

Impianti elettrici.

## 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 prevalentemente dal Comitato Elettrico Italiano (CEI).

L'attività di normazione svolta dal sopracitato ente 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, ha avuto il riconoscimento di regola dell'arte, pertanto il Legislatore demanda a detti enti l'attività di normazione tecnica.

## LEGGE 1 MARZO 1968, n. 186

pubblicata nella G.U. n° 77 del 23/03/1968 e in vigore dal 07/04/1968

*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.*

*Art. 1. Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici **devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte.***

*Art. 2. I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici **realizzati secondo le norme del comitato elettrotecnico italiano (C.E.I.) si considerano costruiti a regola d'arte.***

*La presente Legge, munita del sigillo dello Stato sarà inserita nella raccolta ufficiale delle Leggi e dei Decreti della Repubblica Italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come Legge dello Stato.*

*f.to: Saragat t.to: Moro t.to: Andreotti*

*Visto, il Guardasigilli: Reale*

## **Comitato Elettrotecnico Italiano**

### **È formato Comitati e Sotto Comitati Tecnici (CT e SC)**

La costituzione di un CT e dei suoi eventuali SC è decisa dal Comitato Esecutivo che ne stabilisce la denominazione, la numerazione, il campo di competenza sulla base delle attività internazionali di CT o SC omologhi.

### **Compiti**

I CT hanno il compito di predisporre e mantenere aggiornate alla “regola dell’arte” le Norme CEI nel campo di loro competenza. Pertanto essi devono:

- a) seguire l’attività normativa internazionale, in particolare quella svolta da IEC e CENELEC, sostenendo il punto di vista nazionale e garantendo gli interessi collettivi nazionali, fornendo un utile ed attivo contributo alla rapida elaborazione di norme internazionali, secondo quanto indicato in dettaglio successivamente;
- b) curare la compilazione di nuove norme, nonché mantenere aggiornate quelle esistenti, operando anche al solo livello nazionale qualora gli impegni internazionali lo consentano e sia di interesse collettivo, seguendo le indicazioni delle Commissioni Centrali del CEI secondo competenza;
- c) collaborare con il CEI per la stesura della versione italiana delle norme internazionali, in particolare con riferimento alla correttezza tecnica dei testi in italiano;
- d) fornire al CEI, secondo necessità, il parere tecnico del CT per rispondere a particolari esigenze, quesiti, interpretazioni di contenuti tecnici delle norme o altre necessità;
- e) assumersi la responsabilità verso il CEI di garantire collegialmente gli interessi di tutte le parti interessate alla normativa.

**Alcuni dei comitati tecnici in attività al 12-aprile 2010 sono: (dal sito <http://www.ceiweb.it/>)**

### **CODICE DENOMINAZIONE**



- CT 0** Applicazione delle Norme e testi di carattere generale
- CT 1/25** Terminologia, grandezze e unità (ex CT 1/24/25)
- CT 2** Macchine rotanti
- CT 4/5** Motori primi idraulici e turbine a vapore (Ex CT 4, CT 5)
- CT 14** Trasformatori
- CT 18** Impianti elettrici di navi ed unità fisse/mobili fuori costa (offshore)
- CT 20** Cavi per energia
- CT 21/35** Accumulatori e pile
- CT 31** Materiali antideflagranti
- CT 32** Fusibili
- CT 55** Conduttori per avvolgimenti
- CT 64** Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.)
- CT 80** Apparat e sistemi per la navigazione e le radiocomunicazioni marittime
- CT 81** Protezione contro i fulmini
- CT 82** Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare
- CT 85/66** Strumentazione di misura, di controllo e da laboratorio (ex CT 85, CT 66)
- CT 86** Fibre ottiche
- CT 88** Turbine eoliche
- CT 103** Radiotrasmissioni (ex SC 103)
- CT 106** Esposizione umana ai campi elettromagnetici (ex CT 211)
- CT 216** Rivelatori di gas (ex CT 116)
- CT 301/22G** Azionamenti elettrici (ex CT 301, SC 22G)
- CT 307** Aspetti ambientali degli impianti elettrici.

## CONTRASSEGNO CEI E MARCHIO DI QUALITÀ IMQ

Le Norme CEI che indicano i requisiti di costruzione e di collaudo dei prodotti prevedono la possibilità di indicare sul prodotto stesso, sulla targa o sull'imballo, un contrassegno che sinteticamente dichiara all'acquirente e all'utilizzatore la conformità del prodotto stesso ai sopra ricordati requisiti della Norma CEI.

Dato che esistono fondamentalmente due tipi di marchiatura, rispondenti a due diverse modalità di applicazione e a due diversi accertamenti della conformità del prodotto alle Norme CEI, si precisano tali tipi di marchiatura ed i campi di applicazione.

I due contrassegni sono i seguenti:

1) Contrassegno CEI 	<i>Marchio consiste in un'etichetta raffigurante un cerchio suddiviso in tre parti, ciascuna delle quali contiene una delle lettere "CEI". Tale cerchio sovrasta un rettangolo vuoto. Nel rettangolo interiore del Contrassegno, qualora la dimensione interna del rettangolo, in altezza, sia di almeno tre millimetri, deve essere indicato il numero del fascicolo di Norme secondo il quale il prodotto è stato costruito e collaudato; se le dimensioni sono inferiori, il rettangolo va lasciato in bianco. Se i fascicoli di riferimento sono più di uno, si indica il numero di quello più pertinente.</i>
2) Marchio di Qualità Italiano 	

Scopo del Contrassegno è di rendere noto che il prodotto a cui è apposto il Contrassegno risponde alle Norme CEI e pertanto è stato costruito a regola d'arte ai sensi della Legge 1° marzo 1968 n° 186. Il contrassegno CEI rappresenta quindi una vera e propria autocertificazione del costruttore (comunque in qualunque momento verificabile dal Comitato stesso).

Il Contrassegno CEI viene applicato sotto responsabilità del costruttore ai prodotti che rispondano alle Norme CEI e può essere usato, con le modalità precisate nel Regolamento per quei prodotti per i quali è già prevista o ne sarà ammessa l'applicazione dal Consiglio del CEI.

I prodotti che riportano il marchio di qualità non possono riportare il contrassegno CEI.

Il CEI si riserva la facoltà di effettuare in qualsiasi momento la verifica della rispondenza alle Norme del prodotto a cui è apposto il Contrassegno, designando a suo insindacabile giudizio il laboratorio destinato ad effettuare tale verifica.

Le verifiche possono essere eseguite a giudizio del CEI presso il produttore, sul mercato o, nel caso di piccolissime serie, sul luogo dove il prodotto è installato. Il Socio è tenuto a permettere di effettuare tutte le verifiche ritenute necessarie dal CEI, fornendo al CEI il prodotto nella quantità sufficiente alle prove e/o procurando l'autorizzazione ad eseguire le prove presso l'utilizzatore, se il prodotto è già presso di esso.

Il Socio potrà **rinunciare** alla concessione d'uso del Contrassegno già ottenuto, dandone un preavviso di almeno 6 mesi rispetto al momento in cui intende cessare l'utilizzazione di esso. In tal caso, il Socio si obbliga ad esaurire nei propri stabilimenti o magazzini il prodotto munito di Contrassegno entro il termine che ha concordato con il CEI.

La concessione all'uso del Contrassegno potrà essere revocata dal CEI per inadempienza del Socio agli obblighi assunti.

La revoca della concessione può essere limitata anche ad un solo prodotto.

Nel caso di revoca della concessione per la mancata rispondenza alle condizioni per l'apposizione del Contrassegno di un determinato prodotto, il Socio inadempiente è tenuto:

- a cessare immediatamente l'applicazione del Contrassegno a tale prodotto;
- a ritirare nei propri depositi tutte le unità del prodotto medesimo in quanto contrassegnato entro il termine che gli verrà indicata dal CEI;
- ad eliminare il Contrassegno CEI su tutti gli esemplari del prodotto invenduti al momento della revoca;
- a rimborsare le spese sostenute dal CEI per le verifiche.

Nel caso il Socio non provvedesse a tali obblighi, il CEI si riserva la facoltà di rendere di pubblico dominio, nella forma che riterrà più opportuna, la notizia della presenza sul mercato di tale materiale contrassegnato abusivamente.

La revoca cessa quando il costruttore avrà potuto dimostrare, al CEI, che il prodotto è stato modificato e reso conforme alle Norme.



COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO  
Viale Monza, 259 - 20126 Milano

## Guide CEI

Le Guide CEI non rappresentano delle norme tassative, ma dei suggerimenti di progettazione, realizzazione e verifica di impianti e installazioni elettriche conformi alla normativa mediante tabelle di coordinamento, esempi di calcolo, schemi elettrici, etc

## Compiti del CEI

- Definizione dei requisiti che devono possedere i materiali, le macchine e le apparecchiature per essere conformi alle relative norme
- Elaborazione dei criteri di controllo di tali requisiti
- Partecipazione all'attività normativa europea e internazionale
- Compilazione di nuove norme ed aggiornamento delle norme in vigore

## CEI - UNEL

L'UNEL (Unificazione Elettrotecnica), assorbita dal CEI, ha la funzione di unificazione dimensionale delle costruzioni elettriche ed elettroniche (Es.: cavi elettrici)

## Marchio IMQ

Rappresenta una importante garanzia per l'utente finale di tanti prodotti elettrici di larga diffusione.

