

# Impianto elettrico

GRANDI IMPIANTI  
PROGETTI  
TECNOLOGIE  
NORMATIVE



**tecniche nuove**  
www.tecnichenuove.com



AGGIORNAMENTO  
**Ospedali e strutture  
sanitarie**

ILLUMINOTECNICA  
**Nuova luce per  
il viadotto genovese**

PROGETTAZIONE  
**Rivivi il Data Center  
Innovation Day**

NORME E LEGGI  
**Transizione energetica  
e sicurezza dei dati**



**COMMUTATORI A CAMME  
SERIE PHOENIX**

**FISSAGGIO RETROQUADRO / BASE / DIN**



General Use 1/3PH 16A-500Vdc  
 General Use 1PH 1.5A-120Vdc  
 Motor Vcc 120 200 230 480 800  
 I<sub>PH</sub> 1 - 1.5 - 2 - 3 - 5 - 7.5 7.5  
 I<sub>PH</sub> 1 - 1.5 - 2 - 3 - 5 - 7.5 7.5  
 Tight torque 7.5 lb.in.

Series P016  
 Cu 60/75 C wire only  
 AWG 10-18



**Giovenzana International B.V.**

italy@giovenzana.com - www.giovenzana.com



**GIOVENZANA INTERNATIONAL B.V.**  
Strawinskylaan 1105  
1077XX Amsterdam - Paesi Bassi  
Tel. 0031 204413576  
Fax 0031 204413456  
[www.giovenzana.com](http://www.giovenzana.com)



4

## EDITORIALE ANNO NUOVO, "L'IMPIANTO ELETTRICO" NUOVISSIMO

Domenico Trisciuglio

6

## ATTUALITÀ

8

## AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ: LA LORO FONDAMENTALE IMPORTANZA PER LE STRUTTURE SANITARIE

Armando Ferraioli

14

## LUCE E BENESSERE NEGLI AMBIENTI OSPEDALIERI

Gianni Forcolini

20

## GLI IMPIANTI ELETTRICI DI UNA RSA

Angelo Baggini, Franco Bua

26

## L'INFRASTRUTTURA ELETTRICA A SERVIZIO DELLA PROTONTERAPIA

Angelo Baggini, Franco Bua

30

## IMPIANTI ALL'AVANGUARDIA PER L'EMERGENZA SANITARIA

Giuseppe La franca

36

## LA SICUREZZA ELETTRICA DELLE APPARECCHIATURE ELETTROMEDICALI: LE CORRENTI DI DISPERSIONE E IL RISCHIO DI MACROSHOCK E MICROSHOCK

Armando Ferraioli

44

## IL SOUND MASKING A TUTELA DELLA PRIVACY IN AMBITO AMBULATORIALE/OSPEDALIERO

Umberto Nicolao

48

## ILLUMINOTECNICA NUOVA VITA E NUOVA LUCE PER IL VIADOTTO GENOVESE

Laura Turrini

51

## PROGETTAZIONE DATA CENTER INNOVATION DAY 2020, RIVIVI L'EVENTO VIRTUALE!



48



56

52

## NORME E LEGGI

### TRANSIZIONE ENERGETICA E NORME PER LA SICUREZZA INFORMATICA

Silvia Berri

56

### SISTEMI DI PROTEZIONE E INTERFACCIAMENTO CON IMPIANTI UTENTE DELLE RETI ELETTRICHE DI DISTRIBUZIONE IN MT

A cura del CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano

58

## QUESITI DEI LETTORI

60

## SENTENZE

61

## INNOVAZIONE

62

## VETRINA

66

## DALL'INDUSTRIA

70

## IL FUTURO DIETRO L'ANGOLO

## IL COMITATO TECNICO-SCIENTIFICO DE "L'IMPIANTO ELETTRICO"



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



Ing. Angelo Baggini  
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



Stefano Garoni  
Progettista di impianti elettrici  
Membro del CT CEI 317



Claudio Manfredini  
Progettista elettrotecnico



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. Damiano Quinci  
Progettista di impianti elettrici



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



Ernesto Santini  
Ambassador SBA - Smart Buildings Alliance for Smart Cities



Ing. Angelo Selis  
Progettista di impianti elettrici

# Gruppi statici di continuità: la loro fondamentale importanza per le strutture sanitarie

GLI OSPEDALI SONO UNA DELLE TIPOLOGIE DI EDILIZIA PIÙ COMPLESSE E SENSIBILI, OPERATIVE 24/24H E CHIAMATE A RISPONDERE A ELEVATISSIMI STANDARD DI SICUREZZA, QUALITÀ AMBIENTALE, APPROPRIATEZZA, EFFICIENZA ED EFFICACIA DEI SERVIZI PRESTATI AGLI UTENTI. LA TOLLERANZA NEI CONFRONTI DELLE INTERRUZIONI DELL'EROGAZIONE DELL'ENERGIA È BASSISSIMA

