

Start ohne Spitzen

Trafo-Sanfteinschalter unterbinden die so gefürchteten Einschaltstromstöße. Die mikrocontrollergesteuerten TSE 30^{*} schalten mehrere Einphasentrafos zusammen sowie Drehstromtrafos bei jeder Belastung stromstoßfrei ein. Das Verfahren des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik (IAF) ist nicht nur von der Güte des Eisenkerns, der Induktionshöhe und Existenz eines Luftspalts unabhängig, sondern läßt auch stromsparende Drehstromtrafos mit bis zu 30 % geringerem Gewicht und Volumen zu.

Zweck des Sanfteinschalters ist es, einen Drehstromtrafo dann erst voll einzuschalten, wenn die Magnetflüsse in den einzelnen Schenkeln mit der Netzspannung synchron laufen. Ein bipolares, symmetrisches Dimmen bringt im Gegensatz zu dem neuen Verfahren das Trafoeisen auch bei Standardtrafos immer schon beim Dimmen in Sättigung. Zum Verständnis seiner Arbeitsweise ist es wichtig, sich die Wirkung von Spannung und Strom im Netztrafo anhand der bekannten Hysteresekurve noch einmal klarzumachen: Die auf die Trafospule wirkende Netzspannungszeitfläche erzeugt eine Magnetflußänderung im Eisenkern. Tra-

fospule und -eisen sowie Netzspannung und -frequenz sind so aufeinander abgestimmt, daß sich die Magnetisierung im Eisen bei stationärem Betrieb am Ende jeder Netzspannungshalbwelle jeweils genau auf den Wendepunkten der Hysteresekurve befindet. Spannungszipfel transportieren die Magnetisierung innerhalb der Hysteresekurve je nach Polarität auf oder abwärts und je nach Spannungszeitfläche mehr oder weniger stark. Ist die Magnetisierung am Ende der Hysteresekurve angelangt, kann sie nur durch Verbreiterung der Spannungszipfel über die Betriebshysteresekurve hinaus gebracht werden. Nach dem

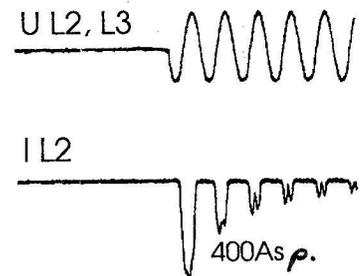
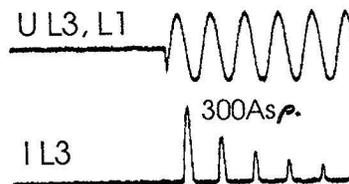
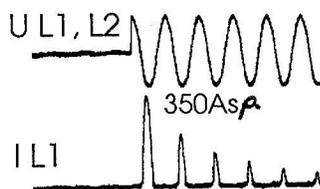
Ende eines Spannungszipfels läuft die Magnetisierung wieder zum Remanenzpunkt zurück, wenn sie sich zu Beginn eines zur Remanenz gleichpoligen Spannungszipfels schon dort befunden hat.

Der Strom in den Trafoleitern zeigt rein ohmschen Charakter, wenn eine Last am Trafo angeschlossen ist und der Eisenkern sich nicht in Sättigung befindet. Geht das Trafoeisen am Ende eines Spannungszipfels oder einer Halbwelle in Sättigung, weist er rein induktiven Charakter auf. Liegt die Magnetisierung innerhalb der Betriebshysteresekurve, ist am leerlaufenden Trafo kein Strom zu messen (bei vernachlässigten Blindleistungsverlusten). Spannungen an nicht bestromten Trafowicklungen, z.B. bei nichtleitenden Thyristorschaltern im TSE, zeigen eine der Spannungshöhe entsprechende Flußänderung im zugehörigen Trafoschenkel an.