### Iter di certificazione

La certificazione di prodotto viene rilasciata e mantenuta se vengono soddisfatti i seguenti adempimenti:

#### Approvazione del costruttore

Lo stabilimento del costruttore deve essere fornito di mezzi di produzione, di prova o verifica, di personale ed attrezzature, atti a garantire per i prodotti posti sul mercato la costante conformità alle corrispondenti norme. Ciò viene accertato mediante una verifica presso lo stabilimento.

#### Approvazione del singolo modello di prodotto

Su ogni modello per il quale il costruttore richiede l'uso del Marchio, IMQ provvede ad eseguire le prove di tipo richieste dalle corrispondenti norme.

#### Controllo della produzione

Per tutti i prodotti certificati, il costruttore si impegna a mantenere la loro costante conformità alle norme e ad effettuare al 100% o su base statistica alcune prove di controllo.

L'IMQ si accerta che tali prove vengano eseguite regolarmente e provvede a ripeterle su qualche esemplare prelevato dalla produzione.

### **Scopo della certificazione**

Scopo della certificazione di un prodotto è di dare assicurazione - con un adeguato livello di fiducia - che l'**intera produzione** del prodotto stesso sia conforme alle norme ovvero specifiche tecniche di riferimento.

Detto scopo viene conseguito mediante un'attività di prova e di verifica, condotta sia preliminarmente al rilascio della certificazione sia successivamente, attraverso controlli periodici.

IMQ non assume e non può assumere alcun obbligo circa l'esito positivo di detta attività di prova e verifica e, di conseguenza, ad emettere la relativa certificazione.

### **Prodotti certificabili e norme applicabili**

I prodotti certificabili nell'ambito dei settori individuati e le norme ovvero specifiche tecniche da applicare per la relativa valutazione della conformità sono stabiliti dalla Commissione Tecnica IMQ del settore interessato, tenendo conto dei seguenti vincoli:

- la certificazione può essere rilasciata solo per prodotti fabbricati in serie;
- l'utilizzo di specifiche tecniche in luogo delle norme deve essere ristretto eccezionalmente ai casi in cui non sia disponibile un'appropriata norma nazionale ovvero internazionale.

## **CONCESSIONE D'USO DEI MARCHI E SEGNI DISTINTIVI**

### **Concessione d'uso dei marchi**

Con decorrenza dalla data di rilascio del certificato, il Concessionario ha il diritto di usare i marchi concessi da **IMQ**, solo con riferimento al singolo schema certificativo o agli schemi certificativi per i quali ha ottenuto la relativa certificazione (qui di seguito «i marchi »).

Detti marchi sono indicati nelle “**Prescrizioni Particolari**” di settore.

Essi sono legalmente registrati quali marchi collettivi; tutti i diritti derivanti da tali registrazioni sono riservati al soggetto giuridico che ha provveduto alla registrazione stessa.

### **4.2 - Disposizioni per l'uso dei marchi**

Il Concessionario deve riportare su tutti gli esemplari di prodotti certificati i marchi concessi da IMQ con la relativa certificazione.

Il Concessionario può inoltre usare detti marchi sul materiale concernente i prodotti certificati, quali il materiale pubblicitario e le confezioni dei prodotti, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- con la chiara individuazione dei prodotti oggetto della certificazione;
- nel periodo di validità del certificato;
- attribuendo il corretto significato alla certificazione di cui i marchi sono attestazione;
- senza cambi di forma (sono permessi ingrandimenti e riduzioni che comunque ne permettano la perfetta leggibilità);
- nei colori eventualmente specificati ovvero in bianco/nero.



Che differenza c'è tra la marcatura **CE** ed il marchio **IMQ**?

La marcatura **CE** è una marcatura obbligatoria rilasciata dal produttore, il quale certifica in questo modo di aver realizzato il prodotto secondo le direttive europee. E' dunque un'autocertificazione.

Il marchio **IMQ** può invece essere applicato ad un prodotto da parte del produttore solo se il prodotto stesso è stato esaminato dall'istituto **IMQ**, che ha sede a Milano, ed è stato dichiarato dallo stesso rispondente a tutti i requisiti richiesti dalla normativa italiana vigente.

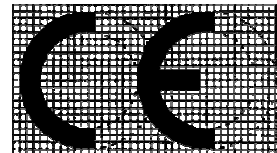
Per la maggior parte dei prodotti venduti nella Comunità Europea l'uso della marcatura **CE** e della Dichiarazione di Conformità è obbligatorio. Fatta eccezione per determinate categorie di prodotto espressamente indicate nelle direttive, il produttore può autodichiarare la conformità ai requisiti

essenziali prescritti nella direttiva tramite apposizione della marcatura **CE**. La marcatura **CE** permette l'accesso dei prodotti sul mercato europeo ma non è un marchio di approvazione, né di Certificazione o Qualità, né può essere utilizzato come strumento di marketing.

La marcatura **CE** dichiara che il produttore/distributore si assume la responsabilità del prodotto, permettendone la libera circolazione in Europa e l'identificazione dei prodotti non conformi. La Marcatura **CE** non deve essere confusa con altri marchi di approvazione o Certificazione rilasciati da enti di Certificazione.

Altri scopi della **marcatura CE** sono:

- Assicurare la libera circolazione dei beni
- Permettere il ritiro dei prodotti non conformi dalle autorità preposte o dalla dogana



#### **La Marcatura CE:**

- Non è un marchio di certificazione o approvazione rilasciato da ente di terza parte,
- Non è uno strumento di marketing o promozione
- Non è un marchio di qualità
- Non è per componenti (Sebbene ci siano alcune eccezioni, la maggior parte dei componenti non necessitano di marcatura CE)

Il marchio **IMQ** è rilasciato, su richiesta del costruttore, dall'[Istituto italiano del Marchio di Qualità](#) e indica la conformità del prodotto alle [norme CEI](#). Quindi costituisce una garanzia per gli utenti.

Il marchio **CE** viene apposto, invece, dal produttore. In questo modo egli dichiara la conformità ai requisiti essenziali di sicurezza previsti dalle corrispondenti direttive europee. La dichiarazione, scritta, deve essere a disposizione dell'Autorità di controllo. Quest'ultima può effettuare controlli.

Anche altri Paesi aderenti al [CENELEC](#) (*Comitato Europeo di Normalizzazione Elettronica*) adottano marchi per garantire la regola d'arte (in figura alcuni esempi).



Il **CENELEC** (European Committee for Electrotechnical Standardization con sede a Bruxelles), è l'organismo normatore che ha lo scopo di creare un corpo unico di Norme nel settore elettrico ed elettronico per l'Unione Europea ai fini della libera circolazione dei prodotti, nel rispetto della sicurezza delle persone, dei beni e dell'ambiente. Opera anche su incarico della Commissione Europea.

Emette:

- **Norme Europee (EN):** questi documenti devono invece essere tradotti e attuati integralmente quali norme nazionali (CEI EN in Italia), viene loro conferito lo status di Norma Nazionale e vengono ritirate tutte le Norme Nazionali contrastanti.
- **Documenti di Armonizzazione (HD):** a questi documenti si devono uniformare le norme dei Paesi membri, eliminando eventuali Norme Nazionali contrastanti.
- **Norme Europee Sperimentali (ENV), Specifiche Europee (ES), Specifiche Tecniche (TS), Rapporti (R) e Guide (G).** Le Norme EN devono essere obbligatoriamente adottate a livello nazionale.

Sia le **Norme EN** che i **Documenti HD** prendono come base le corrispondenti pubblicazioni IEC. Le norme EN riportano spesso solo i riferimenti e/o le varianti rispetto alla corrispondente Norma IEC.

## **IEC**

Costituito fin dal 1906, è l'organismo che redige e pubblica le Norme tecniche per il settore elettrotecnico ed elettronico a livello internazionale; a tale scopo contempla gli oltre 100 Paesi maggiormente industrializzati, interessandone i Comitati Elettrotecnici Nazionali. La normativa **IEC** funge da base per l'elaborazione di norme e di regolamenti nazionali e costituisce uno strumento strategico per gli scambi commerciali.

La **IEC** è infatti riconosciuta dal WTO (World Trade Organization). Le sue normative sono considerate il veicolo ideale per il raggiungimento della auspicata globalizzazione dei mercati. Il CEI, per il tramite dei propri rappresentanti che partecipano agli Organi Tecnici della **IEC**, è presente nell'attività normativa di quest'ultima.

