

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 45 (1954)  
**Heft:** 15

**Rubrik:** Communications ASE

#### 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:** 15.01.2026

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

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Einrichtung zum Schutz gegen zu hohe Spannung bei der Lichtbogen-Schweissung

621.791.735 : 621.316.722.3

[Nach F. H. de Jong und D. W. van Rheezen: Einrichtung zum Schutz gegen zu hohe Spannung bei der Lichtbogen-Schweissung. Philips' techn. Rdsch. Band 15(1954), Nr. 5—6, S. 160...165.]

Die Niederländische Arbeitsinspektion verbietet für bestimmte Schweissarbeiten Gleich- oder Wechselspannungen die höher sind als 42 V, unter der Annahme, dass wohl keine tödlichen Unfälle beim Berühren niedrigerer Spannungen in der Praxis vorkommen. Bei einer derart tiefen Leerlaufspannung kann jedoch kein Schweissgerät gute Schweiseigenschaften aufweisen. Schon bei normalen Elektroden und einfachen Arbeiten treten Schwierigkeiten auf, bei Spezialelektroden wird es überhaupt unmöglich, den Lichtbogen zu zünden oder zu halten.

Dieses schwierige Problem kann durch die Verwendung besonderer Zusatzeräte zu normalen Schweisstransformatoren gelöst werden. Die von der N. V. Philips Gloeilampenfabriken entwickelte Schutzeinrichtung besitzt besondere Vorteile gegenüber anderen, ähnlichen Geräten: die Leerlaufspannung des Apparates (ca. 80 V) tritt nur kurzzeitig ( $t < 0,2$  s) am Werkstück auf; während des Schweissens beträgt die Arbeitsspannung weniger als 42 V und ist so ungefährlich für den Schweisser.

Die Ungefährlichkeit einer nur kurzzeitig einwirkenden Spannung von 80 V, wird nicht nur von den niederländischen Behörden, sondern auch von Prof. Dalziel der kalifornischen Universität in Berkeley nach eingehenden Untersuchungen anerkannt<sup>1)</sup>.

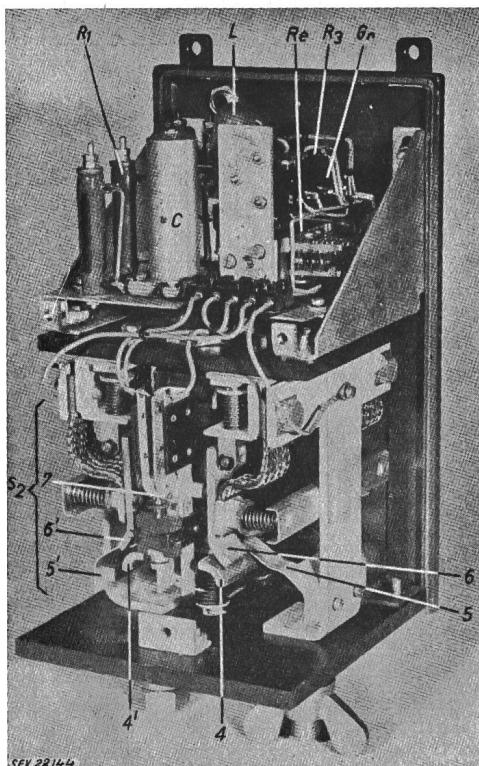


Fig. 1  
Schutzeinrichtung von hinten gesehen

Die Schutzeinrichtung ist in Fig. 1 dargestellt. Anhand des vereinfachten Schemas der Fig. 2 ist ihre Wirkungsweise die folgende:

Beim Anschliessen des Schweissgerätes  $G$  (Schalter  $S_1$  geschlossen) erreicht die sekundäre Spannung den Wert:  $U_0 R_2 / (R_2 + R_1) = p U_0 \leq 42$  V. ( $U_0$  Leerlaufspannung des Transformators, ca. 80 V;  $R_1$  und  $R_2$  Widerstände des Span-

<sup>1)</sup> C. F. Dalziel: Dangerous electric currents. Trans. AIEE. Bd. 65(1946), S. 579...585.

nungsteilers). Beim Schliessen von  $S_1$  wird auch gleichzeitig die Spule des Schalters  $S_2$  erregt:  $S_2$  schliesst seine Kontakte ( $R_1$  wird kurzgeschlossen), die Klemmenspannung steigt auf  $U_0$ . Das Relais  $R_e$  wird jetzt erregt (angelegte Spannung =  $U_0$ ); nach einer kurzen Verzögerung von ca. 0,2 s (Verzögerungseinrichtung  $T$ ) wird der Haltekontakt 2 geschlossen, und der Arbeitskontakt 1 geöffnet: die Klemmenspannung ist jetzt wieder  $p U_0$ .

