



Data center, CED e DCS

Protezione da sovratensioni

L'entità dei danni dovuti al fuori servizio di Data Center impone misure di protezione importanti. Le sovratensioni di origine atmosferica e i disturbi elettromagnetici in alta frequenza sono la causa degli eventi più "catastrofici": proteggersi è imprescindibile

■ A cura di: **Andrea Passavanti - Davide Marinoni - Claudio Spinelli**
CON.TRADE S.r.l. Bergamo

■ ENTITÀ DEI DANNI IN DATA CENTER

La dimensione dei costi dovuti a guasti (Blackout) dei Data Center ha reso necessaria la conduzione di studi specifici inerenti a questa problematica.

Negli Stati Uniti ed in Inghilterra è attiva da diversi anni la tabulazione a fini statistici di questi costi, che vengono generalmente espressi in Importo Perso per Record.

Nell'anno 2010 il Ponemon Institute del Michigan ha quantificato in € 215 la Perdita per Record. La Perdita complessiva in occasione

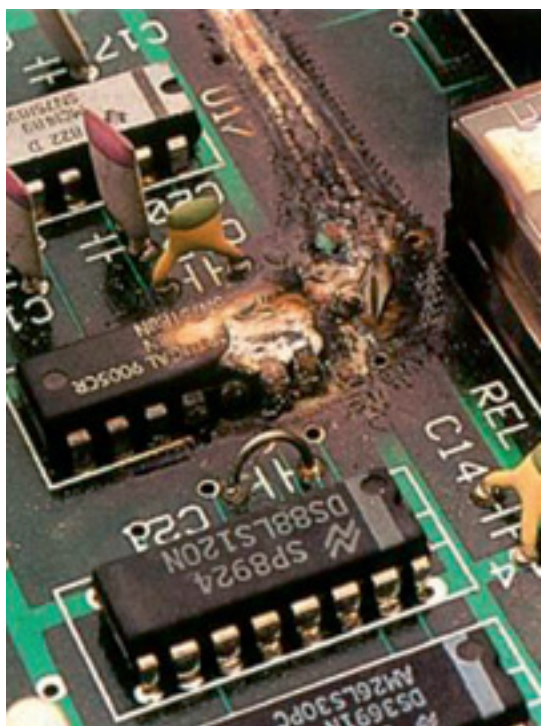
dell'evento più negativo è stata quantificata in € 625.000.

Lo stesso Istituto, analizzando in dettaglio 51 casi di Blackout di Data Center di dimensioni medio-grandi attivi in 15 diversi settori tra Industriale e Terziario, ha riscontrato che in caso di downtime il tempo medio di ripristino è di circa 130 minuti con un costo all'Azienda che può arrivare a € 480.000 pari ad una perdita di € 3.690 al minuto. Per Aziende che operano nel settore delle Telecomunicazioni e nell'e-commerce le perdite possono anche raggiungere gli

▼ **Figura 1:** scaricatore di sovratensioni per Scariche dirette, indirette e fitto di rete **CON.TRADE®**



▼ **Figura 2:** danni da sovratensioni in un server



€ 8.000 al minuto.

Queste cifre parlano da sole e spiegano chiaramente perché la protezione deve essere realizzata al massimo livello possibile e presa in considerazione sin dalla fase progettuale.

■ SORGENTI DEI DANNI

I fenomeni di fulminazione diretta sono le sorgenti principali di devastanti effetti distruttivi; le scariche indirette ed i disturbi elettromagnetici condotti in alta frequenza sono le sorgenti di numerosi danni la cui origine non è di facile identificazione, ma i cui effetti sono altrettanto terribili per gli impianti in cui la continuità d'esercizio è indispensabile.

Tutti questi fenomeni devono essere opportunamente intercettati al fine di proteggere gli impianti collegati alla rete e garantirne così l'integrità e l'indispensabile continuità di esercizio. Tale aspetto è particolarmente rilevante quando le apparecchiature da proteggere sono server collocati all'interno di Data Center, CED, impianti di TLC o DCS per la supervisione e il controllo dei processi industriali dove la continuità di servizio e l'integrità del dato sono elementi imprescindibili.

Alla luce di tali problematiche è essenziale inserire in questi impianti dispositivi di protezione preposti non solo alla gestione della scarica diretta o indiretta (SPD di prestazioni elevate), ma è indispensabile inserire anche dei filtri ad ampio spettro in grado di attenuare i disturbi elettromagnetici condotti che, nella definizione più conservativa, coprono un intervallo di frequenza da 150 kHz a 30 MHz.

Gli scaricatori **CON.TRADE®** ILF 4P 250 e

▼ **Figura 3:** icone identificative del tipo di prestazione degli scaricatori tipo ILF 4P 250 / 400



ILF 4P 400, realizzati per elevate correnti nominali rispettivamente di 250 e 400 A, sono apparecchiature che assolvono a tutte le funzioni precedentemente indicate.

