HIGH VOLTAGE
HIGH CURRENT
HIGH PASSION

Raccomandazioni per la Gestione Avanzata

dei Cavi di Alimentazione

con Isolamento in Carta Impregnata di Olio

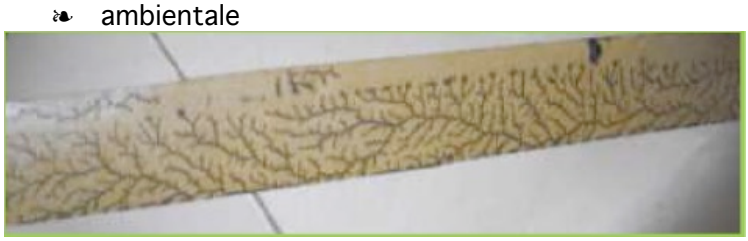
Introduzione

L'analisi della durata dei cavi di alimentazione si basa su questioni complesse e coinvolge una serie di fattori tecnici, strategici ed economici. Il processo di invecchiamento naturale dipende in larga misura dalla modalità operativa del sistema di cavi (carico nominale e parziale, funzionamento continuo o di breve durata, sovraccarichi, numero di avviamenti e periodi di fermo).

Il degrado dell'isolamento dipende in larga misura dalle condizioni operative come il carico, il numero e il tipo di danni che si verificano durante gli anni di servizio, la qualità delle riparazioni e da fattori ambientali, come ad esempio la resistività del suolo termico, le condizioni di sovratensione.

I malfunzionamenti dovuti all'invecchiamento sono indirettamente il risultato di tensioni di servizio. Si possono classificare quattro tipi principali di stress:

- elettrico
- termico
- meccanico
- ambientale



Traccia dell'effetto valanga sull'isolamento del cavo da 150 kV

Invecchiamento dell'isolamento

L'invecchiamento dei cavi con l'isolamento di carta e olio è un processo complesso. La carta impregnata di olio sottoposta a sollecitazioni termiche, elettriche e meccaniche può avere una resistenza elettrica e meccanica inferiore, ma questo processo non è stabile e prevedibile. Questo processo di invecchiamento non è associato ad uno dei maggiori fattori di stress, ma ad una combinazione di diversi sforzi sinergici durante la vita del cavo. L'invecchiamento della carta impregnata si basa essenzialmente su tre diversi processi:

- Degradazione termica (pirolisi)
- Ossidazione (gassificazione)
- Degradazione idrolitica

Nel caso di cavi di alimentazione con isolamento carta-olio, il meccanismo di principale è quello idrolitico che diminuisce la resistenza alla degradazione e genera un deterioramento irreversibile della carta e dell'isolamento dell'olio.

Dati di cavo
Tipo di cavo
Tipi di teste
Tipi di muffole
Via/canale del cavo
Configurazione di terra
Scaricatori di sovratensioni
Diagramma unifilare

Dati operativi
Profilo di carico del cavo
Cronologia dei guasti
Temperatura di esercizio
Condizioni ambientali

Dati diagnostici
Test elettrico AT DAC (tensione alternata smorzata)
Misurazione PD
Misure del tan delta

Valutazione secondo gli
Standard internazionali (ad es. IEC, IEEE)
Raccomandazioni internazionali (ad es. CIGRE)
Esperienza personale

Valutazione delle condizioni del cavo
Conclusioni e raccomandazioni

Condizioni del cavo

Metodo di valutazione

Per accertare le condizioni tecniche generali del circuito dei cavi e valutare i fattori di invecchiamento dei cavi con isolamento in carta-olio (se rilevabile mediante prove

elettriche), verrà eseguito il seguente test elettrico e i risultati saranno valutati in conformità alle linee guida internazionali:

- Test ad alta tensione con AC smorzato
- Misura di scariche parziali con la posizione dei luoghi di generazione
- Perdite dielettriche utilizzando un fattore di perdita (tan delta).