## **RINA**

Il Registro Italiano Navale, costituito nel 1861, è un ente di diritto privato senza scopo di lucro che, oltre ad avere il pieno controllo di RINA SpA, cui ha delegato l'attività operativa, svolge principalmente attività di promozione della salvaguardia della vita umana, dei beni e dell'ambiente. Il Registro Italiano Navale ha sede a Roma.

**RINA SpA** è la società capofila del Gruppo RINA, organizzazione indipendente presente sulla scena internazionale da quasi centocinquant'anni, che opera nei settori della classificazione navale, della certificazione di sistema e di prodotto, dei servizi per l'industria, della formazione e della ricerca, con uffici in oltre settanta località nel mondo.

RINA SpA ha sede a Genova.

## 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  $\leq 50$  V, se corrente alternata, o  $\leq 75$  V, se corrente continua;*
- Sistemi di 1<sup>a</sup> 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 2<sup>a</sup> 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 3<sup>a</sup> Categoria:
  - *tensione nominale  $> 30.000$  V, in entrambi i casi.*

Esiste anche un altro modo convenzionale di classificare gli impianti e viene riportato tra parentesi nella tabella successiva insieme ai valori normalizzati delle tensioni nominali per i sistemi a corrente alternata monofase e trifase.

Categoria	Tensioni nominali normalizzate	Principali utilizzazioni
categoria 0 (bassissima tensione)	6 V, 12 V, 24 V, 48 V	Segnalazione, comando, emergenza
I categoria (bassa tensione BT)	60 V, 80 V, 230 V, 400 V, 500 V, 600 V, 1000 V.	Distribuzione BT civile e industriale
II categoria (media tensione)	3 kV, 6 kV, 10 kV, 15 kV, 20 kV, 30 kV	Distribuzione secondaria
III categoria (alta tensione)	66 kV, 132 kV, 220 kV, 380 kV	Distribuzione primaria, trasmissione

La categoria 0 viene ulteriormente approfondita dalla norma CEI 64-8, in base alle garanzie circa la non trasferibilità sui circuiti del sistema di potenziale superiore ai limiti massimi consentiti (50 V in corrente alternata e 120 V in corrente continua), presente nei circuiti o apparecchi di categoria I. Si hanno quindi i sistemi:

- SELV (Safety Extra Low Voltage, a bassissima tensione di sicurezza, denominati in passato BTS), che rispondono a particolari requisiti aventi per fine la sicurezza delle persone contro i contatti diretti e indiretti;
- PELV (Protection Extra Low Voltage, a bassissima tensione di protezione), analoghi ai precedenti, ma in cui devono essere soddisfatti requisiti in parte simili a quelli del sistema SELV, in parte diversi;
- FELV (Functional Extra Low Voltage, a bassissima tensione funzionale, denominati in passato BTF), che non rispondono a tutti i requisiti che caratterizzano i sistemi precedenti.

## SISTEMA ELETTRICO

Si chiama sistema elettrico, o anche semplicemente sistema, una parte dell'impianto elettrico costituita dal complesso delle macchine, delle apparecchiature, degli accessori e delle linee elettriche, interconnessi tra loro, caratterizzati da una data **tensione nominale** d'esercizio. Le caratteristiche del sistema sono tutte riferite a tale tensione nominale.



## TENSIONE NOMINALE

La tensione nominale è quel valore di tensione per il quale un impianto o una sua parte, è progettato. Normalmente le caratteristiche del sistema sono riferite a tale tensione. Per i sistemi trifase si considera come tensione nominale la tensione concatenata.

## COMPONENTI DI UN IMPIANTO ELETTRICO

Per impianto elettrico si intende un insieme di componenti elettrici elettricamente associati in modo da soddisfare a scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate. Tra gli scopi dell'impianto possiamo citare, ad esempio, la produzione, il trasporto, la trasformazione, lo smistamento, la conversione, la distribuzione e l'utilizzazione dell'energia elettrica.

### Condizioni ambientali

Determinate condizioni ambientali possono influenzare anche in maniera determinante la scelta dei materiali e delle apparecchiature da impiegare in un determinato impianto. Alcune definizioni sulle condizioni ambientali sono contenute nella norma CEI 11-1. In base a queste definizioni sono da considerarsi critici, sotto il profilo degli impianti elettrici, luoghi nei quali sono possibili infiltrazioni di acqua, presenza di polvere o di sostanze corrosive o il pericolo di incendio o di esplosione.

Si considerano infatti **ordinari** gli ambienti ove non esistono condizioni speciali che impongano particolari precauzioni di installazione o limitazioni nella scelta e nell'impiego di macchinari, apparecchiature e condutture. Si considerano **speciali** gli ambienti ove, invece, tali condizioni sussistono.

Gli ambienti speciali si suddividono in:

- a) **ambienti umidi**: ambienti in cui sulle pareti, sul soffitto o sul pavimento si presentano costantemente o periodicamente manifestazioni saline, muffe o macchie di umido;
- b) ambienti **bagnati**: ambienti nei quali si procede usualmente a spargimenti di acqua o nei quali sono presenti con continuità vapore acqueo o esalazioni umide in misura tale da dar luogo a formazione di gocce sulle pareti, sul soffitto o sul pavimento;
- c) ambienti **freddi**: ambienti nei quali può manifestarsi o mantenersi una temperatura ambiente inferiore a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se all'esterno, e a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se all'interno;
- d) ambienti a **temperatura elevata**: ambienti nei quali può manifestarsi e mantenersi una temperatura ambiente superiore a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- e) ambienti con possibilità di **depositi salini**;
- f) ambienti **polverosi**: ambienti nei quali sono usualmente presenti, in sospensione, polveri che per la loro natura non costituiscono pericolo di incendio o di esplosione;
- g) ambienti con **emanazioni corrosive**: ambienti nei quali sono presenti vapori o gas corrosivi;
- h) ambienti con **pericolo di incendio**: ambienti nei quali si ha presenza di materie o pulviscoli infiammabili;
- i) ambienti con **pericolo di esplosione** per presenza di materiali esplosivi;
- j) ambienti con **pericolo di esplosione** o **di incendio** per presenza di pulviscolo, gas o vapori che possono formare miscela esplosiva.

Nella parte 7 della norma CEI 64-8 sono trattati ambienti e applicazioni particolari per quel che riguarda gli impianti in BT, in particolare:

- locali contenenti bagni o docce;
- piscine;
- ambienti a maggior rischio in caso d'incendio;
- luoghi di pubblico spettacolo e di intrattenimento.

Norme specifiche si occupano di impianti in luoghi con pericolo di esplosione o incendio (CEI 64-2, 31-30, 31-33).

Legata alle condizioni ambientali è spesso la problematica della protezione dai contatti diretti. Essa si realizza normalmente mediante l'isolamento, gli involucri e le barriere. Gli **involucri** sono elementi che garantiscono la protezione contro i contatti diretti in tutte le direzioni mentre le **barriere** sono elementi che garantiscono un prefissato grado di protezione nella sola direzione abituale di accesso. Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati, rimovibili solo con attrezzi, apribili da personale addestrato oppure solo se l'accesso alle parti attive è possibile dopo avere aperto il dispositivo di sezionamento con interblocco meccanico o elettrico.

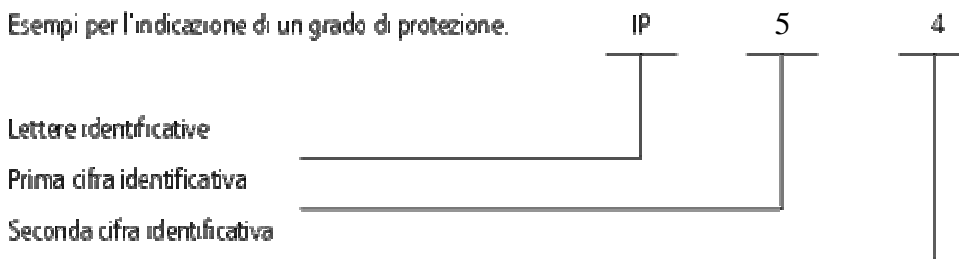
## GRADO DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI

Gli involucri assicurano la protezione di un componente elettrico contro agenti esterni e contro i contatti diretti. Essi hanno diversi gradi di protezione contro l'introduzione di **corpi solidi** e di **acqua**, in base alle diverse situazioni in cui possono essere usati. Le norme IEC (CEI 70-1) stabiliscono che il grado di protezione sia identificato con le lettere **IP** (International Protection) seguite **da due cifre caratteristiche** più eventuali **due lettere aggiuntive**.

Lettere caratteristiche = **IP XX**

- **Prima cifra** caratteristica (da 0 a 6 o lettera X)
- **Seconda cifra** caratteristica (da 0 a 8 o lettera X)
- Eventuale lettera aggiuntiva (lettera A B C D )
- Eventuale lettera supplementare (lettera H M S W)

Esempi per l'indicazione di un grado di protezione.

