

Bekannte Teilentladungs-Störunterdrückungs-Methoden

von Paul Seitz

1. Einleitung

Die Teilentladungs Störunterdrückungs-Methoden an elektrischen Isolationen sind seit längerer Zeit bekannt und werden mit unterschiedlichem Erfolg in heute existierenden Geräten in der Teilentladungsmesstechnik eingesetzt.

1.1 Methoden der Unterdrückung

Man unterscheidet folgende prinzipielle Analoge Unterdrückungs-Methoden.

1. Fenster Unterdrückungs-Methode

2. Brücken Unterdrückungs-Methode

3. Diskriminator Unterdrückungs-Methode

Diese Unterdrückungs-Methoden werden eingesetzt für die TE Messung von Kabeln, Wandlern, Kondensatoren, Elektrischen Maschinen und Transformatoren. Sie finden in der Fertigung sowie bei Messungen im Feld Verwendung. Der Erfolg der Unterdrückung hängt von vielen Faktoren ab, wie z.B. (Grösse des Prüflings, Bandbreite der Messung, Symetrie der beiden Prüflinge, Art der Störungen usw.)

1.2. Arten der Störungen

Folgende Arten von Störungen werden unterschieden.

1. Statistisch verteilte Einzel-Störimpulse. (Fig.1)

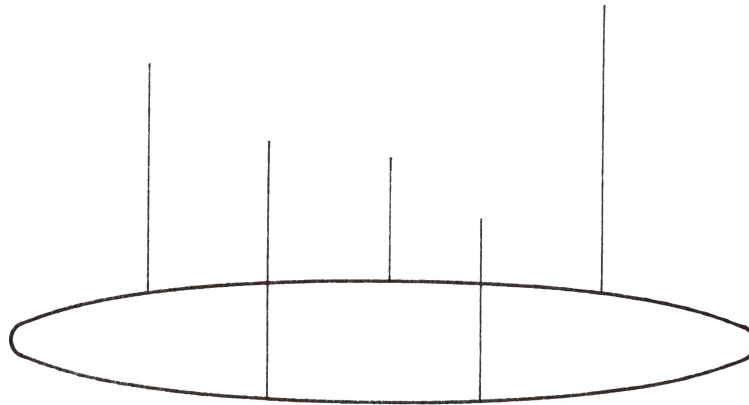


Fig. 1

Statistisch auftretende Störimpulse werden von Relais und Schützenschaltungen erzeugt sie treten auf, wenn Verbraucher ans Netz geschaltet werden.

2. Netzsynchrone Störimpulse. (Fig.2)

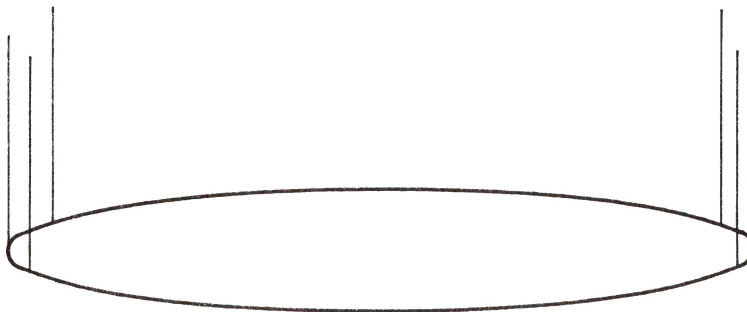
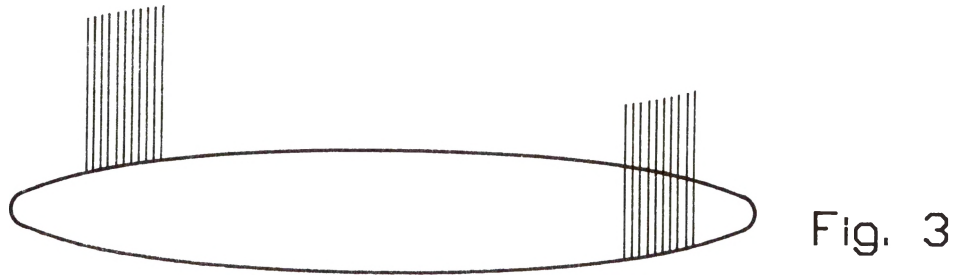


