

Die Absicherung von Transformatoren waere ganz einfach, wenn.....

es den Trafo-Einschaltstromstoss nicht gaebe.

Es existiert seit 1998 Jahren ein so genanntes Trafoschaltrelais, welches den Einschaltstromstoß vermeidet.

Es ist aber bis jetzt noch nicht so bekannt. Bei Transformatoren die sich nur wenig erwärmen dürfen, weil zum Beispiel die Einbauverhältnisse eine nur geringe abzuführende Verlustwärme erlauben oder weil aus Platz- oder Gewichtsgründen verlustoptimierte Ringkerntrafos verwendet werden müssen, ist der Einschaltstrom ein echtes Problem für den Projektteur.

Man kann Transformatoren bisher entweder für niedere Einschaltströme und dann mit höheren Verlusten, also heiß werdend bauen oder Verlustarm auslegen und muss dann die hohen Einschaltströme in Kauf nehmen. Eine Verlustarme und gleichzeitig Einschaltstromarme Auslegung geht bei vergleichbaren Kosten nicht.

Ein Pakettrafo mit geschweisstem EI Kern, siehe Bild 1, hat in der Regel höhere Leerlauf und Wirkverluste als ein Trafo mit Schachtelkern oder ein Ringkerntrafo. Der EI Trafo hat jedoch einen niederen Einschaltstrom von „nur“ ca. 12-15 mal dem Nennstrom und kann mit einem so genannten Transformatorschaltrelais auf Kurzschluss **und** Überlast abgesichert werden. Wenn kein passender Transformatorschaltrelais, zum Beispiel ein PKZM...T zur Verfügung steht, muss eine andere nicht so träge Primärabsicherung mit einem Nennwert vom Mehrfachen des Nennstromes verwendet werden, was ohne zusätzliche Sekundärseitige Absicherung gefährlich ist.

Bild 1 zeigt einen EI –Kerntrafo als Steuertrafo.



Der in Bild 1 gezeigte 2,5 kVA Trafo muss bei 230V auf der Primärseite mit einem C 50 A Schutzschalter abgesichert werden. Das ist der 5 fache Nennstromwert, weshalb noch eine

zusätzliche sekundaerseitige Absicherung noetig ist. Vergleich Tabelle 1 auf Seite 2. Auch mit einem PKZM 20 A-T ist der Trafo nur auf Kurzschluss aber nicht auf Ueberlast absicherbar.

Ringkerntrafos, siehe Bild 2, haben deutliche **Stromspar-Vorteile** gegenüber EI- Trafos wenn man die Vorteile von Ringkerntrafos dann auch ausnützt. Sie haben wegen der absoluten Lustspaltfreiheit im Eisenkern einen um bis zum Faktor 100 geringeren Leerlaufstrom.

Ringkerntransformatoren koennen mit bis zu 40% weniger Gewicht und ohne weiteres auch mit weniger Wirkverlusten gebaut werden als sie EI-Kern Trafos haben.

Dabei tritt jedoch das Problem des hohen Einschaltstromes in den Vordergrund, was dann die Absicherung von Ringkerntrafos sehr schwierig macht.

Ein unmoegliches Paar ?

Bild 2.

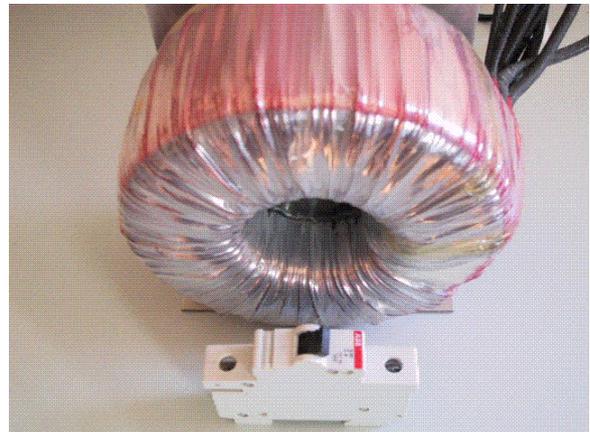


Bild 2 zeigt einen 1 kVA, 230V zu 230V Ringkerntrafo und einen C 4A Leitungsschutzschalter davor als Absicherung.

