

Netzspannungs-Halbwellenausfälle, sogenannte „Voltage Dips“, lösen besonders bei Ringkern-Transformatoren die Trafo- Sicherungen aus, auch wenn herkömmliche Einschaltstrombegrenzer verwendet werden!

Mit einem Halbwellenausfall von 10 msec. werden Medizin-Geräte nach der **EN 61000-4-11** weltweit geprüft.

Diese Norm ist zur Anwendung in der Medizingeräte-Prüfnorm, **IEC 60601-1-2** enthalten.

Medizingeräte, auch wenn Transformatoren eingebaut sind, müssen diesen Test bestehen, ohne dass die Sicherung vor dem Trafo auslöst.

EMV- Prüflabore stellen häufig fest, dass diese Prüfung nicht bestanden wird.

Der folgende Beitrag beschreibt die Problematik und Bewältigung der Anforderungen. Mit einem patentierten Einschaltverfahren kann das Auftreten von Einschaltstromstößen unter allen Umständen vermieden werden.

Die Grafiken zeigen die Wirkung von Netzhalbwellenausfällen mit und ohne Trafoschaltrelais, (TSRL). Ein Trafoschaltrelais ist in Bild 5 zusammen mit einem Ringkerntrafo abgebildet.

In Bild 1 wurde mit einem Halbwellenausfall gemäß EN 61000-4-11 und ohne Trafoschaltrelais vor dem Trafo gemessen.

Bild 1.

Halbwellenausfall-Simulation
an einem geschweißten 1kVA EI Trafo
mit 1 kW belastet. (weicher Trafo)

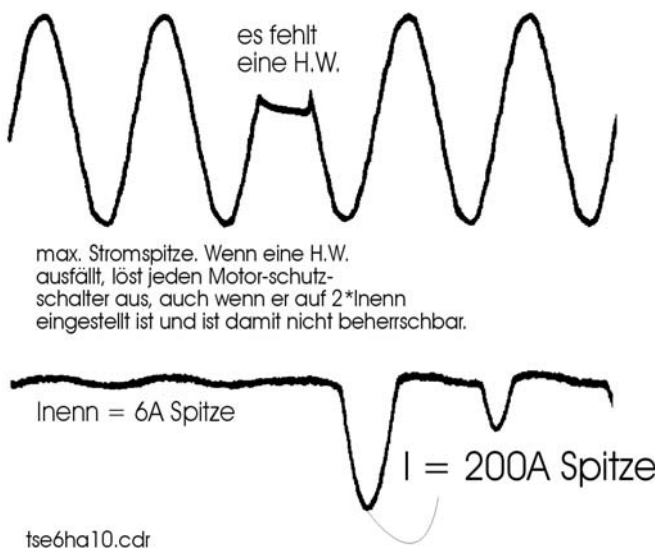


Bild 1 zeigt mit der oberen Kurve die Netz-Spannung und mit der unteren Kurve den Stromstoß, der in die Primärwicklung fließt. Der Spannungsausfall dauerte nur 10 msec. Danach bekommt der Trafo erneut die gleiche Netzspannungspolarität, hier negativ, die er vor der Lücke bekommen hat. Das führt dann, selbst bei einem „relativ weichen“ EI Trafo zu einem hohen Stromstoß.

Bei Ringkerntrafos ist der Stromstoß noch größer.

Der Halbwellenausfall ist für einen Trafo der schlechteste Wieder- Einschaltfall, der eine auf den Nennstrom bemessene Sicherung in jedem Fall auslöst, wenn kein TSRL davor geschaltet ist.

Bei älteren Netz-Fehler Simulatoren wurden die Tests zum Teil scheinbar erfolgreich abgeschlossen, weil diese Simulatoren die damit provozierten, hohen Einschaltströme nicht liefern konnten.

Vermeiden kann man das Sicherungsauslösen bei Halbwellenausfällen mit dem Trafoschaltrelais, das die „Halbwellenausfallerkennung“ Option hat, wenn es vor den Trafo geschaltet wird.

