



**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**

**Laboratori Nazionali di Frascati**

---

**INFN/CCR-09/04**

**20 Ottobre 2009**



**CCR-25/2008/P**

**CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI PER  
L'ALIMENTAZIONE DEI CENTRI DI CALCOLO TIER2**

**– REV. 1 –**

Ruggero Ricci<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*INFN-Laboratori Nazionali di Frascati Via E. Fermi 40, I-00044 Frascati, Italy*

**Abstract**

Il presente elaborato riporta le linee guida per la progettazione degli impianti elettrici dei centri di calcolo di TIER2 dell'INFN. Vengono esaminati alcuni provvedimenti impiantistici per il miglioramento della continuità del servizio delle apparecchiature elettroniche di calcolo in relazione alle esigenze di funzionamento dei TIER2.

*Presentato al Workshop della Commissione Calcolo e Reti - LNGS, 12/06/2008*

*Published by SIS-Pubblicazioni  
Laboratori Nazionali di Frascati*

## **1 PREMESSA**

Lo scopo di questo elaborato è richiamare alcune considerazioni particolari e fornire le linee guida per la progettazione degli impianti elettrici per l'alimentazione delle apparecchiature dei centri di calcolo di TIER2. Esso è pensato per servire da utile riferimento ma non certamente per sostituirsi all'attività di dimensionamento e progetto propria del progettista, né alla stima dei carichi che è stata già effettuata dai vari gruppi di lavoro TIER 2.

## **2 REQUISITI FONDAMENTALI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

continuità: l'impianto deve essere in grado di sopporre alle interruzioni della rete di alimentazione pubblica

affidabilità: il sistema deve essere progettato in modo tale che siano minimizzate le possibilità di guasto

flessibilità ed espandibilità: molte utenze saranno installate in tempi successivi con dati di carico non ancora disponibili. Conseguentemente, anche se previste nel progetto parti di impianto possono dover essere realizzati in tempi successivi (anche per ragioni economiche). Analogamente anche alcune componenti possono dover essere installate in tempi successivi

selettività delle protezioni: in caso di guasto di un componente deve essere minimizzato il numero di utenze che subiscono il fuori servizio

ridondanza: per ottenere livelli di affidabilità elevati occorre applicare criteri di ridondanza sia alle sorgenti di alimentazione che ai circuiti di distribuzione

manutenibilità: il sistema deve essere concepito per permettere l'esecuzione di misure e interventi di manutenzione.

## **3 CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI IN RELAZIONE ALLA PREVENZIONE INCENDI**

I locali destinati all'installazione delle apparecchiature informatiche sono da considerarsi luoghi a maggior rischio in caso d'incendio (MARCI), almeno per la rilevanza economica delle apparecchiature interessate da un eventuale incendio.

Questo condiziona i criteri di posizionamento dei quadri, la ripartizione dei locali, la tipologia di posa dei cavi e i criteri di protezione dai contatti indiretti.

La classificazione va tenuta presente anche per quanto riguarda la compartimentazione degli attraversamenti cavi.

## **4 SCELTA DEL PUNTO DI CONSEGNA E DELLO STATO DEL NEUTRO**

Il punto di alimentazione per l'impianto di TIER 2 deve essere scelto il più a monte possibile, possibilmente con una linea dedicata dalla cabina elettrica, per limitare le ripercussioni dovute a guasti di altre utenze.

Laddove possibile, ovvero se si è proprietari della cabina elettrica MT/BT, è bene adottare il sistema di distribuzione TN-S (il centro stella del trasformatore è messo a terra sullo stesso dispersore di terra usato per la protezione dai contatti indiretti; inoltre il conduttore di protezione (PE) è distribuito insieme a quello di neutro a partire dalla cabina). Il sistema TN-S consente di semplificare i dispositivi di protezione dai contatti indiretti a vantaggio della selettività e con riduzione dei costi.

## **5 LIVELLO DI CONTINUITÀ DI SERVIZIO DEI TIER 2**

I centri di calcolo TIER 2 elaborano i dati forniti dai TIER 1 con funzionamento continuo. Non devono però assicurare servizi di rete o comunque “non interrompibili” come i TIER 1 o altri tipi di CED. Pertanto possono essere ammesse interruzioni programmate della produzione per permettere manutenzioni o in relazione ad eventi esterni saltuari. E' evidente che comunque il fermo del TIER 2 con lo shut down di tutte le apparecchiature comporta un onere di lavoro aggiuntivo oltre alla perdita di produzione per il periodo di fermo.

## **6 CLASSIFICAZIONE DELLE UTENZE DAL PUNTO DI VISTA DELLA CONTINUITÀ DELL'ALIMENTAZIONE**

In relazione alla criticità del fuori servizio dell'alimentazione, le utenze dei TIER 2 si possono ricondurre alle seguenti categorie:

utenze critiche: in caso di interruzione dell'alimentazione compromettono in maniera importante il processo di calcolo;

utenze informatiche ordinarie: il fuori servizio di un numero limitato di unità non compromette il funzionamento generale del sistema ed è quindi tollerabile;

sistemi ausiliari di raffreddamento (pompe e ventilazione): si può ammettere l'interruzione dell'alimentazione solo per pochi secondi; trascorsi i quali è compromesso il funzionamento di tutto il sistema;

macchine frigorifere: si può ammettere la disalimentazione per un periodo dipendente dal dimensionamento dell'impianto di raffreddamento (alcuni minuti); normalmente non è ragionevole per queste utenze utilizzare UPS che andrebbero fortemente sovradimensionati.

## **7 CONTINUITÀ DELL'ALIMENTAZIONE E LIVELLI DI RIDONDANZA**

Le interruzioni dell'alimentazione sulle utenze di un centro di calcolo (CED) possono essere dovute da anomalie di origine esterna, ovvero della rete pubblica di alimentazione, o a guasti di origine interna all'impianto stesso di distribuzione.

In relazione alla norma CEI-EN 50160, le interruzioni non programmate dell'alimentazione elettrica sulla rete pubblica sono classificate come:

brevi, per durata inferiore a 3 minuti

lunghe, se di durata superiore.

Si parla di interruzione se il valore della tensione si riduce al di sotto dell' 1% (tensione nulla).

