

# Kein Verschleiss an Schütze-Kontakten

Schützkontakte schliessen immer mehr oder weniger prellend, das heisst nach der ersten Berührung der Kontakthälften trennen sich diese noch mehrmals, um sich sogleich wieder zu berühren usw. Siehe Bild 1. Dieser Vorgang läuft bei jedem Kontaktschliessvorgang mehrmals ab und dauert nur wenige Millisekunden. Es findet ein gedämpfter elastischer Stoss statt, weil die Geschwindigkeit des bewegten Kontaktstücks kurz vor dem Auftreffen am höchsten ist und weil die Kontakteile federelastisch sind.

M. Konstanzer

Auch der nach der ersten Kontaktberührung weiterlaufende «Überhub» des Ankers, der die Kontakthälften zunehmend stärker zusammendrückt, kann diese anfängliche Prellerscheinung nicht vollkommen verhindern. Das Prellen bewegt sich, je nach Grösse des Schütz, zwischen 0,5 und 5 Millisekunden. Zieht der Anker schnell an wird das Prellen grösser und umgekehrt. Der Anker zieht unterschiedlich schnell an, was schon am Geräusch festgestellt werden kann.

Die Ursache des unregelmässig schnellen Anziehens des Ankers ist die unterschiedlich grosse Stromaufnahme der Spule des Ankerelektromagneten. Bei grosser Stromaufnahme zieht der Anker schneller an.

Der Elektromagnet ist einem Transformator mit grossem Luftspalt ähnlich, hat jedoch keine Sekundärspule. Dass Transformatoren beim Einschalten mal kleine, mal grosse Einschaltstromstösse verursachen ist hinlänglich bekannt. Gerät das Eisen des Elektromagneten beim Einschalten in Sättigung, ist der Strom grösser und damit die Anzugskraft höher. Die Kontakte prellen stärker, weil der Anker schneller angezogen wird.

Die Sättigung wird hervorgerufen durch Einschalten mit derselben Netzspannungs-Halbwellen-Polarität, mit der vorher ausgeschaltet wurde. Dann muss das Eisen durch die Netzwech-

selspannung nicht ummagnetisiert werden und setzt dem Stromfluss keinen induktiven Widerstand entgegen. Der Elektromagnet verhält sich während dieser Spannungshalbwelle wie eine Luftspule, welche den Strom nur mit ihrem Kupferwiderstand begrenzt.

Dass mit den patentierten TSE oder TSR alle Typen von Transformatoren ohne Einschaltstromstoss eingeschaltet werden können, wird schon seit Jahren in der Fachpresse veröffentlicht und von zahlreichen Anwendern bestätigt. Dabei wird der Trafo jedes Mal durch ein kurzzeitiges Vormagnetisieren vor dem Einschalten in eine definierte Remanenzlage gebracht und dann gegenphasig eingeschaltet. Die Sättigung des Eisens beim Einschalten wird damit zuverlässig vermieden. Seit 5 Jahren sind TSE auf dem Markt, mit denen Trafos ohne Stromstoss eingeschaltet werden. Sie kosteten jedoch bisher bei 230V und 16 A über 100 €. Seit kurzem gibt es die TSRL für Einphasentrafos bis 16 A, bei mittlerer Stückzahl in preiswerter Ausführung, für etwa 40 € bei einem Lizenznehmer zu kaufen. Die TSRL sind bei richtiger Absicherung sogar kurzschlussfest und damit sehr robust. Sie arbeiten nach dem gleichen patentierten Wirkprinzip, sind jedoch durch Weiterentwicklung wesentlich preiswerter geworden.

Es liegt nun also nahe, auch die Elektromagneten der Schützenantriebe ohne Stromstoss einzuschalten und damit den Schütz weniger prellen zu lassen. Die Folge sind eine grössere

Lebensdauer der Kontakte und somit geringere Instandhaltungskosten. Schaltungsvorschläge, Datenblätter usw. sind beim Verfasser erhältlich.

