

Guida Tecnica AFDD

Protezione completa contro gli incendi di natura elettrica

www.siemens.it/AFDD



SIEMENS

Prefazione

Per ogni esigenza di protezione, comando, misura o controllo i dispositivi Siemens per la distribuzione elettrica in Bassa Tensione offrono una soluzione completa e performante per ogni casistica applicativa.

Sia in ambiente industriale, che nelle infrastrutture, questi prodotti garantiscono la massima flessibilità, semplicità d'uso e affidabilità, garantendo continuità di servizio e sicurezza.

I dispositivi di protezione tradizionali, quali fusibili, interruttori automatici e differenziali sono ormai sviluppati e testati da molti anni, ma non sono adatti alla rilevazione di guasti da arco elettrico e in particolar modo di quella tipologia di guasto che limita l'impedenza del circuito affetto da guasto (es. arco serie).

Questo gap di sicurezza è ora annullato grazie all'introduzione di un nuovo dispositivo di protezione: l'AFDD 5SM6 (Arc Fault Detection Devices).

Il 5SM6 è in grado di rilevare guasti da arco elettrico anche in serie, ovvero quella tipologia di guasto che interessa un solo conduttore, oltre a quelli in parallelo solitamente frutto di guasti di isolamento tra un conduttore attivo e un altro o tra un conduttore attivo e il conduttore di protezione.

Ciò contribuisce in modo molto efficace alla prevenzione degli incendi di natura elettrica.

In questa guida tecnica verranno descritte non solo le proprietà fisiche degli archi, ma anche le modalità di progettazione e di funzionamento dell'unità AFDD. Saranno inoltre presentate le varie versioni del dispositivo e alcuni esempi applicativi, al fine di rendere più semplice la scelta del dispositivo ed il suo corretto utilizzo.

INDICE

1	Introduzione	04
2	Incendi: statistiche e cause	04
3	Dispositivi di Protezione	10
3.1	Archi elettrici e dispositivi di protezione	10
3.2	Il nuovo concetto di protezione e prevenzione degli incendi	12
4	Condizioni di innesco dell'arco	13
5	Analisi dei guasti con archi in serie	15
5.1	Simulazione di guasto con corrente inferiore a 3A	15
5.2	Simulazione di guasto con corrente tra 3A e 10A	18
5.3	Simulazione di guasto con corrente superiore a 10A	20
5.4	Impatto della corrente di carico sulla possibilità di innesco d'incendio	20
6	Analisi dei guasti con archi in parallelo	22
6.1	Considerazioni base	22
6.2.	Modalità d'intervento dei dispositivi di protezione da sovracorrente	23
6.3	Conclusioni	25
7	Individuazione dei guasti da arco elettrico	26
7.1	Struttura interna dell'AFDD 5SM6	26
7.2	Individuazione del guasto da arco in serie	27
7.3	Individuazione del guasto da arco in parallelo	28
7.4	Prevenzione degli scatti intempestivi	29

8	Requisiti tecnici e situazione normativa	33
8.1	Principi generali	33
8.2	Normativa di prodotto	33
8.3	Normative d'impianto (nuova CEI 64-8 V3)	34
9	Descrizione di prodotto: il 5SM6	35
9.1	Esecuzioni disponibili	35
9.2	Caratteristiche generali	36
9.3	Caratteristiche speciali	37
10	Guida	39
10.1	Installazione dell'unità AFD	39
10.2	Procedure da eseguire dopo un intervento	39
11	Prospettive	42
12	Fonti e letteratura	43

1. Introduzione

La storia dei dispositivi di rilevamento di archi elettrici, ebbe inizio nei primi anni '80 negli Stati Uniti d'America; dove nel 1983, venne presentato il primo brevetto della tecnologia AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter). Successivamente, nel 1992, la Consumer Products Safety Commission (CPSC) avviò un progetto per la protezione antincendio negli impianti elettrici domestico/residenziali, andando a realizzare analisi ed investigazioni approfondite (per conto UL) sulle potenziali cause d'incendio di natura elettrica. Venne quindi sviluppato uno standard tecnico relativo ai criteri di progettazione e realizzazione dei dispositivi di rilevamento degli archi elettrici in linea. A decorrere dal Gennaio 2008 il National Electrical Code (NEC) prescrive l'impiego degli AFCI Classe A per la protezione di tutti i circuiti da 15 /20 A in tutti gli ambienti residenziali.

2. Incendi: statistiche e cause

Ogni anno, nella sola Germania, vengono registrati oltre 600.000 incendi, per un danno economico complessivo stimato in circa 6 miliardi di euro. La nota più grave è relativa agli oltre 60.000 feriti, di cui circa 6.000 con lesioni gravi e 600 vittime. Il 75% di questi incendi ha luogo in abitazioni private, spesso di notte, cogliendo le vittime nel sonno. Oltre il 90% dei decessi è dovuto all'avvelenamento da fumi che si sviluppano nella prima fase dell'incendio.

Gli incendi causati da guasti di natura elettrica sono circa il 30% del totale, e questa percentuale è praticamente immutata da molti anni. Nel 2010, ad esempio, gli incendi dovuti a guasti elettrici hanno rappresentato il 34% del complessivo (vedi Fig. 1). Ignorando le cause che non possono essere in alcun modo influenzabili da una migliore o più accorta prevenzione, ad esempio gli incendi dolosi e quelli dovuti ad errore umano, la quota di incendi causati dall'impianto elettrico si attesta intorno al 50% del totale. In circa il 50% degli incendi di natura elettrica la causa è da ricercarsi nel malfunzionamento dei carichi connessi all'impianto, mentre circa il 30% è originato dal sistema installato permanente.

Cause d'incendio (2010)

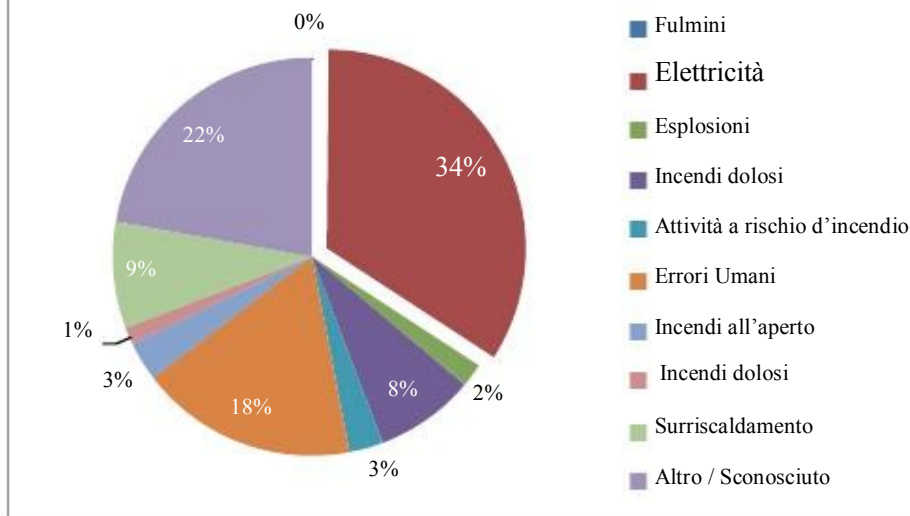


Figura 1: Cause d'incendio in Germania 2010

E' inoltre interessante osservare le statistiche di guasto elaborate dal VdS (VdS Schadenverhütung GmbH) sulla base di oltre 300.000 ispezioni aziendali. La figura 2 presenta una panoramica delle cause degli oltre 150.000 difetti rilevati. I totali possono superare il 100% in caso di guasti multipli nello stesso sistema.

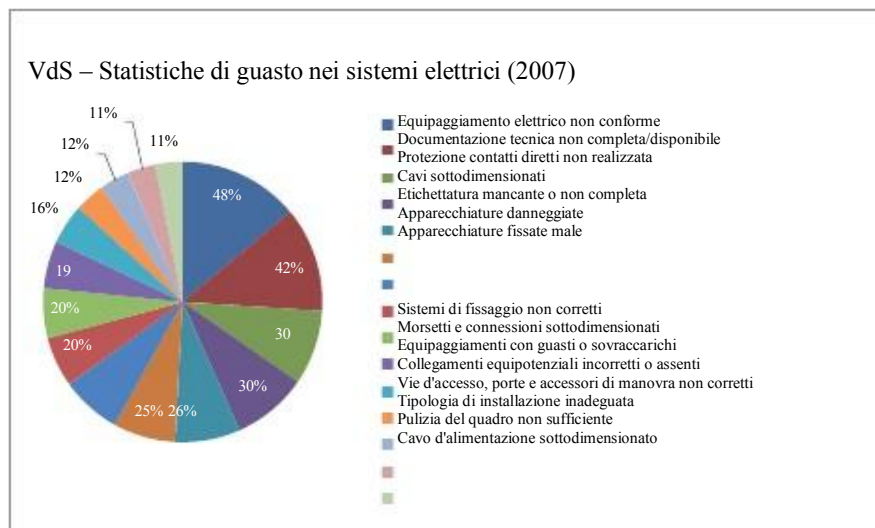


Figura 2: Statistiche di guasto nei sistemi elettrici (2007)

Molti dei difetti evidenziati possono generare archi elettrici, che facilmente possono degenerare in incendi se non rilevati dai dispositivi di protezione. Le statistiche pubblicate in Germania trovano riscontro in molti altri paesi europei. Tuttavia si evidenziano delle differenze nelle modalità secondo le quali sono stati raccolti e trattati i dati. Le figure da 3 a 5 rappresentano altri esempi di statistiche d'incendio. Anche in questi casi una buona percentuale d'incendi può essere imputata alla formazione di archi elettrici derivanti da guasti d'isolamento (dovuti a roditori o all'invecchiamento dei materiali), collegamenti allentati o danni dovuti all'umidità.

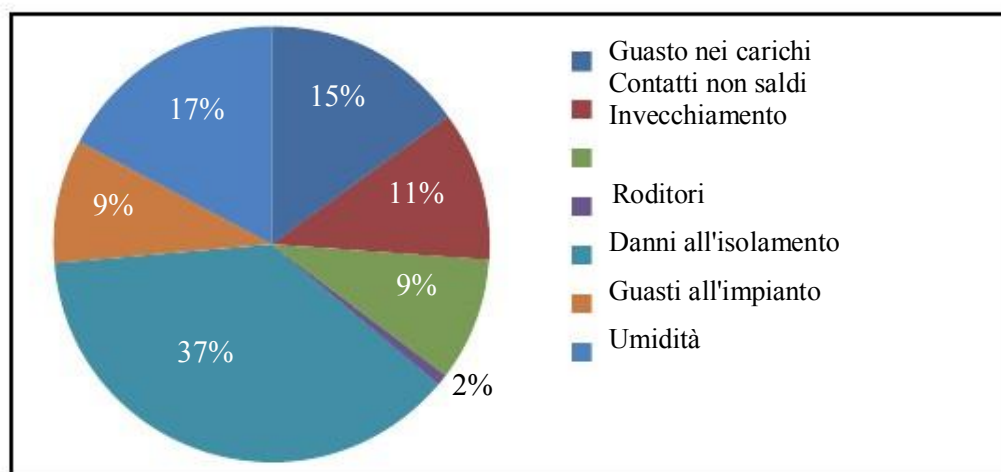


Figura 3: Danimarca: Statistiche d'incendio 2005 su 16.551 casi.

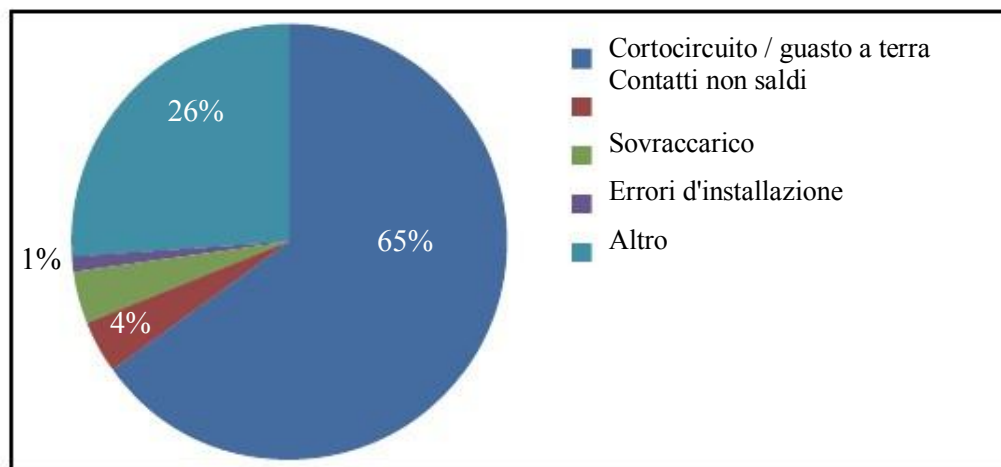


Figura 4: Finlandia: Statistiche d'incendio 2006 su 1.860 casi.

