

Transformatorbelastung mit Oberwellen

Allgemeines

Obwohl die Hersteller die Verteiltransformatoren nach den geltenden Normen bauen, gab es in der Vergangenheit vermehrt Trafoausfälle in sogenannten Industrienetzen mit hohem Oberwellengehalt. Betroffen waren alle Trafowerkzeuge. Die Vermutung liegt nahe, dass die geltenden Standards für Industrietransformatoren ungenügend sind.

Der Bau nach den geltenden IEC-, EN- und SN-Standards für Verteiltransformatoren garantieren bei Vorhandensein von Vakuum-Leistungsschaltern, Umrichtern, etc. wie sie im modernen Industrieinsatz häufig anzutreffen sind, **keine genügende Betriebssicherheit**.

Quellen für die Entstehung und Verbreitung von hochfrequenten, hohen transienten Störspannungen sind:

- Vakuum-Leistungsschalter
- Stromrichter und frequenzgeregelte Antriebe
- Netzteile (Rechner, PCs, allgemein elektronische Geräte und Anlagen in grosser Zahl)

Zusätzlich haben aktuelle Kabeltypen eine geringere Dämpfung als alte Oel-Kabel.

Treten transiente Störspannungen dauernd und in grosser Zahl auf, tritt eine schnelle Alterung der Papierisolation und der Drahtlackierung ein, dies sowohl auf der OS- und US-Seite des Transformators, was nach kurzer Betriebszeit zum Ausfall des Transformators führen kann.

Mögliche Massnahmen am Transformator bei Vorhandensein von Störspannungen

- **Schirmzylinder zwischen OS- und US-Wicklungen**
Der Schirm dämpft netzseitige Störspannungen im Frequenzbereich von 20 Hz bis 200 kHz um ca. 35dB. Damit wird die Übertragung dieser Störspannungen auf die andere Wicklung ca. um den Faktor 55 reduziert (kapazitive Kopplung).
Die Leistungsübertragung (magnetische Kopplung) wird durch das Vorhandensein des Schirms kaum beeinflusst.
Der Schirm ist geerdet.
- **Verstärkung der Lagenisolation der OS-Wicklung um ca. 30%**
Verstärkung der Windungs-/Lagenisolation der US-Wicklung um ca. 30%
Die verstärkte Lagenisolation verbessert die Durchschlagsfestigkeit beim Vorhandensein von hohen Störspannungen.
- **Ausführung des Transformators mit einem BIL 1.2/50us von 170 kV anstatt 125 kV**
Die Ausführung der OS-Wicklung mit BIL 170 kV entspricht der Isolationsfestigkeit in einem 30 kV-Netz (Nennspannung 25 kV bis 36 kV). Diese Massnahme ist nach unserer Ansicht nicht notwendig und wird deshalb nicht empfohlen.
- **Einsatz von Überspannungsableitern**
Der Überspannungsableiter dient zum Begrenzen hoher Überspannungen.

Empfehlungen bei verschiedenen Betriebsbedingungen

Betriebsbedingung	Massnahmen
Transformatoren im normalen Verteilnetz (zum normalen Verteilnetz gehören auch Netze mit Industriebetrieben, wo keine oder nur wenige frequenzgeregelte Antriebe oder Umrichter im Einsatz stehen)	Bau nach den geltenden Normen (EN 60076), diese genügen den Anforderungen.

<p>Industrietransformator bei mehrheitlicher Belastung mit Oberwellen US-seitig (Umrichterbetrieb, frequenzgeregelte Antriebe, IGBT)</p>	<p>Bau nach den geltenden Normen (EN 60076) mit zusätzlichen Massnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - geerdeter Schirm zwischen US- und OS-Wicklung - verstärkte US-Windungs- / Lagenisolation - Begrenzung der Induktion auf max. 1.6 Tesla zur Vermeidung der Kernsättigung
<p>Oberwellen auf der OS-Seite (Vakuum-Leistungsschalter, Kabeltypen mit wenig Dämpfung)</p>	<p>Bau nach den geltenden Normen (EN 60076) mit zusätzlichen Massnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - geerdeter Schirm zwischen US- und OS-Wicklung - verstärkte OS-Lagenisolation - Ausführung der innersten OS-Wickellage mit einem minimalen Drahtdurchmesser von 2mm - Zusätzliche Isolation der ersten und letzten Windung der innersten OS-Wickellage - Einsatz von Überspannungsableitern
<p>Oberwellen auf der OS-Seite (Vakuum-Leistungsschalter, Kabeltypen mit wenig Dämpfung)</p>	<p>Bau nach den geltenden Normen (EN 60076) mit zusätzlichen reduzierten Massnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstärkte OS-Lagenisolation - Einsatz von Überspannungsableitern <p>Die reduzierten Massnahmen werden von R&S NICHT empfohlen!</p>

Je nach Massnahme und Leistungsgrösse beträgt der Mehrpreis zu einem gewöhnlichen Netztransformator ca. 5 % bis 10 %.

Das Ziel dieser Empfehlung ist eine Vorbeugemassnahme zur Vermeidung von Trafoausfällen und damit zum Vorteil des Kunden.

Anhang

Vergleichsmessung (Frequenzgangmessungen) der kapazitiven Kopplung an 2 baugleichen Transformatoren 630 kVA (mit und ohne Schirm zwischen der US- und OS-Wicklung)

Die Messungen wurden von der Fachkommission für Hochspannungsfragen (FKH) durchgeführt.

Prüfaufbau:



Prüfresultat:

