Dunque occorre sempre valutare criticamente quanto ottenuto via internet, e non dare mai per scontato che una formattazione o un tono "professionali" implicino anche accuratezza di contenuti. Occorre verificare con il proprio responsabile l'adeguatezza di quanto ritrovato.

In particolare non bisogna affidare mai la sicurezza di persone, dati o apparecchiature a codice o istruzioni ottenuti da internet e non verificati in altro modo.

## **Dove trovare manuali e documentazione**

Prima di utilizzare un'apparecchiatura è necessario avere piena padronanza delle sue caratteristiche e del suo utilizzo. Nel caso in cui tali informazioni non siano già in proprio possesso, è necessario rivolgersi al responsabile del progetto.

Si noti che la documentazione associata ad una apparecchiatura potrebbe consistere in tutto o in parte in una o più tesi, tesine o elaborati di laurea degli studenti che hanno lavorato ad un progetto. È possibile ottenere copia dei documenti in questione dal proprio responsabile.

Nel caso di dispositivi sperimentali in corso di sviluppo la documentazione spesso non esiste o è parziale: in questi casi esiste sempre una persona (docente, tesista, ...) che sta occupandosi del progetto. Questa persona (o gruppo di persone) è *tenuta* a dedicare, a chiunque debba interagire con il dispositivo in sviluppo, tutto il tempo necessario per fornire approfondite spiegazioni e chiarire eventuali dubbi. In attesa di tali spiegazioni, non toccare il dispositivo. Se si constata una mancanza della necessaria collaborazione da parte dei responsabili di un apparato sperimentale che si ha necessità di usare, segnalare la cosa al responsabile del proprio progetto o, in ultima istanza, al Responsabile per la Sicurezza del laboratorio (si veda la sezione *Procedure in caso di emergenza*).

Prima di utilizzare qualsiasi apparato o dispositivo presente in AIRLab è *obbligatorio* reperire ed esaminare attentamente tutta la documentazione ad esso relativa, con particolare attenzione alle sezioni relative agli eventuali rischi ed alle procedure di

sicurezza. Ciò vale anche nel caso in cui la documentazione sia disponibile solo nella forma di colloquio con le persone responsabili di un apparato sperimentale.

## **Rischi e precauzioni associati a specifici apparati o strutture**

Qui di seguito vengono presi in esame tutti i tipi di apparecchiature presenti in AIRLab e che possono dar luogo a rischi. Per ciascuno di tali tipi vengono messi in evidenza gli specifici rischi e le precauzioni richieste per evitarli, incluso l'utilizzo di eventuali Dispositivi di Protezione Individuale (DPI). L'uso di tali precauzioni è obbligatorio: se esse non sono disponibili l'uso dell'apparecchiatura è vietato ed è necessario segnalare immediatamente la cosa al responsabile del proprio progetto.

Qualora durante il lavoro in AIRLab si rilevi una qualsiasi condizione di rischio non considerata in questo documento, oppure per la quale si ritiene che non siano stati presi sufficienti provvedimenti preventivi, è obbligatorio segnalarla immediatamente al Responsabile per la Sicurezza del laboratorio (si veda la sezione *Procedure in caso di emergenza*). Ogni segnalazione di questo tipo è importante e sarà molto apprezzata.

### **Rete di alimentazione elettrica 230 V AC**

La rete di alimentazione del laboratorio non differisce da quella di una normale abitazione, e dunque il suo uso richiede le stesse precauzioni per evitare i pericoli di folgorazione. In particolare occorre:

- evitare assolutamente di toccare parti sotto tensione, anche se non appartenenti alla rete stessa ma ad apparecchiature ad essa collegate (ad esempio tramite il cavo di alimentazione);
- evitare di modificare, smontare o comunque manomettere elementi della rete (prese di corrente, canaline, cavi, ...). Qualora si notino anomalie di qualsiasi tipo (coperchi mancanti, prese rientranti, ...) avvertire subito il responsabile del proprio progetto;
- non utilizzare cavi di alimentazione o di prolunga danneggiati;
- non costruire o modificare cavi di alimentazione;
- non scollegare mai un cavo di alimentazione da una presa tirando il cavo stesso: operare direttamente sulla spina;
- non utilizzare cavi privi del terminale di terra (cioè cavi a 2 conduttori) per alimentare apparati che non lo prevedano esplicitamente;
- utilizzare solo cavi di alimentazione e di prolunga di sezione adeguata alla potenza degli apparati da alimentare. Per apparati alimentati a 230 V, si può considerare adeguata una sezione di ciascuno dei 3 conduttori almeno pari a  $1\text{mm}^2$  per kW di potenza assorbita (e.g.: potenza assorbita 3 kW -> usare cavo elettrico a 3 conduttori ciascuno da  $3\text{mm}^2$ ).

## **Postazioni di lavoro**

Per ridurre i rischi legati allo svolgimento di un lavoro manuale, specie se critico o delicato (ad esempio una saldatura), è importante organizzare con cura la postazione di lavoro: il tempo dedicato a tale organizzazione è molto ben speso.

Tra le regole per l'organizzazione della postazione di lavoro:

- collocare la postazione di lavoro in un punto dotato di buona illuminazione
- liberare uno spazio sufficiente sul piano di lavoro
- procurarsi in anticipo tutti gli attrezzi necessari per il lavoro
- disporre gli attrezzi a portata di mano
- regolare le altezze di seduta e piano di lavoro in modo che il lavoro sia comodo e agevole
- se durante il lavoro ci si rende conto che un attrezzo manca, interrompere il lavoro e procurare l'attrezzo

In merito all'ultimo punto, è importante evitare la tentazione di utilizzare un attrezzo inadatto ma disponibile in sostituzione di uno adatto ma non immediatamente disponibile. Ciò porta quasi sempre ad una o più delle conseguenze seguenti: rischi per l'utilizzatore, danni all'attrezzo, lavoro mal eseguito.

