

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 64 (1973)  
**Heft:** 21

**Rubrik:** Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

### 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:** 12.01.2026

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

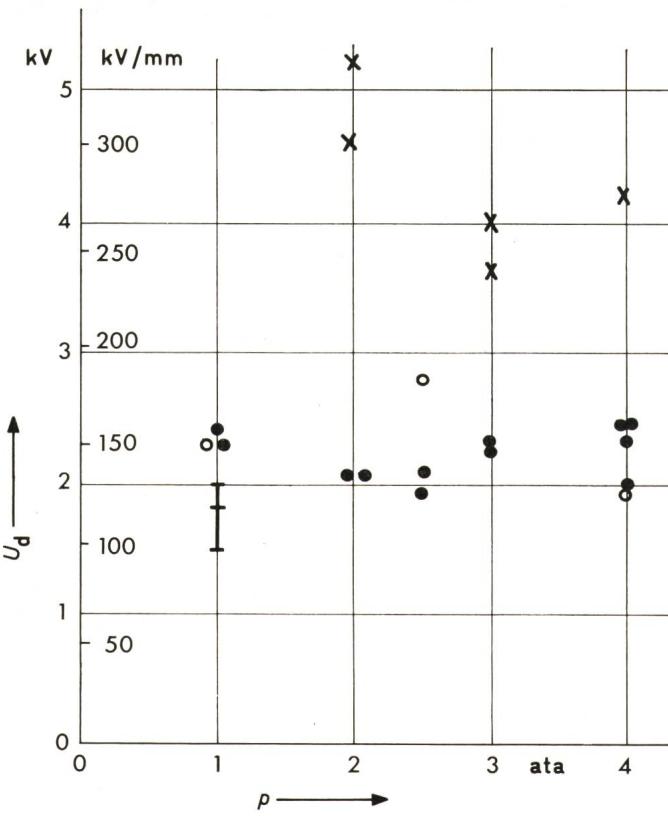


Fig. 9

Durchschlagspannung  $U_d$  bei 0 und 50 Hz  
in Abhängigkeit von Druck  $p$  bei 1 Lage Polypropylen 15,2

- SF<sub>6</sub> bei 50 Hz
- N<sub>2</sub> bei 50 Hz
- ✗ SF<sub>6</sub> bei 0 Hz
- Luft bei 50 Hz (bei Kondensatoreinheit gemäss Abschnitt 8.3)

Werte auf 1,31 und 1,32 gelautet. Die in eine bessere Pressung gesetzten Erwartungen haben sich also nicht erfüllt. Offensichtlich ist es notwendig, die breiten Wickel besser, d.h. faltenfrei zu wickeln.

## 8.2 Messung von Kapazität und Verlustfaktor

Diagramme können noch nicht vorgelegt werden; doch wurde festgestellt:

- tan  $\delta$  ist bei 40 V kleiner als bei 400 V;
- tan  $\delta$  nimmt mit steigender Temperatur zu, bleibt aber < 0,3 %;
- C ist wahrscheinlich nur wenig temperaturabhängig.

## 8.3 Thermisches Verhalten

Bei 40 °C Umgebungstemperatur stellte sich im Wickelinneren eine höchste Übertemperatur von 2 °C ein. Wie zu erwarten, ergeben sich also keine thermischen Probleme, und es ist damit zu rechnen, dass auch ein Einsatz bei höheren Frequenzen in Frage kommt.

## 8.4 Leistung und Volumenleistung

Werden die 30 parallelen Wickel von je 6,82 µF an 400 V angeschlossen, ist die Blindleistung der Einheit 10 kvar. Die Leistung pro Volumeneinheit ist bei dem gewählten Kondensatoraufbau 0,59 kvar/dm<sup>3</sup>. Es ist klar, dass dieser Wert mit den 1,75 kvar/dm<sup>3</sup> einer regulären Papier/Chlordiphenyl-Einheit nicht konkurrieren kann.

## 8.5 Durchschlagsverhalten

Nach Öffnen der Einheit wurden sechs nicht benachbarte Wickel in Luft bis zum Durchschlag belastet. Als Mittelwert ergaben sich, wie in Fig. 9 eingetragen, 1820 V (-20...+10 %).

