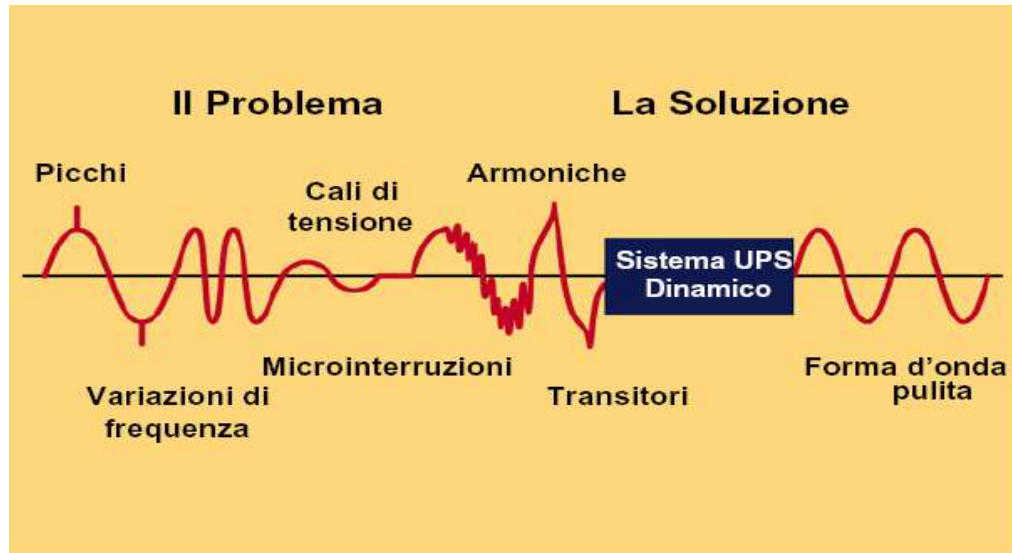


D-UPS: FILOSOFIA OPERATIVA

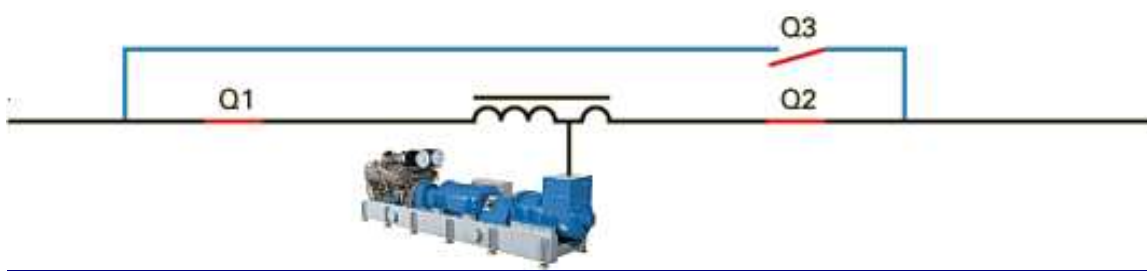
nota tecnica n° 1



CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Componenti principali di un D-UPS in BT:

- PGM modulo di potenza;
- UCP quadro di controllo, che incorpora fra l'altro il controllore di frequenza;
- ACP quadro alimentazione ausiliari;
- MPB quadro di potenza, contenente gli interruttori di protezione e funzione Q1, Q2 e Q3;
- URP quadro carico induttivo.



I D-UPS sono progettati per garantire un'alimentazione di energia elettrica di alta qualità e senza interruzioni, indipendentemente dai disturbi di rete, caratteristiche essenziali per il funzionamento delle utenze critiche. I sistemi D-UPS Hitec hanno rendimenti particolarmente elevati (fino al 96%).

L'induttanza (URP), combinata con la macchina sincrona, funziona come filtro e permette quindi di :

- filtrare le armoniche (oltre il 95%) in entrambe le direzioni
- mantenere costante (+/- 1%) la tensione di uscita. L'impedenza separa la tensione di rete da quella del carico
- permette stabilizzarla, indipendentemente dalle variazioni di quella di alimentazione;
- rifasare il carico fino a valori di $\cos \varphi = 0,98-0,99$. Questo risultato si ottiene sovrecitando la macchina sincrona, che produce quindi tutta la potenza reattiva richiesta dal carico;
- eliminare le microinterruzioni (fino a 10 msec);
- proteggere il carico dai picchi e dai buchi di tensione della rete.