Negli ospedali e nelle strutture sanitarie, una semplice interruzione di corrente può anche trasformarsi in una tragedia. Essa può infatti influire sui macchinari atti a mantenere in vita un paziente o su quelli che i chirurghi normalmente utilizzano in sala operatoria. In ogni caso, ogni evento legato alla mancata disponibilità dei servizi forniti da un ospedale comporta dei costi enormi per la sanità. In generale, le reti di distribuzione elettriche negli ospedali possono essere distinte fra normali (non essenziali) e critiche (essenziali). La norma CEI 64-8,

sez. 710, che regola gli impianti elettrici nei locali adibiti a uso medico, impone un'alimentazione dei servizi di sicurezza che deve intervenire, in caso di mancanza alimentazione ordinaria, ad alimentare i componenti elettrici per una durata che stia entro un tempo massimo di commutazione, indicato in tabella 1. L'alimentazione di sicurezza, ovvero l'alimentazione che ha lo scopo di garantire i servizi necessari alla sicurezza delle persone in caso di mancata alimentazione ordinaria, è composta dalla sorgente e dal sistema di distribuzione, che



**TAB. 1 - CLASSIFICAZIONE DELL'ALIMENTAZIONE DI SICUREZZA NEI LOCALI A USO MEDICO**

CLASSE 0 (di continuità)	Alimentazione automatica disponibile senza interruzioni
CLASSE 0,15 (ad interruzione brevissima)	Alimentazione automatica disponibile in un tempo inferiore o uguale a 0,15 s
CLASSE 0,5 (ad interruzione breve)	Alimentazione automatica disponibile in un tempo superiore a 0,15 s ma non superiore a 0,5 s
CLASSE 15 (ad interruzione media)	Alimentazione automatica disponibile in un tempo superiore a 0,5 s ma non superiore a 15 s
CLASSE >15 (ad interruzione lunga)	Alimentazione automatica disponibile in più di 15 s

**NOTA 1**

Generalmente non è necessario prevedere una alimentazione senza interruzione per apparecchi elettromedicali. Certi apparecchi comandati da microprocessori tuttavia possono richiedere tale alimentazione.

**NOTA 2**

Si raccomanda che l'alimentazione di sicurezza prevista per locali richiedenti classificazioni differenti siano della classe che da la più elevata garanzia di alimentazione.

trasmette l'energia elettrica fino all'apparecchio utilizzatore o a una determinata parte dell'impianto. Poiché spesso viene fatta confusione tra alimentazione di sicurezza e alimentazione di riserva, è bene precisare che per alimentazione dei servizi di sicurezza si intende un sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori o di parti di impianto necessarie per la sicurezza delle persone, mentre per alimentazione di riserva si intende un sistema elettrico atto a garantire l'alimentazione di apparecchi utilizzatori o di parti dell'impianto elettrico per motivi diversi dalla sicurezza delle persone. Poiché le finalità delle due alimentazioni sono ben distinte, deve essere ben chiara la differenza e l'attenzione da prestare alla progettazione dell'una o dell'altra. Nelle strutture ospedaliere ed in genere in quelle contenenti locali adibiti ad uso medico, occorre impiegare un impianto destinato all'alimentazione di sicurezza per i carichi necessari per la sicurezza delle persone e un impianto destinato all'alimentazione di riserva, per i carichi destinati alla salvaguardia dei beni, cose o servizi e per la continuazione dell'attività. Le caratteristiche di tali alimentazioni devono essere stabilite dal progettista, in accordo con la committenza, tenendo conto delle effettive esigenze della struttura sanitaria da servire. Resta inteso che l'alimentazione deve avere delle caratteristiche di ridondanza, intesa come presenza di più di un mezzo per svolgere la funzione preposta, essendo richiesta una disponibilità dell'alimentazione maggiore che per i carichi ordinari. I carichi che necessitano di un'alimentazione priva di interruzioni e di disturbi sono denominati "carichi privilegiati". In ambito ospedaliero sono tali le apparecchiature elettromedicali di supporto vitale per il paziente come ad esempio, i ventilatori automatici, i cardiomonitor, le macchine cuore-polmone, ecc. In caso di interruzione o disturbo della rete di alimentazione pubblica, che porterebbero ad un disservizio a volte anche letale per il paziente, i carichi privilegiati devono

essere alimentati con una fonte di energia di riserva fornita da gruppi statici di continuità, denominati UPS (Uninterruptible Power Supply). Gli UPS, oltre a fornire la continuità dell'alimentazione, garantiscono il fattore di forma dell'onda sinusoidale (rapporto tra il valore efficace della tensione e il valore medio del semiperiodo della tensione alternata, che deve corrispondere a 1,11) e una buona qualità di alimentazione. Gli UPS commutano in modo automatico l'alimentazione di rete perturbata con l'alimentazione autonoma, senza che i carichi privilegiati risentano di tale commutazione.