Fig. 2

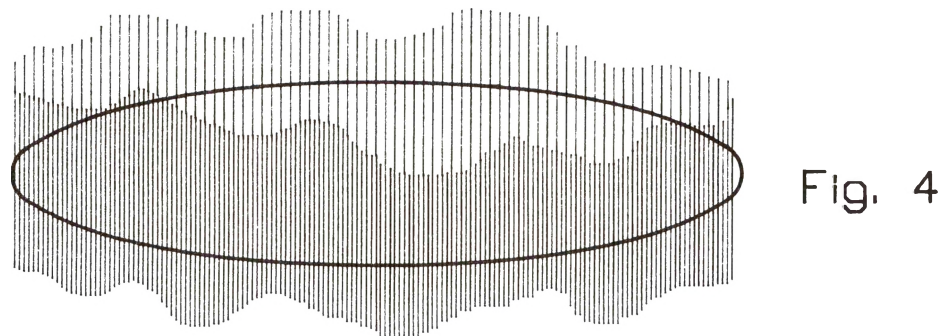
Netzsynchrone Störimpulse werden von Thyristor Steuerungen mit Halbwellen Paketschaltungen erzeugt. Es handelt sich meistens um Heizungen, Gleichrichteranlagen oder Batterieladegeräte die diese Störungen verursachen. Sie treten meistens im Nulldurchgang, oder an einem fixen Punkt der Prüfwechselspannung auf.

3. Phasenanschnitt-Störimpulse. (Fig.3)



Phasenanschnitt Störimpulse werden von Thyristor Steuerungen mit Phasenanschnittregelung erzeugt. Sie sind synchron mit dem Netz über einen bestimmten Phasenbereich der Netzprüfspannung. Sie treten meistens im Anstieg der Prüfwechselspannung auf. Motor Generator Steuerungen verursachen häufig diese Art von Störungen.

4. RF (Radio Frequenz) Störungen. (Fig.4)



RF Störungen werden von Langwellen- und Mittelwellen-Runfunktensendern erzeugt. Sie treten kontinuierlich während der ganzen Periode der Prüfwechselspannung auf. Die Amplitude ändert mit der Modulation des Senders.

2. Beschreibung der Unterdrückungs-Methoden.

2.1 Fenster Unterdrückungs-Methode. (Fig.5)

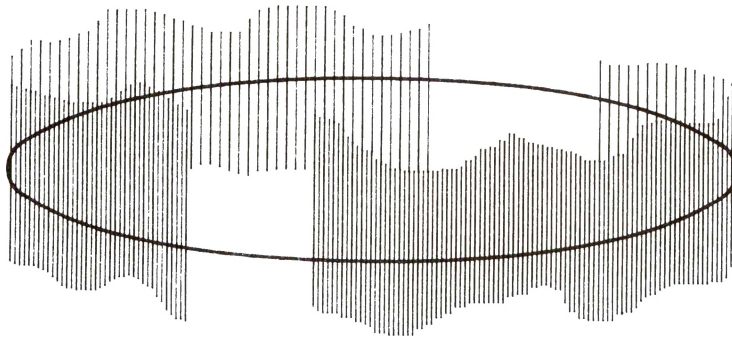


Fig. 5

Die Fenster Unterdrückungs-Methode unterdrückt die Störungen ,sowie das TE Nutzsignal über einen definierten Teil der sinusförmigen Wechselspannung. Meistens werden zwei unabhängige Fenster, eines für die positive Halbwelle und eines für die negative Halbwelle der Prüfwechselspannung erzeugt. Die Fenster werden mit der Prüfwechselspannung synchronisiert. Der Startpunkt und die Zeitdauer der Fenster kann eingestellt werden. Mit dieser Methode können netzsynchrone Störimpulse und beschränkt auch Phasenanschnitt Störimpulse unterdrückt werden. RF Störungen und Statistische Störimpulse werden nicht unterdrückt, da sie nicht mit dem Netz synchronisiert sind.

Vorteile:

1. Die Fenster sind auf dem Detektor-Bildschirm sichtbar, und deshalb relativ einfach einzustellen.

Nachteile:

1. Die TE Signale des Prüflings werden während der Dauer des Fensters ebenfalls unterdrückt.

2.2

Brücken Unterdrückungs Methode.

