



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 ROMA

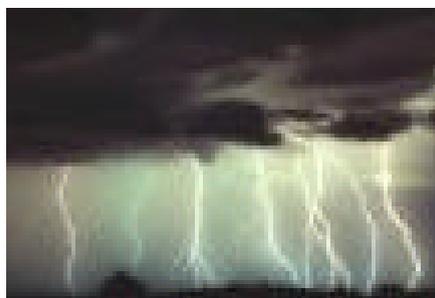
UFFICIO SPECIALE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Collana "Cultura della Sicurezza"

SICUREZZA ELETTRICA

Elementi informativi N. 4

(COMPONENTI, RISCHI, SISTEMI DI PROTEZIONE E NORMATIVA)



A cura di:

ing. Filippo MONTI
dott. Luciano PAPACCHINI
ing. Domenico PETRUCCI
p.i. Giuseppe PIGHEZZI
ing. Franco Enzo SPAGNUOLO

Immagini elaborate da:

Giacinto Occhionero

Responsabile USPP: dott. ing. Filippo MONTI



Indice analitico

1) INTRODUZIONE.....	4
2) TEORIA E COMPONENTI DI UN IMPIANTO ELETTRICO	5
2.1) TENSIONE – CORRENTE, CIRCUITI ELETTRICI.....	5
2.2) CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI.....	5
2.3) COMPONENTI DI UN IMPIANTO ELETTRICO.....	6
➤ Quadro elettrico	6
➤ Tubi e cavi.....	6
➤ Prese a spina	7
➤ Apparecchi di comando	8
➤ Lampade.....	8
➤ Sistemi e apparecchi di protezione	9
3) RISCHI ELETTRICI.....	9
3.1) TIPOLOGIE DI RISCHI.....	9
➤ Elettrocuzione	9
➤ Incendio	9
3.2) ORIGINE DELL’ELETTROCUZIONE	9
3.3) UTILIZZO IMPROPRIO DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE.....	10
3.4) EFFETTI SUL CORPO UMANO PROVOCATI DALLA CORRENTE ELETTRICA	10
➤ Tetanizzazione	11
➤ Arresto della respirazione	11
➤ Fibrillazione ventricolare	11
➤ Ustioni.....	11



4) IMPIANTI E SISTEMI DI SICUREZZA.....	12
4.1) GRADO DI PROTEZIONE “IP”	12
4.2) IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	13
4.3) INTERRUTTORE DIFFERENZIALE (salvavita).....	14
4.4) APPARECCHI DI CLASSE II4.....	14
4.5) SISTEMI DI PROTEZIONE DA SOVRACORRENTI.....	15
5) PRINCIPALI CONTROLLI A VISTA DI UN IMPIANTO.....	15
6) LA SEGNALETICA DI SICUREZZA	16
7) PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO	18
7.1) NORME GENERALI.....	18
7.2) LA LEGGE 46/1990.....	18



1) INTRODUZIONE

Un impianto elettrico è definito come un insieme delle costruzioni e delle installazioni destinate ad uno o più delle seguenti funzioni: produzione, conversione, trasformazione, regolazione, smistamento, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica.

La molteplicità delle apparecchiature e condizioni d'impiego possono essere origine di diversi fattori di rischio elettrico, tra cui i principali sono:

- passaggio di corrente elettrica pericolosa per il corpo umano (elettrocuzione);
- elevate temperature o archi elettrici che possono provocare incendi o ustioni.

Per garantire l'uso sicuro delle apparecchiature elettriche e degli impianti, è necessaria la presenza di sistemi e dispositivi di protezione contro:

- contatti diretti;
- contatti indiretti;
- effetti termici;
- sovracorrenti e sovratensioni.