## La sicurezza in ospedale

Gli ospedali e le strutture sanitarie devono quindi dotarsi di sistemi efficienti e tecnologicamente avanzati per far fronte a tre aspetti fondamentali e imprescindibili: disponibilità, continuità operativa e disaster recovery. La disponibilità dei servizi deve ovviamente essere la più elevata possibile, mentre la continuità operativa è la capacità di un'organizzazione di pianificare e rispondere a incidenti e a distruzioni, e di continuare a operare con livelli accettabili e prestabiliti. Il disaster recovery è il principale sistema adattabile per garantire la continuità operativa, ed è un insieme di risorse e procedure in grado di ripristinare i servizi dopo un evento negativo, minimizzando la perdita dei dati. Anche se i tre termini esprimono concetti diversi, sono strettamente correlati tra loro e implicano un sistema sempre attivo e operativo. La maggior parte degli ospedali e delle cliniche implementano generatori e gruppi di continuità (UPS) per proteggersi dai disastri e dai black-out. In generale, non esiste un singolo prodotto o una singola procedura in grado di proteggere un'intera struttura. Esistono invece vari livelli di protezione, sistemi ridondanti per le aree più critiche degli ospedali e svariate procedure, standard e regole da seguire. Tenendo conto che le strutture sanitarie sono caratterizzate da una tolleranza eccezionalmente bassa alle interruzioni di energia come ad esempio lievi oscillazioni di tensione, esse possono impattare sui rigidi requisiti di tensione delle apparecchiature per risonanza magnetica e tomografia computerizzata, danneggiandole. Eventi più gravi possono ripercuotersi sulle apparecchiature che mantengono in vita i pazienti e sugli impianti ausiliari critici, ad esempio gli impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento (HVAC), ma anche sulle telecomunicazioni, sulla gestione delle cartelle cliniche e sulla sicurezza.

## Tipi di sistemi UPS e principi di funzionamento

Nella scelta di un UPS, alcuni fattori da prendere in considerazione sono evidenti e di facile comprensione come ad esempio l'autonomia della batteria, il costo, le dimensioni, il costruttore, il numero di uscite, la gestibilità, ecc. Vi sono anche fattori meno visibili e non così semplici da capire ed interpretare come il design interno o topologia, che influisce sul modo in cui l'UPS funzionerà nei diversi ambienti. La scelta della topologia

**TAB. 2 - LE DIVERSE CONFIGURAZIONI DEGLI UPS**

Standby	La più semplice e comune, destinata alla continuità elettrica e di altri apparecchi con bassi assorbimenti (fino a 0,5 kVA)
Line Interactive	Di norma utilizzati in piccole aziende e per i server, anche per la correzione delle condizioni della tensione di linea bassa o elevata, con potenze generalmente comprese tra 0,5 e 5 kVA
Standby-ferro	Un tempo molto diffusi nell'intervallo di potenza fra 3 e 15 kVA per l'elevata affidabilità e l'eccellente correzione, ma caratterizzati da una bassa efficienza e dall'instabilità
Online a doppia conversione	La tipologia oggi più diffusa per potenze superiori da 5 a 5.000 kVA, in grado di offrire prestazioni elettriche quasi ideali in uscita
Online a conversione delta	Idonei per il medesimo range di potenza ma più efficienti rispetto a quelli a doppia conversione

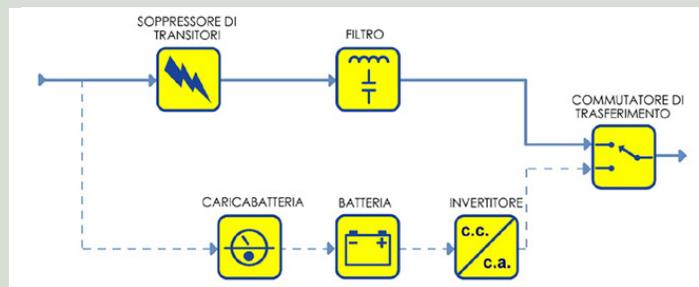
**TAB. 3 - CARATTERISTICHE DEGLI UPS**

	Intervallo di potenza "pratica" (kVA)	Condizionamento della tensione	Costo per VA	Efficienza	Invertitore sempre attivo
Standby	0-0,5	Basso	Basso	Altissima	No
Line Interactive (Interagenti con la rete)	0,5-5	Dipendente dal progetto	Medio	Altissima	Dipendente dal progetto
Standby-ferro	3-15	Alto	Alto	Bassa - Media	No
On-line a doppia conversione	5-5.000	Alto	Medio	Bassissima - Medio	Sì
On-line a conversione a delta	5-5.000	Alto	Medio	Alto	Sì

