

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 55 (1964)
Heft: 4

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 04.02.2026

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

la nouvelle Publication de la CEI, Essai des câbles à isolation incomplètement imprégnée jusqu'à 33 kV, et de la nouvelle Publication de la CEI sur le choix des câbles.

Le projet de recommandation pour les essais de choc sur les câbles et leur accessoires a ensuite été étudié, conjointement avec les nombreuses observations écrites reçues à ce sujet des différents pays. Il a finalement été remanié et approuvé et sera soumis au vote par correspondance selon la règle des 6 mois. Les principales modifications par rapport au projet primitif sont l'autorisation d'utiliser un voltmètre de choc à la place du spintermètre et l'adjonction d'un second chapitre donnant, à titre d'information, la façon de procéder à un essai de claquage au choc.

Le projet de recommandations concernant les essais des gaines de protection contre la corrosion fut également discuté et modifié, puis finalement approuvé dans sa nouvelle forme. Il sera également soumis au vote par correspondance selon la règle des six mois.

B. Schmidt

SC 20B, Câbles à basse tension isolés au caoutchouc ou au chlorure de polyvinyle

Das SC 20B trat am 3. und 4. Oktober 1963 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, J. Smoes (Belgien), zusammen. Die Auswertung der unter der 6-Monate-Regel eingegangenen Stellungnahmen zu den beiden Dokumenten 20B(Bureau Central)2 und 3, Couleurs des conducteurs des câbles souples, und Normalisation des sections nominales et de la composition des âmes circulaires en cuivre, ergaben eine starke Mehrheit für die Herausgabe dieser beiden Dokumente als Publikationen der CEI. Das Dokument

20B(Secrétariat)5 betreffend einen zusätzlichen, etwa dem schweizerischen Leitertyp Td/Tdf entsprechenden Leiter, zur Einfügung in das umfassendere Dokument für thermoplastisolierte Leiter, wurde durchberaten und soll zur Verteilung unter der 6-Monate-Regel empfohlen werden. Die Bedingungen hinsichtlich des Füllmaterials wurden darauf beschränkt, dass für 2adrige Leiter die Ausführung ohne irgendein Füllmaterial nicht zugelassen werden soll; die Isolierwandstärke für die Adern mit 1,5 und 2,5 mm² wurde auf eine schweizerische Anregung hin um je 0,1 mm erhöht. Ein Dokument betreffend die Kodifizierung der Leiter entsprechend dem CEE-Kodex, aber mit den Initialen der CEI, wurde ebenfalls zur Vorlage unter der 6-Monate-Regel angenommen. Die Diskussion über einen Vorschlag für den äusseren Durchmesser von Aufzugsschnüren zeigte, dass über solche Schnüre noch viele Punkte unabgeklärt sind, und führte vorläufig zur Streichung des entsprechenden Abschnittes im Dokument über gummiisolierte Leiter. Die Behandlung eines zu diesem Dokument von einer Arbeitsgruppe vorgelegten Vorschlages betreffend Prüfung der Isolation und des Schutzmantels von gummiisolierten Leitern nahm den restlichen Teil der Zeit in Anspruch. Die Anforderungen an den Schutzmantel und an die Isolation wurden im wesentlichen nach dem Vorschlag der Arbeitsgruppe geändert. Diese Arbeitsgruppe wird ihre Arbeit fortsetzen; sie wurde erweitert, wobei auch die Schweiz ihre Mitarbeit zusagte. Zur Weiterführung der Arbeiten wurden gemeinsame Versuche, insbesondere über die Alterung und Schlitzfestigkeit von Gummi-Isolation und Schutzmantel durchgeführt. An diesen Arbeiten wird sich auch die Schweiz beteiligen.

