

Resistenza di dispersione a terra e ai cortocircuiti

Obblighi degli esercenti delle reti di distribuzione a bassa tensione | L'aumento delle alimentazioni decentrali e l'ampliamento delle reti di distribuzione richiedono modifiche continue e verifiche degli impianti esistenti. Le reti di distribuzione devono essere dimensionate in modo da sostenere le possibili correnti di dispersione a terra e di cortocircuito.

DANIEL OTTI, DIRETTORE

Ai sensi dell'art. 17 dell'Ordinanza sulla corrente forte (RS 734.2), gli esercenti sono tenuti a provvedere regolarmente alla manutenzione dei loro impianti a corrente forte, a pulirli e a controllarli periodicamente, eventualmente affidando a terzi l'esecuzione di questi lavori.

Ai sensi dell'art. 17. cpv. 2 è necessario controllare concretamente se:

- gli impianti e i dispositivi ad essi elettricamente raccordati sono in perfette condizioni;
- gli impianti soddisfano le prescrizioni in materia di suddivisione, disposizione e resistenza ai cortocircuiti;
- i dispositivi di protezione sono regolati correttamente e in grado di funzionare efficacemente;
- nelle zone di influenza degli impianti siano intervenute modifiche in grado di ridurre la sicurezza;
- sono disponibili gli schemi dell'impianto, le marcature e le iscrizioni, debitamente aggiornati.

Alcuni principi

Nel contesto della valutazione della resistenza ai cortocircuiti si utilizzano i seguenti termini (Figura 1).

La **corrente nominale di picco** (I_{pk}) è il valore di picco della prima semionda della corrente di cortocircuito. Si tratta della grandezza fondamentale per la resistenza meccanica o rispettivamente il progetto di un impianto di commutazione. Il valore riportato è un valore momentaneo (valore di picco) e viene indicato in kA.

La **corrente nominale di breve durata** (I_{cw}) è il valore efficace della corrente di breve durata che un impianto o un circuito di corrente può

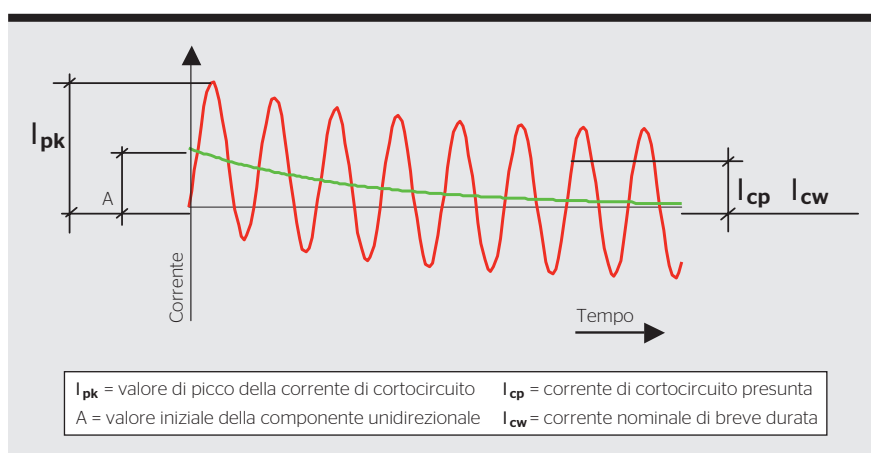


Figura 1 Definizione delle correnti in caso di cortocircuito.



Figura 2 La targhetta di un trasformatore riporta la tensione di cortocircuito in % della tensione nominale, ad es. tensione di cortocircuito del 5,3 %.

supportare per breve tempo. Questo valore indica la resistenza termica di un circuito di corrente in caso di cortocircuito. Anche tale valore, di solito riferito a 1 s, viene indicato in kA.

La **corrente nominale di cortocircuito condizionata** (I_{cc}) è il valore della corrente di cortocircuito condizionata, dichiarata dal costruttore dell'apparecchiatura assiemata di protezione e di manovra, che il circuito di corrente, protetto da un dispositivo di

protezione contro i cortocircuiti, può supportare durante il tempo totale di spegnimento (durata del passaggio della corrente) del dispositivo di protezione nelle condizioni specificate.

