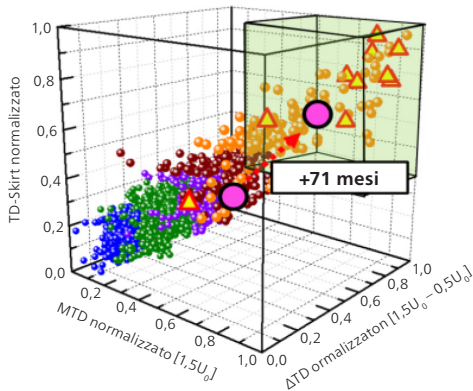


statex®

Software BAUR per la previsione statistica della durata dei cavi

sviluppato da  **KEPCO**
KOREAN ELECTRIC POWER CORPORATION



Rappresentazione 3D delle correlazioni tra parametri di valutazione normalizzati di misure del fattore di dissipazione MTD, Δ TD e TD-Skirt: L'area incorniciata in alto a destra nella figura mostra un'elevata probabilità di guasto.

Valutazione dello stato del cavo basata sull'esperienza e previsione della durata di vita residua statistica

- Analisi dello stato complessivo della rete di cavi sulla base di diversi parametri del fattore di dissipazione
- LT Wizard – Strumento statistico per la definizione di parametri per la determinazione della durata di vita residua
- Innovativo algoritmo di valutazione brevettato per la previsione statistica della durata di vita residua di cavi a media tensione
- Convalidata mediante 45.000 misure del fattore di dissipazione su 15.000 tratte di cavi

Il software di analisi statex® serve per determinare in modo dettagliato lo stato di invecchiamento, la velocità di invecchiamento e la durata di vita residua statistica di una tratta di cavo sulla base della diagnostica del fattore di dissipazione con tensione VLF-truesinus® (Very Low Frequency).

statex® tiene conto, oltre che di parametri di valutazione tradizionali secondo la norma IEEE 400.2 (SDTD, MTD e Δ TD), anche del nuovo parametro TD-Skirt, che indica la stabilità del fattore di dissipazione (TD) nel tempo. Questo consente di calcolare l'indice di invecchiamento R e la velocità di invecchiamento V_R della tratta del cavo. Inoltre è in grado di fornire una raccomandazione precisa, su quando sia necessario eseguire una nuova misurazione o se sono necessari interventi sulla tratta del cavo. Nel calcolo vengono considerati anche il limite di esercizio economico del cavo e un margine di sicurezza proprio dell'azienda, che consentono di determinare il momento ottimale a partire dal quale è necessario sostituire il cavo.

Tenendo conto di direttive aziendali individuali e attraverso la visualizzazione di correlazioni complesse tra i diversi parametri di valutazione in una matrice tridimensionale, statex® offre una nuova possibilità pionieristica per una gestione delle risorse aziendali economica e sicura.

Caratteristiche

- LT Wizard – Uno strumento statistico completo per la valutazione di risultati di misura e la definizione di valori limite per il calcolo della durata di vita residua per diversi tipi e lunghezze dei cavi
- Informazioni sullo stato complessivo della rete consentono di reagire in modo mirato a stati critici dei cavi
- Calcolo della velocità di invecchiamento e della durata di vita residua di un cavo sulla base della diagnostica del fattore di dissipazione con tensione VLF-truesinus®
- Rappresentazione 3D delle correlazioni tra parametri di valutazione normalizzati MTD, Δ TD e TD-Skirt come base per il calcolo della durata di vita residua del cavo
- Rispetto di direttive aziendali specifiche nella determinazione del momento ottimale per eseguire riparazioni sui cavi (sicurezza di alimentazione)
- Nuovo parametro di valutazione TD-Skirt per la previsione della durata di vita residua
- Indice di invecchiamento R per la valutazione complessiva delle perdite dielettriche, della stabilità della tensione e della stabilità nel tempo
- Calcolo di una data "Action Required"
- I sistemi di diagnostica di BAUR forniscono i dati di misura con la precisione necessaria
- Facile gestione dei dati di misura e dei cavi in una banca dati dei cavi centrale

Obiettivi

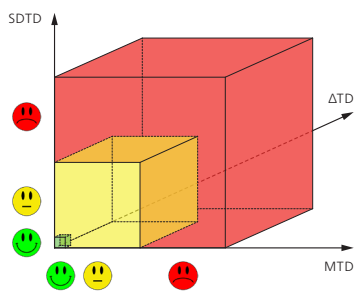
- Previsione ottimale della durata di vita residua della tratta del cavo
- Riduzione del tasso di guasto
- Abbattimento dei costi sociali