A. Tschalär

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Polyterephthalsäureester-Folien

621.315.616.96

[Nach: N. W. Aleksandrow und S. G. Trubatschew: Elektrische und mechanische Eigenschaften der Polyäthylenterephthalat-Folien. Westnik Elektromyschlenosti 34(1963)8, S. 41...46]

Nachdem die Polyester-Filme auf der Basis des Polyäthylenterephthalats¹⁾ eine immer grössere Verwendung als Isoliermaterial im Elektromaschinenbau sowie für Kondensatoren und Kabel in aller Welt finden, wurden ihre elektrischen und mechanischen Eigenschaften an Mustern aus den USA, England und Deutschland im Obersten Elektrotechnischen Institut der UdSSR eingehenden Kontrollversuchen unterworfen. Die Resultate dieser Versuche seien im folgenden zusammengefasst:

Dielektrische Festigkeit der Folien. Polyäthylenterephthalat-Folien werden in Dicken von 0,006...0,25 mm hergestellt. Die dielektrische Festigkeit der Folie hängt von ihrer Dicke ab. Bei Dicken unter 0,02 mm treten viele schwache Stellen auf, so dass solche Folien in mehreren Schichten verwendet werden müssen. Hingegen haben Folien von 0,04...0,05 mm Dicke einheitliche Werte der dielektrischen Festigkeit und können in einer Schicht für Isolierzwecke verwendet werden (Fig. 1).

Infolge der teilweise grossen Streuung der Prüfergebnisse ist eine Einstufung der Folien verschiedener Provenienz nach ihrer Durchschlagsfeldstärke (Durchschlagsfestigkeit) nicht möglich. Es konnte lediglich festgestellt werden, dass die Melinex-Folie hinsichtlich der dielektrischen Festigkeit stabiler ist.

In Fig. 2 ist die festgestellte Durchschlagsfeldstärke von 0,05 mm dickem Hostaphan in Transformatoröl, Sowtol²⁾ und Luft dargestellt. Sie ist stark von der Gleichmässigkeit der Feldverteilung abhängig (Die Dielektrizitätskonstanten betragen für: Sowtol — 4,8, für Transformatoröl — 2,2, für Hostaphan — 3,2. Bei 2, 3 und 4 Lagen erklären sich die höheren Kurzzeitwerte der Durchschlagsfeldstärke in Luft gegenüber Mineralöl durch die ausgleichende Wirkung der Korona auf das elektrische Feld in der Nähe der Elektroden).

¹⁾ Melinex (GB), Mylar (USA), Hostaphan (D), Terphane (F), Lawson (UdSSR).

²⁾ Bemerkung des Referenten: Sowtol = 70 % Sowol + 30 % Trichlorbenzol, das in Transformatoren verwendete Askarel russischer Herstellung; es entspricht Pyranol 1470 (Gen.El.), Clophen T64 (Bayer), Pyralène 1467 (Prodelec), Pyroclor (Monsanto) usw.

Bei steigender Anzahl der Lagen sinkt der Wert der Durchschlagsfeldstärke stark. Bei 10 Lagen Hostaphan, also bei einer totalen Dicke von 0,5 mm beträgt die Durchschlagsfeldstärke in Sowtol 90...96 kV/mm, d. h. 40 % der Festigkeit einer Lage; in Transformatoröl — 66...73 kV/mm, d. h. 42 % der Festigkeit einer Lage. Bei Verwendung mehrerer Schichten Hostaphan in flüssiger Umgebung ist eine Imprägnierung unter Vakuum erforderlich.

Die Durchschlagsfeldstärke der Polyäthylenterephthalat-Folien vermindert sich bei Steigerung der Temperatur bis 150 °C nur unbedeutend und bleibt für Hostaphan in den Grenzen von 150...160 kV/mm. Auch nach einer Alterung von 60 Tagen bei 150 °C beträgt die Durchschlagsfeldstärke von Hostaphan noch 90 % des ursprünglichen Wertes (140 kV/mm).