Sono inoltre provati in classe di prova I, II e III secondo la normativa IEC 61643-11 (2011-03).

■ PARAMETRI PER IL DIMENSIONAMENTO E LA SELEZIONE DEGLI SPD

Per comprendere l'elevato grado delle prestazioni di queste apparecchiature nei confronti del LEMP (Impulso elettromagnetico del fulmine), dei disturbi elettromagnetici in alta frequenza e di come brillantemente affrontano e superano le sollecitazioni generate dalla stessa rete di alimentazione (quali le sovratensioni temporanee e gli impulsi di Commutazione) è fondamentale analizzare e valutare i seguenti parametri:

- sovratensioni e sovracorrenti di origine atmosferica e da commutazione;
- sovratensioni temporanee U_{TOV} ;
- livelli di protezione;
- tenuta alla corrente di corto circuito;
- capacità d'estinguere autonomamente la corrente seguente I_{fi} alla tensione U_c ;
- tempo d'intervento;
- attenuazione dei disturbi di modo comune (attenuazione asimmetrica);
- attenuazione dei disturbi di modo differenziale (attenuazione simmetrica).

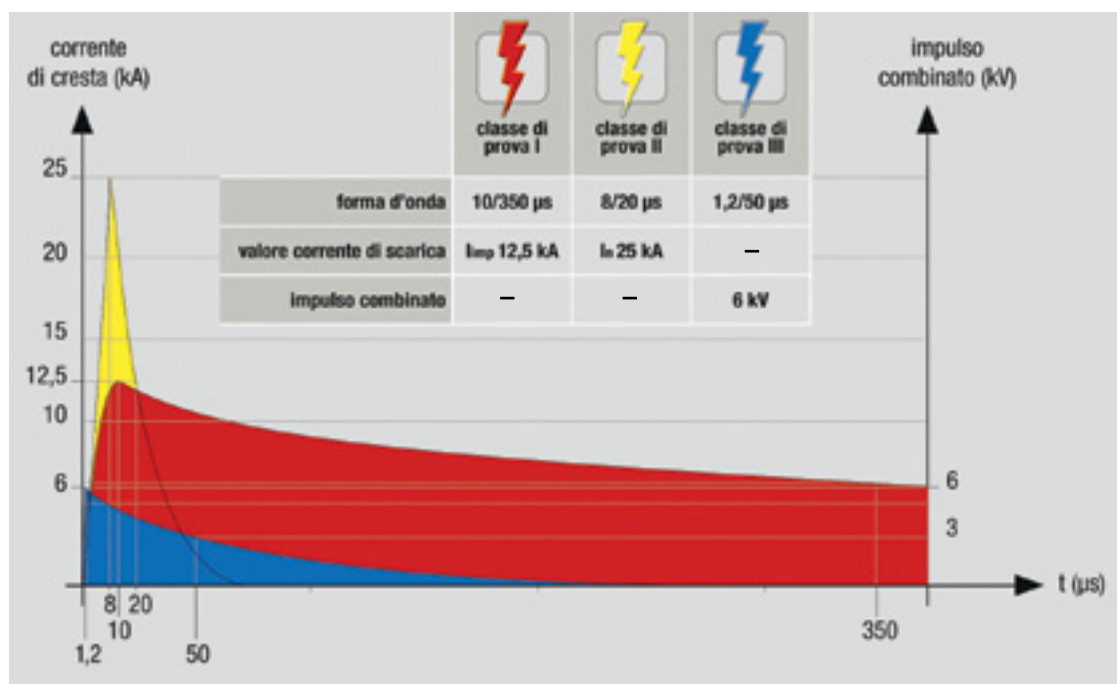
I sopracitati punti vengono di seguito presi in considerazione individualmente.

■ SOVRATENSIONI E SOVRACORRENTI DI ORIGINE ATMOSFERICA E COMMUTAZIONE

Gli SPD, in funzione dei parametri della corrente del fulmine che sono chiamati a condurre a terra, sono provati e quindi classificati in modo diverso secondo la norma IEC 61643-11 (2011-03) che li suddivide come segue:

- SPD di classe di prova I: provati con la corrente impulsiva I_{imp} (10/350 μ s);
- SPD di classe di prova II: provati con la corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s);
- SPD di classe di prova III: provati con il generatore combinato che applica a vuoto una tensione U_{OC} (1,2/50 μ s) ed in corto circuito una corrente presunta I_{CW} (8/20 μ s);

▼ **Figura 4:** valori di prova in corrente e tensione impulsive degli SPD tipo ILF 4P 250 e 400 (per polo)



■ SOVRATENSIONI TEMPORANEE U_{TOV}

Le sovratensioni temporanee TOV sono caratterizzate da due parametri: Tempo e Ampiezza. Il tempo dipende primariamente dal tipo di messa a terra del sistema di alimentazione (ciò include entrambi i sistemi, sia quello di media che quello di bassa tensione), mentre l'ampiezza dipende dalla massima tensione continuativa del sistema di alimentazione di bassa tensione U_{cs} .

