

Gianni Michele De Gaetanis

Quadri elettrici

**Il dimensionamento di quadri elettrici
per uso domestico o simile
con il software ELETTR0**

- Progettazione facilitata dello schema a blocchi
- Rapido inserimento di interruttori, linee e dispositivi
- Stampa di schemi di cablaggio e relazioni
- Massima integrazione con altri elaborati progettuali

Gianni Michele De Gaetanis
ELETTRO

ISBN 13 978-88-8207-249-0
EAN 9 788882 072490

Software, 30
Prima edizione, giugno 2007

De Gaetanis, Gianni Michele <1970->

Quadri elettrici: il dimensionamento di quadri elettrici per uso domestico o similare con il software Elettro / Gianni Michele De Gaetanis. – Palermo : Grafill, 2007 (Software ; 30)

ISBN 978-88-8207-249-0

1. Impianti elettrici – Progettazione.

621.3193 CDD-21

SBN Pal0207707

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia 87/91 – 90145 Palermo
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313
Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di giugno 2007

presso Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l. Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	p.	5
1. ELEMENTI DI TEORIA: CENNI	"	7
Simboli utilizzati.....	"	7
Sistemi di distribuzione ed alimentazione.....	"	7
» Sistema TN.....	"	7
» Sistema TN-C.....	"	7
» Sistema TN-S.....	"	8
» Sistema TN-C-S.....	"	8
» Sistema TT.....	"	9
» Sistema IT.....	"	9
Tipi di contatti e protezioni.....	"	10
Protezione contro i contatti e protezione delle condutture.....	"	11
» Conduttori. Corrente di impiego.....	"	11
» Caduta di tensione.....	"	11
» Designazione.....	"	11
» Portate.....	"	13
» Correnti di cortocircuito.....	"	13
» Interruttori differenziali.....	"	14
» Interruttori magnetotermici.....	"	15
» Interruttori magnetotermico-differenziali.....	"	15
» Coordinamento fra gli interruttori.....	"	16
» Fusibili.....	"	16
Bibliografia.....	"	17
2. GUIDA ALL'INSTALLAZIONE E ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE "ELETTO"	"	18
Introduzione al software.....	"	18
Requisiti di sistema.....	"	18
Richiesta della password.....	"	18
Procedura per l'installazione del software.....	"	18
Registrazione del software.....	"	20
Vedeata principale.....	"	21
Menu a tendina.....	"	22
» Menu "File" (Gestione Archivi).....	"	22
» Nuovo Archivio.....	"	23

»» Apri Archivio	p.	25
»» Salva Archivio	”	26
»» Salva Archivio con nome.....	”	27
»» Esci	”	27
»» Esci senza salvare	”	28
»» Menu “Calcola”	”	29
»» Dati generali progetto e committente.....	”	30
»» Caratteristiche generali dell’impianto	”	31
»» Riquadro per lo schema a blocchi	”	31
»» Riquadro per il navigatore	”	31
»» Contatori dei quadri di ogni livello e dei quadri attivi	”	33
»» Blocco tasti di servizio ed uscita	”	33
»» Menu “Stampa”	”	33
»» Menu “Informazioni”	”	34
Icone di servizio ed uscita	”	35
Tasti ad accesso rapido	”	36
Uso del software.....	”	36
Definizione dello schema a blocchi	”	36
Linee elettriche e quadri	”	40
»» Contatore linee	”	41
»» Schema del quadro	”	41
Matrice dei dati del quadro	”	42
»» Tasti funzionali	”	44
Quadro CT.....	”	44
»» Amperometro.....	”	46
»» Caldaia	”	46
»» Rimanenti linee.....	”	48
Analisi delle utenze	”	48
Quadro Ascensore	”	49
»» Sottoquadro FM	”	50
»» Sottoquadro Vano Asc.....	”	51
»» Sottoquadro Cabina Macc.	”	52
»» Quadro Ascensore: sottoquadri	”	53
Dorsale generale	”	55
Stampe	”	55
»» Selezione della stampante	”	55
»» Stampa di relazione e frontespizi.....	”	56
»» Numerazione elaborati	”	57
»» Stampa frontespizi.....	”	57
»» Stampa relazione	”	58
Stampa schemi cablaggio quadri	”	58

ESEMPIO DI PROGETTO

DI IMPIANTO CONDOMINIALE.....	”	61
--------------------------------------	---	-----------

INTRODUZIONE

Il presente lavoro si rivolge sia ai professionisti, per la progettazione esecutiva, sia agli studenti universitari, per la progettazione delle differenti soluzioni impiantistiche elettriche nei corsi di esame.

