

Impianto elettrico

GRANDI IMPIANTI
PROGETTI
TECNOLOGIE
NORMATIVE



tecniche nuove
www.tecnichenuove.com

PROGETTAZIONE

Speciale:
la guida ai servizi

RINNOVABILI

Industria: costi ridotti
con il fotovoltaico

IMPIANTI

Gli incendi
di natura elettrica

NORME E LEGGI

La sicurezza integrata
nei grandi edifici

TIGUA *Led*

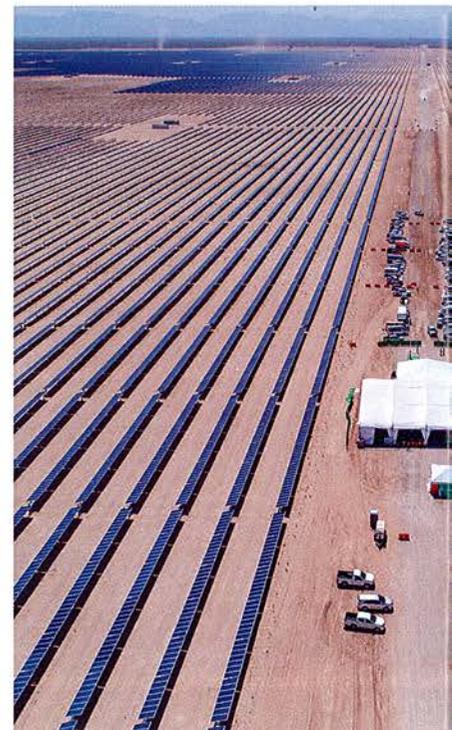
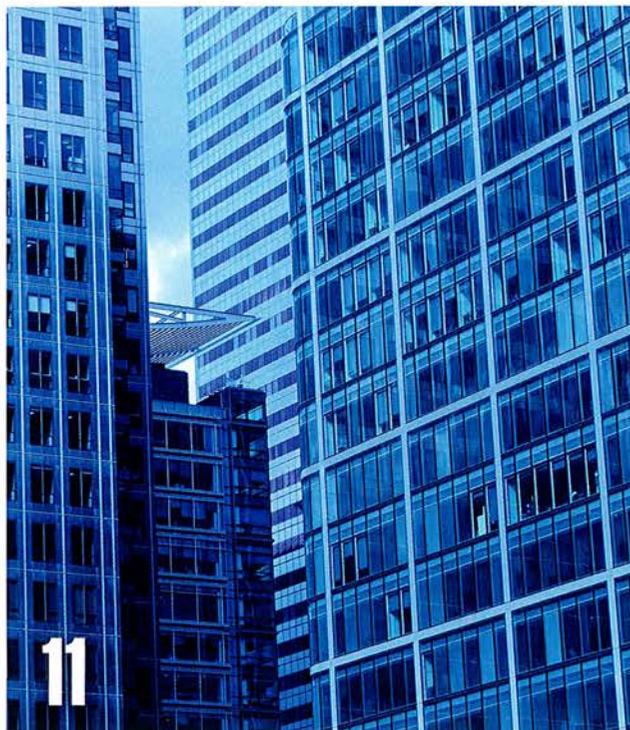


Illumina e risparmia
Made in Italy

Palazzoli
Made in Italy



PALAZZOLI
Via Federico Palazzoli, 31
25128 Brescia (BS)
Tel. 030 2015294
Fax 030 2015217
www.palazzoli.it



4	EDITORIALE OPERE PUBBLICHE. È QUESTO IL FUTURO? Domenico Triscioglio	32	COME CONFIGURARE UN IMPIANTO TVCC OVER IP Federico Bertamino
6	ATTUALITÀ	34	ILLUMINOTECNICA ILLUMINAZIONE ALL'AVANGUARDIA PER LO STADIO DI SILVI MARINA Cesare Banto
11	SPECIALE LA GUIDA AI SERVIZI PER IL PROGETTISTA a cura della redazione	36	LUCE CONNESSA PER LA VILLA REALE Lara Morandotti
22	ENERGIE RINNOVABILI MASSIMA PROTEZIONE PER L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO Lara Morandotti	38	IMPIANTI GLI INCENDI DI NATURA ELETTRICA Armando Ferraioli
26	IL FOTOVOLTAICO DIMEZZA I COSTI ENERGETICI DELL'INDUSTRIA CHIMICA Gioia Zuppichini	44	NORME E LEGGI L'INTERFACCIA DISTRIBUTORE-UTENTE MT. IL REGOLAMENTO D'ESERCIZIO Andrea Gulinelli
28	BUILDING AUTOMATION L'ACCOGLIENZA PRENDE FORMA Giorgio Milani	52	LA SICUREZZA INTEGRATA NEI GRANDI EDIFICI Silvia Berri, Annalisa Marra
30	SICUREZZA INNOVAZIONE E DESIGN PER IL CONTROLLO ACCESSI DI QUATTRO STADI IN RUSSIA Enrico Novi	57	IMPIANTI ELETTRICI A BASSA TENSIONE E INDUSTRIA 4.0. IL CORSO CEI PRO-IMP A cura del CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano



22



38

60 QUESITI DEI LETTORI

62 NORMATIVA

65 SENTENZE

66 INNOVAZIONE

68 VETRINA

72 DALL'INDUSTRIA

76 IL FUTURO DIETRO L'ANGOLO

78 LIBRI



76

IL COMITATO TECNICO-EDITORIALE DE "L'IMPIANTO ELETTRICO"



Ing. Domenico Trisciuglio (Direttore Tecnico)
Progettista e consulente di impianti elettrici
Membro CT CEI 64 e CT CEI 81



Ing. Angelo Baggini (Direttore Scientifico)
Docente Università degli Studi di Bergamo
Segretario del TC14 Cenelec, membro CT CEI 14 e CT CEI 64 e del SMB-SG1 IEC.