In Italia la legislazione ordinaria contiene disposizioni atte a favorire la sicurezza elettrica; tuttavia, la previsione del rischio e la formulazione di prescrizioni e misure atte a prevenire il pericolo è affidata ad appositi enti che provvedono ad emanare ed aggiornare periodicamente le normative di sicurezza per i vari settori applicativi. Nel caso della sicurezza elettrica, tale attività è svolta dal Comitato Elettrico Italiano (CEI) e, dall'emanazione della Legge 46/1990, anche dall'ente di Unificazione delle Normative Italiano (UNI).

L'attività di normazione svolta dai sopraccitati enti ha lo scopo di stabilire sia i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici, affinché essi rispondano alle regole della buona elettrotecnica, sia i criteri con i quali detti requisiti devono essere controllati. Le norme CEI, con la legge 186/1968, e le norme UNI, con la Legge 46/1990, hanno avuto il riconoscimento di regola dell'arte, pertanto il Legislatore demanda a detti enti l'attività di normazione tecnica.



2) TEORIA E COMPONENTI DI UN IMPIANTO ELETTRICO

2.1) TENSIONE – CORRENTE, CIRCUITI ELETTRICI

La circolazione di corrente elettrica avviene collegando due punti a differente potenziale elettrico (tensione). Tale concetto può essere assimilato al flusso d'acqua che si sviluppa collegando due serbatoi a diversa altezza.

Il collegamento dei due punti sopraccitati crea un circuito elettrico chiuso.

Con riferimento all'analogia idraulica, a parità di differenza di altezza dei due serbatoi, la portata d'acqua sarà tanto maggiore quanto minore è la sezione del tubo di collegamento, cioè quanto minore è la resistenza. Tale concetto di resistenza lo ritroviamo nei circuiti elettrici: a parità di differenza di potenziale si avranno correnti diverse in circuiti differenti. Esiste una semplice relazione che lega la corrente elettrica (i), la tensione (V) e la resistenza (R): la legge di Ohm.

$$V = R \times i$$

Quando una corrente attraversa una resistenza si ha il riscaldamento di quest'ultima (effetto Joule). Tale fenomeno è indispensabile nelle lampade ad incandescenza, nelle stufe e in altre apparecchiature elettriche, mentre è dannoso quando non si deve produrre calore elettricamente. Inoltre, tale effetto nei componenti elettrici può creare surriscaldamento e deterioramento dell'isolante.

2.2) CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI

Si definisce sistema elettrico la parte di un impianto elettrico costituita dall'insieme delle apparecchiature, delle macchine, delle sbarre e delle linee, aventi una determinata tensione nominale; in base al valore di quest'ultima, i sistemi elettrici sono classificati in:

➤ *Sistemi di Categoria 0:*

tensione nominale ≤ 50 V, se corrente alternata, o 75 V, se corrente continua;

➤ *Sistemi di I° Categoria:*

tensione nominale da 51 V a 1.000 V, se corrente alternata, o da 76 V a 1.500 V, se corrente continua;

➤ *Sistemi di II° Categoria:*

tensione nominale da 1.001 V a 30.000 V, se corrente alternata, o da 1.501 V a 30.000 V, se corrente continua;

➤ *Sistemi di III° Categoria:*

tensione nominale > 30.000 V, in entrambi i casi.



2.3) COMPONENTI DI UN IMPIANTO ELETTRICO

Un impianto elettrico è costituito dai seguenti componenti principali:

quadro elettrico, tubi e cavi, prese a spina, apparecchi di manovra e comando, lampade, sistemi e apparecchi di protezione.

➤ Quadro elettrico

In ogni impianto elettrico, a valle del contatore, si trova un quadro di distribuzione, costituito da materiale plastico autoestinguente a doppio isolamento, nel caso di piccole dimensioni, e da materiale metallico negli altri casi. Tale quadro alloggia gli interruttori che hanno due funzioni: protezione e sezionamento. Ad esempio, nel caso di appartamento è opportuno installare tre interruttori: il primo, generale di tipo differenziale, i due secondi, di tipo magnetotermico con cui si proteggono e comandano i circuiti luce e i circuiti che alimentano le prese. Ogni circuito deve avere a monte un interruttore differenziale di sensibilità non superiore a 30 mA.