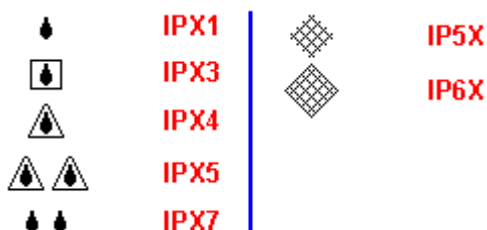


Esempio :

**Apparecchio con grado IP54** = protetto contro le polveri e gli spruzzi d'acqua da tutte le direzioni

Se non vi è la classificazione per uno dei due casi, la cifra è sostituita da una **X**.

Normalmente non si deve scendere mai al di sotto di IP20. In ambienti particolari il limite minimo sale. Ad esempio: cucine IP21, giardini IP24, cantieri IP35, esterno piscine IP37. A volte si possono incontrare dei simboli che corrispondono a specifici gradi di protezione:



La <b>prima cifra</b> indica il grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi estranei		La <b>seconda cifra</b> indica il grado di protezione contro la penetrazione di liquidi.	
<b>I cifra</b>	Descrizione	<b>II cifra</b>	Descrizione
0	Nessuna protezione. (Nessuna protezione particolare di persone contro il contatto casuale di componenti sottotensione o in movimento. Nessuna protezione dell'apparecchio dalla penetrazione di corpi estranei solidi)	0	Nessuna protezione
1	Protetto contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm o una grande superficie del corpo umano (ad es. contatti involontari della mano)	1	Protetto contro la caduta verticale di gocce di acqua (Le gocce d'acqua in caduta verticale non devono avere effetti dannosi).
2	Protetto contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm (il dito di prova di lunghezza 80 mm e diametro 12 mm, deve trovarsi a distanza sufficiente dai componenti pericolosi, oppure una sfera di 12,5 mm di diametro non deve penetrare interamente)	2	Protetto contro la caduta di gocce di acqua con una inclinazione massima di 15 gradi dalla verticale
3	Protetto contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5 mm (ad es. un cacciavite, fili)	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 (arnesi fini, fili sottili)	4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua da tutte le direzioni
5	Protetto contro la polvere (nessun deposito nocivo)	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 temporanea
		8	Protetto contro gli effetti della immersione continua

*La lettera aggiuntiva indica il grado di protezione contro l'accesso a parti pericolose.*

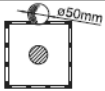
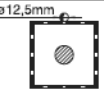
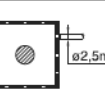
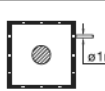


IPXX- -	Significato
<b>A</b>	Protetto contro l'accesso con il dorso della mano (il calibro di accessibilità ha diametro 50 mm)
<b>B</b>	Protetto contro l'accesso con un dito (il dito di prova articolato ha diametro 12 mm e lunghezza 80 mm)
<b>C</b>	Protetto contro l'accesso con un attrezzo (il calibro di accessibilità ha diametro 2,5 mm e lunghezza 100 mm)
<b>D</b>	Protetto contro l'accesso con un filo (il calibro di accessibilità ha diametro 1 mm e lunghezza 100 mm)

*La lettera supplementare fornisce informazioni relative alla protezione del materiale.*

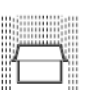

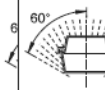
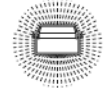
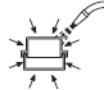

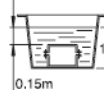
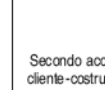
IPXX- -	Significato
<b>H</b>	adatto per apparecchiatura ad alta tensione
<b>M</b>	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura sono in moto
<b>S</b>	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura non sono in moto
<b>W</b>	adatto all'uso in condizioni atmosferiche specificate e dotato di misure o procedimenti addizionali

## GRADI DI PROTEZIONE IP DEGLI INVOLUCRI SECONDO NORMA CEI 70-1 (EN 60529)

1ª cifra caratteristica: protezione contro l'ingresso di corpi solidi.

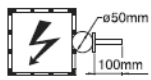
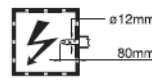
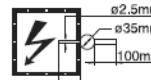
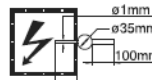
1ª cifra caratteristica	0	1	2	3	4	5	6
Protezione contro l'ingresso dei corpi solidi	Nessuna	Corpi solidi con dimensione minima superiore a 50 mm	Corpi solidi con dimensione minima superiore a 12,5 mm	Corpi filiformi con diametro superiore a 2,5 mm	Corpi filiformi con diametro superiore a 1 mm	Protezione contro la polvere	Stagno alla polvere
Mezzo di prova	Nessuna	 Sfera Ø 50 mm	 Sfera Ø 12,5 mm + dito di prova	 Filo rigido Ø 2,5 mm	 Filo rigido Ø 1 mm	 Camera a circolazione di talco	 Camera a circolazione di talco
Impiego consentito	In involucri	Luoghi chiusi (accessibili solo a persone autorizzate ed addestrate)	Luoghi ordinari con presenza solo di oggetti grossolani posati su pareti verticali	Luoghi ordinari posati su parti verticali o su piani orizzontali inaccessibili	Luoghi ordinari posati anche su ripiani orizzontali inaccessibili	Luoghi occasionalmente polverosi	Luoghi permanentemente polverosi

2ª cifra caratteristica: protezione contro la penetrazione dell'acqua.

2ª cifra caratteristica	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Protezione contro la penetrazione di acqua	Nessuna	Di condensa (caduta di gocce verticali)	Di condensa (caduta di gocce con angolo fino a 15°)	A pioggia con angolo fino a 60° dalla verticale	A spruzzo da tutte le direzioni	Getti da tutte le direzioni	Protezioni d'acqua mareggiate	Immersione temporanea	Immersione permanente
Mezzo di prova	Nessuna	 Vasca di gocciolamento	 Vasca di gocciolamento	 Spruzzatore dall'alto	 Spruzzatore rotante a 360°	 Ugello Ø 6,3 mm portata 12,5 l/min	 Ugello Ø 12,5 mm portata 100 l/min	 In vasca con 1 m di battente d'acqua	 Secondo accordi cliente-costruttore
Impiego consentito	In ambienti asciutti	In ambienti umidi con componente in posizione verticale predefinita	In ambienti umidi con componente in posizione non perfettamente verticale	Luoghi esposti alla pioggia ma non agli spruzzi dal basso	Luoghi esposti alla pioggia e agli spruzzi (es.: stazioni con passaggio di veicoli)	Luoghi soggetti a lavaggio con getti d'acqua di media potenza	Luoghi soggetti a lavaggio energico e a mareggiate (moli)	Luoghi soggetti a inondazioni temporanee o a immersione sotto la neve per lunghi periodi	Funzionalità subacquea

Lettere aggiuntive.

Lettere supplementari  
(solo per componenti particolari)

3ª lettera aggiuntiva	A	B	C	D
Protezione delle persone al contatto con	Il dorso della mano	Le dita	Attrezzi piccoli	Fili, aghi, chiodi
Calibro di prova	 Sfera Ø 50 mm	 Dito di prova Ø 12 mm	 Filo rigido Ø 2,5 mm con superficie d'arresto	 Filo rigido Ø 1 mm con superficie d'arresto
Impiego consentito	Luoghi chiusi (accessibili solo a persone autorizzate)	Luoghi accessibili anche a persone non addestrate	Luoghi dove si usano piccoli utensili (cacciaviti)	Luoghi dove si usano oggetti filiformi

H	Apparecchiatura ad alta tensione
M	Provato in moto contro l'ingresso d'acqua
S	Provato da fermo contro l'ingresso d'acqua
W	Con misure di protezione aggiuntive da specificare

Esempio di applicazione completa del codice IP:

INDICE	PROTEZIONE CONTRO L'INGRESSO FILO Ø 2,5	IP	3	4	D	W	ADATTO AD USO SPECIFICO
	PROTEZIONE CONTRO GLI SPRUZZI						IMPEDITO CONTATTO CON FILO DA 1 mm.

## 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

La naturale collocazione di molti degli apparecchi che fanno parte di un impianto elettrico in opera avviene oggi mediante raggruppamenti all' interno di appositi contenitori o involucri, soprattutto per ragioni di funzionalità e di sicurezza.

*Con il termine quadro elettrico si definisce un complesso di elementi strutturali di supporto e di apparecchi di protezione, comando, manovra, misura, e altre funzioni, montati e interconnessi elettricamente, che ha lo scopo di assolvere le specifiche funzioni richieste per l'impianto elettrico nel quale è inserito.*

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.

### Principali tipologie di quadri elettrici

In relazione alle funzioni assegnate e ai corrispondenti tipi costruttivi, i quadri elettrici per bassa tensione possono essere suddivisi in diverse tipologie:

- quadri principali di distribuzione (power centers);
- quadri secondari di distribuzione;
- quadri manovra motori (motor control centers);
- quadri comando, misura e protezione;
- Quadri e armadi non cablati

I quadri e gli armadi non cablati consistono di contenitori metallici o in materiale isolante, realizzati con elementi standardizzati che permettono di adeguarsi alle diverse esigenze di impianto. Sono completati da accessori che consentono molteplici soluzioni. Il montaggio della struttura, delle apparecchiature e il cablaggio vengono effettuati dal cliente seguendo le istruzioni del costruttore. Normalmente vengono utilizzati per la distribuzione secondaria.

