

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins |
| Herausgeber: | Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke |
| Band: | 64 (1973) |
| Heft: | 10 |
| Rubrik: | Sicherheitsvorschriften für Wechselspannungs-Motorkondensatoren |

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: 22.02.2026

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

Sicherheitsvorschriften für Wechselspannungs-Motorkondensatoren

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden einen Entwurf zu Sicherheitsvorschriften für Wechselspannungs-Motorkondensatoren. Der Entwurf wurde durch die UK-KK¹⁾, Unterkommission für kleine Kondensatoren, des Fachkollegiums 33, Kondensatoren, ausgearbeitet, vom Sicherheitsausschuss in sicherheitstechnischer Hinsicht geprüft und vom CES genehmigt. Diese Sicherheitsvorschriften basieren – wie im Vorwort genauer dargelegt – auf der Publikation 252(1967) der CEI, Condensateurs des moteurs à courant alternatif. Sie sollen nach ihrer Inkraftsetzung in bezug auf Motorkondensatoren die Publikationen 1016.1959 und 1017.1959 des SEV ersetzen.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den Text der Sicherheitsvorschriften zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis spätestens *Samstag, den 2. Juni 1973, in doppelter Ausführung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, zu unterbreiten.

Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf einverstanden. Er würde dann auf Grund der ihm von der 81. Generalversammlung 1965 erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschließen.

¹⁾ Die heutige Zusammensetzung der UK-KK des FK 33, welche den vorliegenden Entwurf ausgearbeitet hat, ist die folgende:

P. Boyer, dipl. Physiker, Condensateurs Fribourg S.A., Fribourg
M. Egli, Ing.-Techn. HTL, Materialprüfanstalt des SEV, Zürich
E. Ganz, Ing.-Techn. HTL, Abt. ET-T, AG Brown, Boveri & Cie,
Baden

R. Louys, Ing.-Techn. ETS, Dépt. Recherches Condensateurs,
Leclanché S.A., Yverdon (Protokollführer)

G. Naef, dipl. Ing. ETH-Z, Standard Telephon & Radio AG, Zürich
(Vorsitzender)

P. Trevaud, Ing. dipl. EPF-L, Inspecteur du Bureau de Lausanne
de l'Inspection des installations à courant fort, Lausanne

A. Jauner, Ing.-Techn. HTL, Technisches Sekretariat des SEV,

Zürich

Vorwort zur 1. Auflage

Durch das am 1. Juli 1954 in Kraft getretene Sicherheitszeichen-Reglement sind der neue Begriff «Sicherheit» und ein entsprechendes Prüfzeichen, das Sicherheitszeichen (S) für elektrisches Installationsmaterial und elektrische Apparate eingeführt worden. Gemäss Art. 7 dieses Reglementes sind die an das Material zu stellenden Anforderungen, die durchzuführenden Prüfungen, die anzuwendenden Prüfmethoden, die Prüfeinrichtungen usw. in Vorschriften des SEV festzulegen.

Die vorliegenden Sicherheitsvorschriften wurden von der Unterkommission für kleine Kondensatoren des Fachkollegiums 33, Kondensatoren, des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) ausgearbeitet. Die Wechselspannungs-Motorkondensatoren wurden bis zum Inkrafttreten der vorliegenden Sicherheitsvorschriften aufgrund der einschlägigen Bestimmungen der Publikationen 1016.1959, Sicherheitsvorschriften für Gleichspannungskondensatoren und für Wechselspannungskondensatoren bis 314 var, und 1017.1959, des SEV, Sicherheitsvorschriften für Metallpapier-Kondensatoren für Gleichspannung und für Wechselspannung bis 314 var, geprüft.

Anlass für die Schaffung der Sicherheitsvorschriften für Wechselspannungs-Motorkondensatoren bot das Erscheinen der Publikation 252 der CEI, Condensateurs des moteurs à courant alternatif, im Jahre 1967. Da die schweizerischen interessierten Kreise aus Behörden, Wissenschaft, Industrie und Handel an deren Ausarbeitung mitbeteiligt waren und mit dem Inhalt der Publikation 252 grundsätzlich einverstanden sind, lag es nahe, nun in Anlehnung an diese CEI-Publikation besondere schweizerische Sicherheitsvorschriften für Wechselspannungs-Motorkondensatoren auszuarbeiten. Leider war es aber nicht möglich, die Bestimmungen der CEI-Publikation ohne Abweichungen zu übernehmen. Die nötigen Abweichungen sind in Anhang 4 der vorliegenden Sicherheitsvorschriften zusammengestellt.

Der Sicherheitsausschuss des CES hat die vorliegenden Vorschriften hinsichtlich Sicherheit überprüft. Sie wurden ferner auf Weisung des Eidg. Volkswirtschaftsdepartementes den EFTA-Ländern zur Stellungnahme unterbreitet.

Zürich, 19

Sekretariat des SEV

Sicherheitsvorschriften für Wechselspannungs-Motorkondensatoren¹⁾

1

Grundlagen

Die vorliegenden Vorschriften stützen sich auf die Verordnung des Bundesrates über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933 (Starkstromverordnung) samt den seither zu dieser Verordnung erschienenen Änderungen und Ergänzungen sowie auf das Sicherheitszeichen-Reglement des SEV (Publ. 1001) und die Hausinstallationsvorschriften des SEV (Publ. 1000).

Die vorliegenden Vorschriften für Wechselspannungs-Motorkondensatoren für Nennspannungen von 50...1000 V und mit Nennkapazitäten bis 600 μF sind sicherheitstechnische Vorschriften gemäss Art. 121 der Starkstromverordnung.

2

Gültigkeit

2.1 Geltungsbeginn

Diese Vorschriften wurden vom Vorstand des SEV genehmigt. Sie treten am in Kraft.

Die vorliegenden Vorschriften ersetzen, soweit es sich um Wechselspannungs-Motorkondensatoren handelt, die Publikationen 1016.1959 des SEV, Vorschriften für Gleichspannungskondensatoren und für Wechselspannungskondensatoren bis 314 var, und 1017.1959 des SEV, Vorschriften für Metallpapier-Kondensatoren für Gleichspannung und für Wechselspannung bis 314 var.

2.2

Geltungsbereich

Die vorliegenden Vorschriften gelten für Anlass- und Betriebskondensatoren (von einphasig angeschlossenen Induktionsmotoren) mit einer Nennkapazität bis 600 μF und mit einer Nennspannung von 50...1000 V bei Nennfrequenzen bis 100 Hz, zum Betrieb in Höhenlagen bis 2000 m.

Kondensatoren für besondere Anwendungen, wie z. B. Kondensatoren für explosionsgefährdete Räume, müssen außerdem den Bestimmungen der einschlägigen sicherheitstechnischen Vorschriften genügen. Die Prüfung erfolgt gemäss den Bestimmungen der einschlägigen Vorschriften.

¹⁾ Verschiedene Drucktypen sind verwendet zur Unterscheidung zwischen:

Anforderungen

Prüfbestimmungen sowie allgemeineren Texten.

Erläuterungen

2.3

Übergangsbestimmungen

Wechselspannungs-Motorkondensatoren, die nicht diesen Vorschriften, wohl aber der bisherigen Ordnung entsprechen, dürfen nur noch bis zum (3 Jahre nach Inkrafttreten dieser Vorschriften) in Verkehr gebracht und installiert werden.

3

Begriffsbestimmungen

3.1

Anlasskondensatoren dienen zum Starten von Motoren und werden normalerweise noch während des Hochlaufens der Motoren von Hand oder automatisch wieder abgeschaltet.

3.2

Betriebskondensatoren dienen einerseits zum Starten von Motoren und andererseits zur Verstärkung des drehmomentbildenden Drehfeldes während des Betriebes. Ein Betriebskondensator ist dauernd mit der betreffenden Wicklung des Motors verbunden, und es besteht keine Möglichkeit, ihn abzuschalten.

3.3

Kondensatoren mit Selbstheilung (siehe Anhang 2) sind Kondensatoren, bei denen Gewähr geboten ist, dass ihre elektrischen Daten nach einem Durchschlag im Dielektrikum augenblicklich und gegenüber den Werten vor dem Durchschlag praktisch unverändert wieder vorhanden sind.

3.4

Elektrolyt-Kondensatoren gemäss diesen Vorschriften sind ungepolte, speziell für Wechselspannungsbeanspruchungen gebaute Elektrolyt-Kondensatoren, bei denen beide Metallbeläge eine Oxyd- bzw. Isolierschicht aufweisen. Sie werden vorwiegend als Anlasskondensatoren verwendet.

3.5

Dauerbetrieb ist Betrieb ohne Einschränkungen der Einschaltzeiten während der normalen Lebensdauer des Kondensators.

3.6

Aussetzender Betrieb ist Betrieb, bei welchem Einschaltzeiten mit Pausen abwechseln, in denen der Kondensator spannungslos ist.

Kurzzeitbetrieb ist ein Spezialfall von aussetzendem Betrieb, bei welchem die Einschaltzeit ganz wesentlich kleiner ist als die Pausenzeit.

3.7

Zyklus ist eine Folge von Betrieb und Pause, gekennzeichnet durch die Spieldauer in min und die relative Einschaltzeit in % (siehe auch Fig.1 und das dabei gegebene Beispiel).

3.8

Spieldauer t_S ist die Summe einer Einschaltzeit t_E und der unmittelbaren folgenden Pause t_P (siehe Fig. 1).

3.9

Relative Einschaltzeit ist das Verhältnis von Einschaltzeit t_E zu Spieldauer t_S .

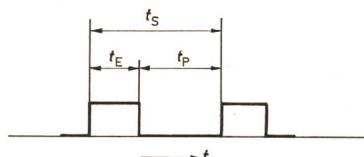


Fig. 1

Zyklus bei aussetzendem Betrieb

- t_E Einschaltzeit in min
- t_P Pause in min
- $t_S = t_E + t_P$ Spieldauer in min
- $\frac{t_E}{t_S} \cdot 100$ relative Einschaltzeit in %

Beispiel: Ein Zyklus von $3/\leq 2$ bedeutet, dass die Spieldauer 3 min beträgt und die relative Einschaltzeit $\leq 2\%$ ist.

3.10

Nennspannung ist die Spannung, für welche der Kondensator bemessen und benannt ist. Als Nennspannung gilt der Effektivwert.

3.11

Schutzleiter ist der zum Schutze bestimmte und im normalen Betrieb keinen Strom führende Leiter.

3.12

Nulleiter ist der unmittelbar an den Nullpunkt angeschlossene und im normalen Betrieb zur Stromführung bestimmte Leiter.

3.13

Minimale oder maximale Oberflächentemperatur ist die tiefste bzw. höchste Temperatur, welche am kältesten bzw. wärmsten Punkt der Kondensatoroberfläche auftreten darf und für welche der Kondensator bemessen und benannt ist.

3.14

Temperaturbereich eines Kondensators ist der zwischen der minimalen und maximalen Oberflächentemperatur liegende Bereich.

3.15

Umgebung ist eine Zone, innerhalb der die physikalischen Zustände als gleich angenommen werden können.

Normalerweise ist diese Bedingung unmittelbar um einen Gegenstand herum im Innern eines Gehäuses erfüllt. Der Begriff «Umgebung» unterscheidet sich von den durch die Ausgabe 1961 der HV²⁾ festgelegten Begriffen für trockene, feuchte und nasse Räume dadurch, dass in einer Umgebung die physikalischen Zustände als gleich angenommen werden, wogegen sie in einem Raum örtlich verschieden sein können.

3.16

Trockene Umgebung ist eine Umgebung, in der die relative Feuchtigkeit in der Regel weniger als 75 % beträgt.

In trockener Umgebung ist nicht mit Kondenswasser zu rechnen.

Eine trockene Umgebung besteht z.B. im Innern eines Gehäuses, das in einem trockenen Raum (siehe HV) aufgestellt ist. Eine trockene Umgebung kann auch im Innern eines Gehäuses bestehen, das in einem feuchten oder nassen Raum (siehe HV) aufgestellt ist, wenn es hermetisch verschlossen oder geheizt ist.

3.17

Feuchte Umgebung ist eine Umgebung, in der die relative Feuchtigkeit in der Regel 75...90 % beträgt.

In feuchter Umgebung bildet sich erst dann Kondenswasser, wenn die Oberflächentemperatur eines Gegenstandes bedeutend tiefer ist als die Umgebungstemperatur.

Eine feuchte Umgebung besteht z.B. im Innern eines Gehäuses, das in einem feuchten Raum (siehe HV) aufgestellt ist, wenn das Gehäuse nicht hermetisch gegen den Raum abgeschlossen ist.

3.18

Nasse Umgebung ist eine Umgebung, in der die relative Feuchtigkeit in der Regel, aber nicht dauernd, mehr als 90 % beträgt.

In nasser Umgebung bildet sich Kondenswasser, wenn die Oberflächentemperatur eines Gegenstandes auch nur wenig tiefer ist als die Umgebungstemperatur.

Eine nasse Umgebung besteht z.B. im Innern eines nicht hermetisch verschlossenen Gehäuses, das in einem nassen Raum (siehe HV) oder im Freien, den Niederschlägen schutzlos ausgesetzt, aufgestellt ist.

4**Allgemeines****4.1****Bewilligung**

Die in den Geltungsbereich dieser Vorschriften fallenden Kondensatoren dürfen nur dann mit dem Sicherheitszeichen versehen und in Verkehr gebracht werden, wenn hiefür auf Grund einer durch die Materialprüfanstalt des SEV nach diesen Vorschriften durchgeföhrten Prüfung vom Eidg. Starkstrominspektorat eine Bewilligung erteilt worden ist.

²⁾ HV = Hausinstallationsvorschriften, Publ. 1000 des SEV.

4.2 Grundsätzliches über die Prüfungen

4.2.1 Allgemeines

Zur Beurteilung, ob die Kondensatoren den Anforderungen genügen, werden sie einer Annahmeprüfung und normalerweise alle 3 Jahre einer Nachprüfung unterzogen. Annahmeprüfung und Nachprüfung sind Typenprüfungen.

Die Typenprüfung erfolgt an ein oder mehreren Kondensatortypen einer Typenserie (Anzahl Prüflinge pro Kondensatortyp: siehe Ziff. 4.2.2.2 und 4.2.3). Eine Typenserie umfasst Kondensatoren mit verschiedenen Kapazitätswerten, deren Konstruktion, Nennspannung, Nennfrequenz und zulässige maximale und minimale Oberflächentemperatur jedoch gleich sind.

Wenn Kondensatoren für verschiedene Betriebsarten mit für jede Betriebsart verschiedener Nennspannung gebaut sind, wird für jede Betriebsart eine separate Typenprüfung durchgeführt.

4.2.2 Annahmeprüfung

Für die Annahmeprüfung hat der Antragsteller der Materialprüfanstalt des SEV die notwendigen Prüflinge kostenlos und mit Prüfauftrag einzureichen, wobei wie folgt vorgegangen wird:

4.2.2.1

Der Antragsteller reicht vorerst den technischen Prüfanstalten (TP) des SEV ein Verzeichnis sämtlicher Kondensatortypen ein, die er in Verkehr zu bringen wünscht. Aus diesem Verzeichnis sollen außer den auf den Kondensatoren vorhandenen Bezeichnungen (Nennspannung, Kapazität usw.) auch die vorkommenden verschiedenen Ausführungen (Becherkondensator, Stabkondensator, Kondensator mit Anschlussklemmen, mit festverbundenen Anschlussleitern, mit Metallgehäuse, mit Isolierstoffgehäuse usw.) ersichtlich sein.

4.2.2.2

Auf Grund der Angaben des Antragstellers bezeichnen die TP des SEV diejenigen Kondensatortypen und die Zahl der Prüflinge, die zur Annahmeprüfung eingereicht werden müssen. In der Regel sind 22 Prüflinge von jedem Kondensatortyp einzureichen. Von den eingereichten Kondensatoren werden von den TP des SEV 2 Exemplare pro Typ ungeprüft als Belegmuster aufbewahrt.

4.2.3 Nachprüfung

Für die Nachprüfung werden die Prüflinge von der Materialprüfanstalt des SEV von einer beliebigen Bezugsstelle beschafft. In der Regel sind 20 Prüflinge für jede Anwendungsart von jedem Kondensatortyp erforderlich.

4.2.4 Durchführung der Prüfungen

Bei der Annahmeprüfung und bei den Nachprüfungen werden die Prüflinge in 2 Prüfgruppen (A und B) von mindestens je 10 Stück eingeteilt und den im Abschnitt 4.3 «Prüfprogramm» aufgezählten Prüfungen unterworfen.

4.3 Prüfprogramm

4.3.1 Prüfgruppen A und B (sämtliche Prüflinge)

Reihenfolge der Prüfungen:

- Visuelle Kontrolle (siehe Ziff. 5.1 und 5.2)
- Spannungsprüfung (siehe Ziff. 5.3)
- Messung der Kapazität (siehe Ziff. 5.4)
- Messung des Verlustfaktors (siehe Ziff. 5.5)
- Messung des Isolationswiderstandes (ausgenommen bei Elektrolytkondensatoren), (siehe Ziff. 5.6)

4.3.2 Prüfgruppe A

Reihenfolge der Prüfungen:

- Mechanische Festigkeit der Anschlüsse und Anschlussleiter (siehe Ziff. 5.19)
- Elektrische Festigkeit isolierter Anschlussleiter (siehe Ziff. 5.18)
- Dichtheit (siehe Ziff. 5.8)
- Tieftemperaturverhalten (siehe Ziff. 5.7)
- Alterungsbeständigkeit (siehe Ziff. 5.9)

4.3.3 Prüfgruppe B

Reihenfolge der Prüfungen:

- Kontrolle der Selbstheilung (nur bei selbstheilenden Kondensatoren), (siehe Ziff. 5.10)
- Prüfung des Staubschutzes (falls nötig), (siehe Ziff. 5.16 und 5.17)
- Feuchtigkeitsbeständigkeit (siehe Ziff. 5.11)
- Prüfung des Wasserschutzes (falls nötig), (siehe Ziff. 5.12...5.15)

4.4 Prüfbedingungen

4.4.1 Normale Prüfbedingungen

Soweit bei den Teilprüfungen nichts anderes angegeben ist, werden alle Prüfungen unter folgenden normalen Prüfbedingungen durchgeführt:

- Umgebungstemperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Luftdruck 860...1060 mbar (650...800 Torr)
- Relative Luftfeuchtigkeit 45...75 %
- Lage des Prüflings während den Prüfungen: beliebig oder gemäss Aufschrift.

4.4.2 Ausnahmen

Wenn wegen besonderer Eigenschaften oder Verwendungszwecke einer Art von Kondensator oder eines Werkstoffes die vorstehend aufgeführten Teilprüfungen für die sicherheitstechnische Beurteilung unnötig, unzweckmäßig oder ungenügend sind, kann die Materialprüfanstalt des SEV im Einvernehmen mit dem Eidg. Starkstrominspektorat ausnahmsweise einzelne Teilprüfungen weglassen oder andere oder zusätzliche Prüfungen durchführen.

