

Eine durchgebrannte Sicherung.....weil ein Trafo eingeschaltet wurde.

**T800mA, 250V vor Halogentrafo 100VA mit 80W 12V Halogenlampen belastet
2 Jahre nach Installation durchgebrannt wegen Einschaltstromstoß-Stress
Inenn primär ist 350mA, jetzt T1000mA eingesetzt !!!**



Sicherung-defekt1.jpg

Die Sicherung war 2 fach überdimensioniert und hat trotzdem nicht gehalten.

Weshalb? Der Trafo-einschalt-strom-stoß ist schuld. Beim Einschalten ziehen Trafos kurzzeitig einen vielfach höheren Strom aus dem Stromnetz als im Dauerbetrieb. (Bis zum 80 fachen).

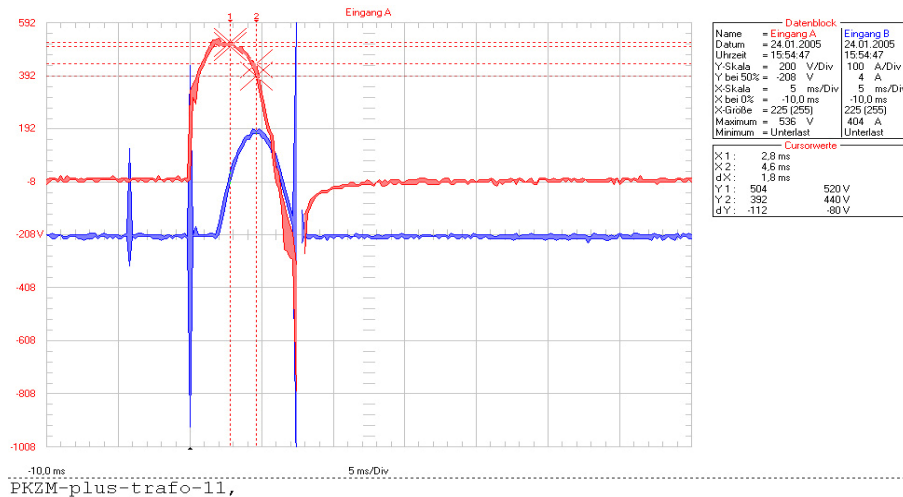
Ursache des Trafo-Einschaltstroms

- (Die Netzimpedanz, das ist der Innenwiderstand vom Stromnetz, ist ungefähr 0,3 Ohm bei 230V für 16-Ampere Netze.) Der Trafo hat einen sehr geringen Widerstand der Kupferwicklung, sonst würde er unnötig heiß.
- Während dem Einschaltstromstoß scheint das Eisen im Trafo wie nicht vorhanden zu sein, weil seine Magnetisierung im Eisenkern des Trafos in diesem Fall der Sättigung nicht mehr durch die Netzspannung geändert werden kann. Damit fehlt der induktive Widerstand und es ist nur der Kupfer Innen widerstand "R" der Wicklung, die den Strom begrenzt. (Ohmsches Gesetz. $I = U$ dividiert durch. R .) Dabei ist es egal ob man den Trafo im Spannungsnulldurchgang ode rim Spannungsscheitel einschaltet.

Mehr zu diesem Thema unter. www.emeko.de unter wissenswertes, Usw.

Beispiel einer Messkurve vom Einschalten eines 1kVA verlustarmen Steuertrafos an 400V betrieben, der mit einem Motorschutzschalter für 2,5A abgesichert ist, was einer trägen Sicherung entspricht.

Bild 2



Nach dem Einschalten der Spannung, **rote Kurve**, entsteht ein gemessener **Überstrom von 200 A peak**, **blaue Kurve**, welcher sofort die Absicherung, den an und für sich trägen Motorschutzschalter auslöste. Was macht man dagegen tun? Man nimmt dann meistens einen verlustreichen Steuertrafo!! So einer hat einen geringeren Einschaltstrom, der von der Absicherung ausgehalten wird. Aber die größeren Strom-Verluste muss man dann in Kauf nehmen, was den Endabnehmer mehr Geld kostet im Lauf der Zeit!! Der Trafo hat dann eine hochohmigere Primärwicklung und meist Luftspalte im Eisenkern. Beides bremst den Anstieg des Einschaltstromes. Aber so ein Trafo ist schwerer, teurer und wird wie gesagt heißer.