## 9. Bewertung der Ergebnisse

Das untersuchte Trockendielektrikum zeichnet sich durch eine Reihe interessanter Eigenschaften aus, die zu einer einfachen Technologie führen. Diese ist wie folgt gekennzeichnet:

- Umweltfreundlichkeit durch die Verwendung des inerten SF<sub>6</sub>-Gases;
- Bei hoher Leistung extrem niedriger Verlustfaktor und deshalb bei 50 Hz vernachlässigbare Übertemperatur;
- Trotz Verwendung nur einer Kunststoffschicht gute Durchschlagfestigkeit;
- Wegen geringen Anstieges der TE-Intensität mit der Spannung gute Schaltspannungsfestigkeit zu erwarten;
- Einfache starre Gehäuse für lageunabhängige Montage;
- Wegfall der Nassimprägnierung. Formieren und Füllen mit SF<sub>6</sub> bedingt einfache Anlagen mit kurzer Durchlaufzeit.

Folgende Punkte sind noch abzuklären:

- Verbesserung der Gleichförmigkeit beim Wickeln (Reduktion des Raumfaktors, Anhebung der DK);
- Untersuchung der Lebensdauer in Abhängigkeit des Formungszustandes.

## Literatur

- [1] Z. Krasucki et H. F. Church: Condensateurs de puissance à film plastique imprégné. Rapport Cigré N° 15-01, 1970.
- [2] G. Georg: Kunststoff-Filme in Leistungskondensatoren. Bull. SEV 60(1968)14, S. 630...634.
- [3] H. Preissinger: Durchschlagfeldstärke dünner Isolierölschichten beim MKV-Kondensator. Siemens Z. 45(1971)2, S. 107...110.
- [4] F. H. Kreuger: Discharge detection in high voltage equipment. London, Temple Press Books, 1964, Chapter 2: Detection of discharges, p. 47...105.

## Adresse des Autors:

Gerhardt Georg, dipl. Elektroingenieur ETH, Oberassistent am Institut für Hochfrequenztechnik der ETHZ, Sternwartstrasse 7, 8006 Zürich.

## Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

### Sitzungen des CE 52, Circuits imprimés, vom 4. bis 9. Juni 1973 in Stockholm

Die letzten Sitzungen des CE 52 fanden vom 4.-9. Juni 1973 in Stockholm statt. Aus 12 Ländern waren 24 Delegierte anwesend; die Schweiz war durch den Berichterstatter vertreten. Die Sitzungen wurden von H. J. Schulz (Deutschland) präsidiert und als Sekretär amtete H. W. Stawski (Italien). Das Protokoll der Sitzungen von London (Dezember 1971) RM 1481/TC 52 wurde mit ganz geringfügigen Änderungen genehmigt.

Seit der letzten Sitzung wurden die folgenden Dokumente zur Abstimmung vorgelegt. Die Abstimmungsresultate und Entscheide lauten:

1. Dokumente unter dem 2-Monate-Verfahren

52(Bureau Central)86, Additions à la publication 249-1, Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés (Méthode d'essai) ergab 17 annehmende Stimmen gegen eine ablehnende (USA).

Nachdem die WG 4 die Toleranz der Zinnbadtemperatur bei der Lötbarkeitsprüfung nochmals diskutiert hat, soll der Inhalt des Dokuments veröffentlicht werden.

52(Bureau Central)87, Compléments à la publication 326, Exigences et méthodes de mesure générales concernant les cartes de câblage imprimé mit 18 Ländern für und 1 Land (USA) gegen Annahme soll ebenfalls veröffentlicht werden, nachdem der gleiche Einwand von USA wie beim vorhergehenden Dokument richtig gestellt wurde.

52(Bureau Central)88, Additions à la publication 249-2, Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés (Spécifications) über Anforderungen bei der Lötbarkeitsprüfung soll veröffentlicht werden, nachdem die Einwände der drei negativen Stimmen (USA, Holland, Deutschland) berücksichtigt bzw. richtig gestellt wurden. 16 Länder haben angenommen.

52(Bureau Central)89 und 52(Bureau Central)90, Additions à la publication 249-2, Diese Ergänzungen zur gleichen Publikation wie unter c) betreffen dünne kupferkaschierte Glasgewebe/Epoxyd-Platten zur Herstellung von Mehrebenen-Schaltungen, und zwar im Dokument 89 die allgemeine und im Dokument 90 die flammwidrige Ausführung. Beide Dokumente wurden von 19 Ländern angenommen ohne Gegenstimme und der Beschluss lautet auf Veröffentlichung.

52(Bureau Central)91, Spécification pour le matériau agglomérant en feuille destiné à la fabrication des cartes de câblages imprimés multicouches, wurde ebenfalls von 17 Ländern ohne Gegenstimme angenommen und wird zum Druck frei gegeben. Die Einführung einer zusätzlichen Type G als epoxidimprägniertes Glasgewebe für allgemeine Zwecke wird in einem Sekretariatsdokument vorgeschlagen werden.