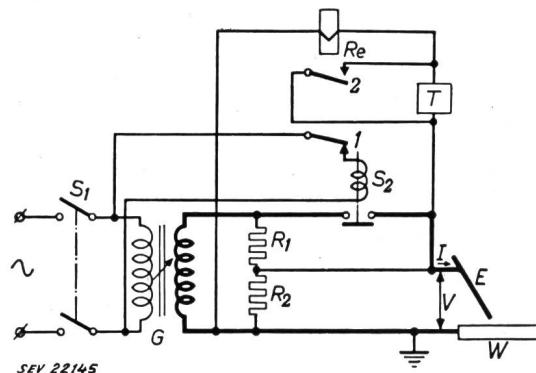


Fig. 2

#### Vereinfachtes Schema der Schutzeinrichtung

$G$  Schweisstransformator;  $W$  geerdetes Werkstück;  $E$  Elektrode;  $R_1$ ,  $R_2$  Spannungsteiler;  $S_1$  Netzschalter;  $S_2$  Schütz;  $R_e$  Relais mit Ruhekontakt 1 und Arbeitskontakt 2;  $T$  Verzögerungseinrichtung

Wenn, wie bis dahin angenommen, die Elektrode vom Werkstück isoliert ist, bleibt die Klemmenspannung auf dem Wert  $p U_0$ . Wenn jedoch der Schweisser das Werkstück mit der Elektrode berührt, so wird durch das Abfallen der an  $R_e$  angelegten Spannung der Kontakt 2 geöffnet und der Kontakt 1 geschlossen, so dass die volle sekundäre Spannung im Schweisskreis wirksam ist. Solange die Klemmenspannung unter ca. 40 V bleibt, oder nur kurzzeitig höhere Werte erreicht, kann  $R_e$  nicht ansprechen. Beim Unterbrechen der Schweissung spricht  $R_e$  an und die Klemmenspannung fällt nach 0,2 s wieder auf  $p U_0$ . Die Klemmenspannung ist also nie länger als während 0,2 s auf ihrem Maximalwert.

Als Vorteile dieser Einrichtung kann man erwähnen:

- a) die Möglichkeit ihrer Anwendung bei allen Schweisseräten, auch bei jenen für Mehrfachschweissanlagen;
- b) die Vermeidung teurer Drosselspulen wie in den üblichen Einrichtungen;
- c) keine Umschaltung der Primärkondensatoren;
- d) das einwandfreie Funktionieren auch bei schlechten Kontakten zwischen Elektrode und Werkstück.

#### Bemerkungen des Referenten

Nach den schweizerischen Regeln für Lichtbogen-Schweisseräte (Publ. 190 und 191 des SEV) werden Leerlaufspannungen bis 120 V zugelassen, weil einerseits aus der Unfallstatistik des Eidgenössischen Starkstrominspektors kein direkter Zusammenhang zwischen der Zahl der Unfälle und der Höhe der Spannung abgeleitet werden konnte, andererseits weil auch bei Spannungen, die unter 50 V liegen, Unfälle durch sekundäre Erscheinungen infolge Schreckwirkung entstehen können. Die Gültigkeit dieser Annahmen, die als Grundlage bei der Festlegung der schweizerischen Regeln dienten, wurde kürzlich vom Fachkollegium 26 (Elektroschweissung) des Schweiz. Elektrotechnischen Komitees bestätigt. Nach schweizerischer Auffassung ist eine richtige Ausbildung des Schweissers das beste Mittel zur Verhütung von Unfällen.

#### Über die Entstehung von Transformatorengeräuschen

621.314.2 : 534.837

[Nach H. Rothert und H. Jordan: Über die Entstehung von Transformatorengeräuschen. Elektrotechn. Z. Ausg. A Bd. 75 (1954), Nr. 4, S. 107...109]

Das brummende Geräusch der Transformatoren entsteht zum grössten Teil durch die magnetostruktiven Kräfte im

Eisenkern. Schwingungen der Wicklungen, Resonanzschwingungen von Kesselteilen und Geräusche von Hilfsapparaten sollen deshalb unberücksichtigt bleiben. Die elastische Längenänderung von Dynamoblechen (Magnetostraktion) verläuft in grober Annäherung quadratisch zur Induktion  $B$  und beträgt bei 14 000 Gs ungefähr 0,003 %. Infolge dieser nichtlinearen Abhängigkeit enthalten die Magnetostruktionschwingungen der Transformatorkerne bei sinusförmigem Verlauf der Induktion einen beträchtlichen Prozentsatz von Oberwellen.