I parametri qualificanti in tensione e tempo relativi alle TOV degli ILF 4P 250 e 400 sono:

- Tensione massima continuativa per linee a 230/400 V c.a. (U_c): 335 V;
- Comportamento alle TOV: totalmente immuni, indipendentemente dalla loro durata.

■ LIVELLI DI PROTEZIONE

Il livello di protezione in funzione del livello di tenuta agli impulsi dell'utilizzatore (livello di resistibilità), va coordinato con la tensione d'isolamento delle apparecchiature da proteggere (la verifica viene condotta alimentando il carico).

Il livello di protezione in funzione dell'immunità dell'utilizzatore (livello di immunità), va coordinato con la tensione impulsiva che determina malfunzionamenti, errori o guasti dell'apparecchiatura da proteggere.

Anche in questo caso la verifica viene condotta alimentando il carico e le prove condotte con il generatore "combinato".

I parametri qualificanti relativi al livello di protezione degli ILF 4P 250 e 400 sono:

- Livello di protezione con I_{imp} 25 kA (8/20 μs): ≤ 1000 V

- Livello di protezione con impulso combinato 6 kV (1,2/50 μs): ≤ 1500 V

■ TENUTA ALLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO

SPD, durante la funzione di protezione dalle sovratensioni è attraversato anche dalla corrente di corto circuito. Il valore di tale corrente deve essere sopportato dall'SPD con il suo fusibile di protezione installato a monte. Il parametro qualificante relativo alla tenuta al c.c. degli ILF 4P 250 e 400 è:

- Corrente max. di corto circuito con fusibile di protezione: 50 kA eff.

■ CAPACITÀ D'ESTINGUERE AUTONOMAMENTE LA CORRENTE SEGUENTE I_{fi} ALLA TENSIONE U_c

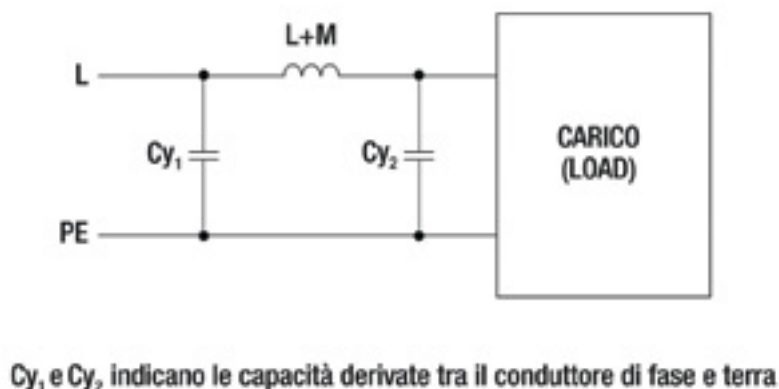
E' la capacità dell'SPD di estinguere autonomamente la corrente di corto circuito prospettica nel punto d'installazione dell'SPD senza l'intervento del fusibile di sostegno. Gli SPD del tipo **NFC No Follow Current**®, per loro caratteristica intrinseca, impediscono la circolazione della corrente seguente di rete evitando così il rischio dell'intervento intempestivo della limitazione di sovracorrente e la conseguente perdita di continuità d'esercizio. La caratteristica qualificante relativa alla capacità d'estinguere autonomamente la corrente seguente di rete degli ILF 4P 250 e 400 è:

- **NFC No Follow Current**® : Impedisce la circolazione della corrente seguente di rete.

■ TEMPO D'INTERVENTO

Il tempo d'intervento dell'SPD è trascurato dal-

▼ **Figura 5:** schema di principio di un filtro per l'attenuazione dei disturbi di modo comune



la norma di prodotto IEC 61643-11 (2011-03). Tuttavia i tempi di danneggiamento dei semiconduttori presenti nelle apparecchiature elettroniche fanno sì che esso costituisca un aspetto non secondario. Le sovratensioni impulsive che si manifestano nell'impianto sono nell'ordine dei μs , i tempi d'intervento degli SPD sono nell'ordine dei ns., i tempi di danneggiamento di alcuni semiconduttori sono nell'ordine dei ps. Questa semplice considerazione ci porta ad asserire che maggiore è la velocità dell'SPD nello svolgere la funzione di protezione, migliore è la sua prestazione.

I parametri qualificanti relativi al tempo d'intervento degli ILF 4P 250 e 400 sono:

- Tempo d'intervento L \rightarrow N: ≤ 25 ns;
- Tempo d'intervento N \rightarrow PE: ≤ 100 ns.

