

# Function Funktion

## Limitation of a sinusoidal overvoltage by a surge arrester Begrenzung einer sinusförmigen Überspannung durch einen Ableiter

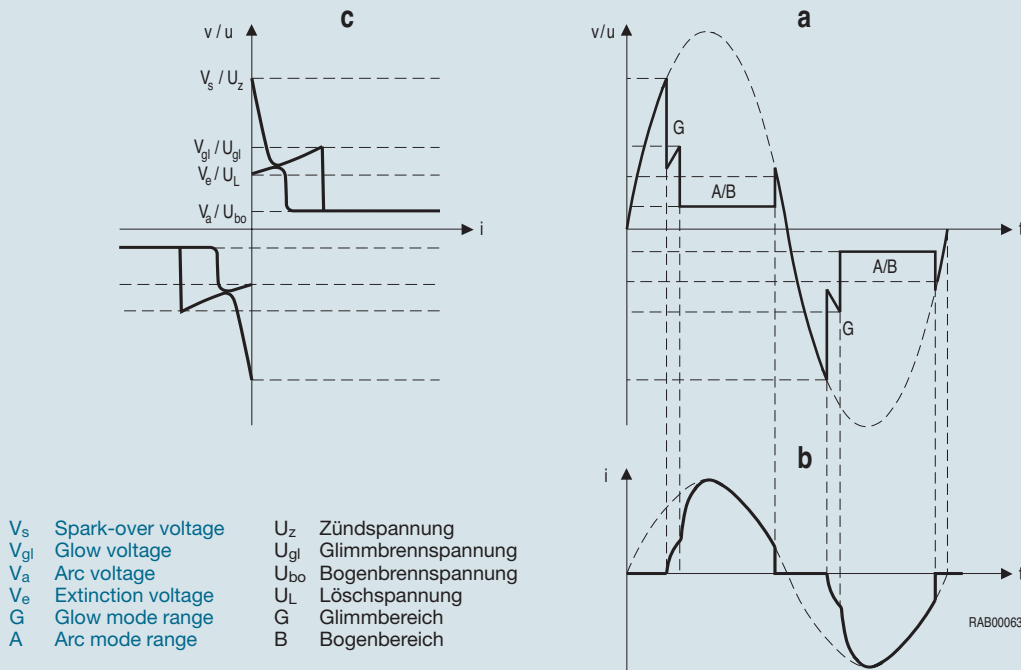


Fig. / Bild 16

Fig. 16a shows the voltage curve at the arrester and Fig. 16b the current as a function of time when limiting a sinusoidal voltage surge.

Fig. 16c The V/I characteristic of the surge arrester was obtained by combining the graphs of voltage and current as a function of time.

Bild 16a zeigt den Verlauf der Spannung am Ableiter und Bild 16b den Strom jeweils als Funktion der Zeit beim Begrenzen einer sinusförmigen Überspannung.

Bild 16c Aus den Darstellungen von Spannung und Strom am Ableiter als Funktion der Zeit entsteht die U/I-Kennlinie des Ableiters.

### Protection principle

Generally, a spark-over occurs whenever surge voltages exceed the electric strength of a system's insulation. This discharge limits the surge voltage and reduces the interference energy within a short period of time. As the arc with its high current handling capability is ignited, it prevents a further rise in surge voltage due to its low arc voltage of some 10 V. Gas-filled arresters utilize this natural principle of limiting surge voltages.

### Schutzprinzip

Bei einer Überspannung, die die Grundspannungsfestigkeit eines Systems übersteigt, erfolgt üblicherweise ein elektrischer Überschlag. Dieser Entladungsvorgang begrenzt die Überspannung und baut die Energie der Beeinflussung in kurzer Zeit ab. Der dabei gezündete Lichtbogen mit seiner hohen Stromtragfähigkeit verhindert bei niedriger Bogenbrennspannung von einigen 10 V den weiteren Aufbau der Überspannung. Dieses natürliche Prinzip der Überspannungsbegrenzung nutzen die Ableiter aus.