52(Bureau Central)93, Exigences et méthodes de mesure générales pour les cartes de câblages imprimés multicouches, wurde mit 18 Stimmen ohne Gegenstimme angenommen. Kommentare mit technischem Inhalt werden von der WG 6 behandelt, wenn die Revision der Publikation 326 bearbeitet wird. Das Dokument geht zum Druck.

## 2. Dokument unter der 6-Monate-Regel

52(Bureau Central)92 enthält als Ergänzung zur Publikation 249-1 eine Prüfmethode über die Dimensionsstabilität. Das Dokument wurde irrtümlich unter der Nummer 85 verteilt. Die Abstimmung ergab 17 annehmende und 2 ablehnende (UK)-Stimmen. Eine ad hoc WG hat Änderungsvorschläge ausgearbeitet, die in einem neuen modifizierten 6-Monate-Dokument erscheinen werden.

Die nun folgenden Diskussionen galten den verschiedenen Sekretariatsentwürfen. 52(Secrétaire)74 ist ein Vorschlag zur Revision von Publikation 194, Begriffe und Definitionen. Der Beschluss von London, bereits ein 6-Monate-Dokument zu verteilen, konnte nicht erfüllt werden. Als neuer Beschluss gilt nun, dass nach erneuter Diskussion des vorliegenden Entwurfs ein Dokument unter der 6-Monate-Regel herausgegeben wird, das später als 2. Auflage der Publikation 194 erscheinen soll. Die Detaildiskussion nahm einige Zeit in Anspruch und ergab mehrere Korrekturen. Mit 52(Secrétaire)67 hat der Sekretär die Meinung über die Plattendicken für Steckkontakte gemäß Anhang C der Publikation 321 eingeholt. Dabei zeigte sich eindeutig, dass von den bisherigen nominellen Dicken 0,8; 1,6; 2,4; 3,2 die letzten zwei gestrichen werden können. Für Schaltungen mit durchplattierten Löchern kann es aber nötig sein, etwas dünnere Platten zur Verfügung zu haben, damit trotz stärkerem Auftrag die Steckkontakte noch passen. So wurde zu 0,8 mm die Dicke 0,7 und zu 1,6 mm die Dicke 1,5 zugefügt, die an den fertigen Schaltungen in den gleichen Dickenbereich wie bisher fallen müssen. Dieser Vorschlag wird als Sekretariatsdokument verteilt werden. Mit dem gleichen Problem befasst sich auch 52(Secrétaire)68, indem für Steckkontakte in Verbindung mit durchplattierten Löchern schon eine zusätzliche Dicke von 1,5 mm vorgeschlagen wird. Diese Dicke wurde angenommen und soll mit der Dicke 0,7 mm für die Materialien nach Spezifikation 3, 4, 5 und 6 der Publikation 249-2 in einem Dokument unter der 6-Monate-Regel erscheinen. Die in 52(Secrétaire)69 vorgeschlagene neue Methode zur Prüfung der Ebenheit von Platten wurde als undurchführbar bei grösseren Platten betrachtet. Es wurde beschlossen, die in Publikation 249-1 und 326 beschriebene Methode beizubehalten. 52(Secrétaire)70 ist eine Spezifikation für Kupferfolien, die zur Fabrikation von kupferkaschierten Materialien dienen. Die dünnste Folie von 18 $\mu$ m gab zur Diskussion Anlass, weil die Masse pro m<sup>2</sup> über die vorgesehene Toleranz schwanken soll. Obwohl die Angaben von 7 Fabrikantenquellen begutachtet

wurden, wird diese Dicke «under consideration» gestellt. Es wurde beschlossen, die Zugfestigkeit in N/cm<sup>2</sup> anzugeben. Damit fällt der Dickebestimmung grosse Bedeutung zu und ein diesbezüglicher Hinweis sollte vorgesehen werden. Nachdem auch die Lötbarkeitsprüfung der bereits diskutierten Methode angepasst ist, soll ein neuer Sekretariatsentwurf erstellt werden. 52(Secrétaire)64, flexible Polyesterfolie mit Kupfer kaschiert, wurde durch WG 1 behandelt, die auch einen neuen Entwurf ausarbeiten wird. 52(Secrétaire)71 ist eine Ergänzung der Spezifikationsblätter mit der Ausführung Papier/Phenol-Schichtpreßstoff, flammwidrig. Darin gaben die Daten der Entflammbarkeitsprüfung zu Diskussionen Anlass, weil England eine Änderung beantragt hat. Die Prüfmethode steht ohnehin schon zur Diskussion. Ein Brenntest der Underwriters Laboratories ist viel strenger. Eine Änderung sollte nicht vorgenommen werden, bevor auch diese Methode in Betracht gezogen ist. Im folgenden Dokument unter der 6-Monate-Regel werden die Daten in Übereinstimmung mit den bestehenden Spezifikationen gelassen. Später wenn eventuell die UL-Methode durch CE 52 angenommen wird, können alle Spezifikationen angepasst werden.