■ COMPATIBILITÀ Elettromagnetica

Dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica i fenomeni che devono essere attenuati possono essere ricondotti a:

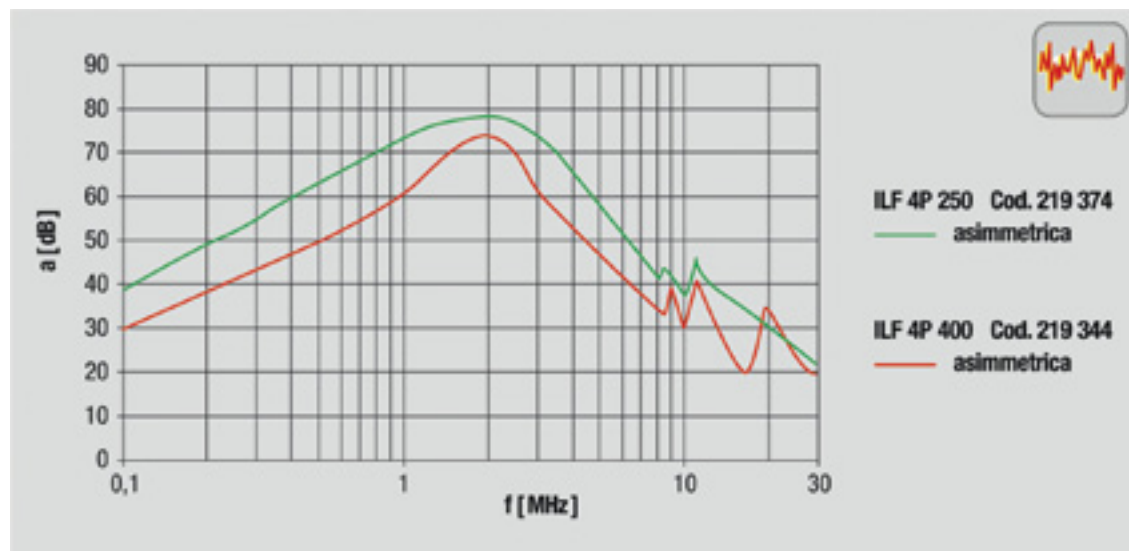
- Correnti di modo comune (fase – terra);
 - Correnti di modo differenziale (fase – fase);
- Il filtro, inserito in serie rispetto al carico, pre-

vede l'impiego della classica configurazione a pigreco π essenzialmente costituita da uno stadio primario e secondario di condensatori e da un mutuo induttore tra i due stadi.

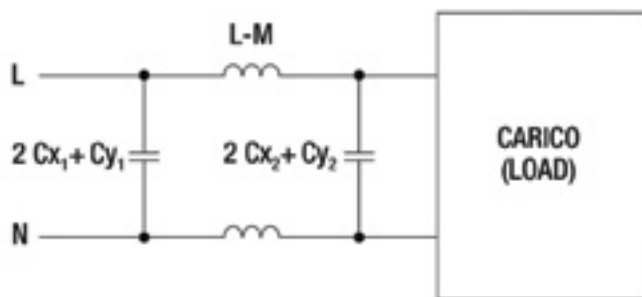
■ ATTENUAZIONE DEI DISTURBI DI MODO COMUNE (ATTENUAZIONE ASIMMETRICA)

Con riferimento al caso monofase ideale, il circuito equivalente del filtro per le correnti di modo comune è riportato in figura 5. Il mutuo induttore è essenzialmente preposto alla attenuazione dei disturbi di modo comune, senza interferire con la corrente di carico e senza generare cadute di tensione sull'alimentazione dell'utilizzatore, che inevitabilmente influenzerebbero negativamente la Power Quality. Infatti i flussi magnetici di segno opposto associati alla corrente di carico (di natura differenziale e dell'ordine anche di qualche decina o centinaio di ampere) tendono ad elidersi ottenendo così il duplice effetto di non saturare il materiale ferromagnetico e di non abbattere la tensione di alimentazione del carico. L'andamento dell'attenuazione in funzione della frequenza per le correnti di modo comune è rappresentato nel seguente diagramma, dal quale si

▼ **Figura 6:** curve di attenuazione asimmetrica degli SPD tipo ILF 4P 250 e 400



▼ **Figura 7:** schema di principio di un filtro per l'attenuazione dei disturbi di modo differenziale



Cx_1 e Cx_2 indicano le capacità derivate tra il conduttore di fase e quello di neutro

evinche che nel range compreso tra 150 kHz e 30 MHz l'attenuazione è compresa tra i 20 e i 73 dB (figura 6).

