



RIELLO UPS: ARCHITETTURA BYPASS CENTRALIZZATA VS DISTRIBUITA IN SISTEMI UPS PARALLELI DI CAPACITÀ N.

SISTEMI UPS IN PARALLELO DI CAPACITÀ N E ARCHITETTURE BYPASS

In un mondo moderno e interconnesso in cui i Data Center sono parte integrante del successo di ambienti che vanno dalle scuole agli ospedali alle basi militari, fino a supermercati, negozi e stadi sportivi, fare affidamento su di un sistema elettrico non protetto è estremamente rischioso, anche se per un breve periodo di tempo.

La minaccia di tempi d'inattività è troppo elevata. Le organizzazioni investono quindi sull'installazione di gruppi di continuità (UPS) per proteggere i sistemi mission-critical da una potenziale perdita e/o interruzione dell'alimentazione elettrica.

Un'installazione UPS in parallelo può essere progettata come un **"sistema N"** laddove N indica i requisiti di carico del sistema in kVA e kW, e la capacità di potenza massima del sistema UPS è classificata in base al requisito di assorbimento di potenza massima del carico. Il principale svantaggio di un approccio di questo tipo è la mancanza di ridondanza integrata contro potenziali sovraccarichi, difetti o guasti del sistema, e quindi un "sistema N" è la tipologia di protezione dell'alimentazione migliorata meno resiliente, anche se economicamente vantaggiosa.

Un'altra soluzione è quella di avere un sistema in parallelo costituito da più gruppi di continuità (la cui capacità di potenza massima soddisfa il requisito di potenza massima del carico) e un'unità UPS aggiuntiva che fornisce supporto al carico critico. Questo sistema viene definito "sistema N+1" e fornisce ulteriore resilienza a sovraccarichi e guasti del sistema momentanei,

assicurando che se una delle unità UPS è off line (ad esempio per spegnimento manuale, causa manutenzione), il carico critico continua a essere pienamente alimentato dalle restanti unità operative del sistema.

Sebbene i "sistemi N" non abbiano la resilienza integrata aggiuntiva offerta da quelli N+1, anch'essi offrono vantaggi in termini di minori costi di installazione e operativi, oltre ad un maggiore utilizzo delle risorse del sistema.

Se un sistema UPS rileva una condizione di errore come un sovraccarico, un cortocircuito in uscita o un guasto di un componente interno, il sistema passa automaticamente in modalità bypass statico interno. Questo permette di trasferire il carico critico da batteria all'alimentazione elettrica di rete, tramite un interruttore elettronico.

Qualsiasi trasferimento a bypass statico deve essere considerato come l'ultima risorsa per alimentare il carico critico e (oltre che per scopi di manutenzione) dovrebbe essere utilizzato solo in caso di fattori esterni come sovraccarico, innalzamento eccessivo della temperatura o cortocircuito.

QUALI SONO LE PRINCIPALI ARCHITETTURE BYPASS PER UPS?

Esistono due approcci principali: centralizzato o distribuito.

Entrambe le soluzioni mirano a raggiungere lo stesso obiettivo finale, ovvero fornire continuità di alimentazione se il sistema UPS non è in grado di supportare il carico.

Short Circuit

Il corto circuito è un'anomalia in un circuito elettrico e si ha quando due polarità (fase e neutra) vengono a contatto. Durante un cortocircuito avviene un passaggio di corrente di forte intensità che tipicamente dipende da un circuito danneggiato, cablaggi difettosi o collegamenti allentati.

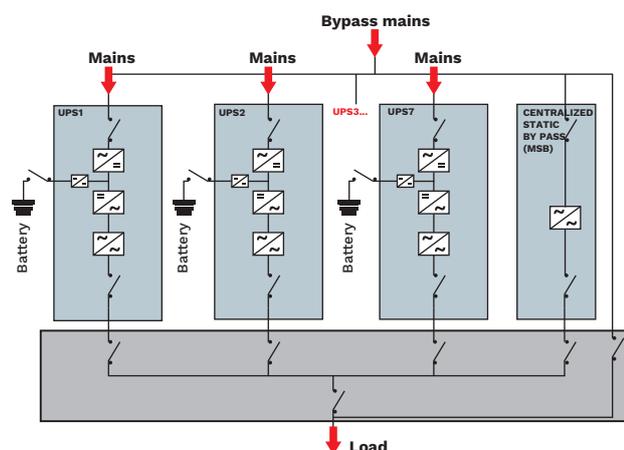
Il calore sviluppato produce gravi danni su impianti e dispositivi elettrici non opportunamente protetti (limitatori di corrente oppure valvole fusibili).