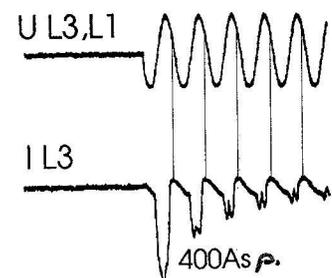
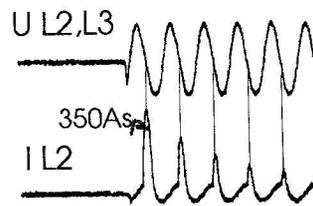
Schaltet man Drehstromtrafos ans Netz, entsteht genau wie bei Einphasentrafos

Der Einschaltstromstoß

ein großer Einschaltstromstoß. Seine Höhe in den einzelnen Phasen hängt davon ab, wie Polarität und Stärke der Trafoeisenremanenz in den einzelnen Schenkeln sowie die Phasenlage der Netzspannung der drei Leiter beim Direkteinschalten zusammentreffen. Ein Modulkern-Trafo arbeitet bauartbedingt mit einem geringen Luftspalt,

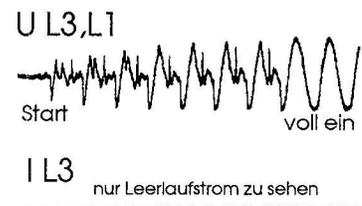
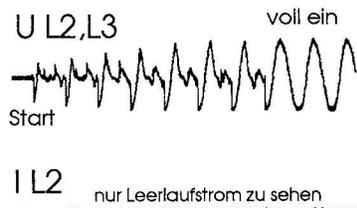
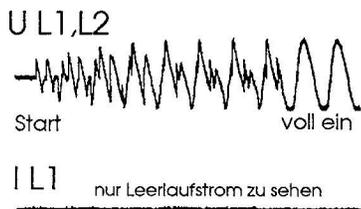


Einschaltströme eines 20-kVA-Drehstromtrafos mit Modulkern



Bei halber Nennlast gleicht die Höhe der Blindstromspitze der bei Leerlauf

54 * TSE, TSE 30 → TSRD = Trafo Schalt Relais Drehstrom EET 4/94
1. 2. 95 Emeko Ing. Büro M. Konstanzer



Auf jede Wicklung des mit dem TSE 30 eingeschalteten Trafos werden unipolare, negativ gepolte Spannungsabschnitte gegeben, mit zuerst steigender und dann konstanter Breite

weshalb die Remanenz geringer ist als bei geschachtelten Trafos und der Einschaltstromstoß daher nur den ca. zehnfachen Nennstrom erreicht. Die

Dimmen mit dem TSE

Höhe der Blindstromspitze des Einschaltstroms wird dabei nicht von der Last beeinflusst.

Die unipolaren Remanenz-Setz-Spannungszipfel der Leiterspannungen sind so gepolt, daß in allen drei Schenkeln des Trafokerns ein Fluß derselben Richtung entsteht. Die Spannungszipfel werden am Anfang der Remanenz-Setz-Zeit kontinuierlich bis zu einem eingestellten Endwert vergrößert (gedimmt), der dann bis zum Ende der Remanenz-Setz-Zeit beibehalten und auch für das Volleinschalten verwendet wird. Das unipolare Andimmen ist bei Trafos in Dreieckschaltung zum Vermeiden von Einschwingstromspitzen nötig, bis sich der Magnetfluß in den Trafoschenkeln symmetriert hat. Ist die Remanenz-Setz-Zeit von ca. 200 ms abgelaufen, werden die beiden zuerst angelegten Leiterspannungen nacheinander eingeschaltet – mit derselben Spannungszipfelbreite beginnend wie für die Spannungszipfel während des Remanenzsetzens. Sind diese beiden Spannungen voll wirksam, ist automatisch auch die dritte Leiterspannung zugeschaltet, da alle drei Stellglieder leitend sein müssen, um zwei Leiterspannungen an den Transformator anzulegen.

Auch bei unipolaren Spannungsabschnitten, mit zuerst steigender und dann konstanter Breite auf jeder Wicklung des gleichen, unbelasteten Trafos, kann mit Hilfe des TSE 30 anschließend ohne Stromstoß voll eingeschaltet werden. Gleiches gilt für den belasteten Trafo.