giusta può essere complicata da affermazioni secondo cui, certe topologie sono superiori e assolutamente necessarie per applicazioni mission-critical. Prima di prendere una decisione qualsiasi sulla tipologia dell'UPS, è importante capire quali sono i requisiti dell'apparecchiatura da proteggere e l'ambiente in cui l'UPS verrà installato. Gli UPS si suddividono in diverse configurazioni, come riportato nella tabella 2 mentre la tabella 3 mostra alcune caratteristiche dei vari tipi di UPS. In ambito ospedaliero, i carichi privilegiati sono alimentati in condizioni ordinarie attraverso UPS on-line a doppia conversione o on-line a conversione delta, poiché il principale parametro da considerare è il tempo di risposta che, nelle applicazioni critiche, dev'essere nullo. Per completezza, vengono descritte di seguito le varie configurazioni di UPS disponibili sul mercato.

## UPS in configurazione standby

Nello schema a blocchi della figura 1, il commutatore di trasferimento viene impostato in modo da utilizzare l'ingresso CA filtrato come sorgente di alimentazione primaria (percorso a linea continua), con commutazione sul sottosistema batteria/invertitore (che funge da alimentazione di emergenza) nel caso che la sorgente di alimentazione primaria venga meno. Quando ciò accade, il commutatore di trasferimento deve

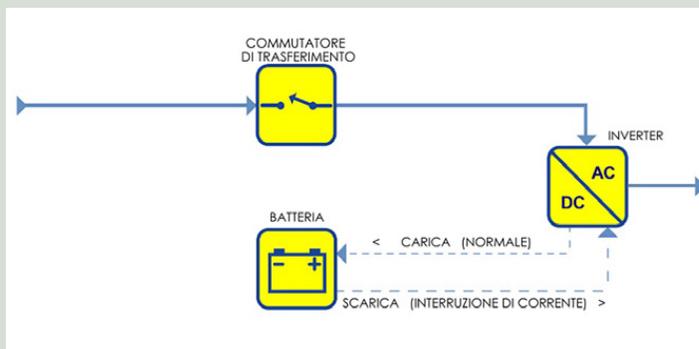


**Fig. 1 - UPS in configurazione standby**

intervenire commutando il carico sull'alimentazione di emergenza fornita dal sottosistema batteria/invertitore (percorso tratteggiato). L'invertitore entra in funzione solo in caso di caduta di alimentazione da rete.

## UPS Line Interactive

Nello schema a blocchi di figura 2, il convertitore da batteria ad alimentazione CA (invertitore) è sempre collegato all'uscita dell'UPS. Il funzionamento dell'invertitore in senso inverso, nei periodi in cui l'alimentazione CA in ingresso è normale, consente di ricaricare la batteria. Quando l'alimentazione viene meno, il commutatore di trasferimento si apre e l'energia elettrica viene trasferita dalla batteria all'uscita dell'UPS. Con l'invertitore sempre attivo e collegato all'uscita, questo tipo di sistema assicura un filtro ulteriore e transistori di commutazione più brevi rispetto alla topologia dell'UPS in configurazione standby. Di solito questo sistema comprende un cambiamento a prese intermedie che consente di cambiare la tensione, agendo sulle prese del trasformatore, al variare della tensione d'ingresso. La regolazione della tensione è una caratteristica importante in presenza di condizioni di bassa tensione. Senza la regolazione della tensione, l'UPS trasferendo energia alla batteria finirebbe per disalimentare il carico. Questo utilizzo più frequente della batteria può provocarne una messa fuori uso precoce. Tuttavia, è anche possibile progettare l'invertitore in modo che nonostante il suo guasto, sia ancora possibile il trasferimento di energia elettrica dall'ingresso CA all'uscita, eliminando in tal modo la possibilità di un punto di guasto singolo e assicurando in modo efficace due percorsi indipendenti di trasferimento di energia.



**Fig. 2 - UPS Line Interactive**

## UPS standby-ferro

Tale sistema dipende per il suo funzionamento da uno speciale trasformatore a saturazione, dotato di tre avvolgimenti (collegamenti all'alimentazione). Il percorso principale dell'energia è quello che partendo dall'ingresso CA, prosegue attraverso un commutatore di trasferimento e continua attraverso il trasformatore fino all'uscita. In caso di black-out, il commutatore di trasferimento si apre e l'invertitore alimenta il carico in uscita. In questo sistema, l'invertitore è in modalità standby e viene attivato quando manca l'alimentazione in ingresso e il commutatore di trasferimento si apre. Il trasformatore di tipo ferrisonante, fornisce una certa regolazione di tensione e una certa correzione della forma d'onda in uscita. La figura 3 illustra la topologia dei sistemi UPS standby-ferro.