Valutazione dello stato dell'isolamento in AC smorzato

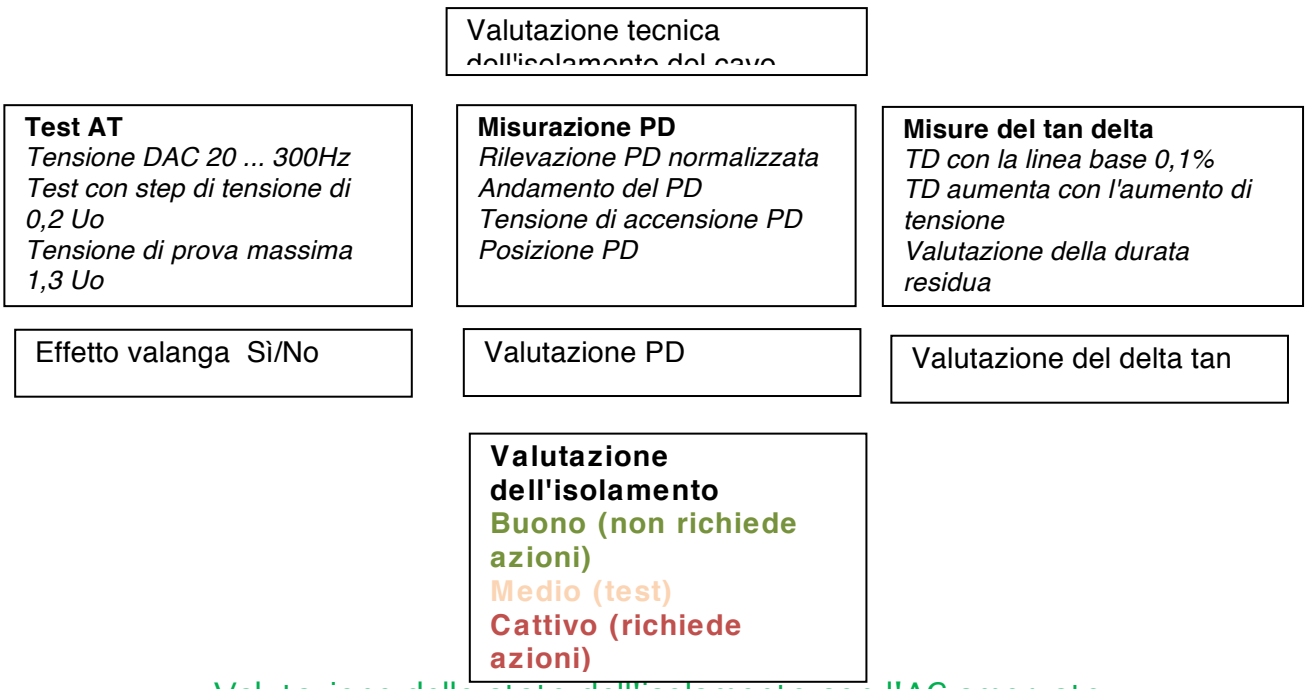
La tecnologia smorzata AC (DAC) ha il vantaggio di test non distruttivi e questo metodo fornisce valori deterministici per l'attività di scariche parziali (PD, eng. "partial discharge") nel sistema di cavi e il fattore di perdita (tan delta) dell'intero sistema di cavi.

La valutazione delle condizioni generali del cavo è effettuata da:

- Manutenzione in base alle condizioni tecniche (CBM)
  - Test e diagnostica AT DAC e valutazione dei parametri diagnostici
- Valutazione delle condizioni del cavo
  - Il valore delle scariche parziali e la valutazione delle PD insieme ai valori tan delta (TD) sono valutati in base ai principi di conoscenza e di valutazione statistica per ottenere un indicatore generale di stato.
- Valutazione della durata residua
  - La diagnosi dell'usura in servizio e la valutazione della durata residua di un cavo con isolamento in carta-olio si basa sull'invecchiamento termico e sui parametri diagnostici (TD e PD).

Valutazione delle Condizioni del Cavo

I valori tan delta misurati (TD) vengono utilizzati come dato per l'analisi statistica per ottenere i valori limite di un particolare tipo di isolamento del cavo.



Valutazione dello stato dell'isolamento con l'AC smorzato

Questi valori limite possono essere utilizzati per indicizzare lo stato del cavo. Per ottenere questi valori, viene valutata la distribuzione statistica dei valori del delta tan derivanti dalle misurazioni effettuate su tipi di cavi comparabili. I valori limite vengono utilizzati per ottenere un indicatore di stato determinato dal numero e dal colore.

Indice 9: molto buono (verde)
Indice 8: buono (verde chiaro)
Indice 6: moderato (giallo)
Indice 3: debole (arancione)
Indice 1: molto debole (rosso)

Per ciascuna fase del circuito del cavo a diversi livelli di tensione, è possibile ottenere l'indicizzazione di stato per i valori misurati. Infine, questi valori vengono combinati per ottenere un indicatore di stato generale per ciascuna fase.

Parametro di stato	L1	L2	L3
Tan δ con 0,5 Uo	9	6	9
Tan δ con Uo	8	6	8
Tan δ con 1,4 Uo	6	6	9
Tan δ	1	3	3
Valutazione complessiva del cavo	6	6	8

Esempio di indicatori di stato statisticamente ottenuti per delta tan a 0,5 Uo, 1Uo e 1,4 Uo con livelli di indicizzazione di stato per un cavo pieno di olio.