Ing. Antonio Albasi
Progettista e consulente di impianti elettrici



Dott.ssa Silvia Berri,
Dirigente comunicazione e ufficio stampa CEI



Ing. Franco Bua
Progettista di impianti elettrici
Segretario CT CEI 311 SCb, membro CT CEI 31 e CT CEI 311 e del SMB-SG1 IEC



Claudio Manfredini
Progettista di impianti elettrici
Segretario del Collegio dei Periti di Milano e Lodi



Ing. Giuseppe Milanese
Progettista e consulenza di impianti elettrici
Membro CT CEI 99



Ing. Daniele Pennati
Membro CT CEI 64, CT CEI 205, CT CEI 32
CT UNI 033



Ing. Antonio Porro
Progettista e consulente di impianti elettrici,
docente universitario
Membro CT CEI 64-8 e CT CEI 17-13



Dott. Roberto Rizzo
Giornalista scientifico EGE (Esperto in Gestione dell'Energia)



Dott. Daniele Scialdone
Esperto di sistemi e apparecchiature di bassa tensione per distribuzione di energia e impianti di automazione industriale



Ing. Angelo Selis
Progettista di impianti elettrici



Paolo Sironi
Libero professionista, membro del CT CEI 64C

Gli incendi di natura elettrica

LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI A REGOLA D'ARTE, CONSEGUE LO SCOPO DI RIDURRE DRASTICAMENTE LA PROBABILITÀ D'INCENDIO, EVITANDO CHE L'IMPIANTO ELETTRICO COSTITUISCA CAUSA D'INNESCO

Gli ambienti definiti a maggior rischio in caso d'incendio (e non i luoghi a maggior rischio d'incendio) sono quelli in cui il rischio d'incendio è rilevante indipendentemente dalla più o meno elevata probabilità che un incendio possa svilupparsi, quando si considerano i seguenti motivi:

- densità di affollamento;
- massimo affollamento ipotizzabile;
- capacità di deflusso o affollamento;
- entità del danno per persone e cose;
- comportamento al fuoco delle strutture dell'edificio;
- presenza di materiali combustibili;
- tipo di utilizzazione dell'ambiente;
- situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio.

La causa più comune dell'innesco di un incendio è senz'altro l'energia termica prodotta dalla corrente elettrica, cariche elettrostatiche, superfici calde di apparecchiature elettriche, scintille, ecc.

Le principali cause elettriche d'innesco sono:

- le correnti di guasto a terra;
- i cortocircuiti;
- i sovraccarichi non eliminati tempestivamente;
- gli archi elettrici;
- i surriscaldamenti dovuti al cattivo contatto nei morsetti, nelle prese o negli adattatori delle prese;
- le correnti superficiali dovute al deposito di polvere conduttrice o di umidità su superfici isolanti che sorreggono parti in tensione.

Le condutture devono pertanto essere costruite e protette in modo da non essere né causa d'innesco né di propagazione di incendi, indipendentemente dai fattori che li hanno provocati.

Gli impianti elettrici non devono costituire causa di innesco di incendio/esplosione e veicoli di propagazione; devono garantire la



selettività al verificarsi di un guasto su un circuito (di sicurezza); devono essere dotati di chiare indicazioni sul funzionamento in emergenza; devono possedere caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento tali da non costituire pericolo per le squadre dei VV.F. durante le operazioni di spegnimento; devono garantire un'autonomia minima di funzionamento per gli impianti di protezione, compatibile con le esigenze del piano di emergenza.

All'esito della valutazione dei rischi di insorgenza di un incendio devono essere adottate una o più tra le seguenti misure intese a ridurre la probabilità di insorgenza degli incendi:

- realizzazione di impianti elettrici realizzati a regola d'arte;
- messa a terra di impianti, strutture e masse metalliche, al fine di evitare la formazione di cariche elettrostatiche;
- realizzazione di impianti di protezione contro le scariche atmosferiche conformi alla regola dell'arte;
- ventilazione degli ambienti in presenza di vapori, gas o polveri infiammabili;
- adozione di dispositivi di sicurezza.

Al fine di non costituire via privilegiata di propagazione di incendi, il comportamento al fuoco delle singole membrature dev'essere compatibile con la destinazione d'uso del locale di installazione o passaggio. La ripartizione delle utenze dev'essere tale che, in condizioni di guasto, l'intero sistema non vada fuori servizio. Ai fini della sicurezza antincendio sono considerati rilevanti i seguenti impianti:

- produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica;
- protezione contro le scariche atmosferiche;
- deposito, trasporto, distribuzione ed utilizzazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e di ventilazione ed aerazione dei locali, dei gas (anche in forma liquida), combustibili o infiammabili o comburenti;
- deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e di ventilazione ed aerazione dei locali, di solidi e liquidi combustibili o infiammabili o comburenti;
- riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e di ventilazione ed aerazione dei locali;
- estinzione o controllo incendi/esplosioni, di tipo automatico e manuale;
- controllo del fumo e del calore;
- rivelazione di fumo, calore, gas, incendio e segnalazione allarme.