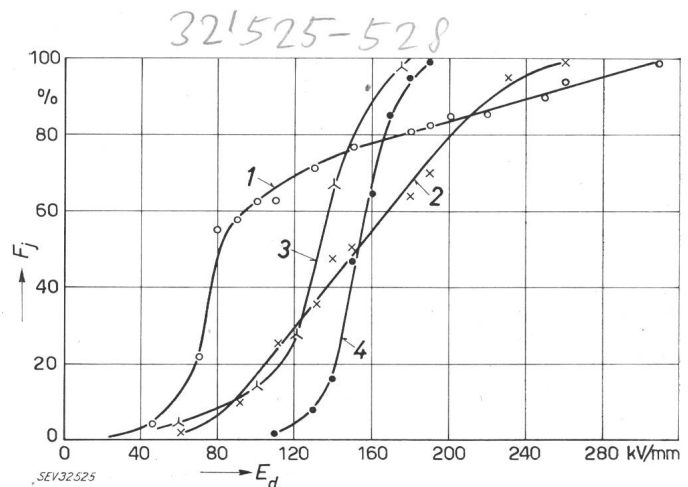


Fig. 1

Integralkurven der Häufigkeitsverteilung elektrischer Durchschlagsfeldstärke E_d von 0,012 mm dicken Melinex-Folien und von 0,05 mm dicken Hostaphan-Folien

F_Σ kumulative Häufigkeit; 1 eine Lage Melinex, 1 × 12 μm; 2 zwei Lagen Melinex, 2 × 12 μm; 3 drei Lagen Melinex, 3 × 12 μm; 4 eine Lage Hostaphan, 1 × 50 μm

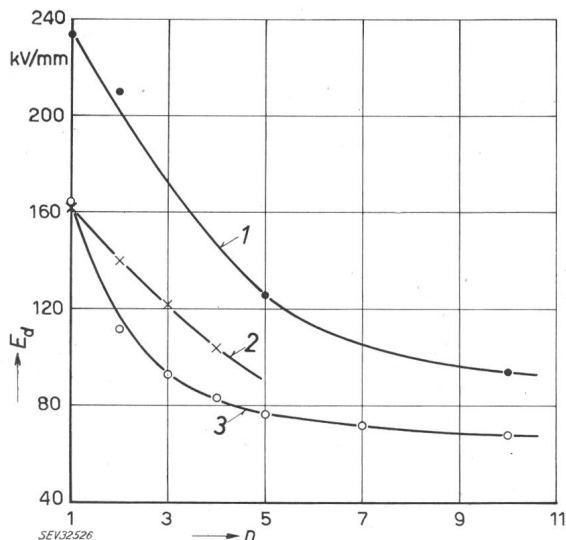


Fig. 2

Dielektrische Durchschlagsfeldstärke E_d von 0,05 mm dicken Hostaphan-Folien in Abhängigkeit von der Lagenzahl n

1 Prüfung in Sowtol; 2 Prüfung in Luft; 3 Prüfung in Mineralöl

Nach Lagerung während eines Jahres bei $20 \pm 5^\circ\text{C}$ sowohl in feuchter Umgebung mit $97 \pm 3\%$ relativer Feuchtigkeit als auch unter Wasser betrug die Durchschlagsfeldstärke für Hostaphan-Folien von 0,05 mm Dicke 85...90 % und für Melinex-Folien von 0,012 mm Dicke 80 % der ursprünglichen Werte.

Ein Vergleich der Lebensdauerkurven von Hostaphan und von Siliconlack-Glasgewebe (Fig. 3) zeigt, dass die hohe Momentandurchschlagsfestigkeit von Hostaphan unter dem Einfluss von Glimmentladungen mit der Zeit stark sinkt und sogar kleiner wird als die Durchschlagsfestigkeit von Siliconlack-Glasgewebe. Daraus ist zu ersehen, dass die Polyäthylenterephthalat-Folien nicht korrosionsfest sind und sich für die Isolation bei Hochspannungsmaschinen nicht eignen.

Spezifischer Widerstand und dielektrischer Verlustfaktor der Folien. Polyäthylenterephthalat-Folien zeichnen sich durch hohen spezifischen Widerstand (10^{16} ... $10^{17} \Omega\text{cm}$) und niedrige Werte des dielektrischen Verlustfaktors bei 50 Hz aus ($\tan \delta = 2$... $4 \cdot 10^{-4}$). Bei Erwärmung bis 150°C sinkt der spezifische Widerstand auf $10^{13} \Omega\text{cm}$. Bei Einwirkung relativer Luftfeuchtigkeit von $97 \pm 3\%$ bzw. des Wassers während eines Jahres reduziert sich der spezifische Widerstand von Hostaphan und Melinex auf $5 \times 10^{15} \Omega\text{cm}$. Aus diesen Resultaten und aus den Ergebnissen der Durchschlagsprüfung geht hervor, dass die Polyäthylenterephthalat-Folien eine sehr hohe Wasser- und Feuchtigkeits-Beständigkeit haben.