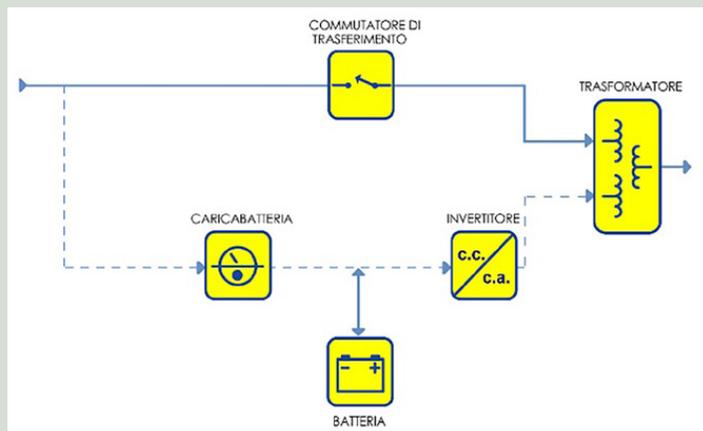


Fig. 3 - UPS standby-ferro

## UPS on-line a doppia conversione

Nello schema di figura 4 il venir meno dell'alimentazione CA in ingresso non provoca l'attivazione del commutatore di trasferimento, perché la CA in ingresso carica l'alimentatore della batteria di emergenza che fornisce energia all'invertitore in uscita. Pertanto, durante un black-out il funzionamento on-line non dà luogo ad alcun tempo di trasferimento. Sia il caricabatteria che l'invertitore convertono l'intero flusso di energia del carico, per cui si ha una minore efficienza e di conseguenza, la generazione di una quantità maggiore di calore. L'UPS fornisce prestazioni elettriche in uscita quasi ideali.

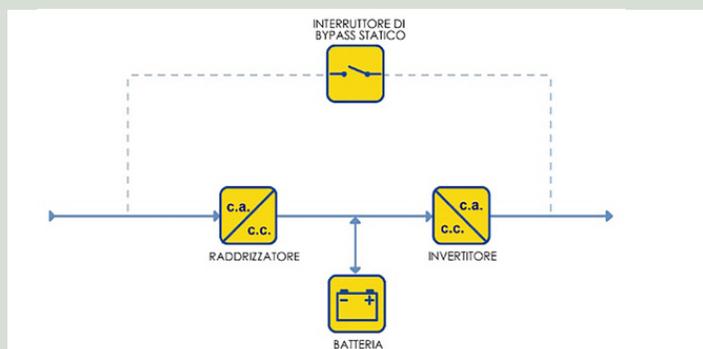


Fig. 4 - UPS on-line a doppia conversione

## UPS on-line a conversione delta

Questo tipo di UPS illustrato in figura 5 elimina gli inconvenienti dei sistemi on-line a doppia conversione. Anche in questo sistema, l'invertitore fornisce sempre la tensione di carico. Tuttavia, il convertitore delta aggiuntivo contribuisce a fornire energia all'uscita dell'invertitore. In presenza di anomalie o disturbi dell'alimentazione CA, questi sistemi manifestano un comportamento identico a quelli dei sistemi on-line a doppia conversione. La tecnologia della conversione a delta permette di risparmiare energia, perché il pacco viene trasportato solo su un dislivello (delta) tra il punto di arrivo e il punto di consegna. Mentre il sistema on-line con doppia conversione converte l'energia cedendola alla batteria e poi la riconverte, con la conversione a delta le componenti