■ ATTENUAZIONE DEI DISTURBI DI MODO DIFFERENZIALE (ATTENUAZIONE SIMMETRICA)

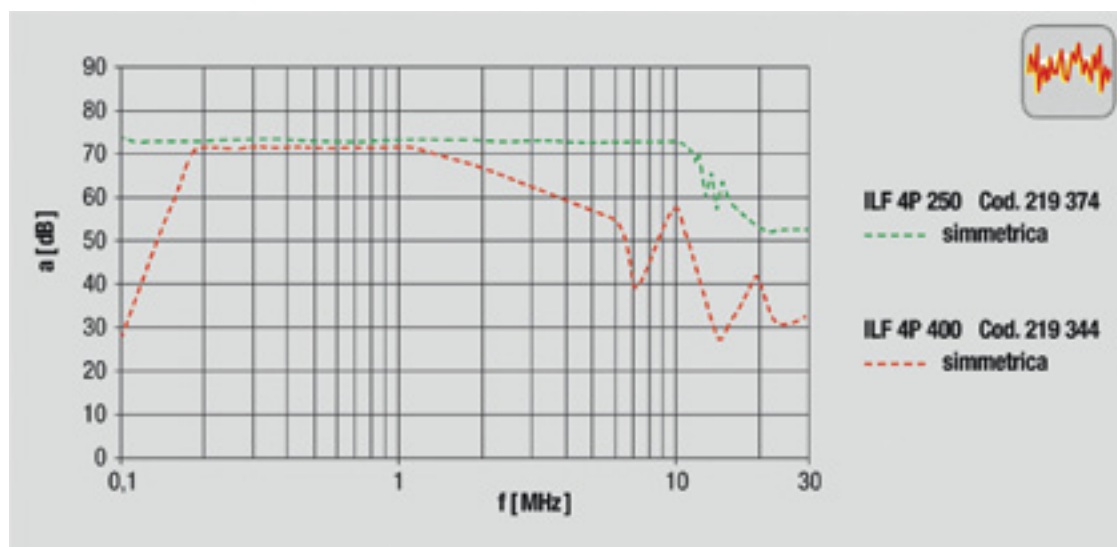
Sempre con riferimento al caso monofase ideale, il circuito equivalente del filtro per le correnti di modo differenziale è riportato in figura 7. Per le correnti di modo differenziale, i contributi di auto e mutua induttanza tendono ad annullarsi tanto più efficacemente quanto più il coefficiente di accoppiamento tende a 1 (nel caso di accoppiamento ideale $L = M$). L'attenuazione dei disturbi di modo differenziale è quindi demandata principalmente agli stadi primari e secondari costituiti da condensatori derivati tra fase e neutro. L'andamento dell'attenuazione in funzione della frequenza per le correnti di modo differenziale è rappresentato nel seguente diagramma, dal quale si rileva che nel range tra 150 kHz e 30 MHz l'attenuazione

è compresa tra i 27 e i 71 dB.

■ PARTICOLARI COSTRUTTIVI DEGLI SPD TIPO ILF 4P 250 E 400

La corretta installazione degli scaricatori di sovratensione è determinante per non vanificarne l'uso: la norma IEC 60364-5-534 fornisce importanti indicazioni in merito ai collegamenti. Esse sono finalizzate a ridurre ai minimi termini le cadute di tensione dinamiche che si hanno sui cavi. In questi scaricatori di sovratensione è stata prestata la massima attenzione anche ai particolari di collegamento: è infatti possibile collegare due cavi da 120 mm² in parallelo direttamente sui morsetti d'ingresso e d'uscita dell'SPD evitando così di dover adottare dei morsetti per l'adeguamento delle sezioni. Il collegamento a terra è effettuato tramite due bulloni M8 posti ad entrambi i lati dello scaricatore al fine di facilitare ed ottimizzare la connessione. Lo scaricatore di sovratensioni è anche dotato di un contatto di segnalazione guasto privo di potenziale per il collegamento ad un sistema

▼ **Figura 8:** curve di attenuazione simmetrica degli SPD tipo ILF 4P 250 e 400



▼ **Figura 9:** particolari di connessione degli SPD tipo ILF 4P 250 e 400



di supervisione (figura 9).

■ ESEMPIO TIPICO DI INSTALLAZIONE DEGLI SPD TIPO ILF 4P 250 E 400

L'esempio di collegamento sottostante evidenzia l'inserimento in serie di questi scaricatori, fondamentale per il corretto funzionamento del filtro ad ampio spettro di frequenza.