Sono definiti buchi di tensione i casi in cui il valore della tensione di si riduce al di sotto del 90 % del valore nominale, per tempi compresi tra 20 ms e 1 minuto. I buchi di tensione sono originati da guasti sulla rete di alta tensione e si propagano a tutti i livelli di tensione.

Le apparecchiature informatiche generalmente sono sensibili solo ai buchi di tensione più severi, per durata e ampiezza, oltre che alle interruzioni di tipo “breve”.

Le interruzioni dovute a manutenzioni della rete pubblica, chiamate “programmate”, sono comunicate dal gestore della rete con congruo preavviso.

Per le interruzioni accidentali, dovute a guasto, si parla di “interruzioni senza preavviso”.

Il numero atteso di interruzioni l'anno, brevi e lunghe, dipende dal livello di tensione di fornitura (alta, media o bassa tensione), dal punto di consegna e sono monitorate e pubblicate sul sito dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas.

Il grafico in

fig 1 descrive i limiti di corretto funzionamento delle apparecchiature informatiche in relazione alle variazioni di tensione di alimentazione e alla durata delle anomalie.

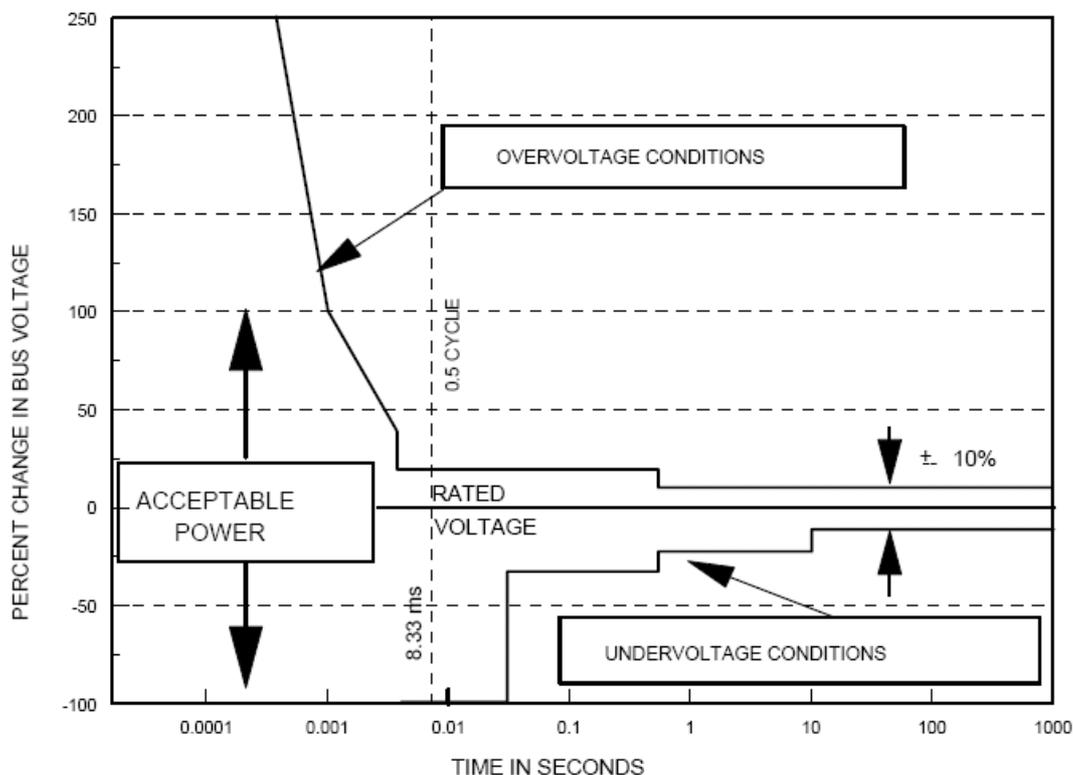


fig 1 Curva ITIC (Information Technology Industry Council), 1996.

Per ridurre il rischio di fermo e i conseguenti disservizi (guasti, corruzioni di dati ecc...) causati dalle interruzioni brevi e dai buchi di tensione, tutte le utenze informatiche devono essere alimentate da un sistema di continuità (UPS). L'autonomia dell'UPS dipende dal dimensionamento del banco batterie, ed ha un limite di convenienza economica fino ad alcune decine di minuti.

Le interruzioni più lunghe devono invece essere coperte da un gruppo elettrogeno (GE). Il committente può valutare l'opportunità di installare un gruppo elettrogeno in funzione

del numero atteso di interruzioni lunghe con e senza preavviso. La valutazione costi benefici deve tenere in conto il costo del fermo e del riavviamento del processo di calcolo conseguente a un eventuale fermata per questo genere di interruzioni<sup>1</sup>.

Per impianti alimentati in AT la probabilità di interruzioni lunghe senza preavviso è molto bassa, e pertanto si può valutare se installare il gruppo per coprire anche le interruzioni lunghe con preavviso e le interruzioni dovute a manutenzioni dei propri impianti.

Oltre alla possibilità di interruzioni dell'alimentazione dovuti a guasti sulla rete pubblica di alimentazione, non si possono sottovalutare le seguenti categorie di guasti sull'impianto dell'utente:

guasto dell'UPS, inteso sia come guasto interno dell'elettronica del gruppo di continuità o del banco batterie, sia come fuori servizio provocato fattori esterni come, il malfunzionamento del sistema di raffreddamento del locale che lo ospita;

scatto delle protezioni della linea di alimentazione o dell'interruttore generale del quadro di distribuzione.

scatto delle protezioni della linea del singolo gruppo prese per guasto di un elemento collegato sullo stesso circuito.

L'affidabilità di un UPS può essere aumentata curando la manutenzione, la pulizia e il condizionamento dell'ambiente.

L'impiego di UPS ridondati in parallelo contribuisce ad aumentare la continuità di servizio, ma a condizione che sia assicurato il coordinamento e l'indipendenza delle protezioni di ciascun UPS da verificare con uno studio di selettività.