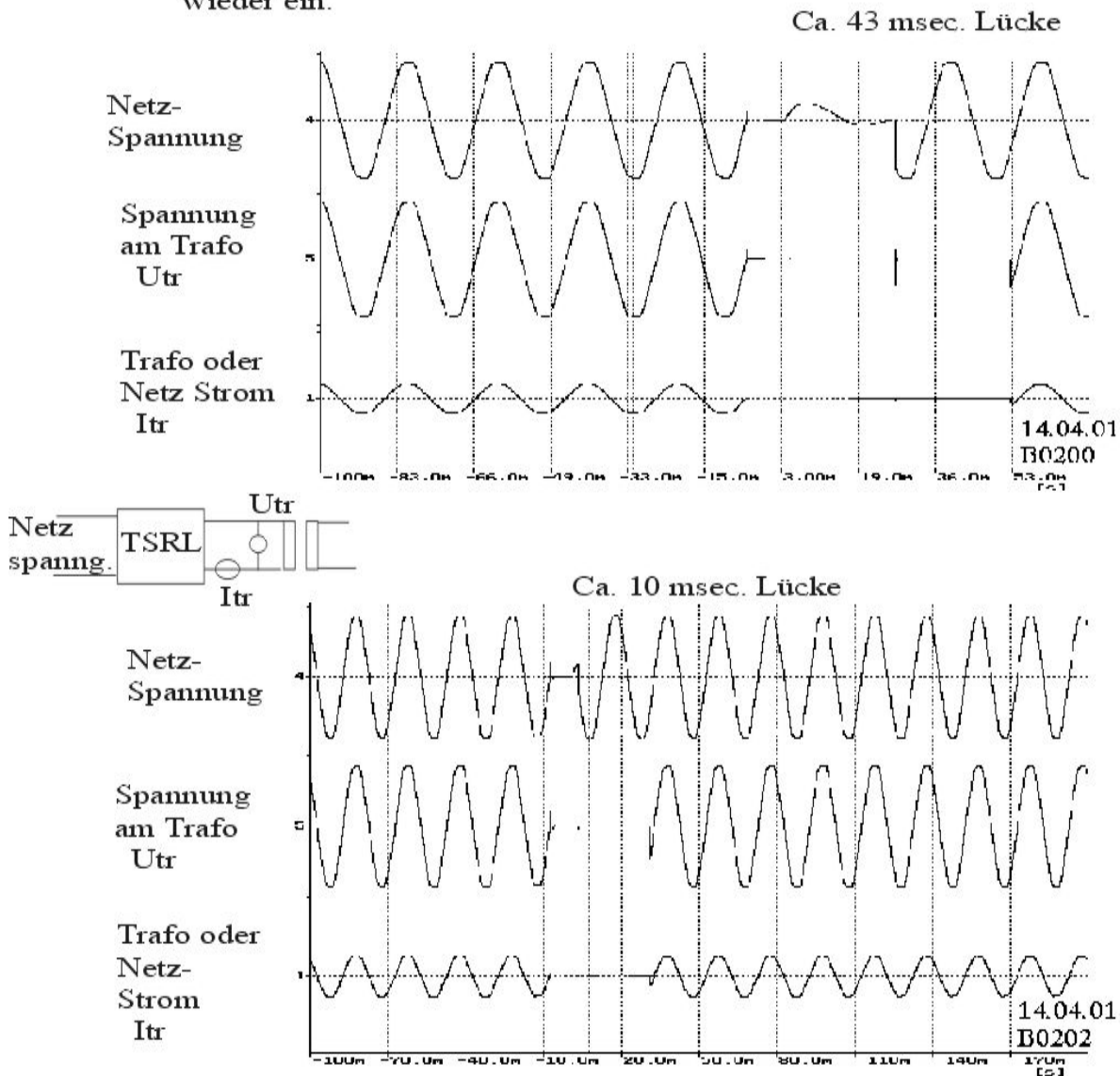
Das TSRL erkennt den Spannungseinbruch sofort und schaltet aus. Nach der Netzwiederkehr, also hier nach 10 Millisekunden berechnet es aus dem Ausschaltverhalten den richtigen Einschaltpunkt und schaltet dann entweder mit seiner Softstart- Prozedur zu oder wie in dem weiter unten gezeigten Bild 2 zu dem frühest- möglichen Zeitpunkt sofort wieder voll ein.

Die Sicherung bleibt heil, weil wie in Bild 2 zu sehen ist, kein Einschaltstromstoß entsteht.

In EMV Labors wird mit professionellen Netz-Fehler Simulatoren der Halbwellenausfall erzeugt.

Bild 2.

Halbwellenausfalltest, TSRL vor 1kVA Ringkerntrafo.
 Netzausfall durch Wackelkontakt erzeugt.
 TSRL erkennt den Ausfall und verhindert die Eisen-
 Sättigung des Trafos. TSRL schaltet so früh wie möglich
 wieder ein.