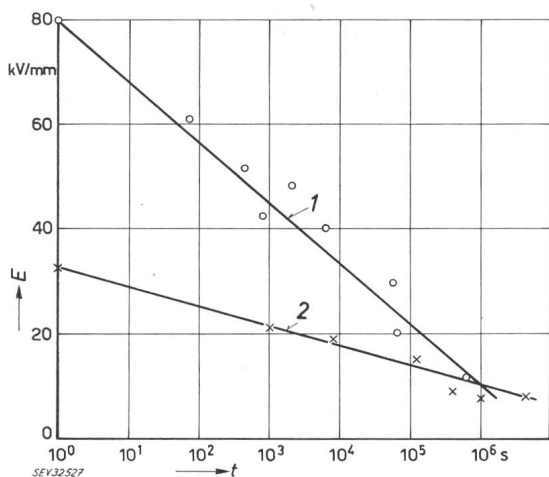


Fig. 3

Lebensdauerkurven $t = f(E)$ von Hostaphan (1) und von Siliconlack-Glasgewebe (2) bei einer Temperatur von 120°C

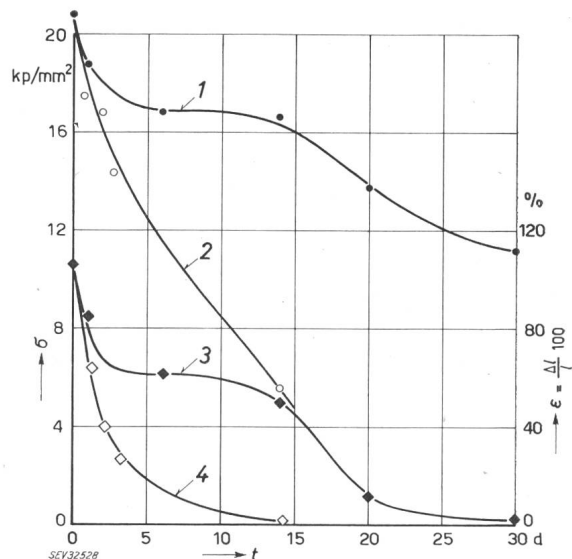


Fig. 4

Zugfestigkeit σ (1, 2) und relative Bruchdehnung ϵ (3, 4) von Hostaphan in Abhängigkeit von der Dauer der Alterung t im Transformatoröl bei einer Temperatur von 120°C

E Beanspruchungs-Feldstärke; t Zeit bis zum Durchschlag; 1, 3 in offener Ampulle; 2, 4 in abgeschmolzener Ampulle

Mechanische Zugfestigkeit und relative Bruchdehnung der Folien. Diese Eigenschaftswerte der Polyäthylenterephthalat-Folien sind richtungsabhängig (Längs- oder Querrichtung). Im allgemeinen sind sie bei Melinex höher als bei Hostaphan, das ausserdem grössere Streuungen aufweist.

Die mechanische Festigkeit und die Elastizität der Folien hängen von der Dicke ab. Sie verschlechtern sich während der thermischen Alterung bei dickeren Folien von 0,1...0,12 mm in grösserer Masse als bei dünneren Folien von 0,035...0,05 mm.

Polyäthylenterephthalat-Folien sind für einen Dauerbetrieb bei 150°C nicht geeignet. Nach einer Alterung während 10 Tagen bei 150°C werden Hostaphan- und Melinex-Muster spröde und brechen beim Biegen. Hingegen bleiben die mechanischen Eigenschaften der Folien im Dauerbetrieb bei 120°C genügend erhalten. Nach einer Alterung bei 120°C von 100 Tagen für Melinex und von 330 Tagen für Hostaphan verfügen die Folien noch über eine beträchtliche mechanische Festigkeit von etwa 12 kg/mm^2 , während die Elastizität sich um 40...50 % verringert.

