



Instrument Transformers

Kippschwingungs-Bedämpfungseinrichtung Damping Unit Against Ferro Resonance Oscillation



Kippschwingungen und ihre Bekämpfung

Ferro Resonance Oscillation and its elimination

Kippschwingungen, auch Ferroresonanz genannt, treten auf, wenn einpolige Spannungswandler durch Schaltvorgänge zu periodischer Sättigung getrieben werden.

Als Resultat solcher Schwingungen ergibt sich eine Überhitzung der Primärspule und daraus resultierend ein innerer Überschlag im Spannungswandler, der den Spannungswandler dann komplett zerstört.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Kippschwingungen:

1. Die einphasige Kippschwingung, die zumeist in starr geerdeten Netzen beim Ausschalten von Netzteilen mit Spannungswandlern auftritt, wenn über eine kapazitive Einkopplung (z.B. Leistungsschalterkapazitäten oder bei Hochspannungsfreileitungen, bei denen ein in Betrieb befindliches System in das ausgeschaltete System einwirkt) eine Energieeinspeisung gegeben ist. Da dies in der Mittelspannung nahezu ausgeschlossen ist, wird dieser Fall im Weiteren nicht betrachtet.
2. Die dreiphasige Kippschwingung, bei der in isolierten Netzen oder Netzteilen bei einem Einschaltvorgang oder beim Verlöschen eines Erdschlusses durch die Sättigung eines Wandlers eine Sternpunktverlagerung hervorgerufen wird, die dann den nächsten Spannungswandler in Sättigung bringt. Im ungünstigsten Fall kann dies zu einer periodischen Sättigung aller dreier Spannungswandler führen, die dann zur Zerstörung eines oder mehrerer Wandler führt. Die im offenen Dreieck gemessene Sternpunktspannung ist ungefähr mit 70 bis 90 % der Phase-Erde-Spannung anzusetzen und hat eine Frequenz, die knapp der Hälfte der Nennfrequenz des Systems entspricht. Diese Erscheinung wird im Folgenden weiterbehandelt.

Falls durch die beschriebenen Umstände eine dreiphasige Kippschwingung angeregt wird, muss sie unter allen Umständen beendet werden.

Dies kann nur dadurch geschehen, dass man den Sternpunkt symmetriert und dies wird gängigerweise durch eine kurzzeitige und gleichzeitige starke Belastung aller drei Spannungswandler, im Folgenden Bedämpfung genannt, im offenen Dreieck erreicht.

Ferro resonance oscillations occur, if unipolar voltage transformers are forced to periodic saturation by switching operations.

As a result of such oscillations, an overheating of the primary coil takes place and this leads to an internal flash-over that completely destroys the voltage transformer.

We basically distinguish between two kinds of ferro resonance oscillations:

1. The single-phase ferro resonance oscillation mostly occurs in solidly earthed networks when switching off power supply units with voltage transformers if there is an energy supply via a capacitive input coupling (e.g. circuit breaker capacity or at high-voltage overhead lines where a system being in operation influences the system being switched off). Because this is nearly impossible at medium voltage this case will not be further taken into consideration.
2. The three-phase ferro resonance oscillation where a shifting of the neutral point is caused in insulated networks and power supply units when switching on or at quenching an earth fault. Due to the saturation of one voltage transformer, this shifting of the neutral point then takes the next voltage transformer into saturation. In the most unfavourable case this may lead to a periodic saturation of all three voltage transformers leading finally to the thermal destruction of one or several voltage transformers. The neutral point voltage measured in the open delta is about 70 to 90% of the phase-earth voltage and has got a frequency corresponding roughly to half of the nominal frequency of the system. This phenomenon is explained in the following.

If the circumstances described trigger a three-phase ferro resonance oscillation it has to be stopped by all means.

This can only happen by balancing the neutral point and this is generally reached by a short and also heavy charge applied to all three voltage transformers, called damping in the following, in the open delta.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass in isolierten Netzen im Erdschlussfall ein Betrieb mit Erdschluss für 8 Stunden sichergestellt werden muss, die Belastung der da-dn- (e-n-) Wicklung darf also während dieses Betriebs den zulässigen thermischen Grenzstrom dieser Wicklung nicht überschreiten.