### Apparecchi di comando e di manovra

Gli apparecchi di comando e di manovra 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 generalmente manovrati a vuoto e servono per avere un'ampia interruzione della continuità dei conduttori.

Un apparecchio di manovra è un dispositivo destinato a stabilire o a interrompere la corrente in uno o più circuiti elementari in determinate condizioni di servizio.

La necessità di effettuare un'interruzione della corrente in un impianto elettrico può essere dovuta a **motivi di sicurezza** o a **motivi funzionali**.

L'interruzione per motivi di sicurezza si ha quando debbano essere eseguiti dei lavori sull'impianto o vicino all'impianto e occorre evitare che si verifichi un contatto degli operatori con le tensioni elettriche. **In questo caso si rende cioè necessario il sezionamento.** Il sezionamento deve assicurare che l'intero impianto, o la parte di impianto sulla quale si deve intervenire, sia messa completamente fuori tensione, separandola da qualsiasi fonte di energia elettrica. In questo modo è garantita la sicurezza delle persone che devono lavorare vicino all'impianto. Questo non esime comunque dal verificare in ogni caso, con appositi strumenti, l'assenza di tensione sull'impianto. Ogni impianto nella sua interezza e ogni ramo di impianto devono essere obbligatoriamente sezionabili.

La necessità di dover interrompere il circuito va prevista non solo per motivi o rischi elettrici ma anche per evitare rischi di altro tipo (di natura non elettrica) dovuti al funzionamento stesso delle apparecchiature. Ad esempio se si devono fare delle riparazioni a una pressa idraulica comandata da un motore elettrico, occorre evitare che la pressa entri in funzione accidentalmente provocando gravi incidenti, e questo anche se il tipo di riparazione non espone a rischi di contatto elettrico.

**L'interruzione di emergenza** deve essere prevista anche per fermare delle apparecchiature che dovessero improvvisamente costituire pericolo o per limitare le conseguenze di un incidente. Rientrano in questo tipo di interruzioni tutte le manovre che avvengono in condizioni di funzionamento anormale a causa di guasti nell'impianto. Un altro esempio si ha quando, in caso di folgorazione, occorre innanzi tutto interrompere il circuito e poi intervenire per soccorrere l'infortunato.

**L'interruzione per motivi funzionali** è quella che avviene nel normale esercizio di un impianto che deve essere azionato e fermato, secondo la necessità, per realizzare lo scopo dell'impianto stesso. Il circuito viene così connesso e disconnesso al resto dell'impianto. Così ad esempio una lampada viene accesa per fare luce e viene spenta quando non è più necessaria. Per operare la interruzione per **motivi funzionali si usano gli interruttori di manovra**, che sono quegli apparecchi meccanici di manovra destinati a stabilire, portare e interrompere correnti in condizioni normali ed eventualmente anche in condizioni anormali (come ad esempio nel caso di piccoli sovraccarichi).

Per salvaguardare le persone, le cose e gli impianti stessi da eventi dannosi (corto circuiti, sovraccarichi anomali, interruzioni intempestive, correnti di guasto verso terra, folgorazioni, ecc.) ciascun impianto deve essere concepito e strutturato in modo da ridurre, nei limiti del possibile, la probabilità di guasti e di utilizzi errati da parte di personale inesperto che possono compromettere le due seguenti condizioni:

- la **sicurezza** (persone e beni);
- la **continuità del servizio**.

In altre parole esso dovrà essere **“affidabile”**.

La **sicurezza**, il cui scopo fondamentale è quello della protezione delle persone e dei beni, implica l'adempimento formale di un obbligo giuridico (conformità alla normativa di legge). Va comunque precisato che un livello di sicurezza assoluto non è raggiungibile in quanto annullare il rischio di un guasto elettrico, in un impianto elettrico, è praticamente impossibile, e ridurlo a un livello minimo risulta oltremodo difficile e costoso. E invece possibile raggiungere un livello di **“sicurezza**

**accettabile**”, in cui il rischio di guasti che possono compromettere l’affidabilità dell’impianto sarà quello ottenuto da un ragionevole ed equo compromesso tra economia e sicurezza.

La **continuità del servizio** dipende in modo determinante da una scelta ottimale di criteri di progetto come suddivisione degli impianti, previsione di più sorgenti di alimentazione (gruppi di emergenza); suddivisione dei circuiti, scelta dei sistemi di collegamento a terra, selettività delle protezioni, affidabilità dei materiali impiegati. Anche per quanto concerne la continuità del servizio occorre conseguire un ragionevole compromesso con i costi necessari per il raggiungimento dei livelli di affidabilità ipotizzati.

In condizioni di funzionamento anormale del circuito non è sufficiente la presenza di un dispositivo che possa essere azionato manualmente da un operatore. Occorre che in questo caso l’operazione avvenga automaticamente. Un **interruttore automatico** è un apparecchio destinato a connettere un circuito all’alimentazione e a disconnetterlo mediante operazione manuale, o ad aprire il circuito automaticamente quando la corrente supera un valore predeterminato.

## Interruttori e sezionatori

Le principali manovre che si possono effettuare su un impianto elettrico sono:

- stabilire e interrompere la corrente elettrica (le apparecchiature che effettuano questa funzione sono gli interruttori);
- sezionare (le apparecchiature che effettuano questa funzione sono i sezionatori).

Le due funzioni sono molto diverse tra loro:

- l’**interruttore** deve aprire e chiudere un circuito percorso da corrente;
- il **sezionatore** deve garantire la non continuità metallica tra due parti di un circuito elettrico (quando il circuito stesso non è percorso da corrente elettrica).

I **sezionatori** sono apparecchi di manovra a due posizioni stabili, una di aperto e una di chiuso, destinati ad assicurare, in posizione di aperto, una determinata distanza tra i contatti in condizioni di sicurezza per quanto riguarda la stabilità e l’indicazione della posizione, e in grado di manovrare correttamente soltanto quando la corrente o la tensione o entrambe sono trascurabili. Sono anche definiti dalle norme CEI (17-11) come apparecchi meccanici di manovra che, per ragioni di sicurezza, assicurano, nella posizione di aperto, una distanza di sezionamento che soddisfa a condizioni specificate. I **sezionatori di terra** sono sezionatori destinati ad avere uno dei contatti stabilmente a terra.

**Gli interruttori** sono apparecchi di manovra a due posizioni stabili, una di aperto e una di chiuso, in grado di inserire o interrompere la corrente di carico, tenendo anche conto delle normali condizioni di sovraccarico momentaneo. Sono in grado quindi di effettuare le manovre di inserzione e disinserzione anche con i carichi collegati. Si distinguono gli **interruttori di manovra**, destinati a manovrare soltanto in condizioni ordinarie di servizio, e gli **interruttori di potenza**, destinati a manovrare non solo in condizioni ordinarie di servizio, ma anche in determinate condizioni di servizio particolarmente gravose. **La corrente nominale** di un interruttore è quel valore di corrente che può attraversare i contatti dell’interruttore per un tempo illimitato e si indica con  $I_N$ .

**Gli interruttori-sezionatori** (detti anche sezionatori sotto carico) sono degli interruttori di manovra che possono svolgere anche la funzione di sezionamento in quanto nella posizione di aperto soddisfano alle prescrizioni delle norme circa la distanza di sezionamento.

La differenza tra i due tipi di manovra consiste nella **presenza o meno dell'arco elettrico** al momento dell'apertura dei contatti. Tutte le apparecchiature di manovra sono caratterizzate da un contatto mobile e da uno fisso. Quello mobile si avvicina al contatto fisso durante la chiusura e si allontana durante l'apertura del dispositivo. L'interruzione della corrente elettrica instaura, nell'istante del distacco del contatto mobile da quello fisso, un regime transitorio nel circuito, accompagnato inevitabilmente da un arco elettrico che scocca tra i contatti dell'apparecchiatura di manovra. La temperatura del mezzo dielettrico raggiunge i 2000-3000 °C e il mezzo circostante si ionizza. L'interruttore dovrà quindi provvedere allo spegnimento di tale arco nel più breve tempo possibile. I metodi possibili sono raffreddare l'arco, frazionarlo, allungano, oppure modificare l'ambiente nel quale si è sviluppato in modo che aumenti la sua rigidità dielettrica. Gli interruttori esistono per BT, per MT e per AT. A seconda delle tensioni e delle correnti in gioco e di altri fattori vengono utilizzate una o più delle tecniche su citate.

Se la corrente è troppo elevata il dispositivo può anche fallire nel tentativo di interromperla. Per questo motivo è importante scegliere il dispositivo di interruzione in base al proprio **potere di interruzione**.

Il **potere di interruzione o di apertura** è il valore efficace di corrente che un contatto è in grado di interrompere in condizioni specificate.