Al termine del lavoro la postazione deve essere lasciata pulita ed ogni eventuale residuo di materiale rimosso, in modo che il prossimo utente non debba svolgere questa attività necessaria per ottenere una postazione priva di rischi.

## **Oggetti pesanti**

*Il massimo carico trasportabile senza rischio di lesioni muscolari varia da persona a persona e dipende dalla forma e dai punti di presa del carico. In ogni caso, non bisogna mai eseguire da soli lo spostamento di carichi di peso superiore a 30 kg. Per trasportare in sicurezza un carico il cui peso è  $P$  kg occorrono almeno  $P/30$ kg persone.*

*La soglia di 30 kg va ridotta opportunamente qualora il carico da spostare non presenti buoni punti di presa o sia particolarmente grande, oppure quando la persona o le persone incaricate del trasporto siano poco allenate al trasporto di oggetti pesanti e/o ingombranti.*

Mai cercare di spostare da soli un carico troppo pesante: occorre invece chiedere aiuto ad uno o più degli altri utenti del laboratorio. Se al momento non esistono persone disponibili, attendere fino a che siano presenti.

Durante lo spostamento di oggetti pesanti, specie se effettuato da più persone, fare attenzione a non appoggiarli o farli cadere sui piedi di qualcuno.

Il trasporto di oggetti pesanti lungo una scalinata è particolarmente pericoloso e va eseguito con estrema attenzione. Ricordare che in queste condizioni la maggior parte del peso dell'oggetto è sostenuto da chi si trova più in basso sulla scala.

Durante lo spostamento di oggetti ingombranti, prestare particolare attenzione agli effetti di eventuali urti di parti dell'oggetto con ostacoli circostanti (ad esempio stipiti delle porte o armadi).

### **Personal Computer e videoterminali (VDT)**

*In laboratorio il personal computer (o, nella terminologia antinfortunistica, VDT o videoterminale) è l'apparecchio più utilizzato in assoluto. Pertanto i rischi collegati al suo uso, sebbene meno critici di quelli connessi ad altri apparati, non vanno sottovalutati.*

Contrariamente a quanto si pensi, il principale rischio derivante dall'uso del videoterminale non è l'emissione di radiazioni (che in condizioni normali è trascurabile) ma il rischio per la vista e l'apparato muscolo scheletrico. I problemi alla vista sono in genere causati da riflessi sullo schermo, da sfarfallio dell'immagine e da contrasti inadeguati. I problemi dell'apparato muscolo-scheletrico sono invece legati ad una cattiva postura, all'utilizzo di componenti della postazione di lavoro inadatti (sedia, piano di lavoro), ad una cattiva organizzazione della postazione (posizionamento monitor, tastiera, leggio) o a cattive abitudini di lavoro (posture incongrue).

Per evitare l'affaticamento visivo occorre:

- posizionare correttamente il monitor rispetto alle fonti luminose, in modo da evitare riflessi;
- regolare luminosità e contrasto dello schermo in modo da rendere nitida l'immagine ed evitare eccessivi contrasti tra sfondo del monitor e sfondo del locale;
- in caso di stanchezza visiva eseguire degli esercizi di rilassamento degli occhi (ad esempio, seguire con lo sguardo il perimetro del soffitto, distogliere l'attenzione da oggetti vicini e guardare verso oggetti lontani, socchiudere le palpebre per alcuni minuti escludendo gli occhi dalle fonti di luce).

Per evitare disturbi all'apparato muscolo-scheletrico occorre:

- regolare correttamente l'altezza della sedia rispetto al tavolo, in modo che gli avambracci risultino all'incirca orizzontali durante la digitazione su tastiera (non a caso le sedie sono regolabili...);
- mantenere posture corrette (sedersi con la schiena dritta, appoggiare i polsi al piano di lavoro quando non si sta digitando);
- posizionare la tastiera in modo da poggiare la parte terminale dell'avambraccio sul piano di lavoro, o sui braccioli della seduta, durante la digitazione;
- in caso di affaticamento cambiare posizione o eseguire esercizi di rilassamento.

In ogni caso, per chi opera in modo continuativo al videoterminale è prescritto di effettuare pause di quindici minuti ogni due ore di lavoro, dedicandosi ad altra attività ed evitando soprattutto di rimanere seduti.

## **Trapano a colonna**

Il trapano a colonna, se correttamente utilizzato, è un attrezzatura molto sicura. Tuttavia esistono numerosi rischi associati al suo uso scorretto.

Un pezzo in fase di foratura può essere proiettato con forza lontano dal trapano se non è ben assicurato. Utilizzare sempre il morsetto fissato alla base del trapano per fissare i pezzi da forare.

Non tenere mai fermo con la mano un pezzo da forare: è molto facile ferirsi.

Non utilizzare mai il trapano senza aver chiuso la protezione in plastica trasparente che si trova intorno alla punta.

Quando esiste la minima possibilità che vengano prodotti trucioli o schegge, o nel dubbio che ciò sia possibile, indossare gli occhiali protettivi.