Le prescrizioni standard degli impianti elettrici sono le seguenti:

- i componenti non devono innescare un incendio o un'esplosione e non devono propagare gli incendi;
- il comportamento al fuoco delle condutture elettriche non deve costituire pericolo per gli occupanti;
- i dispositivi di sezionamento dei circuiti che possono costituire pericolo per la sicurezza dei soccorritori devono essere manovrabili (anche mediante un circuito di comando a distanza in

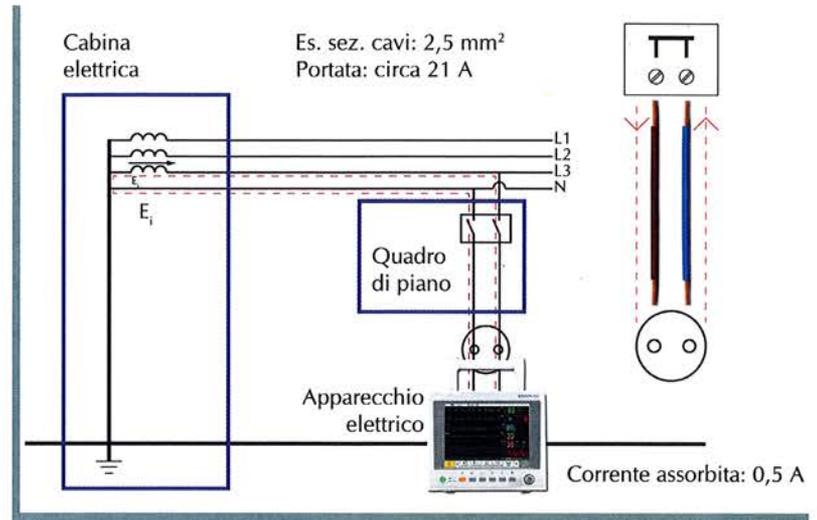


Fig.1 Rappresentazione schematica di un impianto elettrico che alimenta un generico apparecchio collegato a una presa a spina (es. monitor ECG da 100 W)

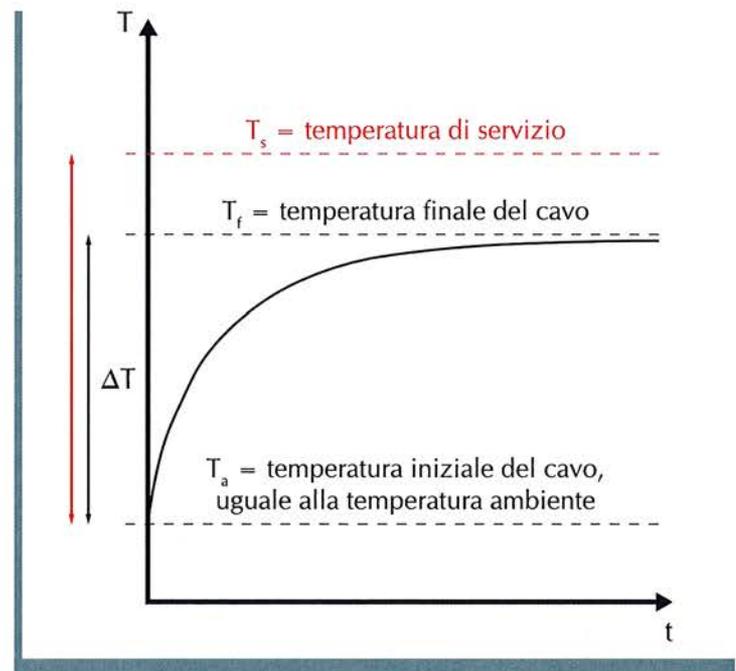


Fig.2 Andamento della temperatura dei cavi per corrente inferiore alla portata

grado di funzionare in caso di incendio), da posizione protetta ed opportunamente segnalata;

d) i vari circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza devono essere elettricamente indipendenti;

e) i quadri contenenti dispositivi di protezione dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio, devono essere protetti dal fuoco e riportare chiare indicazioni dei circuiti cui si riferiscono.

La "natura elettrica" di un incendio

La "natura elettrica" di un incendio è definita dal coinvolgimento diretto di un flusso di corrente elettrica (spesso causato da guasti elettrici o malfunzionamento all'interno del sistema, ma non esclusivamente), che produce la perdita di alcune caratteristiche