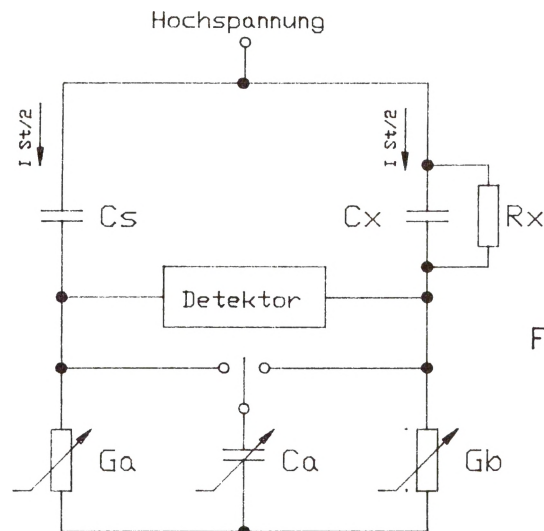


Fig. 6

In (Fig. 6) ist das Schema eines Brückendetektors ersichtlich. Das Instrument besteht aus zwei Hauptteilen, der TE Brücke und dem TE Detektor. Die TE Brücke besteht aus zwei veränderlichen Leitwertbrückenzweigen G_a und G_b sowie einem einstellbaren Kapazitätszweig C_a . Die beiden Brückenzweige G_a und G_b sowie C_a werden so abgeglichen, dass ein Stör-Impulsstrom injiziert in der Hochspannungselektrode halbiert wird und über G_a und G_b den gleichen Spannungsabfall erzeugt. Dadurch wird der Störimpuls vom Detektor nicht angezeigt und somit unterdrückt. Im Prinzipschema werden die beiden Prüflinge als Kondensatoren dargestellt. In der Praxis sind sie meist komplexe RLC Netzwerke. Darum kann die Brücke nur in einem schmalen Frequenzband abgeglichen werden. Brückendetektoren weisen deshalb eine kleine Bandbreite auf, sie beträgt in der Regel etwa maximal 50...100 kHz.

Mit dieser Methode können alle Störungen die netzgebunden über die Hochspannungselektrode in die TE Messung einstreuen wirksam unterdrückt werden. Teilentladungen der Hochspannungsspeisung und der Elektroden werden ebenfalls unterdrückt. Die Brücken-Methode erreicht Unterdrückungsfaktoren von 5000, bei gleichen Prüflingen (z.B. Hochspannungs Kondensatoren).

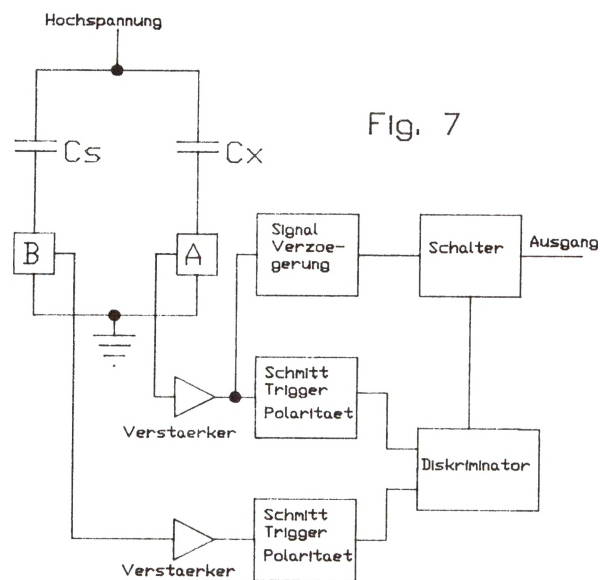
Vorteile:

1. Das TE Signal des Prüflings wird während der Dauer der Störungen nicht unterdrückt.

Nachteile:

1. Störungen die elektromagnetisch in die Schleife, gebildet durch Prüflinge und Brücke, eingestreuen, werden nicht unterdrückt.
2. TE Signale hervorgerufen durch Korona an der Hochspannungselektrode des Prüflings werden ebenfalls unterdrückt.
3. Der Abgleich der Brücke ist zeitraubend und technisch anspruchsvoll.
4. Ungleiche Prüflinge reduzieren die Unterdrückung.

2.3 Diskriminator-Unterdrückungsmethode.



(Fig. 7) zeigt das Prinzipschaltbild einer Diskriminator Schaltung. Der TE Messkreis besteht aus zwei Prüflingen Cs und Cx, sowie zwei Ankopplungs Vierpolen A und B. Die TE Signale werden in zwei Verstärkern aufbereitet und den beiden Polaritätsdedektoren zugeführt. TE Signale, die die gleiche

Polarität aufweisen, werden vom Diskriminator erkannt. Für eine Zeit von etwa 50 usec wird der Schalter geöffnet, und die Störimpulse können nicht auf der TE Anzeige des Messgerätes erscheinen. Wird die Polarität am Diskriminator invertiert, dann werden Impulse mit ungleicher Polarität unterdrückt. In diesem Fall zeigt die Anzeige des Messgerätes die externen Störungen ohne TE Signale. Die Diskriminator-Methode verwendet breitbandige Verstärker (Bandbreite 400 kHz...1 Mhz). Die TE Signale müssen möglichst rasch abklingen, damit die Schalterzeit nicht zu lang gewählt werden muss. Die Polarität der Impulse kann nur eindeutig bestimmt werden, wenn die TE Verstärker genügend Bandbreite aufweisen (min. 400 kHz).