Le differenze principali possono essere sintetizzate nella posizione fisica dei moduli di bypass statici all'interno dell'intero sistema UPS e nella potenza dei componenti di commutazione elettronici.

• Bypass centralizzato

Questa architettura prevede un singolo interruttore di bypass statico, comune e situato in un armadio separato, e dimensionato a seconda della potenza richiesta dal sistema UPS in configurazione N.

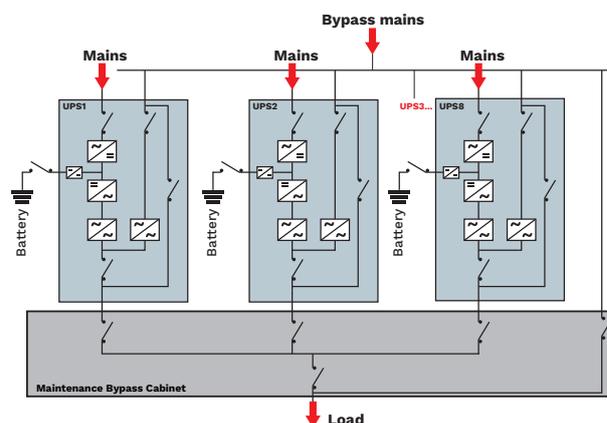
Questo commutatore statico comunicherà con i moduli UPS (raddrizzatore/inverter) presenti all'interno del sistema e sarà controllato da un modulo UPS "Master" per garantire un efficiente trasferimento del carico dal sistema UPS al bypass statico.



• Bypass distribuito

Questa architettura richiede che ciascun UPS nel sistema disponga al suo interno di un proprio interruttore di bypass statico, e dimensionato della stessa potenza della

singola unità UPS. Ogni unità UPS del sistema monitora separatamente la propria uscita e quando è necessario che il sistema UPS passi al funzionamento in bypass statico, l'interruttore statico di ciascun UPS viene attivato contemporaneamente per condividere il carico in parallelo.



Esempio: in un "sistema N" centralizzato con tre unità UPS da 200 kVA c'è un singolo interruttore di bypass statico stimato a 600 kVA; viceversa, in un "sistema N" distribuito che comprende tre unità UPS da 200 kVA, ci sono tre interruttori di bypass statici separati da 200 kVA che funzionano in parallelo.

Questa differenza di base nelle architetture di bypass statico è applicabile indipendentemente dal numero di unità UPS collegate per costituire il sistema globale di protezione dell'alimentazione.

Va inoltre segnalato che i principi di cui sopra, sulle disposizioni di bypass statico centralizzato o distribuito, si applicano a tutte le tipologie di sistemi UPS, inclusi sistemi in parallelo indipendenti e sistemi modulari sempre più diffusi.

Sia l'architettura centralizzata che quella distribuita, sono soluzioni perfettamente applicabili per garantire che un trasferimento continuo del sistema alla rete elettrica sia disponibile quando e dove necessario.

È naturale che alcuni consulenti o responsabili IT abbiano le loro preferenze personali. In generale, la scelta tra i due approcci si riduce a pochi fattori chiave e deve essere decisa caso per caso.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA SCELTA DELL'ARCHITETTURA BYPASS

Affidabilità

A seconda dell'applicazione, dell'organizzazione o del fornitore, l'affidabilità complessiva di un'installazione UPS può essere valutata in base a numerosi criteri. Ad esempio, la metrica più comune e autoesplicativa utilizzata, è il tempo MTBF (Mean Time Between Failures), oppure si fa riferimento al tempo MDT (Mean Down Time) o ancora al tempo MTTR (Mean Time To Repair) che idealmente dovrebbe tenere conto del tempo necessario per il recupero dei ricambi.

Sebbene tutte queste metriche abbiano qualche merito, derivano da dati statistici e pertanto devono essere trattate con cautela.

Un tempo MTTR specificato di due ore, ad esempio, può essere preciso solo nel caso in cui il tecnico UPS, adeguatamente qualificato, arrivi sul posto con le parti e le attrezzature necessarie per completare subito la riparazione. Questa metrica non tiene conto della disponibilità del tecnico o della disponibilità dei ricambi e di eventuali tempi di consegna di quest'ultimi, né del tempo che il tecnico impiega ad arrivare sul sito.