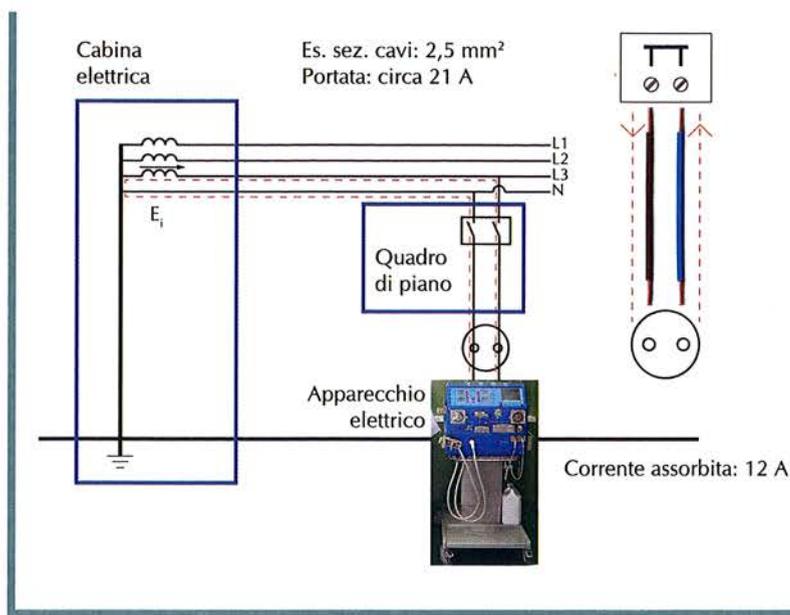


Fig. 3 Rappresentazione schematica di un impianto elettrico che alimenta un generico apparecchio collegato a una presa a spina (es. rene per dialisi da 2500 W)

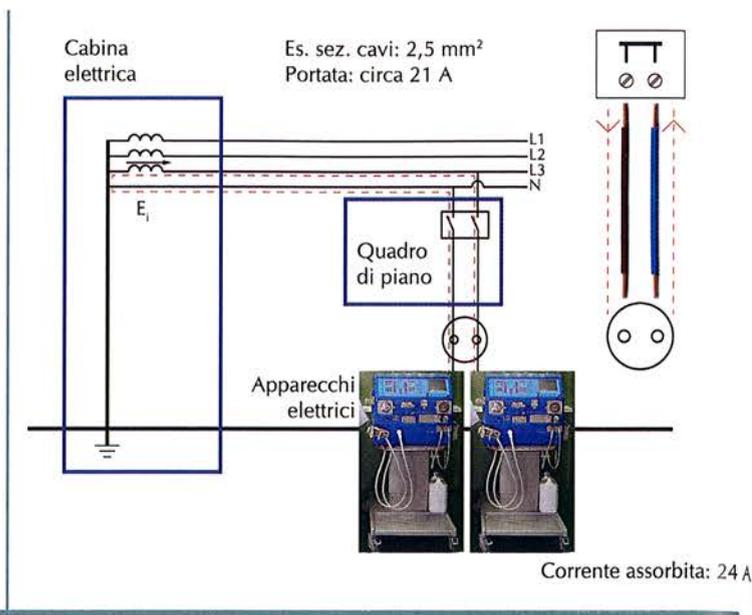


Fig. 4 rappresentazione schematica di un impianto elettrico che alimenta da un gruppo di prese spina, un carico totale che assorbe una corrente superiore alla portata del circuito terminale (es. due rene per dialisi per un totale di 5000 W)

e/o funzioni del sistema o dalla presenza di elettricità statica. Affinchè si verifichi un incendio è necessario che coesistano, nello stesso luogo e nello stesso istante: il combustibile, il comburente e una sorgente di ignizione di energia sufficiente ad iniziare la reazione di combustione. Tra le diverse possibili sorgenti di ignizione da prendere in considerazione, l'innesco associato a fenomeni elettrici è solo uno dei tanti che può garantire un innesco efficace. In maniera più corretta la terminologia per definire un incendio legato a fattori elettrici dovrebbe essere quella di "incendio innescato da fenomeni termici associati all'energia elettrica". Per poter individuare le sorgenti di pericolo che potrebbero generare condizioni per un innesco elettrico d'incendio, bisogna tener presente i seguenti sistemi classificati in:

- impianti elettrici utilizzatori (insieme di tutti i circuiti di alimentazione, comprendenti cavi ed apparecchiature di manovra, sezionamento, interruzione, protezione, ecc., tra il punto di consegna e le prese a spina - incluse - o i morsetti di alimentazione - esclusi - degli apparecchi fissi);
- apparecchi elettrici utilizzatori (qualunque tipo di apparecchio utilizzatore alimentato elettricamente compresi il cavo e la spina di alimentazione dedicati, forniti dal costruttore);
- organi di collegamento mobile (o "dispositivi per connessioni elettriche temporanee", dispositivi che, pur non facendo parte né dell'impianto elettrico, né degli apparecchi elettrici utilizzatori, consentono di effettuare il collegamento elettrico dall'uno agli altri, come ad esempio le prolunghie, le prese multiple, gli adattatori, ecc.).

Guasti o malfunzionamenti elettrici sono quindi precursori degli incendi di natura elettrica. L'esame delle anomalie di funzionamento e degli eventi di guasto può essere affrontato in diversi modi:

- individuare l'atto o l'omissione che porta al fallimento del dispositivo di protezione;

- la classificazione degli eventi di guasto in base alla natura funzionale del dispositivo o alla parte di esso che ha fallito; lo studio della fisica di base degli eventi di guasto.

L'innesco elettrico

L'innesco di un incendio di origine elettrica avviene essenzialmente in seguito al realizzarsi di due eventi:

- 1) sviluppo di calore per effetto Joule;
- 2) sviluppo di una elevata energia dovuta all'arco elettrico.

Una delle conseguenze del passaggio della corrente elettrica in un circuito è quello di un aumento di temperatura. Questo fenomeno è noto come effetto Joule. Questo accade perché la variazione di temperatura (gradiente di temperatura $\Delta\theta$) è proporzionale al quadrato della corrente:

$$\Delta\theta = k \times I^2$$

dove:

I è la corrente che circola nel circuito interessato;

k è una costante che dipende dalla resistenza R del circuito (conduttori, ecc.).