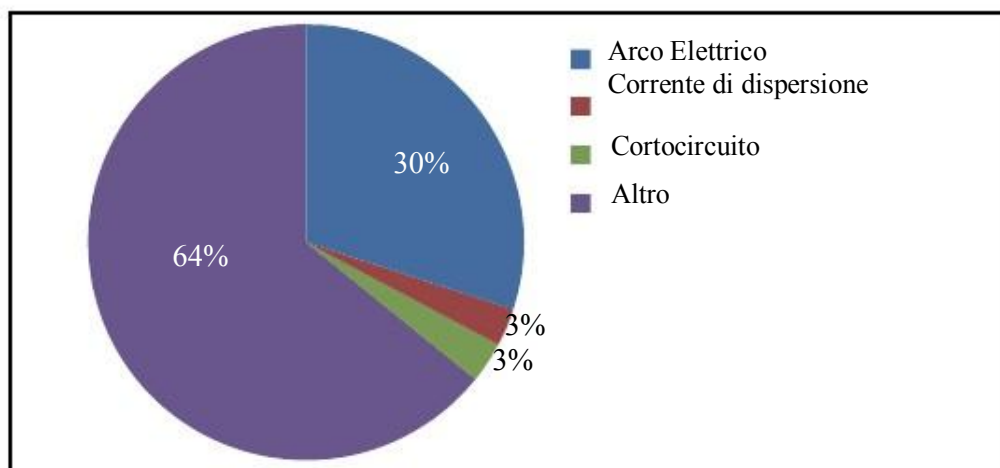


Figura 5: Norvegia: Statistiche d'incendio 2002 su 9.200 casi

Appare spesso difficile valutare le cause di un incendio a posteriori, in quanto le condizioni dello stabile e dell'impianto possono diventare non analizzabili. Negli USA è stato svolto un interessante studio, dove sono evidenziate tutte le anomalie riscontrate nei giorni precedenti all'incendio. Molte di esse sono potenziali cause della formazione di archi elettrici pericolosi.

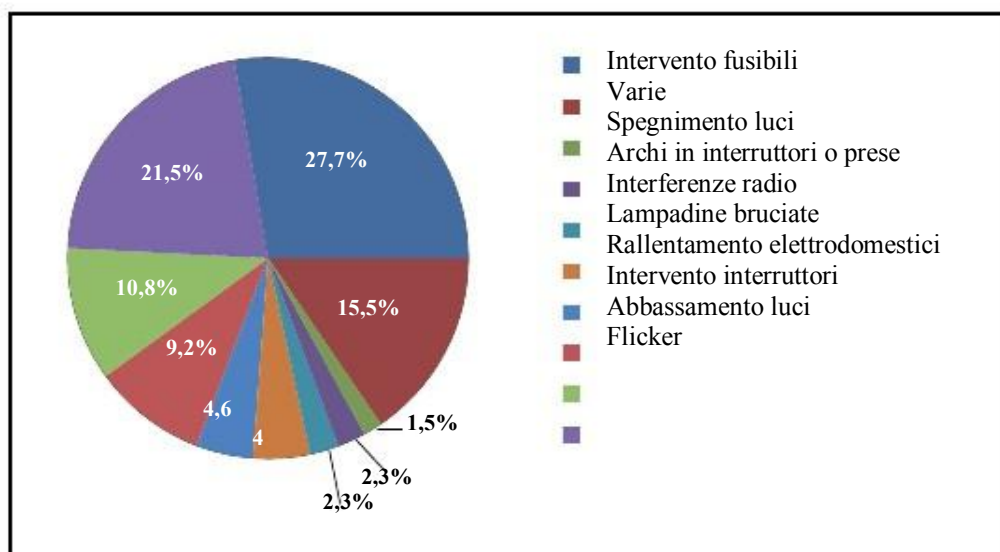


Figura 6: USA: Osservazione sui fenomeni riscontrati precedentemente all'innesco di incendi.

Le situazioni di guasto indicate dalle statistiche sono altrettanto evidenti nella pratica. Le seguenti anomalie e situazioni pericolose, sono spesso riscontrabili negli impianti elettrici e nei carichi collegati alle prese di alimentazione.

- a) Danneggiamenti all'isolamento: dovuti all'installazione di viti, chiodi o sistemi di fissaggio.

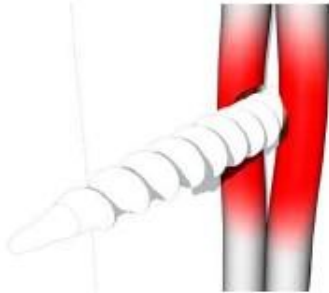


Figura 7: Viti o chiodi



Figura 8: Clip di fissaggio.

- b) Rottura dei cavi dovuta ad una non corretta installazione.



Figura 9: Rottura del cavo.

- c) Spine e cavi d'alimentazione sono spesso soggetti a forti sollecitazioni che potrebbero comprometterne la funzionalità.

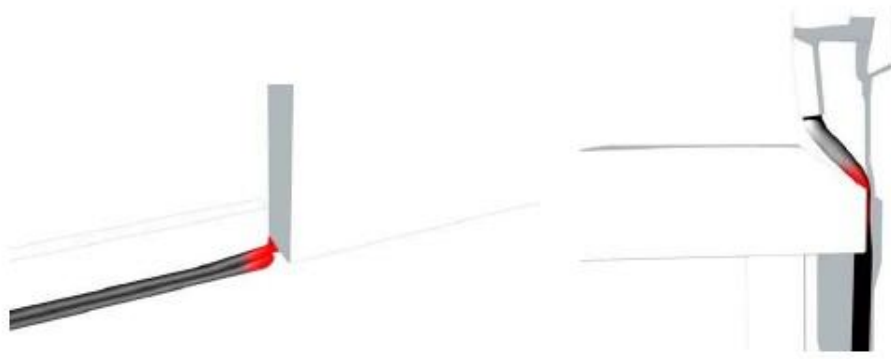
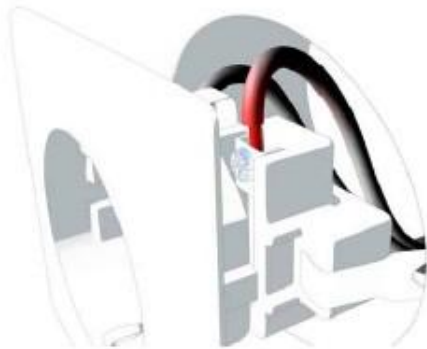


Figura 10: Schiacciamento dei cavi

- d) Nelle installazioni all'esterno, è possibile che si verifichino danni all'isolamento, dovuti alle condizioni atmosferiche all'esposizione ai raggi UV.

- f) I roditori sono spesso causa di guasti all'isolamento.

- g) Contatti non saldi, dovuti a un serraggio non corretto delle viti nei morsetti dei componenti.



- h) Oppure conduttori danneggiati dai sistemi di fissaggio delle prese.

Le statistiche d'incendio e i difetti evidenziati che, spesso sono presenti in tutti gli impianti elettrici, sono le principali motivazioni che hanno spinto Siemens a sviluppare un dispositivo destinato a rivoluzionare il concetto di protezione, l'unico in grado di rilevare guasti da arco elettrico. I dispositivi AFDD 5SM6 contribuiranno in misura importante alla riduzione degli incendi provocati da archi elettrici.

3. Dispositivi di protezione

3.1 Archi elettrici e dispositivi di protezione

I guasti da arco elettrico possono assumere diverse forme (vedi Fig. 11) in funzione di dove hanno origine. Verranno di seguito analizzate le varie potenziali situazioni di guasto e in relazione a queste il funzionamento dei dispositivi di protezione tradizionali (magnetotermici e differenziali).

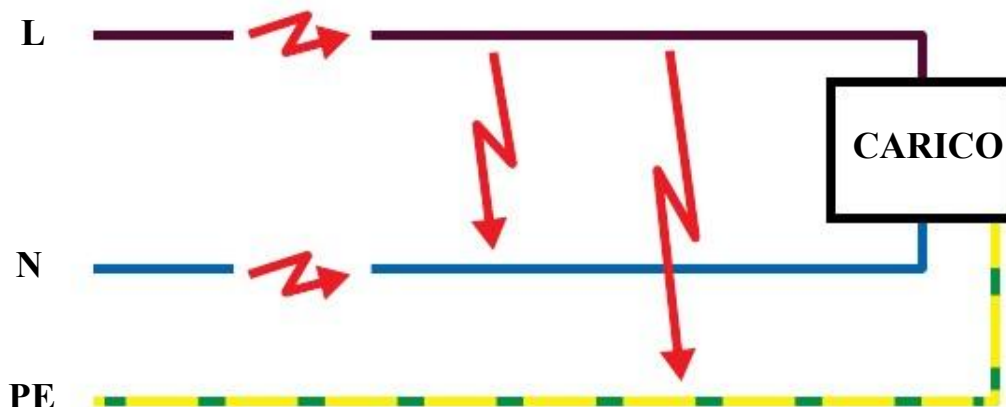


Figura 11: Tipologie di guasti da arco elettrico

a) Guasto da arco elettrico in parallelo

Guasti da arco in parallelo possono essere causati, ad esempio, dall'invecchiamento del materiale isolante o dalla presenza di impurità conduttive tra i conduttori di linea.

Guasti in parallelo tra il conduttore di fase (L) e il conduttore di protezione (PE)

La corrente scorre attraverso l'arco elettrico tra il conduttore di fase e il conduttore di terra. Questa tipologia di guasto viene protetta grazie all'impiego di un dispositivo differenziale, con corrente differenziale nominale di 300mA o inferiore. La protezione anticendio è tra le funzioni dell'interruttore differenziale, ed è espressamente richiesta in alcune situazioni (ad esempio, "premises exposed to a fire hazard", secondo IEC 60364-4-42; HD 384.4.482 S1).

I dispositivi di protezione dalle sovracorrenti in molti casi non offrono alcuna protezione, in quanto l'impedenza dell'anello di guasto potrebbero essere troppo elevata, per determinarne l'intervento. E' inoltre impossibile garantire l'intervento entro tempistiche sufficienti a limitare l'energia nel punto di guasto entro valori che garantirebbero la sicurezza.

Guasti in parallelo tra il conduttore di fase (L) e quello di neutro (N):

Gli interruttori differenziali in questo caso non sono adatti alla protezione, in quanto la somma vettoriale delle correnti circolanti sui conduttori attivi rimane nulla. I dispositivi di protezione da sovraccarico e cortocircuito, quali interruttori automatici e fusibili, potrebbero offrire protezione solo in determinate condizioni. L'intervento efficace di questi dipende dalle impedenze in gioco nel circuito guasto e dal valore della tensione d'arco; inoltre va verificato che la curva d'intervento tempo-corrente sia sufficiente a garantire che l'energia nel punto di guasto non superi la soglia di innesco. Alti valori di impedenza d'arco possono limitare l'efficacia delle protezioni (vedi anche paragrafo 6).

b) Guasto di arco elettrico in serie su conduttori attivi

In questo caso non abbiamo correnti di dispersione verso terra ed inoltre non si verificano incrementi della corrente di linea in quanto l'arco elettrico va ad aumentare l'impedenza globale del circuito. Sia gli interruttori differenziali, che i dispositivi di protezione dalle sovracorrenti risultano quindi inefficaci in presenza di un guasto di questa natura.

Riassumendo, si può affermare che nessun dispositivo tradizionale è in grado di offrire una protezione in caso di guasto da arco in serie, e che il livello di protezione in relazione ai guasti da arco in parallelo deve essere migliorato. Per colmare queste lacune di sicurezza, nel 2012 Siemens ha introdotto la nuova tecnologia AFDD per ampliare il concetto di sicurezza e garantire la massima efficacia di fronte ad ogni potenziale guasto.

3.2 Il nuovo concetto di protezione e prevenzione degli incendi

Come accennato in precedenza, i dispositivi di protezione per il rilevamento di guasti d'arco (AFCIs: Arc Fault Circuit Interrupter secondo UL 1699) sono stati introdotti negli Stati Uniti diversi anni fa e il loro impiego è ad oggi obbligatorio in tutti i circuiti terminali presenti in edifici residenziali. Nel mondo IEC, le normative si riferiscono a questi dispositivi di protezione denominandoli AFDDs (Arc Fault Detection Devices).

L'unità AFDD Siemens 5SM6 amplia il concetto esistente di protezione antincendio, basato solamente su interruttori differenziali e dispositivi di protezione dalle sovracorrenti. Per la ridurre il rischio d'incendio ed annullare il gap di sicurezza che esisteva tra le installazioni nel mondo Nord Americano e quelle in regime IEC è necessario affidarsi a questa nuova tecnologia.

La figura 12 mostra i dispositivi di protezione necessari ad offrire una protezione antincendio completa, confrontando quanto previsto dalle norme UL (es. USA) e quanto introdotto dalla nuova IEC (ad esempio in Germania, Italia).

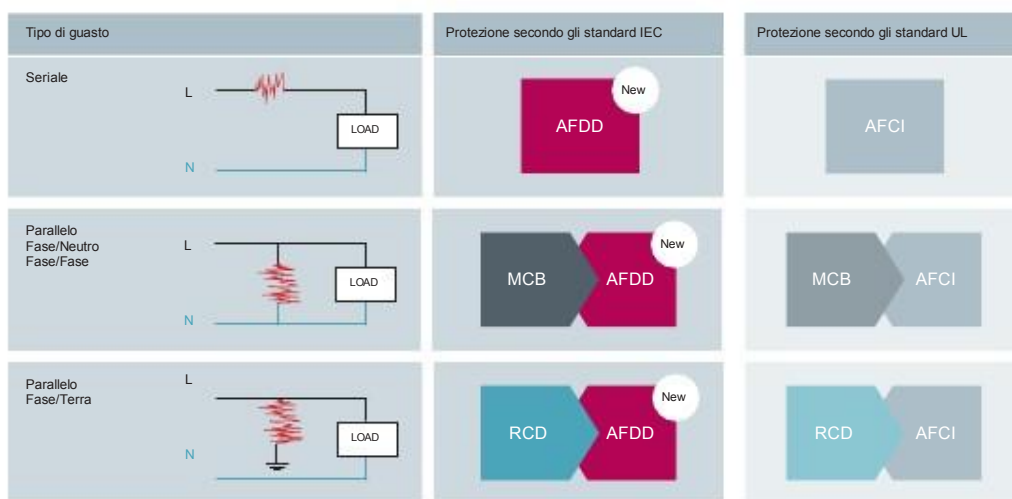


Figura 12: Tipologie di guasto e dispositivi idonei alla protezione.