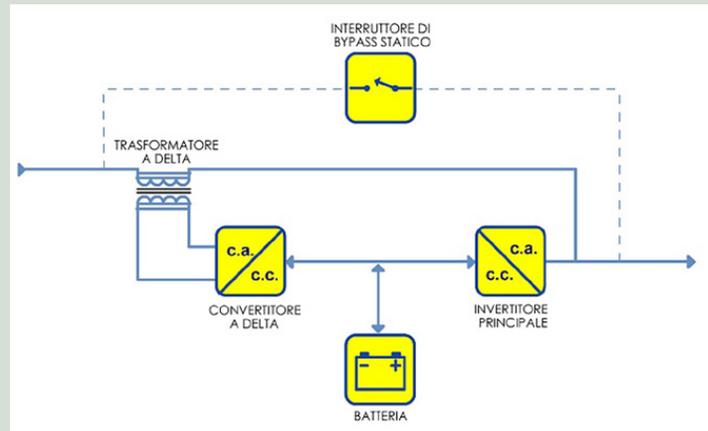


Fig. 5 - UPS on-line a conversione delta

dell'alimentazione vengono trasferite direttamente dall'ingresso all'uscita. Il convertitore a delta assolve a due funzioni: la prima consente di controllare le caratteristiche dell'alimentazione in ingresso, prelevando energia in modo sinusoidale, riducendo al minimo le armoniche riflesse sulla rete, assicurando la massima compatibilità tra la rete ed il generatore, riducendo il riscaldamento e l'usura nel sistema di distribuzione dell'energia; la seconda, consente di controllare la corrente in ingresso, allo scopo di controllare la carica del gruppo batteria. Pur avendo i due sistemi le stesse caratteristiche di uscita, le caratteristiche di ingresso sono spesso differenti. I sistemi a delta assicurano un ingresso con controllo dinamico e correzione del fattore di potenza, senza l'uso inefficiente di bancate di filtri associato alle soluzioni tradizionali. Il vantaggio più importante è quello della riduzione significativa delle perdite di energia. Inoltre, il controllo dell'alimentazione in ingresso rende l'UPS compatibile con tutti i generatori e necessario il cablaggio e il sovradimensionamento dei generatori.

Nelle condizioni di stato stazionario, il convertitore a delta consente all'UPS di erogare potenza al carico con un'efficienza molto maggiore rispetto ai sistemi a doppia conversione.

## Altra classificazione delle tecnologie UPS

Le tecnologie UPS vengono anche classificate in base a:

- grado di indipendenza della tensione di uscita dalla tensione di entrata;
- forma d'onda prodotta, sia in "modo normale" che in "modo batterie" (quando manca la tensione d'ingresso);
- grado di protezione dai disturbi.

## Caratteristica che dipende dall'ingresso

Per quanto riguarda il grado di indipendenza della tensione di uscita dalla tensione di ingresso si considerano tre sigle:

- VFI (Vollaggio e frequenza indipendenti): l'UPS genera sempre una nuova alimentazione di uscita, perfetta e indipendente da quella di ingresso, sia in tensione che in frequenza. Corrisponde alla definizione "doppia conversione";
- VI (Vollaggio indipendente): la tensione di uscita non è indipendente da quella di ingresso (quando c'è, in modo normale) ma è presente una stabilizzazione che ne riduce le variazioni: Corrisponde ad un UPS line interactive, con funzione AVR;
- VFD (Vollaggio e frequenza dipendenti): la tensione di uscita è la stessa di ingresso (quando si presenta in modo normale). Non c'è nessuna correzione, come stabilizzatori, filtri o limitatori di sovratensioni (variatori). Corrisponde ad un UPS off line.

## Caratteristiche della forma d'onda della tensione

Per quanto riguarda la forma d'onda prodotta, si considerano tre lettere:

- S: forma d'onda della tensione sinusoidale, distorsione  $\leq 8\%$  (IEC 61000-2) con carico sia lineare che non lineare;
- X: forma d'onda della tensione sinusoidale/non sinusoidale, distorsione entro i limiti della IEC 61000-2;
- Y: forma d'onda della tensione non sinusoidale, distorsione fuori i limiti della IEC 61000-2.

Si utilizzano due lettere, per indicare la forma d'onda in modo normale (rete presente) e in "modo batteria" (black-out, UPS che usa le batterie). Si potranno avere quindi ad esempio, sigle come: SS (sinusoidale sia in "modo normale", che in "modo batteria") per un UPS a doppia conversione. Si ha SX o SY, per un UPS line interactive che in "modo normale" usa la corrente di rete, che è sinusoidale, ma che in "modo batteria" produce un'onda quadra, più o meno pulita.

## Prestazione dinamica dell'uscita

Per quanto riguarda il grado di protezione dai disturbi, si considerano tre numeri:

- 1 – Altissima protezione: variazione della tensione d'uscita inferiore al 30% del valore nominale per disturbi inferiori a 4ms, progressivamente migliore al crescere della durata del disturbo, fino al 10% in caso di disturbi inferiori a 1 s;
- 2 – Media protezione: nessuna protezione per disturbi inferiori