Poiché la resistenza R di un conduttore è proporzionale alla resistività elettrica ρ , che a sua volta aumenta con la temperatura, il fenomeno si auto esalta per la nota formula di Ohm. Se il fenomeno perdura, il forte calore prodotto può innescare l'incendio di sostanze combustibili. L'effetto Joule si può sviluppare nei conduttori, caso in cui si può verificare l'innesco di sostanze combustibili prossime ai conduttori stessi, oppure nelle apparecchiature elettriche, magari all'interno di un quadro elettrico o di una custodia, e innescare il materiale combustibile con cui sono costruiti gli stessi apparecchi elettrici. L'effetto Joule può manifestarsi a causa di:

- 1) sovracorrenti;
- 2) correnti di guasto verso terra (guasto a terra);

- 3) resistenza localizzata (cattivo contatto);
- 4) guasto nelle apparecchiature.

A seconda della causa che la genera, una sovracorrente può essere:

- per sovraccarico, caratteristica di un circuito elettricamente sano (non vi sono guasti);
- per cortocircuito, caratteristica di un circuito con un guasto tra due punti a diverso potenziale.

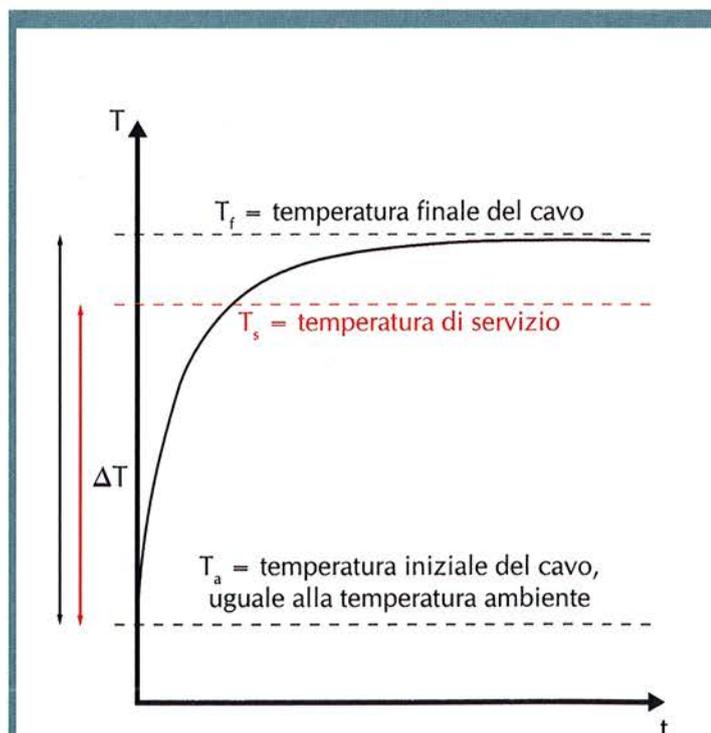
Vi sono inoltre due particolari fenomeni che possono generare delle sovracorrenti: la presenza di armoniche e la posa di cavi in parallelo.

Il sovraccarico

Il sovraccarico si verifica in circuiti elettricamente sani e può essere causato da un errato dimensionamento del cavo, se esso ha una portata inferiore alla corrente prevedibile per l'alimentazione dei carichi, oppure da un funzionamento dell'impianto diverso da quello previsto in sede di progetto, che determini un maggiore assorbimento di corrente (per il collegamento di utilizzatori con caratteristiche differenti da quelle di progetto, per l'alimentazione di un numero superiore di apparecchi con potenza totale assorbita superiore a quella prevista, ecc.). La figura.1 schematizza alcuni componenti essenziali di un impianto elettrico a valle di una cabina di trasformazione.

Si riconoscono la parte in bassa tensione della cabina, le linee di distribuzione primaria fino al quadro di piano (per generalità, sono state rappresentate con distribuzione trifase, a quattro fili), il quadro di piano (la cui alimentazione monofase è derivata da una fase e dal neutro della linea di distribuzione primaria), il circuito terminale che va dal quadro di piano fino alla presa a spina, il

Fig. 5 Andamento della temperatura dei cavi per corrente superiore alla portata



carico collegato alla presa a spina. Per comodità, nella figura sono stati riportati, a titolo di esempio, alcuni valori caratteristici di potenza e di corrente. Il circuito terminale, che alimenta la presa a spina, è realizzato normalmente in cavo. Alla sezione del cavo corrisponde un certo valore di portata. Nella figura vengono rappresentati anche i due cavi che vanno dal quadro di piano alla presa a spina. Si ipotizza che i cavi siano isolati in PVC e che la sezione del conduttore sia pari a $2,5 \text{ mm}^2$ (valore comunemente impiegato nei circuiti terminali) corrispondente, in determinate condizioni di posa, ad una portata di 21 A. Alimentando con tale circuito a 230 V un carico da 100 W, la corrente assorbita da quest'ultimo risulta pari a 0,5 A, inferiore alla portata del cavo. La temperatura di regime del cavo non raggiungerà quella di servizio, come rappresentato nella figura 2.

Una situazione analoga si verifica aumentando la potenza assorbita dal carico e, conseguentemente, la corrente nel cavo, pur mantenendola al di sotto della portata del cavo stesso, come indicato in figura. 3.