## **8 OPPORTUNITÀ OFFERTA DA DALLE UTENZE DOTATE DI ALIMENTATORE RIDONDATO**

Per le utenze dotate di doppio alimentatore, si può distribuire un doppio circuito di alimentazione: uno UPS, e l'altro derivato da un'altra linea a monte dell'UPS (linea normale). A questo scopo non è indispensabile che questa seconda linea sia protetta da un secondo UPS. Nel caso si impieghi per l'alimentazione di questo secondo circuito un'alimentazione non UPS è necessario che questa sia derivata a monte del commutatore rete-gruppo elettrogeno, per evitare un numero eccessivo di interruzioni sui carichi.

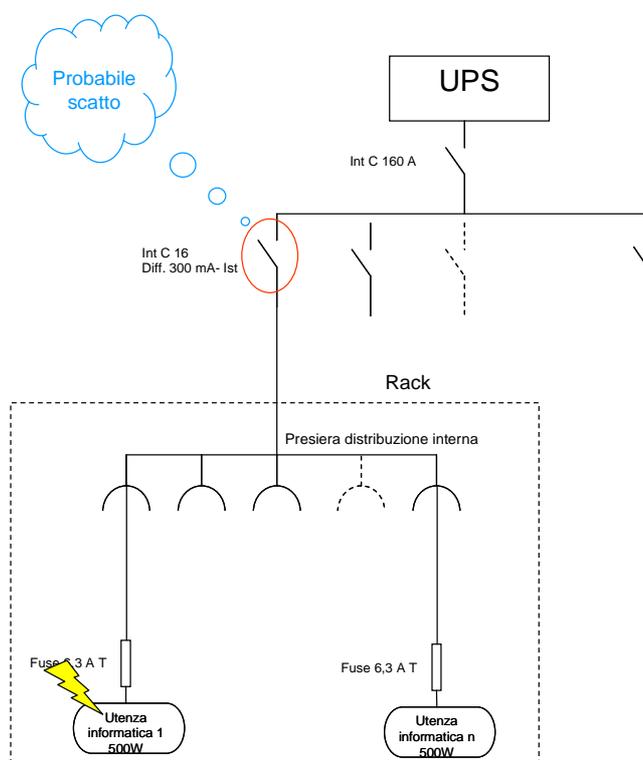
Con questi accorgimenti, in caso indisponibilità dell'UPS (guasto o fermo per manutenzione) queste apparecchiature restano alimentate dalla linea normale. Resterebbe scoperta solo l'eventualità (ben più improbabile) del guasto contemporaneo dell'UPS nel momento di mancanza rete.

---

<sup>1</sup> Si veda a tal proposito la nota CCR-05/02: Nota sull'uso dei gruppi elettrogeni nei TIER2 - Roberto Stroili -Università di Padova

Raccomando di alimentare con alimentazione ridondata almeno le utenze più critiche, come i servizi di rete.

Per quanto riguarda il rischio dovuto allo scatto delle protezioni del circuito terminale, va tenuto conto che tipicamente le apparecchiature informatiche sono carichi monofase di potenza limitata e sono alimentate tipicamente da sistemi multipresa all'interno dei racks. Non potendo proteggere singolarmente ogni presa con un interruttore magnetotermico-differenziale per ragioni di costi, si può impiegare al massimo un interruttore da 16 A per gruppo di 7-10 prese. Questo comporta la possibilità che il guasto di un'utenza, ad es. l'alimentatore di una CPU, metta fuori servizio tutte le altre utenze protette dallo stesso interruttore, come rappresentato in *fig 2*. Questo può essere accettabile per le utenze



*fig 2 Alimentazione di un'utenza terminale su circuito comune ad altre utenze: il guasto di un'utenza può far intervenire il dispositivo di protezione a monte provocando il fuori servizio di tutte le utenze derivate.*

informatiche ordinarie (se si può accettare ad es. che il guasto di un alimentatore di una CPU comporti il fermo di alcune altre vicine). Non è invece ammissibile che lo stesso accada per utenze critiche. Per queste utenze ci sono due soluzioni:

si alimenta l'utenza critica con una linea dedicata ( e quindi non comune ad altre utenze) con interruttore magnetotermico e differenziale;

si prevede un'utenza con alimentatore ridondata, curando che i due alimentatori siano alimentati da circuiti (presiere) diverse. Questa è la soluzione più economica ed efficiente: in caso di interruzione dell'alimentazione di una delle due presiere, che può essere provocata dal guasto di un'altra utenza o di uno dei due alimentatori dell'apparecchio in questione, l'altro

circuito resta sano e l'apparecchio non subisce alcuna conseguenza. Se poi si utilizzano linee diverse, come sopra descritto, si by-passa anche il guasto dell'UPS (fig 3) .

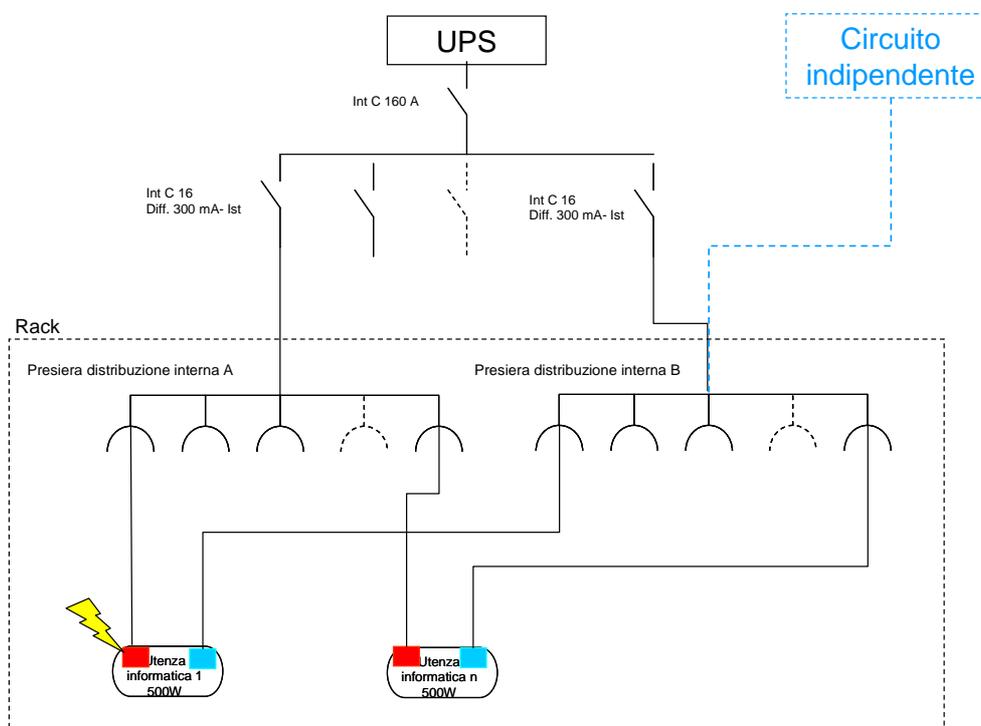


fig 3 Alimentazione di un'utenza terminale dotata di alimentatore ridondato.