4.5**Beurteilung der Prüfung****4.5.1***Allgemeines*

Die Annahmeprüfung und die Nachprüfung gelten als bestanden, wenn die Prüflinge alle vorgenommenen Teilprüfungen bestanden haben (siehe Tabellen I und II).

4.5.2*Fortsetzung der Annahmeprüfung*

Versagt je ein Prüfling einer oder beider Prüfgruppen, so kann auf Wunsch des Antragstellers eine Fortsetzung der Annahmeprüfung an weiteren Prüflingen der gleichen Fabrikation durchgeführt werden (siehe die Fälle 2a, 2b und 2c der Tabelle I). In den Fällen 2a und 2b erfolgt eine Wiederholung sämtlicher Prüfungen der betreffenden Prüfgruppe A oder B, die den Prüfanforderungen nicht entsprochen hat. Im Falle 2c erfolgt eine Wiederholung sämtlicher Prüfungen beider Prüfgruppen A und B.

Beurteilung der Annahmeprüfung

Tabelle I

| Annahmeprüfung | | | | |
|----------------|--|----------|------------------------------|---|
| Fall | Anzahl der ausgefallenen Prüflinge in der Prüfgruppe | | Bewertung | Zahl der für die Fortsetzung der Prüfung benötigten Prüflinge |
| | A | B | | |
| 1 | 0 | 0 | Annahme | |
| 2a | 1 | 0 | | 20 |
| 2b | 0 | 1 | Fortsetzung oder Rückweisung | 20 |
| 2c | 1 | 1 | | 20 + 20 |
| 3a | ≥ 2 | 0 | | |
| 3b | 0 | ≥ 2 | Rückweisung | |
| 3c | ≥ 2 | ≥ 2 | | |

Fortsetzung der Annahmeprüfung

| Ausgehend von Fall | 2a | 0 | | Annahme |
|--------------------|----------|----------|--|-------------|
| | | ≥ 1 | | Rückweisung |
| 2b | | 0 | | Annahme |
| | | ≥ 1 | | Rückweisung |
| 2c | 0 | 0 | | Annahme |
| | ≥ 1 | 0 | | Rückweisung |
| | 0 | ≥ 1 | | |
| | ≥ 1 | ≥ 1 | | |

4.5.3*Fortsetzung der Nachprüfung*

Versagt je 1 Prüfling einer oder beider Prüfgruppen, so erfolgt eine Fortsetzung der Nachprüfung (siehe die Fälle 2a, 2b und 2c der Tabelle II). In den Fällen 2a und 2b erfolgt eine Wiederholung sämtlicher Prüfungen der betreffenden Prüfgruppe A oder B, die den Prüfanforderungen nicht entsprochen hat. Im Fall 2c erfolgt eine Wiederholung sämtlicher Prüfungen beider Prüfgruppen A und B.

Beurteilung der Nachprüfung

Tabelle II

| Nachprüfung | | | | Zahl der für die Fortsetzung der Prüfung benötigten Prüflinge |
|-------------|--|----------|-------------|---|
| Fall | Anzahl der ausgefallenen Prüflinge in der Prüfgruppe | | Bewertung | |
| | A | B | | |
| 1 | 0 | 0 | Annahme | |
| 2a | 1 | 0 | | 20 |
| 2b | 0 | 1 | Fortsetzung | 20 |
| 2c | 1 | 1 | | 20 + 20 |
| 3a | ≥ 2 | 0 | | |
| 3b | 0 | ≥ 2 | Rückweisung | |
| 3c | ≥ 2 | ≥ 2 | | |

Fortsetzung der Nachprüfung

| Ausgehend von Fall | 2a | 0 | | Annahme |
|--------------------|----------|----------|--|-------------|
| | | ≥ 1 | | Rückweisung |
| 2b | | 0 | | Annahme |
| | | ≥ 1 | | Rückweisung |
| 2c | 0 | 0 | | Annahme |
| | ≥ 1 | 0 | | Rückweisung |
| | 0 | ≥ 1 | | |
| | ≥ 1 | ≥ 1 | | |

4.6**Einteilung**

Die Kondensatoren werden folgendermassen eingeteilt:

4.6.1*Bezüglich Betriebsart*

- a) Kondensatoren für Dauerbetrieb
- b) Kondensatoren für aussetzenden Betrieb

4.6.2 Bezuglich besonderer Eigenschaften

- a) Selbstheilende Kondensatoren
- b) Nicht selbstheilende Kondensatoren
- c) Elektrolyt-Kondensatoren

4.6.3 Bezuglich Feuchtigkeits-, Wasser- und Staubeinflüssen

- a) Kondensatoren für Verwendung in trockener Umgebung (gewöhnliche Kondensatoren)
- b) Kondensatoren für Verwendung in feuchter Umgebung
- c) Tropfwassersichere Kondensatoren
- d) Kondensatoren für Verwendung in nasser Umgebung
- e) Spritzwassersichere Kondensatoren
- f) Wasserdichte Kondensatoren
- g) Druckwasserdichte Kondensatoren
- h) Staubgeschützte Kondensatoren
- i) Staubdichte Kondensatoren

Ein Kondensator für Verwendung in trockener Umgebung entspricht dem «gewöhnlichen Material» gemäss HV. Ein Kondensator für Verwendung in feuchter Umgebung bzw. nasser Umgebung ist erst dann tropfwassersicher bzw. spritzwassersicher, wenn er z. B. in ein gemäss HV gekennzeichnetes Gehäuse eingebaut ist, das den Schutz gegen Tropfwasser bzw. Spritzwasser gewährleistet.

5 Anforderungen und Prüfbestimmungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Kennzeichnung der Anschlüsse

Anschlüsse, z. B. festverbundene isolierte Anschlussleiter, Anschlussklemmen, Lötosen, Befestigungslappen und dgl. müssen gemäss Ziff. 5.1.1.1 bzw. 5.1.1.2 gekennzeichnet sein. Bei mehr als zwei spannungsführenden Anschlussleitern muss deren Zuordnung aus den Aufschriften oder nötigenfalls aus einem am Kondensator angebrachten Schaltschema hervorgehen.

5.1.1.1

Anschlüsse, die mit dem Gehäuse des Kondensators verbunden sind und zum Schutze dienen, sind durch das Symbol  oder gelb und grün zu kennzeichnen.

5.1.1.2

Anschlüsse, die nicht unter Abschnitt 5.1.1.1 fallen, dürfen mit einer beliebigen Farbe, ausser gelb, gelb und grün, gelb und rot oder hellblau, gekennzeichnet sein.

Die Prüfung erfolgt durch Besichtigung.

5.1.2 Dimensionen der Anschlussleiter

Anschlussleiter müssen gemäss Tabelle III bemessen sein.

Erforderlicher Leiterquerschnitt in Abhängigkeit der Stromstärke

Tabelle III

| Maximale Stromstärke von Kondensatoren bei Betrieb unter Nennspannung und Nennfrequenz, bezogen auf die Nennkapazität A | Minimaler Leiterquerschnitt mm ² | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| bis 2,5 | 0,5 | | |
| bis 6 | 0,75 | | |
| bis 10 | 1 | | |
| bis 15 | 1,5 | | |
| bis 20 | 2,5 | | |

Die Kontrolle erfolgt durch Messung.

5.1.3 Schutzleiteranschluss

Kondensatoren mit Metallgehäusen müssen mit einer Einrichtung für den Anschluss des Schutzleiters versehen sein, wenn sie:

a) bei einer Betriebsspannung von $U_N \leq 380$ V unter die folgenden Kondensatorarten fallen:

- Kondensatoren für feuchte Umgebung
- tropfwassersichere Kondensatoren
- Kondensatoren für nasse Umgebung
- spritzwassersichere Kondensatoren
- wasserdichte Kondensatoren
- druckwasserdichte Kondensatoren

b) bei beliebiger Kondensatorentart für eine Betriebsspannung von $U_N > 380$ V gebaut sind.

Als Einrichtung für den Anschluss des Schutzleiters ist eine Klemme, ein Leiter oder eine Anschlussbride zu verwenden. Diese Einrichtungen müssen mit dem Gehäuse elektrisch fest verbunden und mit dem Symbol  oder gelb und grün gekennzeichnet sein.

Ist das Gehäuse mit einem Zentralbefestigungsbolzen aus Metall versehen, so darf dieser zur Schutzerdung verwendet werden, muss aber als solche gekennzeichnet sein.

Schutzleiteranschlüsse mittels Schraubverbindungen müssen gegen Selbstlockern gesichert sein.

Die Prüfung erfolgt durch Besichtigung.

5.1.4 Klemmendeckel

Sind Kondensatoren mit einem Klemmendeckel ausgerüstet, muss dieser so gebaut sein, dass spannungsführende Teile der zufälligen Berührung entzogen sind. Das Lösen der Klemmendeckel darf nur mit Werkzeugen (z. B. Schraubenzieher) möglich sein.

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung und nötigenfalls durch Prüfung mit dem Tastfinger (siehe Ziff. 6.1, Fig. 4). Dieser Tastfinger wird in jeder möglichen Stellung angelegt, nötigenfalls mit einer Kraft von $30\text{ N}^3)$, wobei ein elektrischer Kontaktanzeiger verwendet wird, der den Kontakt mit unter Spannung stehenden Teilen erkennen lässt.

5.1.5 Luft- und Kriechstrecken

Für Luft- und Kriechstrecken müssen die Mindestlängen nach Tabelle IV eingehalten werden.

Diese Werte gelten:

- a) zwischen unter Spannung stehenden leitfähigen Teilen;
- b) zwischen unter Spannung stehenden nackten leitenden Teilen und leitfähigen Teilen, die mit dem Schutzleiter oder der Erde verbunden sind;
- c) zwischen unter Spannung stehenden nackten leitfähigen Teilen und solchen Stellen oder leitfähigen Teilen, deren Berührung eine Gefahr bedeuten kann.