Un prodotto di questo tipo si colloca in un panorama invaso da software realizzati dai produttori di materiale elettrico: tali software, sovente, conducono alla progettazione di un quadro o di una linea fornendo solo alcuni dati di dettaglio e rinviando la rimanente fase di progettazione ad una sorta di check-list del tutto qualitativa.

Il risultato di un tale *modus operandi*, da un lato, conduce ad una accettazione “*per fede*” del risultato prodotto dal software, senza che il progettista sia in grado – con la propria sensibilità – di verificare in modo immediato il risultato, dall’altro porta ad una dipendenza da un prodotto (elettrico) specifico togliendo di generalità alla fase di progettazione, nella quale, invece, si è svincolati da uno specifico produttore di materiale elettrico.

L’operatività del programma di calcolo è basata, fundamentalmente, sulla CEI 64-8, anche se normative specifiche CEI sono utilizzate per le rappresentazioni grafiche di dispositivi e quadri, per le condutture e calate, etc. Relativamente alle linee di terra si è fatto riferimento alle disposizioni della CEI 64-12.

Per ciò che concerne il quadro legislativo generale nazionale e le disposizioni in recepimento delle direttive europee, il software è utilizzabile anche per il dimensionamento, negli ambienti di lavoro, dei quadri elettrici (con le dovute differenze e cautele in fase di eventuale progettazione di impianti per cantiere con quadri del tipo ASC).

Resta da sottolineare un ultimo elemento molto importante: il panorama legislativo nazionale appena citato è costituito da diverse leggi e disposizioni alcune delle quali molto datate. È opinione comune, ma anche consolidata prassi dottrinale, che il conseguimento della buona regola tecnica sia costituito dalla conformità alle CEI laddove il disposto di legge dovesse risultare difforme con queste ultime.

La precedente affermazione sembra assurda: in realtà alcuni riferimenti legislativi, per esempio alcuni vincoli del D.P.R. n. 547/1955, potrebbero portare ad condizioni di inadeguatezze rispetto alle CEI.

Un esempio: secondo il D.P.R. citato un impianto di terra deve avere una resistenza massima di 20 W: ai sensi delle CEI, per impianti dotati di sistemi di protezione è necessario che i dispositivi siano coordinati con l’impianto di terra secondo una ben definita legge che, considerando il limite riportato, potrebbe non essere soddisfatta.

In generale, quindi, è buona indicazione considerare sempre e comunque la conformità sia al disposto di legge che alle CEI, dando priorità a queste ultime quando vi sono degli elementi dubbi ma ricercando, in ogni caso, la completa conformità.

Relativamente al programma di calcolo, come ogni altro strumento tecnico anche il presente software richiede un minimo di conoscenze teoriche di base ed un minimo di dimestichezza con il computer.

Il software è strutturato in modo da permettere una procedura sequenziale delle operazioni di progettazione senza, tuttavia, che tale sequenza sia vincolante o prioritaria.

Il software è in grado di produrre tutti gli elaborati necessari per un progetto esecutivo sia ad integrazione delle eventuali tavole grafiche di ubicazione delle dotazioni impiantistiche elettriche sia ad integrazione di un progetto più ampio di cui la progettazione elettrica potrebbe far parte.

Capitolo 1

ELEMENTI DI TEORIA: CENNI▶ **Simboli utilizzati**

$\cos(\varphi)$	Fattore di potenza
$I_{\Delta n}$	Corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (in ampere)
I_B	Corrente di impiego di un circuito
I_n	Corrente nominale di un interruttore
I_Z	Portata in regime permanente della conduttura
k	Fattore di calcolo delle caduta di tensione
n	Numero di poli di un interruttore
P	Potenza
R	Resistenza per fase alla temperatura di regime
R_A	Somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (in ohm)
R_{CC}	Resistenza totale di cortocircuito
X	Reattanza per fase a 50 Hz
X_{CC}	Reattanza totale di cortocircuito

▶ **Sistemi di distribuzione ed alimentazione**

I sistemi di distribuzione ed alimentazione sono definiti in relazione ai conduttori attivi ed al collegamento a terra ^[1].