- MCB: Interruttori Magnetotermici
- RCD: Interruttori Differenziali
- AFDD: Arc Fault Detection Device
- AFCI: Arc Fault Circuit Interrupter (USA)

Le proprietà degli archi elettrici e i meccanismi di funzionamento del 5SM6 verranno descritti nei paragrafi successivi.

4. Condizioni di innesco dell'arco

I cosiddetti "archi da contatto" (vedi figura 13) possono derivare da contatti diretti o indiretti tra parti metalliche in movimento o a bassa conducibilità. L'allontanamento di due parti metalliche che erano originariamente in contatto diretto tra loro (ad es. a seguito di vibrazioni o dilatazione termica), può dare origine ad archi elettrici che generano una forte dissipazione termica, portando alla fusione del materiale che risalda la connessione. Una volta giunti in questa situazione un ulteriore riscaldamento porterebbe alla rottura del legame fuso e alla creazione di brevi archi elettrici instabili. I risultati di questo processo sono alte temperature sulle parti metalliche, una forte ionizzazione dell'aria, continui inneschi e estinzioni dell'arco (ad ogni passaggio per lo zero). Il materiale combustibile nelle vicinanze (l'isolamento dei cavi) viene completamente carbonizzato.

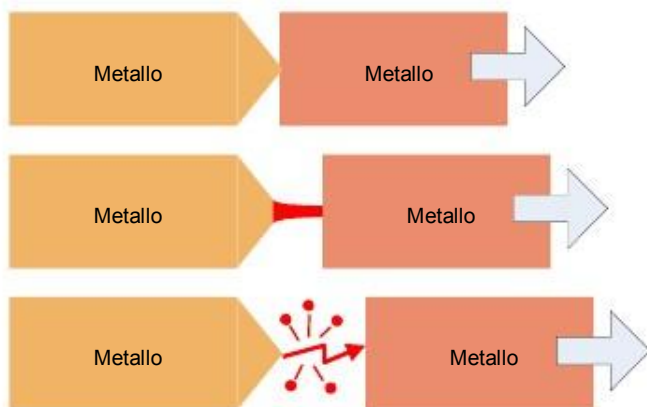


Figura 13: Arco da contatto

Se l'isolamento tra due conduttori attivi è danneggiato, è possibile che vengano a crearsi delle superfici conduttive, permettendo la formazione di archi in parallelo anche senza il contatto diretto tra i due metalli (vedi Fig. 14). Qualora i due conduttori siano separati con del materiale isolante è possibile che quest'ultimo possa perdere le sue proprietà dielettriche a causa di vari fattori: invecchiamento, agenti chimici, elevato carico termo-meccanico... Nel caso in cui questa condizione si verifici potrebbero innescarsi correnti di dispersione attraverso le superfici più danneggiate, il fenomeno potrebbe essere accentuato in presenza di sporco o fenomeni di condensa. Queste correnti portano spesso ad un forte riscaldamento localizzato che avvia la carbonizzazione dell'isolante. Una volta inibita la funzione del dielettrico è possibile la formazione di archi elettrici stabili. Il percorso carbonizzato tra i due conduttori consente all'arco di re-innescarsi facilmente dopo il passaggio della corrente per lo zero, il processo di riscaldamento continua fino a generale un incendio.

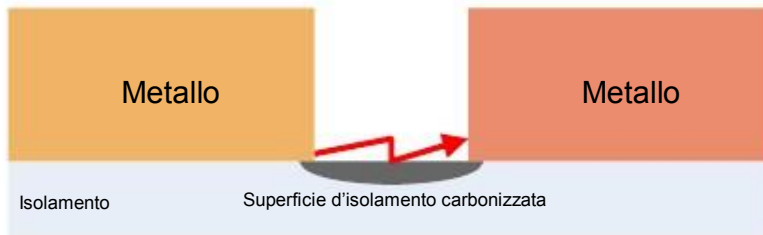


Figura 14: Arco elettrico su superficie isolante deteriorata.

L'innesco di un incendio provocato da un arco serie verrà di seguito descritto mediante l'esempio della costrizione di un cavo. La diminuzione della sezione utile genera un addensamento di corrente nel punto in cui il cavo è stato parzialmente tagliato dando origine ad una maggiore dissipazione di calore per effetto Joule. Questo aumento di temperatura provocherà il surriscaldamento del rame che ossida e intorno ai 6000°C avviando il processo di fusione (solitamente in prossimità della corrente di picco). Questo comporterà la formazione di un piccolo traferro in grado di determinare la formazione dell'arco elettrico. In corrispondenza del guasto, l'isolante avvierà il processo di carbonizzazione, al termine del quale, in presenza di un arco stabilizzato, è possibile che si generino incendi (vedi Fig. 15)

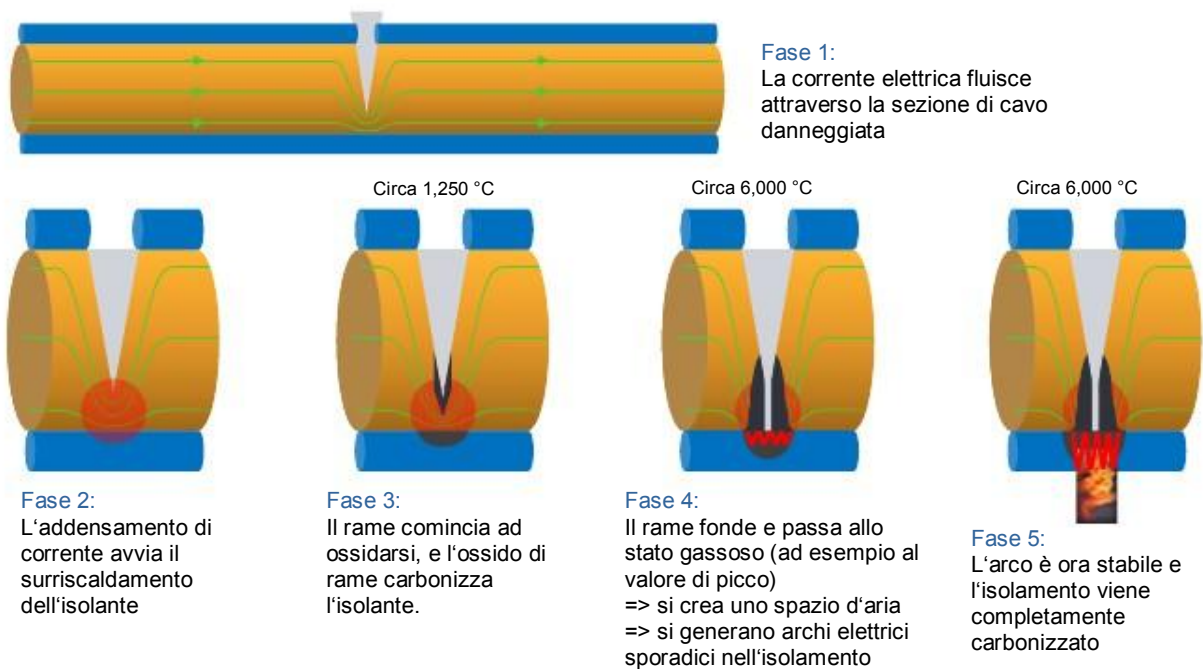


Figura 15: Esempio d'incendio a seguito di arco serie.

5. Analisi dei guasti con archi in serie.

Di seguito verranno esposti i risultati di alcuni test di laboratorio svolti simulando diverse configurazioni di guasto da arco in serie. Le prove sono state eseguite con tensione L-N di 230V e impiegando cavi di tipo NYM-J (il tipo di cavo più impiegato in Europa). I termini e le definizioni utilizzate sono:

- a) Arco: passaggio di corrente elettrica attraverso un mezzo isolante, che provoca anche la parziale evaporazione degli elettrodi. L'arco elettrico genera un forte rumore a banda larga ad alta frequenza.
- b) Stabilità d'arco: il rapporto della durata dell'arco nel tempo di osservazione e 100ms. La stabilità d'arco è sempre inferiore al 100% a causa delle estinzioni legate ai passaggi per lo zero della tensione alternata.
- c) Incandescenza (contatto incandescenza): una connessione non salda, a causa dello scarso contatto nel punto di passaggio della corrente va a riscaldare il materiale creando un forte bagliore. In questo caso non viene generato alcun rumore ad alta frequenza, il contatto a incandescenza può essere considerato come un'impedenza in serie.
- d) Prima fiamma: una fiamma che arde ininterrottamente per 5ms
- e) Fiamma significativa: una fiamma che arde ininterrottamente per 50ms
- f) Fiamma stabile: una fiamma che arde ininterrottamente per 500ms

5.1 Simulazione di guasto con corrente inferiore a 3A

Il primo grafico (energia) illustra l'andamento dell'energia durante il tempo di osservazione (vedi Fig. 16), sono rappresentati due valori. La curva nera rappresenta l'energia totale, che viene rilasciata nel punto di guasto principalmente sotto forma di calore e radiazioni; la curva rossa rappresenta invece l'energia totale dell'arco. La differenza tra le due curve è dovuto principalmente al fenomeno d'incandescenza.

Lo sviluppo dell'aumento dell'energia può essere diviso in due fasi:

Nella prima fase, la "fase di carbonizzazione" (settore giallo), non è possibile la generazione di un arco stabile, in quanto nel punto di guasto non è ancora avvenuta la carbonizzazione dell'isolante. E' possibile che si generino dei brevi archi solo quando la distanza tra le estremità dei conduttori è abbastanza bassa. Come risultato della bassa stabilità dell'arco (grafico inferiore), il valore medio della potenza è basso e l'energia totale aumenta lentamente. Durante la fase di carbonizzazione, il campione di cavo non presenta fiamma, ma l'isolamento in PVC subisce una continua carbonizzazione.

Nella seconda fase, la "fase d'innescò" (settore rosso), il punto di guasto è carbonizzato a sufficienza e la stabilità d'arco aumenta rapidamente fino all'80%. L'arco diventa molto stabile, l'energia aumenta rapidamente, e comincia la formazione della fiamma (penultimo grafico).

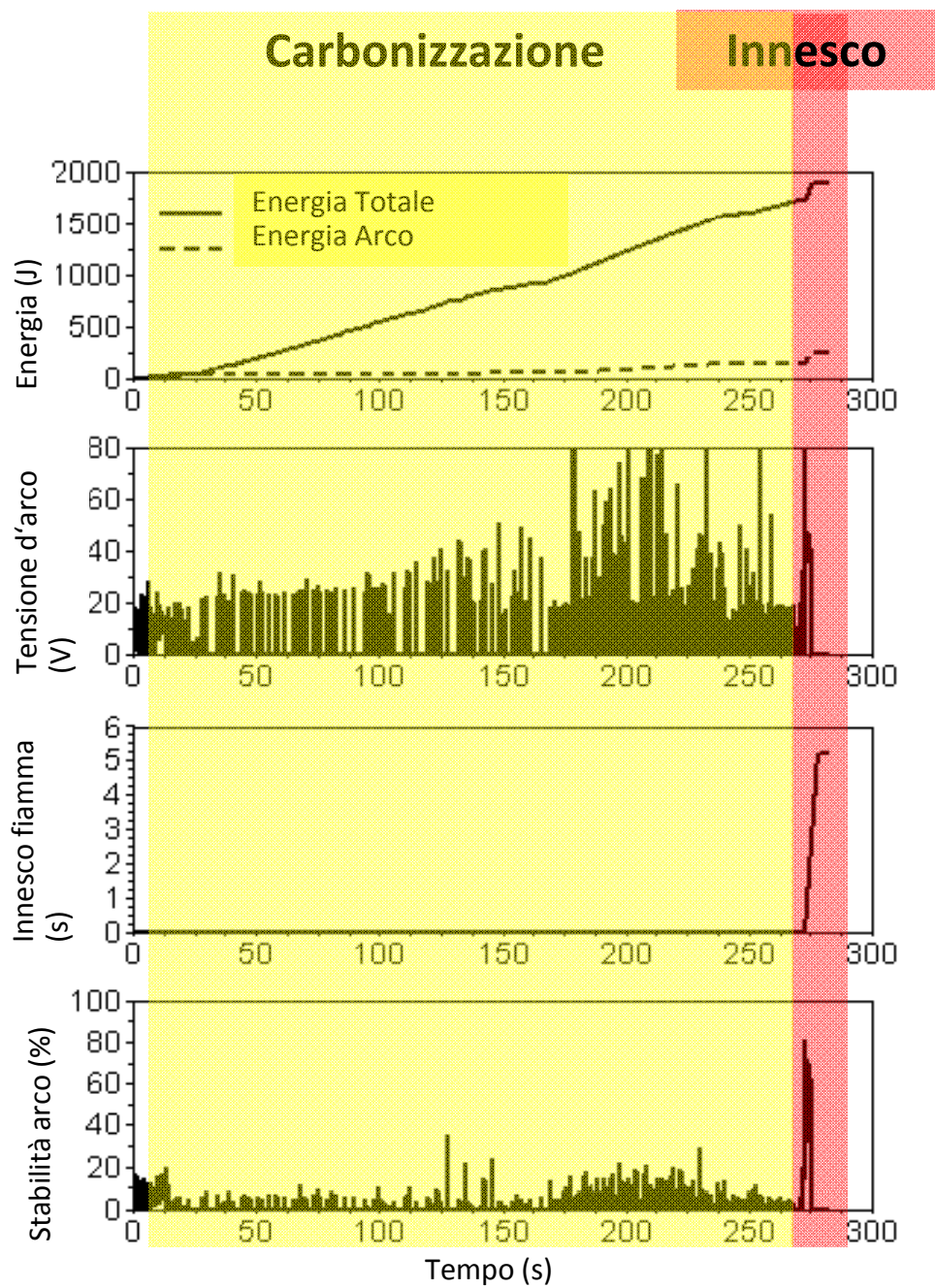


Figura 16: Simulazione di arco serie 2 A / 240 V

5.2 Simulazione di guasto con corrente tra 3A e 10A

I grafici possono essere divisi in due fasi (carbonizzazione ed innesco) anche per correnti superiori, fino a 10A (vedi Fig. 17). Ancora una volta la stabilità dell'arco è inizialmente molto bassa perché l'isolamento nel punto del guasto non è ancora carbonizzato. Come risultato della bassa stabilità dell'arco, il valore medio della potenza è basso e l'energia totale aumenta lentamente, e in tal modo il campione di cavo non risulta interessato da fiamma.