Die Funktion des Drehstromtrafo-Sanfteinschaltverfahrens kann sehr gut anhand der am belasteten Trafo gemessenen Wirkung erläutert werden: In allen Netzleitern fließt immer nur der ohmsche Laststrom. Es werden lediglich negativ gepolte Spannungszipfel, zwischen den Leitern am Trafo gemessen, auf diesen gegeben. Die treibenden, also vom Netz kommenden negativen Spannungszipfel, weisen eine große Amplitude auf. Die positiven, hintereinander liegenden Spannungszipfel sind die jeweils in den anderen Leitern und Trafowicklungen induzierten Spannungsanteile, d.h. Antwortzipfel.

Der induzierte Fluß zur Erzeugung eines Antwortzipfels beträgt nur die Hälfte des erzeugenden Flusses, weil die positiven ‚Antwortspannungszipfel‘ die halbe Höhe der erzeugenden negativen Spannungszipfel erreichen. Da erstere aber in doppelter Anzahl auftreten

Eisenkern nie in Sättigung

und die Spannungszipfel die Magnetisierung ändern oder diese im Antwortzipfel anzeigen, bewegen sich die Magnetflüsse in den einzelnen Trafoschenkeln hin und her. Das Eisen gerät dabei niemals in Sättigung, belegt durch den symmetrischen und rein ohmschen Strom.

Mit dem Verfahren läßt sich auch ein stetiger Dimmer für optimierte Dreh-

stromtrafos aufbauen, der ohne Blindstromerzeugung arbeitet. Herkömmliche, symmetrische Dimmer können nur weiche und luftspaltbehaftete Trafos mit abgesenkter Induktion und erhöhter Kurzschlußspannung steuern. Über den TSE (mit Hilfsspannung oder -kontakt auch fern-) eingeschaltete Drehstromtrafos können gegenüber direkt eingeschalteten Trafos bis zu 30% kleiner, leichter und stromsparender ausgelegt werden. Die Einschalthäufigkeit ist unbegrenzt. Statt eines Motorschutzschalters lassen sich schnelle, für den Nennstrom dimensionierte B-Typ-Sicherungsautomaten verwenden. Nach dem Volleinschalten wird der TSE sofort von einem Bypass-Schütz überbrückt, dessen Anziehen er selbst kontrolliert. Im übrigen ist er so

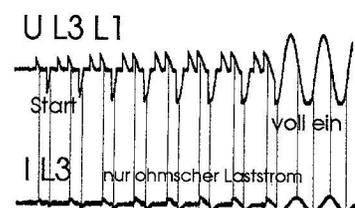
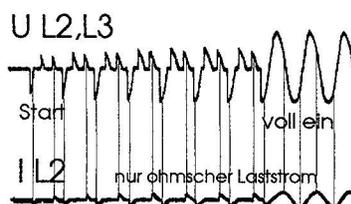
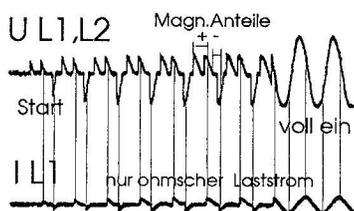
Nach Einschaltvorgang überbrückt

auch gegen große Kurzschlußströme gesichert; bei Phasenausfall schaltet er sofort aus bzw. gar nicht erst ein.

Der Sanfteinschalter kann auch mit einer beim Remanenzsetzen wirkenden, vorausschauenden Sicherung ausgerüstet werden. Bei Kurzschluß oder z.B. ab zehnfacher Überlast schaltet er dann nach den ersten kleinen Spannungszipfeln nicht weiter ein. Damit ist er für die 40-A-Version auch kurzschlußfest, wenn Nenn- und Sicherungsstrom mehr als 16 A betragen. Der zehnfache Nennstrom für eine Netzhalbwelle, diese Überlast hält er aus, wird am Thyristor dann nie überschritten. Der TSE ist für Hutschienmontage vorgesehen und braucht nur so viel Platz wie drei dem Nennstrom entsprechende Schütze.