Sostituzione di trasformatori

Se in una stazione si sostituisce un trasformatore con un altro di tipo differente, è assolutamente necessario controllare la corrente di cortocircuito per le reti di distribuzione a bassa tensione.

Name des Hersteller Muster		Warenzeichen Marke C		Produktenorm EN 61439-5	
Typenbezeichnung oder Kennnummer Musterverteilung MV-001					
U _n 400 V _{AC}	f _n 50-60 Hz	IP-Code 2X	I _{kn} 2500 A		
Kurzschlussfestigkeit I _{kp} 65 kA I _{sk} 143 kA		Basisschutz für: Instr. Personen ☐ Laien ☐		System der Erdverbindung ☐ TN-C	
Herstellungsdatum 30.07.2017			Nächste Instandhaltung		

Figura 3 La targhetta dell'apparecchiatura assieme di protezione e di manovra riporta la resistenza ai cortocircuiti.

Esempio: Sostituzione di un trasformatore da 630 kVA e 4,6% con un trasformatore da 1250 kVA e tensione di cortocircuito del 5,3% (**Figura 2**).

Vecchio trasformatore: Corrente di cortocircuito $I_k = I_n / u_k = 866 \text{ A} / 4,6\% \times 100 = 18,8 \text{ kA}$

Nuovo trasformatore: Corrente di cortocircuito $I_k = I_n / u_k = 1805 \text{ A} / 5,3\% \times 100 = 34,0 \text{ kA}$

Corrente effettiva di cortocircuito

La corrente di cortocircuito di un impianto dipende dalla lunghezza della linea fino al trasformatore e dalla sezione della linea e del conduttore di protezione. Può essere calcolata o misurata. Quanto maggiore è l'impedenza tra impianto e stazione di trasformazione, tanto meno si modifica il cortocircuito sull'impianto in seguito ad adeguamenti. Mediante il nomogramma NIBT (E+S) 4.3.4.1 §1 si può effettuare una buona stima della corrente effettiva di cortocircuito su 3 conduttori.

In caso di correnti di cortocircuito molto elevate (>15 kA) è consigliabile, per motivi di sicurezza (se non si dispone di protezione DPI adeguata), effettuare un calcolo invece della misurazione. Qualora per determinare la corrente di cortocircuito fosse necessario eseguire una misurazione, va rispettata la direttiva ESTI 407 «Attività su impianti elettrici», indossando i dispositivi di protezione individuale richiesti.

Verifica degli impianti

Se la corrente effettiva di cortocircuito è nota, si devono verificare i dispositivi di disinserimento ai sensi dell'art. 63 dell'Ordinanza sulla corrente forte. Inoltre, ai sensi dell'art 62 cpv. 1 dell'Ordinanza sulla corrente forte, le parti di

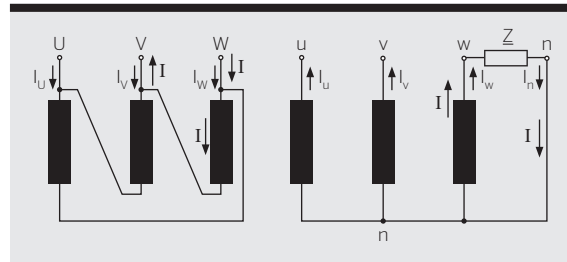


Figura 4 Distribuzione della corrente con dispersione a terra.

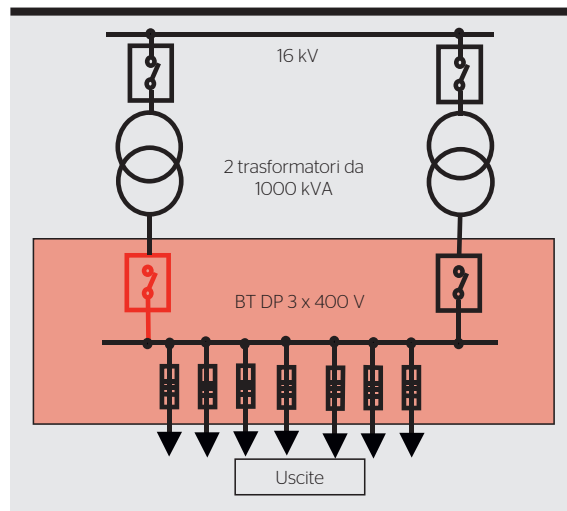


Figura 5 Collegamenti paralleli di 2 trasformatori uguali.

un impianto a corrente forte devono resistere alle sollecitazioni che possono presentarsi sul posto in seguito a cortocircuiti o dispersioni di terra.