Man nimmt bisher auch herkömmliche Einschaltstrombegrenzer, ESB genannt, zum Begrenzen des Einschaltstromes. **Klassische Varianten der Einschaltstrombegrenzung.**

Bild 3



Schaltbild von ESB mit überbrücktem Widerstand, der meist 3 Ohm hat.

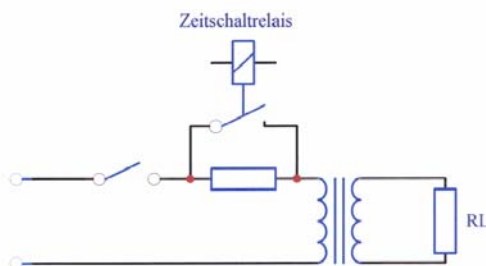
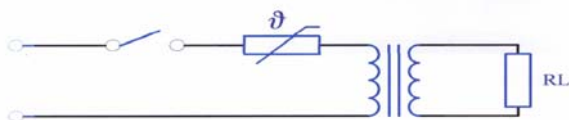


Bild 4

Hier ein ESB nur mit einem Heißeiter ohne anschließende Überbrückung.

Bild 5



Die Heißeiter, NTC Widerstände genannt, haben meist einen 20 Ohm Kalt- und einen 0,1 Ohm Heißwiderstand. **Das sind Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizienten. Die werden bei Erwärmung niederohmiger und starten so den Trafo durch einen langsamen Spannungsanstieg an seinem Eingang. Das hat aber auch Nachteile:**

Bild von defekten NTC Widerständen .durch Über-Stromspitzen. Diese entstehen wenn die Wartezeit von 1- 2 Minuten zum abkühlen nicht eingehalten und neu aus- und eingeschaltet wird.

Bild 6



Ein NTC hat ein Durchbrennloch der andere ist halbiert durch Einschaltstromstöße. Mit NTC's hat man zwar eine preiswerte und Wirkungsvolle Einschalt-Strombegrenzung aber nur in Fällen wo die Wartezeit immer eingehalten wird und wo das Einschalten auf einen Kurzschluss nicht vorkommen kann und die Erhöhung des inneren Widerstands des Trafos durch die Reihenschaltung mit NTC's nicht stört.. Bei Netzumschaltlücken oder Halbwellenausfällen ist die Wartezeit niemals gegeben und führt dabei zu Einschaltstromstößen und unter Umständen zur Zerstörung der NTC's.

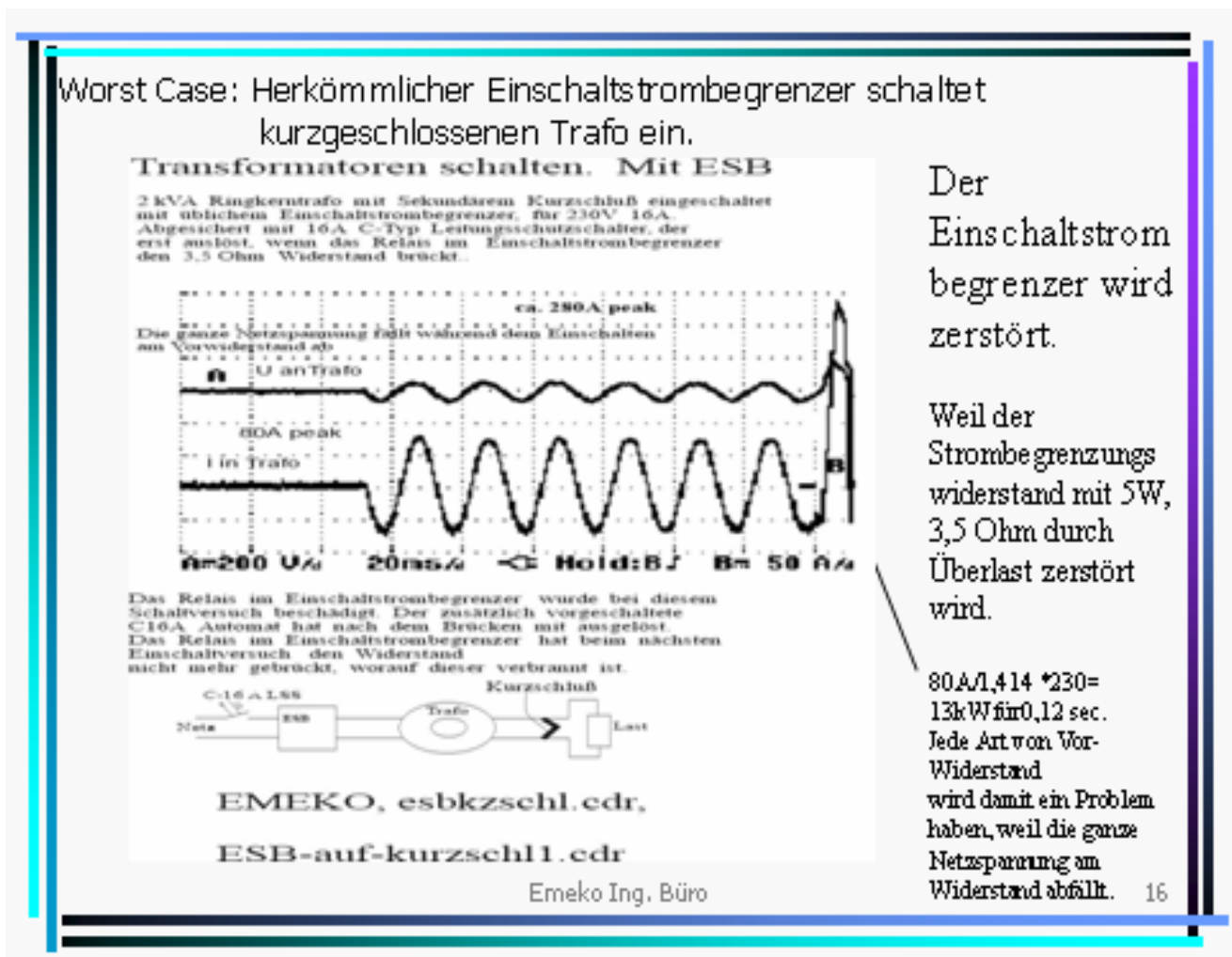
Alle Einschaltstrombegrenzer, ESB's, die mit Vorwiderständen arbeiten, haben Nachteile:

- Sie sind alle **nicht** Kurzschlußfest.
- Beim Einschalten auf Überlast wirken sie nicht.
- Sie können erst nach mindestens 1 Minute Wartezeit erneut einschalten. (Abkühlung.)
- Sie können nicht auf so genannte „Voltage Dips“ reagieren, weil das Brückrelais zu träge abfällt oder der Heißeiter noch heiß ist.

Trotz der Nachteile werden sie aus Preisgründen und meist im Konsumerbereich eingesetzt.

Wenn ein ESB auf Kurzschluß einschaltet, ist das sein Tod, und Kurzschlüsse können gerade in verzweigten Anlagen immer wieder vorkommen:

Bild 7



- Der Einschaltstrombegrenzer wird zerstört. Am Ende der Messung schließt der Überbrückungskontakt, weshalb dann erst der Kurzschlussstrom von ca. 300A fließt.
- Der Strombegrenzungs-Widerstand mit 5W, 3,5 Ohm wird durch Überlast zerstört.
- $80A/1,414 * 230 = 13kW$ für 0,12 sec. Das ist viel zu viel für ihn.

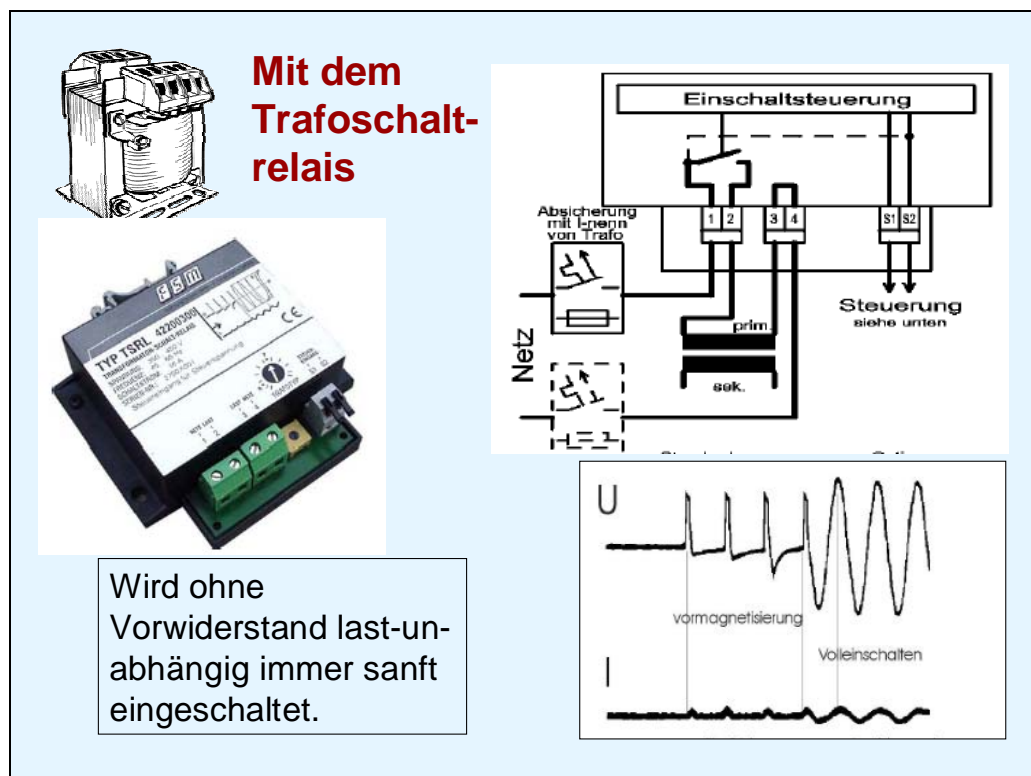
- Jede Art von ESB's mit einem Vor-Widerstand wird damit ein Problem haben, wenn die ganze Netzspannung am Widerstand abfällt.

Ein Sicheres Einschalten ganz ohne Einschaltstromstöße gelingt dagegen mit dem Trafo-schalt-relais.

Ein TSR ist kein *Einschaltstrombegrenzer*, es vermeidet die Einschaltströme ganz und begrenzt sie nicht nur.

Es arbeitet nicht mit einem Vorwiderstand zur Begrenzung des Einschaltstromes, Es schaltet nach einer Trafo-Vormagnetisierung dann sofort niederohmig durch.

Bild 9



Im Liniendiagramm ist oben die Spannung und unten der Strom am Trafo Eingang zu sehen. Der Trafo wird zuerst mit unipolaren Spannungspulsen vormagnetisiert. Kurve U. Es fließt beim Einschalten, wie am Stromdiagramm, Kurve I zu sehen ist, nur der Laststrom von wenigen Ampere.

Die genaue Funktionsbeschreibung der Trafoschaltrelais und die dazugehörige Trafophysik würde diesen Einführungsvortrag sprengen und erfolgt für Interessierte an anderer Stelle.

Bild 10 zeigt: Ein TSRL schaltet auf einen Kurzschluss ein und bleibt am Leben.

Ein Kurzschluss stellt für das TSRL kein Problem dar, wenn mit Nennstromwerten abgesichert ist.

Weil die Kombination von robustem Thyristor und robusten elektromechanischen Relais sich hierbei bewährt. Der Thyristor im TSRL widersteht für 10 msec. mehr als 500A eff. Der Thyristor sieht aber nur maximal ca. 4 msec. breite unipolare Spannungszipfel zum Ende einer Netzhalbwelle.

Der Überstrom wird beim Volleinschalten vom Relais übernommen, welches über 1000A eff. für 10 msec. aushält. Es fließen hier aber "nur" 240 A.

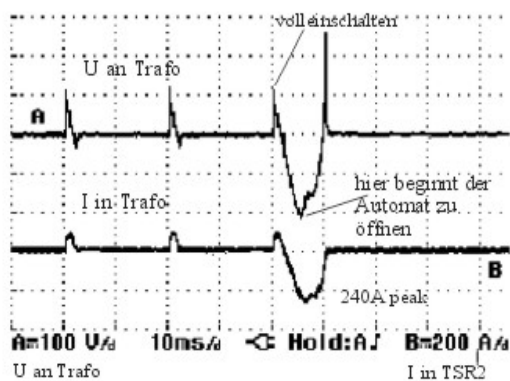
Bei Verwendung des TSRLF, der universelle Bruder des TSRL, mit einem externen Thyristorschalter, kann dieser noch robuster ausgelegt werden. Auch der Bypasskontakt kann dann verschweißsicher mit einem starken Schütz ausgelegt werden.

Siehe die Schaltplan Vorschläge von EMEKO für Medizin Trafos nach VDE 0570-2-15:2001-11.