Previsione della durata di vita residua statistica (principio)

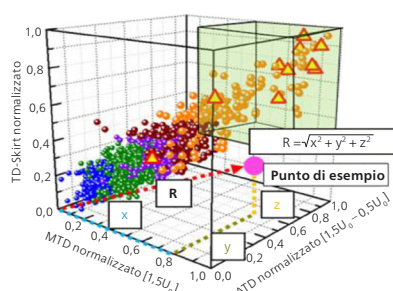
L'algoritmo brevettato del software di analisi statex® calcola, sulla base della valutazione statistica di 45.000 dati di misura su 15.000 tratte di cavi (ca. 7.000 km), un indice di invecchiamento tridimensionale R. Questo algoritmo è stato sviluppato e brevettato dalla Korea Electric Power Corporation (KEPCO) in collaborazione con l'università di Mokpo (Corea).

Il calcolo dell'indice di invecchiamento tridimensionale R tiene conto, oltre che della valutazione normalizzata di MTD, Δ TD, anche del nuovo parametro di valutazione TD-Skirt. Oltre ai parametri definiti nella norma IEEE 400.2 MTD, SDTD e Δ TD, il calcolo dell'indice di invecchiamento R consente una raccomandazione precisa su quando debba essere eseguita una nuova misurazione o siano necessari interventi sulla tratta del cavo, ad esempio dopo 3 anni.

Valutazione secondo IEEE 400.2*



Valutazione con statex®



Successivamente alla nuova misura e al nuovo calcolo dell'indice di invecchiamento R, sulla base dell'indice R di entrambe le misure vengono calcolate la velocità di invecchiamento e la durata di vita residua prevista della tratta del cavo. Attraverso la differenza tra il limite di esercizio economico e il margine di sicurezza specifico dell'azienda di servizio, viene stabilito quando siano necessari interventi sulla tratta del cavo.

Esempio: risparmio presso KEPCO grazie all'uso di statex®

La valutazione dei dati di misura del fattore di dissipazione delle 15.000 tratte di cavi secondo IEEE 400.2 ha rivelato che circa 255 km di cavi in funzione rientravano nella categoria "Action required" (🔴).

Attraverso la valutazione degli stessi dati di misura con statex® è stato poi riscontrato che solo circa 55 km di cavi in funzione avevano una durata di vita residua statistica inferiore a 2 anni. Ciò significa che la sostituzione di circa 200 km di cavi non era ancora necessaria.

Le indagini di KEPCO hanno rivelato, attraverso la valutazione delle misure con statex® confrontate con la valutazione in base ai criteri IEEE, un aumento medio della durata di vita residua statistica dei singoli cavi di 11 anni.

Possibilità di valutazione del software

- Indicazione dell'indice di invecchiamento R per L1, L2, L3 di una tratta di cavi
- Andamento storico dell'indice di invecchiamento nella rappresentazione 3D rispetto a 45.000 punti di misura di KEPCO
- Risultati:
 - Indice di invecchiamento R
 - Velocità di invecchiamento V_R
 - Durata di vita residua statistica
 - Momento ottimale per la nuova misura
 - Data di guasto calcolata
 - Grafico sullo stato in 3D
 - Grafico TD-Skirt
- Allarme di un potenziale guasto calcolato
- Funzione di promemoria per nuove misure
- Importazione di dati di misura del fattore di dissipazione di BAUR (BMF, MMF, IMF, MHT, CSV)

Opzioni di impostazione specifiche dell'azienda

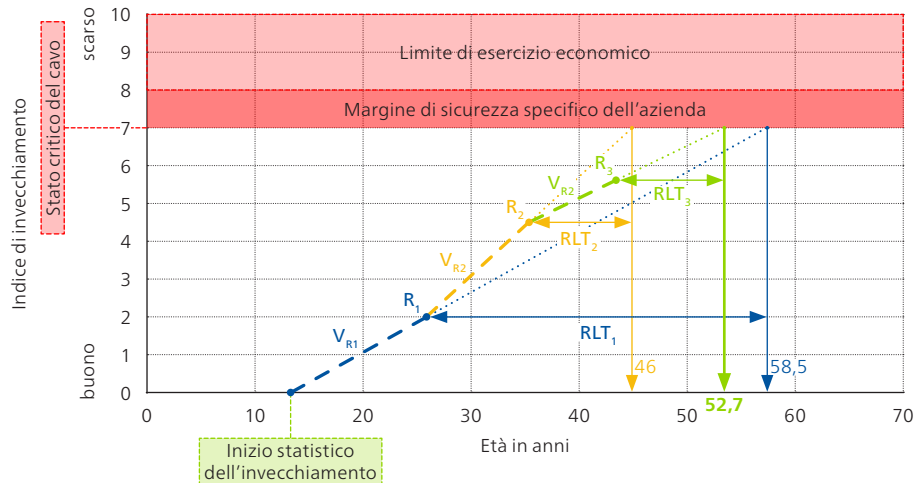
- Indice di invecchiamento R per diversi tipi di cavi
- Valori limite per l'indice di invecchiamento R
- Buffer di sicurezza per riparazione di cavi o sostituzione prima della fine della durata di esercizio calcolata
- Definizione di criteri di valutazione propri o di criteri secondo IEEE 400.2