# Function Funktion

## Operating mode

A simplified surge arrester can be compared with a symmetrical low-capacitance switch whose resistance may jump from several  $G\Omega$  during normal operation to values  $<1\ \Omega$  after ignition caused by a surge voltage. The arrester automatically returns to its original high-impedance state after the surge has subsided.

**Fig. 16a** shows the voltage curve at the arrester and **Fig. 16b** the current as a function of time when limiting a sinusoidal voltage surge.

Virtually no current flows during the time that the voltage rises to the spark-over voltage  $V_s$  of the arrester. After ignition, the voltage drops to the glow voltage level  $V_{gl}$  (70 to 200 V depending on the type, with a current of several 10 mA up to about 1.5 A) in the glow-mode range G. As the current increases further, transition to arc mode A occurs. The extremely low arc voltage  $V_a$  of 10 to 35 V typical for this mode is virtually independent of the current over a wide range. With decreasing over-voltage (i.e. in the second half of the wave), the current through the arrester decreases accordingly until it drops below the minimum value necessary to maintain the arc mode. Consequently, the arc discharge stops suddenly and, after passing through the glow mode, the arrester extinguishes at a voltage  $V_e$ .

The V/I characteristic of the surge arrester shown in **Fig. 16c** was obtained by combining the graphs of voltage and current as a function of time.

## Response behavior

### Static response behavior

If a voltage with a low rate of rise (typical 100 V/s) is applied to the arrester, the spark-over voltage  $V_s$  will be determined mainly by the electrode spacing, the gas type and pressure, and by the degree of pre-ionization of the enclosed noble gas. This ignition value is defined as the DC spark-over voltage  $V_{sdc}$ .

### Dynamic response behavior

At fast rate of rise, the spark-over voltage  $V_s$  of the arrester exceeds  $V_{sdc}$ . This effect is caused by the finite time necessary for the gas to ionize. All these dynamic spark-over voltages are subject to considerable statistical variation. However, the average value of the spark-over voltage distribution can be significantly reduced by attaching

## Arbeitsweise

Vereinfacht ausgedrückt, kann der Überspannungsableiter mit einem symmetrischen, kapazitätsarmen Schalter verglichen werden, dessen Widerstand von einigen  $G\Omega$  (im ungestörten Betriebszustand) auf Werte  $<1\ \Omega$  im Störfall springen kann. Nach Abklingen der Beeinflussung nimmt der Ableiter wieder den ursprünglichen Zustand an.

**Bild 16a** zeigt den Verlauf der Spannung am Ableiter und **Bild 16b** den Strom jeweils als Funktion der Zeit beim Begrenzen einer sinusförmigen Überspannung.

Während des Anstiegs der Spannung bis zur Zündspannung  $U_z$  des Ableiters fließt praktisch kein Strom. Nachdem der Ableiter gezündet ist, bricht die Spannung auf die Glimmbrennspannung  $U_{gl}$  (typabhängig 70 bis 200 V bei einem Strom von einigen 10 mA bis etwa 1,5 A) im Glimmbereich G zusammen. Der Übergang in die Bogenentladung B folgt bei weiter ansteigendem Strom im Ableiter. Die für diesen Bereich typische, äußerst niedrige Bogenbrennspannung  $U_{bo}$  zwischen 10 und 35 V ist in weiten Grenzen vom Strom unabhängig. Bei abnehmender Überspannung (d. h. in der 2. Hälfte der Spannungswelle) verarmt der Strom im Lichtbogen, bis der zur Aufrechterhaltung der Bogenentladung erforderliche Stromwert unterschritten wird. Die Bogenentladung reißt ab und der Ableiter löscht bei der Spannung  $U_L$  nach Durchlaufen der Glimmphase.

Aus den Darstellungen von Spannung und Strom am Ableiter als Funktion der Zeit entsteht die U/I-Kennlinie des Ableiters (siehe **Bild 16c**).