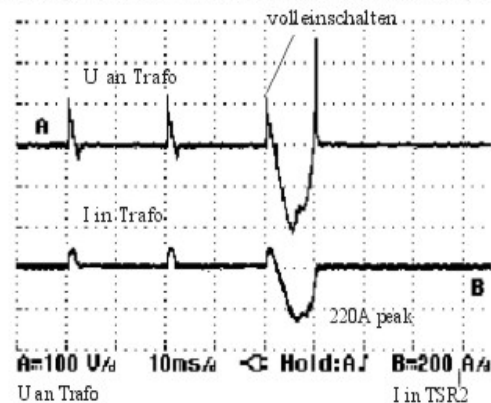
Bild 10

Einschalten von kurzgeschlossenem Ringkerntrafo mit dem TSR

2 kVA Ringkerntrafo mit sekundären Kurzschluß mit TSR 2 eingeschaltet.
Mit 16A B-Typ Leitungsschutzschalter abgesichert, der erst bei volleinschalten auslöst.
(Ein R-10A Automat hätte schon beim Vormagnetisieren ausgelöst.)
Der TSR und natürlich der Leitungsschutzschalter bleiben dabei unbeschädigt.
Der vorgeschaltete C 16A Automat hat dabei auch ausgelöst.



2 kVA Ringkerntrafo mit sekundären Kurzschluß mit TSR 2 eingeschaltet.
Mit 10A B-Typ Leitungsschutzschalter abgesichert, der erst bei volleinschalten auslöst.
(Ein R-10A Automat hätte schon beim Vormagnetisieren ausgelöst.)
Der TSR und natürlich der Leitungsschutzschalter bleiben dabei unbeschädigt.
Der vorgeschaltete C 16A Automat hat dabei auch ausgelöst.



Fazit: nur ein R 10A Automat verhindert das Auslösen des vorgeschalteten C 16A Automaten
Mit dem B 10A Automaten entsteht eine 20A weniger hohe Stromspitze als mit dem B 16A Automat.

Emeko Ing. Büro M. Konstanzer 11.12.98
981211.cdr

Das TSE-, TSR- Verfahren wurde am IAF der Fraunhofer Gesellschaft erfunden.

Aber erst nach der Überarbeitung mit der Fa. FSM-Elektronik zusammen wurde der Preis attraktiv genug.

Das Trafoschaltrelais-TSRL von FSM-Elektronik

- Durch ein radikales Neudesign in 1999 ist mit dem TSRL eine Verdoppelung der Schaltleistung bei nur 30% der Kosten der älteren TSE2Geräte möglich geworden. Das PreisLeistungsverhältnis wurde als um Faktor 6 verbessert.

Ein 4kVA Trenntrafo mit einem TSRL. Einsatz zum Beispiel in Feuerwehr Leitfahrzeugen.