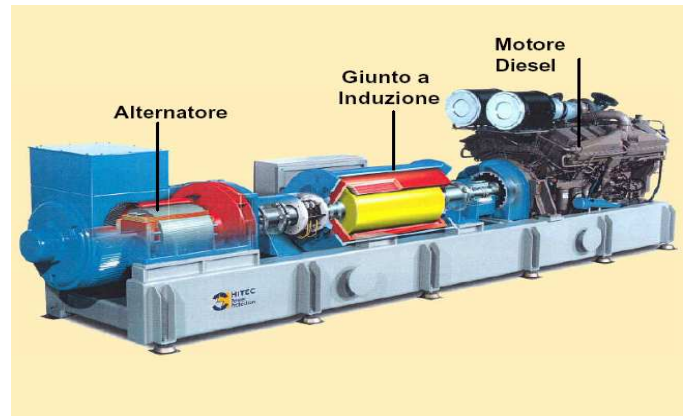


I D-UPS sono dimensionati per sostenere correnti di corto circuito molto elevate durante i primi istanti dopo il guasto, per permettere alle protezioni immediatamente a monte del corto circuito di intervenire prima che il sistema si autoprotetta.

L'andamento delle correnti di cc in funzionamento normale e in funzionamento diesel sono simili, per cui si può utilizzare un unico criterio di selettività delle protezioni a valle del sistema

La parte fondamentale del sistema D-UPS è il modulo di potenza (PGM), che comprende:

- motore diesel
- innesto a ruota libera
- giunto a induzione (unità cinetica)
- macchina elettrica sincrona
- basamento comune



Il **motore diesel**, che è dotato di un sistema di preriscaldamento e di prelubrificazione, parte senza carico per cui raggiunge la velocità nominale con una rampa molto ripida (< 2 sec).

Motore diesel e **giunto a induzione** sono accoppiati attraverso un **innesto a ruota libera** (cuscinetto unidirezionale), che permette alla macchina elettrica e al giunto a induzione di ruotare quando il motore diesel è fermo (funzionamento normale).

Quando la velocità di rotazione del motore diesel raggiunge quella della macchina elettrica, l'innesto a ruota libera collega meccanicamente e in maniera automatica l'albero del motore diesel con quello del giunto a induzione. L'innesto a ruota libera è estremamente affidabile e non trasmette strappi al motore diesel.

Il **giunto a induzione**, di progettazione e costruzione Hitec Power Protection, ha la funzione di immagazzinare energia cinetica ed è composto da due elementi rotanti: il rotore interno e il rotore esterno.

Il **rotore interno** (in metallo ferromagnetico) di considerevole momento d'inerzia è sostenuto da due cuscinetti e ruota liberamente rispetto al rotore esterno. È il componente che immagazzina l'energia cinetica.

Il **rotore esterno** è accoppiato da una parte direttamente al generatore e dall'altra al motore diesel tramite l'innesto a ruota libera ed è munito di due avvolgimenti elettrici:

- il primo avvolgimento in corrente alternata (trifase 2 poli) è alimentato dalla tensione di rete e ha la funzione di portare in velocità il rotore interno, come in un normale motore asincrono;
- il secondo avvolgimento in corrente continua è alimentato dalla tensione di uscita del D-UPS, opportunamente raddrizzata, e ha la funzione di decelerare il rotore interno (freno elettrico) durante il transitorio successivo alla caduta di rete. L'opportuna gestione dell'intensità di corrente (tramite l'UCP) controlla il rilascio dell'energia cinetica.

La **macchina sincrona** nel funzionamento normale si comporta come motore e trascina il rotore esterno del giunto a induzione, a cui è collegata meccanicamente. Nel funzionamento in emergenza invece funziona come generatore ed è trascinato dal motore diesel, attraverso il giunto a induzione a cui è collegata meccanicamente.

Il controllo della rete è effettuato tramite il **controllore di frequenza** del D-UPS, che rileva sia la tensione che la frequenza. Oltre alle differenze di frequenza vengono rilevati anche i salti di fase di 6 o più gradi.



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Le **fasi di funzionamento** sono sostanzialmente le seguenti

- funzionamento normale (presenza rete);
- transitorio al momento della caduta rete;
- funzionamento continuo con motore diesel in mancanza di rete.

Funzionamento normale (in presenza di rete)

L'induttanza e il generatore contribuiscono a rendere pulita e stabilizzata la tensione di alimentazione del carico per impedire, fra l'altro, che i disturbi raggiungano l'utenza.

La macchina sincrona funziona da motore e trascina il rotore esterno del giunto a induzione a 1500 giri/min.