Bei Material mit Sonderisolierung müssen Luft- und Kriechstrecken entsprechend den Festlegungen in den einschlägigen Vorschriften gewählt werden.

Berührbare leitfähige Teile, die an der Oberfläche nur lackiert, oxydiert oder ähnlich behandelt sind, gelten als nackt.

Mindestlängen von Luft- und Kriechstrecken

Tabelle IV

| Nennspannung U_N V~ | Luftstrecke mm | Kriechstrecke mm |
|--------------------------|-------------------|---------------------|
| 50... 250 | 50... 355 | 2 |
| > 250... 380 | > 355... 500 | 2,8 |
| > 380... 500 | > 500... 710 | 4 |
| > 500... 750 | > 710...1000 | 5,6 |
| > 750...1000 | | 8 |

Die Werte sind der Publikation 3017.1970 des SEV entnommen und setzen folgende dort erwähnte Kriterien voraus:
 mittlere Verschmutzung
 mittlere Schadenwirkung
 und gute oder sehr gute Kriechwegfestigkeit.

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung und Messung

5.2 Aufschriften und Kennzeichen

Kondensatoren sind mit den folgenden Aufschriften und Kennzeichen zu versehen, die gut sichtbar und dauerhaft angebracht sein müssen:

a) Name oder Firmenzeichen des Bewilligungsinhabers oder der Handelsmarke, sofern diese eindeutig auf den Inhaber der Bewilligung schliessen lässt;

b) Typenbezeichnung;

c) Herstellungsdatum (ein Code ist zulässig);

d) Sicherheitszeichen und darunter die Angabe der Nummer der vorliegenden

Vorschrift:  ;

1029

e) Nennspannung in Volt und Stromart, z. B. wie folgt: $U_{N\sim} = 100\text{ V}$ oder $100\text{ V } \sim$;

f) Nennfrequenz, sofern diese nicht 50 Hz beträgt;

g) Nennkapazität in μF ;

h) Kapazitätstoleranz, sofern diese nicht $\pm 10\%$ beträgt;

i) Zulässiger Temperaturbereich des Kondensators bei Nennspannung und Nennfrequenz, sofern dieser die Temperaturen von $+ 5^\circ\text{C}$ unterschreitet oder $+ 55^\circ\text{C}$ überschreitet;

Beispiel: $-25^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$. International genormte Temperaturwerte sind unter anderem: $-55, -40, -25, -10, +5, +40, +55, +70, +85, +100^\circ\text{C}$;

k) Art des Kondensators, sofern dieser nicht der Art gemäss Ziff. 4.6.2 b) entspricht.

Selbstheilende Kondensatoren mit «M...» (zum Beispiel «MP» für metallisierte Papierkondensatoren), Elektrolytkondensatoren mit «Elyt»;

l) Betriebsart, sofern diese nicht dem in Ziff. 3.5 beschriebenen Dauerbetrieb entspricht, zum Beispiel $3 \leq 2$, siehe auch Ziff. 3.7;

m) Kennzeichen der Schutzart (siehe Ziff. 5.2.2).

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung.

5.2.2

Bei Anwendung von Symbolen müssen die folgenden verwendet werden:

| | |
|--------------------------------|---|
| Spannung (Einheit) | V |
| Wechselstrom | \sim |
| Frequenz (Einheit) | Hz |
| Kapazität (Einheit) | μF |
| Sicherheitszeichen |  |
| Schutzart für feuchte Umgebung |  |
| Schutzart für nasse Umgebung |  |
| Schutzart tropfenwassersicher |  |
| Schutzart spritzwassersicher |  |

³⁾ $1\text{ N} = 1\text{ Newton} = 0,102\text{ kp}$.

| | |
|----------------------------|--|
| Schutzart wasserdicht | |
| Schutzart druckwasserdicht | |
| Schutzart staubgeschützt | |
| Schutzart staubdicht | |

Nähere Beschreibung der Symbole siehe im Anhang 1.

5.3 Spannungsprüfung

5.3.1 Zwischen Belag und Belag

Die Kondensatoren müssen eine Prüfung mit Wechselspannung nach Tabelle V aushalten. In jenen Fällen, in denen auch eine Prüfgleichspannung angegeben ist, kann wahlweise mit Gleichspannung oder Wechselspannung geprüft werden. Die Wechselspannungsprüfung wird mit 50 Hz durchgeführt.

Bei Mehrfachkondensatoren muss die Spannungsprüfung auch zwischen den Anschlüssen jedes Kondensators durchgeführt werden.

Prüfspannungen

Tabelle V

| Betriebsart | Art des Kondensators | Prüfspannung | | Prüfzeit |
|---|------------------------------------|--------------|-----------|----------|
| | | $U_{p\sim}$ | U_{p-} | |
| Dauerbetrieb | nicht selbstheilende Kondensatoren | 2,15 U_N | 4,3 U_N | 10 s |
| | selbstheilende Kondensatoren | 2,15 U_N | 4,3 U_N | 2 s |
| Aussetzender Betrieb Zyklus: ≥ 3 min ≥ 2 % | nicht selbstheilende Kondensatoren | 2,15 U_N | 4,3 U_N | 10 s |
| | selbstheilende Kondensatoren | 1,4 U_N | — | 2 s |
| Aussetzender Betrieb Zyklus: $\sqrt[3]{3}$ min $\sqrt[3]{2}$ % | nicht selbstheilende Kondensatoren | 2,15 U_N | 4,3 U_N | 10 s |
| | selbstheilende Kondensatoren | 1,3 U_N | — | 2 s |
| | Elektrolyt-Kondensatoren | 1,2 U_N | — | 2 s |

^{a)} Die Zahl gilt als Beispiel und bedeutet den zulässigen Betriebsüberdruck in N/cm².

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn während der Spannungsprüfung keine äusseren Überschläge und bei nicht selbstheilenden Kondensatoren und Elektrolyt-Kondensatoren keine Durchschläge auftreten. Nach der Spannungsprüfung dürfen keine äusserlich sichtbaren nachteiligen Veränderungen feststellbar sein.

Bei Prüfung mit Gleichspannung wird die Prüfzeit vom Augenblick des Erreichens der vollen Prüfspannung an gerechnet (Prüfschaltung gemäss Ziff. 6.2 und Fig. 5).

Eventuelle Durchschläge mit nachfolgender Selbstheilung während der Spannungsprüfung von nicht selbstheilenden Kondensatoren sind mit einer geeigneten Apparatur (siehe Ziff. 6.3) festzustellen.

Bei Kondensatoren, die nicht als selbstheilend bezeichnet sind [siehe Ziff. 3.3 und 5.2.1 k)], dürfen in keinem Falle Durchschläge (auch keine selbstheilenden) auftreten, selbst wenn die Kondensatoren mit metallisiertem Dielektrikum gebaut sind.

5.3.2 Zwischen Anschlüssen und Metallgehäusen bzw. Aussenseite

Die Isolation zwischen allen miteinander verbundenen Anschlüssen und dem Metallgehäuse oder gegen eine eng am Gehäuse anliegende Metallfolie, sofern der Kondensator kein Metallgehäuse hat (der Abstand zwischen den Enden der Metallfolie und den Kondensatoranschlüssen darf die unter Ziff. 5.1.5 erwähnten Kriechstrecken um nicht mehr als 2 mm überschreiten), muss während 1 min folgende Prüfwechselspannung von 50 Hz aushalten:

$$2 U_N + 1000 \text{ V, mindestens jedoch } 2000 \text{ V}$$

5.4 Kapazität

Die Kapazität darf im Anlieferungszustand von ihrem Nennwert, gemessen bei Nennfrequenz und Nennspannung, um nicht mehr abweichen als $\pm 10\%$ oder um die Toleranz gemäss Aufschrift.

Die Messung erfolgt mittels einer Messbrücke. Falls sie bei Elektrolyt-Kondensatoren unter Nennspannung ausgeführt wird, so muss sie innerhalb von 3 s vorgenommen werden. Ist eine längere Messdauer erwünscht, so muss bei einer Spannung gemessen werden, die zwischen 0,01...0,1 U_N liegt.

5.5 Verlustfaktor

Im Anlieferungszustand muss der Verlustfaktor, gemessen bei Nennfrequenz und Nennspannung folgende Bedingungen erfüllen:

a) Elektrolyt-Kondensatoren $\operatorname{tg}\delta < 0,15$

b) alle übrigen Kondensatoren $\operatorname{tg}\delta < 0,006$

Die Messung erfolgt mittels einer Messbrücke. Falls sie bei Elektrolyt-Kondensatoren unter Nennspannung ausgeführt wird, so muss sie innerhalb von 3 s vorgenommen werden. Ist eine längere Messdauer erwünscht, so muss bei einer Spannung gemessen werden, die zwischen 0,01...0,1 U_N liegt.