➤ Tubi e cavi

I tubi servono per proteggere meccanicamente i cavi elettrici e possono essere posati a vista, sotto intonaco, o sotto pavimento. Possono essere di tipo flessibile in polivinile, di tipo rigido in PVC, o in acciaio zincato.

I cavi servono per raggiungere con la corrente elettrica i vari punti dell'impianto. Nei cavi si possono distinguere i seguenti principali componenti: conduttore (la parte metallica percorsa da corrente), isolante (parte che circonda il conduttore in PVC o gomma), anima (insieme di conduttore e isolante), guaina (rivestimento protettivo esterno). I cavi, inoltre, sono contraddistinti da un idoneo colore (giallo-verde per la terra, blu chiaro per il neutro, diversi colori per la fase). I cavi possono essere classificati in funzione del comportamento nei confronti del fuoco o della tensione d'isolamento. In base al comportamento nei confronti del fuoco i cavi sono classificati in:

- non propaganti fiamma;
- non propaganti l'incendio;
- non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumo e gas tossici;
- resistenti al fuoco;
- per ambienti ad elevate temperature.

I cavi sono contraddistinti da una tensione d'isolamento indicata da due parametri U_0 e U .

Il primo indica la tensione massima che l'isolamento del cavo può sopportare verso terra, il secondo la tensione massima che l'isolamento può sopportare rispetto a un cavo a stretto contatto.

➤ Prese a spina

Sul mercato sono presenti differenti tipologie di prese a spina, in funzione della massima intensità di corrente da cui una presa può essere attraversata, cui equivale una certa potenza massima che può sopportare. Per evitare contatti accidentali con le parti in tensione, sono da preferire prese con alveoli protetti, che si aprono solo inserendo la giusta spina.

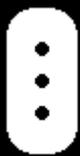
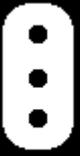
TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	CARATTERISTICHE
 A	TIPO A – Standard italiano (Passo piccolo)	$I < 10 \text{ A}$
 B	TIPO B – Standard italiano (Passo grande)	$I < 16 \text{ A}$
 C	TIPO C – Presa bivalente (Passo piccolo e grande)	$I < 16 \text{ A}$
 D	TIPO A – Standard tedesco (Tipo Siemens)	$I < 16 \text{ A}$

Tabella 1. Tipologia, denominazione e caratteristiche delle prese più comuni.

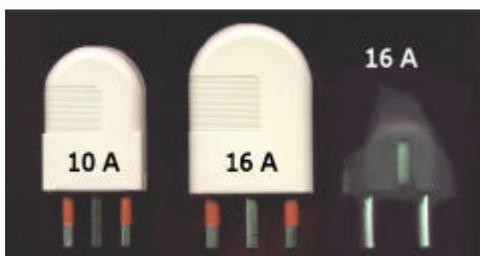


Figura 1. Spine da 10 A, 16 A e Tipo tedesco..

➤ Apparecchi di comando

Gli apparecchi di comando sono quegli organi di un circuito elettrico che consentono di aprire o chiudere un circuito o di isolare parte dello stesso.

Tali apparecchi si dividono essenzialmente in interruttori e sezionatori. I primi servono per stabilire o interrompere la corrente di esercizio in qualunque condizione di carico o di eventuale sovraccarico. I secondi devono essere manovrati a vuoto e servono per avere un'ampia interruzione della continuità dei conduttori, e vengono impiegati generalmente in sistemi elettrici di 2° e 3° Categoria.

➤ Lampade

In una buona illuminazione devono essere presenti tutte le lunghezze d'onda visibili. Per le lampade esiste l'*indice di resa cromatica* (IRC) che indica la bontà dell'illuminazione ed ha un valore massimo di 100. Inoltre, per le sorgenti luminose si prende in considerazione anche la *temperatura di colore* misurata in °K (la temperatura della luce diurna supera i 5.000 °K).

