Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 65 (1974)

Heft: 7

Artikel: Thyristorgezündeter mehrstufiger Stoßspannungsgenerator

Autor: Wiesinger, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915383

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Thyristorgezündeter mehrstufiger Stoßspannungsgenerator

Von J. Wiesinger

621.319.53 : 621.382.333.34

Es wird das Schaltungsprinzip eines mehrstufigen Stoßspannungsgenerators zur Erzeugung von Stoßspannungen 1,2|50 angegeben, bei dem Thyristoren als Schalter eingesetzt sind. Die Thyristoren in den einzelnen Stufen werden gleichzeitig über einen Impulstransformator angesteuert. Die Vorteile der Thyristorschalter gegenüber Luftfunkenstrecken werden aufgezeigt. Das beschriebene Prinzip eignet sich insbesondere für Stossgeneratoren im kV- bzw. zehn-kV-Bereich.

Indication du principe de couplage d'un générateur à plusieurs étages pour la production de tensions de choc 1,2|50, avec thyristors servant d'interrupteurs. Les thyristors des différents étages sont commandés simultanément par l'intermédiaire d'un convertisseur d'impulsions. Les avantages des interrupteurs à thyristors, par rapport aux éclateurs dans l'air, sont indiqués. Le principe décrit convient particulièrement à des générateurs de choc de 1 à 10 kV.

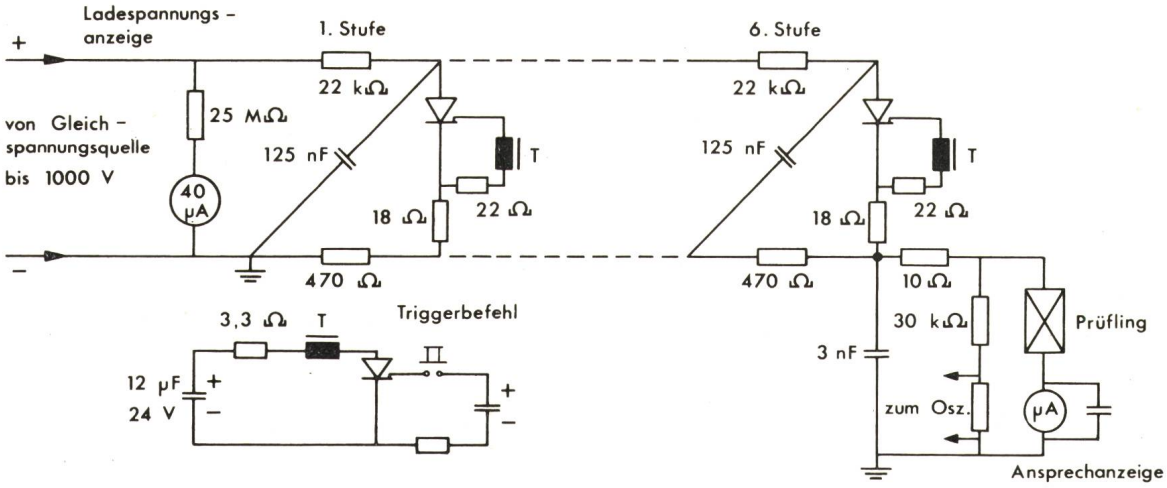
Durch die breite Einführung subtiler Anlageteile und Geräte in Niederspannungs-Verbraucheranlagen, wie Steuerungen für Elektrospeicherheizungen, halbleitergesteuerte Haushaltmaschinen, Fernsehgeräte und Fernsehantennen mit transistorisierten Vorverstärkern entsteht eine immer grössere Empfindlichkeit gegenüber Blitzüberspannungen, die über die Anschlüsse an das Niederspannungsnetz eindringen oder bei Naheinschlägen durch Induktion in den Installationsschleifen entstehen [1][1]). Als Beispiel sei aufgeführt, dass sich die Anzahl der jährlich blitzgeschädigten Antennenanlagen etwa alle 2,7 Jahre verdoppelt [2]. Diese Überspannungen können nur beherrscht werden, wenn auch in den Niederspannungs- und Antennenanlagen, analog zu der Praxis bei Hochspannungs-Übertragungssystemen, die Isolation der einzelnen Anlageteile koordiniert wird, d. h., wenn an geeigneten Stellen Schutzfunkenstrecken als Sollüberschlagstellen und Überspannungsableiter eingesetzt werden.