Vale la pena ancora sottolineare che non ha senso collegare sullo stesso circuito le due alimentazioni di apparecchiature dotate di alimentatori ridondati. Infatti, in questo caso, il guasto di un alimentatore con molta probabilità provoca lo sgancio dell'interruttore a protezione del circuito, e quindi il fermo di tutta la macchina.

## 9 COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI

Per ridurre il rischio legato allo scatto intempestivo di interruttori a monte per guasti a valle di interruttori secondari, che comporta un disservizio a numero di utenze maggiore del necessario, va curata la selettività delle protezioni, sia di massima corrente che di guasto a terra.

Per ottimizzare la selettività delle protezioni è bene ridurre i livelli di distribuzione (cioè il numero di interruttori frapposti tra la sorgente e l'utenza), ovvero la moltiplicazione di quadri e sottoquadri. Infatti la suddivisione dei circuiti con taglie di interruttori simili rende impossibile la selettività, e quindi aumenta il pericolo di scatti e di fuori servizi a un numero di utenze maggiore.

## 10 SISTEMI DI DISTRIBUZIONE E COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI DA GUASTO A TERRA

La classificazione MARCI degli ambienti destinati a centro di calcolo, con riferimento alla norma CEI 64-8 par. 751, comporta che tutte le linee elettriche installate in questi locali, sia di distribuzione che circuiti terminali, devono, tra l'altro, essere protette da dispositivi differenziali con corrente di intervento inferiore a 300 mA, anche ritardato e fino a 1 A in casi particolari. L'impiego dei differenziali sui circuiti principali può provocare problemi di selettività se non accuratamente studiato.

L'impiego di differenziali può essere evitato per sistemi TN-S, ma solo alle condizioni di posa dei cavi indicate al par. 751.04.2.6 della norma CEI 64-8. In particolare è ammessa la posa di cavi non protetti da differenziale in tubi o canaline metalliche chiuse.

Nel caso di alimentazione con sistema TT la norma suggerisce di impiegare un trasformatore BT/BT con il secondario ricollegato a terra per ottenere una nuova isola TN-S.

Un altro motivo per l'impiego del trasformatore BT/BT per sistemi TT è la limitazione delle correnti di dispersione verso terra sull'impianto di terra generale. Le apparecchiature elettroniche infatti sono dotate di filtri di rete che determinano correnti di dispersione tipiche di 3.5-10 mA ciascuno che sommandosi provocano correnti di circolazioni permanenti sull'impianto di terra. Tali correnti vanno valutate per ragioni di sicurezza e coordinate con il valore di resistenza di terra dell'impianto.

Il trasformatore di separazione, avendo il neutro del secondario ricollegato a terra, permette la richiusura di queste correnti localmente, senza interessare il dispersore e gli impianti a monte. In tale modo si riesce a ricostruire un sistema TN-S puro e si possono non utilizzare i differenziali. Vanno comunque tenute presenti le considerazioni legate alla classificazione del locale come MARCI e quelle sui collegamenti equipotenziali supplementari descritti al par. 13.

Questa soluzione, che ha i suoi indubbi vantaggi, non è comunque trattata nel seguito visti i costi aggiuntivi. Per la protezione dai contatti indiretti andranno pertanto utilizzati dispositivi differenziali con intervento istantaneo su tutte le utenze terminali.

Data la tipologia di utenza e le correnti di dispersione di cui sopra, vanno impiegati differenziali in classe A con corrente di intervento 300 mA per gruppi di al massimo 10-15 utenze.

Le linee di distribuzione in transito nel locale CED dovranno essere posate in canali metallici chiusi o protetti da differenziale. Per permettere la selettività i dispositivi differenziali dei circuiti di distribuzione dovranno essere ritardabili.

In ogni caso va curata la selettività delle protezioni in caso di guasto a terra.

Per massimizzare la flessibilità e ridurre comunque i costi del quadro elettrico, può essere conveniente distribuire l'alimentazione con un condotto sbarre con numero sufficiente di derivazioni. Questo consente di ridurre notevolmente le dimensioni del quadro di distribuzione.

Se si procede alla protezione dai contatti indiretti con i dispositivi differenziali, converrà utilizzare cassette di derivazione con interruttori monofase magnetotermico e differenziale istantaneo, a protezione di ciascun gruppo prese o utenza. Se poi si impiegano presiere modulari da installare all'interno del rack, si possono effettuare i collegamenti al blindo con le semplici spine con fusibili (da 25 A) e installare l'interruttore direttamente sulla presiera.

Nel caso di sistema TN-S, fatte salve le particolarità descritte al punto 3, è possibile utilizzare semplici cassetta con fusibili, il che permette la selettività totale con i fusibili delle utenze.

Nel caso in cui sia possibile installare il quadro al di fuori del locale CED, se si installa

la linea di alimentazione del blindo in una canale metallica chiusa ed il sistema è TN-S si può evitare il differenziale di secondo livello sulla linea blindo.