## Ansprechverhalten

### Statisches Ansprechverhalten

Bei langsamen Spannungsanstiegen (typ. 100 V/s) wird die Zündspannung  $U_z$  im Wesentlichen vom Abstand der Elektrode, der Gasart, dem Druck und vom Grad der Vorionisation des abgeschlossenen Edelgasvolumens bestimmt. Dieser Zündwert ist als Ansprechgleichspannung  $U_{ag}$  definiert.

### Dynamisches Ansprechverhalten

Bei schnellen Spannungsanstiegen liegt die Zündspannung  $U_z$  des Ableiters oberhalb der Ansprechgleichspannung  $U_{ag}$ . Dieser Effekt wird durch die endliche Zeit verursacht, die das Gas zur Ionisierung benötigt. Die Vorgänge unterliegen einer großen statistischen Streuung. Mit der Zündhilfe im Innenraum des Ableiters lässt sich

# Function Funktion

## Typical response behavior of a 230-V arrester Typisches Ansprechverhalten eines 230-V-Ableiters

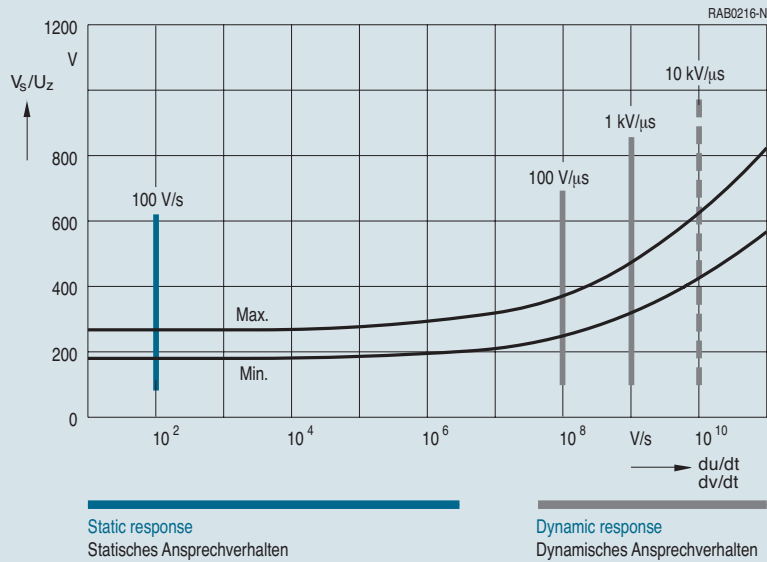


Fig. / Bild 17

the ignition aid to the inside surface of the arrester. This reduces the upper limit of the tolerance field considerably and also limits the spread of the spark-over voltage. The ignition voltage in this dynamic range is defined as the impulse spark-over voltage  $V_{si}$ . EPCOS gas-filled surge arresters are thus independent of permanent pre-ionization in order to reach this characteristic value ( $V_{si}$ ), which is crucial for evaluating their protection quality in practical applications.

As a result of the harmonization of national and international specifications, the two voltage rates of rise of 100 V/μs and 1 kV/μs (ITU-T, K.12 and IEC 61643-311) are used to evaluate the dynamic characteristic of surge arresters. An example for other rates of rises, such as the 10 kV/μs is shown in Fig. 17.

der Mittelwert der Verteilung dieser Zündspannung deutlich senken. Dabei wird der obere Grenzwert des Streubandes erheblich reduziert und die Streubreite der Zündspannung verringert. Die Zündspannung bei diesen Vorgängen ist als Ansprechstoßspannung  $U_{as}$  definiert. Damit sind gasgefüllte Überspannungsableiter von EPCOS in diesem für die Praxis zur Beurteilung des Schutzvermögens maßgebenden Kennwert ( $U_{as}$ ) unabhängig von einer permanenten Vorionisation.

Bedingt durch die Harmonisierung nationaler und internationaler Spezifikationen werden die beiden Spannungsanstiegsgeschwindigkeiten 100 V/μs und 1 kV/μs (ITU-T, K.12 und IEC 61643-311) verwendet, um die dynamische Charakteristik eines Ableiters zu beurteilen. Die Werte für andere Steilheiten zeigt exemplarisch Bild 17.