Trotzdem die Amplituden dieser Schwingungen ausserordentlich klein sind, können sie doch ein Geräusch von erheblicher Lautstärke erzeugen. Bezeichnet man die relative Dehnungsamplitude jeder Teilschwingung  $\nu$  mit  $\epsilon_\nu$ , die Länge der Transformatorkerne mit  $l$  und die Netzfrequenz mit  $f$ , so ergibt sich für die Lautstärke  $L$  die Gleichung:

$$L = 20 \lg [1,822 l f \nu (\epsilon_\nu 10^6)] \text{ db} \quad (1)$$

Betrachtet man nur den Einfluss der Grundwelle  $\nu = 1$ , die in der Grösse stark überwiegt, und deren Dehnungsamplitude im Bereich  $B_{max} = 11\,000\ldots16\,000$  Gs der Gleichung

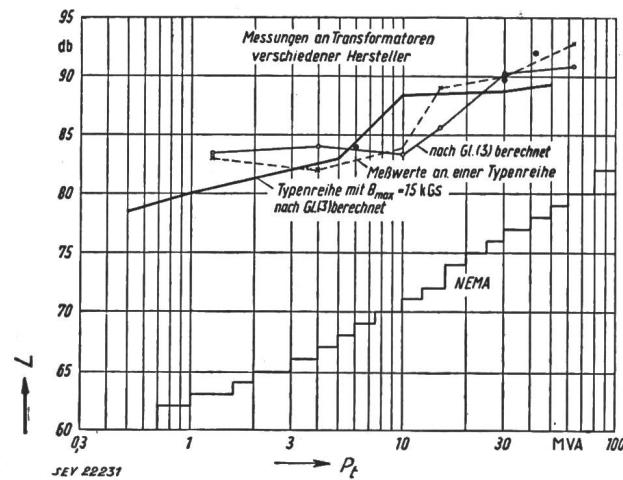
$$\epsilon_1 = \left[ 1,35 \frac{B_{max}}{5000} - 2,51 \right] \quad (2)$$

genügt, so erhält man für die Lautstärke an der Oberfläche eines im Freien aufgestellten Transformatoren den sehr ange nähernten Ausdruck

$$L_1 = 39,2 + 20 \lg l + 20 \lg \left[ 1,35 \frac{B_{max}}{5000} - 2,51 \right] \text{ db} \quad (3)$$

worin  $l$  in cm und  $B$  in Gauss einzusetzen sind.

In Fig. 1 sind die nach Gl. (3) für eine Kerninduktion von 15 000 Gs berechneten Lautstärken den Werten der amerikanischen NEMA-Vorschriften gegenübergestellt. Es wurde auch durch zahlreiche Messungen festgestellt, dass die Lautstärken von Drehstromtransformatoren im allgemeinen 75...90 phon betragen. Die Übereinstimmung von Messung und



Vergleich von berechneten und gemessenen Werten der Schallpegel des Grundtones  $L$  an der Oberfläche von Transformatoren abhängig von der Typenleistung  $P_t$

Rechnung ist völlig befriedigend. Hingegen liegen die berechneten Werte erheblich höher als die NEMA-Werte. Wenn diese eingehalten werden müssten, so würde das eine erhebliche Reduktion der Induktion der modernen Transformatoren bedingen, was aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht tragbar ist. Es müssen darum Wege gesucht werden, um einerseits das Geräusch ausserhalb des Transformatoren durch schalldämmende Wände aufzuhalten und anderseits Kernbleche herzustellen, die noch kleinere Magnetostriktionsdehnungen aufweisen als die bisher verwendeten Bleche.

