

Cooler Transformatoren

Kosten sparen mit stromsparenden Transformatoren

Die Kombination, verbrauchsoptimierter Transformator plus Sanfteinschaltrelais plus flinker Absicherung mit Leitungsschutzschaltern auf den Nennstrom ausgelegt, spart je nach den Anwendungsbedingungen schon nach 1/2 Jahren Kosten ein und bringt deutlich mehr Sicherheit gegen Überlastung des Transformators und vermeidet EMV-Störungen beim Schalten. Zerstörungen durch Trafüberhitzen gehören damit der Vergangenheit an. Der verbrauchsoptimierte Transformator bringt ausserdem den Vorteil, dass er auch bei schwachen Netzen wie zum Beispiel bei 1-USV-Insel-Netzen, schon bei geringer Überlast höhere Sicherheitsauslöseströme erzeugt, was in Verbindung mit den nun flink wählbaren Leitungsschutzschaltern weitere Sicherheitsvorteile bringt.

Michael Konstanzer

Trends bei Netztrafos

Aus Gründen der geringeren Herstellungskosten werden zum Beispiel Einphasentransformatoren ab einer Grösse von 2-3 kVA heute ausschliesslich mit

Eisenkernen aus kornorientierten Blechen gebaut. Diese Kerne haben eine höhere Betriebsinduktion, geringere Eisenverluste, aber auch eine höhere magnetische Remanenz nach dem Ausschalten, wodurch der Einschaltstromstoss höher wird als mit den früher verwendeten DIN-Blech-Kernen. Der beim Einschalten nur wenige Netzhalbwellen dauernde Stromstoss, der einem zeitweisen Kurzschluss gleichkommt, wird im schlechtesten Fall dann nur durch den Kupferwiderstand der Trafo-Primärwicklung begrenzt.

Dieser Nachteil der höheren Einschaltstromstösse wird nun auf den ersten Blick kostensparend umgangen, indem die Trafowicklungen hochohmiger ausgelegt werden, was die Stromstösse wieder vermindert. Die Wicklungen werden dafür mit zusätzlichen Kühlluftkanälen und einer für hohe Temperaturen ausgelegten Isolation ver-

sehen. Dadurch können die Wickeldrähte dünner und die Wicklungen mit leichterem Gewicht gebaut werden, was bei der Herstellung Kosten spart und eben den Einschaltstromstoss dämpft. Es scheint, als hätten die Trafoentwickler gleich zwei Fliegen mit einer Klappe erschlagen.

Mehr Wärme

Technisch gesehen ist das jedoch ein Rückschritt, weil durch die höhere Verlustwärme beim Betrieb des Trafos mehr Energie verbraucht wird als nötig.

Oft muss die Schaltschrankbelüftung dann aufwendiger werden, denn die Trafos sind meistens in einem Schaltschrank, oft zusammen mit der Steuerelektronik zum Beispiel für eine Maschine, eingebaut. Aus EMV-Gründen sind dann in solchen Fällen störstrahlungsdichte Schaltschränke gefordert. Offene Kühlluftschlitze sind deshalb zu vermeiden. Eine aktive Kühlung mit zum Beispiel einem Wärmetauscher oder einem Filterlüftergerät lässt die am Trafo eingesparten Kosten dann beim Trafokunden wieder steigen. Die Kosten werden also nur verlagert. Einkäufer sollten also nicht nur auf die Kosten einzelner Bauteile, sondern auf die gesamten Systemkosten, bzw. auch auf die Folgekosten achten.

Ein Trafo mit so wenig Verlusten wie möglich wäre wohl wünschenswert, ist aber bisher wegen dem dann automatisch hohen Einschaltstromstoss bezüglich der Absicherung nicht mehr beherrschbar. Bei Schaltnetzteilen kann man zurzeit gut beobachten, wie deren Wirkungsgrad stetig nach oben klettert. Dort wird um jedes Prozent Verbesserung gerungen. Wieso sollte das für die noch mehr Energie übertragenden Transformatoren nicht auch gelten?

Es geht doch

Anstatt mit einem Schütz oder direkt mit einem Hauptschalter, kann man nun einen Transformator mit den neuen Transformator-Sanfteinschaltern, TSE genannt, ein- und ausschalten. Das sind intelligente Halbleiterrelais, welche den Einschaltstromstoss in allen Einschaltfällen und auch bei Netzanomalien voll-