## 11 DIMENSIONAMENTO DEL NEUTRO

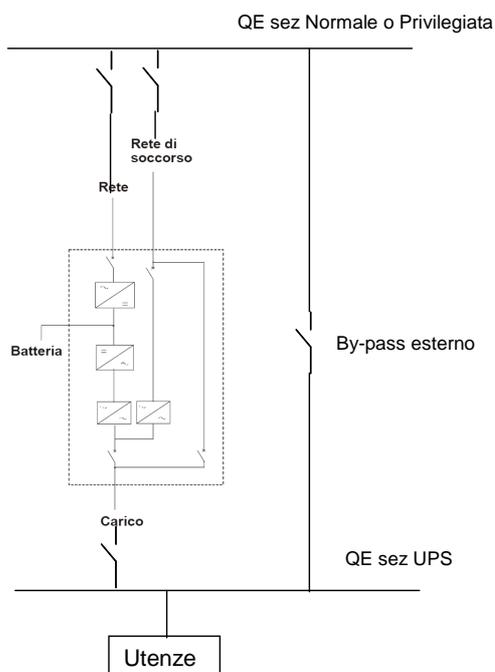
Nel dimensionamento del neutro va considerata la presenza di armoniche di corrente introdotte dai raddrizzatori di tutte le utenze elettroniche. Pertanto il neutro, sia delle formazioni di cavi, sia degli interruttori, sia delle barrature dei quadri, in tutta la sezione relativa ai circuiti di alimentazione delle apparecchiature elettroniche, va dimensionato di sezione pari a quella di fase e non a sezione ridotta.

## 12 UPS

Per il dimensionamento dell'UPS, nel caso in cui si adotti un sistema di alimentazione ridondato, si deve ricordare che, mentre in condizioni di servizio ordinario (entrambe i circuiti funzionanti) il carico visto dall'UPS è pari al 50% del totale, in condizioni di assenza della seconda rete l'UPS deve poter sostenere il 100% del carico.

Nella scelta del gruppo di continuità vanno previsti i dispositivi di sezionamento e by-pass meccanico, se non si dispone di dispositivi di sezionamento e bypass sul quadro elettrico ( soluzione questa preferibile). Il by-pass esterno permette di operare qualsiasi manovra sull'UPS, compresa la sostituzione e il fuori servizio lungo senza interrompere il carico.

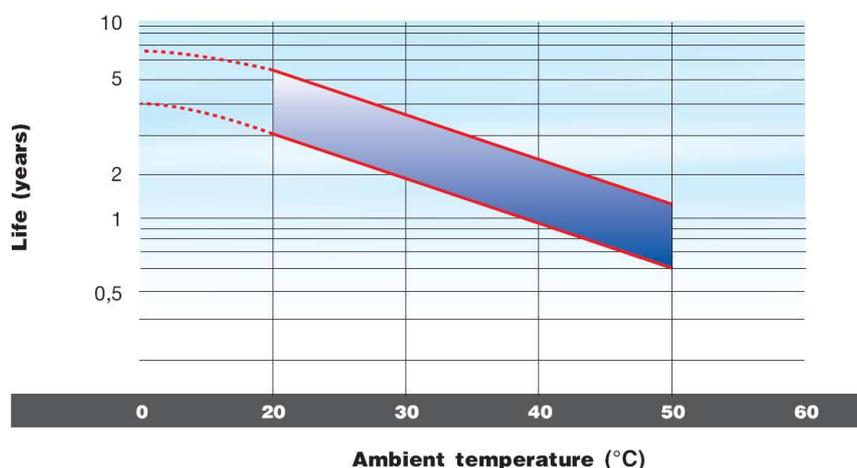
Il secondo interruttore indicato nello schema di *fig 4* come "rete di soccorso" spesso viene evitato collegando in parallelo i due ingressi all'arrivo nell'UPS. Il senso di tale alimentazione indipendente è di permettere il funzionamento del sistema anche in caso di guasto al raddrizzatore. Si rammenta che non è possibile utilizzare due alimentazioni se le protezioni impongono l'uso del differenziale.



*fig 4* Schema di collegamento di un UPS

La climatizzazione del locale UPS deve essere realizzata con apparecchiature con lo stesso livello di affidabilità e di ridondanza di quelle impiegate per il raffreddamento delle macchine. Se si adottano macchine di condizionamento dedicate è bene prevederne due, una di riserva all'altra o almeno la possibilità di un sistema di estrazione comandato da un termostato che intervenga in caso di temperatura eccessiva. Il sistema più razionale potrebbe essere quello di impiegare lo stesso impianto di raffreddamento della sala macchine, dal momento che l'eventuale guasto dell'impianto comune comunque comporterebbe il fuori servizio del CED. Raddoppiando poi il numero di fan-coils alimentati da circuiti separati si ottiene il massimo dell'affidabilità.

Il mantenimento di una temperatura del locale in cui sono contenute le batterie intorno ai 20 °C è essenziale per garantire la vita attesa del banco batterie. Come riportato in *fig. 5* l'aumento di temperatura provoca un rapido invecchiamento delle batterie. Per UPS di grandi dimensioni può essere utile installare le batterie, che costituiscono un carico termico ridotto ma molto delicato, in un locale climatizzato separato da quello contenente l'UPS. L'UPS può essere posto in un locale anche semplicemente ventilato, il che consente di ridurre i consumi.



*fig. 5 Riduzione della vita delle batterie per UPS in funzione della temperatura (fonte: Fiamm FGH)*

### 13 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

L'impianto di terra deve essere unico, sia per ragioni di sicurezza che funzionali. Vanno pertanto assicurati sul collettore di terra del quadro principale i collegamenti con il dispersore di terra dell'edificio, il PE della linea di alimentazione (se il sistema è TN-S) e i collegamenti per le masse e le masse estranee.

Per ragioni di compatibilità elettromagnetica va prevista la distribuzione del conduttore equipotenziale supplementare orientativamente costituito da una bandella di rame di sezione minima 95 mmq cui collegare:

- il PE del QE locale con cavo di sezione analoga
- eventuali collegamenti all'impianto di terra dell'edificio se non già collegati nel QE
- i rack contenenti le apparecchiature elettroniche, con cavo GV di sez. 10 mmq
- tutte le masse estranee
- la struttura del pavimento galleggiante (se presente)

le canaline metalliche dei cavi di potenza e dei cavi di segnale ad entrambe le estremità

Nel caso di locale dotato di pavimento galleggiante può essere conveniente installare la bandella al di sotto del pavimento galleggiante, attaccata alla struttura di supporto del pavimento con gli idonei accessori.

Si rammenta inoltre che, per le utenze elettroniche, va prevista la realizzazione di connessioni di protezione ad alta affidabilità (sez > 10 mmq per cavi unipolari, 2,5 mmq per conduttore multipolare, CEI 64-8 art. 707.471.3.3.1) a causa della presenza di correnti di dispersione permanenti descritte precedentemente e che possono provocare potenziali pericolosi in caso di difetto del collegamento equipotenziale.