Der Einschaltstrom des Ringkern- Trafos ist aber um mehr als Faktor 10 grösser als der flinke Auslösestrom des C 4A Schutzschalters. Siehe Tabelle 3 waere dafür ein C 50 A Schutzschalter für den Kurzschlussschutz noetig.

Der Trafo ist also mit dem C 4A Schutzschalter nicht absicherbar, weil der Einschaltstrom immer wieder den Schutzschalter auslösen wird.

Auf den Nennstrom ausgelegte Schmelzsicherungen hoher Trägheit sind dafür gar nicht verfügbar. Wie die Tabelle 3, auf Seite 4 zeigt ist nur ein PKZM 25-T geeignet den 1 kVA Ringkern Trafo auf Kurzschluss abzusichern. Was aber wegen dem hohen Stromwert des PKZM 25T nicht geht.

Ohne das Auftreten des Einschaltstromes koennte der C 4A Leitungsschutzschalter jedoch den Trafo und auch gleich die - wenn noetig langen- Leitungen nach dem Trafo vor Überlastung oder Kurzschluss optimal schuetzen, ohne dass zusätzliche sekundaer-

seitige Sicherungen verwendet werden muessen.
Der hohe Einschaltstrom steht also der Einsatzfaehigkeit der Ringkerntrafos im Weg.

Die Tabellen 2 und 4 zeigen wie einfach die Absicherung wird, wenn mit einem Trafoschaltrelais,TSRL, die Einschaltstroeme von Transformatoren verhindert werden.

Tabelle 1 zeigt wie ein EI Typ Einphasen Steuertransformator abgesichert werden kann.

Trafo-Typ, 230V Primaer Einschaltstrom-arm				Ohne Einschaltstrombegrenzung							
Trafo-Typ	Nenn-Leistung	Prim. Nennstrom	Ein Schalter fuer 5 ms	Sicherungsautomaten		Schmelzsicherung	PKZM-	Motor-schutz-schalter	PKZM-T-	Trafo-schutz-schalter	
	VA	A	A peak	B-Char.	C-Char.	K-Char.	5 * 20 mm, gL / gl	Einstell bereich	Einstell wert	Einstell bereich	Einstell wert
EI- Kern	500	2,37	50	20	13	8	6	4 - 6	4	2,5 - 4	2,5
EI- Kern	800	3,74	60	32	20	13	10	6 - 10	6	4 - 6,3	4
EI- Kern	1000	4,7	80	40	25	16	10	6 - 10	6	4 - 6,3	4,7
EI- Kern	1250	5,8	100	50	32	20	16	10 - 16	10	6,3 - 10	6,3
EI- Kern	1600	7,4	140	----	40	32	20	10 - 16	10	8 - 12	8
EI- Kern	2000	9,1	180	----	50	32	20	10 - 16	10	10-16	10
EI- Kern	2500	11,4	240	----	50	32	25	20 - 25	20	16 - 20	16

wenn die Primaerabsicherung auch die Ueberlast schuetzt, dann ist das Feld fuer den Sicherungswert hellgruen markiert

wenn gar kein Sicherungswert vom entsprechenden Sicherungs Typ verfuegbar ist, dann ist das Feld hellrot markiert

EI Trafos sind nur bis zu 2kVA Groesse und nur mit den sogenannten Trafoschutzschaltern, PKZM....T, gleichzeitig auf Kurschluss und Ueberlast absicherbar.
Bei der Absicherung mit anderen Sicherungselementen muss eine zusaetzliche sekundaerseitige Absicherung eingesetzt werden.

Tabelle 2 zeigt wie ein EI Typ Einphasen Steuertransformator abgesichert werden kann wenn ein TSRL zwischen Sicherung und Trafo als Einschaltstrom- Vermeider verwendet wird.