Auch hier gibt es wieder zwei gängige technische Lösungen:

1. Die Bedämpfung durch einen ohmschen Leistungswiderstand. Hier ist allerdings die Größe des Widerstands durch den thermischen Langzeitstrom des da-dn- (en-) Wicklung begrenzt. Ist diese Wicklung z.B. auf 6 A ausgelegt, darf bei einer anstehenden Spannung von 110 V im Erdschluss ($100 / \sqrt{3} \text{ V} * 1.9$) der Widerstand die Größe von 20 Ohm nicht unterschreiten. Die Dämpfungsleistung bei einer Kippschwingung, die sich aus U_{kip}^2 / R berechnet, ist also beschränkt.
2. Die Bedämpfung mittels einer Drossel. Diese ist so ausgelegt, dass sie im Erdschlussfall kurz vor dem Sättigungsbereich operiert und dann im oben genannten Fall auch maximal 6 A zieht.
Im Kippschwingungsfall dagegen sättigt die Drossel total und wird dann nur noch mit ihrem Innenwiderstand von ca. 1 Ohm (plus Zuleitungswiderstand der Verschaltung von 0,1 Ohm) wirksam. Die dann zur Verfügung stehende Dämpfungsleistung ist ungleich größer als bei einem vergleichbaren Widerstand. Ein Nachteil der Drossel ist allerdings, dass bei Kippschwingungen kleiner Amplitude die Dämpfungswirkung kleiner als bei einem optimal dimensionierten Dämpfungswiderstand sein kann.

Um unter allen Umständen eine optimale Dämpfungswirkung sicherstellen zu können, hat RITZ eine Kombination von Widerstandsdämpfung und Drosseldämpfung geschaffen, die die Vorteile beider Verfahren bietet.

However, attention has to be paid that, in case of short-circuit to earth, an operation with short-circuit to earth for a period of 8 hours has to be guaranteed in insulated networks. Therefore the charge of the da-dn-winding may thus not exceed the admissible thermal limiting current of this winding during this operation.

There are two commonly used technical solutions:

1. The damping by an ohmic resistor. Here, the size of the resistance is restricted by the thermal long-term current of the da-dn-winding. If this winding is designed for e.g. 6 A the resistance may not be less than 20 ohm in case of an existing voltage of 110 V in the short-circuit to earth ($100 / \sqrt{3} \text{ V} * 1.9$). The damping capacity at a ferro resonance oscillation, calculated from U_{kip}^2 / R , is also restricted.
2. Damping with the help of a damping coil. This is designed such that it operates in case of a short-circuit to earth outside of the damping zone and then also draws maximum 6 A in the above-mentioned case. In case of ferro resonance oscillation, however, the damping coil saturates completely and becomes only effective with its internal resistance of about 1 ohm (plus lead resistance). The then available damping performance is much higher than for any comparable resistance.
It is, however, a disadvantage of the damping coil that in case of ferro resonance oscillation of small amplitude the damping effect is smaller than at an ideally dimensioned damping resistance.

Just in order to ensure an optimal damping resistance by all means RITZ created a combination of resistance damping and coil damping offering the advantages of both methods.

Die Dämpfungseinrichtungen **DE 4**, **DE 6** und **DE 9** bestehen aus je einer Widerstandsgruppe mit Innenwiderstand 90 Ohm (die im Erdschlussfall einen Strom von 1,2 A zieht) und einer Drossel, die die im Erdschlussfall einen Strom zieht, der 3 A, 5 A bzw. 8 A beträgt. Aufgrund der leicht unterschiedlichen Phasenlage der Widerstandsgruppe und der Drossel ist sichergestellt, dass die Grenzströme 4 A, 6 A und 9 A nicht überschritten werden. Selbstverständlich sind die beschriebenen Drosseln auch einzeln erhältlich.

