

Warum es wichtig ist, den Transformatorkern zu entmagnetisieren

Sridhar Shenoy, OMICRON Energy Solution Private Limited, Indien

Warum ist es wichtig, Transformatorkerne zu entmagnetisieren?

Nach dem Entfernen eines magnetischen Feldes bleibt in ferromagnetischem Material ein magnetischer Fluss zurück, der sogenannte „Restmagnetismus“. In Transformatoren ist der Eisenkern (oder magnetische Kern) umwickelt, um einen Flusspfad für den Spannungsinduktionsprozess zu schaffen. Eine elektrische Prüfung, der Transformatoren sehr häufig unterzogen werden, ist die Prüfung des DC-Wicklungswiderstands. Bei dieser Prüfung zwingt der Gleichstrom die magnetischen Dipolmomente im Kernmaterial dazu, sich in eine Richtung auszurichten, wodurch der Kern magnetisiert wird.

Wird ein Leistungs- oder Verteiltransformator vom Netz genommen, kann aufgrund der Phasenverschiebung im Kern ein gewisser Restmagnetismus verbleiben. Nach einer Messung des DC-Wicklungswiderstands (für die der Kern gesättigt sein muss), ist der Restmagnetismus im Transformatorkern in der Regel hoch. Das ist auch einer der Hauptgründe dafür, dass Prüfungen des DC-Wicklungswiderstands erst nach Abschluss aller anderen AC-Prüfungen durchgeführt werden.

1. Auswirkungen von Restmagnetismus

Restmagnetismus kann zu sehr hohen Einschaltströmen führen, was den Transformator zusätzlich unnötig stark belastet. Wenn ein Transformator wieder eingeschaltet wird, kommt es zu einem Einschaltstrom, der deutlich über dem Nennstrom liegen kann. Ist im Transformatorkern noch Restmagnetismus vorhanden, kann der erste Spitzenstrom sogar noch höher als der Kurzschlussstrom sein. Diese hohen Ströme können unerwünschte Effekte nach sich ziehen, wie z. B. eine mechanische Zerstörung der Wicklung, eine fehlerhafte Auslösung von Schutzeinrichtungen oder einen erhöhten Stress für die Isolierung sowie Spannungseinbrüche im Netz. Geht der Kern in Sättigung, bedeutet das, dass sich die Induktivität des Transformators deutlich verringert. Der Strom wird jetzt nur noch durch den Wicklungswiderstand auf der Hochspannungsseite und die Impedanz der daran angeschlossenen Übertragungsleitung begrenzt.

Es gibt einige Routineprüfungen, wie die Magnetisierungsstromprüfung, die Prüfung des Flussverhältnisses mittels Magnetic Balance Test (auch als Core Balance Test bezeichnet) und die Sweep Frequency Response Analysis (SFRA), die bei Transformatoren typischerweise durchgeführt werden, um vor Ort den Zustand zu bewerten. Die Ergebnisse dieser Prüfungen können durch Restmagnetismus beeinflusst werden, was eine korrekte Evaluierung und Bewertung schwierig macht.

Es empfiehlt sich daher, den Transformator vor dem Wiedereinschalten oder vor Diagnosemessungen zu entmagnetisieren.

2. Vorgehensweise zur der Entmagnetisierung

Die Entmagnetisierung kann durch Anlegen der Nennspannung bei Nennfrequenz oder alternativ durch Anlegen einer reduzierten Spannung bei reduzierter Frequenz durchgeführt werden. Im Werk können Hersteller die Nennspannung bei Nennfrequenz an Transformatoren anlegen. Durch schrittweises Reduzieren der Spannung wird der Kern dann nach und nach entmagnetisiert (Abbildung 1). Vor Ort besteht die einzige Möglichkeit zur Entmagnetisierung von Transformatorkernen darin, eine reduzierte Spannung bei reduzierten Frequenzsignalen anzulegen.

Mit TESTRANO 600 und CPC 100 von OMICRON lassen sich Transformatorkerne innerhalb weniger Minuten entmagnetisieren. Dies gilt sogar für große Leistungstransformatoren. Ein 3-Phasen-250-MVA-Transformator mit 400 kV wurde innerhalb von 4 Minuten entmagnetisiert.