Protezione e resistenza contro i cortocircuiti

Le apparecchiature assieme di protezione e di manovra devono resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche causate dalle correnti di cortocircuito fino ai valori di dimensionamento. Per garantire che la distribuzione della bassa tensione (con stazioni di trasformazione o cabine di distribuzione) soddisfi i requisiti previsti, va realizzata conformemente alla norma SN EN 61439-5 «Apparecchiature assieme di protezione e di manovra in reti di distribuzione pubbliche». Nel capitolo 10.11 «Resistenza ai cortocircuiti» il produttore è tenuto a presentare un attestato di prova nel rispetto dei requisiti di verifica del paragrafo 10.11.5 della norma SN EN 61439-1 «Disposizioni generiche». L'attestato di prova, ad eccezione dei circuiti di corrente del paragrafo 10.11.2 della Parte 2, va redatto con una verifica.

La corrente nominale di cortocircuito condizionata I_{cc} non può essere inferiore al valore efficace presunto della

corrente di cortocircuito (I_{cp}), con il limite temporale imposto dallo scatto del dispositivo di protezione contro i cortocircuiti che protegge l'apparecchiatura assieme di protezione e di manovra.

In caso di apparecchiature assieme di protezione e di manovra senza dispositivo di protezione contro i cortocircuiti integrato nell'alimentazione, il produttore dell'apparecchiatura assieme di protezione e di manovra deve indicare la resistenza ai cortocircuiti con una o più delle seguenti modalità (**Figura 3**):

- la corrente nominale di breve durata (I_{cw}) assieme alla relativa durata e la corrente nominale di picco (I_{pk});
- la corrente nominale di cortocircuito condizionata (I_{cc})

Dispersione a terra sul lato bassa tensione

La dispersione a terra (**Figura 4**) rappresenta una sollecitazione minore del cortocircuito per l'apparecchiatura assieme di protezione e di manovra, ma il trasformatore può comunque essere sottoposto a sollecitazioni tali da danneggiare l'avvolgimento e, in caso di durata prolungata, addirittura da distruggere il trasformatore stesso. Gli



Figura 6 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra danneggiate da cortocircuito senza scatto del fusibile.

archi elettrici ionizzano l'aria ambiente, fatto che può provocare un cortocircuito tra due conduttori polari. Non è possibile disinserire la dispersione a terra sul lato primario del trasformatore con un fusibile per l'alta tensione.

Se si considera una corrente di cortocircuito su 3 conduttori come 100 %, un cortocircuito su 2 conduttori corrisponde circa all'86 % e un cortocircuito su 1 conduttore al 50 % della corrente di cortocircuito primaria su 3 conduttori.

Collegamento parallelo di trasformatori

I trasformatori collegati in parallelo dovrebbero sempre, per quanto possibile, avere le stesse caratteristiche costruttive e gli stessi dati tecnici. La corrente di cortocircuito aumenta notevolmente (**Figura 5**).

Esempio: Collegamento di 2 trasformatori da 1000 kVA con tensione di cortocircuito del 5,1%. Corrente nominale = $S_n / (U_n \times 1,732) = 1000 \text{ kVA} / (400 \text{ V} \times 1,732) = 1443 \text{ A}$

Trasformatore singolo: Corrente di cortocircuito $I_{k1} = I_n / u_k = 1443 \text{ A} / 5,1\% \times 100 = 28,2 \text{ kA}$

Trasformati accoppiati: Corrente di cortocircuito $I_k = I_{k1} \times 2 = 28,2 \text{ kA} \times 2 = 56,4 \text{ kA}$