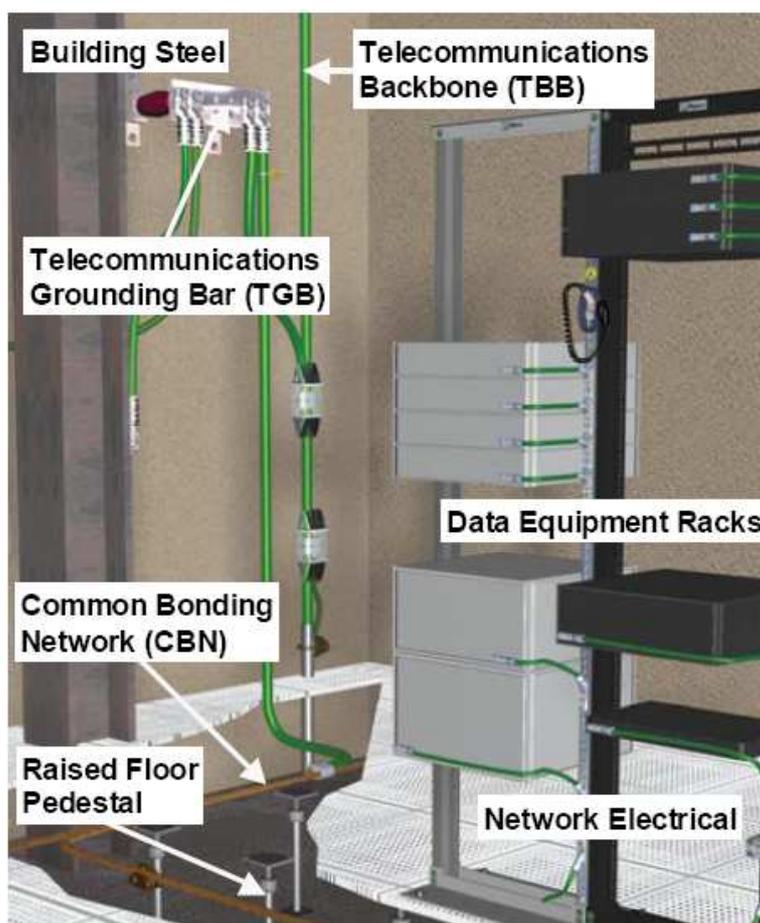


fig. 6 Collegamenti equipotenziali raccomandati per un data center (fonte Panduit-Emerson)

#### 14 INDICAZIONI PER IL QUADRO ELETTRICO

Il quadro elettrico principale deve essere realizzato in forma almeno 2b.

Il quadro deve essere dotato di portelle anteriori con chiusura a chiave se installato in locale accessibile a personale esterno.

Il dimensionamento della sezione del conduttore di neutro deve essere fatta per sezione pari a quella di fase, almeno per la sezione a valle dell'UPS, per tenere conto dell'elevata distorsione armonica della corrente causata dagli alimentatori.

I dispositivi differenziali impiegati devono essere insensibili alle armoniche.

Si suggerisce di installare strumenti di misura multifunzione dotati di porta di comunicazione, per un eventuale monitoraggio dei carichi. Gli strumenti devono eseguire una misura a 4 fili (3F+N). La misura della potenza impiegata è utile anche per la regolazione degli impianti di raffreddamento.

Sui circuiti di misura conviene prevedere l'installazione di morsetti amperometrici sezionabili per agevolare le verifiche.

Dal momento che la maggior parte delle utenze finali saranno monofase e che le installazioni possono avvenire in momenti successivi, è importante poter controllare periodicamente gli assorbimenti sulle singole fasi ed eventualmente procedere alla redistribuzione delle utenze per il bilanciamento dei carichi.

Pertanto, se la distribuzione viene effettuata mediante un quadro di distribuzione con interruttori monofase, la distribuzione interna deve essere fatta con accessori che permettano un rapido ricablaggio della circuiteria interna senza dover prevedere il fuori servizio del quadro.

Gli interruttori generali delle varie sezioni (arrivo normale, privilegiata e UPS) devono essere dotati di bobine di apertura a lancio di corrente (e non minima tensione) per eventuali comandi di sgancio per pericolo d'incendio o surriscaldamento.

Per l'alimentazione dell'UPS è bene prevedere il doppio interruttore per la linea normale e di riserva, e l'interruttore di by-pass tra la sezione a monte e a valle dell'UPS, dotato di opportuni blocchi a chiave, per permettere la manutenzione e sostituzione dell'apparecchiatura senza comportare fuori servizi alle utenze.

Per proteggere le apparecchiature elettroniche da un ritorno di tensione, con conseguenti transitori che possono danneggiare l'apparecchiatura e comunque per procedere a una graduale riaccensione manuale delle utenze, può essere conveniente prevedere una bobina di minima tensione sull'interruttore generale del quadro di distribuzione, a valle dell'UPS.

Va notato che in assenza di UPS la semplice bobina di minima tensione potrebbe intervenire anche in caso di buchi di tensione che invece possono essere sopportati senza guasti dalle apparecchiature informatiche, come indicato al par. 7. In tale caso la protezione da minima tensione sulle linee non protette da UPS va ben studiata e dovrebbe essere fatta con dispositivi di minima tensione che abbiano un livello di compatibilità prossimo a quello delle apparecchiature elettroniche. D'altro canto, in caso di mancanza rete, al ritorno di tensione, oltre ai possibili guasti dovuti al transitorio, è probabile l'intervento delle protezioni di massima corrente per il riavvio contemporaneo delle utenze che hanno correnti transitorie di inserzione molto elevate.

## **15 ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO**

A causa delle elevate densità di potenza installate all'interno dei rack e all'interno del locale che ospita il TIER 2, la continuità del servizio dell'impianto di raffreddamento è da considerarsi altamente critica.

Indipendentemente dai sistemi di raffreddamento scelti, vanno previsti elevati livelli di continuità del servizio e di ridondanza delle apparecchiature. Coerentemente, per la parte dell'alimentazione elettrica di questi apparati vanno previsti analoghi livelli di continuità e di ridondanza.