Il **potere di chiusura o di stabilimento** è la corrente che un contatto è in grado di stabilire in condizioni specificate. Sia l'uno che l'altro riguardano:

la natura del circuito e le condizioni di servizio; il ciclo di operazioni o il numero di manovre;

il valore della tensione alla frequenza d'esercizio esistente nel circuito prima dello stabilimento della corrente e dopo la sua interruzione.

È necessario specificare se si indica il valore di picco o il valore efficace della corrente.

Nel **caso del sezionamento** ci si affida alla distanza in aria tra i contatti (distanza di sezionamento).

La condizione di **sezionamento avvenuto** deve **essere constatabile visivamente**: guardando i contatti si deve possibilmente vedere che sono in posizione di aperto. Questo è senz'altro obbligatorio per alte tensioni.

Per basse tensioni se ciò non è possibile occorre che almeno ci sia un dispositivo indicatore. Un sezionatore deve essere in grado di aprire e chiudere un circuito intervenendo su tutti i poli quando la corrente interrotta o stabilita è di intensità trascurabile, o quando la manovra non produce alcun cambiamento della tensione ai terminali, cioè il sezionamento deve avvenire quando l'apparecchio non è in funzione. Non si deve mai sezionare sotto carico. In alta tensione i sezionatori (molto grossi) vengono manovrati a distanza con telecomando.

In conclusione la differenza fondamentale tra i **sezionatori e gli interruttori** è che normalmente i primi possono essere utilizzati solo quando l'impianto è a vuoto, cioè quando gli utilizzatori non sono inseriti, mentre i secondi possono essere manovrati sempre.

In bassa tensione non si fa largo uso di veri sezionatori. Più spesso si usano **interuttori-sezionatori**. Come dispositivi di sezionamento sono accettabili le prese a spina e anche altri dispositivi come gli **interuttori automatici e i fusibili**. Questi dispositivi devono essere onnipolari, cioè agire contemporaneamente su tutti i poli o fasi e devono essere costruiti in modo da prevenire richiusure accidentali per urti o vibrazioni.



## Contattori

I **contattori** o **teleruttori** sono dispositivi di manovra meccanici ad azionamento non manuale aventi una sola posizione di riposo, destinati a chiudere quando l'organo di azionamento è alimentato e ad aprire quando l'organo di azionamento viene disalimentato, non solo in condizioni ordinarie di servizio ma anche in determinate condizioni di servizio particolarmente gravose. Essi devono quindi essere capaci di stabilire, sopportare e interrompere correnti in condizioni ordinarie e di sovraccarico del circuito. Sono progettati per eseguire un elevato numero di operazioni.

Il comando del contattore può essere elettromagnetico, ma anche pneumatico ed elettropneumatico.

Normalmente il contattore è costituito dall'elettromagnete necessario per il comando (dotato di nucleo magnetico e bobina) e dai contatti, che con il loro movimento relativo stabiliscono e interrompono la continuità del circuito.

I contatti sono di due tipi:

- **principali**, destinati all'apertura e alla chiusura del circuito di potenza che si deve comandare;
- **ausiliari**, necessari per comandare i circuiti ausiliari (autoritenuta, blocchi elettrici, consensi, segnalazioni, allarmi, ecc.): possono essere a loro volta normalmente aperti (NA) o normalmente chiusi (NC).

L'impiego dei contattori offre il notevole vantaggio della possibilità del comando e del controllo a distanza, anche da più punti. Inoltre, sfruttando i contatti ausiliari, è possibile inserire circuiti di allarme, blocchi, segnalazioni, ecc. Infine, una volta eccitato, il contattore è anche autoprotetto da abbassamenti di tensione nel circuito di comando. Occorre infatti che la tensione si abbassi almeno del 20-25% perché l'elettromagnete si disecciti. I contattori possono essere inoltre trasformati in interruttori di massima corrente se vengono corredati da opportuni relè termici, elettromagnetici o magnetotermici.

Per la scelta dei contattori occorre considerare, oltre alle tensioni nominali (di impiego e di isolamento), alla corrente nominale, alla frequenza nominale, ai poteri di interruzione e di chiusura:

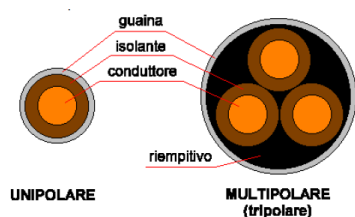
- **il limite di impiego**: è il più alto valore di potenza nominale del carico a cui il contattore può essere applicato;
- **la durata meccanica**: numero di cicli a vuoto (cioè apertura e chiusura senza passaggio di corrente nei contatti principali) che il contattore può effettuare prima di provvedere alla sostituzione di parti meccaniche (è abbastanza comune il valore di 1.000.000 di manovre);
- **la durata elettrica**: numero massimo di manovre sotto carico;
- **la categoria di impiego**, caratterizzata dalle correnti da stabilire e interrompere in corrente alternata (AC) e continua (DC).



## 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,

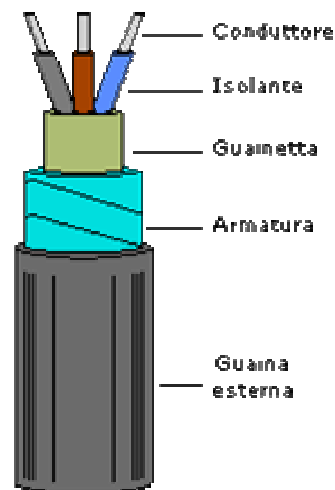


blu chiaro per il neutro, diversi colori per la fase). I cavi possono essere classificati in funzione del comportamento nei confronti del fuoco o della

tensione d'isolamento. In base al comportamento nei confronti del fuoco i cavi sono classificati in:

- non propaganti fiamma (rispondenti alla norma CEI 20-35). Sono i più diffusi nel mercato, isolati in PVC o in gomma, con guaina policloroprene ed equivalenti, questi cavi, se bruciano, non propagano la fiamma e si auto-estinguono rapidamente e a breve distanza dal punto dove è stata applicata la fiamma, se sono installati singolarmente. Questa proprietà decade quando risultano installati in fasci. Inoltre sviluppano gas tossici e corrosivi.
- non propaganti l'incendio; (norma CEI 20-22). Si usano quando i cavi sono raggruppati in quantità notevoli, o si trovano in vista in ambienti speciali. Sono dotati di isolamenti realizzati con additivi particolari. Questi cavi non devono propagare l'incendio neanche se sono installati in fasci, devono emettere una ridotta quantità di gas tossici e corrosivi, anche se emettono fumi opachi (che possono impedire la visibilità delle segnalazioni). Portano stampigliata sulla guaina la scritta CEI 20-22 e, convenzionalmente, sono di colore blu-chiaro per cavi con guaina in PVC e grigio per quelli con guaina in gomma. Il fascio tuttavia non deve essere di dimensioni superiori a quelle del fascio di prova previsto dalla norma CEI 20-22, diversamente la non propagazione dell'incendio non è più assicurata. Esempio di questi cavi è N07 G9-K isolato con elastomero reticolato speciale.
- non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumo e gas tossici; In locali sotterranei, in gallerie e in generale in locali con presenza di pubblico, diventa necessario utilizzare i cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumo o gas tossici (norma CEI 20-38), per esempio H07 G9-K. Questi cavi hanno la caratteristica di produrre fumi poco densi e non tossici. Utilizzano come isolanti elastomeri privi di alogeni e altre sostanze che possono dar luogo a gas corrosivi, tossici e/o fumi eccessivi (le prove per questi cavi sono definite nelle norme CEI 20-37).
- resistenti al fuoco; Se poi l'impianto deve funzionare anche in presenza di incendio, occorre utilizzare i cavi resistenti al fuoco (CEI 20-36 e 20-39), con isolamento minerale, per esempio FE4OM 1 per ambienti ad elevate temperature.

I cavi sono contraddistinti da una tensione d'isolamento indicata da due parametri  $U_0$  e  $U$  che indicano rispettivamente la tensione massima che l'isolamento del cavo può sopportare verso terra, e la tensione massima che l'isolamento fra un cavo e l'altro.



## Definizione della tensione nominale del cavo

Per la scelta della tensione nominale d'isolamento dei cavi in relazione al sistema elettrico in cui il cavo deve essere installato, è necessario considerare i seguenti elementi:

- caratteristiche del sistema elettrico, ossia se trifase, monofase o a corrente continua;
- tensione nominale e massima del sistema;
- tipo di posa e ambiente di installazione.

La tensione del cavo non deve essere, in nessun caso, minore della tensione d'esercizio dell'impianto.