Protezione sul lato bassa tensione

Sul lato bassa tensione la corrente di cortocircuito e la corrente di dispersione a terra possono essere tenute

electro suisse	VSAS USAT USAQ	Niederspannungs-Schaltgerätekombination
Stücknachweisprotokoll (EN 61439-1 2011)		
Art des Produkts (Produktenorm):		
Hersteller:		
Typbezeichnung oder Kennnummer:		
Herstellungsdatum:		
Normen Abschnitt	Nachzuweisende Merkmale	✓ Mögliches Nachweisverfahren
11.2	Schutzart von Umhüllungen	☐ Sichtprüfung
11.3	Kriechstrecken	☐ Sichtprüfung
11.3	Luftstrecken	
	Kleiner als die in Tabelle 1 (EN 61439-1)	☐ Prüfung
	Nicht offensichtlich grösser als in Tabelle 1 (EN 61439-1)	☐ Messung / Prüfung
	Grösser als Tabelle 1 (EN 61439-1)	☐ Sichtprüfung

Figura 7 Esempio di un attestato di prova del produttore dell'apparecchiatura assiemata di protezione e di manovra.

a) Requisiti costruttivi	b) Comportamento
1. Tipo di protezione di immobili	1. caratteristiche isolanti
2. distanza di scarica e vie di dispersione	2. cablaggio, comportamento operativo e funzionamento
3. protezione contro la folgorazione elettrica e continuità dei circuiti del conduttore di protezione	
4. installazione di materiale elettrico	
5. circuiti di corrente e collegamenti interni	
6. allacciamenti per conduttori introdotti dall'esterno	
7. funzionamento meccanico	

Tabella 1 Requisiti da soddisfare per un attestato.

sotto controllo solo se le linee di alimentazione alle apparecchiature assiemate di protezione e di manovra vengono alimentate tramite un interruttore di potenza o un fusibile speciale a bassa tensione ad alto potere d'interruzione (Fusibile NH gTr: g = gamma totale, Tr = protezione di trasformatori). In tal modo è possibile ridurre i tempi di disinserimento e quindi le potenze di cortocircuito. Solo un fusibile sul lato primario del trasformatore non offre la protezione completa in accordo all'Ordinanza sulla corrente forte, in quanto se non scatta si possono danneggiare irreparabilmente intere distribuzioni a bassa tensione. Le lame di contatto sono puri sezionatori e, non offrendo alcuna protezione in caso di cortocircuito, non sono ammessi.

Sorveglianza da parte dell'ESTI

Gli ispettori durante il controllo degli impianti controllano la resistenza ai cortocircuiti. Per le reti di distribuzione a bassa tensione e le cabine di distribuzione, un ispettore, in accordo a SN EN 61439-5, richiederà un attestato di prova con il quale poter riscontrare eventuali errori di produzione e di materiale e garantire il corretto funzionamento dell'apparecchiatura assie-

mata di protezione e di manovra realizzata. L'attestato di prova deve essere fornito per ogni apparecchiatura assiemata di protezione e di manovra. Il produttore dell'apparecchiatura assiemata di protezione e di manovra deve determinare se l'attestato di prova debba essere realizzato durante e/o dopo la produzione. Se di pertinenza, conferma anche la disponibilità di un certificato del tipo di costruzione. La **Tabella 1** indica le posizioni da riportare nell'attestato.

Contatto

Sede centrale

Ispettorato federale degli impianti
a corrente forte ESTI
Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
Tel. 044 956 12 12
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Succursale

Ispettorato federale degli impianti
a corrente forte ESTI
Route de Montena 75, 1728 Rossens
Tel. 021 311 52 17
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch



Conclusioni

L'esercente è tenuto a controllare e documentare periodicamente la protezione della rete di distribuzione a bassa tensione. Determina il periodo di controllo in base agli influssi esterni, al tipo di impianto e alla sollecitazione elettrica. Nell'ambito di tali esami, l'esercente è tenuto a controllare periodica-

mente la resistenza ai cortocircuiti dell'impianto. Generalmente gli esercenti sono a conoscenza delle modifiche relative alla potenza di cortocircuito delle proprie stazioni di trasformazione.

La verifica periodica della resistenza di dispersione a terra e ai cortocircuiti contribuisce alla sicurezza delle per-

sone e degli impianti. Ciò permette di evitare danni devastanti (**Figura 6**). In base al risultato del controllo saranno necessarie misure adeguate per aumentare la resistenza ai cortocircuiti.

Autori

Roland Hürlimann, Responsabile delle ispezioni ESTI
Daniel Otti, direttore ESTI