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

Um aber die Stoßspannungsfestigkeit der Isolation feststellen und Überspannungsschutzgeräte entwickeln und prüfen zu können, sind Stoßspannungsgeneratoren notwendig, die, entsprechend der Vorschrift VDE 0433/Teil 3, 4.66, genormte Stoßspannungen 1,2|50 mit Amplituden von einigen kV erzeugen können.

Bei ein- und mehrstufigen Stoßspannungsgeneratoren werden üblicherweise Luftfunkenstrecken als Schalter eingesetzt. Trotz der Nachteile des relativ kleinen Triggerbereiches, des hohen Triggeraufwandes und der bei Kugelfunkenstrecken notwendigen Abstandsverstellung bei grösserer Änderung der Stoßspannungsamplitude sind diese Funkenstrecken wegen ihres einfachen Aufbaues und der hohen, bis zu einigen hundert kV in einem Element schaltbaren Spannungen den Halbleiterschaltern überlegen, wenn Stossgeneratoren für hundert kV bis in den MV-Bereich hinein zu erstellen sind. Bei Stoßspannungen im kV-Bereich dagegen wären extrem kleine, schwer einzustellende Funkenstreckenabstände im Zehntel-mm-Bereich notwendig. Deshalb bieten

a



b

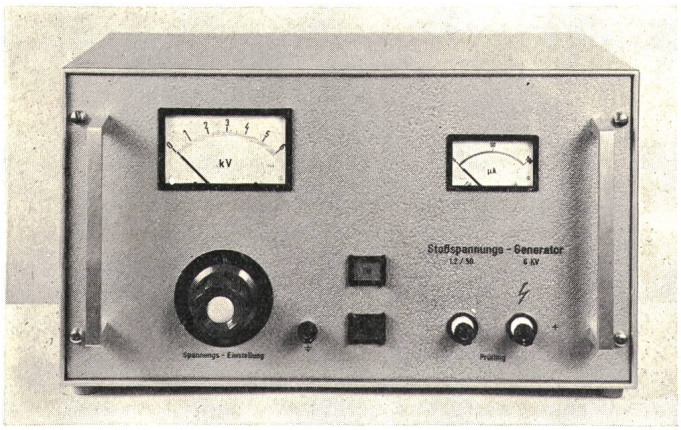


Fig. 1 6stufiger Thyristor-Stoßspannungsgenerator
a Schaltung
b Gerät
T Impulstransformator

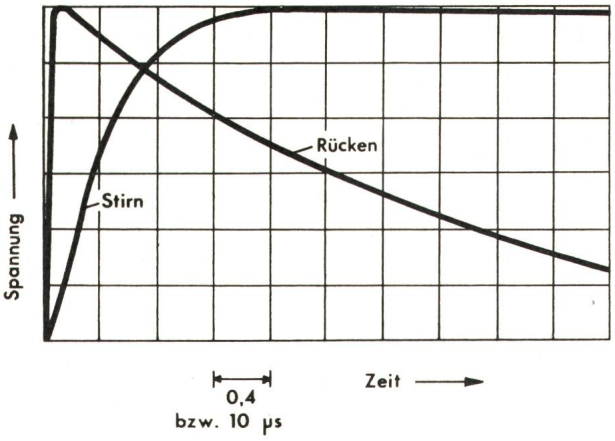


Fig. 2 Vom Stoßspannungsgenerator der Fig. 1 abgegebene Stoßspannung 1,2|50

sich in diesem Spannungsbereich Thyristoren als Schalter an, die Spannungen um ein kV beherrschen. Die notwendige Stufenzahl der mehrstufigen Generatoren errechnet sich somit als Quotient aus der gewünschten Summenladespannung und der schaltbaren Spannung von 1 kV, wenn auf eine Reihenschaltung der Thyristoren in den einzelnen Stufen verzichtet werden soll. Diese Thyristorschalter haben gegenüber den Funkenstrecken folgende Vorteile: Sie schalten verschleissfrei, beliebig oft und lautlos, sie haben einen extrem weiten Triggerbereich, ihr Spannungsfall beträgt nur etwa ein Volt gegenüber einigen zehn Volt bei Funkenstrecken, und halbleiterbestückte Stoßspannungsgeneratoren lassen sich für den Prüffeldeinsatz einfach automatisieren.