5.6**Isolationswiderstand****5.6.1****Zwischen den Anschlüssen**

(nicht geprüft werden Elektrolyt-Kondensatoren)

Der Isolationswiderstand R jeder Kapazität C muss im Anlieferungszustand zwischen den Anschlüssen des Kondensators und zwischen den Anschlüssen verschiedener Wickel im gleichen Gehäuse folgende Bedingung erfüllen (siehe auch Fig. 2):

a) Kondensatoren für Dauerbetrieb

$$\begin{aligned} RC &\geq 3000 \text{ s} \quad \text{für } C_N \geq 0,30 \mu\text{F} \\ R &> 10000 \text{ M}\Omega \quad \text{für } C_N < 0,30 \mu\text{F} \end{aligned}$$

b) Kondensatoren für aussetzenden Betrieb

$$\begin{aligned} RC &\geq 1000 \text{ s} \quad \text{für } C_N \geq 0,30 \mu\text{F} \\ R &> 3333 \text{ M}\Omega \quad \text{für } C_N < 0,30 \mu\text{F} \end{aligned}$$

Die Messung erfolgt 1 min nach Erreichen der angelegten Prüfgleichspannung von:

$$\begin{aligned} 100 \text{ V bei Kondensatoren mit Nennspannungen } U_{N\sim} &< 500 \text{ V} \\ 500 \text{ V bei Kondensatoren mit Nennspannungen } U_{N\sim} &\geq 500 \text{ V} \end{aligned}$$

5.6.2 *Zwischen kurzgeschlossenen Anschlüssen und Gehäuse*

Der Isolationswiderstand R zwischen kurzgeschlossenen Anschlüssen und Metallgehäuse oder einer um den Kondensator gewickelten Metallfolie muss im Anlieferungszustand folgende Bedingung erfüllen:

$$R > 100 \text{ M}\Omega$$

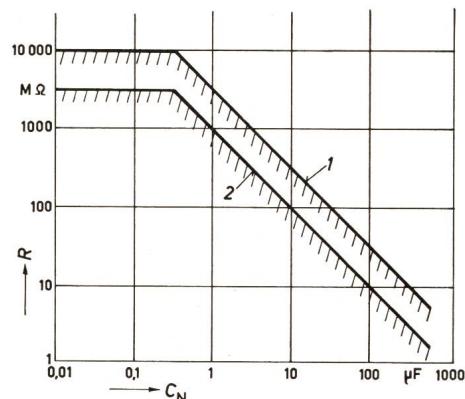


Fig. 2

Untere Grenze des zulässigen Isolationswiderstandes

1 Grenze für Kondensatoren für Dauerbetrieb; 2 Grenze für Kondensatoren für aussetzenden Betrieb. Zulässig sind Kondensatoren, deren Isolationswiderstand R bei Nennkapazität C_N ausserhalb des schraffierten Gebietes liegt

Die Messung erfolgt 1 min nach Erreichung der vollen angelegten Prüfgleichspannung von:

$$\begin{aligned} 100 \text{ V bei Kondensatoren mit Nennspannungen } U_{N\sim} &< 500 \text{ V} \\ 500 \text{ V bei Kondensatoren mit Nennspannungen } U_{N\sim} &\geq 500 \text{ V} \end{aligned}$$

5.7**Tieftemperaturverhalten**

Kondensatoren, die gemäss Aufschrift für Temperaturen unter $+5^{\circ}\text{C}$ bemessen sind, müssen bei der minimalen Oberflächentemperatur die folgenden Werte erfüllen:

a) Nicht-Elektrolyt-Kondensatoren

$$\begin{aligned} \text{Kapazität: } &\geq 0,9 C_N \\ \text{Verlustfaktor: } &\leq 0,015 \end{aligned}$$

b) Elektrolyt-Kondensatoren

$$\begin{aligned} \text{Kapazität: } &\geq 0,8 C_N \\ \text{Verlustfaktor: } &\leq 0,3 \end{aligned}$$

Die Kondensatoren sind in einem Kälteschrank auf die minimal zulässige Oberflächentemperatur abzukühlen. Die Temperatur ist während der ganzen Prüfzeit auf $\pm 3^{\circ}\text{C}$ konstant zu halten. Die Prüflinge sind mindestens während 6 Stunden der Kälteprüfung auszusetzen und gleich anschliessend, noch bei der vorgeschriebenen minimalen Temperatur, zu messen.

Wird die Messung der Kapazität oder des Verlustfaktors von Elektrolyt-Kondensatoren bei Nennspannung ausgeführt, so muss sie innerhalb von 3 s vorgenommen werden. Ist eine längere Messdauer erwünscht, so muss bei einer Spannung gemessen werden, die zwischen 0,01...0,01 U_N liegt.

5.8**Dichtheit**

Kondensatoren müssen bei einer Temperatur dicht sein, die um $1\dots 5^{\circ}\text{C}$ höher ist als die der Aufschrift entsprechende Oberflächentemperatur.

Die Prüfung erfolgt bei entferntem Klemmendeckel in einem Wärmeschrank bei einer Dauer von 24 h. Zylinderförmige Kondensatoren mit beidseitigen festen Anschlüssen werden liegend, alle übrigen Kondensatoren in der ungünstigsten Lage geprüft.

Nach der Prüfung darf der Prüfling keine sichtbare Deformation aufweisen. Es darf auch kein Imprägnier- oder Vergussmaterial ausfliessen.

5.9**Alterungsbeständigkeit****Kondensatoren müssen eine ausreichende Alterungsbeständigkeit aufweisen.**

Die Prüfung erfolgt während 500 Stunden bei der zulässigen maximalen Oberflächentemperatur und den folgenden Bedingungen:

a) Kondensatoren für Dauerbetrieb

Prüfspannung: $1,3 U_N$

Prüffrequenz: Nennfrequenz

b) Kondensatoren für aussetzenden Betrieb
(ausgenommen Elektrolyt-Kondensatoren)

Prüfspannung: $1,25 U_N$

Prüffrequenz: Nennfrequenz

Betriebsart: entsprechend Aufschrift (Zyklus)

c) Elektrolyt-Kondensatoren für aussetzenden Betrieb

Prüfspannung: $1,1 U_N$

Prüffrequenz: Nennfrequenz

Betriebsart: entsprechend Aufschrift (Zyklus)

Damit die Prüftemperatur aufrecht erhalten bleibt, ist die Prüfung in einem Flüssigkeitsbad oder Wärmeschränk mit erzwungener Luftzirkulation durchzuführen.

Die Prüfung der Alterungsbeständigkeit gilt als bestanden, wenn während der künstlichen Alterung keine Deformationen und keine bleibenden Durchschläge auftreten und kein Imprägnier- oder Vergussmaterial ausfliesst, und bei Kondensatoren, die nicht als selbstheilend bezeichnet sind [siehe Ziff. 3.3 und 5.2.1 k)], keine Durchschläge (auch keine selbstheilenden) registriert werden, selbst wenn die Kondensatoren mit metallisiertem Dielektrikum gebaut sind, und wenn nach der Alterung (Prüflinge auf 23 ± 5 °C abgekühlt) die folgenden Werte eingehalten werden:

a) Nicht-Elektrolyt-Kondensatoren

Kapazität $\pm 5\%$ vom Anlieferungswert

Isolationswiderstand mindestens 30 % vom Ausgangswert

b) Elektrolyt-Kondensatoren

Kapazität $\pm 15\%$ vom Anlieferungswert

Verlustfaktor $\leq 0,3$

Wird die Messung der Kapazität oder des Verlustfaktors von Elektrolyt-Kondensatoren bei Nennspannung ausgeführt, so muss sie innerhalb von 3 s vorgenommen werden. Ist eine längere Messdauer erwünscht, so muss bei einer Spannung gemessen werden, die zwischen 0,01...0,1 U_N liegt.

5.9.1 Prüfung im Flüssigkeitsbad

Die Kondensatoren werden in einen mit einer geeigneten Flüssigkeit (zum Beispiel Öl) gefüllten Behälter getaucht. Durch zusätzliche Heizung ist die Flüssigkeit konstant auf der Temperatur zu halten, die der maximal zulässigen Oberflächentemperatur des Kondensators entspricht, wobei Temperaturschwankungen der Flüssigkeit von höchstens $+0$ °C/ -3 °C zugelassen sind. Es ist speziell darauf zu achten, dass die Temperatur in der nächsten Umgebung aller Prüflinge innerhalb diesen Grenzen liegt.

Sofern durch die erwärmte Flüssigkeit die Isolation der Kondensatoranschlüsse oder der Anschlusskabel beschädigt wird, ist es gestattet, die Kondensatoren in der Weise im Bad zu plazieren, dass diese Anschlüsse oder Kabel sich direkt über der Oberfläche der Flüssigkeit befinden.

5.9.2 Prüfung im Wärmeschränk mit erzwungener Luftzirkulation

Die Kondensatoren werden in einen Wärmeschränk gebracht, in welchem auf die maximale zulässige Oberflächentemperatur der Kondensatoren erhitzte Luft zirkuliert, wobei die Geschwindigkeit der Luft an jedem Ort, wo sich Prüflinge befinden, mindestens 2 m/s betragen muss. Die Temperatur ist während der ganzen Prüfzeit mit einer zulässigen Änderung von $+0$ °C/ -3 °C konstant zu halten.

5.10

Kontrolle der Selbstheilung

(siehe Ziff. 6.3 und Anhang 2)

Als selbstheilend gekennzeichnete Kondensatoren [siehe Ziff. 5.2.1 k)] müssen die Eigenschaft aufweisen, dass die volle Isolation des Dielektrikums nach Durchschlägen sofort wieder vorhanden ist.

Die Prüfung erfolgt, indem die Kondensatoren während 10 s mit Spannung belastet werden, und zwar:

a) Kondensatoren für Dauerbetrieb mit einer Wechselspannung von $2,15 U_N$ oder mit einer Gleichspannung von $4,3 U_N$

b) Kondensatoren für aussetzenden Betrieb bei Zyklen von $>3/ >2$ (siehe Ziff. 3.7 und Fig. 1) mit einer Wechselspannung von $1,4 U_N$ und bei Zyklen von $\leq 3/ \leq 2$ mit einer Wechselspannung von $1,3 U_N$.

