

Corso "A" - (3gg.)

"Trasformatori di potenza: Elementi costruttivi e principi di esercizio e manutenzione"

PRIMA PARTE: Elementi costruttivi

Si tratta del corso base che intende fornire i concetti di funzionamento e dimensionamento delle macchine con l'obiettivo di chiarire il significato delle grandezze caratterizzanti la macchina.

Richiami teorici

Le informazioni base sul funzionamento della macchina e relativa schematizzazione circuitale con le grandezze caratteristiche:

- Elementi costituenti
- Funzionamento a vuoto
- Funzionamento a carico
- Circuito equivalente

Elementi dimensionali

Si entra più nei dettagli definendo gli elementi costituenti descrivendone a grandi linee anche il tipo di problematiche da superare nel loro dimensionamento:

- La funzione del flusso e dimensionamento della macchina
- Elementi costitutivi del nucleo
- Rumore
- Flusso disperso e reattanza di dispersione
- L'isolamento di macchina, l'isolamento solido
- Le caratteristiche degli oli, gli inquinanti PCB e DBDS
- Il coordinamento dell'isolamento

Le prestazioni di macchina

Si descrivono le prestazioni degli avvolgimenti sottoposti al carico nominale ed alle correnti di corto circuito, la genesi delle perdite nel rame e la loro particolare distribuzione negli avvolgimenti con individuazione del punto caldo che definisce la zona più vulnerabile:

- Le sollecitazioni dinamiche
- La funzione dell'avvolgimento a triangolo
- Le perdite negli avvolgimenti, perdite addizionali e loro distribuzione (punto caldo)

Riscaldamento e sistemi di raffreddamento

Le contromisure per tenere sotto controllo le massime temperature degli avvolgimenti sia in funzionamento regolare che in sovraccarico, stima dell'invecchiamento dell'isolamento e della vita residua di macchina:

- Le costanti di tempo termiche di macchina
- L'invecchiamento dell'isolamento: carta, olio
- Punto caldo e vita utile
- Sovraccarico e protezione termica
- I sistemi di raffreddamento

Le parti accessorie

Si illustrano gli organi accessori di macchina con le loro particolari funzioni:

- Gli isolatori passanti

- La protezione dell'olio, la funzione della cassa e del conservatore
- Relè Buchholz
- Il commutatore sotto carico

Specificazione

Si forniscono gli elementi salienti per la definizione della macchina e quindi della sua specifica tecnica di acquisto:

- I dati di targa
- Orientamenti per la specificazione

SECONDA PARTE: Principi di Esercizio e Manutenzione

Si analizzano le problematiche legate alla gestione economica delle macchine tramite le informazioni provenienti dalle verifiche in impianto. Si arriva quindi alla valutazione dello "stato di salute" delle macchine e della loro presunta "vita residua". Si forniscono quindi gli elementi utili a pianificare l'intervento manutentivo più opportuno.

Elementi per una gestione economica di una macchina

Informazioni tecnico economiche per gestire al meglio il parco macchine garantendo affidabilità e costi contenuti in base alla corretta gestione delle verifiche e delle azioni manutentive conseguenti.

- Orientamenti di gestione del parco macchine
- Il ciclo di vita di un trasformatore
- L'importanza delle verifiche in esercizio per la valutazione dell'affidabilità delle macchine

Verifiche a carico del nucleo

- Corrente a vuoto in b.t.
- Perdite a vuoto
- Controllo vibrazioni
- Isolamento del nucleo
- Punti caldi sul nucleo, scariche

Verifiche a carico degli avvolgimenti

- Misura dei rapporti
- Induttanza di dispersione
- Misura della resistenza degli avvolgimenti, contatti difettosi

Verifiche elettriche sullo stato dell'isolamento

- Prova di isolamento a 5 kV
- Tensione di tenuta dell'olio
- Misure di $\text{tg}\delta$
- Scariche parziali
- Fenomeni di polarizzazione

Verifiche chimico-fisiche

Si tratta di verifiche con analisi di laboratorio sull'olio isolante e sui relativi gas disciolti. Si tratta di una prassi consolidata che affiancata ai risultati delle verifiche elettriche concorre a definire lo stato di salute dell'isolamento.

- Fenomeni di sviluppo dei gas in olio
- Il prelievo dei campioni d'olio
- Le analisi con individuazione delle grandezze fisiche come umidità, ossidazione (invecchiamento) e dei gas caratteristici provenienti da surriscaldamenti e scariche
- Interpretazione dei risultati delle analisi a confronto con le verifiche elettriche per l'individuazione delle patologie.

Verifiche sul sistema di raffreddamento ed accessori

Semplici ma importanti verifiche a garanzia del buon equilibrio termico di macchina

- Pompe e ventilatori
- Relè a gas
- Controllo integrità della membrana o dei sali deidratanti
- Controllo perdite d'olio

Il trattamento dell'isolamento

Si tratta della azione manutentiva principe per tenere sotto controllo il livello di umidità nell'olio ma anche carta. L'umidità è il fattore più importante per l'invecchiamento.

- L'equilibrio fisico del sistema carta-olio-umidità
- Il trattamento del solo olio (degasaggio)
- Il trattamento completo olio ed avvolgimenti (deumidificazione della carta)

Criteri di valutazione dell'invecchiamento dell'olio

Stima della vita residua della macchina, decisioni conseguenti

Monitoraggio on-line

F. Stevanato / L. Rossato

Mirano 16-04-2019