In figura 4 è schematizzato il caso in cui la potenza assorbita dal carico è stata aumentata ulteriormente, fino a far superare alla corrente nel cavo il valore di portata dello stesso. Si tratta di un sovraccarico. In questo caso, l'andamento temporale del valore di corrente nel cavo è rappresentato in figura 5, nella quale si evince che, dopo un certo tempo, la temperatura del cavo raggiunge e supera quella di servizio.

È importante ribadire che il sovraccarico si manifesta in circuiti inizialmente sani. Esso può essere previsto e tollerato in particolari condizioni, come ad esempio nel caso dell'avviamento dei motori asincroni, in quanto, per brevi durate, correnti di poco superiori alla portata dei cavi non hanno il tempo di riscaldarli a temperature superiori di quelle di servizio. In sintesi, l'effetto delle sovracorrenti nei cavi causa il degrado dell'isolante del cavo fino a provocarne il cortocircuito; le temperature del componente elettrico e del cavo, possono essere tali da innescare il materiale combustibile con cui sono costruiti; le temperature del componente elettrico e del cavo, possono essere tali da innescare materiali combustibili nelle vicinanze. Di conseguenza, sovracorrenti di bassa intensità persistenti per lunghi tempi, non interrotte dai dispositivi di protezione, innescano l'incendio.

Il cortocircuito

I cortocircuiti sono dei guasti determinati tra due parti del circuito tra cui è presente una tensione. Sono provocati dal cedimento di un isolamento, dall'interposizione di un oggetto conduttore o di un liquido tra parti in tensione, rotture meccaniche, ecc. La corrente, limitata da impedenze generalmente trascurabili rispetto a quelle dei carichi, risulta di gran lunga maggiore di quella di un normale funzionamento del circuito e può provocare danni quasi istantanei sia per effetti termici, sia per effetti elettromeccanici. Il comportamento termico dei cavi in cortocircuito segue un andamento differente rispetto a quello in sovraccarico. Infatti, lo sviluppo di calore è talmente intenso e veloce che il fenomeno del riscaldamento degli isolanti viene considerato adiabatico, cioè senza scambio termico con l'esterno.

Tutto il calore sviluppato contribuisce all'aumento di temperatura del cavo, il cui isolante può prendere fuoco direttamente o innescare sostanze infiammabili con cui si trova a contatto o in prossimità, originando incendi o, in presenza di atmosfere esplosive, esplosioni. La figura 6 schematizza una situazione tipica di cortocircuito.

La figura 7 indica il percorso della corrente di cortocircuito e ne riporta alcuni valori, nel caso in cui i conduttori dei due cavi entrino direttamente in contatto (cortocircuito "franco").

Altre conseguenze del cortocircuito possono essere la deformazione, la rottura e la proiezione di oggetti per effetti elettrodinamici, l'esplosione di componenti per l'elevato sviluppo di energia e la produzione di archi elettrici.

In sintesi l'effetto del cortocircuito nei cavi produce un effetto termico (sovratemperatura, invecchiamento degli isolamenti, incendi e riscaldamenti localizzati ovvero danni ai contatti) e un effetto elettrodinamico (produce notevoli sforzi elettrodinamici sui conduttori e in alcuni casi, sulla meccanica delle apparecchiature). Se il corto circuito è non franco (resistenza non trascurabile) la corrente che si stabilisce è più simile alla corrente dovuta ad un sovraccarico ovvero $\ll I_{cc}$.

Le correnti di guasto verso terra

Per quanto riguarda le correnti di guasto verso terra, bisogna distinguere i vari sistemi di alimentazione. Per il sistema TT (alimentazione in BT al contatore da cabina del distributore) la corrente di guasto a terra è limitata dalla resistenza di terra sia delle masse, sia del neutro della cabina MT/BT dell'ente distributore, quindi non determina in genere l'intervento dell'interruttore automatico o dei fusibili posti a protezione dell'impianto. Il rischio è quello di avere correnti di guasto a terra, inferiori alla corrente nominale delle protezioni contro le sovracorrenti, perciò si avranno correnti modeste che permangono nel circuito perché le protezioni non intervengono. Ad esempio, una corrente verso terra di 15 A non è interrotta da un automatico da 16 A, ma è in grado di innescare un incendio. Per evitare il pericolo di innesco dell'incendio nella conduttura è necessario l'utilizzo dell'interruttore differenziale.

Per quanto riguarda il sistema TN (alimentazione da cabina MT/BT propria) un guasto franco a terra è un cortocircuito monofase a terra nel caso in cui intervengono le protezioni contro le sovracorrenti. Rimane il pericolo di un guasto non franco a terra che può essere "sentito" dall'interruttore differenziale.

Per il sistema IT (sistema isolato da terra) un primo guasto a terra determina una corrente ohmico-capacitiva che aumenta con l'estensione dell'impianto.

Dato che i sistemi IT sono utilizzati dove la continuità di servizio è essenziale (esempio ospedali), non si interrompe l'alimentazione al primo guasto, ma si predispongono la segnalazione del guasto per poterlo eliminare.

In sintesi, le correnti di guasto verso terra sono correnti di modesta entità non interrotte perché non rilevate dalle protezioni per sovraccarico e cortocircuito (non sufficientemente sensibili) e permanendo per lunghi periodi, innescano l'incendio.