* Criteri di valutazione secondo IEEE 400.2:

- 🟢 No action required
- 🟡 Further study advised
- 🔴 Action required

Esempio – Calcolo della durata di vita residua statistica di un cavo

Nel seguente esempio vengono ipotizzati il momento di inizio statistico dell'invecchiamento DSP (degradation starting point) dopo 13 anni e lo stato critico del cavo CP (critical point) con il valore 7,0.



Una prima misura del fattore di dissipazione dopo una durata di esercizio DP (duty period) di 26 anni dà un valore dell'indice di invecchiamento R_1 del cavo di 2,0. In questo modo è possibile calcolare la velocità di invecchiamento V_{R1} dopo la prima misura. Con la velocità di invecchiamento è possibile calcolare la durata di vita residua statistica RLT (remaining life time) del cavo dopo la prima misura.

$$V_{R1} = \frac{R_1}{DP_1 - DSP} = \frac{2,0}{26 \text{ anni} - 13 \text{ anni}} = 0,15 \text{ anni}^{-1} \quad RLT_1 = \frac{CP - R_1}{V_{R1}} = \frac{7,0 - 2,0}{0,15 \text{ anni}^{-1}} = 32,5 \text{ anni}$$

Dalla durata di vita residua statistica è possibile derivare la durata di esercizio prevista A_{CP1} del cavo al raggiungimento dello stato critico del cavo:

$$A_{CP1} = DP_1 + RLT_1 = 26 \text{ anni} + 32,5 \text{ anni} = 58,5 \text{ anni}$$

Una nuova misura dopo 10 anni, vale a dire dopo una durata di esercizio del cavo di 36 anni, dà un secondo indice di invecchiamento R_2 del valore di 4,5. La velocità di invecchiamento V_{R2} , la durata di vita residua statistica RLT_2 e la durata di esercizio prevista A_{CP2} del cavo al raggiungimento dello stato critico del cavo si calcolano come segue:

$$V_{R2} = \frac{R_2 - R_1}{DP_2 - DP_1} = \frac{4,5 - 2,0}{36 \text{ anni} - 26 \text{ anni}} = 0,25 \text{ anni}^{-1} \quad RLT_2 = \frac{CP - R_2}{V_{R2}} = \frac{7,0 - 4,5}{0,25 \text{ anni}^{-1}} = 10 \text{ anni}$$

$$A_{CP2} = DP_2 + RLT_2 = 36 \text{ anni} + 10 \text{ anni} = 46 \text{ anni}$$

Una seconda misura dopo 8 anni, vale a dire dopo una durata di esercizio del cavo di 44 anni, dà un terzo indice di invecchiamento R_3 del valore di 5,7. La velocità di invecchiamento V_{R3} , la durata di vita residua statistica RLT_3 e la durata di esercizio prevista A_{CP3} del cavo al raggiungimento dello stato critico del cavo si calcolano come segue:

$$V_{R3} = \frac{R_3 - R_2}{DP_3 - DP_2} = \frac{5,7 - 4,5}{44 \text{ anni} - 36 \text{ anni}} = 0,15 \text{ anni}^{-1} \quad RLT_3 = \frac{CP - R_3}{V_{R3}} = \frac{7,0 - 5,7}{0,15 \text{ anni}^{-1}} = 8,7 \text{ anni}$$