Esistono inoltre due aree principali di resilienza da considerare:

- **Resilienza operativa**

Nella teoria, entrambe le architetture di bypass sono affidabili l'una rispetto all'altra.

Nella realtà, un approccio centralizzato che richiede più componenti - per via dell'armadio di bypass separato - tecnicamente potrebbe essere leggermente meno affidabile.

Il metodo centralizzato, tuttavia, introduce un singolo punto di errore (SPOF - Single Point of Failure), elemento critico nella disponibilità del sistema di bypass statico.

In un "sistema N", lo stesso problema si ha anche in una configurazione decentralizzata, perché non c'è ridondanza per nessuno degli switch di bypass.

Nelle installazioni di UPS con architettura bypass distribuito più datate, una considerazione che si era fatta era sulle

modalità di funzionamento congiunto degli interruttori di bypass multipli all'interno del sistema in condizioni di guasto, e come questi ultimi avessero eseguito un trasferimento simultaneo al bypass. Tali preoccupazioni erano principalmente dovute ai ritardi associati alla commutazione in bypass.

All'interno di un moderno UPS tale considerazione non sussiste, in quanto il tempo di commutazione in bypass è sempre istantaneo.

Durante un trasferimento pianificato (o normale) - cioè quando è l'utente a comandare al sistema di passare al bypass statico - l'UPS che riceve il comando trasmette la richiesta a tutte le altre unità del sistema tramite la linea di comunicazione parallela CANBUS. Tutte le unità nel sistema in parallelo passano quindi simultaneamente al funzionamento in bypass statico.

Quando si verifica un'emergenza come un corto circuito in uscita, gli inverter del sistema non sono in grado di mantenere la tensione di uscita. Ogni unità UPS, infatti, rileva in modo indipendente l'errore/sovraccarico dell'uscita e viene avviato un trasferimento simultaneo al bypass statico.

- **Resilienza di manutenzione**

Privo di ridondanza integrata, un "sistema N" influisce sulla fornitura di energia da parte dell'UPS durante la sua manutenzione.

Così anche la disponibilità del bypass statico è compromessa. In un'architettura centralizzata, quando un tecnico effettua un intervento di manutenzione sull'interruttore di bypass statico, la funzionalità di bypass del sistema non è più disponibile.

Tuttavia, anche in una architettura distribuita la mancanza di ridondanza significa che quando vengono mantenuti i singoli switch di bypass in ciascun UPS, la funzionalità di bypass generale viene sospesa.

A causa della mancanza di ridondanza in entrambe le architetture centralizzata e distribuita, la funzionalità di bypass viene a mancare anche in caso di errore del bypass statico stesso.

Bilanciamento della potenza

Uno dei maggiori vantaggi in un sistema di UPS in parallelo con bypass centralizzato è l'eliminazione di eventuali problemi introdotti a causa delle diverse lunghezze dei cavi - e quindi delle rispettive impedenze - tra i cavi di ingresso e uscita di ciascun modulo UPS.

Avere una sola corrente attraverso la linea di bypass statico centralizzato evita incongruenze nel bilanciamento della potenza quando il sistema funziona in modalità di bypass statico.

Quando un sistema UPS distribuito viene trasferito su bypass statico, l'elettronica (raddrizzatore/inverter) all'interno di ciascuna unità UPS nel sistema viene spenta e l'ingresso dell'UPS viene collegato all'uscita tramite gli interruttori di bypass statici interni.

Pertanto, la lunghezza e l'impedenza totale del cablaggio montato tra l'ingresso e l'uscita dell'UPS determinano la quantità di corrente che fluisce attraverso l'interruttore di bypass statico in ciascuna unità.

Per garantire un'accurata condivisione del carico durante la modalità di bypass statico, la lunghezza totale del cablaggio che collega ciascun UPS ai punti di ingresso e uscita comuni deve essere la stessa.

Le differenze nella lunghezza totale dei cavi - e quindi le relative impedenze - possono causare uno sbilanciamento del flusso di corrente attraverso i singoli interruttori di bypass statici dell'UPS.

Un flusso di corrente sbilanciato potrebbe potenzialmente causare un sovraccarico dell'interruttore statico o un intervento fastidioso ai dispositivi di protezione esterni di ingresso o di uscita di un'unità UPS.