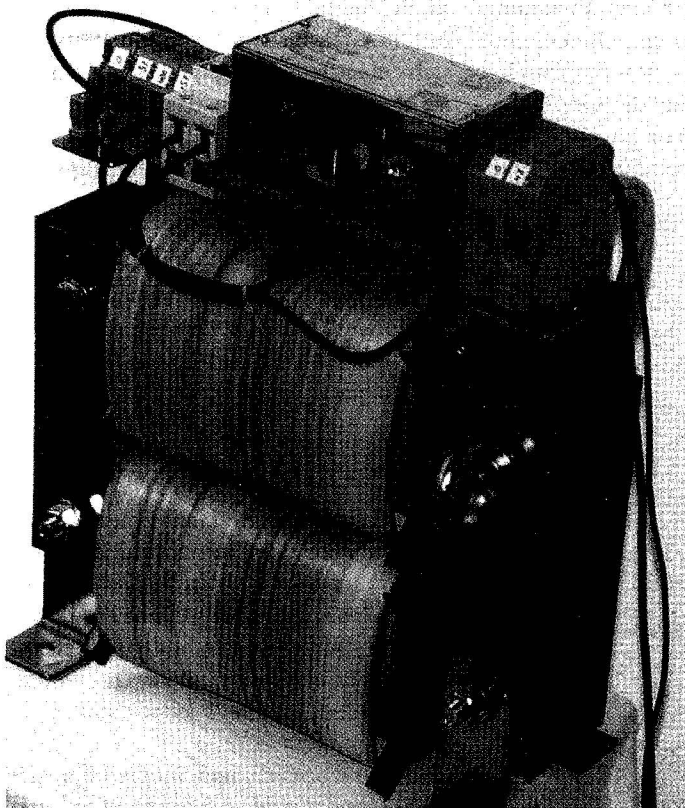


Bild 1 10-kVA-Einphasentransformator 400/48V, bei dem das Sanfteinschaltrelais TSE gleich oben auf den Trafo, neben den Anschlussklemmen, zusammen mit den Leitungsschutzschaltern montiert ist. Damit sind auch Installationskosten eingespart worden.

kommen vermeiden. Vor dem Einschalten werden die Trafos mit einem für die Fraunhofer Gesellschaft patentgeschützten Verfahren während ca. 0,1 s vormagnetisiert. Damit ist es nun möglich Trafos so zu bauen, dass ihr Primär- (und Sekundärwicklungswiderstand) so klein wie möglich ist. Dadurch werden beim Betrieb des Trafos beträchtliche Stromkosten eingespart. Der Einschaltstromstoss wird durch den TSE (Bild 1) sogar ganz vermieden.

Kosten

Durch die höheren Kupferanteile ist solch ein Trafo für sich alleine betrachtet zwar teurer, doch schon nach kurzer Betriebszeit von zum Beispiel weniger als einem Jahr, ist der teurere Trafo, der mit dem neuen Sanfteinschaltrelais anstatt mit einem Schütz geschaltet wird, über die Einsparung an Stromkosten amortisiert. Die Kosteneinsparungen bei der einfacheren Schaltschrankbelüftung sind dabei nicht mitgerechnet. Das Sanfteinschaltrelais ist jedoch in die Kosten mit eingerechnet. Bei Schaltraten, die geringer sind als 6mal pro Minute, haben die neuen Sanfteinschaltrelais sogar keine Kühlkörper nötig, weil die Halbleiterschalter intern mit Relais gebrückt werden. Es wird also nicht, wie bei üblichen Halbleiterrelais, zusätzlich Wärme produziert.

EMV

Die beim Öffnen eines konventionellen mechanischen Schalters unter Last durch den Ausschaltfunken entstehenden EMV-Störungen, werden mit den neuen Sanft-

einschaltrelais ebenfalls vermieden, weil diese immer im Stromnulldurchgang ausschalten.

Nachprüfbar für Fachleute

Durch intensive Zusammenarbeit mit einem Trafohersteller haben wir nun herausgefunden, wie diese verbrauchsoptimierten Trafos berechnet und gebaut werden müssen und welche Kosten für Trafo, Schalter und Absicherung bei den unterschiedlichsten Bauweisen entstehen.

In einem Excel-Kalkulationsblatt sind alle technischen Daten und alle Kosten von drei möglichen Trafo-Varianten für eine bestimmte Trafoleistung von uns eingetragen. Die Darstellung wäre hier zu umfangreich, kann aber auf Wunsch jedem Interessenten auch als Diskette zugestellt werden. In einer Auswertegrafik, (Bild 2), kann man leicht die Anschaffungs- und die Betriebskosten aller drei Varianten über die Nutzungsdauer entnehmen. Die Varianten für einen 10-kVA-Einphasentrafo sind in der Legende der Grafik benannt. Die Kosten gelten für ein Stück, bei einer Betriebszeit von 5000 h/a. Wir

