

Gesteuerte Mehrfachfunkenstrecke zu Ueberspannungsableiter.

(Referat von Herrn Baumberger i/Fa. Sprecher & Schuh A.-G., Aarau, anlässlich der 7. Generalversammlung der FKH, am 10. Juni 1941.)

Ich möchte zu Ihnen über die in den Ableitern von Sprecher & Schuh verwendete kombinierte Ansprech- und Löschfunkenstrecke sprechen.

Die Forderungen, welche uns zur Konstruktion unserer Funkenstrecke führten, waren gleich zu Beginn der Studien dadurch gegeben, dass wir für einen unserer Kunden Ableiter bauen mussten, bei denen eine sehr tiefe Stossansprechspannung gefordert wurde.

Die grundlegenden Forderungen für ein möglichst gleichmässiges Ansprechen sind:

Homogenes Feld und grosse Elektrodenflächen. Letzteres, um die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von Ionen an irgend einer Stelle des Luftspaltes zu erhöhen. Gleichzeitig hatten wir auch eine für das Löschen günstige Elektrodenform im Auge.

Auf Grund dieser Ueberlegungen kamen wir zu der Idee der Mehrfach-Zylinderfunkenstrecke, die aus einzelnen konzentrischen Zylindern, welche vertikal in beliebiger Anzahl je nach Höhe der Nennspannung aufeinander geschichtet werden können, besteht.

Die gute Löschwirkung der Funkenstrecke ist damit begründet, dass die vertikale Anordnung der Zylinderfunkenstrecke einen horizontalen Lichtbogen ergibt, dem die Möglichkeit einer Verlängerung durch den thermischen Auftrieb geboten ist, was die Löschung des nachfliessenden Betriebsstromes verbessert und so den Grenzstrom, welcher die Funkenstrecke beherrscht, erhöht. In Fig. 1 sieht man vier Elemente einer solchen Funkenstrecke. Die oberen zwei Elemente sind aufgeschnitten, so dass die zylinderförmigen, konzentrischen Elektroden und der Luftspalt gut sichtbar sind.

Um nun die geforderte Stossansprechspannung zu erreichen, wählten wir das Mittel der gesteuerten Funkenstrecke.

Zunächst sind zu den einzelnen Funkenstrecken hochohmige Widerstände, die unter sich alle gleich gross sind, parallel geschaltet. Diese Widerstände übernehmen die Steuerung beim Ansprechen mit Betriebsfrequenz und mittlerer Frequenz, wie sie bei Erdschluss- und Schalt-Ueberspannungen entstehen, sodass pro Einzelfunkenstrecke immer die gleiche Spannung auftritt. Es wird damit erreicht, dass die Anzahl Einzelfunkenstrecken proportional der Spannung ist. Bekanntlich ergibt sich ohne diese Steuerung die Notwendigkeit, mit steigender Spannung die Anzahl der Funkenstrecken mehr als proportional zu vergrössern, um bei Ansprechen mit Betriebsfrequenz nicht zu tief zu werden. Der Grund, dass die Proportionalität bei der nicht gesteuerten Mehrfachfunkenstrecke verloren geht, ist darin zu suchen, dass die Kapazität der einzelnen Funkenstrecken gegen Erde je nach Lage verschieden ist und damit eine ungleichmässige Spannungsverteilung bewirkt, die ihrerseits die Ansprechspannung der ganzen Funkenstrecke herabsetzt.

Für das Ansprechen bei Stoss wird nun die Widerstandssteuerung zufolge der Steilheit der Wellen praktisch wirkungslos. Es überwiegt jetzt die kapazitive Steuerung, gegeben einmal durch die vorher als Störursache dargelegten Verhältnisse bei Betriebsfrequenz für Funkenstrecken ohne Widerstandssteuerung, d.h. Kapazität gegen Erde. Im weitern wird noch durch Parallelschaltung von Kondensatoren zu einzelnen bestimmten Funkenstrecken die Eigenkapazität derselben bewusst ungleich gemacht. Der Grund des Ueberwiegens der kapazitiven Steuerung liegt in der Frequenzabhängigkeit der Spannungsverteilung beeinflussenden Kapazitätsstromes, da $i = u \cdot \omega \cdot c$. In Fig. 2 sind die Verhältnisse