Werden bei Kondensatoren für aussetzenden Betrieb während der Prüfung weniger als 5 Durchschläge registriert, ist die Spannung langsam zu erhöhen bis 5 Durchschläge stattgefunden haben. Die Spannung soll jedoch für Kondensatoren mit Zyklen von $>3/ >2$ nicht über $2,15 U_N$ und für Kondensatoren mit Zyklen von $\leq 3/ \leq 2$ nicht über $1,8 U_N$ gesteigert werden.

Anschliessend ist die Spannung auf den 0,8fachen Wert der oben angeführten Anfangs-Prüfspannungen abzusenken und der Kondensator während 10 s damit zu beladen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn während diesen 10 s keine Durchschläge mehr auftreten und der Isolationswiderstand die gemäss Ziff. 5.6.1 verlangte Bedingung erfüllt.

Geeignete Methoden um Selbstheilungsdurchschläge festzustellen sind in Ziff. 6.3 erwähnt.

5.11

Feuchtigkeitsbeständigkeit

Kondensatoren müssen die ihrer Kennzeichnung [siehe Ziff. 5.2.1 m)] entsprechende Feuchtigkeitsbeständigkeit aufweisen.

Die Feuchtigkeitsbehandlung erfolgt in einer Feuchtigkeitskammer gemäss Ziff. 6.4. Kondensatoren mit Klemmendeckel werden ohne Deckel geprüft. Zur Vermeidung von Kondensation am Prüfling muss dessen Temperatur vor Einsetzen in die Feuchtigkeitskammer annähernd gleich deren Innentemperatur sein. Die Feuchtigkeitsbehandlung wird bei einer Temperatur von 23 ± 5 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90...95 %

1029

durchgeführt. Zur Überwachung der Feuchtigkeit ist in die Kammer ein geeignetes Feuchtigkeitsmessgerät einzubauen. (Ein Beispiel eines geeigneten Feuchtigkeitsmessprinzipes und dessen Eichung ist in Vorbereitung.) Während der ganzen Dauer soll die Feuchtigkeitskammer, wenn möglich, nicht geöffnet werden. Für die Dauer der Feuchtigkeitsbehandlung gelten die Bedingungen gemäss Tabelle VI:

Dauer der Feuchtigkeitsbehandlung

Tabelle VI

| Art der Kondensatoren | Behandlungs-dauer h |
|--|---------------------|
| Kondensatoren für trockene Umgebung (gewöhnliche Kondensatoren) | 4 × 24 |
| Kondensatoren für feuchte Umgebung sowie tropfwassersichere Kondensatoren | 7 × 24 |
| Kondensatoren für nasse Umgebung sowie spritzwassersichere, wasserdichte und druckwasserdichte Kondensatoren | 28 × 24 |

Die Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit gilt als erfüllt, wenn nach durchgeführter Prüfung:

- a) bei Nicht-Elektrolyt-Kondensatoren der Isolationswiderstand zwischen den Anschlüssen um nicht mehr sinkt als 10 % der unter Ziff. 5.6.1 geforderten Werte
- b) bei sämtlichen Kondensatoren der Isolationswiderstand zwischen allen miteinander verbundenen Anschlüssen und Metallgehäuse bzw. einer eng um den Kondensator gewickelten Metallfolie mindestens $100 \text{ M}\Omega$ beträgt
- c) sämtliche Kondensatoren, die nach Ziff. 5.3.1 geforderte Spannungsfestigkeit aufweisen.

Die Messung erfolgt nach Ausführung der Feuchtigkeitsbehandlung ausserhalb der Feuchtigkeitskammer. Die Prüflinge werden nach Herausnahme aus der Feuchtigkeitskammer während $1 \text{ h} \pm 10 \text{ min}$ bei einer relativen Feuchtigkeit von 45...75 % gelagert. Die Messung des Isolationswiderstandes und die Spannungsprüfung sollen spätestens 2 h nach Herausnahme aus der Feuchtigkeitskammer beendet sein.

5.12 Tropfwasserschutz

Kondensatoren, die als tropfwassersicher bezeichnet sind [siehe Ziff. 5.2.1 m)], müssen gegenüber Tropfwasser ausreichend geschützt sein.

Die Kondensatoren werden durch eine Behandlung mit Tropfwasser mit dem Tropfwasserapparat (Fig. 6) gemäss Ziff. 6.5 geprüft. Bei Kondensatoren mit einem Klemmendeckel wird die Eintrittsöffnung für die Anschlussleiter vor der Prüfung verschlossen, sofern die Anschlussleiter nicht schon

1029

vorhanden sind. Der Prüfling wird in seiner Gebrauchsliste so aufgestellt, dass sein Tropfwasserschutz in vorgesehener Weise wirksam wird und dass sich seine für diese Prüfung empfindlichen Stellen 2 m unterhalb der Tropfkapillaren des Tropfwasserapparates befinden. Dann wird der Prüfling einer Wassermenge von etwa 3 mm/min während 10 min ausgesetzt.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn durch Besichtigung festgestellt wird, dass kein Wasser in den Klemmendeckel eingedrungen ist und keine Benetzung evtl. blanker Anschlüsse erfolgte.

5.13

Spritzwasserschutz

Kondensatoren, die als spritzwassersicher gekennzeichnet sind [siehe Ziff. 5.2.1 m)], müssen gegenüber Spritzwasser ausreichend geschützt sein.

Die Kondensatoren werden durch eine Behandlung mit Spritzwasser mit einer Kapillardüse gemäss Fig. 7 (Ziff. 6.6) geprüft. Bei Kondensatoren mit einem Klemmendeckel wird die Eintrittsöffnung für die Anschlussleiter vor der Prüfung verschlossen, sofern die Anschlussleiter nicht schon vorhanden sind. Der Prüfling wird in seiner Gebrauchsliste so aufgestellt, dass sein Spritzwasserschutz in vorgesehener Weise wirksam wird. Der Prüfling wird sowohl direkt auftreffend als auch reflektiertem Spritzwasser ausgesetzt. Die Reihenfolge ist dabei freigestellt; die beiden Behandlungen werden jedoch unmittelbar nacheinander durchgeführt.

a) Die Behandlung mit direkt auftreffendem Spritzwasser wird während 10 min pro Prüfstelle folgendermassen durchgeführt:

Der Prüfling wird, in einem Abstand von 3 m von der Düsenöffnung aus gemessen, einem Wasserstrahl gemäss Fig. 8 (Ziff. 6.6) ausgesetzt. Der Prüfling ist so aufzustellen, dass das Zentrum des aufgelösten Strahles ihn an seinen empfindlichen Stellen trifft.

b) Die Behandlung mit reflektiertem Spritzwasser wird während 10 min pro Prüfstelle folgendermassen durchgeführt:

Mit der Kapillardüse (Fig. 7, Ziff. 6.6), angeordnet in 500 mm Höhe über der Auflagefläche des Prüflings, wird ein Wasserstrahl senkrecht nach unten auf die Auflagefläche gerichtet, wobei der Prüfling so aufgestellt wird, dass er vom aufspritzenden Wasser an seinen empfindlichen Stellen getroffen wird.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn durch Besichtigung festgestellt wird, dass kein Wasser in den Klemmendeckel eingedrungen ist und keine Benetzung evtl. blanker Anschlüsse erfolgte.

5.14

Wassererdichtheit

Kondensatoren, die als wasserdicht bezeichnet sind [siehe Ziff. 5.2.1 m)], müssen gegen Wasser ausreichend dicht sein.

Die Prüflinge werden in einem Wärmeschränk auf die maximal zulässige Oberflächentemperatur gebracht und sodann während 24 h derart unter Wasser von $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ gesetzt, dass sich die oberste Kante etwa 5 cm unter dem Wasserspiegel befindet. Bei Kondensatoren mit einem Klemmendeckel wird die Eintrittsöffnung für die Anschlussleiter vor der Prüfung verschlossen, sofern die Anschlussleiter nicht schon vorhanden sind.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn kein Wasser in den Klemmendeckel oder in den Kondensator eingedrungen ist.

Für dauernden Betrieb unter Wasser sind zusätzliche Prüfungen notwendig.

5.15 Druckwasserdichtheit

Kondensatoren, die als druckwasserdicht bezeichnet sind [siehe Ziff. 5.2.1 m]), müssen gegen Druckwasser ausreichend dicht sein.

Die Prüflinge werden während 24 h in den mit Wasser gefüllten Behälter gebracht und dem 1,3fachen Nennüberdruck ausgesetzt.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn kein Wasser in den Klemmendeckel oder in den Kondensator eingedrungen ist.

Für dauernden Betrieb unter Wasser sind zusätzliche Prüfungen notwendig.

5.16 Staubschutz

Kondensatoren, die als staubgeschützt bezeichnet sind [siehe Ziff. 5.2.1 m]), müssen gegen Staub ausreichend geschützt sein.

Die Prüflinge werden in einem Wärmeschränk auf die maximal zulässige Oberflächentemperatur erwärmt und anschliessend für eine Dauer von 2,5 h in eine Staubkammer nach Fig. 9 (Ziff. 6.7) gebracht. In der Staubkammer wird Talkumpuder durch einen Luftstrom schwebend gehalten. Die Kammer enthält 2 kg Talkumpuder auf jeden m^3 Inhalt, wobei der Puder durch ein Drahtsieb mit einem Drahtdurchmesser von 50 μm und einem Nennabstand zwischen den Drähten von 75 μm gesiebt worden ist.