Vorteile:

1. Alle Typen von Störsignalen werden unterdrückt.
2. Interne und externe TE Signale können unterschieden werden.
3. Auf der Anzeige des Messgerätes erscheinen klar definierte Pulse.

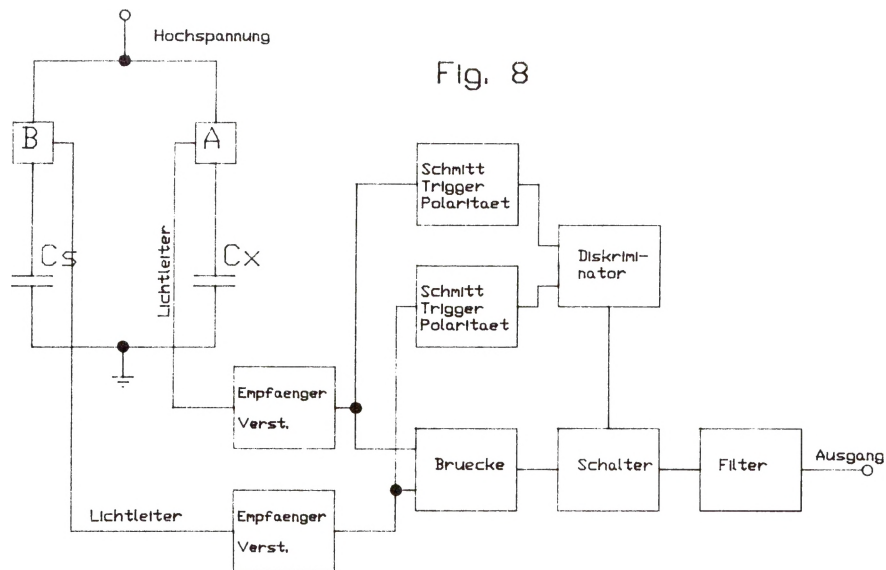
Nachteile:

1. Im Zweifelsfall werden die TE signale des Prüflings unterdrückt.
2. TE Signale des Prüflings die während der Dauer der Störungen und der Schalterzeit (50 usec) auftreten werden unterdrückt.
3. RF Störungen und hohe Störimpulsraten verstopfen das ganze System und viele TE Signale werden unterdrückt.

3.

Neue verbesserte Unterdrückungs-Methode

(Kombination Brücke mit Diskriminator)



Die (Fig. 8) zeigt das Prinzipschaltbild einer verbesserten Unterdrückungsschaltung. Der Messkreis besteht aus zwei Prüflingen Cs und Cx, sowie aus zwei Ankopplungsvierpolen mit Lichtleiterverstärkern. Dadurch können die Prüflinge mit einem Anschluss auf Erde gelegt werden. Die elektromagnetische Einstreuung ist deshalb weit geringer als bei normaler Ankoppelung. Die Unterdrückungsschaltung selber besteht aus einer Kombination von Brückenschaltung und Diskriminator. Die Schmitt-Trigger der Diskriminator Schaltung sprechen nur bei hohen Störimpulsen (grösser als 80% des ganzen Messbereiches an). Der Schalter der Diskriminator Schaltung öffnet nur bei grossen Störungen. Störungen, die nicht 80% des Messbereiches erreichen, können das System nicht mehr verstopfen. Sie werden gleichzeitig von der Brückenschaltung unterdrückt. Ein Filter mit einer relativ kleinen Bandbreite (50...200 kHz) verbessert die Unterdrückung der elektronischen Brückenschaltung am Ausgang.

Vorteile:

1. Alle Typen von Störungen werden unterdrückt.
2. TE Signale die während der Anwesenheit von normalen Störimpulsen auftraten werden nicht unterdrückt.
3. RF Signale und hohe Störraten verstopfen das Messsystem nicht.