I sistemi di distribuzione vengono indicati con due lettere con una eventuale terza opzionale e precisamente ^[2]:

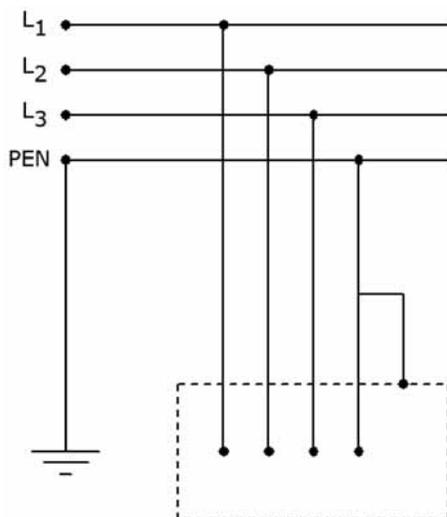
- la prima lettera indica la situazione del sistema di alimentazione verso terra;
- la seconda lettera indica la situazione delle masse dell'impianto elettrico rispetto la terra;
- la terza lettera indica la disposizione dei conduttori di neutro e di protezione.

▶▶ **Sistema TN**

Il sistema TN presenta un punto collegato direttamente a terra, generalmente si tratta del conduttore di neutro, e le masse dell'impianto sono collegate a quel punto tramite il conduttore di protezione ^[3].

▶▶ **Sistema TN-C**

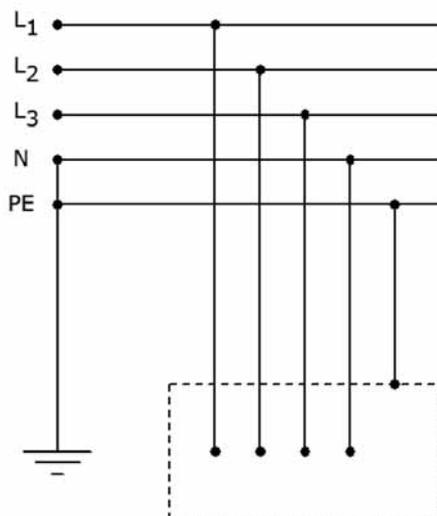
Le funzioni di neutro e protezione sono combinate in un unico conduttore. Tale conduttore è indicato PEN.



►► **Sistema TN-S**

Il conduttore di neutro e di protezione sono separati.

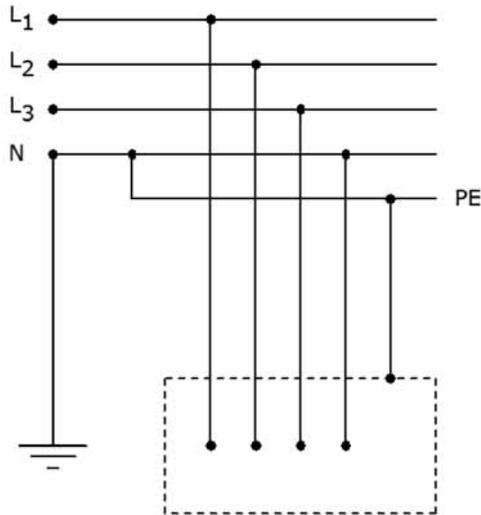
Cioè:



►► **Sistema TN-C-S**

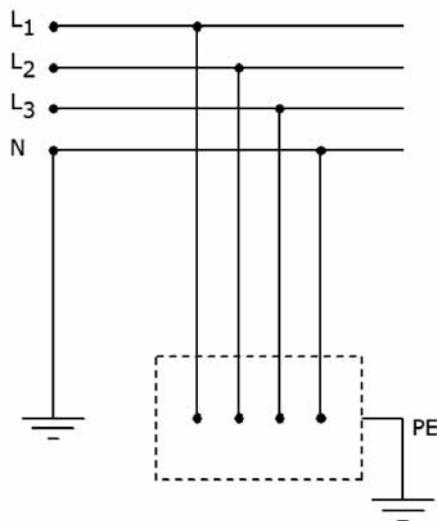
Le funzioni di neutro e protezione sono svolte da conduttori separati combinati, in una parte del sistema, in un solo conduttore.