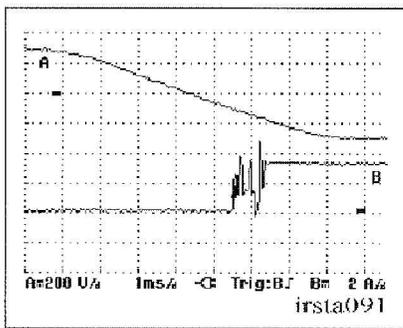
## Prellarme Schützkontakte

Gerade bei Elektromotoren grösserer Leistung werden häufig Stern-Dreieck-Umschalt-Schützkombinationen oder Direkteinschalter zum Einschalten der Motoren verwendet. Die Kontaktbelastung entspricht dabei AC3. Das bezeichnet die Belastung mit erhöhtem Anlaufstrom. Tritt während dem Einschalten das Prellen und die erhöhte Strombelastung auf, so ist der Kontaktverschleiss beträchtlich. Dem trägt die Konstruktion des Schützes zwar Rechnung, jedoch ist die Lebensdauer eines Kontaktsatzes bei Prellfreiheit deutlich grösser, was Reparatur- und Austauschkosten spart. Bei Leistungsschützen für Motoren mit z.B. 160 kW in Kälteanlagen, die ohne Pufferspeicher arbeiten und damit häufig ein und ausschalten, kann es sein, dass die Kontaktsätze schon nach 2 Jahren verschlissen sind. Die Kosten für einen neuen Kontaktsatz betragen etwa 250 €, soviel wie ein neuer Schütz. Mit prellarmem Kontaktschliessen würde der Kontaktsatz sicher die 3- bis 4fache Zeit halten. Der zum prellarmen Schalten nötige TSRL für die Spulenansteuerung kostet unter 50 €. Es lohnt sich also für den Endanwender, den TSRL sofort auch bei Neuanlagen einzubauen.

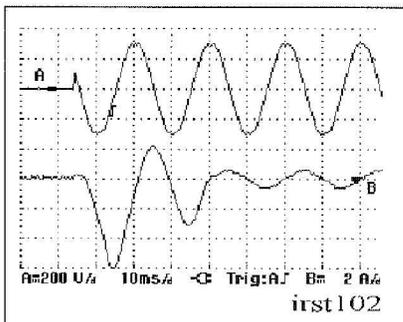
Wenn ein neuer Austauschschütz oder der Kontaktsatz 250 € kostet und nach 2 Jahren gewechselt werden muss, wenn der Schütz prellend geschaltet wird, dann hat sich die Ansteuerung mit dem TSRL, bei Preisen unter 50 €, schon im ersten Jahr amortisiert.

Eine «Unterdimensionierung» des Kontaktsatzes und des Schützes, wird nicht empfohlen, da auch mit dem Vormagnetisierschalter unter hundert Schliessvorgängen einer mit geringem

\*TSRL = Trafo Schalt Relais Lowcost



**Bild 1** Schliessvorgang mit Prellen der Kontakte an einem 200 A Schütz, Schützspule 230 V.  
A= Spannung an der Schützspule,  
B= Strom durch den Schützkontakt.  
Das mehrfache Ansteigen und Abfallen des Stromes durch den Kontakt kennzeichnet das Prellen.  
Abbildungen unten, aufgenommen an einem 200-A-Schütz mit 230-VAC-Schützspule. Das Prellen dauert etwa 1 Millisekunde.



**Bild 2** Schliessvorgang mit Prellen der Kontakte an einem 200-A-Schütz, Schützspule 230 V.  
A= Spannung an der Schützspule,  
B= Strom durch die Schützspule.  
Das plötzliche Kleinerwerden des Stromes kennzeichnet das Auftreffen des Ankers auf seinem Gegenpol. Die Stelle wird auch als Ankerrückwirkungsknick bezeichnet. Die Anzugszeit beträgt etwa 40 Millisekunden. Der Strom durch die Schützspule in dem Bild 2 beträgt im Scheitel  $6 A_{peak}$  und ist stark asymmetrisch und am Anfang 3fach höher als am Ende.

Prellen auftreten kann, den der Kontaktsatz dann ohne zu verschweissen aushalten muss.

(Ein namhafter Hersteller von Schützen hat dem prellarmen Kontaktschliessen bei grossen Schützen inzwischen Rechnung getragen. Er bietet eine microcomputer-gesteuerte Anzugsgeschwindigkeitsoptimierung gleich komplett mit grossen Schützen für einen Mehrpreis an.)

Die Diagramme in Bild 1 bis 5 belegen die Aussagen eindeutig. Es wurden diese Messungen an verschiedenen Schützen von verschiedenen Herstellern wiederholt, wobei immer das gleiche Ergebnis gemessen wurde.