Mineralöl- und Askarel-Beständigkeit der Folien. Zur Nachprüfung ihrer Beständigkeit in den einzelnen Isolierflüssigkeiten wurden die Folien Alterungsprüfungen unterworfen. Die Alterung im Transformatoröl erfolgte bei Temperaturen von 105 und 120°C in offenen und in abgeschmolzenen Glasampullen. Keine der untersuchten Folien (Mylar, Melinex, Hostaphan) erwies sich dabei als ölbeständig. Nach 5...30 Tagen bei 105 ... 120°C unter Öl verlieren die Folien ihre Durchsichtigkeit und werden milchig-weiss und äusserst spröde. Dabei altert die Folie in abgeschmolzenen Ampullen, aus denen die Zersetzungsprodukte nicht entweichen können, schneller als in offenen (Fig. 4).

Die Anwesenheit von 0,1...1 % Wasser im Transformatoröl beschleunigt die Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften beim Alterungsversuch. Alterungsversuche mit 0,05 mm dicken Hostaphan-Folien in Sowtol zeigten, dass es auf Hostaphan plastifizierend wirkt, indem die mechanische Festigkeit der Folie unter der Einwirkung von Sowtol bei 120°C zuerst um 10 % ansteigt, um dann auf den ursprünglichen Wert zu sinken und auf dieser Höhe während der ganzen Dauer des Alterungsversuchs (30 Tage) zu verbleiben.

Die mechanische Festigkeit und die relative Dehnung gleicher Hostaphan-Folien vermindern sich nach 50 Tagen Alterung in Sowtol bei 120°C um 40...50 % infolge der Einwirkung von Trichlorbenzol, dessen Anteil im Sowtol 30 % beträgt. Hingegen wird die elektrische Durchschlagsfeldstärke der Folie durch die Alterung in Sowtol bei 105 und 120°C sogar etwas angehoben. Ihr Absolutwert beträgt den 1,8...2fachen Betrag der Durchschlagsfeldstärke in Luft.

Diese Resultate zeigen, dass die Polyäthylenterephthalat-Folien eine hohe Beständigkeit gegenüber Sowol und Sowtol besitzen und für die Verwendung als Isolation in Kondensatoren und anderen Erzeugnissen mit Askarel-Füllung bestens geeignet sind.
G. v. Boletzky

Zeitraffende Zuverlässigkeitsuntersuchungen an zweilagigen Metallpapier-Kondensatoren

621.319.4.019.3
[Nach W. Ackmann: Zeitraffende Zuverlässigkeitsuntersuchungen an zweilagigen Metallpapier-Kondensatoren. NTZ 16(1963)10, S. 513...516]

Einzelteile für elektronische Geräte haben eine hohe Lebensdauer. Bei der Fabrikation solcher Einzelteile ist die ständige Kontrolle ihrer Qualität sehr wichtig. Unter normalen Betriebsbedingungen müsste man grosse Stückzahlen eines bestimmten Einzelteils viele Jahre lang prüfen, um Aufschluss über seine Lebensdauer zu erhalten. Aus diesem Grunde hat man zeitraffende Untersuchungsmethoden eingeführt, um rascher zu einem Ergebnis über die Qualität eines bestimmten Schaltungselementes zu gelangen.