Ossia:



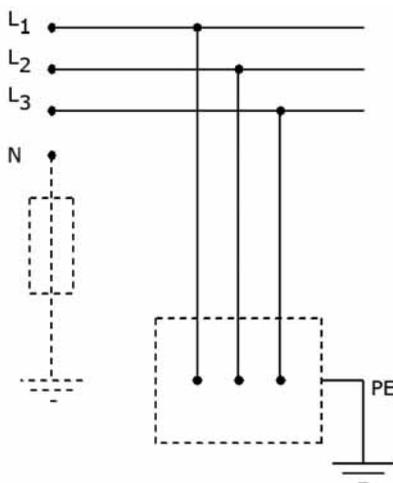
» **Sistema TT**

Il sistema TT è caratterizzato da un punto collegato direttamente a terra e dal collegamento delle masse dell'impianto ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del sistema di alimentazione [4]. Ossia:



» **Sistema IT**

Il sistema IT non presenta parti attive collegate direttamente a terra, mentre le masse sono collegate a terra [5]. Quindi:



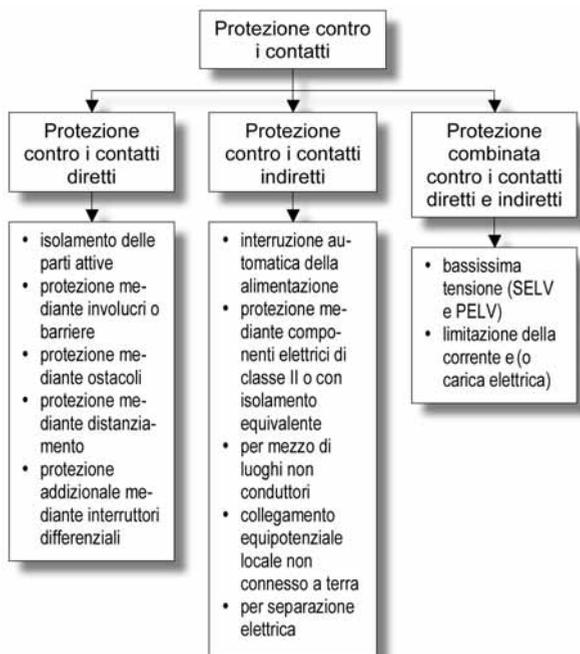
Sistema IT-M (medicale): il sistema presenta una serie di caratteristiche aggiuntive (omesse in questa sede) regolamentate dalla CEI 64/8 e dalle CEI EN.

Il sistema utilizzato nel nostro paese è il TT.

► Tipi di contatti e protezioni

I contatti e le relative protezioni sono raggruppabili in categorie: contatti diretti e contatti indiretti.

Si può considerare il seguente schema in cui i contatti sono relazionati ai possibili tipi di protezioni [6]:



► **Protezione contro i contatti e protezione delle condutture**

Di seguito si analizzeranno alcuni dei dispositivi di protezione dai contatti e di protezione delle condutture: tali dispositivi sono illustrati, definiti e dimensionati in relazione al solo sistema TT.

►► **Conduttori. Corrente di impiego**

Il dimensionamento dei conduttori è fatto in relazione alla corrente che, secondo progetto, impegna il circuito. In particolare, se il sistema è del tipo trifase, allora:

$$I_B = \frac{P}{V \cos(\varphi) \sqrt{3}}$$

se invece si tratta di un sistema monofase, allora:

$$I_B = \frac{P}{V}$$

Quale che sia il sistema di alimentazione è ovviamente necessario che la portata in regime permanente della conduttura risulti maggiore della corrente richiesta:

$$I_B \leq I_Z$$

La portata di una conduttura, tuttavia, può essere fortemente influenzata dalla modalità di posa della stessa.

In generale, è possibile identificare una serie di elementi caratteristici influenzanti la portata della conduttura stessa e quantificare la riduzione della portata attraverso un fattore, il quale dipende anche dalla temperatura.

►► **Caduta di tensione**

La caduta di tensione di una linea, ossia la differenza fra la tensione all'origine ed all'utilizzatore, deve, complessivamente, essere non superiore al 4%.

Ciò significa che se una linea è costituita da più tronchi o rami di impianto la somma complessiva delle cadute di tensione deve essere non superiore al 4%. Quindi per il singolo tratto (a sezione costante), la caduta di tensione è calcolabile secondo la seguente formula:

$$\Delta V = I_B k [R \cos(\varphi) + X \sin(\varphi)] \cdot L$$

essendo:

- I_B è corrente di impiego del circuito (corrente di fase);
- k fattore che vale 1.73 per le linee trifase e 2 per le monofase;
- R resistenza per fase alla temperatura di regime (ohm/lunghezza);
- X reattanza per fase a 50 Hz (ohm/lunghezza).