TIPO DI LAMPADA	IRC	EFFICIENZA LUMINOSA (lm/W)	VITA (ore)	TEMPERATURA COLORE (°K)
Incandescenza	100	8 ÷ 15	1.000	2.700
Alogene	100	16 ÷ 25	2.000	2.900 ÷ 3.000
Tubolari fluorescenti	65 ÷ 85	40 ÷ 90	10.000	1.700 ÷ 6.500

Tabella 2. Tipologia e caratteristiche delle lampade più comuni.



➤ Sistemi e apparecchi di protezione

I sistemi ed apparecchi di protezione servono per limitare gli effetti dannosi, per l'integrità del sistema e per la sicurezza delle persone, d'eventuali anomalie dell'impianto elettrico.

3) RISCHI ELETTRICI

3.1) TIPOLOGIE DI RISCHI

I principali rischi connessi all'utilizzo di corrente elettrica sono essenzialmente l'elettrocuzione e l'incendio a seguito di corto circuito.

➤ Elettrocuzione

L'elettrocuzione, più comunemente conosciuta come scossa, consiste nell'attraversamento del corpo umano da parte della corrente elettrica. Affinché si possa verificare tale passaggio la corrente deve avere un punto di entrata e un punto di uscita. Ad esempio, se accidentalmente si viene a contatto con un elemento in tensione, il passaggio di corrente avviene solo se il corpo umano è in contatto diretto con la terra.

➤ Incendio

L'incendio di origine elettrica o l'innescò in atmosfera esplosiva è dovuto ad un'anomalia dell'impianto elettrico, come ad esempio un corto circuito, un arco elettrico o un sovraccarico. Inoltre, l'impianto elettrico può essere un vettore d'incendio se costituito da materiale combustibile.

3.2) ORIGINE DELL'ELETTROCUZIONE

L'elettrocuzione può avvenire per contatto diretto, contatto indiretto ed arco elettrico.

Per contatto diretto s'intende il contatto con una parte normalmente in tensione dell'impianto elettrico, ad esempio un filo scoperto o male isolato, o contatto con entrambe le mani dei due poli della corrente.

Nei luoghi accessibili a tutti, la protezione deve essere assicurata dall'adozione di involucri e barriere rimovibili solo tramite l'utilizzo di apposito attrezzo.



Il contatto indiretto avviene quando si entra in contatto con parti metalliche normalmente non in tensione. Tali parti metalliche possono risultare inaspettatamente in tensione a causa di guasto della macchina o di qualche suo componente. Un esempio sono le carcasse metalliche degli elettrodomestici.

L'arco elettrico si manifesta in caso di guasto o di manovre su apparecchiature elettriche, e si manifesta come una sorgente intensa e concentrata di calore con emissione di gas e vapori tossici, particelle incandescenti e radiazioni.

3.3) UTILIZZO IMPROPRIO DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Nella pratica quotidiana spesso si fa uso improprio di alcune delle più comuni attrezzature elettriche. Alcuni esempi sono l'uso di adattatori che permettono di inserire una spina di 16 A in una spina da 10 A, oppure adattatori tripli che permettono un assorbimento di potenza maggiore di quello sopportabile dalla presa, con conseguente riscaldamento della stessa per effetto Joule.

Un altro esempio sono le giunzioni di cavi fatte semplicemente attorcigliandoli tra loro e rivestendoli con nastro isolante, invece di usare gli idonei morsetti.

Un ulteriore esempio è l'utilizzo molto diffuso di prolunghe con cavo di sezione molto piccola o sprovviste di cavo di terra o terminanti con adattatore multiplo, come la cosiddetta "ciabatta".