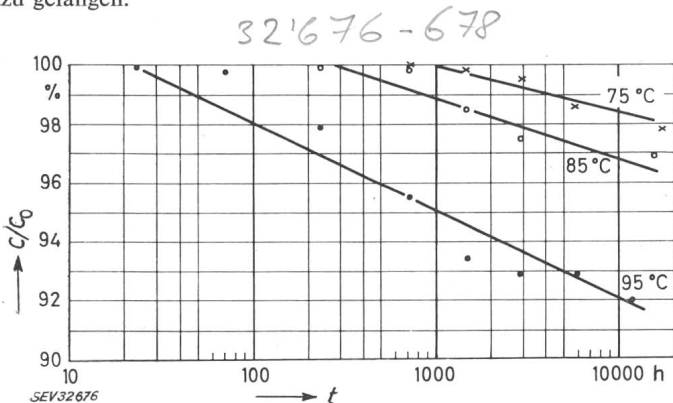


Fig. 1
Kapazitätsabnahme in Abhängigkeit von der Betriebszeit
Betriebsspannung 400 V; Prüfling: MP-Kondensator μF ; 160 V

Wenn ein Schaltungselement früher als im normalen Betrieb ausfallen soll, muss man es in irgendeiner Hinsicht stärker belasten, als es die normalen Betriebsdaten zulassen. Einen Metallpapier-Kondensator kann man durch überhöhte Temperatur oder durch überhöhte Spannung überlasten. Die oberste Grenze der Temperatur eines Kondensators, der mit Hartwachs imprägniert ist, ergibt sich aus dem Schmelzpunkt des Imprägniermittels. Als Umgebungstemperaturen wurden 75, 85 und 95 °C, als Spannungen 200, 280, 400, 560 und 800 V gewählt. Die Lebensdauer- versuche wurden an Metallpapier-Kondensatoren mit einer Kapa-

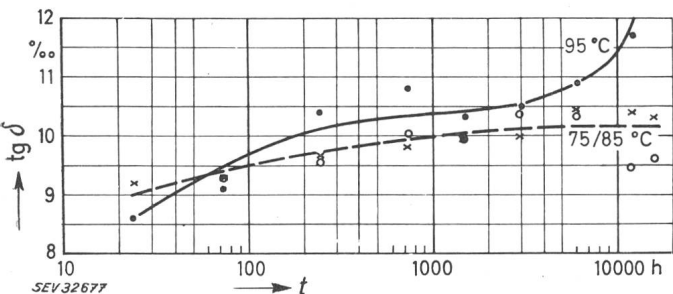


Fig. 2
Verlustfaktor in Abhängigkeit von der Betriebszeit
Betriebsspannung 200 V; Prüfling: MP-Kondensator $4 \mu\text{F}$; 160 V

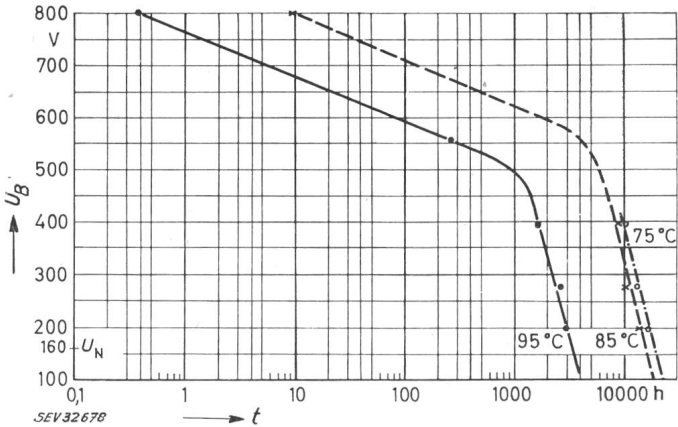


Fig. 3
Betriebszeit in Abhängigkeit von der Betriebsspannung
Der Ausfall wird angenommen, wenn 1 % der Prüflinge einen Isolationswiderstand von 175 M Ω unterschritten hat.
Prüfling: MP-Kondensator $4 \mu\text{F}$; 160 V

zität von $4 \mu\text{F}$ und einer Betriebsspannung von 160 V durchgeführt. Die Kondensatoren waren in zylindrische Aluminiumgehäuse eingebaut und mit Preßstoffdeckel mit eingerollten Gummidichtungen und axialen Drahtanschlüssen versehen.