In beiden Fällen würde ein Trafo ohne TSRL voll in die Sättigung gehen nach solch einer Netzlücke.

Emeko Ing.büro
 TSRL0200.cdr

Transformatoren in medizinischen Geräten müssen entsprechend EN 61000-4-11, getestet werden. Unter anderem mit Halbwelleneinbrüchen um 90 %, also auf 10 % der Spannung herunter, für die Dauer einer halben Vollwelle, gleich 10 msec bei 50Hz.

Der Start Punkt des Ausfalls ist immer beim Beginn einer Halbwelle. Siehe Bilder 1 , 2.

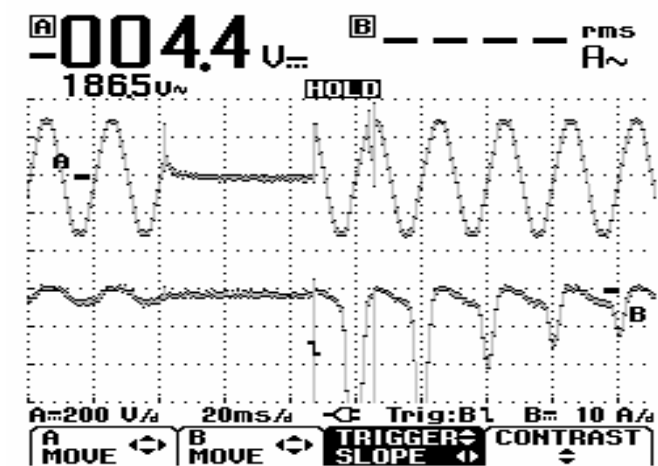
Dabei kommen eben zwei gleich polige Netzhalbwellen hintereinander auf den Trafo was unweigerlich die Sicherung auslöst.

Die Dauer der Spannungslücke am Trafo ist ungefähr 20 Millisekunden länger als die der Netzlücke, weil das TSRL die richtige Einschaltposition abwarten muß. Computernetzteile, die nach einem Trafo angeordnet sind, sind durch ihre Filterkondensatoren für diese kurze Netzspannung- Unterbrechung von max. 40 msec. in der Lage die Geräte-Spannungsversorgung aufrechtzuerhalten, was zahlreiche Tests von Kunden belegen.

Das TSRL mit der Option „schnelle Halbwellenausfallerkennung“, kann Netzspannungslücken von kleiner 200 msec. erkennen und mit der anschließenden Schnelleinschaltung nach der Netzspannungswiederkehr reagieren. Nach länger als 200 msec. andauernden Netzspannungslücken, beginnt das TSRL nach der Netzspannungswiederkehr mit einem regulären Softstart der je nach Trafotyp, (siehe die Poti-einstellung), zwischen 150 msec. bis ca. 880 msec. dauert, bevor der Trafo voll eingeschaltet ist.

Im Bild 3 ist in einer anderen Darstellung zu sehen wie ein Trafo reagiert wenn er zufällig erzeugte Halbwellenausfälle aushalten muß. Die Ausfälle wurden hier durch wackeln am Steckkontakt erzeugt.

Bild 3, ohne Trafoschaltrelais vor dem Trafo gemessen.



shwat001.fvf, schneller Halbwellenausfalltest, gemessen v. EMEKO Ing. Büro. an 0,8kVA EI Trafo mit Ohmscher Last, indem Netzsteckerwackler erzeugt wurde. A = U an Trafo prim, B = I in Trafo prim. getriggert auf I peak

Der in Bild 3 zufällig erzeugte Spannungsausfall bringt den Trafo nach der Netzwiederkehr in Sättigung und erzeugt Stromspitzen, welche die Absicherung auslösen können.

--Die Netzwiederkehr erfolgt hier zufällig so, dass der Trafo zwei Mal hintereinander gleich sinnig polarisiert wird.-

Manchmal lösen Sicherungen mitten im Gerätebetrieb aus und man nicht weshalb.

Netzhalbwellen-unsymmetrien, wie hier zufällig erzeugt, könnten der Grund sein.

Aus diesem Grund setzen immer mehr Gerätehersteller von Medizin Geräten die TSRL zusammen mit den leichtgewichtigen Ringkerntrafos ein. Mit dem TSRL wird die Prüfung nach EN 61000-4-11 ohne Fehler bestanden.