Se la foratura di un pezzo produce un rumore anche minimamente fastidioso indossare le apposite cuffie antirumore, per evitare possibili danni all'udito. Se sono presenti altre persone nei pressi del trapano, allontanarle o fare indossare anche a loro le cuffie prima di riprendere a lavorare. Non proseguire il lavoro se anche indossando le cuffie il rumore resta fastidioso. In molti casi la produzione di rumori può essere ridotta applicando un apposito lubrificante sulla zona della foratura.

Per minimizzare rumore e rischi nella realizzazione di un foro di grande diametro (maggiore di 4mm), iniziare con una foratura di piccolo diametro (ad es. 3mm) ed allargarla di 1mm alla volta montando in successione più punte con diametri scalati di 1mm.

E' possibile che durante la foratura di un pezzo la punta del trapano si spezzi o si pieghi. Una punta rotta o piegata costituisce un grave pericolo perché può dare luogo a gravi anomalie di funzionamento del trapano (ad esempio potrebbero essere scagliati pezzi in tutte le direzioni). In caso di rottura o piegatura di una punta interrompere immediatamente l'operazione, smontare la punta (o quanto di essa è rimasto fissato al trapano) e buttare la punta ed eventuali pezzi staccatisi da essa.

Non usare punte che non appaiono in perfette condizioni (in particolare le punte devono essere perfettamente diritte). Se ci si imbatte in una punta non perfetta, metterla da parte dove gli altri utenti non possano trovarla e consegnarla al responsabile del proprio progetto al più presto.

Prestare attenzione al tipo di punta usato. Esistono quattro tipi principali di punte: da metallo (quelle normalmente usate in AIRLab), da legno (con punta principale e due spunzoni taglienti laterali), da muro (con testa più larga del corpo e di forma triangolare) e abrasive; ciascuno di essi è idoneo solo per una categoria ben precisa di materiali. Non usare mai punte della categoria non corrispondente al materiale su cui viene effettuato il foro; nel dubbio, chiedere al responsabile del proprio progetto.

## **Mola**

Durante l'uso della mola è sempre obbligatorio usare sia gli appositi guanti di protezione pesanti sia gli occhiali protettivi.

Durante la molatura possono prodursi scintille, che possono incendiare eventuali materiali infiammabili. Perciò prima di usare la mola occorre eliminare dall'area circostante qualsiasi materiale infiammabile (carta, stracci, prodotti chimici, ...).

E' molto facile, durante le operazioni di molatura, che vengano proiettati frammenti di materiale. Le apposite protezioni montate sulla mola stessa (schermi paraschegge, che non vanno mai spostati o, peggio, smontati) servono ad impedirlo, ma potrebbero non essere del tutto efficaci. Perciò è necessario allontanare dalle vicinanze della mola ogni persona non dotata di occhiali protettivi.

Se un oggetto qualsiasi dovesse incastrarsi tra il cilindro rotante e la piastra orizzontale che si trova davanti ad esso (poggiapezzi) fermare immediatamente la mola, scollegarla dalla rete elettrica a 230V e disincastrare con cura l'oggetto senza ricollegare o riaccendere la mola.

Verificare che il bordo del poggiapezzi non disti dal cilindro rotante più di 2mm. Ciò è necessario per minimizzare il rischio che il pezzo in lavorazione possa incunearsi tra di essi, incastrandosi. Se si rileva che la distanza effettiva è maggiore interrompere immediatamente la lavorazione, segnalare la cosa al responsabile del proprio progetto e fissare alla mola un cartello con la scritta "NON USARE – IN ATTESA DI MANUTENZIONE".

## **Attrezzi meccanici semplici (pinze, cacciaviti, martelli, chiavi, ...)**

*La maggior parte degli incidenti avviene durante l'utilizzo di strumenti che l'utente ritiene di sapere come utilizzare, perché ciò induce a ridurre il livello di attenzione. E' molto importante rimanere pienamente attenti anche quando si usano attrezzi semplici, già utilizzati centinaia di volte nel passato.*

*Anche gli attrezzi meccanici più semplici (cacciavite, pinza, taglierino) possono essere molto pericolosi se utilizzati in modo disattento o senza seguire la formazione ricevuta. Non è necessario che un attrezzo sia motorizzato, elettrico o complicato perché sia pericoloso.*

*Qualora esista il minimo dubbio su come utilizzare un attrezzo in piena sicurezza per svolgere un lavoro, chiedere consiglio al responsabile del proprio progetto (o anche ad altri utenti, se realmente più esperti) prima di svolgere il lavoro.*

*Usare gli attrezzi senza rischi è anche questione di esperienza. Le prime volte che svolgete un dato lavoro, fatelo con la massima calma e attenzione. La velocità verrà poi.*

Non tenere mai fermo con le mani l'oggetto sul quale state lavorando con un attrezzo: in questo modo è possibile ferirsi gravemente se l'attrezzo "scappa di mano". Se è

disponibile nel locale in cui si sta lavorando, utilizzare sempre la morsa; altrimenti usare una pinza o altro attrezzo simile, in modo da tenere le mani (ed ogni altra parte del corpo) fuori dalla zona di lavoro.

Quando si esercita forza su un attrezzo (ad es. la spinta necessaria perché un cacciavite faccia presa sulla testa della vite), assicurarsi sempre che quella forza non sia nella direzione del corpo proprio o altrui: se necessario, spostarsi e far spostare gli altri presenti. In questo modo, se l'attrezzo dovesse "scappare di mano" non potrà ferire nessuno.

Mai usare un attrezzo per uno scopo diverso da quello previsto (esempi classici: usare un cacciavite come scalpello o punteruolo, un seghetto come sega da legno, una pinza come chiave inglese, un attrezzo pesante come martello...).