Als Ausfallkriterien kommen beim Metallpapier-Kondensator Verringerung der Kapazität oder Verschlechterung des Verlustfaktors oder des Isolationswiderstandes in Frage. Die Kapazität eines Metallpapier-Kondensators kann sich aus zwei Gründen verringern. Erstens reduziert sich nach einem Durchschlag und nach der Selbstheilung die Oberfläche des Kondensators und damit seine Kapazität. Der zweite Grund für die Kapazitäts-Reduktion ist durch elektrochemische Einflüsse gegeben. Zum Beispiel bewirkt die an den Belägen des Kondensators liegende Spannung eine elektrolytische Reduktion der Beläge und damit eine Verringerung der Kapazität. Der elektrolytische Abbau der Beläge dringt hauptsächlich von den Rändern her gegen die Mitte des Kondensators vor. Diese Art der Kapazitätsverringern wirkt sich bei kurzen Kondensatoren stärker aus als bei langen.

Die Kapazitätsabnahme eines Kondensators (Fig. 1) steigt mit zunehmender Temperatur. Eine Kapazitätsabnahme von 2 % tritt bei einer Temperatur von 75 °C nach 15 000 h ein, bei einer Temperatur von 85 °C nach 3000 h und bei 95 °C bereits nach 100 h. Bei 95 °C nimmt auch der Verlustfaktor schneller zu (Fig. 2) als bei tieferen Temperaturen. Bei 75 und 85 °C weisen die Verlustfaktoren nur geringe Unterschiede auf. Ein ähnliches Verhalten kann man für den Isolationswiderstand feststellen. Fig. 3 gibt die Betriebszeit eines Kollektivs von 50 Kondensatoren in Abhängigkeit von der Betriebsspannung an. Als Betriebszeit wurde die Zeit angenommen, bei der 1 % der Prüflinge einen bestimmten Grenzwert des Isolationswiderstandes unterschritten hatte. Im vorliegenden Fall betrug dieser Grenzwert 175 M Ω . Aus Fig. 3 ist zu entnehmen, dass die Betriebszeiten bei 75 und 85 °C keine grossen Unterschiede aufweisen, dass sie jedoch bei 95 °C stark abnehmen. Interessant ist die Abhängigkeit von der Betriebsspannung. Während die Betriebszeiten bis zu einer Spannung von 400 V nur langsam abnehmen, zeigen sie bei höheren Spannungen einen raschen Abfall. Die verschiedenen Versuche geben bereits Anhaltspunkte für die Möglichkeit der Zeitraffung von Zuverlässigkeitsuntersuchungen an zweilagigen Metallpapier-Kondensatoren. Es sind jedoch noch weitere Untersuchungen und Messungen an grösseren Kollektiven notwendig, um genauere Unterlagen über die Möglichkeit einer Zeitraffung zu erhalten.

H. Gibas

Druckende Impulszähler

Diese Apparate erlauben nebst dem direkten Ablesen eines Anzeigezählwerks auch den Druck der Zählergebnisse auf einen Papierstreifen. Sie werden ebenfalls in doppelten Ausführungen hergestellt, wobei zwei unabhängige Zähler im selben Gehäuse untergebracht sind. Einer der beiden kann, wenn gewünscht, zur Anzeige und zum Druck der Zeit und des Datums neben dem Zählergebnis dienen.



- **Kleine Abmessungen**
- **Normalisierte Aussenmasse**
- **Fernbetätigung von Rückstell- und Druckvorrichtungen**
- **Apparat durch Steckverbindung angeschlossen (plug-in)**