Alimentando con tensione trifase l'avvolgimento due poli del rotore esterno del giunto a induzione, si crea un campo magnetico rotante (3.000 g/min rispetto alla carcassa) che trascina il rotore interno fino a una velocità relativa 3.000 giri/min (a meno dello scorrimento) e assoluta di quasi 4.500 giri/min. Si immagazzina quindi nel rotore interno del giunto energia cinetica restituibile durante il transitorio di caduta rete

L'innesto a ruota libera separa il rotore esterno del giunto a induzione dal motore diesel, che, durante il funzionamento normale, è fermo in stand-by (preriscaldato e prelubrificato).

Nel funzionamento normale (alimentazione da rete) lo stato degli interruttori è il seguente:

- Q1 chiuso
- Q2 chiuso
- Q3 aperto (interruttore di by pass)

Funzionamento in emergenza con motore diesel

In caso di caduta rete o di parametri elettrici fuori tolleranza il controllore PLC invia i seguenti comandi:

- apertura dell'interruttore Q1. L'avvolgimento in corrente alternata del giunto a induzione viene disalimentato;
- alimentazione dell'avvolgimento in corrente continua del giunto a induzione;
- avviamento del motore diesel, che raggiunge la velocità nominale (1.500 g/min) in meno di 2 sec.

La corrente continua che circola nell'avvolgimento del rotore esterno genera un campo magnetico fisso rispetto alla carcassa che, a sua volta, ruota a 1.500 g/min creando una coppia frenante sul rotore interno. A questa coppia ne corrisponde una uguale e contraria che, agendo sul rotore esterno, lo mantiene in rotazione. Durante questa fase il rotore interno decelera perdendo energia, che viene trasferita sul rotore esterno. In altre parole viene messa in atto una vera e propria frenatura controllata del volano (rotore interno) rispetto alla carcassa (rotore esterno), sfruttando le correnti di Foucault indotte nel volano stesso dal campo magnetico generato dalla carcassa e dalla differenza di velocità relativa tra i due elementi.

Il trasferimento di energia al rotore esterno mantiene quindi il generatore sincrono (che è collegato meccanicamente al rotore esterno del giunto) in rotazione a 1500 giri/min. Modulando con tiristori la corrente continua durante il transitorio, viene mantenuta costante la velocità del generatore e quindi la frequenza, con una tolleranza $\pm 1\%$ per macchine < 1600 kVA e $\pm 1,5\%$ per macchine > 1600 kVA

Nel momento in cui la velocità del diesel raggiunge quella del rotore esterno del giunto a induzione, l'innesto a ruota libera collega meccanicamente l'albero del diesel con quello del rotore esterno del giunto e della macchina sincrona. Il motore diesel prende progressivamente il carico, sostituendosi al rotore interno.

Durante la fase di avviamento del motore diesel l'unica fonte di energia è quella fornita dal giunto a induzione.