A volte gli attrezzi si rompono. Spesso per cattivo uso, ma non sempre. Prevedere i possibili rischi dovuti a rotture (esempio: lama del seghetto che si spezza e parte verso il viso di chi sta lavorando).

Se esiste il rischio di schiacciarsi, tagliarsi o comunque ferirsi le mani usare i guanti protettivi pesanti.

Se esiste il rischio di produrre trucioli o altri frammenti che possono ferire gli occhi usare gli occhiali protettivi.

Se trovate un attrezzo rotto, mettetelo da parte dove non possa essere trovato dagli altri utenti ed avvertite subito il responsabile del vostro progetto di ricerca, in modo che possa essere ripristinato al più presto.

## **Saldatore a stagno**

*Anche un ingegnere elettronico potrebbe non aver mai incontrato, nel suo percorso di studi, la necessità e/o l'opportunità di eseguire saldature a stagno. La saldatura è una tecnica molto utile, ma richiede esperienza: prendetevi il tempo e l'esercizio necessario per padroneggiarla facendo qualche prova con componenti che non hanno valore.*

*Su internet sono disponibili molti tutorial sull'esecuzione delle saldature, ma (come sempre nel caso di internet) non tutte le informazioni pubblicate sono corrette. Fare riferimento al sito web dell'AirLab per reperire tutorial affidabili.*

Il cosiddetto "stagno per saldatura" può contenere piombo, un metallo tossico. Dopo aver eseguito una saldatura lavarsi le mani per eliminare possibili tracce di piombo o altre sostanze nocive.

La saldatura a stagno genera fumi nocivi, e va quindi effettuata avendo cura di non inalare i fumi. A tale scopo è obbligatorio utilizzare le cappe aspiranti disponibili nell'officina.

La punta di un saldatore da elettronica si riscalda fino a circa 350°C, e provoca gravi ustioni se toccata. Per lo stesso motivo, toccando con un saldatore un oggetto

inflammabile o esplosivo è possibile provocare un incendio o uno scoppio. Evitare assolutamente contatti anomali tra la punta del saldatore e altri oggetti.

Non appoggiare il saldatore da nessuna parte che non sia la sua base. Tale base è strutturata in modo da evitare contatti accidentali con la punta calda del saldatore. Non lasciare mai incustodito un saldatore caldo: risulta infatti impossibile per gli altri utenti sapere che è caldo, se non ustionandosi. Non allontanarsi dal saldatore prima che esso si sia raffreddato (il che richiede qualche minuto dopo lo spegnimento).

Lo stagno, a contatto con la punta di un saldatore troppo caldo, può formare piccole gocce di metallo fuso che possono schizzare sulla pelle. Se si constata che si formano gocce di questo genere, raffreddare leggermente il saldatore (ad esempio abbassandone la temperatura o, se non regolabile, spegnendolo per breve tempo).

La saldatura è il tipico lavoro che richiede... tre mani. Una che tiene il saldatore, una che tiene lo stagno, e la terza che tiene il pezzo da saldare (ammesso che la struttura al quale questo va saldata sia fissa, altrimenti occorrono quattro mani). Cercare di svolgere il lavoro con due sole mani aumenta vertiginosamente il rischio di ustioni e danni. La soluzione è utilizzare la cosiddetta *terza mano*, un piccolo attrezzo dotato di una base pesante e di una o più pinze regolabili per tenere ferme le parti da saldare; in questo modo le mani di chi salda restano libere per tenere saldatore e stagno.

### **Multimetri (“tester“) ed oscilloscopi**

*Collegando le sonde di uno strumento per le misure elettriche (quale un multimetro o un oscilloscopio) ad un circuito si rende lo strumento parte integrante del circuito. Dunque prima di procedere occorre fare un’attenta analisi elettrica di ciò che si sta per fare. In che modo il collegamento dello strumento influenzerà il circuito? Il circuito continuerà a lavorare entro le specifiche di progetto? Creare (attraverso lo strumento) una connessione elettrica tra due punti del circuito può dar luogo a rischi? Lo strumento rischia di essere sottoposto a tensioni o correnti eccessive rispetto a quelle sopportabili?*

*In caso di dubbio contattare il responsabile del proprio progetto prima di effettuare il collegamento.*

Durante l’applicazione delle sonde al circuito sotto esame, fare attenzione a non toccare con le mani nessuna parte elettrica (incluse le parti metalliche delle sonde stesse). Fare attenzione a non mettere in contatto tra loro parti diverse del circuito sotto esame, attraverso il contatto accidentale dei cavi o delle sonde dello strumento tra di loro o con oggetti metallici. Ciò può provocare corti circuiti (che possono danneggiare il dispositivo), scintille, esplosione di componenti, incendi.

Prestare particolare attenzione se si sta analizzando un circuito nel quale circolano correnti o tensioni pericolose (esempio: apparecchiatura connessa alla rete elettrica a 230V, apparecchiatura contenente condensatori carichi).

Non lasciate mai incustodito uno strumento di misura collegato ad un circuito: qualcuno potrebbe toccare le sonde o lo strumento (ad esempio per prenderlo, senza essersi accorto che è in uso) e ricevere una scossa elettrica.