Verlangen Sie bitte unseren Prospekt C 212.33

SODECO

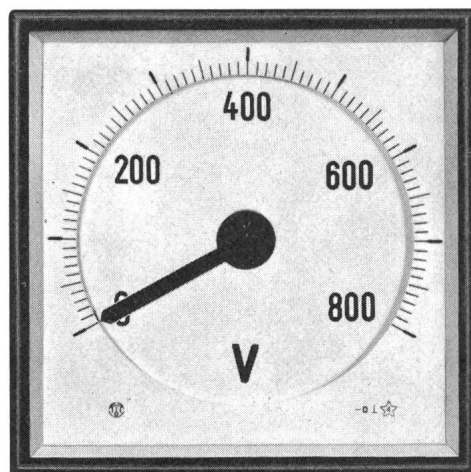
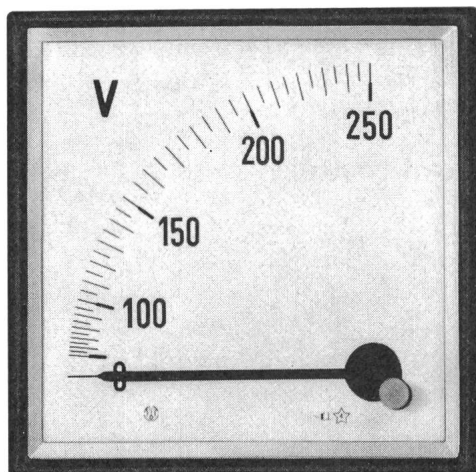
Grand-Pré 70 Genève Telefon 022 33 55 00

1 0 1 3 3 2
1 0 1 2 8 3
1 0 1 2 3 4
1 0 1 1 8 5
1 0 1 1 3 6
1 0 1 0 8 7
1 0 1 0 3 8
1 0 0 9 8 9
1 0 0 9 4 0
1 0 0 8 9 1
1 0 0 8 4 2
1 0 0 7 9 3
1 0 0 7 4 4
1 0 0 6 9 5
1 0 0 6 4 6
1 0 0 5 9 7
1 0 0 5 4 8
1 0 0 4 9 9
1 0 0 4 5 0
1 0 0 4 0 1
1 0 0 3 5 2
1 0 0 3 0 3
1 0 0 2 5 4
1 0 0 2 0 5
1 0 0 1 5 6
1 0 0 1 0 7
1 0 0 0 5 8
1 0 0 0 0 9
0 9 9 9 6 0
0 9 9 9 1 1
0 9 9 8 6 2
0 9 9 8 1 3
0 9 9 7 6 4

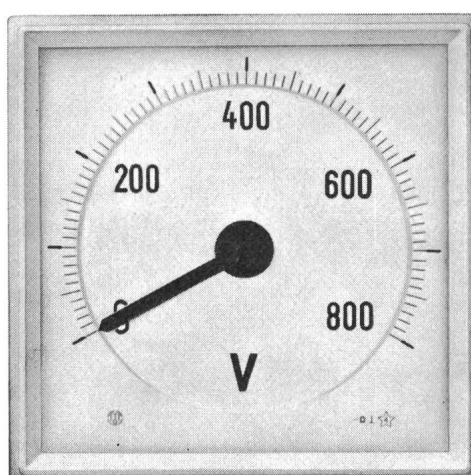
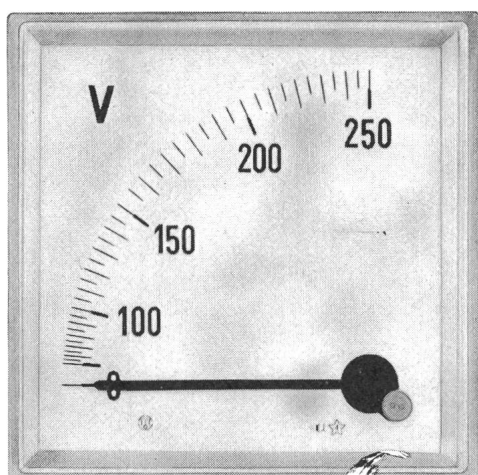
NEUE QUADRATISCHE SCHALTТАFEL-INSTRUMENTE

Das neue Gesicht moderner Messinstrumente:

Schmalrahmen:



Vollsichtskala:



- Vorteile:
- Klare, übersichtliche Skala
 - Grössere Skalenlänge
 - Keine störenden Skalenschrauben
 - Einfache Schalttafelmontage
 - Einfacher Klemmanschluss
 - Stoss- und Rüttelsicherheit

Vorläufig lieferbar in der Grösse 96 × 96 mm — Verlangen Sie bitte Unterlagen bei:



TRÜB, TÄUBER & CO. AG. - ZÜRICH

Fabrik elektrischer Messinstrumente und wissenschaftlicher Apparate

Tel. 051 - 42 16 20

Ampèrestrasse 3