

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

der Trafo-Einschaltstromstoss nicht waere.

Bei Transformatoren die sich nur wenig erwarmen duerfen, weil zum Beispiel die Einbauverhaeltnisse eine nur geringe abzufuehrende Verlustwaerme erlauben oder weil aus Platz- oder Gewichtsgruenden verlustoptimierte Ringkerntrafos verwendet werden muessen, ist der Einschaltstrom ein echtes Problem fuer den Projekteur. Man kann Transformatoren bisher entweder fuer niedrigere Einschaltstroeme und dann mit hoeheren Verlusten, also heiss werdend bauen oder Verlustarm auslegen und muss dann die hohen Einschaltstroeme 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 hoehere 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 Transformatorschaltern auf Kurzschluss **und** Ueberlast abgesichert werden. Wenn kein passender Transformatorschalter, zum Beispiel ein PKZM...T zur Verfuegung steht, muss eine andere traege Primaerabsicherung mit einem Nennwert vom Mehrfachen des Nennstromes verwendet werden, was ohne zusaetzhliche Sekundaerseitige Absicherung gefaehrlich ist.

Bild 1 zeigt einen EI -Kerntrafo als Steuertrafo.



Der in Bild 1 gezeigte 2,5 kVA Trafo muss bei 230V auf der Primaerseite mit einem C 50 A Schutzschalter abgesichert werden. Das ist der 5 fache Nennstromwert, weshalb noch eine zusaetzhliche sekundaerseitige Absicherung noetig ist. Vergleich Tabelle 1. 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** gegenueber EI- Trafos. Sie haben wegen der absoluten Lustspaltfreiheit im Eisenkern einen um bis zum Faktor 100 geringeren Leerlaufstrom.

Ringkerntransformatoren koennen mit bis zu 50% 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 schwierig macht.

Ein unmoegliches Paar ?

Bild 2.

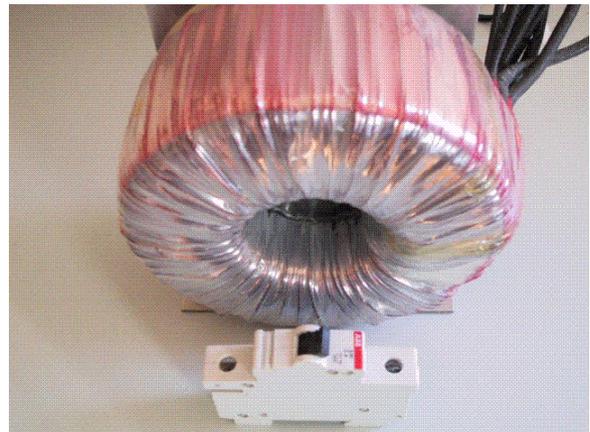


Bild 2 zeigt einen 1 kVA, 230V zu 230V Ringkerntrafo und einen C 4A Leitungsschutzschalter davor als Absicherung. Der Einschaltstrom des Ringkern- Trafos ist aber um mehr als Faktor 10 groesser als der flinke Ausloesestrom des C 4A Schutzschalters. Siehe Tabelle 3 waere dafuer ein C 50 A Schutzschalter fuer den Kurzschlussschutz noetig.

Der Trafo ist also mit dem C 4A Schutzschalter nicht absicherbar, weil der Einschaltstrom immer wieder den Schutzschalter ausloesen wird. Auf den Nennstrom ausgelegte Schmelzsicherungen hoher Traegheit sind dafuer nicht verfuegbar. Wie die Tabelle 3 zeigt ist nur ein PKZM 25-T geeignet den 1 kVA Ringkern Trafo auf Kurzschluss abzusichern. 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 Ueberlastung oder Kurzschluss optimal schuetzen, ohne dass zusaetzhliche sekundaerseitige Sicherungen verwendet werden muessen.

Der hohe Einschaltstrom ist also hinderlich fuer die Einsatzfaehigkeit der Ringkerntrafos und seine Absicherung.