## Neues Verfahren zum Ansteuern von Schützen

Die durch den TSRL auf die Schützspule beaufschlagte Vormagnetisierung von zwei angeschnittenen unipolaren Halbwellen veranlasst diese, ihren Anker zwar langsamer, jedoch genauso kraftvoll anzuziehen wie ohne Vormagnetisierung. Der Ankerstrom verläuft mit Vormagnetisierung jedoch gleichmässiger und die Kontakte treffen weniger schnell aufeinander. Das ist auch an der grösseren Anzugszeit zu sehen. (Bild 3 und Bild 4)

Der Strom durch die Schützspule in Bild 4, beträgt im Scheitel  $3 A_{peak}$ . Im Vergleich zur Abbildung ohne Vormagnetisierung, Bild 2, ist bei Bild 4 der Strom durch die Schützspule nur halb so gross und in allen Halbwellen annähernd gleich gross, was einer gleichmässigeren Beschleunigung gleichkommt. Das Geräusch des Ankeranzugs ist mit Vormagnetisierung leiser und weicher.

Die Anker- und die Kontaktaufreffenergie ist geringer als ohne Vormagnetisierung. Die Anzugszeit in Bild 4, mit 5 Halbwellen, = 50 Millisekunden, ist grösser als ohne Vormagnetisierung in Bild 2, wo der Anker nach drei Halbwellen auftrifft. Daraus lässt sich schliessen, dass die Anzugsgeschwindigkeit mit Vormagnetisierung geringer ist, was eine geringere Kontaktaufreffenergie verursacht und damit die Prellarmut erklärt. Bild 5 zeigt den prellfreien Kontaktschliessvorgang im gedehnten Zeitmassstab.

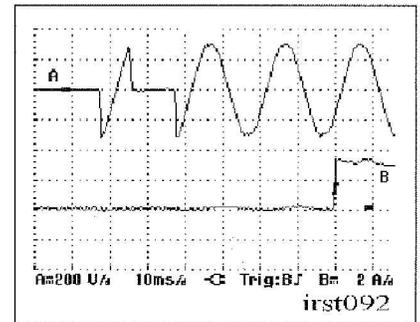
*Fazit:* Gerade bei grösseren Schützen, welche eine Anzugszeit  $> 30$  ms haben, ist durch die Vormagnetisierung des Elektromagneten und das anschliessende angeschnittene Voll-Einschalten im annähernden Scheitel der Netzspannung ein weiches und vor allem prellarmes Einschalten festzustellen. Diese Eigenschaft ist konstant bei allen Netzspannungshöhen, welche laut Toleranz für den Schützenantrieb zulässig sind.

Es ergeben sich Kosteneinsparungen, weil die Kontaktsätze deutlich länger halten. (Ein TSRL kostet weniger als 50 €.) Gerade beim Schliessen mit dem bisher unvermeidlichen Prellen unter erhöhtem Anlaufstrom von Motoren lässt sich ein deutlich geringerer Kontaktverschleiss voraussagen. (Bei Stern-Dreieck-Startern entstehen

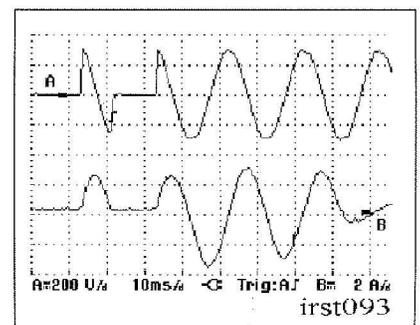
beim Einschalten des Dreieck-Schützes Stromspitzen von mehr als dem 10fachen des Nennstromes. Ein dabei prellender Kontakt wird deshalb stärker beansprucht als ein prellfrei schliessender Kontakt.)

Die mechanische Lebensdauer von Schützen wird durch den weicheren Schliessvorgang mit geringeren Kräften ebenfalls verlängert. Ein neuer Kontaktsatz oder Schütz kostet bei einem 200-A-Schütz etwa 250 €. Wenn er ohne TSRL-Ansteuerung nur 2 Jahre hält, mit prellarmem Schalten jedoch 5 Jahre, werden in 5 Jahren gut 350 € eingespart. Gegenüber den Kosten des TSRL von etwa 50 €, welche einmalig in 12 Jahren anfallen. Die Lebensdauer des TSRL übersteigt die des Schützes bei prellarmem Schalten.

Die bisher durch R-C-Glieder vorgenommene Schutzbeschaltung von Schützspulen kann mit der Anwendung der TSRL entfallen, weil die Schutzbeschaltung bereits in dem TSRL enthalten ist und beim Schalten im Stromnulldurchgang die EMV-En-



**Bild 3** Schliessvorgang ohne Prellen der Kontakte.  
A= Spannung an der Schützspule,  
B= Strom durch den Schützkontakt.