■ FOTO D'INSTALLAZIONE DI UN ILF 4P 250 IN UN PICCOLO DATA CENTER

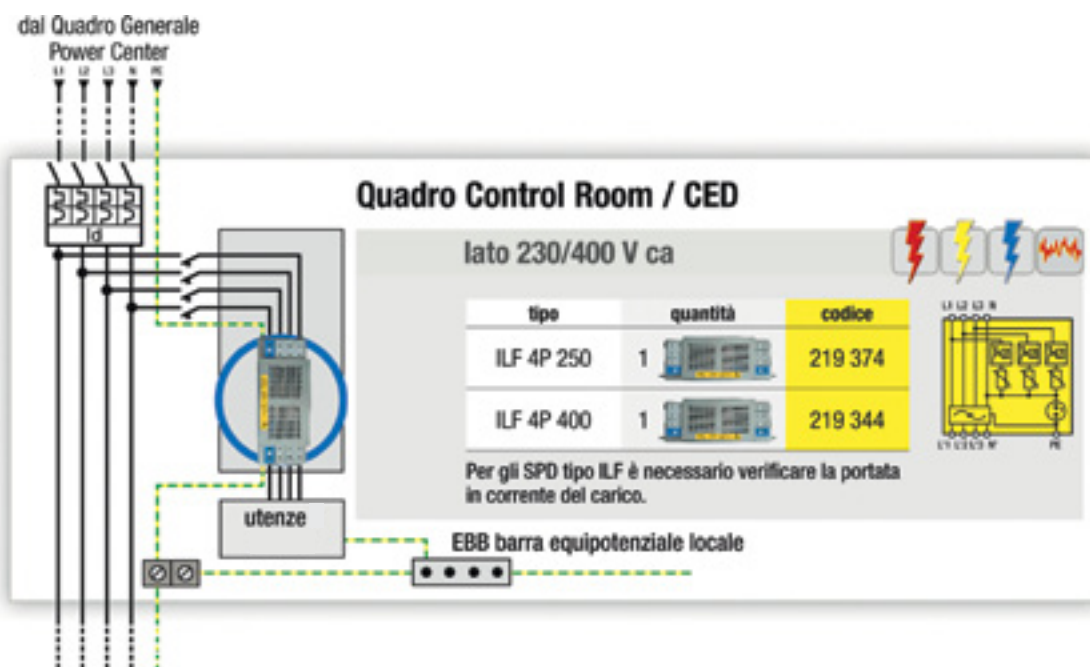
In questo caso lo scaricatore è stato installato, in un secondo tempo, a fianco del quadro di alimentazione del CED (foto 11a). Dalla foto

del particolare di collegamento è possibile rilevare che è stato collegato anche il contatto di segnalazione guasto per fornire al sistema di supervisione l'indicazione dello stato di funzionamento della protezione da sovratensioni (foto 11b).

■ CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'IMPIEGO DEGLI ILF 4P 250 E ILF 4P 400 IN SOSTITUZIONE DEI TRASFORMATORI DI ISOLAMENTO

L'utilizzo delle apparecchiature di protezione CON.TRADE® tipo ILF 4P 250 e ILF 4P 400 consente una protezione a 360° dalle interferenze

▼ **Figura 10:** esempio di uno schema d'inserimento degli SPD tipo ILF 4P 250 e 400



elettromagnetiche, sia ad alto e basso contenuto energetico sia a quelle in alta frequenza presenti sulle nostre reti.

Esse possono anche essere impiegate brillantemente in sostituzione dei trasformatori di isolamento, quando adottati con la funzione di filtro. Secondo l'inserzione classica, l'introduzione del trasformatore d'isolamento modifica il sistema di distribuzione dell'energia generando a valle un sistema IT che costringe all'adozione di complesse misure per il controllo dell'isolamento.

L'adozione degli ILF consente di evitare questa problematica in quanto il sistema di distribuzione TN non viene modificato.

Questa famiglia di scaricatori di sovratensione **CON.TRADE®**, confrontata con i trasformatori d'isolamento, consente anche una minor dissipazione di energia con un conseguente risparmio economico. Solitamente, infatti, il rendimento di un trasformatore di isolamento è di circa 96%-97%; viceversa i rendimenti degli ILF 4P 250 e 400 si attestano oltre il 99%. Per maggiori informazioni è possibile scaricare la scheda tecnica dal sito **www.contrade.it**.

Bibliografia:

- 1) Norma IEC 61643-11 Ed.1.0 (2011-03) - Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems –Requirements and test methods.
- 2) Norma IEC 60364-5-534 vedi Norma CEI 64-8/5 534

▼ **Figura 11a:** foto di un'installazione e di un particolare degli SPD tipo ILF 4P 250 e 400



ed.7(2012-06). Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in ca. e a 1500 V in cc. - Scelta ed installazione dei componenti elettrici - Limitatori di sovratensioni (SPD).

