

LA PROTEZIONE DEI CONDENSATORI CON I FUSIBILI

0. Introduzione

I fusibili realizzati secondo le normative IEC 60269 costituiscono una applicazione standard all'interno dei circuiti induttivi, grazie alla loro grande capacità di interrompere in modo sicuro le sovra-correnti. Rara è però la documentazione riguardo all'abilità di tali fusibili ad interrompere correnti di tipo capacitivo. Il processo fisico di interruzione della corrente alternata nei circuiti capacitivi, principalmente con riferimento alle problematiche derivanti dalla tensione di ritorno, differisce infatti in modo significativo da quello che avviene nei circuiti induttivi. Di conseguenza, la capacità di interruzione della corrente da parte dei fusibili, così come di altri dispositivi di interruzione, prevede modalità differenti nei circuiti contenenti condensatori rispetto ai circuiti induttivi.

Nonostante questo, l'uso di fusibili con caratteristica di intervento di tipo gG è diventata una consuetudine largamente accettata per la protezione dei circuiti elettrici contenenti condensatori, in particolare nei quadri di rifasamento.

Di fatto, però, la natura specifica della tensione di ritorno nei circuiti capacitivi può impedire un regolare processo di estinzione dell'arco elettrico in caso di corto circuito (per ulteriori dettagli si consulti il paragrafo in appendice a questo documento). Non essendoci regole di carattere generale per prevedere il successo della operazione di interruzione del fusibile nei circuiti capacitivi, i fusibili vanno attentamente selezionati, al fine di evitare interventi intempestivi durante le normali condizioni di servizio e per fornire una affidabile protezione di back-up in caso di malfunzionamenti o, addirittura, di guasto nell'isolamento dei condensatori.

Per selezionare correttamente i fusibili per la protezione dei circuiti capacitivi ed evitare potenziali malfunzionamenti, è quindi necessario essere a conoscenza della specifica operatività di intervento dei fusibili stessi e delle condizioni di funzionamento dei condensatori. Di seguito troverete alcuni suggerimenti per la corretta selezione dei fusibili da utilizzarsi all'interno di applicazioni a bassa tensione nel campo del rifasamento.

1. Considerazioni di base

Le prestazioni e le caratteristiche dei condensatori di bassa tensione, progettati per essere usati in particolare per la correzione del fattore di potenza in sistemi a corrente alternata, sono indicati nella norma IEC 60831-1. Al fine di una appropriata selezione dei fusibili di back-up occorre tenere in considerazione almeno i seguenti fattori:

- Alte correnti di inserzione, con valori fino a 100 volte la corrente nominale del condensatore;
- Corrente operativa massima pari a 1,5 volte la corrente nominale;
- Fluttuazioni della tensione durante i periodi di basso carico del trasformatore;
- Correnti transitorie tra banchi di condensatori posti uno vicino all'altro;

2. Scelta dei fusibili per la protezione dei condensatori di rifasamento

La selezione dei fusibili per la protezione dei condensatori di rifasamento deve tener sempre conto delle alte correnti di inserzione degli stessi. I condensatori, una volta alimentati, sono sottoposti ad una improvvisa variazione della tensione con elevati valori della corrente transitoria di carico. I picchi di corrente possono raggiungere valori pari a 100 volte la corrente nominale del condensatore. Le alte correnti transitorie di inserzione possono essere limitate da reattanze connesse in serie o da contattori speciali che utilizzano contatti con resistori limitatori di corrente. Le armoniche e le correnti di risonanza possono raggiungere facilmente il livello della corrente nominale, a meno che non vengano bloccate dalle reattanze o limitate da sistemi alternativi di protezione contro le sovracorrenti.

I fornitori delle unità di rifasamento forniscono normalmente appropriate informazioni relative alla selezione dei corretti valori nominali dei fusibili di protezione. Tali informazioni fanno ovviamente riferimento alle specifiche tecniche relative alle loro apparecchiature, e solitamente viene sempre consigliato di effettuare analisi di rete prima di procedere con l'installazione. In molti casi, la conoscenza specifica dell'ambiente di rete non è possibile o potrebbe cambiare e quindi richiedere ulteriori considerazioni.

2.1 Regole generali sulla selezione dei fusibili

Dal punto di vista economico, esistono molte valide ragioni per cercare di utilizzare fusibili aventi valori nominali più bassi possibile. Essi infatti permettono evidenti risparmi in termini di dimensioni e di costi. Tuttavia, la corrente nominale del fusibile di protezione dovrebbe essere scelta in modo tale che sia pari ad almeno 1,5 volte la corrente nominale del condensatore. L'esperienza ha poi dimostrato che i fusibili con caratteristica di intervento del tipo gG, selezionati secondo la regola vista sopra, sono anche sufficientemente tolleranti all'influsso delle correnti transitorie di inserzione nelle varie applicazioni. Va però detto che, in molte di queste, in assenza di precise informazioni sulle condizioni della rete, è raccomandabile sovradimensionare ulteriormente il fusibile.

2.2 Corrente armonica e rischio di risonanza

Una significativa ed incontrollata presenza di correnti armoniche potrebbe surriscaldare i fusibili e i relativi portafusibili e causare dei malfunzionamenti. I fusibili con più alte correnti nominali sono meno sensibili alle correnti armoniche e alle correnti di risonanza e permettono di ottenere più facilmente la selettività con altri dispositivi di protezione.