Mit Trafoschaltrelais TSRL									
Trafo- Typ, Einscha ltstrom- arm	230V Primaer			Sicherungsauto- maten			Schmelz- Sich- erung	PKZM-	Motor- schutz schalte r
Trafo- Typ	Nenn- Leistun g VA	Prim Nenn strom A	Einsch altstro m fuer 5 ms A peak	B- Char. A	C- Char. A	K- Char. A	5 * 20 mm, gL / gl A	Einstell bereich A	Einstel lwert A
EI- Kern	500	2,37	keiner-	----	3	3	2,5	1,6 - 2,5	2,4
EI- Kern	800	3,74	keiner-	4	4	4	3,5	2,5 - 4	3,8
EI- Kern	1000	4,7	keiner-	5	----	----	5	4 - 6,3	4,7
EI- Kern	1250	5,8	keiner-	6	6	6	6,3	4 - 6,3	5,8
EI- Kern	1600	7,4	keiner-	8	8	8	8	6,3 - 10	7,4
EI- Kern	2000	9,1	keiner-	10	10	10	10	8 - 12	9,1
EI- Kern	2500	11,4	keiner-	12	13	13	16	10 - 16	11,4

wenn die Primaerabsicherung auch die Ueberlast schuetzt, dann ist das Feld fuer den Sicherungswert hellgruen markiert

wenn kein Sicherungswert vom entsprechenden Sicherungs Typ verfuegbar ist, dann ist das Feld hellrot markiert

Mit den Trafoschaltrelais ist die Absicherung frei wählbar und beinhaltet mit allen Sicherungstypen den Kurzschluss und den Ueberlastschutz.

Also auch für EI- Kern Trafos lassen sich die Trafoschaltrelais vorteilhaft verwenden, wenn der Trafo mit Feinsicherungen oder Leitungsschutzschaltern abgesichert werden soll, weil damit immer ein Kurzschluss und Ueberlastschutz erreichbar ist.

Tabelle 3 zeigt wie ein Ringkern Einphasen Steuertransformator abgesichert werden kann und wie groß der Abstand des Stromes vom Sicherungselement zum Nennstromwert des Trafos ist.

Trafo- Typ, Verlust- st- arm	230V Prima- er	Ohne Einschaltstrombegrenzung Sicherungsautomaten										Trafo- schutz- schalter					
		Trafo- Typ	Nenn- Leist- ung VA	Prim. Nenn- strom A	Einscha- ltstrom fuer 5 ms A peak	B-Char. A	C- Char. A	K- Ch ar. A	Schmelz- Sicher- ung				PKZ M- schal- ter	Motor- schutz- schalter	PKZM- T- schal- ter	Einstell- bereich A	Einstellw- ert A
									5 * 20 mm, gL / gl	Einst ell berei- ch A	Einstell wert A						
Ring- Kern	500	2,17	300	-	50	40	-	-	-	-	-	-	-	10 - 16	10		
Ring- Kern	800	3,48	350	-	63	50	-	-	-	-	-	-	-	16 - 20	16		
Ring- Kern	1000	4,35	400	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	20 - 25	20		
Ring- Kern	1250	5,43	500	-	-	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ring- Kern	1600	6,96	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ring- Kern	2000	8,70	800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ring- Kern	2500	10,87	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

wenn die Primaerabsicherung auch die Ueberlast schuetzt, dann ist das Feld fuer den Sicherungswert hellgruen markiert

wenn gar kein Sicherungswert vom entsprechenden Sicherungs Typ verfuegbar ist, dann ist das Feld hellrot markiert

Auch die extra fuer Trafos hergestellten Trafoschutzschalter sind mit den hohen Einschaltstroemen der Ringkerntrafos ueberfordert.

Nur bis zur Ringkerntrafograesse von 1 kVA sind die Trafoschutzschalter als Kurzschlusschutz dafuer einsetzbar.

Verlustarme Ringkerntrafos sind mit keinem erhaeltlichen Sicherungselement auf Ueberlast und Kurzschluss zusammen absicherbar.