#### Bemerkungen des Referenten

In der Schweiz hat man die Erfahrung gemacht, dass die NEMA-Werte für die zulässigen Geräuschpegel richtig gewählt sind und in den meisten Fällen eingehalten werden können. Es scheint uns aber, dass die berechneten Werte der

Fig. 1 nicht ohne weiteres mit den NEMA-Werten verglichen werden dürfen, da sich die NEMA-Werte auf die Verwendung eines Geräuschfilters mit einem Frequenzgang entsprechend der 40-phon-Gehör-Empfindlichkeitskurve nach Fletcher und Munson stützen. Dieses Filter schwächt aber gerade die 100-Hz-Schwingung um ca. 20 db, so dass zum richtigen Vergleich die berechneten Werte um diesen Betrag tiefer eingezeichnet werden müssten. — Hch. Lutz

#### Tantal-Elektrolytkondensatoren

621.319.45 : 546.883

[Nach N. Thien-Chi und J. Vergnolle: Condensateurs électrolytiques au tantal. Ann. Radioélectr. Bd. 9 (1954), Nr. 35, S. 82-97]

Die heute handelsüblichen Elektrolytkondensatoren bestehen aus zwei Aluminiumelektroden, die mit einem Zwischenpapier als Distanzhalter zu einem Wickel aufgerollt werden. Ist der Kondensator polarisiert, so wird die Anode in einem Formierungsbad vorher formiert. Der ganze Wickel ist dann in einem dickflüssigen Elektrolyten zu imprägnieren und in einem Becher zu verschliessen.

Obschon das Tantal als Ventilmetall schon seit vielen Jahren bekannt ist und bessere Ventileigenschaften als etwa das Aluminium besitzt, werden Tantalelektrolytkondensatoren erst seit kurzem gebaut. Der relativ hohe Preis des Tantals hat seine technische Verwendung verzögert. Analog den Aluminium-Elektrolytkondensatoren werden auch die Tantal-Elektrolytkondensatoren aus zwei dünnen Tantalfolien und zwei Lagen Papier gewickelt und nachher imprägniert. Die Vorteile von Tantal gegenüber Aluminium sind die höhere Dielektrizitätskonstante von  $Ta_2O_5$  ( $\epsilon = 11$ ) gegenüber  $Al_2O_3$  ( $\epsilon = 7,5$ ), die Unlöslichkeit des Metalls im Imprägnationselektrolyten besonders bei hohen Temperaturen, sowie die Möglichkeit, sehr dünne Folien zu verwenden ( $\approx 12,5 \mu\text{m}$ ).

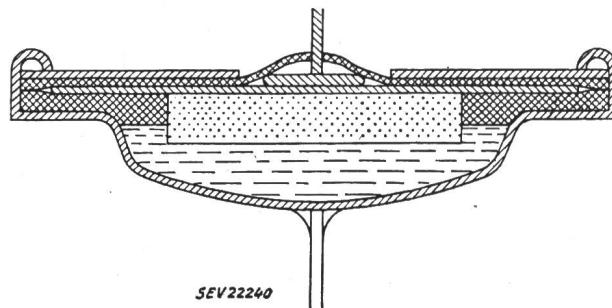


Fig. 1  
Schnitt durch einen gesinterten Tantal-Elektrolytkondensator

Silber;	Tantalblech;	Isolation;
gesintertes Tantal;	Elektrolyt	

Der gesinterte Tantalelektrolytkondensator besteht aus einer Tablette von reinem Tantalpulver, die unter einem Druck von ca. 1 t/cm<sup>2</sup> und einer Temperatur von 1800 °C im Hochvakuum einige Stunden porös gesintert und zugleich auf eine Platte aus Tantalblech von einigen Zehntel mm gepresst wird.

Diese poröse Oberfläche kann durch die Feinheit des Tantalpulvers, durch Pressdruck und Temperatur beeinflusst werden und entspricht der Oberfläche der Tantalfolien von Wickelkondensatoren. Die so hergestellten Anoden sind in einen wässrigen Elektrolyten zu tauchen, z. B. Schwefelsäure, wobei einer Kathode gegenüber die Formierungsspannung anzulegen ist. Es entsteht ein Formierungsstrom, der unter Bildung einer isolierenden Oxydschicht auf der Anode sich exponentiell mit der Zeit verkleinert. Diese Strom-Zeit-Kurve hängt von der Konzentration und der Temperatur des Elektrolyten, sowie von der Reinheit und Körnung des Tantalpulvers ab. Die Dicke der Oxydschicht hängt hauptsächlich von der Formierungsspannung und von der Temperatur ab, und kann durch die Farbe bestimmt werden. Im Mittel beträgt sie 20 Å/V. Die so formierten Anoden kommen in einen Becher aus Silber (Kathode) unter Zwischenlegen eines synthetischen Gummis als Isolation. Der Becher wird

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 635  
Es folgen «Die Seiten des VSE».