# Function Funktion

## Extinction features

### AC operation:

After the surge has subsided, the arrester normally extinguishes since its arc voltage drops below the minimum value in the subsequent zero crossing of the AC voltage. However, this behavior does not apply to operation with a low-impedance power supply. In this case, it is essential to consider the very low internal resistance of the line and of the ignited surge arrester. The maximum permissible follow current of the arrester may be exceeded between the decay of the surge and the subsequent zero crossing. This follow current can reach values up to several 1000 A (refer to page 26).

**Note:** The follow current must be limited so that the arrester can be properly extinguished when the surge has decayed. The arrester might otherwise heat up and ignite adjacent components.

### DC operation:

This condition can be found in the protection of telecommunications systems. When continuously operated with DC voltage, the surge arrester must be able to extinguish after the surge has subsided. Surge arresters easily satisfy this requirement when used in communications circuits as these are usually highly resistive throughout. In the case of systems with higher DC voltages or low impedance, the arrester's extinction features must be examined in each individual case.

Highly specific extinction conditions result from the following conditions:

- The DC operating voltage is lower than the minimum arc voltage (10 to 35 V depending on the type)
- or lower than the glow voltage (60 to 200 V depending on the type).

In the latter case, it must be ensured that the maximum current drawn from the operating voltage source can no longer maintain the arc discharge mode (several 100 mA depending on the type) after the surge has subsided.

## Löschverhalten

### Der Ableiter liegt an einer Betriebswechselfspannung:

Der Ableiter löscht nach Abklingen der Beeinflussung im folgenden Nulldurchgang der Betriebswechselfspannung, indem er seine minimale Bogenbrennspannung unterschreitet.

Dies gilt nicht bei Betrieb an niederohmigen Versorgungsnetzen. Hier sind der sehr geringe Innenwiderstand des Netzes und des gezündeten Ableiters unbedingt zu berücksichtigen. Sie verursachen nach Abklingen der Beeinflussung und dem folgenden Nulldurchgang der Betriebswechselfspannung einen für den Ableiter unzulässig hohen Strom (bis zu einigen 1000 A) aus dem Versorgungsnetz, den sogenannten Folgestrom (siehe hierzu auch Seite 26).

**Hinweis:** Der Folgestrom muss so begrenzt werden, dass der Ableiter nach Abklingen der Beeinflussung einwandfrei löschen kann. Andernfalls besteht die Gefahr, dass der Ableiter hohe Temperaturen erreicht und dadurch benachbarte Bauteile entzündet.

### Der Ableiter liegt an einer Betriebsgleichspannung:

Diese Bedingung ist beim Schutz von Nachrichtenübertragungssystemen anzutreffen. In diesem Fall muss der Ableiter nach Abklingen der Beeinflussung bei anliegender Betriebsgleichspannung löschen. Die Ableiter erfüllen diese Forderung in den üblicherweise hochohmigen Fernmeldekreisen problemlos. Bei Systemen mit höherer Betriebsgleichspannung oder niedriger Impedanz muss das Löschverhalten des Ableiters im Einzelfall überprüft werden.

Völlig eindeutige Löschverhältnisse ergeben sich für den Ableiter unter folgenden Bedingungen:

- Die Betriebsgleichspannung ist kleiner als die minimale Bogenbrennspannung (typabhängig 10 bis 35 V)
- Die Betriebsgleichspannung liegt unterhalb der Glühbrennspannung (typabhängig 60 bis 200 V).

Im zweiten Fall muss zusätzlich sichergestellt sein, dass der max. Strom aus der Betriebsspannungsquelle die Bogenentladung nach dem Abklingen der Beeinflussung nicht weiter aufrecht erhalten kann (typabhängig bis zu einigen 100 mA).