Avendo a mente un impianto di raffreddamento ad acqua refrigerata con batterie di

raffreddamento installate all'interno dei rack, si ricordi che:

Chiller: dal momento che la produzione di acqua refrigerata può essere interrotta per pochi minuti, a seconda del volano termico dell'impianto, l'alimentazione dovrà essere derivata dalla sezione di impianto soccorso dal gruppo elettrogeno (se previsto). Se si impiegano criteri di ridondanza sulle macchine, deve essere assicurata la selettività delle protezioni dei circuiti di alimentazione. Ad esempio, se si adottano due chiller uno di scorta all'altro, è opportuno che siano alimentati da due linee e da due interruttori indipendenti, ciascuno con la sua protezione da guasto a terra. Nel caso in cui si impieghi una macchina con doppio compressore ridondato, va curata la selettività delle protezioni con l'interruttore a monte, in particolare per i guasti a terra.

Pompe di circolazione: anche in questo caso vanno studiate le protezioni dei motori in modo tale da garantire la selettività totale. Ad esempio, nel caso di impianti con pompe gemellari, il guasto di un motore di una pompa non deve compromettere il funzionamento di quella di riserva, né, tanto meno, lo spegnimento di tutto il sistema.

Sistemi ausiliari: il guasto di un componente di potenza non deve compromettere l'alimentazione degli ausiliari dei sistemi di raffreddamento.

Ventilazione locale a bordo dei racks : trattandosi di potenze molto limitate possono essere derivate dallo stesso circuito UPS che alimenta le utenze informatiche nel rack: il guasto della ventilazione forzata comunque comprometterebbe il funzionamento delle apparecchiature.

## 16 ANALISI DI AFFIDABILITÀ DEL SISTEMA

Come noto il corretto funzionamento dei servizi del CED dipende dal contemporaneo funzionamento di diverse parti di impianto che coinvolgono sia l'impianto elettrico che quello di raffreddamento.

Per lo studio dell'affidabilità del sistema CED, inteso come insieme di apparecchi di calcolo, impianti elettrici, condizionamento e ausiliari, si possono applicare diversi metodi generici di analisi di affidabilità, tra cui il metodo FGMEA, l'analisi What-if e il diagramma a blocchi di affidabilità.

Il metodo del diagramma a blocchi di affidabilità proposto dalla norma CEI EN 61078 (CEI 56-8) permette di individuare facilmente, a livello qualitativo, le criticità del sistema nel suo complesso una volta individuati i singoli elementi critici.

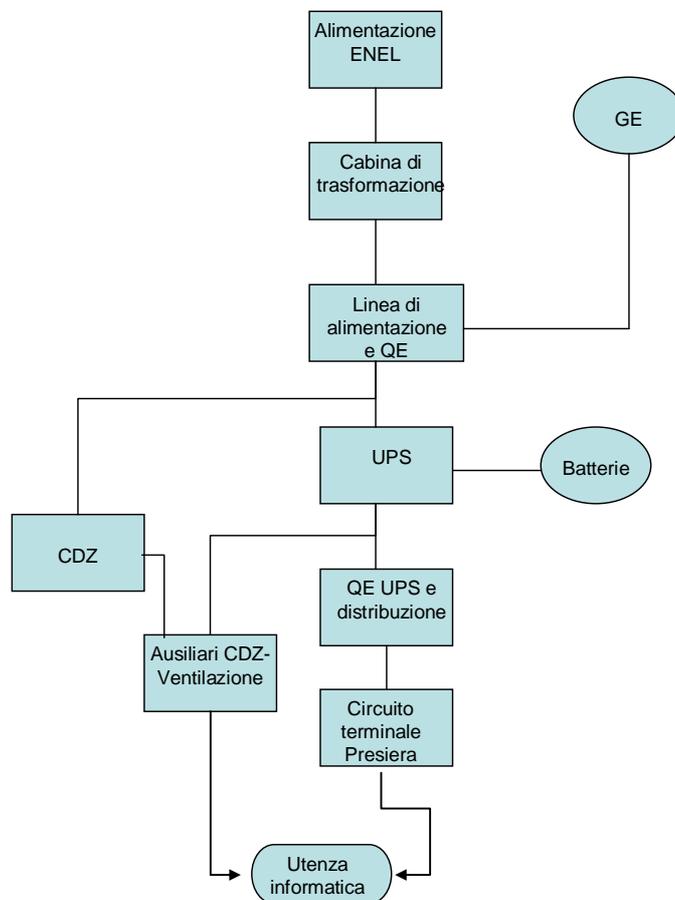
Nello studio dell'affidabilità del sistema (fidatezza) va considerata la possibile "indisponibilità" di un elemento, sia per guasto o errore umano, sia per manutenzione .

Nell'analisi riportata in *fig. 7* viene rappresentato un impianto con utenze informatiche e servizi relativi al condizionamento alimentati da UPS e GE, mentre il gruppo frigorifero è alimentato a valle del commutatore rete-gruppo (alimentazione privilegiata). Dallo schema si individua ad esempio che:

il guasto dell'UPS o anche la manutenzione compromettono completamente il funzionamento;