3.4) EFFETTI SUL CORPO UMANO PROVOCATI DALLA CORRENTE ELETTRICA

Gli effetti provocati dalla corrente elettrica durante l'attraversamento del corpo umano sono la tetanizzazione, l'arresto della respirazione, la fibrillazione ventricolare e le ustioni. La gravità degli effetti è funzione dei seguenti parametri:

- l'intensità della corrente
- la durata del contatto
- la frequenza della corrente
- il percorso della corrente nel corpo umano

Per un determinato valore della tensione applicata, l'intensità di corrente dipende dalla resistenza di contatto e dal percorso. I percorsi più pericolosi sono quelli che interessano direttamente la regione cerebrale o quella cardiaca.



L'intervallo di frequenze che gli produce effetti più dannosi è quello tra 10 e 1000 Hz: in quest'intervallo la successione d'impulsi elettrici provoca la contrazione prolungata dei muscoli. In linea generale, a parità di condizioni oggettive, gli effetti dell'elettrocuzione dipendono dalle condizioni della singola persona (età, condizioni di salute, condizioni psicologiche, sesso, ecc.): pertanto, ha senso fare riferimento soltanto a valori medi.

➤ [Tetanizzazione](#)

Normalmente la contrazione muscolare è regolata da impulsi elettrici. La corrente elettrica attraversante il corpo umano, con determinati livelli d'intensità, provoca indesiderate e incontrollabili contrazioni muscolari. Ad esempio, il contatto di un elemento in tensione con il palmo della mano ne determina la chiusura e quindi l'impossibilità di eliminare il contatto.

➤ [Arresto della respirazione](#)

La respirazione avviene in condizioni normali mediante inspirazioni e successive espirazioni per circa 12 – 14 volte al minuto. Questa sequenza avviene per la contrazione del diaframma e dei muscoli intercostali che con il loro movimento modificano il volume della cassa toracica. Per la stessa ragione che determina la tetanizzazione dei muscoli, la corrente elettrica impedisce la respirazione, non consentendo l'espansione della cassa toracica. Il soggetto colpito muore per asfissia se non si elimina la causa della contrazione e non si pratica la respirazione assistita.

➤ [Fibrillazione ventricolare](#)

Anche il cuore, il cui funzionamento è comandato da impulsi elettrici, subisce variazioni rispetto al normale funzionamento. Tale alterazione causa la mancata ossigenazione di tessuti ed in particolare del cervello, il quale non può resistere più di 3 – 4 minuti senza ossigeno, senza subire danni permanenti. Anche in questo caso l'infortunato necessita di un tempestivo massaggio cardiaco.

➤ [Ustioni](#)

Le ustioni sono determinate dallo sviluppo di calore per effetto Joule durante l'attraversamento della corrente elettrica, pertanto sono tanto maggiori quanto maggiore è la resistenza del corpo. Generalmente, le ustioni sono localizzate nei punti d'ingresso ed uscita, poiché la pelle offre maggiore resistenza. La gravità delle ustioni sono funzione dell'intensità di corrente e della durata del fenomeno.

4) IMPIANTI E SISTEMI DI SICUREZZA

4.1) GRADO DI PROTEZIONE “IP”

Nel progettare gli impianti elettrici è necessario considerare la tipologia degli ambienti in cui saranno installati. Il grado di protezione “IP” (tabelle 3 e 4) rappresenta attraverso due numeri il livello di protezione. Il primo numero, che varia da 0 a 6, indica il grado di protezione contro l’introduzione di corpi solidi, mentre il secondo numero, che varia da 0 a 8, indica il livello di protezione contro l’ingresso di corpi liquidi.

Oltre questi due numeri è possibile la presenza di un’altra lettera (A-B-C-D), che indica l’inaccessibilità dell’involucro alle dita di una mano. E’ evidente che tale lettera è presente solamente nel caso in cui l’inaccessibilità non sia già garantita dal primo numero.

In ambienti con pericolo d’incendio ed esplosione gli impianti devono avere un grado di protezione di tipo AD-PE, cioè a prova d’esplosione.



Figura 2. Custodia con IP55.