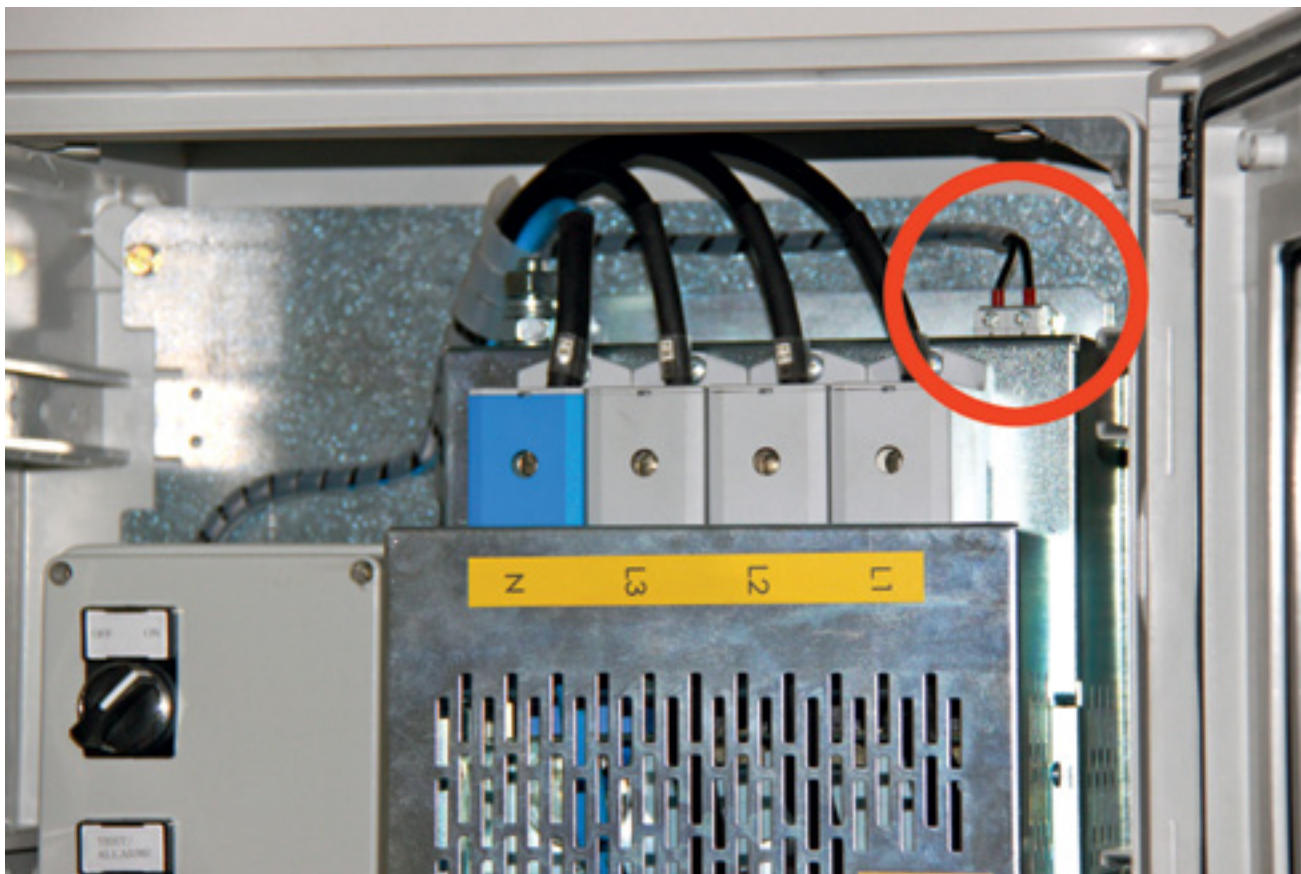
3) CEI 64-8/1 131.7.3, ed. 7 (2012-06)

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in ca. e a 1500 V in cc. - L'impianto deve avere un livello di immunità adeguato contro i disturbi elettromagnetici in modo da funzionare correttamente nell'ambiente specificato. Il progetto dell'impianto deve tenere conto delle prevedibili emissioni generate dall'impianto e dai suoi componenti, le quali devono essere tollerabili dagli apparecchi utilizzatori alimentati dall'impianto.

4) CEI 64-8/4 443.2.2 ed. 7 (2012-06) Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in ca. e a 1500 V in cc. -

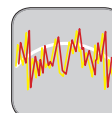
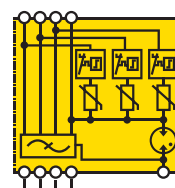
Protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica o dovute a manovra (Definizione in categorie della tenuta all'impulso delle apparecchiature).

▼ **Figura 11b:** foto di un'installazione e di un particolare degli SPD tipo ILF 4P 250 e 400





Scaricatori di sovratensioni: SPD per scariche dirette e indirette con filtro di rete



ILF 4P 250/400 è uno scaricatore di sovratensioni multipolare per scariche dirette ed indirette con filtro di rete integrato per transienti ad alta frequenza con le seguenti applicazioni, caratteristiche e vantaggi.

Impiego tipico: all'ingresso dei circuiti d'alimentazione di Control Room, Data Center e CED.