Dopo un tempo molto più breve rispetto al caso precedente, l'isolante viene carbonizzato a sufficienza e la stabilità d'arco aumenta rapidamente fino ad oltre il 90%. L'arco diventa molto stabile, l'energia aumenta rapidamente. Dopo pochi secondi l'isolamento non è più in grado di sopportare il calore e si forma la fiamma.

Durante questa prova la tensione dell'arco è molto bassa, circa 15 V - 30 V (questo è tipico di un arco seriale che di fatto può innescarsi soltanto se la distanza tra le due estremità conduttive è molto piccola).

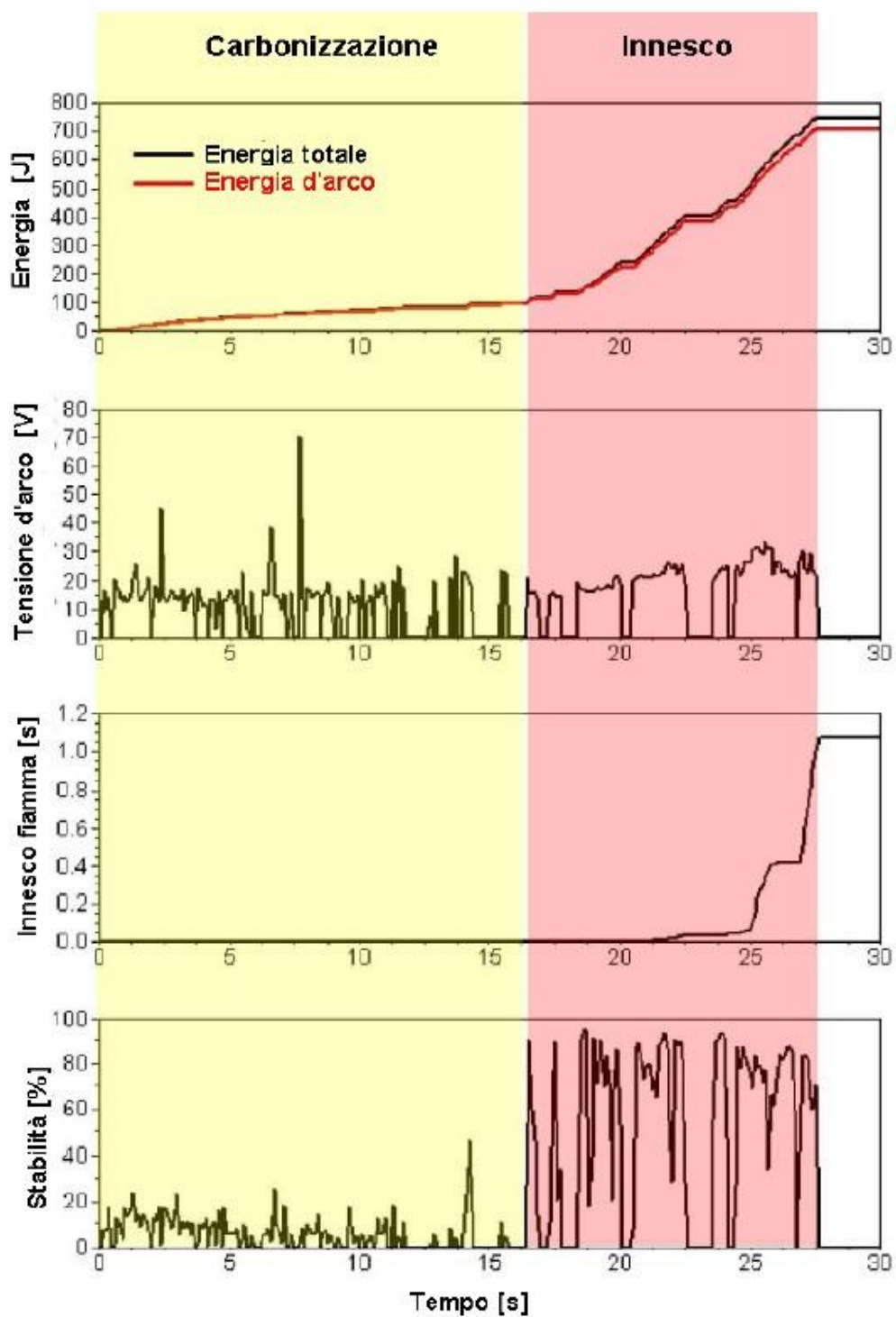


Figura 17: Simulazione di arco serie 5 A / 240 V

5.3 Simulazione di guasto con corrente superiore a 10A

In questo range di corrente assorbita, la potenza dell'arco è così alta che la fiamma si innesca molto rapidamente e senza fase di carbonizzazione. Gli archi da elevata potenza sono in grado di vaporizzare il materiale carbonizzando direttamente l'isolante senza dover formare la pista di carbonio, prima impiegata per l'innesco.

Per contro gli archi seriali ad alta potenza, inoltre, possono essere in grado di saldare le due parti conduttive in rame, andando a ripristinare la continuità elettrica nel punto di guasto ("guarigione"), risultando quindi meno pericolosi.

5.4 Impatto della corrente del carico sulla possibilità d'innesco d'incendio

Sono state condotte delle prove d'innesco d'incendio con correnti di carico variabili da 1A a 32A. Nelle seguenti figure sono mostrati i valori medi rilevati su 100 prove.

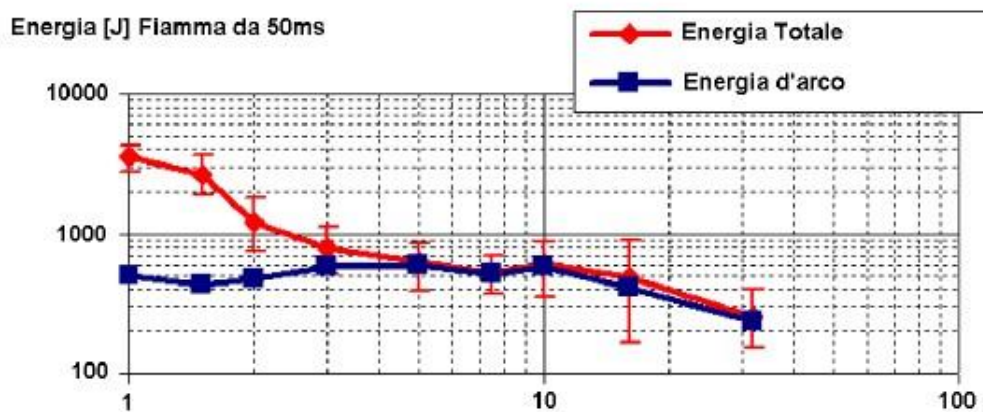


Figura 18: Energia d'innesco in funzione della corrente di carico.

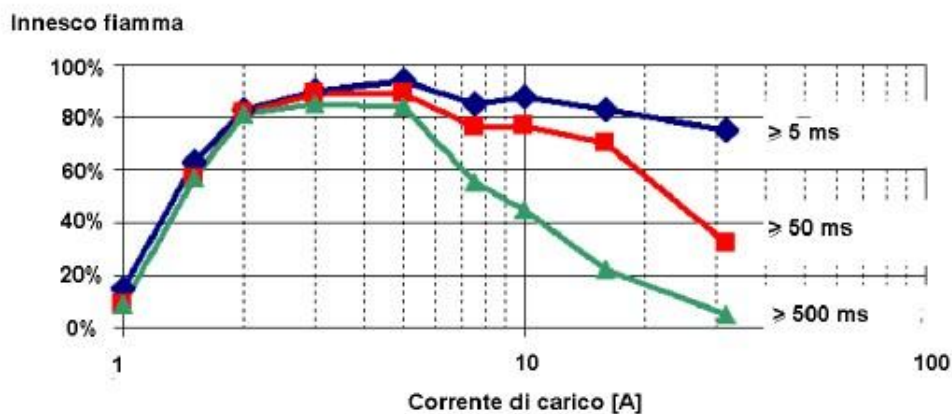


Figura 19: Tempi d'innesco in funzione della corrente di carico.

Per correnti basse (inferiori a 3A), l'energia totale, nel punto di guasto, che deve essere utilizzata (principalmente dissipata in calore e radiazioni) per la formazione della fiamma è significativamente maggiore (2-3 volte) rispetto all'energia rilasciata dall'arco. Sotto i 2 A, anche un arco stabile difficilmente ha potenza sufficiente per innescare la fiamma, si riduce di molto la possibilità d'incendio.

La probabilità di formazione di guasti da arco è maggiore nella fascia media (da 3A a 10A), che è anche il range d'assorbimento degli elettrodomestici più comuni. Qui l'energia dell'arco è quasi pari all'energia elettrica totale. In questo intervallo medio di corrente, la quantità di energia necessaria per innescare un cavo in PVC non dipende dalla corrente di carico e si trova relativamente costante a circa 450 Joule. Qui la presenza di prima fiamma e fiamma significativa si riscontra nell'80% dei casi.

Nell'intervallo superiore (10A), la potenza dell'arco è così alta che le fiamme si verificano molto rapidamente e senza carbonizzazione. Pertanto, fiamme significative e stabili si verificano più raramente. Una ragione di ciò è che la vaporizzazione del materiale carbonizzato, impedisce la formazione di un percorso di carbonio. La probabilità di fiamme stabili scende al di sotto del 5%. Analogamente, la stabilità dell'arco diminuisce per correnti di carico elevate, non permettendo il verificarsi di accensioni affidabili. Inoltre, gli archi seriali ad alta potenza, a volte, possono creare un giunto fuso tra le due estremità risanando il guasto autonomamente. Anche se la formazione di archi stabili, sopra 10 A, è molto rara, le fiamme brevi e potenti che possono verificarsi in questo range di corrente, rappresentano un grave pericolo.

6. Analisi dei guasti con archi in parallelo

6.1 Considerazioni base

A differenza del guasto da arco in serie, per cui l'unico dispositivo di protezione è l'AFDD, i guasti da arco in parallelo possono essere rilevati, a determinate condizioni, anche da parte dei dispositivi di protezione tradizionali, quali: interruttori differenziali, magnetotermici o fusibili (vedi Sez. 3 e Fig. 12).

Per valutare l'eventuale intervento dei dispositivi di protezione da sovracorrente, in presenza di archi elettrici in parallelo, è necessario prendere in considerazione le condizioni del sistema e i valori delle impedenze in gioco. Di seguito, verranno analizzate le curve d'intervento dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (magnetotermici e fusibili) al fine di verificare in quali casi possono non essere sufficienti per garantire un'adeguata protezione antincendio.

La figura 20 mostra il tipico andamento temporale di corrente e tensione a seguito di un guasto da arco in parallelo.

Come si può osservare ci sono due possibili criticità (segnalate in blu) che possono inibire l'intervento delle protezioni standard. Nel primo caso, un'elevata tensione d'arco in combinazione ad un'alta impedenza di sistema può dare luogo a una corrente di guasto inferiore alla soglia di intervento magnetico dell'interruttore automatico. Nel secondo caso, dato che l'arco per sua natura tende ad estinguersi ad ogni passaggio per lo zero, può essere che per uno o più periodi non si inneschi andando a raffreddare la termica dell'automatico o l'elemento interno del fusibile, inibendoli..