Nachteile:

1. Störungen grösser als 80% des gewählten Messbereichs unterdrücken gleichzeitig auftretende TE Signale.

3.1 Induktionsarmer geschirmter TE Messkreis (für die Kabelmessung)

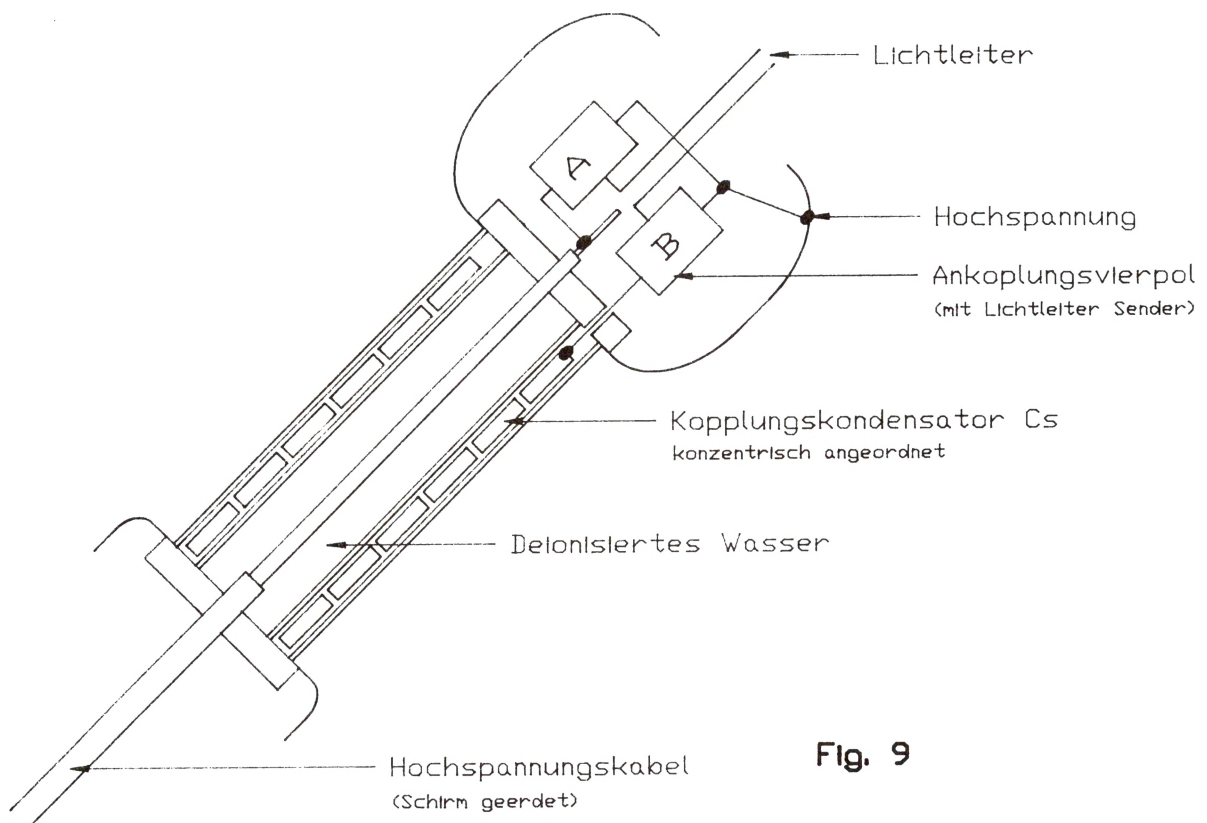


Fig. 9

Die (Fig. 9) zeigt die Anordnung des Kopplungskondensators Cs und der beiden Ankopplungsvierpole A und B mit Lichtleiterkopplung.

Der Messkreis ist in einen Wasserendverschluss zur TE Messung von Hochspannungskabeln eingebaut. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass die Messkreis-Schleife eliminiert wird. Der Schirm des Kabels bildet zusammen mit dem Kopplungskondensator eine nahtlose Abschirmung um den Messkreis. Dadurch können elektromagnetisch eingestreute Störungen eliminiert werden. Die netzgebundenen Störungen werden mit der Schaltung nach Fig. 8 unterdrückt.

4. Zusammenfassung

Durch den Einsatz der Lichtleitertechnik und durch verbesserte Anordnung des Messkreises können elektromagnetisch eingestreute Störungen bei Teilentladungsmessungen wirkungsvoll unterdrückt werden.

Mit einer kombinierten Diskriminator-Brückenschaltung können die netzsynchronen Störungen unterdrückt werden ohne, dass die TE Signale ebenfalls verschwinden. Statistisch auftretende grosse Störungen werden durch die Diskriminatorschaltung unterdrückt.