Beim Einsatz von Thyristoren als Schalter in mehrstufigen Stoßgeneratoren sind insbesondere zwei Punkte zu beachten:

1. Während Zündfunkenstrecken innerhalb etwa 50 ns durchschalten, benötigen Thyristoren in der Regel mehr als eine µs, wobei die Zündverzugszeit zwischen dem Beginn des Steuerimpulses und dem Beginn des Durchschaltens üblicherweise ebenfalls mehr als eine µs beträgt. Um aber bei Thyristoren in mehrstufigen Stoßspannungsgeneratoren zum Erreichen der Stirnzeit von 1,2 µs Durchschaltzeiten unter einer µs zu erhalten und um die Zündverzugszeiten des gleichzeitigen Schaltens wegen möglichst klein zu halten, müssen «schnelle» Thyristoren ausgewählt und durch rasch ansteigende relativ hohe Stromimpulse von einigen hundert mA angesteuert werden. Andererseits werden durch das gegenüber Funkenstrecken langsame Schalten die Einschaltschwingungen wirkungsvoll unterdrückt, so dass man eine in der Stirn sehr «glatte» Stoßspannung erhält.

2. Ebenso wie die Funkenstrecken haben die Thyristoren einen Haltestrom, der nicht unterschritten werden darf, wenn die Schalter geschlossen bleiben sollen. Dieser Haltestrom kann bei Thyristoren stark reduziert werden, wenn sie nach dem Durchzünden angesteuert bleiben. Da im Rücken der Stoßspannung 1,2|50 nur ein geringer Strom über die Schalter fliesst, muss zur Verhinderung eines vorzeitigen unerwünschten Abreissens die Dauer der Steuerimpulse mindestens etwa 3mal so gross wie die Rückenhalbwertzeit sein.

Um das Verhalten von Thyristoren in mehrstufigen Generatoren studieren zu können, wurde ein 6stufiger Generator mit einer maximalen Energie von 0,375 J aufgebaut, dessen Schaltung aus Fig. 1a und dessen gerätemässige Gestaltung aus Fig. 1b hervorgehen. Bei einer maximalen Summenladespannung von 6 kV – sie wird über die Ladespannungsanzeige gemessen – lassen sich bei einem Ausnutzungsfaktor von 0,873 Stoßspannungen der Form 1,2|50 von einigen 100 V bis zu 5240 V an einer Grundbelastungskapazität von 3 nF erzeugen. Ein eventuelles Ansprechen des Prüflings wird mit einem kondensatorbeschalteten µA-Meter angezeigt. Die Thyristoren in den einzelnen Stufen werden über einen Ringkern-Impulstransformator T angesteuert, dessen Wicklungen entsprechend den Stufenspannungen gegeneinander und gegen den Transformatorkern isoliert sein müssen. Der Steuerimpuls entsteht durch die Entladung eines auf 24 V aufgeladenen 12-µF-Kondensators. Die Stirn und den Rücken der von dem Stoßspannungsgenerator abgegebenen, den VDE-Vorschriften entsprechenden Stoßspannung 1,2|50 zeigt Fig. 2.

Mit dieser Schaltung konnte gezeigt werden, dass sich Thyristoren mit ihren vielfältigen Vorzügen gegenüber Funkenstrecken als Schalter in Stoßspannungsgeneratoren einsetzen lassen, mit denen Stoßspannungen der Form 1,2|50 von einigen kV erzeugt werden sollen; dieser Spannungsbereich ist insbesondere für die Realisierung der Isolationskoordination in Niederspannungsanlagen von Bedeutung. Das aufgezeigte Schaltungsprinzip lässt sich aber sicherlich auch für die Erzeugung von Stoßspannungen von einigen zehn kV anwenden.

Der Autor dankt Ing. grad. *Jürgen Fischer* und *Hansjörg Vogelgsang*, die im Rahmen ihrer Studienarbeiten am Institut für Hochspannungs- und Anlagentechnik der TU München an der Erstellung des Stossgenerators mitgewirkt haben.

Literatur

[1] *J. Wiesinger:* Bestimmung der induzierten Spannungen in der Umgebung von Blitzableitern und hieraus abgeleitete Dimensionierungsrichtlinien. Bull. SEV 61(1970)15, S. 669...676.

[2] *G. Flaschenecker* und *J. Wiesinger:* Blitzeinschläge in Antennenanlagen. Gefahren und Schutzmassnahmen. Funkschau 44(1972)16, S. 581...584.

Adresse des Autors:

Priv. Doz. Dr.-Ing. *Johannes Wiesinger*, Wiss. Rat am Institut für Hochspannungs- und Anlagentechnik der TU München, Arcisstrasse 21, D-8 München.