Etwas Physik zur Erklärung der Ursachen.

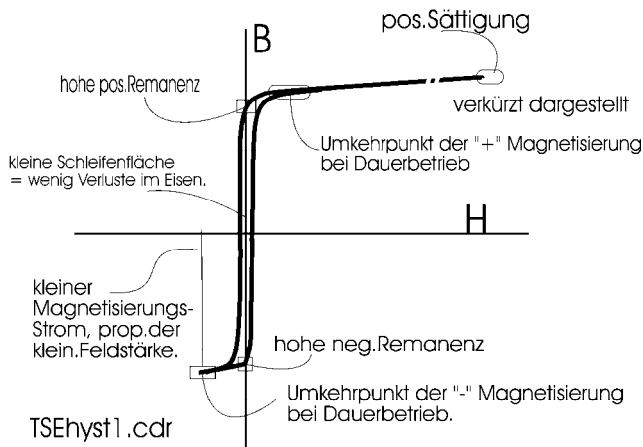
Ringkerntransformatoren, die sich einer immer größeren Beliebtheit erfreuen, haben eine Hysteresekurve die senkrecht steht und sehr schmal ist, siehe Bild 4.

Der Eisenkern hat keinerlei Luftspalt. Der Leerlaufstrom und damit die Leerlauf Verluste sind sehr klein. Die Verluste entstehen durch die Ummagnetisierarbeit und sind umso kleiner, je geringer die von der Hysteresekurve eingeschlossene Fläche ist. Die Verluste sind um cirka Faktor 100 geringer als bei geschweißten EI- Trafos. Ringkerntrafos sind deshalb auch Energiespartrafos.

Bild 4.

Hysteresekurve

bei Ringkern-Trafos
(Luftspaltfrei) deshalb hohe Remanenz



Die Induktion im Remanenzpunkt ist hier fast genau so groß wie die Induktion im Umkehr(wende) Punkt der Hysterese Kurve.
--Die Magnetisierung im Remanenzpunkt bleibt so lange bestehen bis der Trafo erneut eingeschaltet wird. -- Remanenz bedeutet bleibende Magnetisierung.
Weil im Fall der gleich poligen Einschaltung, also von der positiven Remanenz aus mit positiver Spannung, nur wenig Ummagnetisierarbeit verrichtet werden muß, ist bei Ringkerntransformatoren das Einschalten mit hohen Einschaltstromstößen verbunden, wenn kein TSRL verwendet wird. Bei der positiven Sättigung wird eine pos. Stromspitze entstehen.

Ringkerntrafos haben Vorteile.

Sie sind um bis zu 50 % leichter als EI Trafos und sind auch aus kaufmännischer Sicht, aufgrund der steigenden Preise für Eisen und Kupfer, den zum Beispiel geschweißten EI- Trafos gegenüber immer mehr im Vorteil, weil sie ganz einfach wenige Kupfer und Eisen für die gleiche Trafoleistung benötigen.

Allerdings haben Ringkerntrafos einen großen Nachteil, eben den hohen Einschaltstrom, der bis zum 100 fachen des Nennstromes reichen kann.

Aus diesem Grunde werden fast immer Einschaltstrom- Begrenzer dafür benötigt, die dafür sorgen, dass beim Einschalten die Sicherung nicht auslöst.

Allerdings haben fast alle herkömmlichen Einschaltstrom Begrenzer den Nachteil, dass sie für wiederholte Einschaltungen nur nach 2 Minuten Wartezeit erneut einschalten können. Eine schnelle Reaktion auf Halbwellenausfälle kann außerdem nicht stattfinden.

Mit einem Trafoschaltrelais lässt sich dieser Nachteil jedoch elegant umgehen.

Ein Trafoschaltrelais kann außerdem nach einer kurzen Netzunterbrechung von wenigen Millisekunden, schnell aus und sofort wieder einschalten, ohne dass ein erhöhter Einschaltstrom entsteht. Siehe Bild 2.

Die Reaktion auf sehr kurze Netzunterbrechungen wird bei Medizingeräten seit 2 Jahren bei der EMV Abnahmeprüfung geprüft. Eine Sicherung darf dabei nicht auslösen.

Mit den TSRL wird diese Prüfung ohne Probleme bestanden. Mit einem TSRL ausgerüstet hat ein Ringkerntrafo dann wirklich große Vorteile.

Weiter Infos unter www.emeko.de.

Bild 5. 4kVA Trenntrafo mit TSRL