Die Auswahl für den Anwender ist relativ einfach:

Ausgehend vom thermischen Grenzstrom wird die Dämpfungseinheit ausgewählt:

- bei 4 A die **DE 4** mit der Drossel ZKSWD 100 und Widerstandsgruppe 90 Ohm
- bei 6 A die **DE 6** mit der Drossel ZKSWD 300 und Widerstandsgruppe 90 Ohm
- bei 9 A die **DE 9** mit der Drossel ZKSWD 800 und Widerstandsgruppe 90 Ohm

Zusätzlich zu spezifizieren sind die Nennspannung der da-dn- (e-n-) Wicklung und die Nennfrequenz.

Zu beachten ist, dass die Verdrahtung im offenen Dreieck einen ohmschen Widerstand von 0,1 Ohm nicht überschreiten sollte.

Eine Absicherung zwischen Wandler und Drossel sollte nicht erfolgen.

Zusätzlich ist zu beachten, dass eine erfolgreiche Bedämpfung nur erfolgen kann, wenn jede der drei Phasen mit einem Spannungswandler ausgestattet ist. Der gelegentlich vorkommende Fall einer Ausrüstung von nur einer oder zwei Phasen mit einpoligen Spannungswandlern erhöht die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Kippschwingungen drastisch und ist mit den beschriebenen Methoden nicht zu beherrschen.

The damping units **DE 4**, **DE 6** and **DE 9** consist of one resistor group each with an internal resistance of 90 ohm (that draws 1.2 A in a case of short-circuit to earth) and of a damping coil that draws current of 3 A, 5 A or 8 A in the case of short-circuit to earth). Due to the slightly different phase position of the resistor group and the damping coil it is guaranteed that the limiting currents 4 A, 6 A and 9 A are not exceeded. Of course, the described damping coils are also individually available.

The choice is quite easy for the user:

Based on the thermal limiting current the damping unit is selected:

- for 4 A use the **DE 4** with the damping coil ZKSWD 100 and resistor group 90 ohm
- for 6 A use the **DE 6** with the damping coil ZKSWD 300 and resistor group 90 ohm
- for 9 A use the **DE 9** with the damping coil ZKSWD 800 and resistor group 90 ohm

The nominal voltage of the ohmic da-dn-winding and the nominal frequency have to be specified.

It is necessary that the wiring in the open triangle should not exceed an ohmic resistance of 0.1 ohm.

Any protection between transformer and damping coil should not be made.

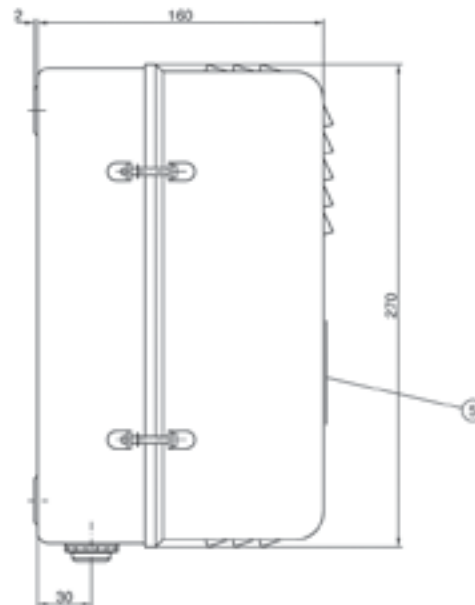
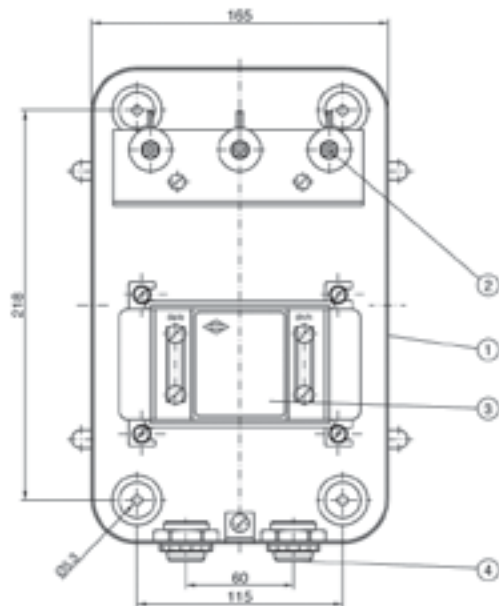
In addition, it has to be taken into account that any successful damping may only be performed if each of the three phases is "equipped" with a voltage transformer.