I cifra	Descrizione	II cifra	Descrizione
0	Non protetto. Non è prevista alcuna particolare protezione	0	Non protetto
1	Protetto contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm o una grande superficie del corpo umano (ad es. una mano)	1	Protetto contro la caduta verticale di gocce di acqua
2	Protetto contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm (ad es. un dito della mano)	2	Protetto contro la caduta di gocce di acqua con una inclinazione massima di 15 gradi



I cifra	Descrizione	II cifra	Descrizione
3	Protetto contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5 mm (ad es. un cacciavite)	3	Protetto contro la pioggia da una direzione, rispetto alla verticale, fino a 60 gradi
4	Protetto contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm	4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua da tutte le direzioni
5	Protetto contro la polvere	5	Protetto contro i getti d'acqua da tutte le direzioni
6	Totalmente protetto contro la polvere	6	Protetto contro le ondate o getti potenti
		7	Protetto contro gli effetti dell'immersione
		8	Protetto contro gli effetti della sommersione in continuità

Tabella 3. Descrizione della I° e II° cifra dell'indice di protezione IP.

A	Impedisce l'accesso con il palmo della mano
B	Impedisce l'accesso con un dito
C	Impedisce l'accesso con un attrezzo impugnato
D	Impedisce l'accesso con un filo impugnato

Tabella 4. Descrizione della lettera addizionale.

4.2) IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Per evitare i contatti indiretti di cui si è parlato prima, è necessario collegare le parti metalliche normalmente non in tensione con il terreno circostante: tale collegamento è denominato impianto di messa a terra. Tale impianto è necessario ma non sufficiente per garantire una completa sicurezza.

Quando l'utilizzatore è alimentato dalla rete a bassa tensione, è utilizzato il sistema TT. In tale sistema l'impianto di terra della cabina di trasformazione è diverso dall'impianto di terra dell'edificio alimentato. In caso di guasto la corrente chiude il circuito attraverso il terreno ed i due impianti di terra. Tale tipo di sistema è presente nelle normali abitazioni.

In questo caso tutte le masse metalliche devono essere collegate al proprio impianto di terra. Tale impianto è costituito da conduttori di protezione (con diametro dettato dalla normativa), collegati a



un nodo principale. Tale nodo, detto nodo equipotenziale, è collegato a sua volta, tramite un conduttore di terra, ai dispersori che rappresentano la parte terminale dell'impianto di messa a terra. I dispersori sono di varie tipologie e vanno dimensionati in funzione dell'intensità della corrente di guasto e del tipo di terreno presente.

4.3) INTERRUTTORE DIFFERENZIALE (*salvavita*)

L'interruttore differenziale misura la differenza tra la corrente in entrata e in uscita, cioè tra quella del conduttore di fase e di neutro. Queste due correnti, durante il normale funzionamento dell'impianto elettrico, devono essere uguali. Nel caso in cui sono differenti per una quantità superiore alla corrente di soglia (30 mA), l'interruttore differenziale interrompe il circuito in un tempo fissato denominato tempo di intervento.

Tale interruttore è di grande utilità nel caso in cui la carcassa metallica di uno strumento, correttamente messa a terra, va in tensione per contatto accidentale di un conduttore di fase: in questo caso l'intervento avviene al momento del guasto della macchina, e quindi prima che si verifichi un contatto umano di tipo indiretto.

L'interruttore differenziale è utile altresì in presenza di un contatto diretto con la fase e la terra: tuttavia, non consente di evitare, durante il tempo di intervento, la scossa.

Tale interruttore all'interno del quadro elettrico si individua dalla presenza di un pulsante contrassegnato dalla lettera **T**. La pressione di tale pulsante esegue il test: il buon esito del test produce lo scatto del salvavita. L'esecuzione del test ogni mese contribuisce a mantenere in efficienza l'interruttore differenziale.