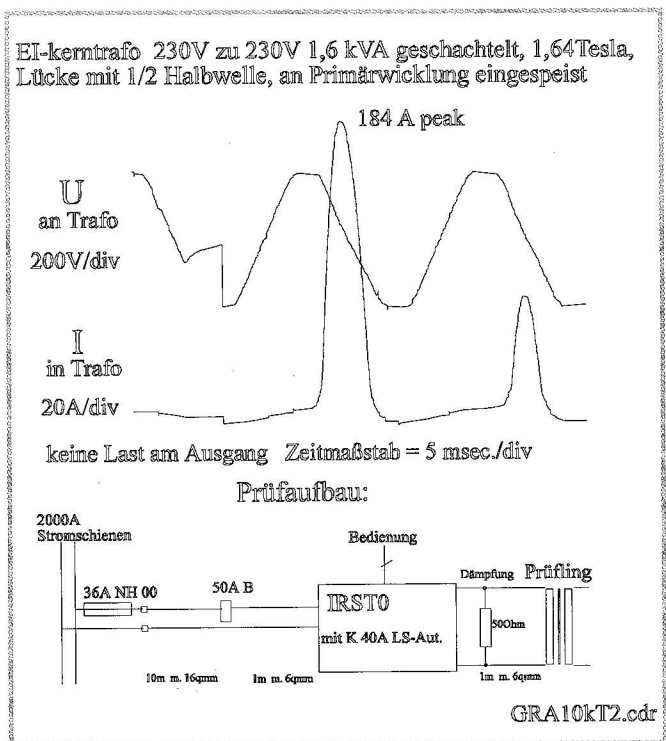


Bild 1 Wirkung einer Netzspannungsunterbrechung an einem Transformator

haben solche Vergleichstabellen ausserdem für 3- und 5-kVA-Einphasen- und für 50-kVA-Drehstromtransformatoren berechnet.

Häufiges Schalten

Wenn Transformatoren häufiger ein- und ausgeschaltet werden sollen, zum Beispiel in Prüffeldern oder Heizanwendungen mit Niedervoltheizelementen, ergeben sich ebenfalls völlig neue technische Möglichkeiten durch das Schalten mit den neuen Sanfteinschaltrelais. Die Last wird dann einfach zusammen mit dem Trafo durch das neue Sanfteinschaltrelais geschaltet. Hierbei sind die Einsparungen noch grösser, weil der bisher verwendete Schaltschütz und der überdimensionierte Leistungsschutzschalter eingespart werden kann (Bild 1). Zahlreiche Anwender nutzen bereits diese Vorteile.

Bei grösseren Stückzahlen

Bei grösseren Stückzahlen wird die Rechnung für den verbrauchsoptimierten Trafo zusammen mit dem Sanfteinschaltrelais noch günstiger, weil dann die fixen Stromverbrauchskosten bestehen bleiben, die Gestehungskosten für die Trafos und die Installationstechnik jedoch sinken.

Wir sind natürlich auch in der Lage, die Kalkulation mit den speziellen Daten und Preisen der Transformatoren und Installationsgeräte eines Interessenten durchzuführen. Bild 2 zeigt ein Beispiel einer Auswertegrafik einer solchen Kalkulation

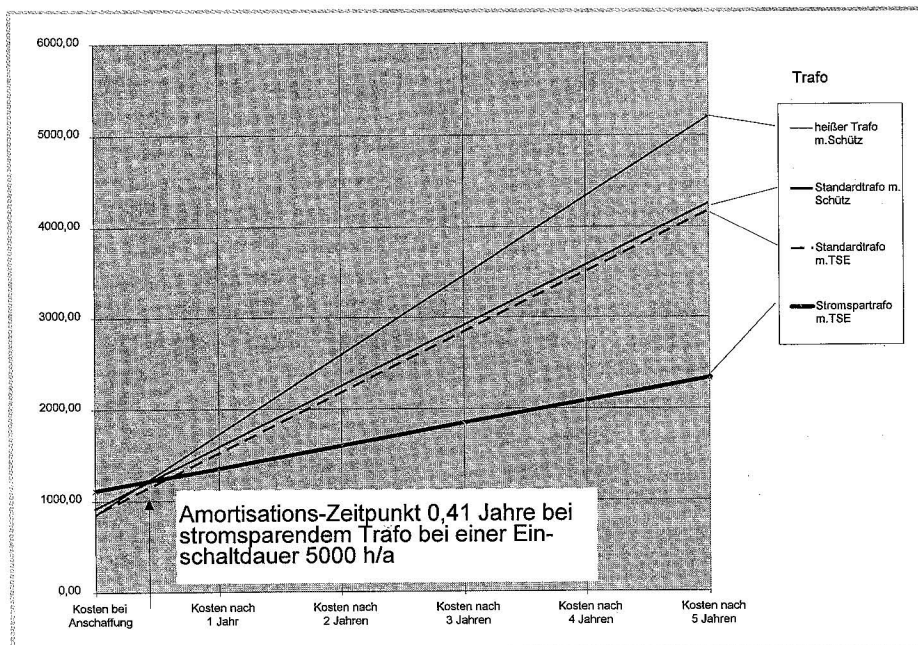


Bild 2 Gesamtkosten über Nutzungszeit bei unterschiedlicher Traforauslegung eines 10 kVA Einphasentrafos für Werkzeugbeheizung mit Schütz oder Trafo-Sanfteinschalter, «TSE» geschaltet.