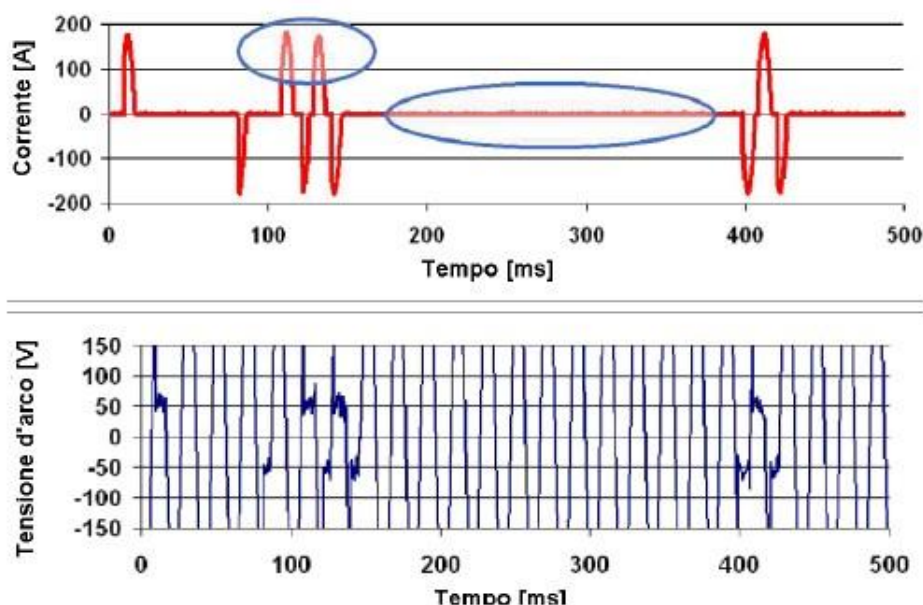


Figura 20: Curve di corrente e tensione per un guasto da arco in parallelo.

E' importante notare che la prima situazione può essere molto pericolosa, in quanto una corrente di circa 100A, alla tensione d'arco di circa 60V, potrebbe dar luogo ad una potenza di diversi kW (ad esempio con 100A, 60V avremmo una potenza d'arco di 6kW) concentrata nel punto di guasto, che porterebbe ad un rapido innesco del materiale isolante, qualora non sia garantito l'intervento istantaneo delle protezioni..

6.2 Modalità d'intervento dei dispositivi di protezione da sovracorrente.

Da analisi effettuate sul campo, in uffici e abitazioni, l'entità delle correnti di guasto, rilevate sui carichi, risulta essere compresa tra 150 A e 500 A. La soglia di intervento magnetico (entro i 100ms) degli interruttori automatici C16, usati abitualmente in Italia per la protezione dei circuiti prese, è di 160A e quindi può in molti casi essere una protezione efficace. In Germania le abitudini installative sono diverse, avendo la rete di distribuzione TN anche nelle abitazioni, vengono solitamente impiegati automatici in curva B, cui spesso viene demandata anche la protezione dai contatti indiretti, questa situazione sarebbe migliorativa in quanto un B16 ha la soglia magnetica ad 80A e garantirebbe un protezione maggiore.

Qualora il guasto dovesse verificarsi all'interno dell'impianto elettrico (e non sul carico), la situazione migliorerebbe in quanto, data la minore impedenza, avremo una corrente di guasto maggiore e quindi più facile da individuare.

Se il guasto invece avviene in carichi lontani dalla presa (esempio: nel caso in cui vengano utilizzate delle prolunghe) l'impedenza del circuito aumenta e l'entità di un eventuale guasto diminuisce; inibendo l'intervento dell'interruttore automatico e andando quindi ad annullare la sua funzione di protezione.

In ogni caso, un'elevata tensione d'arco potrebbe portare ad una riduzione della corrente di guasto, impedendo il rapido intervento del magnetotermico.

Allo stesso modo, i tempi d'intervento dei fusibili possono essere troppo lunghi per garantire una adeguata protezione antincendio, in funzione delle criticità sopracitate.

I dispositivi di protezione da sovracorrente possono funzionare solo quando le potenziali correnti di guasto si trovano al di sopra della curva di intervento del dispositivo.

La Figura 21 mostra le curve di intervento relative agli interruttori automatici caratteristiche B, C e D, come pure la curva di intervento dell'unità 5SM6 AFD. I tempi di intervento delle unità AFDD offrono una protezione supplementare migliorativa contro i guasti d'arco parallelo in alcune aree. Come già citato, solo l'unità AFDD 5SM6 è in grado di fornire protezione contro i guasti da arco serie, i magnetotermici non sono adatti in questi casi.

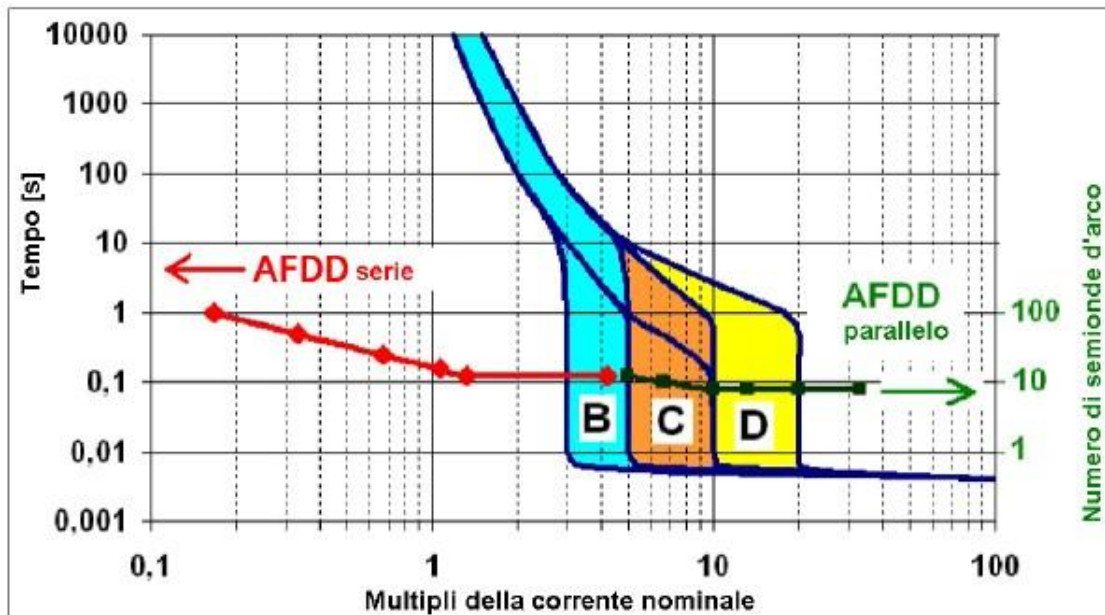


Figura 21: Protezione con interruttori automatici ($I_n=16A$)

La Figura 22 mostra la curve di intervento di un fusibile gL e la curva di intervento del AFDD 5SM6. È ancora evidente che i tempi di intervento delle unità AFDD offrono una protezione complementare e migliorativa contro guasti da arco in parallelo. Analogamente, è ancora una volta evidente che soltanto le unità AFDD in grado di fornire una protezione efficace contro i guasti d'arco di serie..

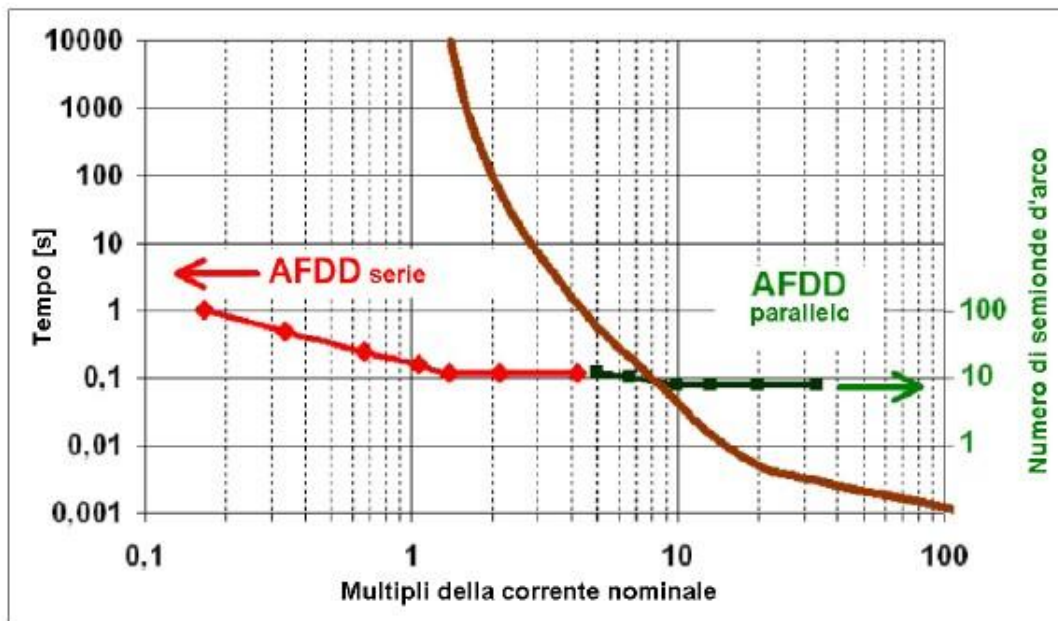


Figura 22: Protezione con fusibili classe gL (In=16A)

6.3 Conclusioni

Le Figure 21 e 22 mostrano che i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti possono fornire, nella maggior parte dei casi, una sufficiente protezione contro i guasti d'arco parallelo. Tuttavia, le unità AFDD, grazie a tempi d'intervento più rapidi, completano e migliorano la protezione, garantendo l'intervento anche in presenza di guasti particolari.

Il vantaggio principale dell'impiego dell'unità AFDD 5SM6 è la protezione contro i guasti da arco in serie ma, dati i tempi di risposta di MCB e fusibili, studiati per la protezione linea, il 5SM6 rappresenta sicuramente un valido dispositivo per realizzare una migliore la protezione antincendio anche dai guasti da arco in parallelo.

7. Individuazione dei guasti da arco elettrico.

7.1 Struttura interna del l'AFDD 5SM6

La Figura 23 mostra lo schema su cui è basato il funzionamento dell'AFDD 5SM6, per il rilevamento dei guasti da arco elettrico nei conduttori attivi dell'impianto. Il conduttore di fase passa attraverso due sensori separati: un sensore di corrente per rilevare il comportamento alla frequenza di rete e un sensore di segnale HF per analizzare il segnale ad alta frequenza. I segnali raccolti vengono poi inviati ad un unità elettronica analogica che ha il compito di preparare i segnali per l'elaborazione finale da parte del microcontrollore.

Il segnale di corrente viene scansionato dal toroide HF nel range 22 - 24 MHz. In seguito, si farà riferimento alla potenza d'arco relativa ad una frequenza e ad una larghezza di banda stabilita, con l'acronimo RSSI (Received Signal Strength Indication). Quando il microcontrollore vedrà configurarsi un segnale conforme ad una condizione di guasto, andrà a generare un segnale di apertura, disconnettendo il circuito. Nel caso dell'unità AFDD 5SM6, è previsto un dispositivo meccanico in grado di azionare i contatti di potenza dell'interruttore magnetotermico o magnetotermico differenziale, cui è accoppiato.

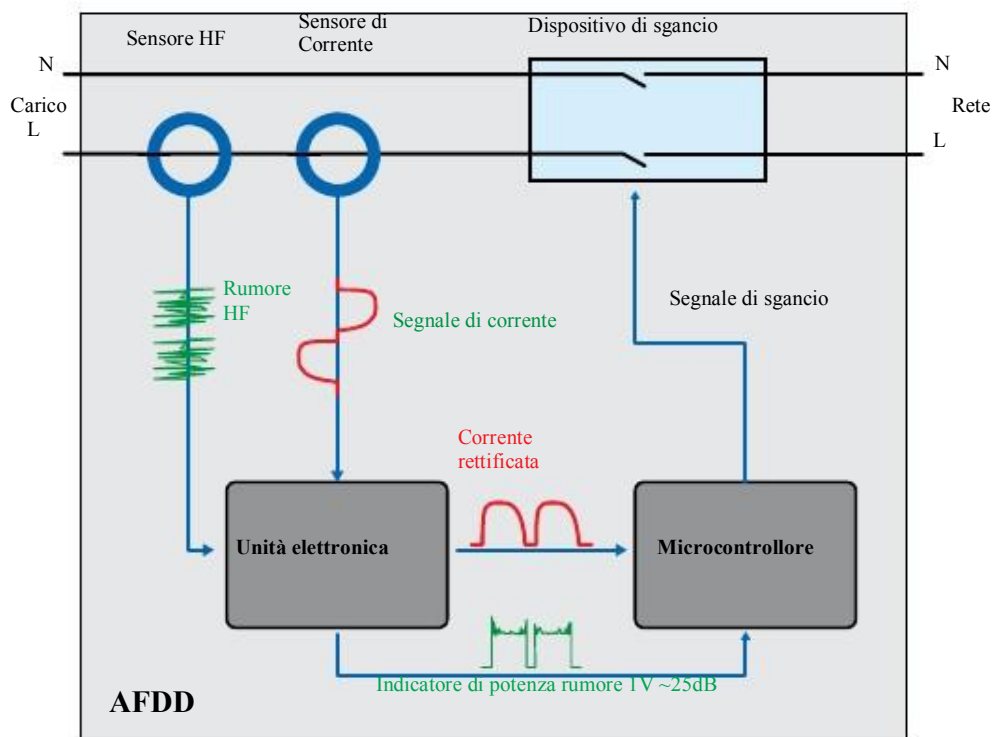


Figura 23: Struttura interna del AFD 5SM6

7.2 Individuazione del guasto da arco in serie

La rilevazione dei guasti da arco in serie occupa circa l'80% dell'algoritmo globale di calcolo implementato dal microcontrollore, mentre il restante 20% è dedicato all'individuazione dei guasti da arco in parallelo. L'individuazione di guasti da arco in serie (vedi Fig. 24) si basa sull'analisi del valore RSSI. La derivata $dRSSI / dt$ viene utilizzata per calcolare un segnale di riferimento che viene considerato in modulo $|dRSSI / dt|$ (in quanto ha picchi negativi in corrispondenza del passaggio per lo zero della corrente). Affinché l'indicatore di guasto vada ad incrementarsi occorre che siano verificate due condizioni:

- Segnale di riferimento > valore limite G4 e
- RSSI raggiunge almeno la soglia di G2.