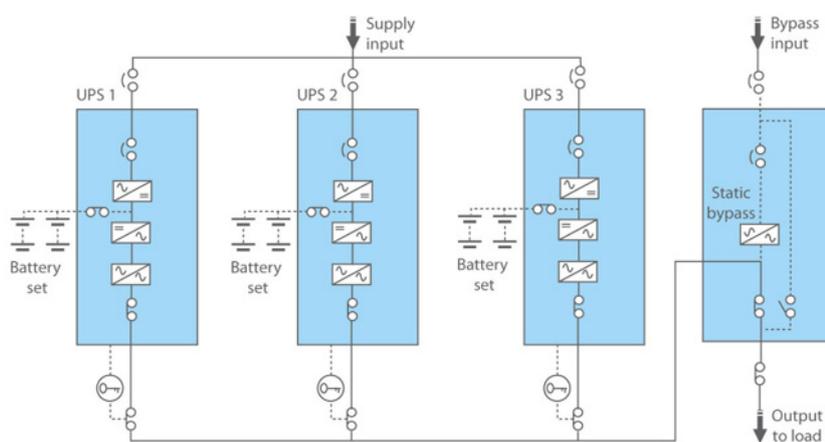
Ovviamente, può essere difficile garantire un perfetto bilanciamento del 100% della potenza abbinando in modo esatto la lunghezza totale del cablaggio di bypass di ingresso e uscita attraverso ciascuna unità UPS, in particolare in sistemi che hanno cavi molto lunghi.

Tuttavia, è possibile ottenere un bilanciamento della potenza soddisfacente purché la differenza massima nella lunghezza totale del cavo, attraverso ciascuna unità UPS, non superi la soglia del 2-5%.

Una soluzione per superare il problema del bilanciamento della potenza all'interno di un bypass distribuito - supponendo che le lunghezze dei cavi non possano essere regolate - potrebbe essere quella di dimensionare le induttanze di linea di ingresso di ciascuna unità UPS, ma ciò aggiungerebbe costi significativi alla realizzazione del sistema.

Costo

Molto importante è considerare i vincoli finanziari, sia per quanto riguarda la spesa iniziale in conto capitale per l'installazione del sistema UPS (CapEx), sia per quanto riguarda i costi di funzionamento e manutenzione (OpEx).



Tipico sistema UPS di capacità N con bypass centralizzato
Ogni UPS ha una potenza di 200 kVA con il bypass centralizzato dimensionato a 600 kVA

Come regola generale, un'architettura di bypass centralizzato è leggermente più costosa di uno distribuito: ciò è dovuto principalmente alla necessità di un armadio dedicato e separato contenente l'interruttore di bypass statico, oltre a tutti i componenti aggiuntivi necessari come il cablaggio e l'infrastruttura di controllo.

La differenza di costo è maggiore con un sistema UPS ridondante parallelo di piccole dimensioni. Tuttavia, con l'aumentare della capacità totale del sistema, le economie di scala diventano un fattore importante da considerare e la disparità di costo tra i due approcci tende a diminuire. Questo spiega perché le architetture di bypass centralizzate tendono ad essere più comuni per impianti su larga scala.

C'è anche un altro fattore di costo da considerare, vale a dire i requisiti dei quadri di sistema. In un'architettura distribuita a ingresso singolo, c'è un singolo interruttore di ingresso e uscita, separato per ciascuna delle unità UPS presenti nel l'impianto - si noti che l'interruttore di ingresso alimenta sia il raddrizzatore che la linea di bypass interna per ciascuna unità UPS. Pertanto, il numero richiesto di interruttori di ingresso/uscita separati corrisponde al numero di unità UPS presenti nell'installazione.

A confronto, un'architettura centralizzata richiede la stessa quantità di interruttori di ingresso e uscita per le unità UPS, ma è necessaria anche l'aggiunta di un interruttore di protezione ingresso/uscita per l'armadio bypass statico, con conseguenti costi di installazione iniziali più elevati.

Un'architettura centralizzata è effettivamente un impianto a doppio ingresso, in cui i moduli raddrizzatori UPS sono alimentati da una sorgente, e il modulo bypass è alimentato da un'altra sorgente separata e/o interruttore separato.

Per replicare questa funzionalità a doppio ingresso in una architettura distribuita, è necessario raddoppiare il numero di interruttori che forniscono energia a ciascuna unità UPS.