## Portata del cavo

La portata di una conduttura in regime permanente è il massimo valore della corrente che può fluire nella conduttura, in regime permanente e in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato. Nel caso di un cavo, la parte più sensibile alla temperatura è l'isolante e pertanto la portata è il valore di corrente per il quale l'isolante assume una temperatura uguale alla massima consentita per garantire al cavo stesso una prefissata durata di vita (20-30 anni). La portata di un cavo è direttamente legata alla:

- produzione e smaltimento del calore e di conseguenza alla sezione, forma, tipo del rivestimento e tipo di posa;
- massima temperatura di funzionamento dell'isolante, tipo e qualità dell'isolante stesso.

La portata è indicata dalle norme CEI con il simbolo  $I_Z$ .

Sul valore della portata influiscono in particolare la sezione del cavo, il tipo di cavo e di isolante, il numero di conduttori di cui è composto, le condizioni di posa, la temperatura dell'ambiente esterno, la vicinanza di altri cavi.

## Determinazione della corrente di impiego

La corrente di impiego  $I_B$  è la corrente che può fluire in un circuito nel servizio ordinario e per cui la linea è progettata. Occorre che essa sia sempre inferiore alla portata della conduttura  $I_B \leq I_Z$ .

## 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, da eventuali anomalie dell'impianto elettrico.

## RISCHI ELETTRICI

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 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.

### ORIGINE DELL'ELETTROCUZIONE

L'elettrocuzione può avvenire per contatto diretto o per contatto indiretto.

Per **contatto diretto** s'intende il **contatto con una parte normalmente in tensione** dell'impianto elettrico.

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

Il **contatto indiretto** avviene quando si entra in **contatto con parti normalmente non in tensione**.

Tali parti possono risultare inaspettatamente in tensione a causa di guasto. Un esempio sono le carcasse metalliche degli elettrodomestici.

### 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 questo 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. La **Tetanizzazione dei muscoli**, consiste quindi nel blocco involontario dei muscoli attraversati dalla corrente, i quali non obbediscono più agli impulsi elettrici fisiologici provenienti dal cervello e, a secondo del tipo di contatto, non permettono alla persona di staccarsi dalla parte in tensione. Questo fenomeno prolunga il tempo di contatto producendo effetti ancora più dannosi. Si chiama **corrente di rilascio** il massimo valore di corrente per il quale una persona è ancora in grado di lasciare la presa.

### 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

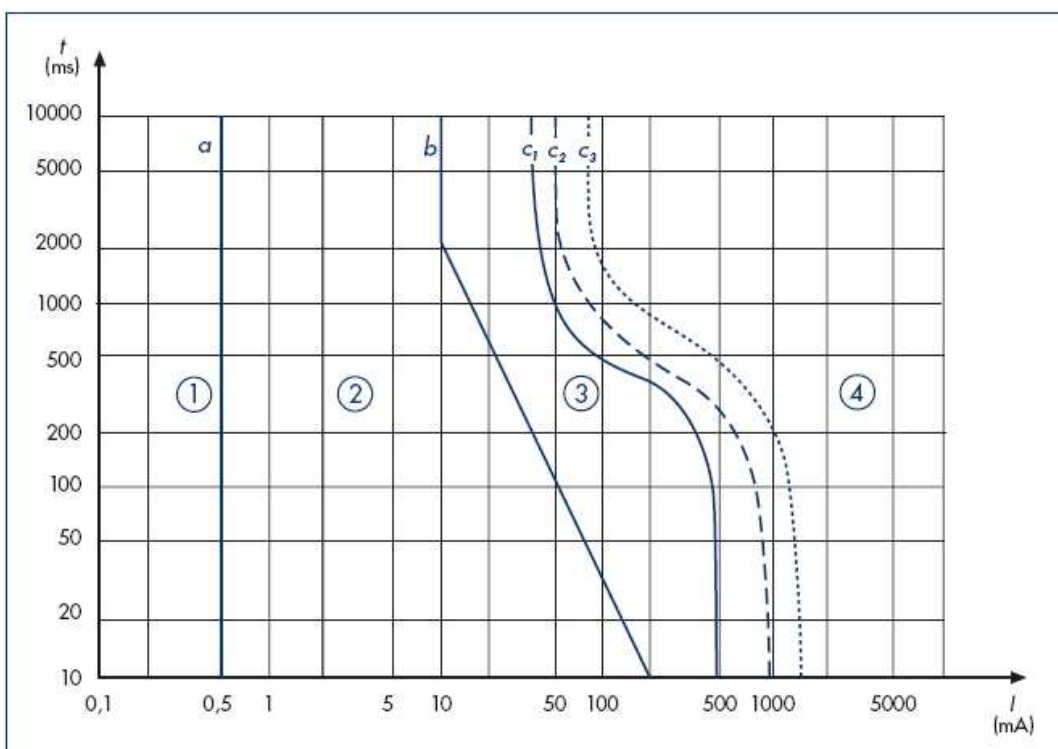
stessa ragione che determina la tetanizzazione dei muscoli, la corrente elettrica impedisce la respirazione, non consentendo l'espansione della cassa toracica. Il soggetto colpito muore per asfissia se non si elimina la causa della contrazione e non si pratica la respirazione assistita.

### Fibrillazione ventricolare

E' l'effetto più pericoloso ed è dovuto alla sovrapposizione delle correnti provenienti dall'esterno con quelle fisiologiche che, generando delle contrazioni scoordinate, fanno perdere il giusto ritmo al cuore. Questa anomalia é particolarmente pericolosa quando si verifica nella zona ventricolare perché diventa un fenomeno non reversibile in quanto il fenomeno persiste anche se lo stimolo è cessato. Meno pericolosa, grazie alla sua natura reversibile, è invece la fibrillazione atriale. La fibrillazione ventricolare é reversibile entro i primi due o tre minuti soltanto se il cuore é sottoposto ad una scarica elettrica con l'utilizzo del defibrillatore. Solo così si possono evitare gravi danni al tessuto del cuore stesso, al cervello e nel peggiore dei casi la morte dell'infortunato.

### 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 elettrica. La gravità delle ustioni sono funzione dell'intensità di corrente e della durata del fenomeno.



#### Curva di pericolosità della corrente elettrica alternata

In figura sono rappresentate, in base al valore della corrente (espresso in mA - milliampere) e alla durata del fenomeno (in millisecondi), quattro zone di pericolosità, per una frequenza compresa tra i 15 e i 100 Hz:

➤ **zona 1** - al di sotto di 0,5 mA la corrente elettrica non viene percepita ;

- **zona 2** - la corrente elettrica viene percepita senza effetti dannosi; infatti Per valori che vanno da 0,5 mA a 10 mA la corrente viene percepita ma non provoca effetti dannosi qualunque sia la durata, e la persona è sempre in grado di staccarsi dal contatto. Il valore di 10 mA è considerato la soglia di pericolosità. Per valori di corrente da 10 mA a 200 mA il contatto può essere dannoso oppure no secondo la durata. Il tempo di sopportabilità della corrente diminuisce all'aumentare dell'intensità di corrente.
- **zona 3** - si possono avere tetanizzazione e disturbi reversibili al cuore, aumento della pressione sanguigna, difficoltà di respirazione;
- **zona 4** - si va dalla fibrillazione ventricolare alle ustioni. La fibrillazione ventricolare si innesca, con una probabilità tanto maggiore quanto più ci si allontana dalla curva  $c_1$ . La curva  $c_2$  si riferisce al 5% delle persone e la curva  $c_3$  al 50% delle persone. In seguito alla fibrillazione si verificano effetti patologici gravi: arresto della respirazione, arresto cardiaco, arresto della circolazione.

Ai fini pratici è più conveniente riferirsi ai valori di tensione che sono in grado di far circolare una corrente pericolosa nel corpo umano, piuttosto che direttamente a dei valori di corrente. Considerando la resistenza convenzionale del corpo si giunge alla determinazione di una **tensione limite convenzionale di contatto**  $V_L=50\text{ V}$  osservando che tensioni minori di 50 Volt si possono sopportare per un tempo indeterminato mentre la tensione di 50 V solo per un tempo massimo di 5 secondi ( la tensione di 220 V solo per 0,2 s)

## RESISTENZA ELETTRICA DEL CORPO UMANO

Poiché nel caso di corrente alternata a 50 Hz la soglia di pericolosità è di 10 mA, se indichiamo con  $Z_c$  l'impedenza del corpo umano e con  $V_c$  la tensione di contatto, per evitare rischi si deve avere:

$$\frac{V_c}{Z_c} \leq 10\text{mA}$$

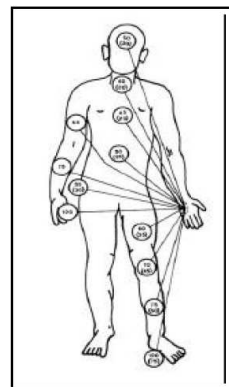
L'impedenza del corpo umano è composta da tre termini:

- 1- L'impedenza del punto di entrata dovuta al contatto con la pelle, che alla frequenza industriale di 50 Hz ha carattere prevalentemente ohmico e si può indicare con  $R_e$  (per frequenze > 1000 Hz avrebbe carattere ohmico-capacitivo).
- 2- L'impedenza interna, di carattere ohmico e indicata con  $R_i$ , dovuta al percorso della corrente all'interno del corpo umano.
- 3- L'impedenza del punto di uscita, analoga al primo termine e indicata con  $R_u$ .