The occasionally occurring event of a unit with only one or two phases with unipolar voltage transformers increases considerably the probability as regards the occurrence of ferro resonance oscillations and cannot be managed with the methods described.



DE 6

Ansicht ohne Deckel
view without cover



Schaltbild

e-n Wicklung von 3 einpolig isolierten Spannungswandlern

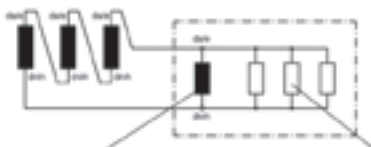
connection diagram

earth fault detection windings (residual voltage windings) of 3 single-pole insulated voltage transformers

1. Gehäuse / case
2. Widerstand / resistor
3. Wirkleistungsdrossel / damping inductance coil
4. Würgenippel M25x1,5 für Kabel- \varnothing 8,5...13 / twisting sleeve M25x1,5 for cables of \varnothing 8,5...13
5. Leistungsschild / rating plate

Maße in mm / dimensions in mm

Spannungswandler Dämpfungseinrichtung
voltage transformer damping inductance device



Wirkleistungsdrossel ZKSW 300
damping inductance coil ZKSW 300

Widerstandsgruppe 135 W
group of resistors 135 W



Vertrieb / Sales

RITZ HAMBURG RITZ Instrument Transformers GmbH Wandsbeker Zollstraße 92-98 22041 Hamburg GERMANY Tel +49 40 51123-0 Fax +49 40 51123-333 Medium Voltage Fax +49 40 51123-111 Low Voltage	Niederspannungswandler Low Voltage Instrument Transformers			Mittelspannungswandler Medium Voltage Instrument Transformers			Gießharz Isolierte Stromschienensysteme Cast Resin Insulated Bus Bar Systems			Gießharz-Leistungstransformatoren Cast Resin Power Transformers			Elektronische Messwandler und Sensoren Electronic Instrument Transformers and Sensor			Kundenspezifische Gießharzteile Customised Cast Resin Parts
RITZ WIRGES RITZ Instrument Transformers GmbH Siemensstraße 2 56422 Wirges GERMANY Tel +49 2602 679-0 Fax +49 2602 9436-00																
RITZ DRESDEN RITZ Instrument Transformers GmbH Bergener Ring 65-67 01458 Ottendorf-Okrilla GERMANY Tel +49 35205 62-0 Fax +49 35205 62-216																
RITZ KIRCHAICH RITZ Instrument Transformers GmbH Mühlberg 1 97514 Oberaurach-Kirchaich GERMANY Tel +49 9549 89-0 Fax +49 9549 89-11																
RITZ MARCHTRENK RITZ Instrument Transformers GmbH Linzer Straße 79 4614 Marchtrenk AUSTRIA Tel +43 7243 52285-0 Fax +43 7243 52285-38																
RITZ KECSKEMÉT RITZ Instrument Transformers Kft. Technik-Park Heliport 6000 Kecskemét-Kadafalva HUNGARY Tel +36 76 5040-10 Fax +36 76 470311																
RITZ SHANGHAI RITZ Instrument Transformers Shanghai Co. Ltd. 99 Huajia Road, Building 1-3, Huabin Industrial Park Songjiang Industrial Zone Shanghai, 201613 P.R. China Tel +86 21 67747698 Fax +86 21 67747678																
RITZ HARTWELL RITZ Instrument Transformers Inc. 25 Hamburg Avenue Lavonia, GA 30553 USA Tel +1 706-356-7180 Fax +1 866-772-5245																