- Capacità di scarica di correnti da fulmine fino a 50 kA (10/350) 4 poli.
- Tensione massima continuativa U_c calibrata per una totale insensibilità alle TOV.
- Lo speciale mutuo induttore, pur garantendo un'ottima attenuazione ai disturbi in alta frequenza di modo comune, non genera cadute di tensione significative ed ha una dissipazione d'energia trascurabile.
- È adatto alla protezione contro sovratensioni d'apparecchiature elettroniche in categoria I alla prova d'impulsi.
- ILF 4P 250 / 400 sono SPD di Classe di prova I, II e III sec. IEC 61643-11 ed. 1 (2011-03) o T1, T2 e T3 sec. CEI EN 61643-1/A1.

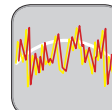
ILF 4P ...

Tipo ILF 4P...		250	400
CODICE		219 374	219 344
Tensione nominale del circuito d'alimentazione	U_N	230/400 V~	230/400 V~
Tensione massima continuativa	U_c	335/570 V~	335/570 V~
Corrente nominale del carico	I_L	250 A	400 A
Classe di prova sec. IEC 61643-11 ed. 1 (2011-03)		I, II e III	I, II e III
Tipo sec. CEI EN 61643-11/A11		T1, T2 e T3	T1, T2 e T3
Corrente impulsiva totale (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE]	$I_{Total} 10/350$	50 kA	50 kA
Corrente impulsiva (10/350 μ s) [L>N]	I_{imp}	12,5 kA	12,5 kA
Corrente impulsiva (10/350 μ s) [N>PE]	I_{imp}	50 kA	50 kA
Corrente di scarica totale (8/20 μ s) [L1+L2+L3+N-PE]	$I_{Total} 8/20$	100 kA	100 kA
Corrente di scarica nominale (8/20 μ s)	I_n	25/100 kA	25/100 kA
Impulso combinato totale [L1+L2+L3+N-PE]	$U_{cc} T_{total}$	6 kV	6 kV
Impulso combinato [L-N]	U_{cc}	6 kV	6 kV
Livello di protezione con I (8/20 μ s)	5kA U_p	≤ 825 V	≤ 850 V
	10kA U_p	≤ 850 V	≤ 875 V
	12,5kA U_p	≤ 875 V	≤ 900 V
	20 kA U_p	≤ 925 V	≤ 950 V
	25 kA U_p	≤ 975 V	≤ 1000 V
Livello di protezione con impulso combinato	[L>N] U_p	≤ 850 V	≤ 900 V
	[N>PE] U_p	≤ 1250 V	≤ 1500 V
Tempo d'intervento L>N	t_a	≤ 25 ns	≤ 25 ns
Tempo d'intervento N>PE	t_a	≤ 100 ns	≤ 100 ns
Corrente max. di c.c. con fusibile di protezione	I_{scor}	50 kA eff	50 kA eff
Impedisce la circolazione corrente seguente di rete		NFC No Follow Current®	NFC No Follow Current®
Attenuazione asimmetrica 50 Ω /50 Ω	f	a 2 MHz: ≥ 78 dB a 0,2 MHz: ≥ 73 dB	a 2 MHz: ≥ 73 dB a 0,2 MHz: ≥ 71 dB
Attenuazione simmetrica 50 Ω /50 Ω	f		
Attenuazione asimmetrica 50 Ω /50 Ω	f	a 2 MHz: ≥ 78 dB a 0,2 MHz: ≥ 73 dB	a 2 MHz: ≥ 73 dB a 0,2 MHz: ≥ 71 dB
Attenuazione simmetrica 50 Ω /50 Ω	f		
Costanti del filtro	C_{x1} e C_{x2}	2,2 μ F	2,2 μ F
	C_Y	2 x 50 nF	2 x 50 nF
	R_X e R_Y	1 M Ω	1 M Ω
	L_{SIM}	4,3 μ H	2,4 μ H
Potenza dissipata a 20°C (ventilato)		≤ 160 W	≤ 380 W
Fusibile/interruttore, se non già presente nell'impianto		250 A	400 A
Temperature d'esercizio		- 40 ... + 55 °C	- 40 ... + 55 °C
Sezione di collegamento del morsetto conduttore		35-240 mm ² (35-120 mm ² / 26 Nm; 150-240 mm / 55 Nm)	5-240 mm ² (35-120 mm ² / 26 Nm; 150-240 mm / 55 Nm)
Montaggio		a parete (fori areazione verticali)	a parete (fori areazione verticali)
Involucro		metallico	metallico
Grado di protezione	IP	10	10
Contatto di segnalazione remota		NC	NC
Peso		9,6 kg	11 kg
Dimensioni		b530 x h202 x p160mm	b530 x h202 x p160mm

DATI TECNICI



Scaricatori di sovratensioni: SPD per scariche dirette e indirette con filtro di rete



Curva caratteristica di attenuazione asimmetrica e simmetrica