# Function Funktion

## Failsafe characteristic Auslöseverhalten des Kurzschlussmechanismus

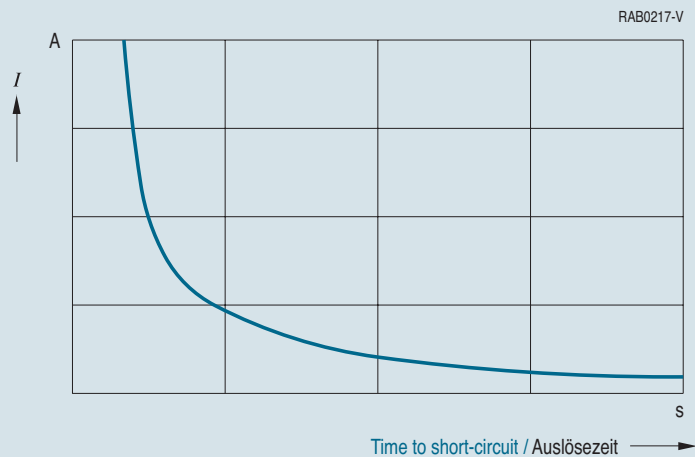


Fig. / Bild 18

### Failsafe function

In the case of influences such as a direct contact between the power and telecommunication lines, current will flow through the ignited arrester for a long period of time. The arrester then heats up. When this happens, the hardware must be protected from thermal overload. The heating is detected by a failsafe mechanism. The spacer (solder pellet or plastic foil), which initially keeps the short-circuit spring at a distance from the electrodes, melts at a temperature determined by the choice of material used. The short-circuit spring, to which a bias tension is applied, then drops onto the arrester body and short-circuits the electrodes.

**Figure 18** shows a typical short-circuit characteristic as a function of the current flowing through the arrester. This characteristic can be affected by the thermal conductivity of the holder. The coordination between component and package must therefore be subsequently verified by a type test.

**Note:** The materials used in the sensor for monitoring the arrester's temperature are triggered at temperatures above 200 °C (solder) or 140 °C/260 °C (plastic foil) depending on their composition. The melting temperatures of the solder or plastic foil are up to 300 °C. These temperatures exceed the melting point of standard commercial soft solders used in further processing. This discrepancy must be considered when deciding on the location of the arrester, which may have to be additionally secured by mechanical means. The thermal radiation to adjacent components is another factor of importance.

### Kurzschlussmechanismus

Bei Beeinflussungen z. B. durch die direkte Berührung zwischen Stromnetz und Nachrichtenleitung kann über längere Zeit ein Strom durch den gezündeten Ableiter fließen. Dieser Strom führt zu einer Erwärmung des Ableiters. Für diesen Fall muss die Hardware gegen thermische Überbelastung geschützt werden. Die Wärme wird durch einen Kurzschlussmechanismus detektiert. Eine Lotpille oder eine Kunststoffolie halten die Kurzschlussfeder zunächst auf Abstand zu den Elektroden bis sie bei einer durch die Materialauswahl vorbestimmten Temperatur schmelzen. Die mit Vorspannung aufgesetzte Kurzschlussfeder senkt sich auf den Ableiterkörper ab und schließt die Elektroden kurz.

**Bild 18:** Typischer Verlauf einer Kurzschlusskennlinie in Abhängigkeit vom Strom, der durch den Ableiter fließt. Diese Charakteristik kann durch die Wärmeleitfähigkeit der Fassung beeinflusst werden. Daher ist abschließend die Koordination durch eine Typprüfung nachzuweisen.

**Hinweis:** Die als Sensor zur Temperaturüberwachung des Ableiters verwendeten Materialien lösen, je nach Werkstoff, erst bei Temperaturen über 200 °C (Lotformteil) bzw. 140 °C/260 °C (Kunststoffolie) aus. Die Schmelztemperaturen der verwendeten Lotpille oder der Kunststoffolie betragen bis zu 300 °C. Diese Temperaturen überschreiten jedoch den Schmelzpunkt handelsüblicher Weichlote, wie sie bei der Montage der Ableiter Verwendung finden. Bei der Einbaulage des Ableiters ist dies zu berücksichtigen und der Ableiter gegebenenfalls zusätzlich mechanisch zu sichern. Beachtet werden muss ebenfalls die Wärmeabstrahlung auf benachbarte Bauteile.