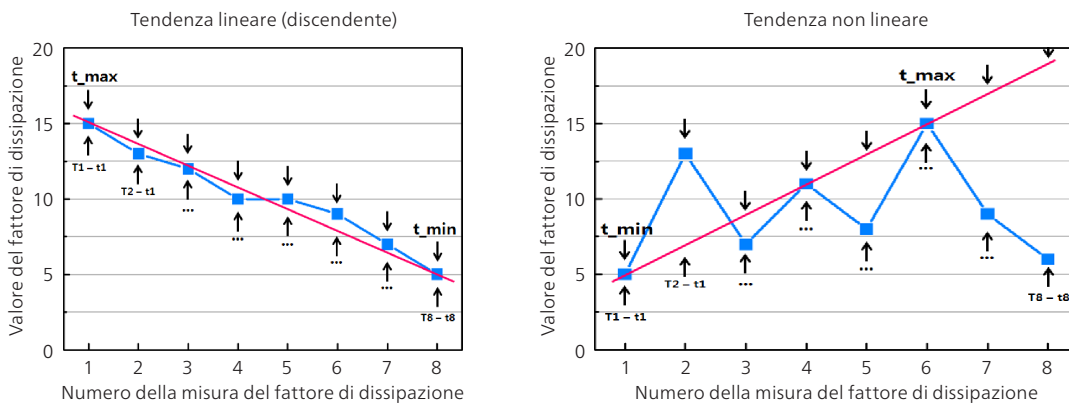
$$A_{CP3} = DP_3 + RLT_3 = 44 \text{ anni} + 8,7 \text{ anni} = 52,7 \text{ anni}$$

Tenendo conto dell'invecchiamento specifico del cavo, dalla valutazione di entrambe le misure successive si ottiene una possibile durata di esercizio del cavo di circa 52,7 anni.

Criteri TD VLF

Nuovo parametro di valutazione TD-Skirt

Nei cavi con perdite di isolamento vi sono segnali come ad esempio l'aumento o la diminuzione costante o una fluttuazione dei valori del fattore di dissipazione all'interno di un gradino di tensione. Il grado di variazione viene denominato TD-Skirt e descrive la stabilità delle misure del fattore di dissipazione nel tempo. A tal fine viene tracciata una linea virtuale tra il valore TD più alto e quello più basso ricavati da otto misure del fattore di dissipazione consecutive. Una tendenza lineare (ascendente) nei valori di misura indica una modifica delle perdite dielettriche dell'isolamento del cavo, mentre una tendenza discendente o non lineare può indicare ad es. umidità o scariche elettriche nei terminali dei cavi o nei giunti.



Indice di invecchiamento R

L'indice di invecchiamento R si calcola dai valori normalizzati MTD, ΔTD e TD-Skirt e fornisce informazioni sullo stato dell'isolamento del cavo analizzato al momento della misura. Viene rappresentato come vettore tridimensionale.

$$R = \sqrt{MTD_{norm}^2 + \Delta TD_{norm}^2 + TD-Skirt_{norm}^2}$$

Dati tecnici

Informazioni generali		Requisiti di sistema	
Lingue dell'interfaccia utente	Inglese, tedesco Altre lingue su richiesta	Sistema operativo	Windows 7 (o superiore) Raccomandato: Windows 8 (o superiore)
Formato di importazione dati	BMF, MMF, IMF, MHT, CSV	Memoria	min. 4 GB RAM Raccomandati: min. 8 GB RAM
Formato di esportazione report	PDF, PNG	Server SQL	Microsoft SQL Server 2019
		Microsoft .NET Framework	4.5 (o superiore)

Licenze del software disponibili

Licenze	Funzioni		
	Calcolo R	Previsione della durata di vita residua	LT Wizard
statex® core	✓	X	X
statex® pro (Licenza principale)	✓	✓	✓
Licenza aggiuntiva per statex® pro per l'integrazione di una postazione di lavoro aggiuntiva (solo in abbinamento alla licenza principale statex® pro)	✓	✓ (I parametri di calcolo vengono impostati centralmente tramite LT Wizard della licenza principale statex® pro)	X
Pacchetto statex® pro: 1 licenza principale + 2 licenze aggiuntive	✓	✓	✓



Software sviluppato da KEPCO

Contatto:

BAUR GmbH (Headoffice Osterreich)
T +43 (0)5522 4941-0
headoffice@baur.at

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH
T +49 (0)2181 2979 0
vertrieb@baur-germany.de

BAUR GmbH (Branch UAE)
T +971 50 4440270
shibu.john@baur.at

BAUR France
T +33 (04) 69 98 27 27
infoFR@baur.eu

Baur do Brasil Ltda.
T +55 11 297 25 272
atendimento@baurdobrasil.com.br

BAUR Test Equipment Ltd. (UK)
T +44 (0)20 8661 0957
sales@baurtest.com

奥地利保尔公司上海代表处
电话 +86 (0)21 6133 1877
shanghaioffice@baur.at

BAUR Representative Office Hong Kong
T +852 2780 9029
office.hongkong@baur.at

Rappresentanze BAUR:
www.baur.eu > BAUR worldwide