**Bild 4** Schliessvorgang ohne Prellen der Kontakte.  
A= Spannung an der Schützspule,  
B= Strom durch die Schützspule.  
Das plötzliche Kleinerwerden des Stromes kennzeichnet das Auftreffen des Ankers auf seinem Gegenpol. Die Stelle wird auch als Ankerrückwirkungsknick bezeichnet.

## 10 Jahre HTS Präsenzmelder

## Lösungen für Ihre Zukunft

HTS Präsenzmelder sind stets eine wirtschaftliche und zukunftssicher Investition.

Schalten

Dimmen

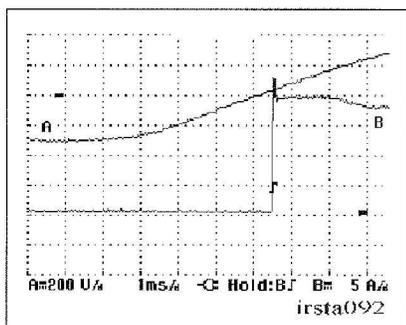
EIB/LON

24 Volt

HTS  
High Technology Systems AG  
Im Langhag 11  
CH-8307 Effretikon

Tel. +41 (0)52 355 17 00  
Fax +41 (0)52 355 17 01  
info@hts.ch  
www.hts.ch

PRÄSENZMELDER



**Bild 5** Prellfreier Kontaktschliessvorgang im gedehnten Zeitmassstab.  
A= Spannung an der Schützspule,  
B= Strom durch die Schützkontakte.  
Es ist kein Prellen zu sehen.

ergie gering ist. Der Kleinschütz zum Schalten der grossen Schützspule kann natürlich auch entfallen, weil der TSRL direkt von einem Relais in der SPS oder über den Ausgangstransistor eines Optokopplers in der SPS angesteuert werden kann. Der TSRL erfüllt dann die Aufgabe eines Koppelschützes mit besonderer Funktion. Für neu zu projektierende Schützsteuerungen kann der nötige Steuertrafo, der die 230 V Spulenspannung potentialfrei zur Verfügung stellt, klei-

ner ausgelegt werden, weil der Anzugstrom wie im Beispiel oben durch die Vormagnetisierung halbiert wird. (Wenn grosse Schütze von einem Steuertrafo gespeist werden, richtet sich die Grösse des Steuertrafos in der Regel nach der Anzugleistung des grössten Schützes.)

### Vergleich mit dem Schalten von Transformatoren

Auch Elektromagnete verhalten sich hinsichtlich des Einschaltstosses von der Physik her wie Transformatoren, in diesem Fall mit Luftspalt. (Bei Elektromagneten beträgt der Einschaltstromstoss wie oben zu sehen ist, das etwa 12- bis 15fache des Wertes des Nennstroms, der hier dem Leerlaufstrom im angezogenen Zustand entspricht. Bei Transformatoren beträgt der Einschaltstrom bei Luftspaltfreiheit jedoch bis zum 50fachen des Nennstromes.) Die TSRL sind speziell für Transformatoren entwickelt worden. Diese werden damit ohne den typischen Einschalt-Stromstoss eingeschaltet. Die Unterschiede zwischen dem physikalisch richtigen Einschalten mit Vormagnetisierung und dem

zufälligen Einschalten ohne Rücksicht auf die Remanenz im Eisen des Elektromagneten sind bei Elektromagneten jedoch deutlich geringer als bei Trafos. Die Ursache ist der grosse Luftspalt, den ein Elektromagnet in Ruhe im Einschaltmoment hat. Hierfür ist das Einschalten im Scheitel der Netzspannung die geeignete Methode, da die magnetische Remanenz nahe dem Nullpunkt in der Hystereseurve liegt.

Die Bilder beweisen die Schilderung der physikalischen Vorgänge eindrücklich. Die Speisung mit 2 Scheitelpulsen gleicher Polarität kommt einer starken Vormagnetisierung und Ausrichtung der Magnetisierung im Eisen gleich. ET 06

M. Konstanzer  
Emeko Ingenieurbüro  
Britzinger Str. 36, D-79114 Freiburg

Kontakt in der Schweiz:  
Intronic AG  
Im Majorenacker 10  
8207 Schaffhausen  
www.intronic.ch