TSE 30 Sanfteinschalter

751



Auch beim belasteten Trafo verhindert der TSE 30 den Einschaltstromstoß

groß ist wie der Nennstrom. Abb. 3 zeigt denselben Trafo bei halber Nennlast. Man sieht, daß die Höhe der Blindstromspitze des Einschalt-

**Dimmen
mit dem TSE**

stromes überhaupt nicht von der Last abhängt, weil sie bei Leerlauf und Last gleich hoch ist. Die unipolaren Remanenz-Setz-Spannungszipfel der Leiterspannungen sind so gepolt, daß in allen drei Schenkeln des Trafokerns ein Fluß derselben Richtung entsteht. Die Spannungszipfel werden

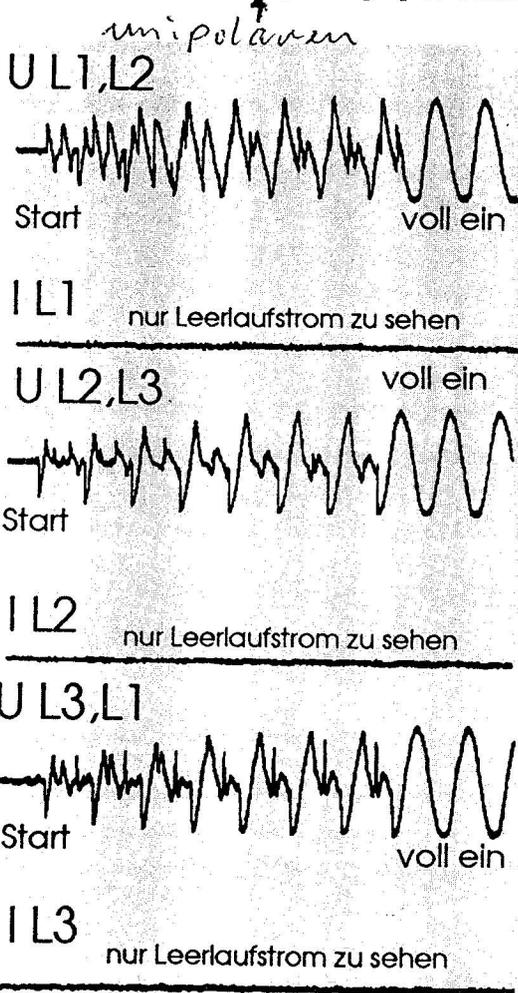
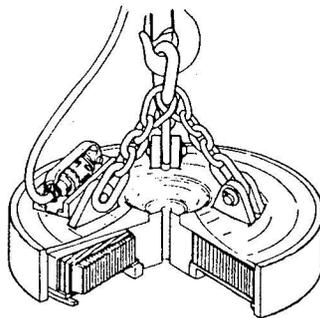


Abb. 4: Trafo wie unter Abb. 2 im Leerlauf mit dem TSE 30 eingeschaltet

ema 9/94

**SPEZIAL-REPARATUR-
WERKSTATT FÜR
LASTHEBEMAGNETE**



Auf Wunsch:
ANO-FOL oder DRAHTSPULE NOMEX-
umwickelt. Wir wickeln auch Spulen
mit Profildraht.

Ausführung:
WASSERDICHT verschweißt

Garantie:
2 JAHRE

Service:
KOSTENLOSE ANLIEFERUNG
UND ABHOLUNG

Referenzen im In- und Ausland

FRITZ HIMMELMANN

Lasthebemagnete

45481 Mülheim a. d. Ruhr
Düsseldorfer Straße 238,
Postfach 0107 72
Telefon (02 08) 42 30 20,
Telex-Nr. 8 56 076 himag d
Telefax (02 08) 42 37 80

WIR LIEFERN AUCH FERTIGE
MAGNETSPULEN NACH IHREN
MASSANGABEN,
ODER SIE GEBEN UNS IHRE
MAGNETTYPE UND FABRIKAT
BEKANNT.