## **Alimentatori**

*Un alimentatore (forma abbreviata di “alimentatore in corrente continua”) è un dispositivo in grado di generare, tra una coppia di morsetti di uscita, una tensione continua di valore prefissato (ad esempio determinato dalla posizione di una manopola). A seconda della qualità dell'alimentatore tale tensione è più o meno indipendente dalla corrente assorbita dal carico eventualmente collegato ai morsetti d'uscita; in ogni caso un alimentatore deve essere capace di erogare una corrente rilevante (tipicamente dell'ordine di qualche Ampère) ed in particolare sufficiente per alimentare il dispositivo a cui è connesso*

*Fissata la tensione, quale sia la corrente effettivamente erogata dall'alimentatore è determinato dal carico; la corrente massima erogabile fa invece parte delle specifiche dell'alimentatore. Alcuni alimentatori sono dotati di un limitatore di corrente regolabile, che consente di ridurre a piacere la corrente erogata al carico. Un alimentatore può o meno possedere protezioni per evitare danni in caso di eccessiva richiesta di corrente (compreso il caso limite di corto circuito tra i morsetti, che se l'alimentatore fosse un generatore ideale di tensione porterebbe ad una corrente d'uscita infinita).*

Non toccare mai a mani nude i terminali d'uscita di un alimentatore.

Non collegare mai un alimentatore ad un circuito del quale non si conoscono esattamente topologia e funzioni. Il collegamento errato di un alimentatore ad un circuito può causare danni irreversibili al circuito, scintille, incendi e/o rotture di componenti, con potenziale fuoriuscita di sostanze tossiche. Il collegamento può essere errato o perché fatto in punti sbagliati del circuito oppure perché fatto nei punti giusti ma con tensione di uscita dell'alimentatore troppo alta.

Non collegare mai un alimentatore ad un carico che richiede una corrente superiore a quella massima erogabile dall'alimentatore, anche se quest'ultimo è dotato di protezioni da sovracorrente in uscita; in particolare non mettere mai in contatto tra di loro i terminali d'uscita di un alimentatore (corto circuito). Queste situazioni possono provocare surriscaldamenti, scintille o incendi. Notare che il corto circuito si verifica anche se i terminali sono collegati a parti di un circuito differenti ma elettricamente collegate tra loro, o a causa di contatto accidentale dei cavi collegati all'alimentatore tra loro o con oggetti metallici.

Non delegare la prevenzione dei corti circuiti alle protezioni interne all'alimentatore (se esistono): potrebbero non funzionare correttamente.

Non collegare mai due alimentatori diversi tra loro o ad uno stesso circuito: i rischi sono gli stessi che si verificano con i corti circuiti, con l'aggravante che non è detto che le eventuali

protezioni da corto circuito degli alimentatori intervengano in queste condizioni. Per ragioni analoghe occorre grande attenzione nel collegare ad uno stesso circuito un alimentatore ed un generatore di segnale (si veda il paragrafo successivo).

Regolare la tensione di uscita dell'alimentatore prima di collegarlo al circuito da alimentare; regolarla a connessione avvenuta porta al rischio di superare i valori corretti (il caso classico della "manopola dura" che si muove di scatto).

Non collegare mai un alimentatore ad una batteria. Un alimentatore non è un caricabatterie!

## **Motori elettrici**

*Un motore elettrico è un dispositivo elettromeccanico che trasforma energia elettrica in movimento, tipicamente di tipo rotatorio. I motori elettrici sono il più comune tipo di motore utilizzato a bordo dei robot. Spesso, ma non sempre, essi sono di tipo DC (in corrente continua), pilotati da un circuito PWM (Pulse Width Modulation) per regolarne la velocità di rotazione.*

Un comune motore elettrico, esclusi soltanto quelli più piccoli, è in grado di esercitare forze più che sufficienti a provocare danni all'utilizzatore. Prima di azionare un motore, il corpo del motore va bloccato stabilmente in modo che non possa muoversi.

Particolare attenzione va posta quando all'asse rotante del motore vengono collegati organi meccanici (ad esempio, una ruota o un braccio), perché il rischio aumenta. Particolare attenzione va dedicata a verificare che gli organi non possano staccarsi quando il motore entra in rotazione.

Per fermare un motore che mostra un comportamento anomalo, non agire mai direttamente su di esso, per esempio cercando di fermare gli organi in moto con le mani. Al contrario, intervenire sull'alimentazione elettrica del motore, spegnendola.

I motori possono surriscaldarsi con l'uso, in particolare i motori a passo, o i motori a corrente continua (inclusi i servomotori) in condizioni di sforzo. Occorre evitare di toccare il corpo motore di un motore che sta lavorando. Nella realizzazione di un prototipo, occorre evitare che il corpo di un motore che si può surriscaldare sia in contatto con parti infiammabili o scioglibili (ad esempio, plastica di un elemento stampato in 3D).

## **Trasformatori elettrici**

*Un trasformatore elettrico è un dispositivo elettromagnetico senza parti mobili utilizzato per modificare la tensione di un segnale elettrico. In genere un trasformatore presenta un avvolgimento primario (in genere detto semplicemente "primario") ed uno o più avvolgimenti secondari (detti "secondari"). Il primario ed i secondari sono accessibili all'esterno tramite coppie di morsetti. Al primario si collega un generatore di tensione, a ciascun secondario un utilizzatore: un parametro detto rapporto di trasformazione indica il rapporto tra le tensioni ai capi del primario e di uno dei secondari, e può essere sia maggiore sia minore di 1.*

*L'accoppiamento tra primario e secondario di un trasformatore è magnetico, ed i due avvolgimenti sono elettricamente isolati tra loro: perciò a volte i trasformatori sono utilizzati proprio per questa loro proprietà (si parla in tal caso di "trasformatori di isolamento").*

Non è possibile distinguere "ad occhio" il primario dal secondario di un trasformatore, oppure determinare il rapporto di trasformazione. Nel caso in cui questi dati non siano stampati sul dispositivo procedere con cautela a fare un test con un generatore di segnale (non in corrente continua: a frequenza 0 Hz un trasformatore non funziona!) ed un opportuno strumento di misura. Non fidarsi di eventuali etichette scritte a mano.