Tabelle 4 zeigt wie ein Ringkerntrafo Trafoschaltrelais -TSRL verwendet wird.

abgesichert werden kann wenn ein

Trafo-Typ, Verlust-arm	230V Primaer	Mit Trafoschaltrelais TSRL							
		Sicherungsautomaten					Schmelz-Sicherung	PKZM-	Motor-
		Trafo-Typ	Nenn-Leistung	Prim. Nennstrom	Einschaltstrom fuer 5 ms	B-Char.	C-Char.	K-Char.	5 * 20 mm, gL / gl
VA	A	A peak	A	A	A	A	A	A	A
Ring-Kern	500	2,17	Nicht vorhanden	Nicht verfuegbar	3	3	2,5	1,6 - 2,5	2,4
Ring-Kern	800	3,48	Nicht vorhanden	4	4	4	3,5	2,5 - 4	3,5
Ring-Kern	1000	4,35	Nicht vorhanden	5	Nicht verfuegbar	Nicht verfuegbar	5	4 - 6,3	4,5
Ring-Kern	1250	5,43	Nicht vorhanden	6	6	6	6,3	4 - 6,3	5,5
Ring-Kern	1600	6,96	Nicht vorhanden	8	8	8	8	6,3 - 10	7,0
Ring-Kern	2000	8,70	Nicht vorhanden	10	10	10	10	8 - 12	8,8
Ring-Kern	2500	10,87	Nicht vorhanden	12	13	13	16	10 - 16	11

wenn die Primaerabsicherung auch die Ueberlast schuetzt, dann ist das Feld fuer den Sicherungswert hellgruen markiert

wenn gar kein Sicherungswert vom entsprechenden Sicherungs Typ verfuegbar ist, dann ist das Feld hellrot markiert

Mit den Trafoschaltrelais ist die Absicherung frei wählbar und beinhaltet in fast allen Faellen den Kurzschluss und den Ueberlastschutz.

Wird ein so genanntes „Trafoschaltrelais, TSR“ nach der Sicherung und vor den Trafo, gesetzt, dann „vertragen“ sich die beiden in Bild 2 abgebildeten Bauteile bestens und der verlustarme Ringkern- Trafo kann seinen Vorteil der Energiesparsamkeit ohne Nachteile zur Geltung bringen.

Herkoemmliche Einschaltstrom Begrenzer helfen zwar die hohen Einschaltstroeme von verlustarmen Trafos zu begrenzen, koennen dies aber nur teilweise. Setzt man so genannte Heissleiter- NTC Widerstaende als Einschalt-Strombegrenzer vor den Trafo, dann verursacht deren Verlustleistung wieder einen hoeheren Stromverbrauch und verschlechtert die Belastungssteifheit. Ausserdem sinkt die Impulsfestigkeit bei Belastungsänderungen.

Die etwas bessere Version beinhaltet zeitverzoeget- ueberbrueckte NTC oder andere Fest-Widerstaende. Es ist damit jedoch nur das seltene Einschalten nach einer laengeren Pause zu beherrschen. Das Einschalten auf einen Kurzschluss vertragen diese Einschaltstrom-Begrenzer im Gegensatz zum Trafoschaltrelais ueberhaupt nicht.

Kommen mehrere Einschaltvorgaenge hintereinander oder kurze Netzspannungs-Unterbrechungen vor, so sind dabei die Widerstaende in den Einschaltstrom Begrenzern heiss oder noch ueberbrueckt und koennen so den Einschaltstrom nicht begrenzen und koennen dabei gar selbst Schaden nehmen.

Sogenannte „Trafoschaltrelais“, TSR, welche den Einschaltstrom ganz vermeiden, erlauben

es verlustarme Trafos ohne die Nachteile des hohen Einschaltstromes einzusetzen und erfullen alle oben genannten Bedingungen. Ein Beispiel ist in Bild 3 zu sehen. Solche Trafoschaltrelais werden seit 1998 in den verschiedensten Bereichen der Elektrotechnik in zunehmendem Masse eingesetzt.

Die Auswahl der Absicherung ist mit den TSR zusammen dann ganz einfach.

Man kann durch die Beseitigung des Einschaltstromes auch ruhig einen groesseren verlustarmen Ringkern Trafo einsetzen, wenn man eine besonders steife Ausgangsspannung oder eine geringere Erwaermung haben moechte.