1-Phasen- und 3-Phasen-Transformatoren sind auf die gleiche Weise entmagnetisierbar. TESTRANO 600 speist ein Signal in den mittleren Schenkel des Transformators ein, um einen stärkeren magnetischen Fluss zu erreichen (der Fluss wird symmetrisch auf die beiden äußeren Schenkel verteilt). Anschließend wird die Amplitude allmählich reduziert und näher an Null gebracht.

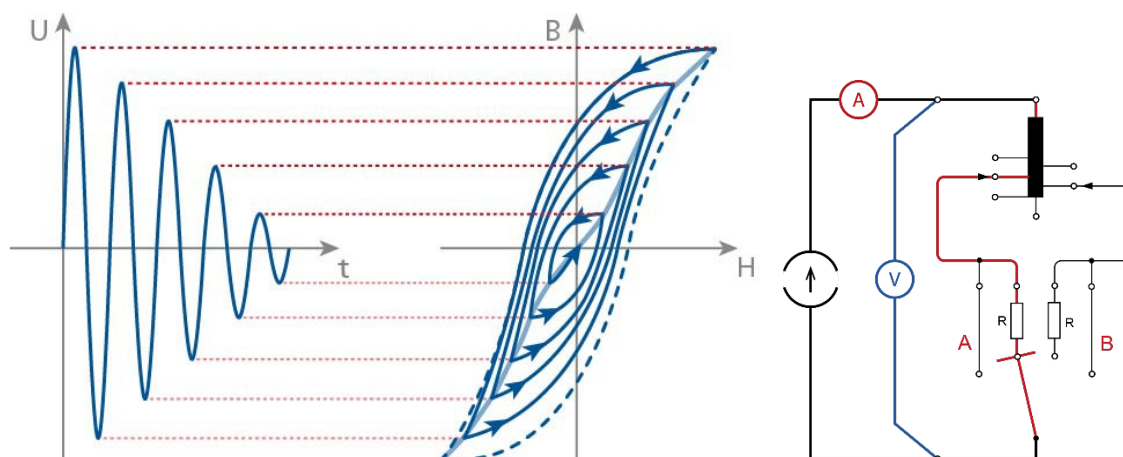


Abbildung 1: Entmagnetisieren des Transformatorkerns mit sinusförmigem Signal

Beim Prüfen des Transformators mit TESTRANO 600 sind die Vorgehensweisen für die Prüfung des Windungszahlenverhältnisses, die Prüfung des Wicklungswiderstands und die Entmagnetisierungsprüfung dieselben, sodass keine Neuverkabelung nötig ist. Die folgende Abbildung zeigt einen typischen Anschlussaufbau:

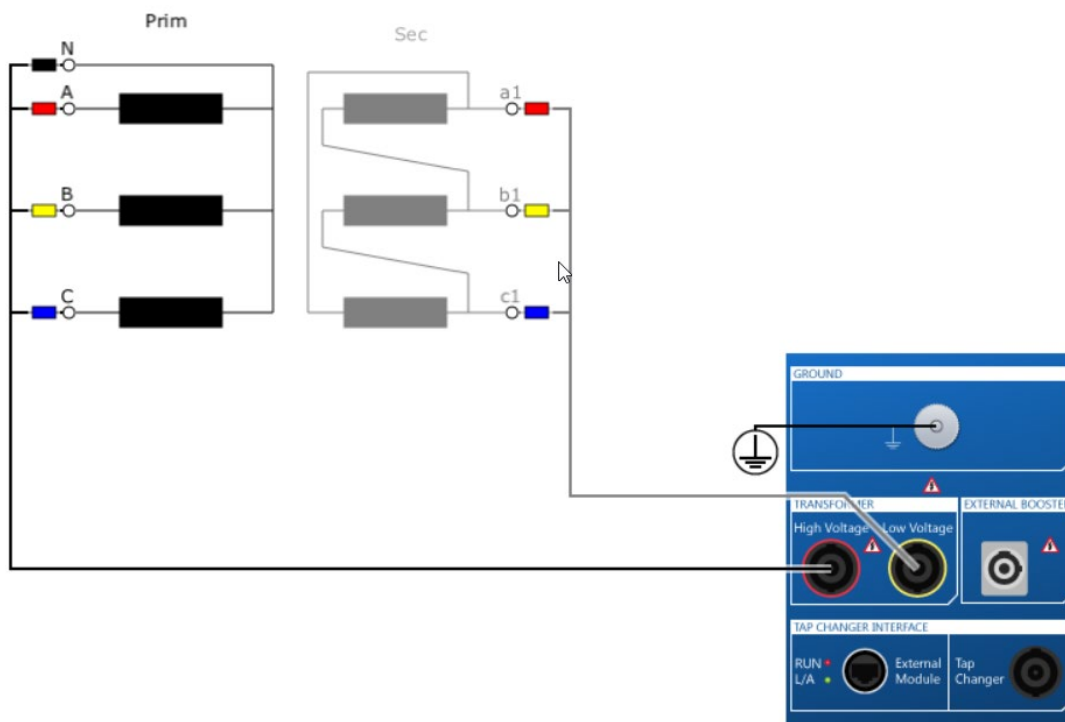


Abbildung 2: Typischer Anschlussaufbau für einen Stern-Dreieck-Transformator mit TESTRANO 600

Das Entmagnetisieren des Transformator-kerns mit diesem Prüfaufbau dauert in der Regel einige Minuten. Dabei werden der Anfangswert des Restmagnetismus und die Remanenz nach Abschluss der Entmagnetisierung angezeigt.

Zusammenfassung

Wenn der Kern eines Transformators nicht vollständig entmagnetisiert ist, kann sich dies auf einige Diagnoseprüfungen, wie SFRA- und Magnetisierungsstrommessungen, negativ auswirken. Deshalb gehört es zur gängigen Praxis, zu Beginn diese Prüfung und am Ende eine Wicklungswiderstandsprüfung durchzuführen.

Allerdings kann der nach einer Messung des DC-Wicklungswiderstands typischerweise noch im Kern vorhandenen Restmagnetismus zu sehr hohen Einschaltströmen führen, was wiederum dazu führen kann, dass Schutzrelais nicht korrekt ausgelöst werden.

Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, den Kern nach allen Prüfungen und vor dem Wiedereinschalten des Transformators zu entmagnetisieren.

Referenzen:

- [1] „Zuverlässiges Entmagnetisieren von Transformatorkernen“ (Markus Putter, Michael Radler und Boris Unterer, OMICRON electronics GmbH)

Autoren



Sridhar Shenoy arbeitet seit knapp 15 Jahren als Application Engineer bei OMICRON India. Er hat mehr als 24 Jahre Erfahrung beim Prüfen von Hochspannungsausrüstung und ist auf die Diagnose von Leistungstransformatoren spezialisiert.

Außerdem fungiert er als „Application Specialist“ für Prüf- und Diagnoseanwendungen für Leistungstransformatoren in der OMICRON-Region Südasien. Er hat mehrere maßgeschneiderte Schulungskurse in Südasien und im Nahen Osten geleitet.

OMICRON ist ein weltweit tätiges Unternehmen, das innovative Prüf- und Diagnoselösungen für die elektrische Energieversorgung entwickelt und vertreibt. Der Einsatz von OMICRON-Produkten bietet höchste Zuverlässigkeit bei der Zustandsbeurteilung von primär- und sekundärtechnischen Betriebsmitteln. Umfassende Dienstleistungen in den Bereichen Beratung, Inbetriebnahme, Prüfung, Diagnose und Schulung runden das Leistungsangebot ab.

Kunden in mehr als 160 Ländern profitieren von der Fähigkeit des Unternehmens, neueste Technologien in Produkte mit überragender Qualität umzusetzen. Service Center auf allen Kontinenten gewährleisten ein umfangreiches Wissen und eine erstklassige Unterstützung der Kunden. All dies, zusammen mit einem starken Netz von Vertriebspartnern, ließ OMICRON zu einem Marktführer der elektrischen Energiewirtschaft werden.