2.3 Alte temperature ambiente e apparecchiature in cassetta

I fusibili installati in quadri aventi una limitata ventilazione o esposti a temperatura ambiente permanentemente sopra i 40°C possono richiedere un declassamento dei valori nominali. Tali valori devono quindi essere scelti di conseguenza.



2.4 Condensatori posti uno vicino all'altro

Interruzioni separate o unità malfunzionanti di banchi di condensatori posti uno vicino all'altro potrebbero causare alti valori di correnti transitorie tra banchi diversi e deteriorare o danneggiare i fusibili dedicati alle singole unità. I fusibili a protezione di queste ultime, in simili condizioni, dovrebbero avere valori nominali pari a una o due tarature superiori rispetto ai valori considerati standard. La taratura dei fusibili a protezione delle linee dovrebbe essere pari ad almeno 2,5 volte quella dei fusibili posti a protezione delle singole unità.

2.5 Sezionatori e interruttori fusibili nei circuiti capacitivi

In alcuni paesi, sezionatori o interruttori fusibili realizzati secondo la norma IEC 60947-3, vengono usati per connettere cavi e attrezzature, inclusi banchi di condensatori, al sistema di distribuzione principale (normalmente del tipo bus-bar). Analogamente ai fusibili, tutti questi dispositivi di interruzione non presentano capacità specifica di rottura per correnti capacitive. A meno di casi molto particolari, i sezionatori e gli interruttori fusibili dovrebbero essere utilizzati solamente per isolare il circuito dopo che i condensatori sono stati disconnessi tramite i relativi contatti.

Appendice - Processo di interruzione della corrente nei circuiti capacitivi

Le correnti di cortocircuito, nelle reti di distribuzione a bassa e media tensione, sono generalmente limitate dall'impedenza dei trasformatori di alimentazione e sono caratterizzate da un basso fattore di potenza reattiva.

Tuttavia, in condizioni di sovraccarico, i circuiti induttivi e capacitivi si comportano molto diversamente con riferimento al processo di interruzione o, più precisamente, rispetto alla tensione di ritorno ai capi del fusibile (fig. 1). In entrambi i casi, la tensione istantanea (in corrente alternata) raggiunge il suo valore massimo a corrente zero, cioè all'estinzione dell'arco. Ma, mentre in questo istante l'energia magnetica di un circuito induttivo è pari a zero, l'energia immagazzinata nel condensatore raggiunge il suo valore massimo.

La tensione U_c del condensatore rimane stabile dopo che il flusso di corrente viene interrotto e la tensione dell'alimentazione U_s raggiunge il suo valore minimo (fig. 2). In una sistema monofase la tensione di ritorno $U_f = U_s - U_c$ potrebbe raggiungere 2 volte la tensione di picco entro 5 ms. Nei sistemi trifase, la tensione di ritorno può raggiungere 2,5 volte la tensione di picco ai capi del fusibile che opera per primo. Questi valori possono ulteriormente aumentare in funzione delle impedenze del circuito in serie ai condensatori e persino moltiplicarsi in caso di nuovi sovraccarichi.

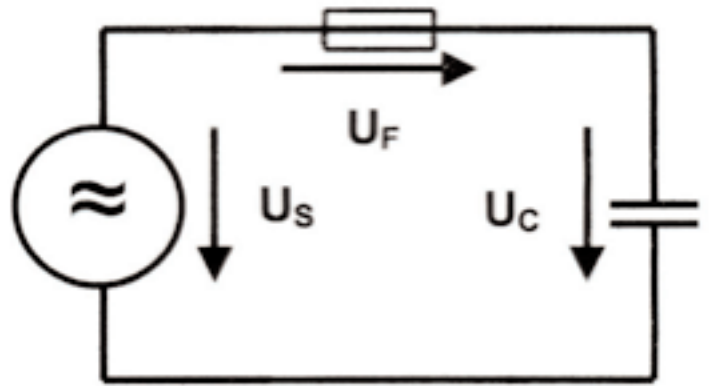


FIG. 1

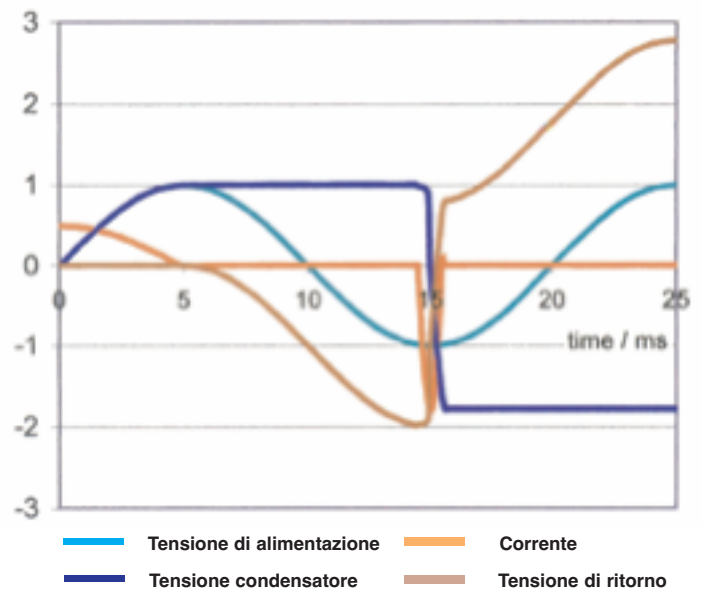


FIG. 2