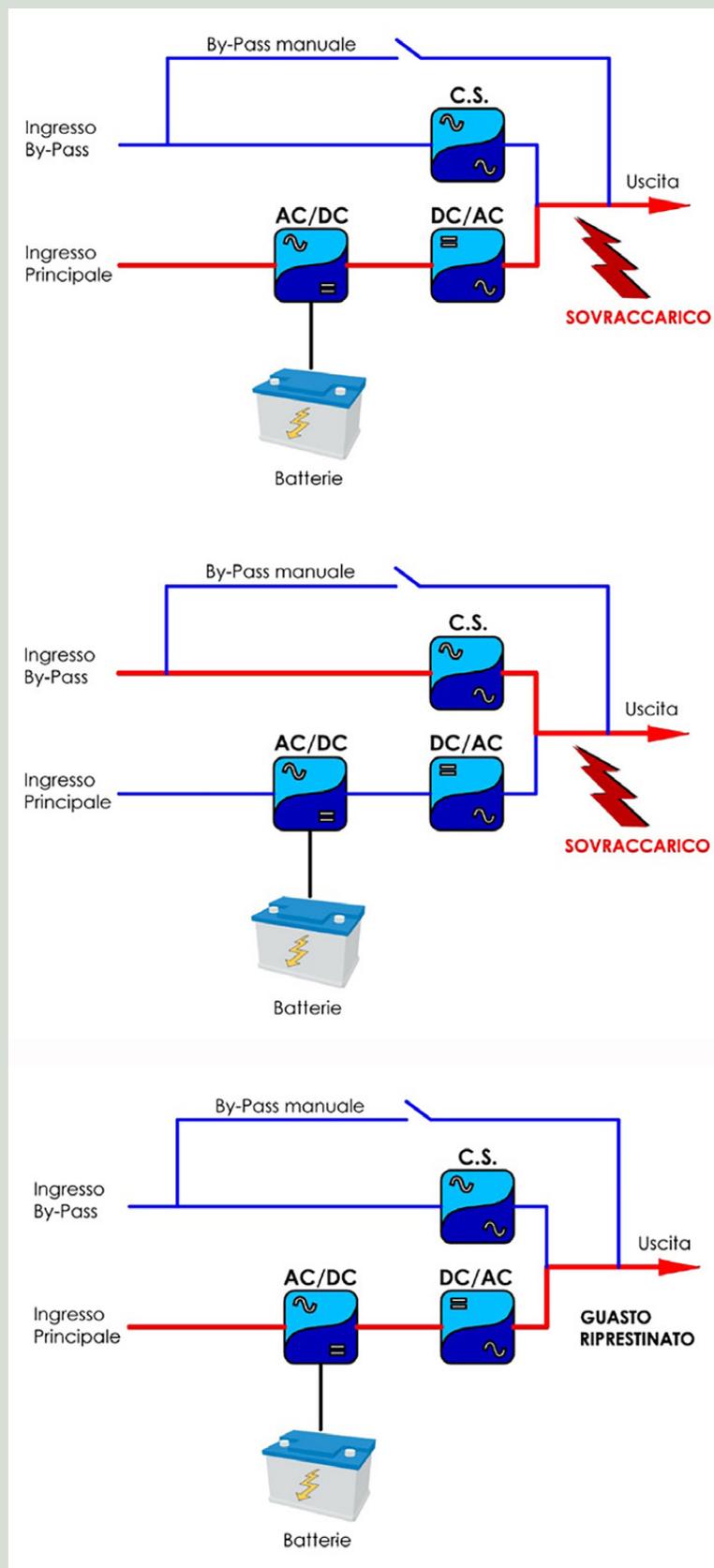


Fig. 6 - Scenario tipico di un UPS in caso di sovraccarico al momento dello stesso. Se la linea di riserva dell'UPS è idonea, il controllo dell'UPS fa commutare sulla linea di by-pass (riserva) con valori di sovraccarico fino al 100% in modo da far risultare l'UPS più possibile "trasparente" al sovraccarico. Una volta risolto il guasto, l'UPS ricommuta in automatico sulla linea dell'inverter

a 1 ms. Variazione inferiore al 35% del valore nominale per disturbi impulsivi inferiori a 4ms. Variazione inferiore al 100% del valore nominale della tensione di uscita, progressivamente migliore al crescere della durata del disturbo, fino al 10% in caso di disturbi inferiori a 1 s;

3 – Bassa protezione: nessuna protezione per disturbi inferiori a 10 ms. Variazione della tensione d'uscita inferiore al 35% del valore nominale della tensione di uscita per disturbi impulsivi inferiori a 4 ms. Variazione inferiore al 100% del valore nominale della tensione di uscita, progressivamente migliore al crescere della durata del disturbo, fino al 10% in caso di disturbi inferiori a 1 s. Si utilizzano tre cifre, a seconda che il grado di protezione si riferisca alle diverse modalità di cambio del modo di operativo: normale-bypass, normale-batteria con carico lineare, normale-batteria con carico non lineare. Il sistema risulta essere un po' complicato. Si riporta una tabella chiarificatrice (tabella 4) con alcuni esempi. Tipologia di UPS maggiormente utilizzata in ambito ospedaliero