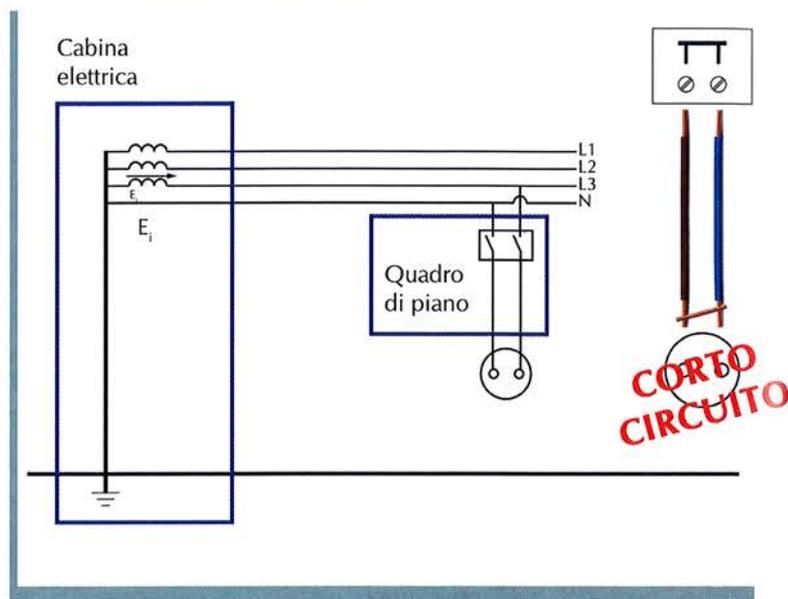


Fig.6 Rappresentazione schematica di un cortocircuito: si può vedere il contatto tra i conduttori dei cavi del circuito terminale, in prossimità della presa a spina

Resistenza localizzata: il cattivo contatto

Il cattivo contatto (morsetto non serrato bene) genera una resistenza localizzata. Il conseguente aumento della resistenza implica l'aumento del calore per effetto Joule. La maggior parte degli incendi che si sviluppano nei quadri sono spesso originati dall'allentamento di un punto morsetto. I dispositivi di protezione per le sovracorrenti sono inefficaci nei confronti del cattivo contatto, il quale sviluppa calore con le correnti del servizio ordinario. Tale calore può innescare le sostanze combustibili poste in vicinanza: materie plastiche degli apparecchi elettrici nei quadri, oppure i materiali con cui sono costruiti i quadri stessi o gli involucri. In sintesi per la resistenza localizzata dovuta a cattivo contatto per morsetti non serrati bene o per installazione errata del cavo nel morsetto, i dispositivi di protezione per le sovracorrenti sono inefficaci e causa di innesco frequente nei quadri elettrici.

Archi elettrici

Quando due parti conduttrici, separate da un mezzo isolante (ad esempio aria) da una certa distanza, sono sottoposte a tensione il cui valore è tale da vincere la rigidità dielettrica dell'aria, il mezzo diventa conduttore e si stabilisce un arco elettrico. La resistenza dell'aria (ionizzata) diminuisce all'aumentare della temperatura e la tensione di mantenimento dell'arco diminuisce, anche all'aumentare della corrente. Gli effetti termici dell'arco dipendono dal calore sviluppato, che è proporzionale all'energia d'arco. Dato che l'energia d'arco può dar luogo a potenze elevatissime, il fenomeno assume caratteri esplosivi, con sviluppo di calore a temperature elevatissime e proiezione di particelle incandescenti che possono incendiare materiali combustibili. L'arco è inoltre soggetto alle azioni elettrodinamiche della corrente, che mettono in movimento l'arco allontanandolo dalla sorgente che l'ha generato con velocità di centinaia di km/h, diventando di fatto una sorgente di innesco in movimento all'interno di un quadro o nel circuito.

L'arco elettrico può essere innescato da:

- sovratensioni (atmosferiche e di manovra);
- filo che fonde (si ionizza l'aria e si crea un percorso conduttore);
- inquinamento superficiale e cedimento degli isolanti (tracking);

Valori tipici in condizioni di esercizio normale

ECC:
Resistenza: 400 Ohm
 $I = 0,5 \text{ A}$
Rene per dialisi:
Resistenza: 12 Ohm
 $I = 12 \text{ A}$

Valori tipici per corto circuito franco

Fondo linea:
Resistenza linea
 $1 \rightarrow 0,1 \text{ Ohm}$
 $I = 200 \rightarrow 2000 \text{ A}$
A valle del
trasformatore:
Resistenza a monte
 $0,01 \text{ Ohm}$
 $I = 20.000 \text{ A}$

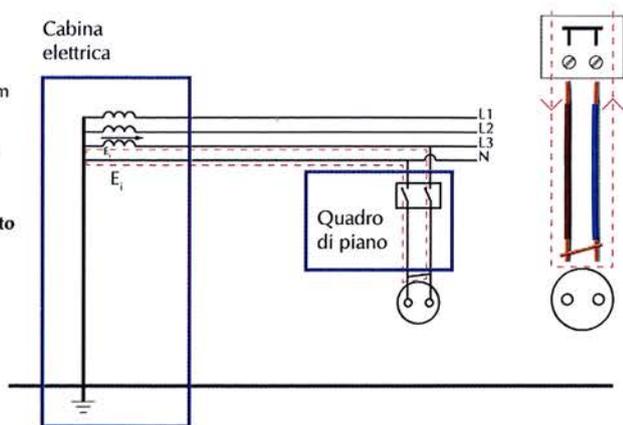


Fig. 7 Percorso e valore caratteristici di corrente in un cortocircuito

- arco funzionale (fusibili, interruttori);
- cortocircuito con formazione di arco.