►► **Designazione**

La sigla di designazione dei cavi, a livello nazionale, è fatta sulla base della UNEL 35011.

Precisamente, si adottano le seguenti sigle:

Sigle ^[10]		
<i>Caratteristica</i>	<i>Sigla</i>	<i>Descrizione</i>
Grado di flessibilità del conduttore	F	Flessibile
	FF	Flessibilissimo
	M	Semirigido
	R	Corda rigida
	U	Filo unico rigido
Natura e qualità dell'isolamento	E	Polietilene
	G4	Gomma siliconica (temperatura caratteristica 180°C)
	G5	Gomma etilenpropilenica (temperatura caratteristica 85°C)
	G7	Gomma etilenpropilenica (temperatura caratteristica 90°C)
	G9	Gomma etilenpropilenica (temperatura caratteristica 90°C)
	G10	Gomma etilenpropilenica (temperatura caratteristica 90°C)
	R	PVC di qualità comune (temperatura caratteristica 70°C)
	R2	PVC di qualità comune (temperatura caratteristica 70°C)
	R3	PVC di qualità comune (temperatura caratteristica 105°C)
Schemi e conduttori concentrici	C	Conduttore concentrico in rame
	H	Schermo in film metallizzato o in alluminio
	H1	Schermo a nastri o piattine o fili di rame
	H2	Schermo o treccia o calza di rame
Armatura (rivestimento metallico)	A	Armatura a treccia o calza d'acciaio
	F	Armatura a fili cilindrici d'acciaio
	N	Armatura a nastri d'acciaio
	Z	Armatura a piattine d'acciaio

Continua

Sigle ^[10]		
Caratteristica	Sigla	Descrizione
Guaine (rivestimento non metallico)	E	Guaina di polietilene Ex ed Ey
	G	Guaina di gomma tipo Gx e Gy
	K	Guaina di policloroprene tipo Kx, Ky, Kz, Kn
	R	Guaina di PVC tipo Rx, Ry, Rz
	T	Treccia tessile
Forma del cavo	O	Cavo a forma rotonda
	D	Cavo a forma appiattita
	X	Due o più unipolari uniti a spirale visibile
	W	Cavetto piatto divisibile
	W1	Cavetto piatto con listello
Eventuale organo portante	G	Organo portante generalmente metallico incorporato nella guaina non metallica
	Y	Organo portante tessile non metallico tra le anime o legato esternamente al cavo

I cavi presentano un ulteriore dato di classificazione secondo al UNEL 35011 e, precisamente, la tensione nominale U_0/U : i valori risultano essere 300/300 V, 300/500 V, 450/750 V e 0.6/1 kV.

►► **Portate**

Le portate sono riferite al singolo conduttore, a 30°C, con modalità di posa in tubo o in aria. Empiricamente si calcola la portata basandosi su una unità di corrente media per unità di sezione del conduttore: questa procedura è in ogni caso poco corretta e non rigorosa per cui nel calcolo e dimensionamento delle linee è necessario fare riferimento a valori tabulati o calcolati in modo più rigoroso.

►► **Correnti di cortocircuito**

La corrente (presunta) di cortocircuito lungo una linea elettrica è valutabile attraverso la relazione:

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2}}$$

essendo:

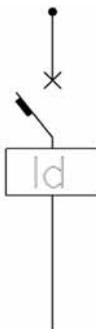
- R_{CC} resistenza totale di cortocircuito;
- X_{CC} reattanza totale di cortocircuito.

Tali valori, R_{CC} e X_{CC} , sono valutabili per tratti o tronchi a sezione costante e, sommati, utilizzati per una valutazione globale dell'impianto.

►► **Interruttori differenziali**

Nel sistema TT, l'unico dispositivo in grado di attuare la protezione contro i contatti indiretti è il dispositivo differenziale.

Il simbolo dell'interruttore differenziale è di seguito indicato [7]:



Le caratteristiche del dispositivo devono essere tali che, in un tempo specifico, in presenza di un guasto in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed uno di protezione/massa, l'interruzione dell'alimentazione deve avvenire soddisfacendo la seguente condizione [8]:

$$R_A \cdot I_{\Delta n} \leq 50$$

essendo:

- R_A la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (in ohm);
- $I_{\Delta n}$ è la corrente differenziale che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (in ampere).

Per tali sistemi, cioè per i sistemi TT, è necessario che [8]:

- tutte le masse protette da uno stesso dispositivo contro i contatti indiretti siano collegate allo stesso impianto di terra;
- il punto di neutro o un conduttore di fase (se il neutro non esiste) di ogni trasformatore/generatore deve essere collegato a terra.