Die Tabellen 2 und 4 zeigen wie einfach die Absicherung wird, wenn mit einem 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	Nennleistung	Prim. Nennstrom	Ein Schtstrom fuer 5 ms	Sicherungsautomaten		Schmelz-Sicherung	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 bereic h	Einstell wert	Einstell bereic h	Einstell wert
				A	A	A	A	A	A	A	A
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.

Trafo-Typ, Einschaltstromarm		Mit Trafoschaltrelais TSRL							
230V Primaer		Sicherungsautomaten			Schmelz-Sicherung	PKZM-	Motor-	schalters	
Trafo-Typ	Nenn-Leistung VA	Prim Nennstrom A	Einschaltstrom fuer 5 ms A peak	B-Char. A	C-Char. A	K-Char. A	5 * 20 mm, gL / gl A	Einstellbereich A	Einstellwert 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.

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 Primaer	Nenn- Leist- ung VA	Prim. Nenn- strom A	Einscha- ltstrom fuer 5 ms A peak	Ohne Einschaltstrombegrenzung Sicherungsautomaten		K- Char. A	5 * 20 mm, gL / gl A	Schme- lz- Sicher- ung	PKZ M- schut- schalter	Motor- schutz- schalter	PKZM- T- schalter	Trafo- schutz- schalter
					B-Char. A	C- Char. 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 einsetzbar.

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

Tabelle 4 zeigt wie ein Ringkerntrafo abgesichert werden kann wenn ein Trafoschaltrelais -TSRL verwendet wird.

Trafo-Typ, Verlust-arm	230V Primaer	Mit Trafoschaltrelais TSRL									
		Trafo-Typ	Nenn-Leistung	Prim. Nennstrom	Einschaltstrom fuer 5 ms	Sicherungsautomaten			Schmelz-Sicherung	PKZM-Einstellbereich	Motorschalt-schalter
						B-Char.	C-Char.	K-Char.			
	VA	A	A peak	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 Belastungsaenderungen.

Die etwas bessere Version beinhaltet zeitverzoegert- 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 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 erfuellen alle oben genannten Bedingungen. Ein Beispiel ist in Bild 3 zu sehen. Solche Trafoschaltrelais werden seit ueber 8 Jahren 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.

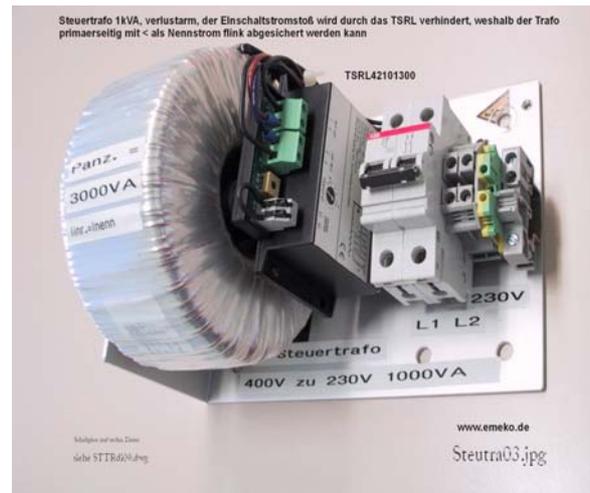
Die dann etwas groesseren Leerlauf-verluste bei einem zum Beispiel 2000VA anstatt dem 1000VA Trafo, von nur 6-8 Watt mehr, fallen ueberhaupt nicht ins Gewicht. Die absoluten Wirkverluste nehmen dann mit dem groesseren Ringkerntrafo fuer die Volllast um ca. die Haelfte, von ca. 30 auf 15 Watt ab. Fuer 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 TSR eingeschaltet und mit 2A B oder C-Leitungsschutzschaltern 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 vorhanden ist und die primaerseitige Absicherung sich **nur nach den Erfordernissen des Leitungsschutzes** 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 erhoehet 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,
EMEKO-Ing. Buero, Michael Konstanzer,
Kundenberater fuer die Trafoschaltrelais der Fa.
FSM-Elektronik.

www.emeko.de.

Word-texte/fzartik/Absicherungvontrafos.doc