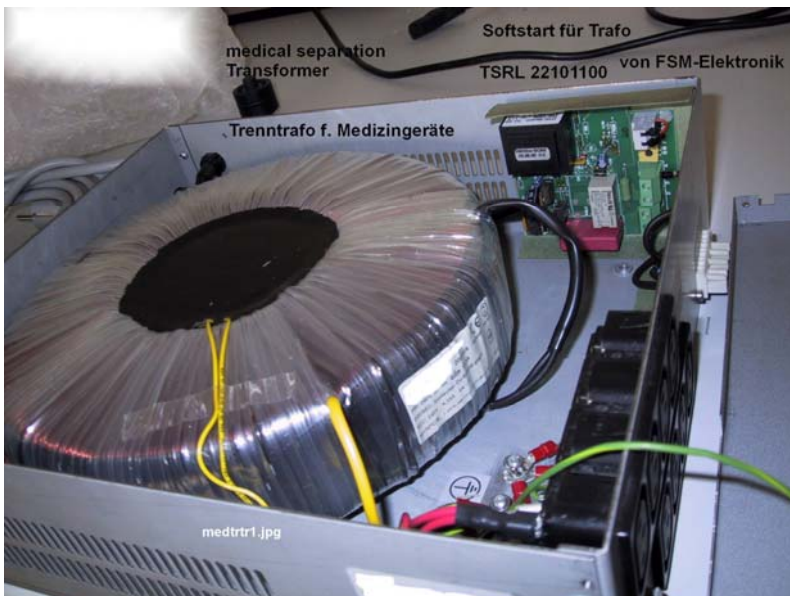
Bild 12



Eingang, 230V, 32A, und Ausgang an Klemmen

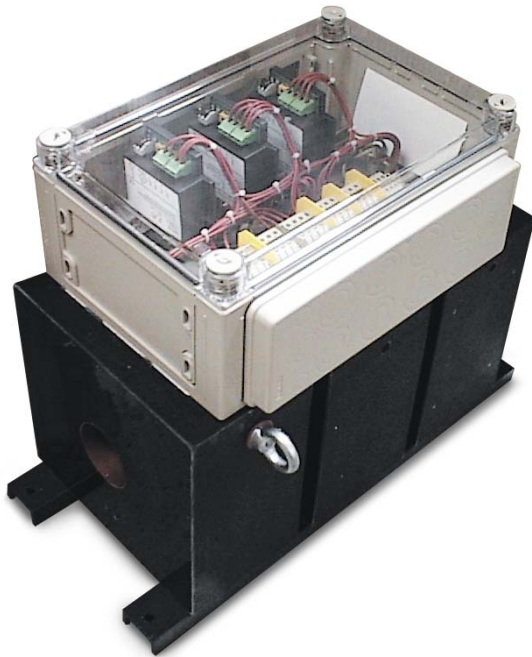
Muster von einem Kunden. Der Trafo schaltet im Leerlauf mit nur 100 mA ein.

Bild 13 TSRL in Medizin-Trenntrafo



So ein Trenntrafo mit einer TSRL Platine sitzt in vielen Endoskopiewagen unten drin.

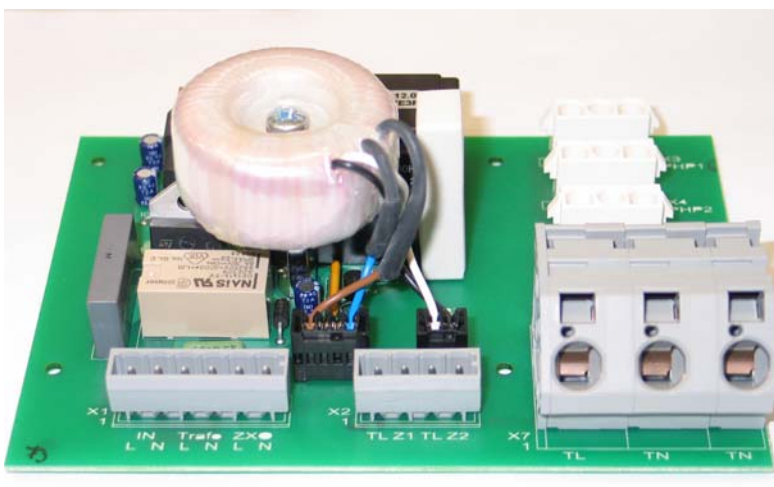
Bild 14, zeigt 3 Stück TSRL in einem Gehäuse auf 3 Stück 8kVA Ringkerntrafos.



Der Trenntrafo, der die Elektrik im Operationssaal speist, wird mit den TSRL sanft eingeschaltet. Der Notstromdiesel kann damit kleiner ausgelegt werden.

Auch in anderen sicherheitsempfindlichen Bereichen werden die TSRL schon lange eingesetzt. Ein Beispiel: Eine Spezial TSRL Baugruppe für Verkehrs- Ampeln mit LED Technik.

- Auch das beweist das Vertrauen der Kunden in die Technik des TSRL.
- **Bild 15**



Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt ist:

Bei kurzzeitigen Netz-Halbwellendefekten, sogenannten „Voltage Dips,“ entstehen erst recht hohe Einschaltstromstöße an Transformatoren.

- (Durch das Schalten von großen Lasten oder durch Umschaltvorgänge im Stromnetz entstehen kurze Spannungseinbrüche von bis zu 10 Millisekunden.)
- Je nach Lage der Einbrüche zur Netzhalbwellen werden von diesem Netz gespeiste Trafos in die Sättigung getrieben, wenn anschließend die Netzspannung sofort wieder ungestört ansteht..