Un trasformatore può elevare una tensione innocua fino a renderla pericolosa, o innalzare una tensione già pericolosa fino a renderla sicuramente letale. In particolare occorre stare molto attenti quando si sta utilizzando un trasformatore collegato alla rete elettrica a 230V.

Ricordare (in caso di dubbi consultare un testo di elettrotecnica) che anche la corrente in transito da un trasformatore subisce l'effetto del rapporto di trasformazione. In particolare ad una diminuzione di tensione corrisponde un aumento della corrente: dunque occorre sempre assicurarsi che la sezione dei cavi collegati al secondario del trasformatore sia sufficiente, e non è detto che la sezione richiesta sia la stessa dei cavi collegati al primario.

Non superare i limiti di tensione e corrente ammissibili dal trasformatore. Se tali limiti non sono chiaramente indicati sul trasformatore stesso, mantenersi su livelli molto prudenziali.

### **Generatori di segnali elettrici**

*Un generatore di segnali è un dispositivo che fornisce in uscita una tensione variabile nel tempo secondo una gamma di possibili forme d'onda in uscita. In quanto generatore di tensione, un generatore di segnali può essere considerato come una generalizzazione del concetto di alimentatore, sebbene in pratica le funzioni dei due dispositivi siano differenti (l'alimentatore è usato per trasferire potenza, il generatore per trasferire un segnale con potenza spesso molto piccola). Un generatore può o meno possedere protezioni per evitare situazioni di eccessiva richiesta di corrente (compreso il caso limite di corto circuito tra i morsetti). Le raccomandazioni sui rischi da evitare sono simili a quelle esposte nella sezione Alimentatori: perciò rimandiamo a tale sezione, con l'accortezza di leggere "generatore di segnale" ogni volta che nel testo compare la parola "alimentatore".*

### **Batterie e dispositivi che comprendono batterie**

*Una batteria è un dispositivo elettrochimico in grado di immagazzinare energia sotto forma di separazione fisica tra cariche elettriche e di restituirla sotto forma di tensione elettrica tra i terminali "positivo" e "negativo" (il primo è quello con il potenziale elettrico maggiore).*

*In prima approssimazione, dal punto di vista dell'utilizzatore, una batteria si comporta come un generatore di tensione. Il valore della tensione fornita da una*

*batteria dipende dalla tecnologia con cui è realizzata e dal numero di celle eventualmente collegate in serie tra loro che costituiscono il dispositivo.*

*Tra le più comuni tecnologie utilizzate per realizzare batterie per robot vi sono quella al piombo/acido solforico (tensione della singola cella 2 V; tensioni tipiche per le batterie complete 6 V, 12 V, 24 V) e quella al Litio (tensione della singola cella 3,7 V; tensioni per le batterie complete pari a 1-6 volte questo valore). Questi valori di tensione sono nominali: a piena carica, una batteria può fornire tensioni superiori; via via che la batteria viene scaricata, la tensione cala secondo un andamento che dipende dalla tecnologia e dalla realizzazione del dispositivo.*

*Una batteria contiene energia, spesso in quantità rilevante. L'energia viene estratta sotto forma di corrente quando ai terminali viene collegato un carico. Dal momento che (per lo meno fino a che la batteria non è scarica) la tensione  $V$  tra i terminali resta costante, la potenza erogata da una batteria che eroga una corrente  $I$  è pari a  $P = V \cdot I$ . Poiché  $I$  può raggiungere valori elevati,  $P$  può essere molto elevata. Il valore di  $I$  dipende dal carico elettrico collegato alla batteria.*

Quando si utilizza una batteria (ad esempio come componente di un robot) occorre fare estrema attenzione ad evitare contatti elettrici tra i terminali della batteria. Mettere in corto circuito i due terminali porta la batteria ad erogare la massima corrente resa possibile dalla sua chimica interna, che in alcuni casi può arrivare anche a migliaia di A. Correnti così elevate causano rapidamente il surriscaldamento, e a volte l'esplosione, della batteria. Dal momento che le sostanze contenute nelle batterie sono (a seconda della tecnologia) infiammabili, tossiche e/o fortemente corrosive, questo tipo di evento va assolutamente evitato.

Le batterie vanno ricaricate solamente con alimentatori e cavi idonei, opportunamente segnalati dal responsabile dell'apparecchiatura che alimentano. In particolare si ricorda che il processo di carica delle batterie può provocare surriscaldamento di tutti gli elementi coinvolti, cavi compresi, che vanno quindi tenuti lontani da eventuali materiali infiammabili (ad esempio legno e carta).

Ogni batteria ha bisogno di uno specifico processo di carica (tempi, tensioni, correnti, ...), i cui parametri non sono in genere adatti ad altre batterie, anche con la stessa tecnologia di base (Pb, Ni-Cd, Ni-MH, Lilon, LiPo, ...). Dunque in genere non è possibile usare il caricabatteria adatto per una data batteria con un'altra batteria, per quanto "simile" essa sembri alla prima.

Un caricabatteria non è un alimentatore. Si tratta di un dispositivo complesso, che durante la ricarica fornisce alla batteria tensioni e correnti con andamenti particolari e controllati. Non collegare mai un alimentatore ad una batteria.