**TAB.4 - ESEMPI DI GRADI DI PROTEZIONE DAI DISTURBI**

<b>VFI</b>	<b>SS</b>	<b>111</b>	È un doppia conversione/onda sinusoidale, sia in "modo normale" che in "modo batteria". Protezione assoluta. Qualità superiore
<b>VI</b>	<b>SS</b>	<b>122</b>	È un line interactive/onda sinusoidale/»buco di tensione" < 1 ms
<b>VI</b>	<b>SY</b>	<b>133</b>	È un line interactive/onda quadra (pseudo sinusoidale)/ "buco di tensione" < 10 ms
<b>VFI</b>	<b>SY</b>	<b>333</b>	Sconsigliato

**TAB.5 - CONFRONTO FRA LE TIPOLOGIE LINE-INTERACTIVE E ON-LINE A DOPPIA CONVERSIONE**

TIPOLOGIA	Affidabilità	Costo totale di possesso	Ingresso	Uscita	Dimensioni/peso
Line-interactive	+ Numero minore di componenti Temperatura di funzionamento più bassa	+ Costo iniziale minore (numero minore di componenti) Costi di gestione inferiori (meno energia elettrica)	- Senza PFC (Power Factor Correction) Distorsioni molto marcate della tensione possono richiedere un utilizzo frequente della batteria	+ / - La frequenza di uscita varia in un intervallo regolabile	- Normalmente più grande/pesante
On-line a doppia conversione	- Numerosi componenti Temperatura di funzionamento più elevata	- Costo iniziale superiore (numero maggiore di componenti) Costi di gestione superiori (energia elettrica e raffreddamento)	+ Con PFC Accetta una distorsione estrema della tensione senza passare alla batteria	+ Uscita fissata a una frequenza regolabile	+ Normalmente più piccolo/leggero soprattutto a livelli di potenza più elevati

La più utilizzata e completa, soprattutto per le strutture sanitarie è quella a doppia conversione, ovvero tensione e frequenza in uscita, indipendenti dalla tensione e dalla frequenza in ingresso, perché presenta le maggiori prestazioni di sicurezza dell'alimentazione e garantisce un'eccellente qualità dell'energia fornita.

Il carico è alimentato a ciclo continuo tramite la conversione AC/DC e successivamente la conversione DC/AC. Quando l'alimentazione AC d'ingresso non rientra nelle tolleranze preimpostate dell'UPS, questo entra nel modo di funzionamento da batteria, nel quale la combinazione batteria/inverter continua a supportare il carico fino all'esaurimento dell'energia immagazzinata (autonomia) o fino al rientro

dell'alimentazione d'ingresso entro le tolleranze ammesse dall'UPS (figura 6).

L'UPS a doppia conversione comprende generalmente: un convertitore da c.a. a c.c.; un raddrizzatore ed un convertitore da c.c. a c.a.; un invertitore. Nel modo di funzionamento normale, il carico è alimentato continuamente dalla combinazione raddrizzatore/invertitore. Il collegamento in c.c. può essere effettuato direttamente alla sorgente di energia immagazzinata oppure attraverso un convertitore da c.c. a c.c., un interruttore o un semiconduttore.

La ricarica della sorgente di energia immagazzinata può essere fornita dal raddrizzatore o da altri mezzi, per esempio un caricabatterie dedicato.

Quando l'alimentatore in ingresso in c.a. è al di fuori della tolleranza prefissata, l'UPS entra nella modalità di funzionamento da batteria, dove la combinazione batteria/invertitore continua ad alimentare il carico per la durata dell'autonomia, o finché l'alimentazione in c.a. in ingresso ritorna nelle tolleranze previste per l'UPS, quella delle due condizioni che si verifica prima. Da notare che la topologia a doppia conversione viene spesso indicata come "UPS on-line" intendendo significare che il carico è sempre alimentato dall'invertitore, indipendentemente dalle condizioni dell'alimentazione in c.a. in ingresso.

L'UPS a doppia conversione è un esempio di UPS che fornisce prestazioni di classe VFI. Alcuni aspetti devono però essere tenuti sotto controllo:

- l'UPS on-line a doppia conversione contiene più componenti che funzionano in modo interrotto a temperature più alte per cui hanno una vita utile inferiore;
- l'UPS consuma più corrente elettrica perché esegue costantemente la conversione e la riconversione all'uscita, in presenza di alimentazione c.a.;
- l'UPS produce più calore che si propaga all'ambiente. Questo calore deve essere completamente eliminato perché produce una ridotta durata della vita di altri sistemi presenti danneggiando anche le batterie dello stesso UPS.

Il riassunto comparativo dei principali vantaggi e svantaggi della tipologia di UPS line-interactive e di quella on-line a doppia conversione, viene riportato nella tabella 5.