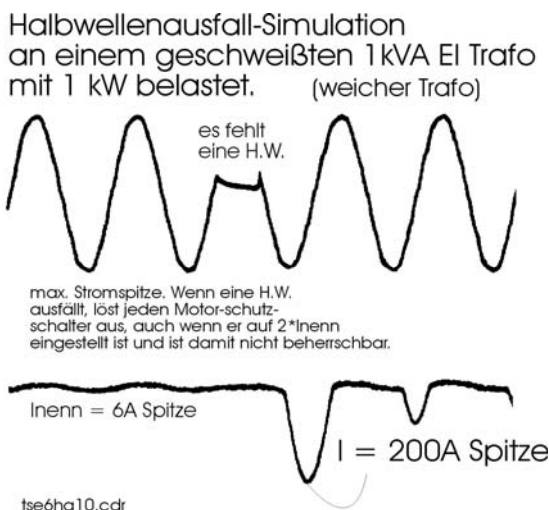
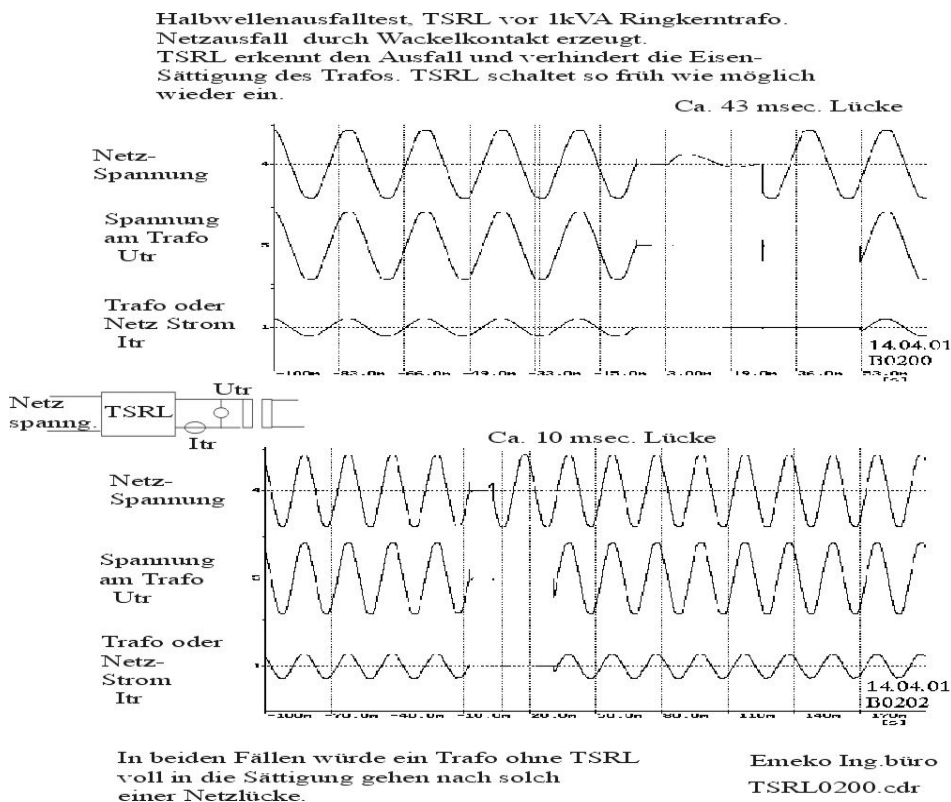


Bild 19

Auswirkung von Halbwellenausfällen wenn ein TSRL vor dem Trafo eingebaut ist.

Bild 20



Die schnelle Reaktion des TSRL schützt den Trafo vor Sättigung im Eisenkern bei Netzwiederkehr. Es erfolgt ein schnelles Wiedereinschalten nur mit dem Nennstrom.

Der Effekt von hohen Einschaltströmen nach der Netzwiederkehr auf so genannte Netzhalbwelleneinbrüche kann durch Vorschalten eines TSRL mit Option: „ schnelle Halbwellenausfall Erkennung“ verhindert werden.

IT Netz Trenntrafos der Fa. Ruhstrat für Medizinische Räume nutzen schon diese Technik. Diese Trafos sind sogar als Ringkerntrafos ausgeführt und schalten mit nur dem Nennstrom ein. (Die Norm verlangt die Einschaltstrombegrenzung auf 8 mal Inenn. Die Norm begrenzt auch den Leerlaufstrom.) Mit dem TSRL ist der Ringkerntrafo als IT –Netztrafo auch beim Leerlaufstrom deutlich besser als es die Norm verlangt.

In der Medizingeräte Prüfnorm EN 60601-1-2 die sich für den Voltage Dip Test auf die EN 61000-4-11 bezieht, ist der Halbwellen Ausfall Test vorgeschrieben.

Word/Fzart/TSR-Vorteile-2011.doc, 18.04.2011 EMEKO