Mit 52(Secrétaire)72 verlangte der Sekretär Auskunft über Prüfmethoden und Anforderungen von Schaltungen der Feinstrichtechnik. Die Antworten und sonst erhältliche Informationen gehen an WG 6 zur Berücksichtigung bei der Revision der Publikation 326. Wenn WG 6 zur Ansicht gelangt, dass ein Entwurf reif ist, wird ein Sekretariatsdokument verteilt. 52(Secrétaire)73A beschreibt eine Prüfung der Klebekraft von Selbstklebebandern nach SC 15C, die auch zur Prüfung der Haftung von Plattierungen dienen soll. Nach neuester Information soll SC 15C eine weitere Methode unter 90° Abzugswinkel vorschlagen. Diese soll noch abgewartet werden. In 52(Secrétaire)77 rapportiert WG 1 über eine gehabte Sitzung betreffend Fragen von Publikation 249-1. WG 1 wurde die Aufgabe gestellt, zu studieren, ob eine Revision von 249-1 mit Einbezug aller Zusätze möglich oder notwendig ist. 52(Secrétaire)80 ist der Rapport von WG 4 über 4 Sitzungen. Die wichtigsten behandelten Punkte sind folgende: Umfangreiche Versuche über die Lötbarkeit nach Alterung laufen in England. Zukünftig soll auch abgeklärt werden, wie sich die Lötbarkeit nach Lagerung verändert. Diesbezügliche Informationen seitens der nationalen Komitees sind erwünscht. Der Einfluss auf die Lötbarkeit von nicht aktiviertem und aktiviertem Flussmittel wurde ebenfalls in Betracht gezogen. Die in 52(Secrétaire)79 enthaltenen Anforderungen an Lötmasken und Inschriften auf gedruckten Schaltungen werden nochmals als Entwurf unter dem beschleunigten Verfahren verteilt, damit sie bei der Revision von Publikation 326 berücksichtigt werden können. WG 4 schlägt ferner ein Testbild vor, das auch als Entwurf erscheinen wird. WG 6 berichtet in 52(Secrétaire)75 über 3 Sitzungen, worin für die Revision von Publikation 326 folgende Themen behandelt wurden: Instruktionen zur Aufstellung von Spezifikationen, Katalog über Prüfmethoden, Richtlinien für Entwurf von Schaltungen, Einzelspezifikationen für verschiedene Typen von Schaltungen. Dieser Bericht wurde genehmigt.

Dem Vorschlag in 52(Germany)55 in Publikation 326 einen weiteren Lochdurchmesser von 0,9 mm aufzunehmen, wurde mit grosser Mehrheit zugestimmt. Ein diesbezügliches Sekretariatsdokument wird folgen. In 52(United Kingdom)63 wird dargestellt, dass die Prüfung in Ölbad, Sandbad oder Zinnbad verschiedene Prüfbedingungen ergeben. Auf Grund dessen werden die nationalen Komitees angefragt werden, welcher Methode der Vorzug gegeben wird und ob nur eine Methode als verbindlich erklärt werden soll. Als weitere Arbeiten ist das Problem der Entflammbarkeitsprüfung zu erwähnen. Bekanntlich sind viele andere Gremien mit Brennbarkeitsprüfungen beschäftigt, ohne dass bis heute eine allgemein gültige Methode zur Verfügung steht. Die bei den Kunststoffen bisher übliche Methode wurde von amerikanischer Seite verschärfend modifiziert. Es wäre sehr erwünscht, in dieser Prüfung eine Einigung auf nur eine Methode zu erzielen. Die WG 1 wurde mit der komplizierten Aufgabe betraut, Klarheit in dieses Problem zu bringen.

Die nächste Sitzung soll in einem Zeitabstand von 16–18 Monaten stattfinden. Eine Einladung zu einem bestimmten Tagungsort liegt noch nicht vor.

W. Zeier