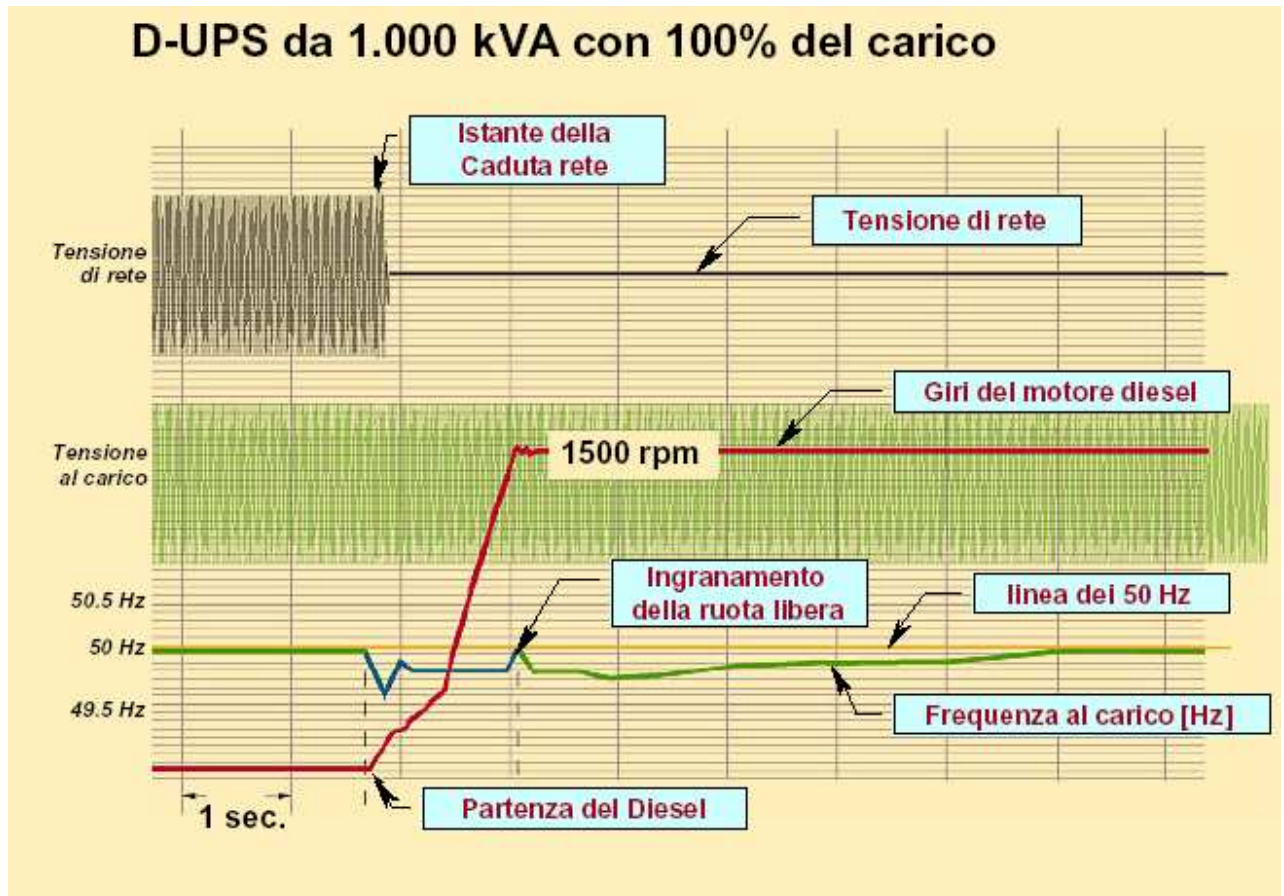
Il diesel, dopo aver raggiunto la velocità nominale (1500 g/min), comincia a prendere progressivamente il carico fino a diventare l'unica fonte.

Durante i primi 4-5 sec ci sono quindi 2 sorgenti di energia per alimentare il carico, opportunamente modulate dal controllore PLC per mantenere la frequenza entro i parametri di funzionamento.



Quando il diesel ha preso carico al 100%, viene interrotta l'alimentazione dell'avvolgimento in corrente continua e viene nuovamente alimentato quello in corrente alternata del rotore esterno in modo da riportare il rotore interno a 3000 giri/min (4.500 g/min assoluti).

Dalla registrazione in sala prove Hitec della presa di carico al 100% di un D-UPS, si possono vedere sintetizzati tutti i principali parametri del sistema.



Ritorno al funzionamento normale

Quando i parametri di rete ritornano entro valori normali, la sequenza delle operazioni è la seguente:

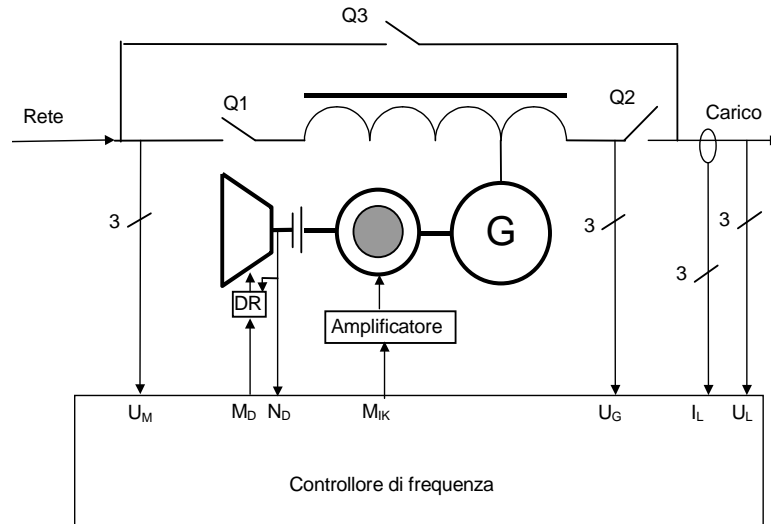
- sincronizzazione del sistema con la rete;
- chiusura dell'interruttore Q1. Il D-UPS fornisce tutta la potenza al carico. Il trasferimento avviene gradualmente (circa 5 sec) facendo decrescere progressivamente la coppia del motore diesel;
- diminuzione della velocità del diesel di 50 g/min per permettere il disinnesto dell'innesto a ruota libera;
- il motore diesel gira a vuoto, per alcuni minuti (circa 3 min), per favorirne il raffreddamento, prima di arrestarsi e riposizionarsi in funzione stand-by, pronto per una nuova emergenza;
- la macchina sincrona ricomincia a funzionare come motore e trascina di nuovo il rotore esterno del giunto a induzione. Il rotore interno viene riportato alla sua velocità nominale alimentando nuovamente l'avvolgimento in corrente alternata del rotore esterno del giunto a induzione.