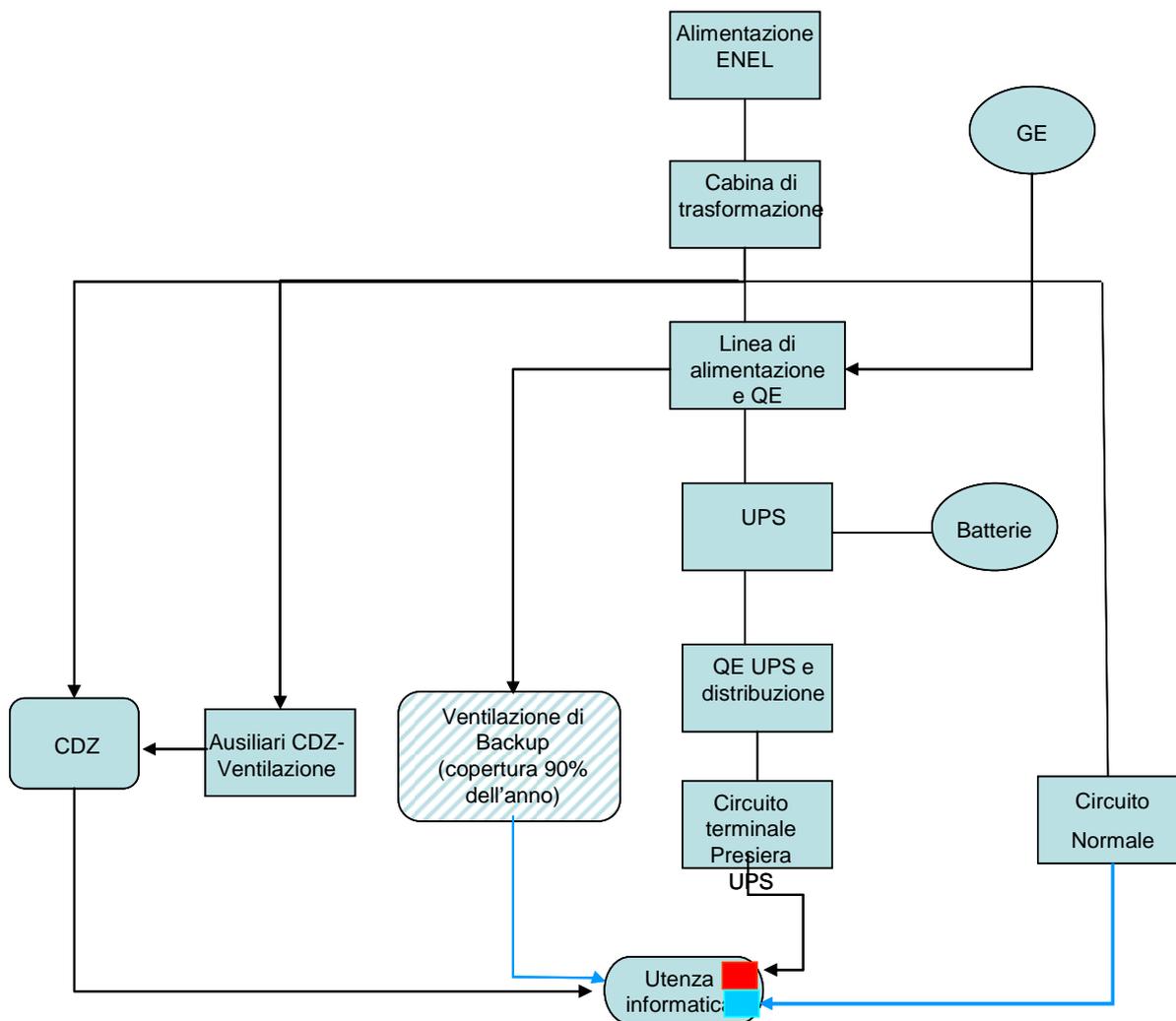
se su un circuito prese sono collegate più utenze, il guasto di una può compromettere il funzionamento delle altre (se non è assicurata la selettività totale);

il guasto del circuito degli ausiliari del CDZ compromette il funzionamento ecc.



*fig. 7. Esempio di analisi di affidabilità: Utenza informatica alimentata da singola linea protetta da UPS e GE. Impianti di CDZ con alimentazione privilegiata e ausiliari sotto UPS*

Nello schema di *fig. 8* l'utenza terminale è dotata di alimentatore ridondato, con un'alimentazione derivata dal circuito UPS e l'altra da un secondo circuito derivato a monte del commutatore rete-gruppo. In tal caso qualunque guasto a valle di questo punto (guasto UPS o sul sistema di distribuzione) non compromette il funzionamento dell'utenza. E' stato inoltre introdotto, a titolo di esempio, un sistema di raffreddamento di back-up costituito da una ventilazione esterna forzata, in grado di essere efficace in periodi non eccessivamente caldi (se ne può valutare l'efficacia per tot. ore l'anno). Questo back-up, alimentato dal circuito protetto da GE, potrebbe risultare efficace sia in caso di mancanza rete, sia in caso di guasto del sistema di raffreddamento principale. Ne risulterebbe un aumento di continuità del sistema CED.



*fig. 8 Utenza informatica con due alimentatori separatamente alimentati da linea protetta da UPS e da linea indipendente normale. Impianti di CDZ con alimentazione normale e backup al condizionamento con ventilazione forzata alimentata in privilegiata.*

## 17 LPS E SPD

Il progettista dovrà valutare il rischio legato alle sovratensioni di origine atmosferica prevedendo eventualmente i provvedimenti per la limitazione delle sovratensioni, LPS (gabbie e parafulmini) e SPD (scaricatori di sovratensione). La valutazione è legata alla tipologia di impianto e alla struttura dell'edificio.

## 18 PREVENZIONE INCENDI

Nel progetto impiantistico va inserita l'analisi per la prevenzione incendi, la suddivisione in compartimenti antincendio dei locali di competenza e i provvedimenti per la segregazione tra i compartimenti. Nella realizzazione degli impianti, elettrici e di condizionamento, vanno inserite le competenze relative alla chiusura degli attraversamenti dei muri con idonei setti tagliafiamma.

Allo scopo di limitare i danni di un eventuale innesco di incendio sulle apparecchiature

elettriche è preferibile installare il quadro elettrico e l'UPS in un locale separato dalla sala calcolo.

## **19 RIFERIMENTI NORMATIVI:**

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori in BT

CEI 81-8: Guida per l'applicazione dei limitatori di sovratensione sugli impianti elettrici BT

CEI EN-50160: Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

CEI EN 50310: Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione

CEI 56-1 Metodi di analisi per l'affidabilità di sistemi. Procedure di analisi dei modi e degli effetti di guasto.

CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per BT (quadri elettrici).

CEI 56-1 Metodi di analisi per l'affidabilità di sistemi

CEI 56-8 (CEI EN 61078) Tecniche di analisi relative alla fidezza. Metodo del diagramma a blocchi di affidabilità.

## **20 BIBLIOGRAFIA**

*Qualità dell'alimentazione elettrica negli impianti industriali*, pubblicata de ENEL e disponibile su:

[http://www.enel.it/attivita/vendita\\_reti/infrastrutture\\_reti/doc/QUALITA\\_DELL\\_ALIMENTAZIONE\\_ELETTRICA.pdf](http://www.enel.it/attivita/vendita_reti/infrastrutture_reti/doc/QUALITA_DELL_ALIMENTAZIONE_ELETTRICA.pdf)

*EMC for Systems and Installations*, T. Williams, K. Armstrong, Ed. Newness 1999.