La formazione dell'arco in presenza di correnti di cortocircuito superiori a 20 kA, genera energie tali che il calore che si sviluppa carbonizza gli isolanti e fonde i metalli. In tal caso l'involucro non resiste e si ha il fenomeno esplosivo con proiezione di parti incandescenti. È il caso della formazione di un arco elettrico nel quadro di potenza con correnti di cortocircuito elevate (> 20 kA), che deve essere costruito per resistere alle sollecitazioni dell'arco e in modo tale da convogliare i prodotti dell'arco in luogo sicuro (quadri a prova di arco interno). In sintesi l'arco elettrico sviluppa energie elevatissime; si muove e può innescare a distanza; rende le protezioni contro le sovracorrenti inefficaci; è più pericoloso negli ambienti industriali e negli edifici con cabina MT/BT propria. L'arco elettrico può innescare direttamente il materiale combustibile delle apparecchiature e/o nelle vicinanze dell'arco stesso, con sviluppo dell'incendio; limitare le correnti di cortocircuito e rendere inefficace l'intervento delle protezioni; danneggiare le persone che si trovano nelle vicinanze.

Provvedimenti contro l'innesco elettrico

I provvedimenti di buona tecnica contro le cause elettriche di innesco sono i seguenti:

Protezione contro l'incendio da sovracorrenti:

- 1) sovraccarico: dimensionamento protezioni dei cavi (interruttori) scegliendo idonea corrente nominale rispetto alla corrente del circuito e della portata del cavo;
- 2) cortocircuito franco: dimensionamento protezioni dei cavi (interruttori, fusibili) scegliendo idoneo potere di interruzione in funzione della corrente di cortocircuito presunta; verificando che l'energia specifica passante all'intervento della protezione sia sopportata dal cavo.

Situazioni in cui le protezioni standard contro sovraccarico e cortocircuito franco possono essere inefficaci:

- correnti di piccola entità che permangono a lungo senza essere interrotte dal dispositivo di protezione: cortocircuito non franco e cortocircuito in fondo alla linea perché la corrente è inferiore alla

corrente di cortocircuito presunta; dispositivo di protezione contro il sovraccarico dimensionato anche per tali valori di correnti e installato all'inizio del circuito;

- presenza di armoniche nell'impianto: effetti termici sul conduttore di neutro per cui necessita il sovradimensionamento della sezione conduttore di neutro e le protezioni contro sovracorrenti anche per il neutro; esplosione condensatori per cui necessita il sovradimensionamento in tensione e in potenza;
- posa dei cavi in parallelo: mutua induttanza che causa sovraccarico per cui necessita una posa con idonea simmetria e unica protezione a monte contro il sovraccarico solo se cavi di uguale sezione; cortocircuito per correnti di cortocircuito maggiori della corrente di cortocircuito presunta mediante dimensionamento opportuno delle protezioni.

Protezione contro l'incendio da correnti di guasto verso terra:

- sistemi TT: interruttore differenziale $I_d \leq 0,03 \text{ A}$ (anche ritardato); sui circuiti di distribuzione e terminali (prese a spina);
- sistemi TN: interruttore differenziale $I_d \leq 0,03 \text{ A}$ (anche ritardato); sui circuiti di distribuzione e terminali (prese a spina); sui circuiti di distribuzione si può installare con $I_d \leq 1 \text{ A}$ ritardato (per continuità di servizio);
- sistemi IT: non si interrompe l'alimentazione al primo guasto, ma si predispone la segnalazione del guasto per poterlo eliminare.

Protezione contro l'incendio da resistenza localizzata (cattivo contatto)
Le protezioni contro sovracorrenti e guasti a terra, sono inefficaci contro gli effetti del cattivo contatto. Le uniche protezioni contro il cattivo contatto sono la corretta installazione con una particolare cura nella connessione dei cavi nei morsetti; una manutenzione periodica preventiva definita a seconda delle caratteristiche dell'impianto mediante il piano di manutenzione.

Protezione contro l'incendio da arco elettrico

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti non sono in genere efficaci contro l'arco elettrico. Anche se il loro intervento può limitare la corrente e la durata dell'arco, quando i dispositivi sono limitatori di corrente (fusibili o interruttori limitatori), non possono impedire tuttavia la formazione e lo sviluppo dell'arco. Quando le correnti di cortocircuito (e la corrente d'arco che si sviluppa) sono di minore intensità, l'involucro di un apparecchio è l'unica protezione per impedire all'arco di innescare le sostanze combustibili presenti nel luogo. Per evitare che un arco elettrico possa innescare sostanze combustibili vicine non c'è altro modo che schermare le parti dell'impianto elettrico nei confronti dell'ambiente circostante. A tal fine è necessario un grado di protezione idoneo ai rischi ambientali di penetrazione di corpi solidi e/o acqua all'interno della custodia dell'apparecchiatura:

- almeno non inferiore a IP4X;
- se l'arco è originato da fenomeno di tracking, il grado di protezione deve essere idoneo all'ambiente ricordando che in presenza di polvere il grado IP6X garantisce protezione completa;
- in caso di pericolo di penetrazione di acqua il grado IPX6 protegge dall'ingresso di acqua in caso di forti getti.

Di fondamentale importanza risulta essere la scelta del materiale costituenti gli involucri atti a costituire la barriera anche verso l'esterno.