Non appena l'indicatore di guasto supera il valore limite G5, il microcontrollore invia il segnale di sgancio per l'apertura del dispositivo di protezione collegato al 5SM6.

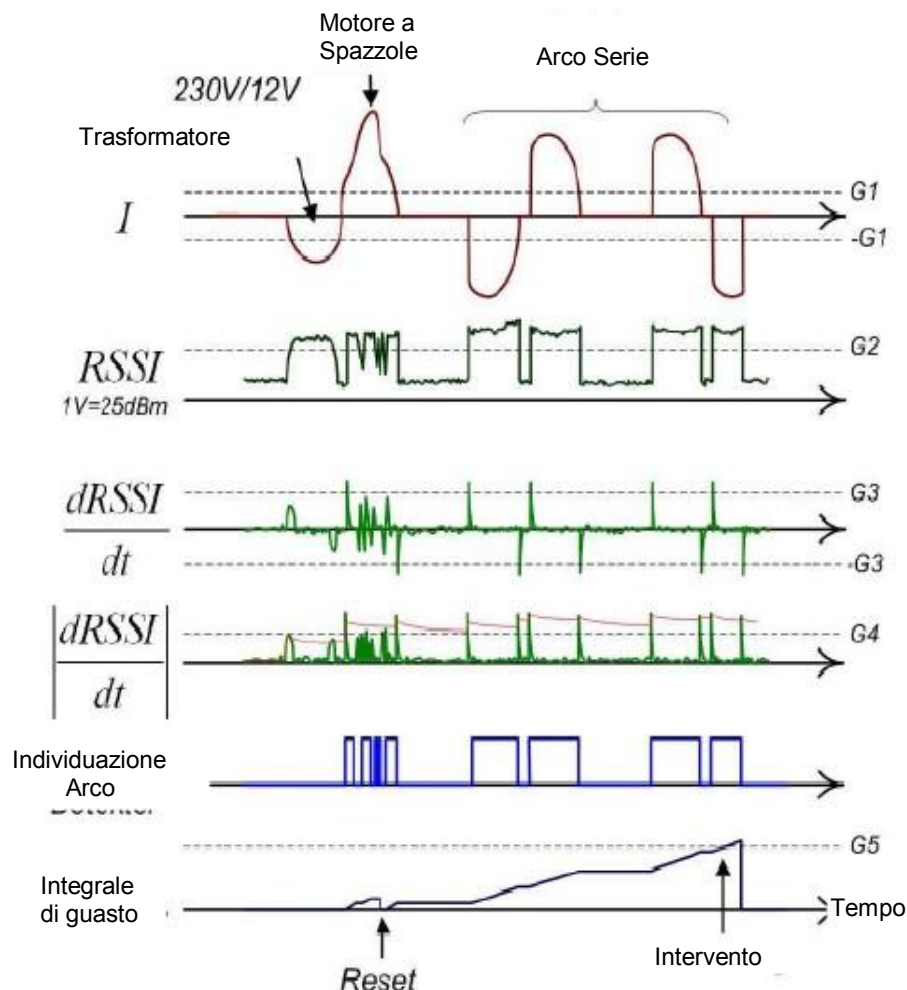


Figura 24: Processo di analisi del segnale per l'identificazione di guasti da arco serie

Per evitare scatti intempestivi del dispositivo, è essenziale distinguere gli archi funzionali (es. motori a spazzole) e altre forme di disturbo armonico (es. gli alimentatori elettronici) dai guasti potenzialmente pericolosi.

I due carichi sopracitati, per altro molto diffusi in tutte le abitazioni, sono in grado di generare dei segnali molto simili a quelli che caratterizzano un guasto da arco in serie. L'algoritmo che è alla base del 5SM6 è in grado di discernere le due situazioni evitando l'intervento in presenza di carichi disturbanti (in figura è evidenziato il reset dell'indicatore di guasto).

7.3 Individuazione del guasto da arco in parallelo

Gli archi elettrici in serie e in parallelo sono profondamente differenti tra loro e vengono analizzati seguendo un'altra logica. La Figura 25 rappresenta un esempio di analisi del segnale per l'identificazione di guasto da arco in parallelo.

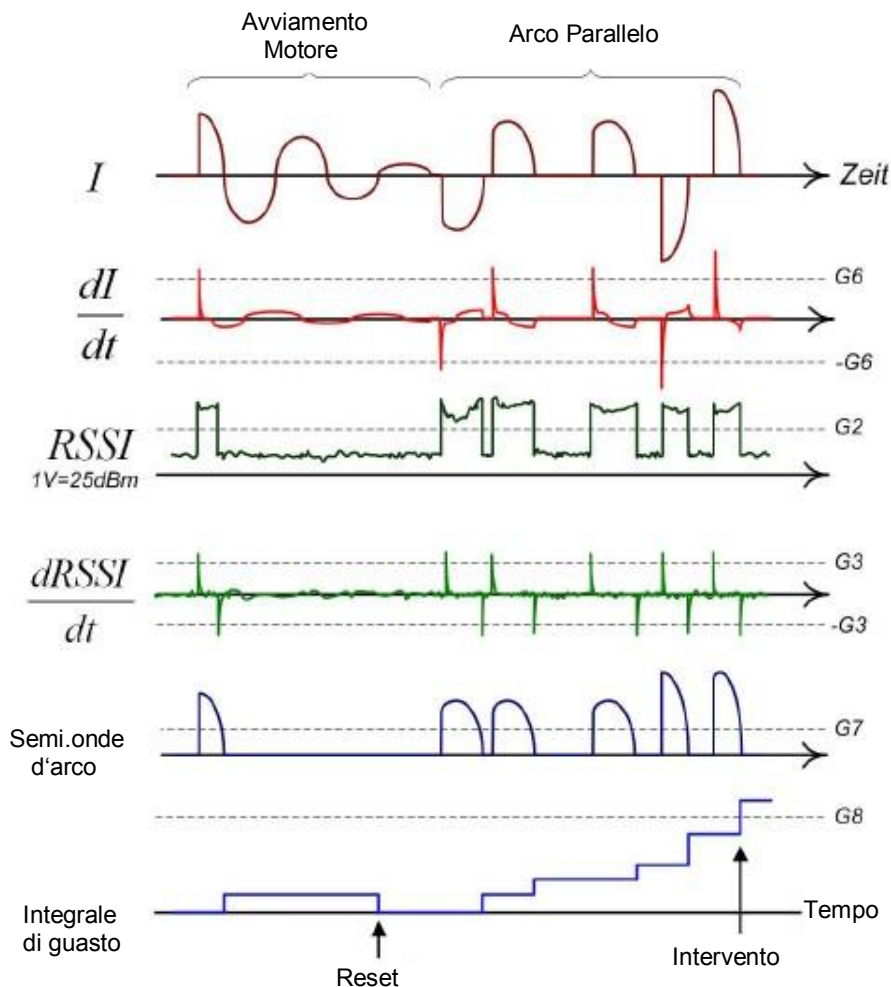


Figura 25: Processo di analisi del segnale per l'identificazione di guasti da arco parallelo

Il lavoro di calcolo richiesto al microcontrollore per rilevare guasti da arco in parallelo è relativamente piccolo rispetto all'algoritmo globale, ma questo soltanto perché alcune delle variabili di segnale sono già state analizzate per l'individuazione degli archi in serie.

L'algoritmo per il rilevamento dei guasti da arco in parallelo calcola non solo $dRSSI / dt$, ma anche la derivata della corrente di / dt . La funzione di rilevamento archi in parallelo non si attiva fino a quando il valore di di / dt supera il valore di soglia G6. Inoltre se è verificata anche la condizione $RSSI > \text{limite G2}$, il segnale deve essere interpretato come una corrente d'arco e l'indicatore di guasto verrà incrementato di un valore proporzionale alla corrente. Se passa del tempo senza che si verifichi un altro arco, l'indicatore di guasto sarà diminuito nuovamente.

Quando un numero sufficiente di semionde sono interessate da archi elettrici, l'indicatore andrà a superare la soglia G8 ed il microcontrollore invierà il comando di sgancio tramite il collegamento meccanico al dispositivo di protezione abbinato al 5SM6

7.4 Prevenzione degli scatti intempestivi

Affinché un dispositivo di protezione venga universalmente accettato è necessario che, oltre a svolgere in modo ottimale la sua funzione protettiva, garantisca anche la completa immunità agli scatti indesiderati. Per l'unità AFDD questo significa che deve distinguere inequivocabilmente i guasti da arco, per cui è richiesta la disconnessione entro limiti definiti, e gli archi operativi che caratterizzano molti carichi elettrici, per i quali non deve verificarsi alcun intervento del dispositivo di protezione.

Gli esempi riportati in Figura 26 mostrano una serie di carichi elettrici caratterizzati dalla presenza di componenti ad alta frequenza nella forma d'onda di corrente assorbita, e che - soprattutto nel caso dei motori a spazzole (es. un trapano) - possono risultare molto simili ad un guasto da arco.

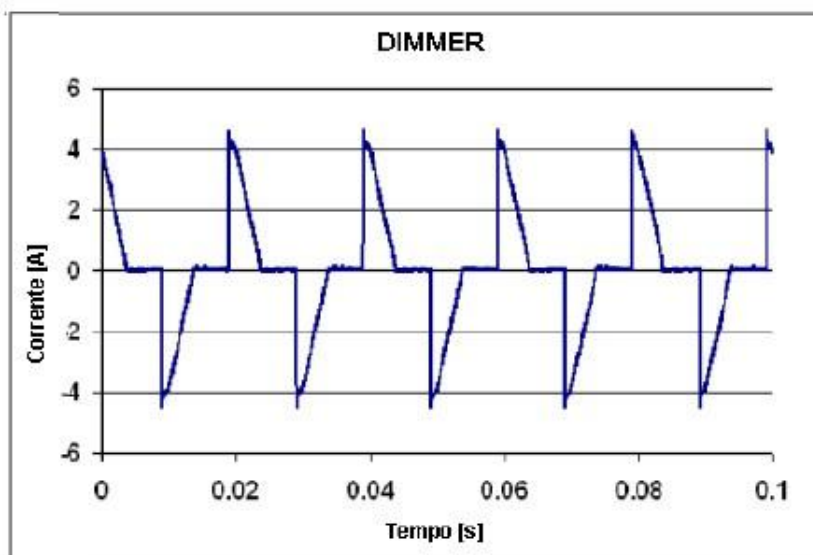
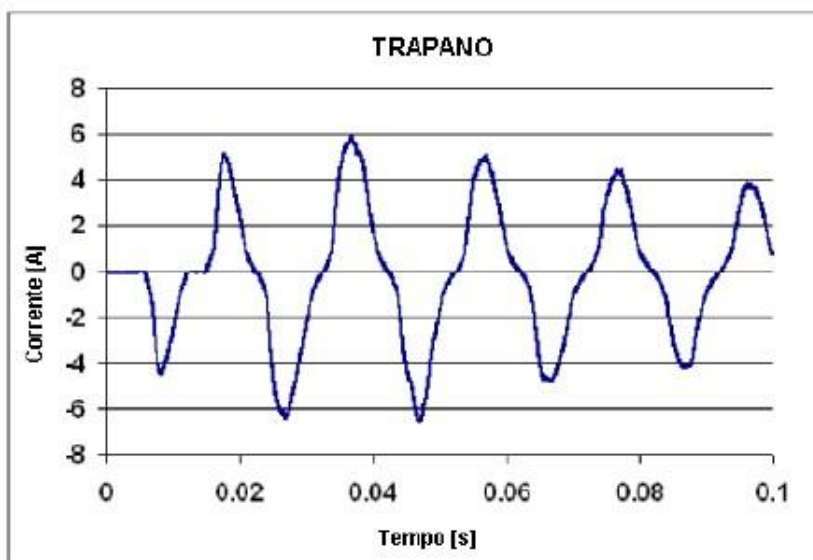
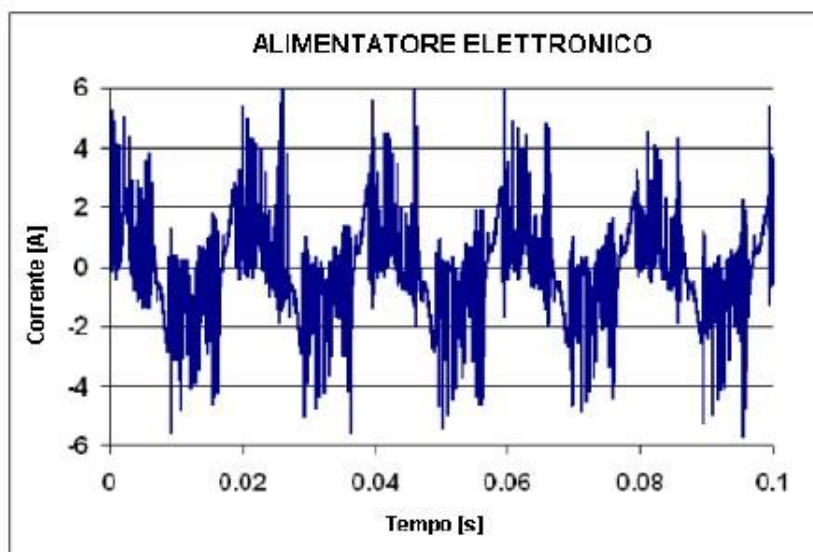


Figura 26: Esempio di carico elettrico con assorbimenti in alta frequenza

Altre situazioni di funzionamento che potrebbero generare scatti intempestivi sono:

- correnti di spunto delle lampade fluorescenti
- archi elettrici sui contatti del termostato, degli interruttori della luce, delle prese.