I principali elementi e dati caratteristici di un interruttore differenziale sono:

- $I_{\Delta n}$ è la corrente differenziale che provoca il funzionamento dell'interruttore (già citata);
- I_n corrente nominale;
- "n" numero di poli;
- tipo di interruttore (ossia il comportamento in presenza di correnti pulsanti);
- tensione di impiego.

La scelta dell'interruttore differenziale è condotta sulla base degli elementi descritti e, precisamente, calcolata la corrente di impiego di una conduttura, per la protezione della linea, la corrente nominale dell'interruttore deve essere tale da esser ricompresa nei limiti [9]:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

►► *Interruttori magnetotermici*

Tali dispositivi rappresentano uno dei mezzi di protezione delle condutture dalle sovracorrenti.

Il simbolo dell'interruttore magnetotermico è di seguito indicato [11]:



I principali elementi e dati caratteristici di un interruttore magnetotermico sono:

- I_n corrente nominale;
- “n” numero di poli;
- I_{cn} potere nominale di cortocircuito;
- tensione di impiego.

La scelta dell'interruttore magnetotermico, similmente al differenziale, è condotta sulla base degli elementi descritti e, precisamente, calcolata la corrente di impiego di una conduttura, per la protezione contro le sovracorrenti, la corrente nominale dell'interruttore deve essere tale da esser ricompresa nei limiti [9]:

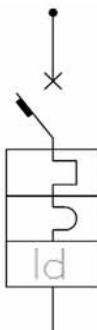
$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

►► *Interruttori magnetotermico-differenziali*

Tali interruttori realizzano, in un unico apparecchio assemblati insieme, le caratteristiche degli apparecchi già descritti.

I dati caratteristici e gli elementi dell'interruttore sono identici a quelli già visti.

Il simbolo dell'interruttore magnetotermico-differenziale è di seguito indicato:



►► **Coordinamento fra gli interruttori**

Il concetto di coordinamento fra dispositivi di protezione è legato alle esigenze strutturali di un impianto.

Il coordinamento riguarda sia le correnti nominali dei dispositivi di un impianto sia la selettività.

In particolare, riguardo la selettività in relazione ai dispositivi differenziali, è necessario che per i tre livelli considerati nel software, si rispetti la seguente gerarchia:

Gerarchia degli interruttori differenziali		
1° livello (protegge 2° e 3° livello)	2° livello (protegge 3° livello)	3° livello
TIPO RITARDATO	TIPO SELETTIVO	TIPO GENERALE

►► **Fusibili**

Anche il fusibile costituisce uno degli dispositivi/elementi utilizzati per la protezione delle condutture dalle sovracorrenti.

La rappresentazione grafica del fusibile è di seguito riportata:



I fusibili oggi utilizzati, nell'uso domestico o similare, sono del tipo incapsulato.

I fusibili si presentano quali dispositivi abbastanza sicuri relativamente all'intervento in presenza di cortocircuito mentre dimostrano una certa mancanza nei riguardi delle sovracorrenti prossime alla corrente nominale del fusibile stesso.

I principali elementi e dati caratteristici di un fusibile sono:

- tipo di fusibile ("g" oppure "a");
- I_n corrente nominale;
- I_{cn} potere nominale di cortocircuito.

La scelta di un fusibile, similmente alle altre situazioni già illustrate, è condotta sulla base degli elementi descritti e, precisamente, calcolata la corrente di impiego di una conduttura, per la sua protezione, la corrente nominale del fusibile deve essere tale da [9]:

$$\text{oppure} \quad I_n \leq 0.75I_z \quad \text{con} \quad I_n \leq 12 \text{ [A]}$$

$$I_n \leq 0.90I_z \quad \text{con} \quad I_n > 12 \text{ [A]}$$

► Note bibliografiche

- [1] CEI 64/8 punto 312
- [2] CEI 64/8 punto 312.2
- [3] CEI 64/8 punto 312.2.1
- [4] CEI 64/8 punto 312.2.2
- [5] CEI 64/8 punto 312.2.3
- [6] CEI 64/8 punti da 412 a 413
- [7] CEI 3/19 punto 07.13.103
- [8] CEI 64/8 punto 413.1.4
- [9] CEI 64/8 punto 433.2
- [10] UNEL 35011
- [11] CEI 3/19 punto 07.13.104