Valutazione della vita rimanente (FLE)

La diagnosi dell'usura in servizio e la valutazione della durata residua dei cavi isolati con carta impregnata di olio possono essere eseguite utilizzando uno speciale modello di invecchiamento. FLE si ottiene combinando:

- Consumo dell'isolamento durante l'utilizzo (ILC) in base ai valori effettivi del delta tan misurato
- Consumo di (OLC) basato sull'invecchiamento termico

Insieme al carico futuro, è possibile stimare il tempo di vita.

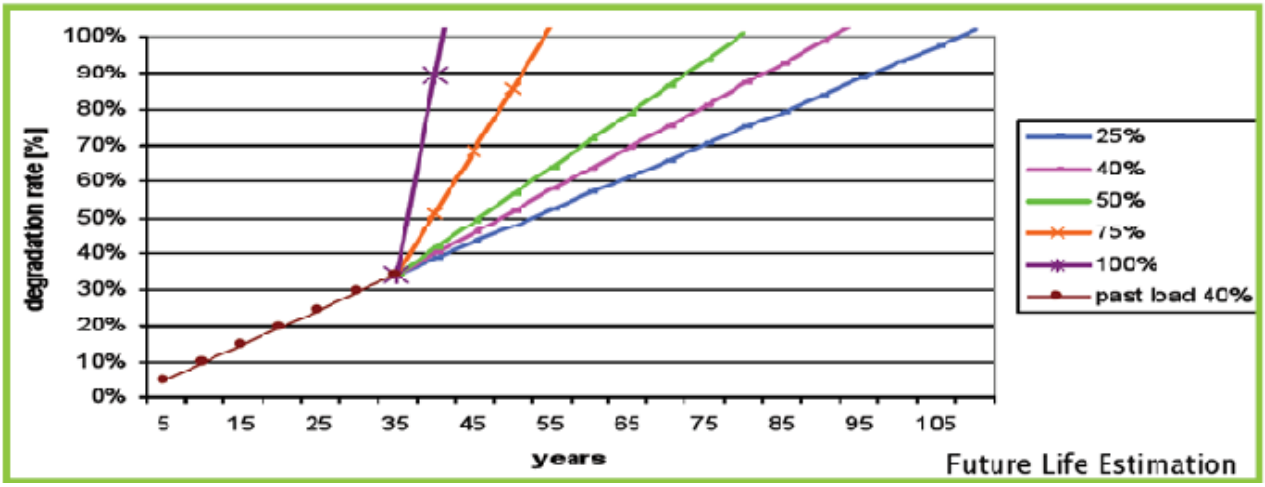
Consumi durante l'utilizzo stimati sulla base dei valori delta tan relativi e della presenza di scariche parziali.

Calcolo dell'usura durante l'utilizzo in base all'invecchiamento termico e ai carichi precedenti.

Combinare entrambi i risultati per ottenere l'usura totale durante l'utilizzo

Calcolo della durata residua in base all'invecchiamento termico e al carico futuro

Schema del consumo durante l'utilizzo e del tempo di vita rimanente



Esempio di valutazione della vita del cavo che rimane in cattive condizioni in base al 40% del carico medio nel passato.

Conclusioni

- L'uso della tecnologia di AC smorzato per la diagnostica sul campo dei cavi di trasmissione di potenza fornisce importanti informazioni per la valutazione delle condizioni del cavo.
- Il rilevamento delle PD è un metodo appropriato per ottenere informazioni sui difetti di isolamento causati da scarichi sia in XLPE che in cavi con isolamento carta-olio.
- La misura del delta Tan a diversi livelli di tensione fornisce preziose informazioni sull'invecchiamento dell'isolamento carta-olio del cavo.
- Le informazioni diagnostiche ottenute utilizzando il test DAC contribuiscono alla valutazione delle condizioni generali del cavo.
- Le esperienze acquisite in passato ci hanno fornito i dati per poter elaborare le procedure su cui basare la manutenzione e la sostituzione dei cavi di trasmissione di potenza.

Mercato Italiano BBC Trade Srl
Via XX Settembre, 14/27
16121 Genova, Italia
Phone: +39 0371428.142
Web site: www.bbctrade.eu
E-mail: info@bbctrade.eu

onsite hv solutions ag
Töpferstrasse 5
6004 Lucerne
Switzerland

Phone: +41 41 500 0550
Fax: +41 41 500 0551

onsite hv solutions Benelux BV
Van der Kunstraat 10
4251 LN Werkendam
The Netherlands

Phone: +31 183 304012
Fax: +31 183 3042008

onsite hv solutions Central Europe Sp. z o. o.
Bagatela 11 lok. 14
00-585 Warsaw
Poland

Phone: +48 693 491 444
Fax: +48 895 264 485

onsite hv solutions Americas Inc.
16 Industrial Parkway South, Suite 313
Aurora, Ontario L4G 0R4
Canada

Phone: +1 416 569-7787
Fax: +1 905 751-1330