Queste situazioni non devono essere causa di intervento, così come non deve essere fonte di scatti intempestivi la presenza di un arco elettrico nei circuiti adiacenti a quello sorvegliato dal 5SM6.

Per definire in modo corretto ed inequivocabile il guasto da arco, l'algoritmo del microcontrollore analizza diversi fattori (vedi Fig. 27)

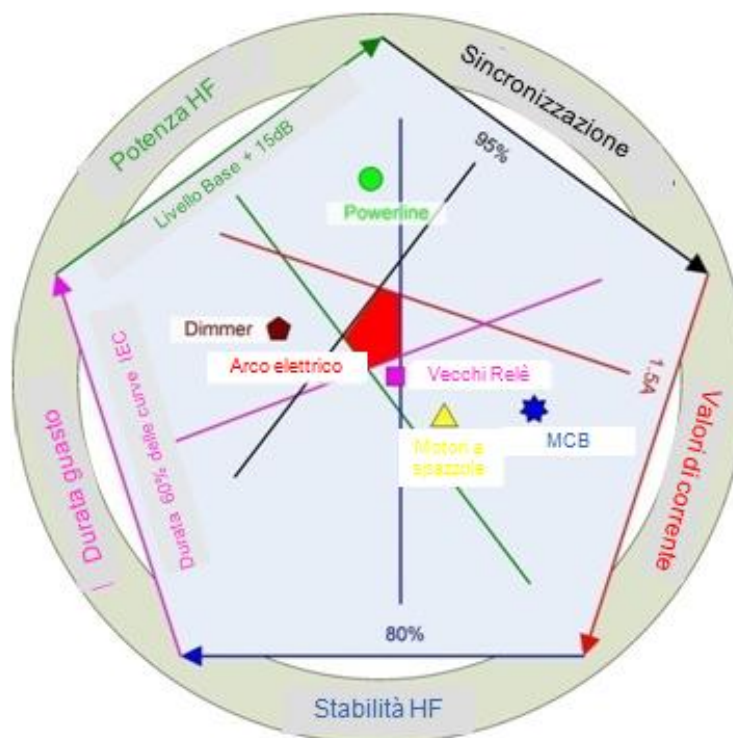


Figura 27: Algoritmo dei criteri d'intervento.

Se l'analisi dei fattori elencati in Figura 27, da parte del microcontrollore, rivela che il segnale non si trova nella zona rossa ("guasto da arco"), la decisione sarà "non intervenire", in quanto il segnale identificato rappresenta solamente lo stato operativo di un carico elettrico.

Per una maggiore affidabilità contro interventi intempestivi, l'algoritmo considera anche la presenza di rumore di fondo ad alta frequenza, presente nell'impianto elettrico.

La Figura 28 mostra l'analisi in frequenza tipica di un impianto elettrico residenziale, si notano degli elevati valori del rumore di fondo, soprattutto nel campo di frequenza 15-18 MHz. Anche in funzione di questo, si è scelto di far lavorare i 5SM6, nel range 22-24 MHz. Questo range di frequenza mostra un rumore particolarmente piccolo e si evidenzia una grande differenza di livello tra rumore di fondo e rumore arco.

HF potenza
(dBm/300kHz BB)

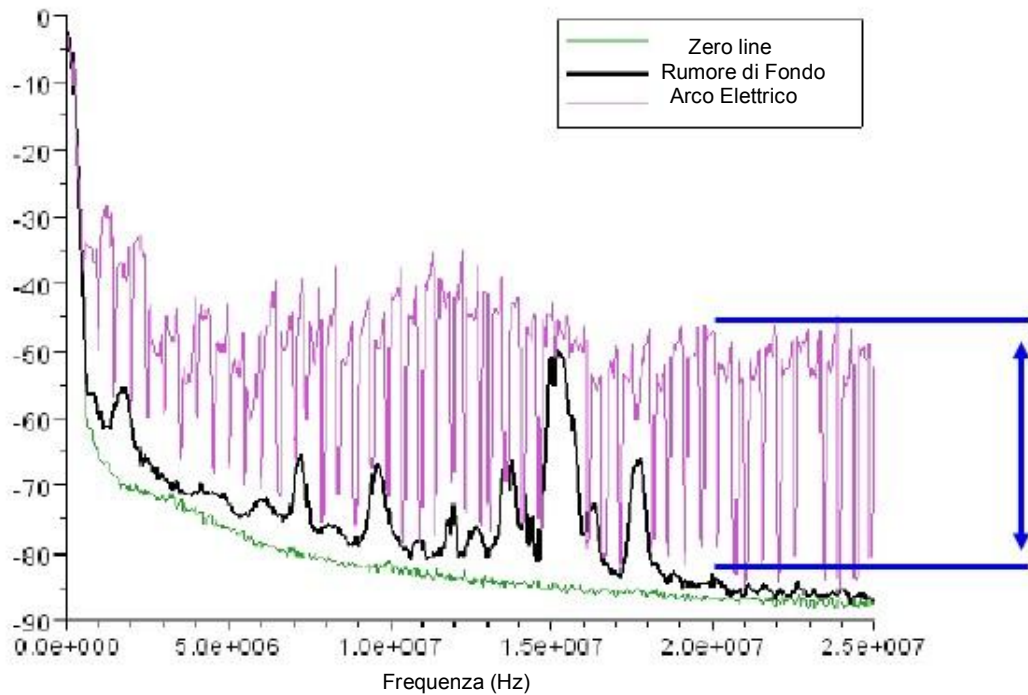


Figura 28: Analisi ad alta frequenza, rumore di fondo e rumore d'arco.

I parametri di analisi e i criteri descritti si basano sulla pluridecennale esperienza con la tecnologia AFCIs negli Stati Uniti e su specifiche indagini di laboratorio e simulazioni complete. L'applicabilità dei risultati in condizioni pratiche è stata confermata in numerosi test sul campo, che Siemens ha condotto nei due anni precedenti al lancio sul mercato del primo dispositivo AFDD.

8. Requisiti tecnici e situazione normativa

8.1 Principi generali

Lo standard IEC 60364-1 / HD 60364-1 definisce il campo di applicazione, le finalità e i principi da applicare per la realizzazione degli impianti a bassa tensione. Nella Sezione 131.3 "Protection against thermal effects" è richiesto che il sistema elettrico venga progettato in modo tale per cui non presenti alcun rischio di accensione di materiale combustibile come risultato di alta temperatura o di un arco. Questo può solo significare che va prevista la protezione anche dai pericoli che possono derivare dalla formazione di archi elettrici. In passato, nessun dispositivo di protezione risultava adatto allo scopo; da oggi, grazie ai nuovi AFDD è possibile garantire questa funzione.

8.2 Normativa di prodotto

La nuova CEI EN 62606 pubblicata in versione bilingue (italiano / inglese) nell'agosto del 2014 è la norma di prodotto per tutti i dispositivi AFDD.

L'unità AFDD 5SM6 è stata sviluppata e certificata (con marchio di qualità VDE) in conformità a questo standard. La norma descrive i requisiti e i test richiesti, ad esempio capacità di apertura, riscaldamento, compatibilità elettromagnetica, .. come avviene per tutti gli altri dispositivi di protezione (RCD ed MCB).

Sono descritti dei dispositivi speciali di test atti a verificare il funzionamento degli AFDD in relazione a guasti da arco seriali e paralleli oltre alle tempistiche d'intervento che vanno garantire in condizioni prestabilite.

I tempi d'intervento per piccole correnti (tipiche degli archi serie) sono definiti in funzione della corrente di guasto (vedi Tab. 1).

Corrente d'arco	2.5 A	5A	10 A	16 A	32 A
Tempo d'intervento	1s	0.5 s	0.25 s	0.15 s	0.12 s

Tabella 1: Tempi d'intervento per basse correnti d'arco

Per valori di corrente d'arco comprese tra 2,5 A e 32 A, la curva di intervento dei dispositivi AFDD si trova molto al di sotto rispetto alle curve d'intervento termico di interruttori magnetotermici e fusibili (vedi Fig. 21 e 22). Questi bassi tempi di risposta sono necessari per implementare un'efficace protezione antincendio. Le curve di intervento per guasti da arco parallelo e seriale sono identici in questa range di correnti.

La condizione di intervento definite per elevate correnti d'arco (vedi Tab. 2) fissano una tempistica massima d'apertura, ma indicano il massimo numero di semionde interessate da archi in 0,5s. Questo è a causa del fatto che sporadicamente possono insorgere dei guasti da arco in parallelo con correnti elevate, che però non rappresentano un rischio per la sicurezza. Come spiegato nella sezione 6.2, i fusibili e gli interruttori automatici possono essere in grado di fornire protezione contro guasti da arco in parallelo per valori di corrente pari e superiori rispetto a quelli in tabella, a condizione che le loro tempistiche d'intervento siano soddisfatte.

Corrente d'arco	75 A	100 A	150 A	200 A	300 A	500 A
Max. numero di semionde	12	10	8	8	8	8

Tabella 1: Tempi d'intervento per archi in parallelo

Inoltre, vanno eseguite delle prove speciali d'intervento con altre situazioni di guasto sovrapposte per verificare il corretto funzionamento dell'unità. Con l'AFDD in funzione non devono esserci interventi se non in presenza di archi elettrici nel circuito.

8.3 Normative di impianto

I requisiti per l'installazione degli AFDD sono implementati nella norma HD 60354-4-42. Entro fine 2017 l'installazione degli AFDD sarà (almeno) raccomandata in tutta Europa.

In Italia, nella Norma CEI 64-8 alla sezione 422 sono stati aggiunti i seguenti requisiti.

Devono essere adottati provvedimenti contro il pericolo di «guasto serie» nei luoghi

- a maggior rischio in caso di incendio di cui alla sez. 751
- soggetti a vincolo artistico/monumentale e/o destinati alla custodia di beni insostituibili;

A tale scopo, è possibile l'adozione di una delle seguenti misure:

- installazione di dispositivi in grado di rilevare gli effetti di un guasto serie, attivare un allarme ed eventualmente un intervento di protezione quali ad esempio, sonde di temperatura, rivelatori ottici, rivelatori di fiamma, rivelatori di fumo, rivelatori termici
- procedure di verifiche e manutenzione periodiche programmate (guide CEI 64-14 e CEI 0-10)

L'utilizzo di AFDD secondo la norma di prodotto CEI EN 62606 costituisce una misura adeguata per la protezione dai guasti arco serie.

Quando impiegati, gli AFDD devono essere installati (art 532.6) nei circuiti monofase o bifase in c.a. non superiori a 240 V all'origine dei circuiti terminali da proteggere.

9. Descrizione di prodotto: il 5SM6

9.1 Esecuzioni disponibili

Le AFDD 5SM6 sono disponibili in due versioni per corrente alternata in funzione del dispositivo al quale vanno a combinarsi. La tensione nominale è di 230Vca e la corrente nominale è di 16 A e 40A. Può essere impiegata con interruttori magnetotermici (MCB) o magnetotermici differenziali (RCBO), andando a comporre un nuovo dispositivo.

5SM6011-2 e 5SM6014-2

Il 5SM601 è realizzato per essere assemblato agli interruttori magnetotermici compatti (1P+N in 1 UM) 5SY30 e 5SY60 in due taglie di corrente: 16A e 40A

Vantaggi:

Design compatto in 2 unità modulari offre numerosi vantaggi.
Ideale per l'adeguamento di vecchi impianti.



Figura 29: 5SM601 montaggio con MCB compatto

5SM6021-2 e 5SM6024-2

Il 5SM602 può essere installato con interruttori magnetotermici della serie standard 5SL o 5SY (1P+N in 2 UM) e con magnetotermici differenziali 5SU1 (1P+N in 2 UM), con corrente massima di 16A e 40A.

Vantaggi:

La soluzione con magnetotermico differenziale va a generare un dispositivo di protezione completo contro sovracorrenti, archi elettrici e correnti di dispersione verso terra.



Figura 30: 5SM602 montaggio con magnetotermico differenziale.

9.2 Caratteristiche generali

a) Installazione:

L'unità AFDD 5SM6 può essere assemblata sul campo con tutti i magnetotermici e magnetotermici differenziali compatibili, e installata su barratura DIN standard, rapidamente e senza attrezzi. Con soltanto due codici si riescono a realizzare molteplici dispositivi per coprire tutte le esigenze (corrente nominale, potere d'interruzione, tipologie di differenziale) rendendo molto più semplice la gestione del magazzino.

b) Intervento:

L'unità AFDD rileva e interrompe il guasto da arco. L'intervento viene eseguito tramite una bobina che fa sganciare le meccaniche del dispositivo cui è assemblate, interrompendo il circuito affetto da guasto.

c) Alimentazione:

L'alimentazione va necessariamente collegata ai morsetti inferiori

d) Elementi ausiliari:

E' possibile installare contatti ausiliari e di segnalazione della serie standard per remotare lo stato della protezione tramite la rete di supervisione dell'edificio.

a) Funzione di auto-test:

L'AFDD 5SM6 svolge un auto-test di funzionamento (per il diagramma vedi Fig. 31).