Nei dispositivi alimentati a batterie le batterie e gli elementi ad esse direttamente collegati sono sempre sotto tensione, anche quando tutti gli interruttori di alimentazione dell'apparecchio sono aperti. Tali elementi vanno toccati solo con protezioni isolanti (guanti) o con attrezzi isolati.

Qualunque batteria, se cortocircuitata (ad esempio toccando entrambi i terminali con un oggetto metallico), può esplodere, disperdere sostanze tossiche, emettere fumi velenosi e provocare incendi. Tali fenomeni possono verificarsi anche molto dopo l'inizio del cortocircuito (per esempio di notte), e risultare così ancora più pericolosi.

Le batterie al piombo (come quelle per uso automobilistico) contengono acido solforico, un liquido altamente corrosivo. Per evitare gravi lesioni non bisogna mai toccare con le mani il liquido contenuto nelle batterie, ed occorre indossare guanti protettivi prima di ogni operazione che richieda di aprire le celle delle batterie o spostare le batterie (chiedere istruzioni al responsabile del proprio progetto prima di intraprendere questo tipo di operazioni). In caso di contatto del liquido con la pelle o con gli occhi, sciacquare subito e abbondantemente e contattare un medico.

Non aprire mai le celle di una batteria al piombo durante la fase di carica della batteria o poco dopo la fine di essa: il gas che può prodursi all'interno delle celle durante la carica può, fuoriuscendo, far schizzare intorno il liquido contenuto nella batteria.

Le batterie al Litio (Lilon, LiPo) richiedono estrema attenzione nell'uso, nella carica e nello stoccaggio. Infatti, nonostante il loro largo uso -a differenza delle batterie basate su altre tecnologie- esse sono infiammabili ed esplosive. Se bucate, deformate fisicamente e/o sottoposte a correnti eccessive (di scarica o di carica) queste batterie possono provocare gravi ustioni all'utilizzatore e incendi.

Eventuali incendi causati da batterie al Litio non possono essere spenti con acqua.

Si raccomanda, in particolare, di non lasciare mai batterie al Litio sotto carica senza la presenza fisica e la sorveglianza diretta dell'utilizzatore. Se è necessario allontanarsi, occorre interrompere il processo di carica.

Qualora si riscontrino surriscaldamenti, deformazioni o altri comportamenti anomali in una batteria (di qualunque tipo) non toccarla, coprirla con una scatola senza spostarla da dove si trova (per evitare la proiezione di gocce in caso di esplosione o rottura) e contattare immediatamente il responsabile del proprio progetto o il Responsabile per la Sicurezza dell'AIRLab.

### **Dispositivi sperimentali**

Per sua natura l'AIRLab contiene diversi dispositivi sperimentali, ovvero oggetti in fase di progettazione e/o di test e le cui caratteristiche non sono documentate affatto o lo sono solo parzialmente. Tali dispositivi possono appartenere a diverse categorie: elettrici, elettronici, meccanici, elettromeccanici, ... .

In ogni caso un dispositivo sperimentale è per sua natura particolarmente pericoloso. Esiste sempre una persona o gruppo di persone che si sta occupando di un dato dispositivo sperimentale, ed è ad essi che occorre chiedere istruzioni dettagliate (che sono *tenuti a dare*) prima di compiere qualsiasi operazione con il dispositivo. Lo stesso

referente va contattato anche in caso di dubbi o incertezze, o per segnalare qualsiasi comportamento anomalo dell'apparato.

In caso di problemi o dubbi di qualsiasi tipo, incluso il caso in cui i responsabili dell'apparecchiatura sperimentale da utilizzare siano irreperibili o si rifiutino di dedicare il tempo necessario alle spiegazioni sul suo uso, rivolgersi al responsabile del proprio progetto.

### **Dispositivi che comprendono emettitori laser**

*In proposito si veda anche la sezione “Rischi legati alla radiazione laser”.*

*La pericolosità di un laser varia a seconda dell'intensità e della frequenza della luce emessa. Ogni laser è caratterizzato, in termini di sicurezza, dalla sua classe di appartenenza.*

A seconda della classe di appartenenza di un laser può essere necessario utilizzare (e far utilizzare a chiunque altro sia presente) appositi dispositivi di protezione.

Molti laser emettono radiazioni a frequenze non visibili dall'occhio umano (ad esempio, infrarosse). Questi laser possono essere pericolosi quanto quelli visibili, e anche più: infatti l'occhio tende a proteggersi dalle sorgenti di luce visibile molto intense (per esempio chiudendo le palpebre) ma non reagisce alle sorgenti di luce invisibile.

Non dirigete mai un emettitore laser di qualsiasi tipo, per quanto bassa sia la sua potenza, verso il viso (ed in particolare gli occhi) di una persona. La luce laser può causare gravi danni alla vista. Questo vale anche se tra l'emettitore e la persona colpita esiste una grande distanza, dal momento che la dispersione della radiazione laser con la distanza è minima.

Non usate mai un emettitore laser che non sia saldamente assicurato ad una base in grado di impedirne cadute o variazioni di puntamento, anche in caso di urti. (Ad esempio: non appoggiate mai un sensore laser su un robot mobile: fissatelo al robot, invece.)

Non usate un emettitore laser che appaia danneggiato, malfunzionante o manomesso. Non modificare mai un'apparecchiatura laser (e.g., inserendo un'ottica aggiuntiva).