Pertanto, l'architettura di progettazione influenza direttamente la quantità di interruttori di protezione esterni necessari, e di conseguenza

ci saranno costi aggiuntivi che devono essere considerati.

Ingombro & pianificazione futura

Il punto più importante da chiarire in questo caso è che un'architettura centralizzata richiede uno spazio aggiuntivo per alloggiare l'armadio di bypass statico separato.

In termini di capacità, il metodo distribuito offre una maggiore flessibilità, anche in ottica di una futura espansione del sistema. Se il sistema UPS richiede una maggiore capacità, è possibile aggiungere semplicemente unità al sistema in parallelo in base al principio "pay as you grow" (paga man mano che cresci).

Da notare che, a seconda del tipo e della classificazione dell'UPS, ci sarà una limitazione sul numero di unità UPS distinte che possono essere collegate in parallelo.

Un bypass centralizzato è naturalmente più restrittivo per quanto riguarda una futura espansione del sistema, per cui è necessario prestare particolare attenzione durante la progettazione iniziale del sistema. Se il modulo di bypass installato all'inizio non viene correttamente stimato per gestire futuri aumenti di carico, esso dovrà essere sostituito con un modulo più grande.

Il rovescio della medaglia vede il rischio di installare inizialmente un bypass troppo grande e sovradimensionato rispetto alle esigenze del sistema, che a sua volta si traduce in ulteriori costi aggiuntivi e non necessari.

RIASSUMENDO

Non esiste una risposta definitiva se un'architettura di bypass centralizzato o distribuito sia la soluzione migliore per ogni situazione. È una decisione che deve essere valutata caso per caso.

Responsabili IT e di strutture mission-critical devono tenere conto di una serie di fattori, tra cui principalmente vincoli finanziari e di spazio fisico, esigenze presenti e future e l'impatto che ciascuna architettura di progettazione potrebbe avere sull'affidabilità e la resilienza complessiva del sistema.

In generale, i principali vantaggi di un'architettura di bypass distribuito quali maggiore scalabilità e minore investimento di capitale iniziale, rispetto ad una architettura centralizzata, la rendono un'opzione più adatta per installazioni di piccole o medie dimensioni che utilizzano moduli di potenza UPS fino a 200 kVA.

Affidabilità e prestazioni su larga scala delle architetture di bypass centralizzati sono invece indice di una maggiore probabilità che potrebbero essere selezionati per installazioni in Data Center e strutture più grandi e complesse, in particolare quelle con più unità UPS da 300-400 kVA e oltre.

ARCHITETTURA BYPASS CENTRALIZZATO

Vantaggi

- Facilità di bilanciamento della potenza durante la modalità bypass.
- Meno componenti meccanici e dispositivi di commutazione.
- Installazione e distribuzione più semplici con quadri relativamente semplici.
- Scalabilità per strutture più grandi con piani di crescita definiti.
- Adatto a Data Center più grandi con più moduli di potenza da 300 a 400 kVA e oltre.

Svantaggi

- Single Point of Failure (SPOF) in quanto il sistema dipende da un singolo interruttore statico e interruttore di bypass.
- Perdita della funzionalità di bypass durante la manutenzione ordinaria del modulo di bypass statico.
- Maggiori costi di capitale iniziali e maggiore ingombro dovuto all'armadio bypass aggiuntivo.
- Aumento del rischio di sovradimensionamento durante l'installazione iniziale.
- Costi di manutenzione e assistenza leggermente più elevati.

ARCHITETTURA BYPASS DISTRIBUITO

Vantaggi

- Costi iniziali inferiori e ingombro ridotto poiché non è necessario un armadio bypass dedicato.
- Non dipende da un singolo interruttore statico o interruttore di bypass.
- Scalabilità per strutture con piani di crescita futuri; potenziale di crescita progressivo senza il rischio di sovradimensionamento iniziale dell'installazione.
- Adatto per spazi di piccole e medie dimensioni che utilizzano moduli di potenza UPS fino a 200 kVA.

Svantaggi

- Single Point of Failure (SPOF) in quanto il sistema di bypass non ha ridondanza integrata.
- Perdita della funzionalità di bypass durante la manutenzione ordinaria degli interruttori di bypass statici.
- Difficile bilanciamento della potenza durante la modalità bypass a causa della stretta tolleranza del 2-5% per le impedenze di cablaggio tra le unità.
- Costi aggiuntivi dei quadri per sistemi a doppio ingresso.