4.4) APPARECCHI DI CLASSE II4

Esistono alcune tipologie di apparecchi elettrici che non hanno necessità di essere collegati all'impianto di messa a terra, in quanto la protezione è affidata a un doppio isolamento o a un isolamento rinforzato (ad esempio su alcuni elettrodomestici, come aspirapolvere, radio, etc.).

La simbologia con cui questo tipo di apparecchi viene indicata è la seguente:

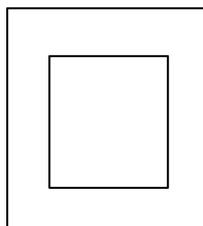


Figura 3. Simbolo del doppio isolamento.



4.5) SISTEMI DI PROTEZIONE DA SOVRACORRENTI

Le sovracorrenti si verificano allorché in fase di esercizio circola corrente il cui valore dell'intensità è molto più alto di quello nominale di progetto relativo all'impianto elettrico considerato. In particolare, le sovracorrenti si sviluppano in seguito a un corto circuito nell'impianto.

Tali correnti possono generare effetti di natura termica o meccanica d'entità tale da deformare i conduttori stessi e rompere gli isolamenti.

La protezione da tali effetti avviene tramite dispositivi automatici che interrompono la corrente di corto circuito, come fusibili e relè.

I fusibili sono inseriti in serie al circuito da proteggere e l'interruzione della corrente avviene per fusione dello stesso quando viene attraversato da un determinato valore di corrente.

I relè sono dispositivi che hanno la possibilità di tenere sotto controllo una certa grandezza, come ad esempio nel caso dei relè termici si sfrutta la deformazione di un elemento sensibile alla temperatura.

Una protezione molto utilizzata per la sicurezza degli impianti e degli strumenti contro le sovracorrenti è il relè magnetotermico, che racchiude due sganciatori, uno magnetico ed uno termico. Quello magnetico scatta rapidamente per aumenti consistenti della corrente (cortocircuito), mentre il termico entra in funzione in caso di sovraccarico. Tuttavia, l'interruttore magnetotermico, avendo tempi d'intervento relativamente lunghi, non garantisce la sicurezza umana; esso va associato ad interruttori differenziali.

5) PRINCIPALI CONTROLLI A VISTA DI UN IMPIANTO

I principali controlli da effettuare a vista su un impianto elettrico sono:

- Accertamento dell'esecuzione completa e funzionante di tutti gli impianti al progetto;
- Controllo dello stato degli isolanti e degli involucri;
- Controllo dell'efficienza delle barriere di protezione nei luoghi il cui accesso è riservato a personale addestrato;
- Accertamento della qualità dei materiali e degli apparecchi;
- Verifica dei contrassegni d'identificazione dei marchi e delle certificazioni;
- Verifica dei gradi di protezione degli involucri;



- Controllo dell'integrità dell'impianto di messa a terra;
- Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei bagni;
- Verifica impianto AD-FT nei locali caldaia;
- Verifica dei tracciati per le condutture incassati;
- Idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi;
- Controllo delle sezioni minime e dei colori distintivi dei conduttori;
- Verifica degli apparecchi per il comando e l'arresto d'emergenza.

6) LA SEGNALETICA DI SICUREZZA

La segnaletica di sicurezza non sostituisce, in nessun caso, le misure di protezione e prevenzione. Il suo impiego è d'ausilio affinché tutte le indicazioni attinenti la sicurezza, messe in atto e fornite all'operatore, volgano a buon fine con maggiore incisività.

Occorre fare ricorso alla segnaletica di sicurezza allo scopo di:

- limitare i pericoli per le persone esposte (cartelli di avvertimento, simboli ed indicazioni di pericolo);
- vietare comportamenti pericolosi (cartelli di divieto);
- prescrivere comportamenti necessari (cartelli di prescrizione);
- fornire indicazioni di soccorso, di salvataggio e di prevenzione (cartelli di salvataggio, di prevenzione incendi e di primo soccorso).