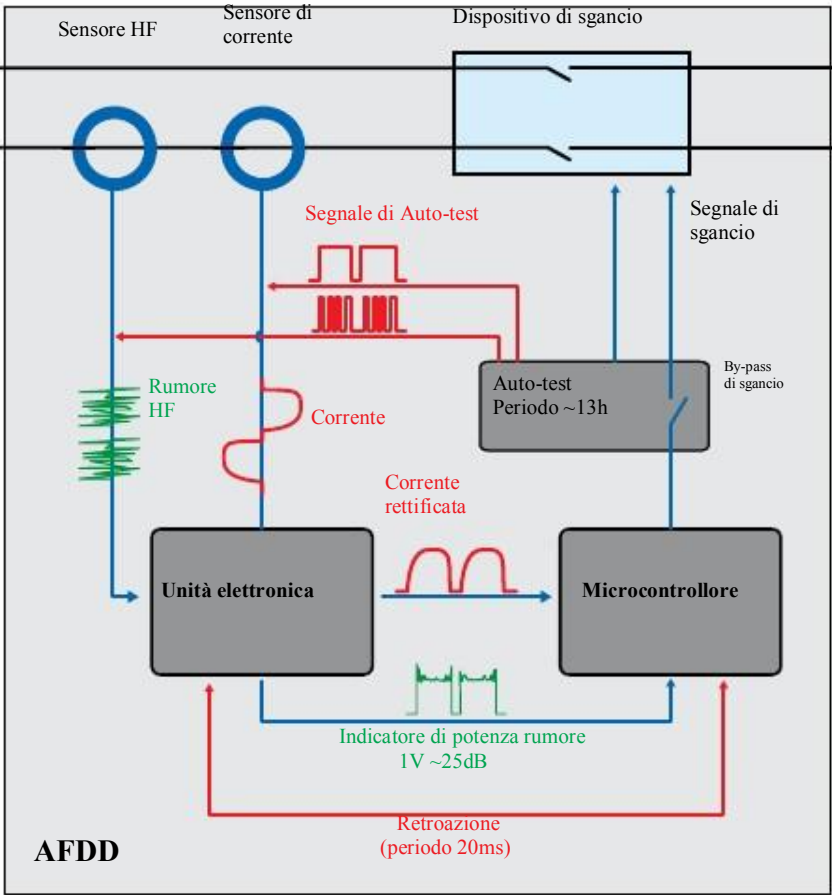


Figura 31: Diagramma relativo alla funzione interna di autotest

La funzione di auto-test viene avviata automaticamente ogni 13 ore per testare l'elettronica analogica e gli algoritmi di rivelazione. Il software del microcontrollore genera segnali in HF e corrente, simili ai segnali di un guasto d'arco. Questi segnali vengono poi immessi nel sistema di rilevamento e valutati dal circuito analogico e dal microcontrollore. Durante il test automatico, viene inibita, per qualche ms, la possibilità di inviare il segnale di intervento al relè, per evitare un reale intervento del dispositivo. Se il test ha esito positivo viene riabilitato il circuito di sgancio, in caso contrario invece il dispositivo verrà scollegato immediatamente. L'auto-test viene rinviato se l'unità AFDD sta rilevando delle forme d'onda che potrebbero essere un reale arco elettrico o se il consumo della linea è superiore rispetto alla suo assorbimento medio.

Il sistema di test si completa con un retrofit che ha il compito di controllare il flusso del programma e l'integrità del firmware, ogni 20 ms.

b) Protezione contro le sovratensioni:

Qualora si verifichi un aumento di tensione tra fase e neutro, ad esempio nel caso in cui si verificano delle interruzioni de neutro, l'unità AFD interverrà. La soglia di tensione massima è di 275V, in modo di proteggere i carichi da eventuali danni da sovratensione.

c) Indicatore dello stato di funzionamento::

Il LED nella parte anteriore indica lo stato di funzionamento dell'unità. In questo modo l'utente può avere informazioni chiare e semplici sul motivo d'intervento (vedi Fig. 32).

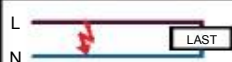
			Funzionamento corretto
			Intervento: arco serie
			Intervento: arco parallelo
			Intervento: sovratensione > 275V
			Unità non in funzione
			Nessuna tensione d'alimentazione

Figura 32: Messaggi di segnalazione dell'indicatore di stato

Nei casi contrassegnati con *) si consiglia di informare un installatore elettrico, in grado di indagare a fondo per identificare e rimuovere il guasto. Le note dettagliate nella sezione 10.2 aiuteranno a svolgere una prima analisi del problema.

10. Guida

10.1 Installazione dell'unità AFDD

L'unità AFDD 5SM6 è progettata per la protezione di circuiti finali, in particolare per i circuiti di illuminazione o per quelli che alimentano prese elettriche. Va installata all'inizio del circuito da proteggere, va installato un dispositivo in ogni circuito che si ha intenzione di proteggere, al fine di ottenere i seguenti benefici:

- Il numero di carichi difettosi e segmenti di cavo è limitata
- E 'più facile individuare il punto di guasto
- Il verificarsi di interventi intempestivi a causa di interferenze sovrapposte è marginale.

10.2 Procedure da eseguire dopo un intervento

Come spiegato al punto 10.1, la suddivisione dei circuiti finali su più unità AFD permette di semplificare la fase di ricerca del guasto. La procedura indicata di seguito è consigliata dopo la comparsa del messaggio di guasto sull'indicatore di stato (vedi Tab. 3).

Simbolo	Significato	Prove / Cause	Azioni da intraprendere
	Arco Serie	a) - Test dell'odore: "Odore di plastica"? - Le parti in plastica visibili sono deformate o scolorite (prese, interruttori, carichi)?	a) Disconnette il carico difettoso dalla rete elettrica # Sostituisci o ripara b) Disconnettere o spegnere tutti i dispositivi collegati alla rete e riarmare # L'intervento si ripete: contattare un installatore. # Nessun intervento: riconnettere i carichi uno ad uno fino ad un nuovo intervento del dispositivo. # Controllare il dispositivo guasto: contattare l'installatore se necessario.
	Arco Parallelo	b) Riarmare il 5SM6. Se l'intervento si ripete entro breve tempo c) Riarmare il 5SM6 # Non si ripete l'intervento in tempi brevi: C'è un carico con l'interruttore difettoso o il cavo non in condizioni ottimali? Ci sono segni neri sulle pareti della stanza (o in quella vicina)?	c) Azionare l'interruttore sospetto e attendere le reazioni dell'AFD # Per la riparazione contattare un installatore, se necessario. Se il cavo è guasto: # Per la riparazione contattare un installatore. In caso di segni sulle pareti: # Segnalare ad un elettricista. Se le procedure a) e c) non danno risultati contattare un installatore per un controllo d'isolamento dell'impianto.
	Sovratensione > 275 V	Si è verificata un sovratensione tra il conduttore di fase e quello di neutro.	Se il guasto si ripete dopo il riarmo del 5SM6 è necessario contattare l'ente distributore per verificare che non ci siano guasti nella rete di alimentazione. Far ripristinare il sistema da un installatore.
	Unità non in funzione	Il 5SM6 ha rilevato un guasto interno.	Contattare un installatore per la verifica / sostituzione dell'AFD.
	Nessuna tensione di alimentazione	a) Controllare che l'interruttore generale sia armato o b) Un interruttore a monte è intervenuto.	a) Attendere che l'alimentazione torni attiva. b) Controllare il motivo dell'intervento (eventualmente contattare un installatore). Riarmare l'interruttore, solo a seguito del ripristino della causa dell'intervento..

Tabella 3: Segnali di stato e procedure da seguire.

11. Prospettive

L'unità AFDD 5SM6 è un nuovo dispositivo di protezione per sistemi di installazione elettrica, che aiuta a ridurre efficacemente incendi causati dall'elettricità.

Nella prima fase d'introduzione la serie 5SM6 era costituita unicamente da dispositivi per la protezione dei circuiti monofase con correnti nominali fino a 16 A.

Dall'ottobre 2016 sono state introdotte sul mercato le nuove unità SIARC di seconda generazione in grado di operare fino a 40A in monofase.

L'impiego degli AFDD 5SM6, in alcuni sistemi di installazione, verrà probabilmente reso mandatorio dagli standard nazionali e internazionali nel corso dei prossimi anni.

Siemens crede fermamente che questi dispositivi siano destinati a modificare il concetto di protezione soprattutto nell'ambito delle infrastrutture e del residenziale.

Scopri il nostro nuovo concetto di protezione totale:

www.siemens.it/safetyconcept

12. Fonti e letteratura

Le seguenti fonti, i collegamenti e le pubblicazioni sono stati utilizzati per la redazione questo documento dedicato alla protezione antincendio e possono essere consultati per ulteriori informazioni:

GDV (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V.):
www.gdv.de/Downloads/Schwerpunkte/GDV_Adventsbraende_in_Zahlen_2008-2009.pdf
www.gdv.de/Presse/Archiv_der_Presseveranstaltungen/Presseveranstaltungen_2001/Presseforum_Schaden_und_Unfall_2001/inhaltsseite12184.html

F. Berger, "Der Störlichtbogen – ein Überblick", TU Ilmenau, VDE AKK-Seminar 2009

vfdb Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (Arbeitsgruppe Brandschutzforschung) www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Feuerwehr/idf_dokumente/Kontextmen%c3%bc/Denkschrift_BS-Forschung.pdf

VdS Schadenverhütung GmbH: www.vds.de/de/

John J. Shea, "Glowing Contact Physics", Eaton Corp., IEEE 2006

JM Martel, "Serielle Störlichtbögen in Elektroinstallationen im Niederspannungsbereich", Siemens AG, AKK-Seminar 2009

M. Anheuser, JM. Martel, Störlichtbögen in der Haustechnik, HDT-Seminar, Munich Dec 2011

JM. Martel, M. Anheuser, A. Hueber, F. Berger, F. Erhardt, "Schutz gegen parallele Störlichtbögen in Hauselektroinstallation", VDE AKK-Seminar 2011

IEC 23E/742/CDV: 2012-02: IEC 62606 Ed. 1.0: General Requirements for Arc Fault Detection Devices (AFDD)

DIN VDE 0100-100:2009-06: Low-Voltage Electrical Installations – Part 1: Fundamental Principles, Assessment of General Characteristics, Definitions

DIN VDE 0100-530:2011-06: Erection of Low-Voltage Installations – Part 530: Selection and Erection of Electrical Equipment – Switchgear and Controlgear

Direzione commerciale
Siemens S.p.A.
Via Vipiteno, 4 - 20128 Milano

Organizzazione di vendita - Elenco Filiali

■ Macro Area Lombardia

Province: Bergamo - Brescia - Cremona -
Lecco - Lodi - Piacenza - Sondrio - Como -
Milano - Novara - Pavia - Varese - Verbania
Via Vipiteno, 4 - 20128 Milano

■ Macro Area Nord Ovest

Regioni: Liguria, Piemonte (escluso
Novara e Verbania), Sardegna, Valle
D'Aosta

Genova

Via Enrico Melen, 83 - Cap 16152
Tel. 010-3434.764 - Fax 010-3434.689

Torino

Via del Drosso, 49 - Cap 10135
Tel. 011-6173.273 - Fax 011-6173.202

■ Macro Area Nord Est

Regioni: Friuli Venezia Giulia, Trentino
Alto Adige, Veneto + Mantova

Padova

Via Prima Strada, 35 - Cap 35129
Tel. 049-8533.338 - Fax 049-8533.346

■ Macro Area Centro Nord

Regioni: Emilia Romagna, Repubblica di
San Marino, Toscana + Ancona,
Pesaro-Urbino

Bologna

Via Trattati Comunitari Europei, 9
40127 Bologna (BO)
Tel. 051-6384.604 - Fax 051-6384.630

Firenze

Via Don Lorenzo Perosi, 4
50018 Scandicci (FI)
Tel. 055-7595.602 - Fax 055-7595.615

■ Macro Area Centro Sud

Regioni: Abruzzo, Basilicata, Calabria,
Campania, Lazio, Molise, Puglia, Sicilia,
Umbria + Ascoli Piceno, Macerata,
Fermo + Malta

Filiale di Pescara

Via Albegna 3 - Cap 65128

Roma

Via Laurentina, 455 - Cap 00142
Tel. 06-59692.262 - Fax 06-59692.200

Bari

Via G. Lindemann 5/n
Zona Industriale Bari (BA)
Cap 70132
Tel. 080-5387.410 - Fax 080-5387.404

Napoli

Via F. Imparato, 198 - Cap 80146
Tel. 081-2435.391 - Fax 081-2435.337

Siracusa

V.le S. Panagia, 141/e - Cap 96100
Tel. 0931-1962.435 - Fax 0931-1962.434

Siemens S.p.A.
Smart Infrastructure
Electrical Products

Via Vipiteno, 4
20128 Milano
Con riserva di modifiche

Customer Support

Hot line, Service e Servizio ricambi
Tel. 02 243 68994
Fax 02 243 62100
e-mail: support.italy.automation@siemens.com

Le informazioni riportate in questo catalogo contengono descrizioni o caratteristiche che potrebbero variare con l'evolversi dei prodotti o non essere sempre appropriate, nella forma descritta, per il caso applicativo concreto. Le caratteristiche richieste saranno da considerare impegnative solo se espressamente concordate in fase di definizione del contratto. Con riserva di disponibilità di fornitura e modifiche tecniche. Tutte le denominazioni dei prodotti possono essere marchi oppure denominazioni di prodotti della Siemens AG o di altre ditte fornitrici, il cui utilizzo da parte di terzi per propri scopi può violare il diritto dei proprietari.

www.siemens.it/AFDD