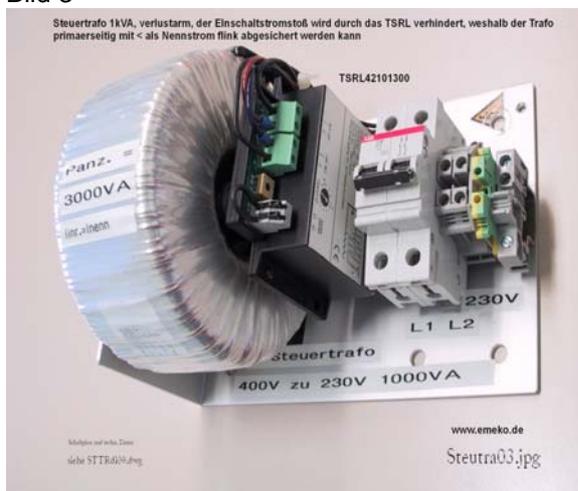
Die dann etwas groesseren Leerlauf-verluste bei einem zum Beispiel 2000VA anstatt dem 1000VA Trafo, von nur 6-8 Watt mehr, fallen ueberhaupt nicht ins Gewicht. Die absoluten Wirkverluste nehmen dann mit dem groesseren Ringkerntrafo fuer die Vollast von 1kVA um ca. die 3/4, von ca. 20 auf 5 Watt ab. Fuer die Teillast sind sie noch geringer.

Einen 2kVA Trafo kann man dann zum Beispiel auch auf nur 0,5kVA absichern wenn die Last nicht groesser ist, wenn man ein TSR vor den Trafo schaltet, weil das TSR den Trafo nur mit dem Leerlaufstrom oder dem geringen in die Last fliessenden Strom einschaltet.

Man kann dann alleine mit der Primaerseitigen Sicherung den Trafo, die Leitungen und die **Teil-Last** gegen Ueberlast absichern.

Auch beim **Einschalten auf einen Kurzschluss** nimmt das TSR keinen Schaden, wenn die Absicherung korrekt ausgefuehrt ist. Nach dem beseitigen des Kurzschlusses ist das TSR sofort wieder einschaltbereit.

Bild 3



Das Bild 3 zeigt einen verlustarmen 1kVA Steuertrafo, der mit einem TSRL eingeschaltet und mit 2A B oder C-Leitungsschutzschaltern auf der Primärseite flink unterhalb dem Nennstrom abgesichert ist.

Der Primaerseitige Leitungsschutzschalter sichert den Trafo vor Kurzschluss und Ueberlast.

Es hilft dem Anlagen- Projekteur enorm, wenn der Trafoeinschaltstrom nicht mehr auftritt und die primaerseitige Absicherung sich **nur nach den Erfordernissen des Leitungs-schutzes** fuer die Leitungen nach dem Trafo richten muss.

Ausserdem besitzt das TSR mit der schnellen Reaktion auf Netzhalfwelleneinbrueche eine definierte Abschalt-Schwelle bei Netz-Unterspannung bezueglich 230V von kleiner 165V, mit anschliessendem sanften Wiedereinschalten bei 190V.

Damit wird bei **Netzeinbruechen ein unkontrolliertes Abfallen und Anziehen** der vom Steuertrafo versorgten Schuetze unterbunden, was die Anlagen-Sicherheit erhoehrt und die Kontaktsaetze dieser Schuetze schont.

Ein separates Spannungs-Waechterrelais, was die Schuetze und andere Verbraucher in diesem Fall definiert aus- und einschaltet ist dann nicht mehr noetig.

Siehe weitere Detailbeschreibungen auf der Homepage des Autors.

Freiburg den 02.06.06, ergaenzte am 10.12.2012 EMEKO-Ing. Buero, Michael Konstanzer, Kundenberater fuer die Trafoschaltrelais der Fa. FSM-Elektronik.

www.emeko.de.

Word-texte/fzartik/Absicherungvontrafos.doc