Secondo l'All. 1 del D.Lgs. n. 493/1996 è necessario utilizzare i colori di sicurezza e di contrasto: fare riferimento ai colori del simbolo indicati nella Tabella 5.

In linea generale, i cartelli di sicurezza devono essere ben visibili e, in caso di necessità, devono essere illuminati.

Nell'Allegato II, punto 3, D.Lgs. n° 493/1996 sono indicati i cartelli da utilizzare.

I segnali devono rispettare determinate dimensioni, secondo la formula seguente:

$$A \geq \frac{L^2}{2000}$$

in cui:

A = superficie del segnale espressa in m²;

L = distanza in m a cui il segnale deve essere riconoscibile.



COLORE	FORMA	SIGNIFICATO	INDICAZIONI E PRECISAZIONI
Rosso		Divieto	Mostrano i comportamenti che sono assolutamente vietati (vietato usare fiamme libere, vietato fumare, vietato il passaggio, ecc.).
		Antincendio	Identificano il tipo e la posizione delle varie attrezzature antincendio (estintori, manichette, scala di emergenza, ecc.)
Giallo o Giallo- Arancio		Avvertimento	Avvertono di usare cautela, fare attenzione a causa dei pericoli presenti (es. carichi sospesi, materiale radioattivo, pericolo di incendio, ecc.).
Azzurro		Prescrizione	Informano i lavoratori dei Dispositivi di Protezione Individuali che bisogna utilizzare e dei comportamenti particolari che bisogna tenere.
Verde		Salvataggio o Soccorso	Identificano il tipo e la posizione dei dispositivi di emergenza (es. porte, uscite e percorsi di fuga, cassetta pronto soccorso, ecc.).

Tabella 5. Colore, forma, significato e caratteristiche principali dei segnali di sicurezza.



7) PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

7.1) NORME GENERALI

La normativa di riferimento principale riguardo le apparecchiature elettriche è:

- **DPR n° 303/1956** Norme generali sull'igiene del lavoro
- **DPR n° 547/1955** (Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro):
 - Art. 40 – Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche;
 - Art. 328 – Impianti di messa a terra;
 - Art. 336 – Impianti elettrici nei luoghi con pericoli di incendio ed esplosione.
- **Legge 186/1968** Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- **Legge 791/1977** Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- **Legge 46/1990** Norme per la sicurezza degli impianti tecnologici e regolamenti d'attuazione;
- **D.Lgs. n° 626/1994** Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- **D.Lgs. n° 242/1996** Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 626/1994;
- **D.Lgs. n° 493/199** Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- **UNI e CEI** varie norme

7.2) LA LEGGE 46/1990

A partire dall'emanazione della legge 46/1990, tutte le operazioni d'installazione e manutenzione degli impianti tecnologici per gli edifici adibiti ad uso civile (rete elettrica, distribuzione del gas e d'acqua, riscaldamento, ascensori, ecc.) devono essere affidate ad imprese accreditate. Tali imprese devono possedere determinati requisiti e devono essere iscritte all'interno di un apposito albo, ed



al termine dei lavori hanno l'obbligo di rilasciare una "Dichiarazione di conformità" dell'impianto eseguito alle norme di buona tecnica. Nel caso d'impianti che superano determinati limiti di potenza, la progettazione degli stessi deve essere affidata ad un professionista abilitato.

La Legge 46/90 rimanda alle normative specifiche emanate dal CEI e dall'UNI, e non fornisce norme particolari.

Secondo l'art. 5 punto 8 del DPR 447/1991 (regolamento di attuazione della Legge 46/90), si considerano a norma anche gli impianti preesistenti se provvisti di sezionatore, differenziale e prese CEI.

La Legge 46/90 designa, inoltre, i soggetti incaricati di eseguire i collaudi, ove previsti, e di accertare la conformità degli impianti alle disposizioni di legge. In particolare, tali compiti sono delegati ai Comuni, alle Asl, ai Vigili del Fuoco e all'ISPESL.