### **Robot**

*In proposito si veda anche la sezione “Rischi legati all'uso di robot”.*

Un robot non bloccato può muoversi in modo inaspettato e ferire qualcuno. Ciò può avvenire anche molto tempo dopo l'invio dell'ultimo comando di movimento. Dunque occorre sempre bloccare i robot in ogni intervallo di tempo nel quale nessuno li sta osservando continuamente; inoltre in ogni istante nel quale il robot non è bloccato occorre che l'utente stia pronto ad intervenire, bloccandolo, in caso di comportamenti anomali.

Il blocco di un robot si esegue azionando gli appositi interruttori di sicurezza (se presenti) o tramite l'interruzione dell'alimentazione. Mai fare affidamento sul solo software per bloccare un robot.

Alcune tra le più comuni cause di movimento inaspettato sono elencate nel seguito:

- errori nel software di governo (quando si scrive software di movimento per un robot, diversamente dal caso di software generico, occorre ricordare che ogni errore può causare un pericolo fisico: dunque occorre molta più attenzione nella fase di debugging);
- effetti dello stato di partenza del robot (ad esempio, la sua posizione iniziale);
- effetti dell'insufficiente stato di carica delle batterie (ad esempio alcuni sottosistemi possono operare in modo inaspettato, mentre altri non riescono ad operare);
- guasti hardware;
- guasti hardware intermittenti (ad esempio un falso contatto può portare all'esecuzione di un comando dato in precedenza ma rimasto non eseguito);
- vecchi comandi di movimento rimasti bloccati "in coda" per qualche motivo;
- presenza di segnali transitori durante l'accensione o lo spegnimento del PC che comanda il robot (mai effettuare queste operazioni a robot non bloccato).

Al contrario dei movimenti desiderati e controllati, spesso i movimenti anomali dei robot avvengono con velocità ed accelerazioni massime, e dunque risultano particolarmente pericolosi.

Ogni utente AIRLab che realizzi un robot in grado di provocare danni alle persone (per massa e/o velocità di spostamento delle parti e/o modalità di operazione) ha l'obbligo di installare a bordo un dispositivo di blocco di emergenza. Questo obbligo vale anche per gli utenti che lavorano su robot preesistenti, se non già dotati del dispositivo.

Un dispositivo di blocco di emergenza deve essere: (i) facilmente visibile e azionabile; (ii) installato *prima* che il robot venga messo in funzione per la prima volta; (iii) attentamente collaudato per verificarne il corretto funzionamento.

Il dispositivo di blocco di emergenza deve, quando azionato, *interrompere fisicamente le linee di alimentazione elettrica verso i motori del robot.* Questo è infatti l'unico tipo di blocco che assicura l'interruzione del movimento di un robot malfunzionante indipendentemente dall'origine del malfunzionamento.

### **Prodotti chimici (vernici, solventi, detersivi, ...)**

*In proposito si veda anche la sezione "Rischi chimici".*

Molti prodotti chimici sono pericolosi a causa delle loro proprietà di tossicità, infiammabilità, o altro. Prima di utilizzare qualsiasi prodotto chimico leggere sempre attentamente le indicazioni che per legge devono comparire sull'etichetta dell'imballaggio.

Non usate mai prodotti chimici, per quanto apparentemente innocui, che si trovano in contenitori non etichettati. Non è detto che il contenuto sia quello che vi aspettate.

Non mescolate mai prodotti chimici.

Non gettate mai via un prodotto chimico (anche se esausto) senza seguire le modalità indicate nella sezione *Procedure di eliminazione dei rifiuti speciali*. In particolare non bisogna gettare mai nulla negli scarichi fognari.

## Procedure di eliminazione dei rifiuti speciali

Qualora occorra eliminare qualsiasi tipo di rifiuto speciale (apparecchiature elettroniche o parti di esse, componenti meccanici, sostanze chimiche, oggetti o materiali taglienti o in qualsiasi altro modo pericolosi, ...) è assolutamente proibito servirsi dei cestini o bidoni dei rifiuti presenti nelle sedi dell'AirLab o negli edifici che le ospitano, oppure degli scarichi fognari. Al contrario, è necessario contattare il personale responsabile della rimozione sicura dei rifiuti speciali, e contemporaneamente informare della cosa il responsabile del proprio progetto.

La persona da contattare è l'[Ing. Fausto Berton](#).

## Procedure in caso di emergenza

Le procedure da osservare in caso di emergenza sono quelle generali del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano, riportate [in questa pagina web](#).

Oltre a quanto specificato dalle procedure, chiunque rilevi una situazione di allarme o di emergenza deve segnalarlo immediatamente al Responsabile per la Sicurezza dell'AirLab: prof. Andrea Bonarini, tel. (02 2399) 3525.

Ogni situazione di allarme va subito segnalata a tutti gli altri occupanti dell'AirLab. In caso di emergenza gridare per assicurarsi che tutti si siano accorti del pericolo. Soccorrere eventuali infortunati ma non compiere operazioni delle quali non si è sicuri (ad esempio non muovere persone che abbiano subito traumi fisici, perché può causare loro gravi lesioni).

Numeri di telefono utili in caso di emergenza:

<b>Politecnico di Milano, EMERGENZE .....</b>	<b>(02 2399) 9399</b>
Politecnico di Milano, portineria centrale sede Leonardo .....	(02 2399) <b>2006</b>
Politecnico di Milano, call center 24h/24h .....	(02 2399) <b>9300</b>
Soccorso medico (ambulanza) .....	<b>112 o 118</b>
Altri tipi di emergenza .....	<b>112</b>

ATTENZIONE: i numeri esterni alla rete del Politecnico di Milano possono essere chiamati solo da telefoni in grado di chiamare fuori rete interna (ad es. cellulari).