Risulta allora che:  $Z_c = R_c = R_e + R_i + R_u$ .

Il valore di  $R_c$  non si può stabilire con precisione poiché  $R_e$ ,  $R_i$  ed  $R_u$  dipendono da vari fattori:

1- **Percorso della corrente** all'interno del corpo umano; questo percorso influenza  $R_i$ . I percorsi che offrono la maggiore resistenza sono quello mano-mano e quello mano-piede, a cui corrisponde una resistenza  $R_i$  di circa 700  $\Omega$ . Assunto questo percorso come riferimento è possibile assegnare agli altri percorsi un valore espresso in percentuale rispetto a quello di riferimento (vedi figura).



2- **Stato della pelle**; questo influenza  $R_e$  ed  $R_u$  che diminuiscono con la presenza di sudore, umidità, ferite, graffi e aumentano con la presenza di calli.

3- **Superficie di contatto**; se questa aumenta  $R_e$  ed  $R_u$  diminuiscono.

4- **Pressione di contatto**; se questa aumenta  $R_e$  ed  $R_u$  diminuiscono.

5- **Tensione di contatto**; se questa aumenta  $R_e$  ed  $R_u$  diminuiscono

Si può osservare che per tensioni di circa 50 V risulta  $R_c=1500\ \Omega$  mentre per tensioni di circa 220 V risulta  $R_c=1000\ \Omega$ .

Tale valore è stato assunto come **resistenza convenzionale del corpo umano** dalla norma CEI 11-8.

## Classificazione dei sistemi elettrici in relazione alla messa a terra

I sistemi elettrici sono classificati in base allo stato del neutro e delle masse rispetto alla terra.

Vengono indicati con due lettere di cui la prima indica lo stato del neutro rispetto alla terra la seconda la situazione delle masse dell'impianto elettrico rispetto alla terra:

1<sup>a</sup> lettera = T Il neutro è collegato a terra

1<sup>a</sup> lettera = I Il neutro non è collegato a terra oppure è collegato a terra tramite un'impedenza

2<sup>a</sup> lettera = T Masse collegate a terra

2<sup>a</sup> lettera = N Masse collegate al neutro del sistema

Fondamentalmente esistono tre tipi di sistemi elettrici di distribuzione:

### 1) SISTEMA TT

Nel Sistema TT, abbiamo due terre distinte e separate, la terra del neutro in cabina e l'impianto di terra dell'utente a cui sono collegate le masse delle masse mediante il conduttore giallo verde di protezione (PE). Il conduttore di neutro è considerato attivo a tutti gli effetti (può assumere tensioni pericolose ad esempio a causa di cadute di tensione su di esso) come tale deve essere sezionabile e quindi gli interruttori devono aprire su tutti i poli.

Il conduttore PE invece non deve mai essere sezionato.

Per la protezione dai contatti indiretti, in caso

di guasto franco a terra in un punto qualsiasi dell'impianto, occorre rispettare la condizione:

$$R_T \leq \frac{V_L}{I_{5s}} \text{ dove } I_{5s} \text{ è la corrente di intervento del dispositivo di protezione di massima corrente in 5}$$

secondi che è una condizione difficilmente realizzabile.

Nel caso di impiego di un interruttore differenziale coordinato con l'impianto di terra deve essere

soddisfatta la condizione:  $R_T \leq \frac{V_L}{I_{\Delta}}$  facilmente ottenibile, dove  $I_{\Delta}$  è la corrente di intervento

dell'interruttore differenziale e  $V_L$  è la tensione limite considerata dalle norme (50 V per gli impianti normali, 25 V in ambienti particolari);

$R_A$  è la resistenza di terra dell'impianto di terra (somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione);

### 2 Sistema TN

Nel Sistema TN, il neutro è collegato a terra e l'impianto di terra è unico. Esistono tre tipologie di sistemi TN.

- Una in cui neutro e conduttore di protezione sono comuni, coincidono, chiamato TN-C in cui le masse devono essere collegate direttamente al neutro (il neutro, fungendo anche da

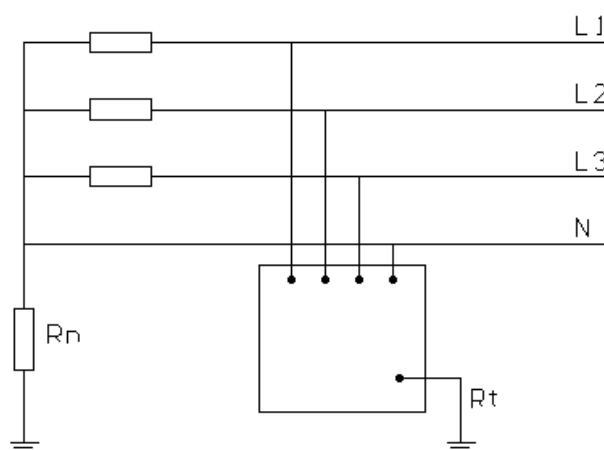
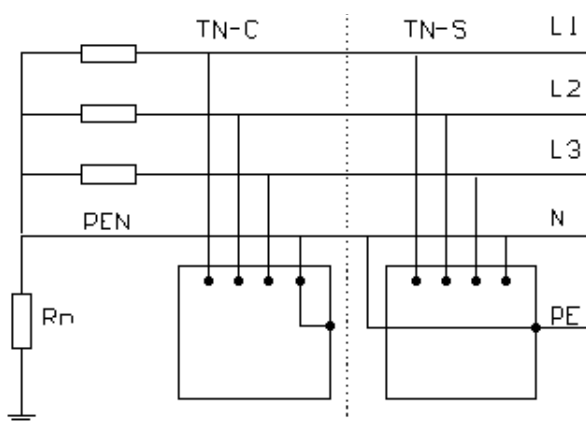


Figura: Sistema TT. Il neutro è collegato direttamente a terra mentre le masse sono collegate ad un impianto di terra locale indipendente da quello del neutro.

conduttore di protezione, non deve essere sezionabile e deve avere sezione rispondente alle



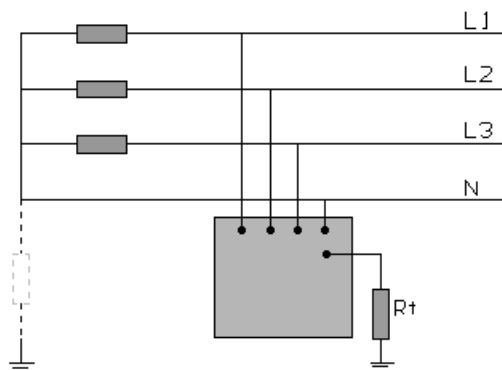
normative sugli impianti di terra e viene chiamato PEN)

- Un'altra in cui il conduttore di neutro e di protezione PE sono separati anche se la terra di collegamento è unica (TN-S e il sezionamento del neutro può essere fatto, cioè non è vietato.
- E la terza TN-C-S in cui le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore soltanto in una parte del sistema.

### 3) Sistema IT

Sistema IT, il neutro è isolato o collegato a terra tramite impedenza mentre le masse sono collegate ad una terra locale (il neutro deve essere sempre sezionabile).

Il principale vantaggio di questo sistema è la continuità del servizio perché al primo guasto a terra la corrente che si richiude attraverso le capacità parassite dei conduttori verso terra è molto piccola e quindi non necessita di essere interrotta. Questo è un sistema utilizzato per impianti con particolari esigenze di continuità di esercizio purché vi sia un collegamento ad un unico impianto di terra delle parti metalliche da proteggere, la tensione sulle masse non superi i 25V nel caso di primo guasto a terra, il tempo di intervento del dispositivo di protezione non superi i 5s quando si verifica il secondo guasto a terra e vi sia un dispositivo di controllo continuo dell'isolamento delle parti attive verso terra, che segnali il primo guasto.



#### *Sistema IT*

La corrente di guasto molto piccola soddisfa facilmente la condizione  $R_T \cdot I_d \leq V_L$  per cui un guasto a terra non costituisce un pericolo per le persone e, per quanto riguarda i contatti indiretti, può permanere per un tempo indefinito. Il non dover interrompere il circuito al primo guasto a terra è la caratteristica principale, e anche il maggior vantaggio, dei sistemi IT. Questa caratteristica è sfruttata negli

impianti dove la discontinuità di servizio può causare danni economici o compromettere la sicurezza delle persone, ad esempio per l'alimentazione dei servizi di sicurezza. Se successivamente si verifica un ulteriore guasto a terra, su un'altra fase di un altro circuito, si stabilisce tra i due circuiti, per il tramite dei conduttori di protezione, una sovracorrente di doppio guasto a terra.

L'utilizzo di un sistema IT richiede un costante controllo del grado di isolamento dell'impianto e il personale della manutenzione deve essere particolarmente qualificato..