schematisch dargestellt. Es sind R die Steuerwiderstände, C_1, C_2, C_3 die Parallelkapazitäten und C'_1 bis C'_6 die Kapazitäten gegen Erde. Es geht aus dem Gesagten sofort hervor, dass die Bemessung der Steuerwiderstände für das sinngemässe Funktionieren sehr wichtig ist und dass man andererseits damit ein Mittel hat, die Kippfrequenz, wo die Widerstandssteuerung ihren Einfluss verliert, so festzulegen, dass Erdschluss und Schaltüberspannungen den Ableiter nicht zum Ansprechen bringen. Ein Ansprechen besonders bei Erdschlussüberspannungen ist wegen der verhältnismässig langen Dauer dieser Ueberspannungen, die ein wiederholtes Ansprechen des Ableiters zur Folge hätten, zu vermeiden, weil die Ableiter einer solchen Beanspruchung nicht gewachsen sind und zerstört würden.

Die Anwendung einer gesteuerten Funkenstrecke ist im allgemeinen für Anlagen kleiner Nennspannung wegen der grösseren Sicherheit der Isolation nicht so notwendig.

Die Bedeutung liegt vielmehr besonders bei Anlagen mit höherer Spannung, z.B. älterer 50 kV Anlagen, die bekanntlich oft punkto Stossfestigkeit schlecht sind, weil bei deren Bau diese Art der Beanspruchung noch nicht oder wenig bekannt war.

Die Ausnützung der tiefen Stossansprechspannung bringt natürlich nur solange Vorteile, als die Restspannung nicht zu hoch wird, d.h. in der Regel, wenn der abzuführende Blitzstrom nicht zu gross ist. Wir sind der Meinung, dass die Vorteile trotz dieser Einschränkung den Bau solcher Funkenstrecken rechtfertigt, da ja glücklicherweise nach der Erfahrung die kleinen abzuführenden Ströme gegenüber den grossen in der Mehrheit sind.

Eine weitere Möglichkeit, den Vorteil der tiefen Stossansprechspannung auch bei grösseren Strömen besser auszunützen, liegt in der Wahl des Nennableitvermögens. Es wird für einen bestimmten Fall ein Ableitvermögen von 1500 A als genügend erachtet, man möchte aber dabei eine tiefere Restspannung haben als der Type 1500 A entspricht. In diesem Fall kann man durch die Wahl eines Ableiters 4000 A das Ziel erreichen. Analog ist natürlich das gleiche Verhältnis von 4000 A auf 10 000 A möglich.

Es sind noch zwei Vorteile der Erwähnung wert, welche sich ohne weiteres Dazutun durch die Verwendung der Steuerwiderstände ergeben. Erstens die Möglichkeit der Abführung statischer Ladungen auf Leitungen nach der Erde. Zweitens, ein Vorteil der den Ableiter selbst betrifft, die Trockenhaltung der Luft im Innern des Ableiters durch die Wärmeentwicklung der Steuerwiderstände. Die Leistungsaufnahme dieser Widerstände ist für einen 10 kV Ableiter von der Grössenordnung 5 Watt.



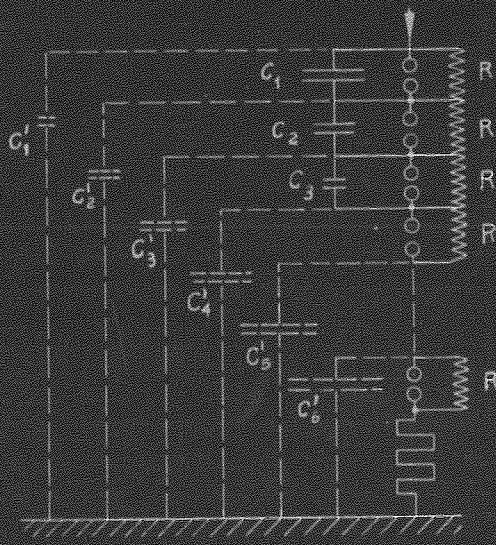


Fig. 2