By pass

Il sistema, nel caso di guasti, si auto esclude ricollegando il carico alla rete mediante la chiusura dell'interruttore Q3 di by pass e l'apertura di Q1 e Q2, senza provocare buchi di tensione



SCHEMA UNIFILARE SEMPLIFICATO DI UN D-UPS



- | | | | |
|----------------|--|-----------------|---|
| Q1 | : Interruttore di ingresso | M _{IK} | : Segnale di controllo del giunto a induzione |
| Q2 | : Interruttore di uscita | U _G | : Misura della tensione in uscita |
| Q3 | : Interruttore di by-pass | I _L | : Misura della corrente in uscita |
| U _M | : Misura dell'alimentazione di rete | U _L | : Misura della tensione in uscita |
| M _D | : Segnale di controllo del motore Diesel | | |
| N _D | : Velocità del motore Diesel | | |

HITEC POWER PROTECTION: UNA VASTA GAMMA DI PRODOTTI E SERVIZI

D-UPS in BT e in MT per installazione indoor o in container (silenzioso e supersilenzioso)

- gruppi singoli
- gruppi in parallelo in BT
- gruppi in parallelo in MT fino a oltre 30.000 kVA

Gamma di servizi

- impianti chiavi in mano
- consulenza relativa alla progettazione dell'impianto e alla qualità dell'energia;
- un efficace servizio di assistenza post vendita (preventiva e riparativa);
- un servizio Help Desk di stabilimento disponibile 24/24h per 365 giorni all'anno.
- contratti di manutenzione preventiva programmata personalizzati, in base alle esigenze del cliente



SPECIFICA TECNICA DEL SISTEMA

- **tensione nominale:** 380/400/415 V, trifase, neutro a terra
- **frequenza nominale:** 50 Hz
- **potenza nominale:** con fattore di carico = 0,8 in ritardo

- **stabilità della tensione.**
 - variazione accettabile della tensione di rete: 380/400/415 V ± 10%
 - uscita in condizioni
 - stazionarie: 380/400/415 V ± 1%
 - transitorie (caduta rete): 380/400/415 V ± 5%
 - transitorie (corto circuito in ingresso)
 - potenza NB < 1600 kVA 380/400/415 V ± 10%
 - potenza NB > 1600 kVA 380/400/415 V ± 15...20%
 - durata del transitorio: < 1 sec.

- **stabilità della frequenza.**
 - in funzionamento normale: pari alla frequenza di rete
 - in funzionamento di emergenza:
 - in condizioni stazionarie 50 Hz ± 0.5%
 - in condizioni transitorie
 - potenza NB < 1600kVA 50 Hz ± 1%
 - potenza NB > 1600 kVA 50 Hz ± 1,5%

- **simmetria del sistema delle tensioni.**

massima variazione della tensione di fase e dell'angolo di fase:
 2% relativo al sistema simmetrico, a condizione che l'asimmetria risponda alla condizione:
 $(I_{max} - I_{min}) / I_{nom_minore}$ del 20% della I_{nom} e massima corrente non maggiore di I_{nom}

- **forma dell'onda con carico lineare.**
 - massima distorsione armonica totale: 3.5%
 - massima distorsione armonica per singola armonica: 3%
 - riduzione delle armoniche maggiori di rete: 95%
 - livello di radio interferenze (EN 55.011): Classe A

- **standards del motore diesel**
 - caratteristiche del combustibile diesel: Grado N°2 D per ASTM D975
 - potenza del motore (stand by power) DIN/ISO 3046

- **condizioni ambientali di riferimento:**
 - temperatura ambiente: min 5°C - max 40°C
 - umidità: max 90% senza condensazione
 - altitudine: max 150 mt s.l.m.

Fonti:

- documentazione tecnica Hitec Power Protection
- documentazione ATME
- UPS dinamici- Ing. Angelo Baggini, Ing. Gabriele Tacchi - Power Technology. Gennaio 2004