Die Prüfung wird ohne Unterdruck vorgenommen und dreimal hintereinander ausgeführt, so dass die Prüflinge während total 7,5 h dem Talkumpuder ausgesetzt sind. Vor jeder Prüfung werden die Prüflinge auf die maximal zulässige Oberflächentemperatur erwärmt. Bei Kondensatoren mit einem Klemmendeckel wird die Eintrittsöffnung für die Anschlussleiter vor der Prüfung verschlossen, sofern die Anschlussleiter nicht schon vorhanden sind.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn durch Besichtigung festgestellt wird, dass kein Talkumpuder in den Klemmendeckel eingedrungen ist.

Es empfiehlt sich, in der Staubkammer eine Heizmöglichkeit vorzusehen, um den Talkumpuder genügend trocken zu halten.

5.17 Staubdichtheit

Kondensatoren, die als staubdicht bezeichnet sind [siehe Ziff. 5.2.1 m]), müssen gegen Staub ausreichend dicht sein.

Die Prüflinge werden in eine Staubkammer nach Fig. 9 (Ziff. 6.7) gebracht und der Klemmendeckel an eine Vakuumpumpe angeschlossen. Die Prüfung erfolgt bei einem Unterdruck von 20 mbar. In der Staubkammer wird Talkumpuder durch einen Luftstrom schwebend gehalten. Die Kammer enthält 2 kg Talkumpuder auf jeden m^3 Inhalt, wobei der Puder durch ein Drahtsieb mit einem Drahtdurchmesser von 50 μm und einem Nennabstand zwischen den Drähten von 75 μm gesiebt worden ist.

Die Prüfung ist beendet, wenn das ca. 100fache freie Luftpolumen des Klemmendeckels abgesaugt ist, spätestens aber nach 8 h.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn durch Besichtigung festgestellt wird, dass kein Talkumpuder in den Klemmendeckel eingedrungen ist.

5.18 Elektrische Festigkeit isolierter Anschlussleiter

Werden fest angeschlossene Anschlussleiter verwendet, so muss deren Isolation während 1 min folgende Prüfwechselspannung von 50 Hz aushalten:

$$2 U_N + 1000 \text{ V}, \text{ mindestens jedoch } 2000 \text{ V.}$$

Die Prüfung entfällt, wenn die Leiter das Sicherheitszeichen oder das Qualitätszeichen des SEV (Kennfaden) tragen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn dabei keine Überschläge erfolgen.

5.19 Mechanische Festigkeit der Anschlüsse und Anschlussleiter

Anschlüsse und Anschlussleiter müssen eine der zu erwartenden Beanspruchung entsprechende mechanische Festigkeit aufweisen.

5.19.1 Prüfung auf Zug

Anschlussstellen (z. B. Anschlussklemmen, Lösen, Drähte, Befestigungslappen usw.) und fest verbundene Anschlussleiter müssen eine Zugbelastung von $20 \text{ N}^3)$ aushalten.

Bei der Prüfung wird der Kondensator festgehalten und die Anschlussstellen bzw. die Anschlussleiter werden in Richtung der Achse der Anschlussstellen während 10 s der Zugbelastung (nicht rückweise) ausgesetzt.

5.19.2 Biegeprüfung

Der Biegeprüfung werden nur Kondensatoren mit Anschlussdrähten, Anschlussbändern, Lötähnlichen und ähnlichen Anschlüssen unterworfen. Die Prüfung wird an der Hälfte der Prüflinge der Prüfgruppe A durchgeführt.

Es sind 2 aufeinanderfolgende Biegungen durchzuführen. Die Prüfung erfolgt je nach der Art der Anschlüsse nach Methode 5.19.2.1 oder 5.19.2.2.

5.19.2.1

Bei Anschlussdrähten oder Anschlussbändern werden diese mit $10 \text{ N}^3)$ belastet, wobei der Kondensator so zu halten ist, dass die Zugbelastung in

³⁾ 1 N = 1 Newton = 0,102 kp.

Richtung der Achse des Anschlussdrahtes bzw. des Anschlussbandes in seiner normalen Lage gegenüber dem Kondensator erfolgt.

Der Kondensator wird dann langsam in einer vertikalen Ebene geneigt bis der Draht bzw. das Band um 90° gebogen ist und gleich anschliessend wieder in die Ausgangsstellung zurückgebracht. Die Biegung um 90° und zurück wird als 1 Biegung definiert und ist in ca. 5 s auszuführen.

Sind die Anschlüsse so konstruiert, dass sie in einer Ebene schwächer sind als in einer anderen, so sind sie entweder in der schwächsten Richtung zu prüfen oder es sind verschiedene Prüfungen — jede an einem separaten Prüfling — auszuführen.

Die 2 aufeinanderfolgenden Biegungen sind in entgegengesetzter Richtung auszuführen.

5.19.2.2

Bei Kondensatoren mit Lötfahnen oder ähnlichen Anschlüssen, die mit dem Finger gebogen werden können, sind diese um einen Winkel von 45° , dann in der Gegenrichtung um 90° und zurück um 45° in die Ausgangsstellung zu biegen. Dieser Vorgang ist als Biegung definiert.

5.19.3

Torsionsprüfung

Der Torsionsprüfung werden nur Kondensatoren mit starren achsialen Anschlussdrähten unterworfen. Die Prüfung wird an der 2. Hälfte der Prüflinge der Prüfgruppe A durchgeführt.

2 Drehungen werden nacheinander durchgeführt.

Für die Prüfung wird der Anschlussdraht im Abstand von 6 mm von der Austrittsstelle aus dem Kondensator um 90° gebogen, mit einem Biegeradius von ca. 0,75 mm (siehe Fig. 3a). Das gebogene Ende des Anschlussdrahtes ist in einem Abstand von $1,2 \pm 0,4$ mm mit einer Klemmvorrichtung zu halten (siehe Fig. 3b). Der Kondensator oder die Klemmvorrichtung ist sodann um 180° um die ursprüngliche Achse des Anschlussdrahtes zu drehen. Dieser Vorgang wird als 1 Drehung bezeichnet und ist in ca. 5 s auszuführen.

Die 2 Drehungen sind in entgegengesetzten Richtungen durchzuführen.

5.19.4

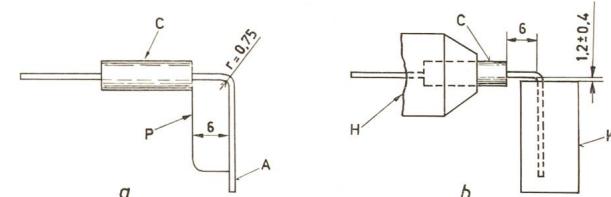
Prüfung auf Drehmoment

Kontaktschrauben oder Muttern von Anschlussklemmen und auch fest mit dem Kondensatorgehäuse verbundene Befestigungsschrauben sind mit dem in der Tabelle VII angegebenen, ihrem Durchmesser entsprechenden Drehmoment zu prüfen.

Bei der Prüfung wird jede Kontaktschraube oder Mutter, nachdem die Zuleitungen mit entsprechendem Querschnitt angeschlossen sind, unter Verwendung eines passenden Schraubenziehers oder Schlüssels 10 mal in Abständen von 10 s mit dem in Tabelle VII angegebenen Prüfdrehmoment langsam (nicht ruckweise) angezogen und wieder gelöst.

| Gewinde-Nenndurchmesser mm | Prüfdrehmoment Nm ³⁾ |
|-------------------------------|------------------------------------|
| | |
| bis 2,6 | 0,39 |
| 3 | 0,49 |
| 3,5 | 0,78 |
| 4 | 1,17 |
| 5 | 1,76 |
| 5,5 | 2,156 |
| 6 | 2,45 |

Die Prüfungen gemäss den Ziff. 5.19.1...5.19.4 gelten als bestanden, wenn dabei weder die Kondensatoren noch die Anschlussleiter oder deren Isolation beschädigt werden, noch für die weitere Verwendung des Prüfobjektes nachteilige Folgen entstehen.



a Biegen des Drahtes; b Drehen des Anschlussdrahtes

Fig. 3

Torsionsprüfung von Drahtanschlüssen

C Kondensator; P Metallplatte; A Anschlussdraht; H um 180° drehbare Kondensatorhalterung; K Klemmvorrichtung; r Biegeradius
Masse in mm

³⁾ 1 N = 1 Newton = 0,102 kp.

6

6.1

Beschreibung der Prüfeinrichtungen

Tastfinger (siehe Ziff. 5.1.4)

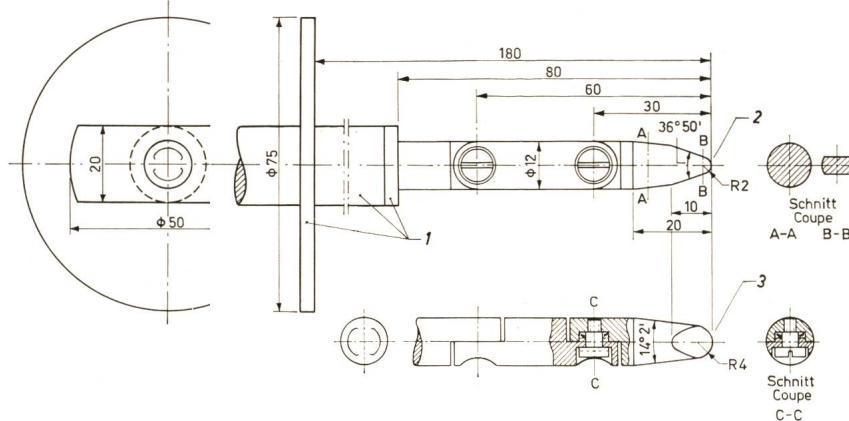


Fig. 4
Tastfinger

1 Isolierstoff; 2 Spitze des Tastfingers: zylindrisch;
3 Spitze des Tastfingers: kugelig

Masse in mm

Toleranzen: für Winkel $\pm 5'$

für Längen von: weniger als 25 mm: + 0
- 0,05
mehr als 25 mm: ± 0,2

6.2 Schaltung zur Durchführung einer Spannungsprüfung mit Gleichspannung (siehe Ziff. 5.3.1)

Die Spannungsprüfung mit Gleichspannung kann mit einer Schaltung gemäss Fig. 5 erfolgen. Dabei wird folgendermassen vorgegangen:

Der Schalter S wird in Stellung 3 gebracht. Dann wird der Eingang der Schaltung (Anschlüsse 4 und 5) mit einer variablen Gleichspannungsquelle genügender Leistung verbunden und der gemäss Prüfbedingungen verlangte Spannungswert eingestellt. Der Prüfling (C_x) wird an die Anschlüsse 6 und 7 angeschlossen. Durch Drehen des Schalters S in die Stellung 1 werden die Kondensatoren C_1 und C_x an Spannung gelegt und aufgeladen. Nachdem die volle Prüfspannung erreicht ist, bleibt der Schalter S während der in Ziff. 5.3.1 geforderten Prüfzeit in Stellung 1 und wird dann sofort in die Stellung 2 gedreht. In dieser Stellung entladen sich die Kondensatoren C_1 und C_x . Sobald die Anzeige des Voltmeters auf Null zurückgegangen ist, wird der Schalter S in die Stellung 3 gedreht, wodurch die Kondensatoren kurzgeschlossen werden. Der Prüfling kann nun von der Schaltung abgetrennt werden.

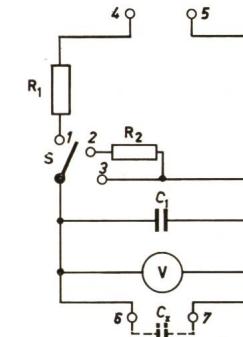


Fig. 5

Schaltung für eine Spannungsprüfung mit Gleichspannung

C_x Prüfling

V Voltmeter mit einem Widerstand $\geq 10\ 000\ \Omega/V$

$C_1 = 10\ C_x$

R_1 Ladewiderstand (einschliesslich innerer Widerstand der Spannungsquelle)

R_2 Entladewiderstand

$R_1(C_1 + C_x) \leq 1\ s \quad C_1, C_x$ in F

$R_2(C_1 + C_x) \leq 1\ s \quad R_1, R_2$ in Ω

S Schalter

6.3 Apparate zur Prüfung der Selbstheilung (siehe Ziff. 5.10)

Selbstheilungs-Durchschläge können während der Prüfung zum Beispiel mit einem Oszilloskop oder akustisch oder mit einer HF-Prüfmethode festgestellt werden. Die Empfindlichkeit der verwendeten Apparate soll die Feststellung von Spannungsimpulsen von einer minimalen Dauer von 30 ms und einer Amplitude von mindestens 0,1 V gestatten.

6.4 Feuchtigkeitskammer (siehe Ziff. 5.11)

Die Feuchtigkeitskammer besteht aus einem geschlossenen Gehäuse, in dem eine bestimmte Feuchtigkeit aufrecht zu erhalten und zu überwachen ist. (Ein Vorschlag für ein geeignetes Feuchtigkeitsmessprinzip ist in Vorbereitung.) Die KammerTemperatur soll konstant gehalten werden, dass Kondensation vermieden wird.

Die Prüflinge sollen höchstens ein Drittel des Rauminhaltes der Feuchtigkeitskammer einnehmen. Der Abstand eines jeden Prüflings von den übrigen und von den Wänden der Feuchtigkeitskammer soll mindestens 5 cm betragen.

Die relative Luftfeuchtigkeit von 90...95 % kann z. B. erhalten werden durch Verwendung einer gesättigten Lösung von Ammoniumdihydrogenphosphat (primäres Ammoniumphosphat, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) in destilliertem oder entionisiertem Wasser. Diese Salzlösung kann z. B. in einer offenen Schale in die Feuchtigkeitskammer gebracht werden, wobei die Oberfläche der Salzlösung möglichst so gross wie die Grundfläche der Feuchtigkeitskammer sein soll. Um zu gewährleisten, dass die Salzlösung dauernd gesättigt bleibt, muss ein Überschuss des Salzes als Bodenkörper in der Lösung vorhanden sein. Es ist wichtig, dass der Bodenkörper immer von Flüssigkeit überdeckt ist, und dass die

Oberfläche der Salzlösung sauber bleibt. Um gleichmässige Feuchtigkeit in der Feuchtigkeitskammer zu gewährleisten, ist bei grossen Feuchtigkeitskammern eine künstliche Luftumwälzung im Innern der Kammer nötig.

6.5 Tropfwasserapparat (siehe Ziff. 5.12)

Der Tropfwasserapparat gemäss Fig. 6 besteht aus einem Gefäss, in dessen Boden gleichmässig verteilte Tropfkapillaren angeordnet sind. Die Tropfkapillaren sind so gestaltet und der Wasserstand wird so reguliert, dass folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Tropfengrösse: $20\ldots25 \text{ mm}^3$
- Wassermenge: $1200 \text{ mm}^3/\text{min}$ pro Kapillare (entsprechend $3 \text{ mm}/\text{min}$)

Zur Verhütung von Ablagerungen durch elektrolytische Korrosion ist es empfehlenswert, die Düsen aus thermoplastischem Kunststoff anzufertigen. Für Kunststoff spricht auch die leichtere Auswechselbarkeit der Kapillaren. Über den Bezug von solchen leicht auswechselbaren Tropfkapillaren kann die Materialprüfanstalt des SEV in Zürich Auskunft erteilen.

6.6 Spritzwasserapparat (siehe Ziff. 5.13)

6.6.1 Prüfung mit direkt auftreffendem Spritzwasser

Der Wasserstrahl wird mit einer horizontal gerichteten Kapillardüse gemäss Fig. 7 erzeugt. Dabei ergibt sich bei einem Überdruck des Wassers von 14 N/cm^2 ³⁾, gemessen an der Eintrittsfläche des Düsenkopfes, ein Strahlverlauf gemäss Fig. 8.

6.6.2 Prüfung mit reflektiertem Spritzwasser

Der Wasserstrahl wird mit einer senkrecht nach unten gerichteten Kapillardüse gemäss Fig. 7 erzeugt. Der Überdruck des Wassers, gemessen an der Eintrittsfläche des Düsenkopfes, beträgt 14 N/cm^2 ³⁾.

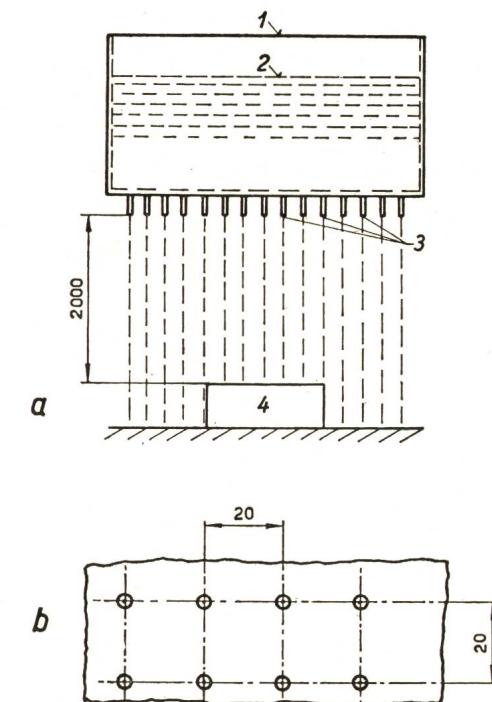


Fig. 6
Tropfwasserapparat

a Prüfanordnung; b Anordnung der Tropfkapillaren im Boden des Wassergefässes;
1 Gefäss; 2 Wasserfüllung; 3 Tropfkapillaren; 4 Prüfling
Masse in mm

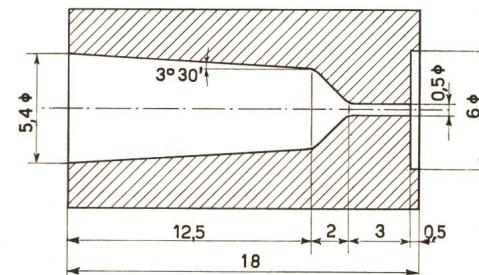


Fig. 7
Kapillardüse
Masse in mm

³⁾ 1 N = 1 Newton = 0,102 kp.

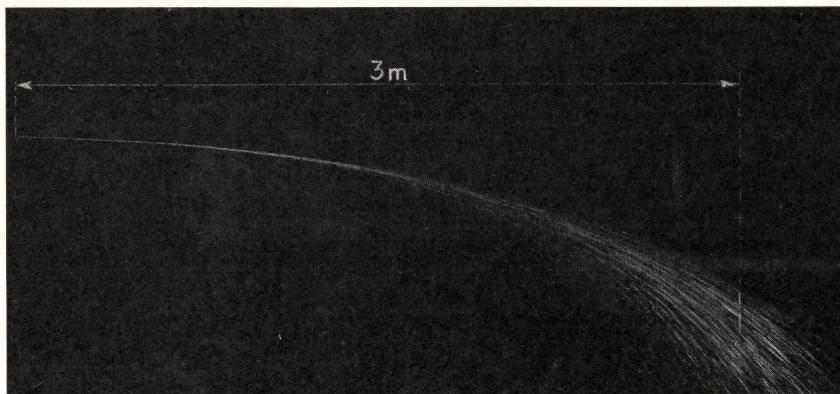


Fig. 8
Strahlverlauf bei 14 N/cm^2 Überdruck

6.7

Staubkammer (siehe Ziff. 5.16 und 5.17)

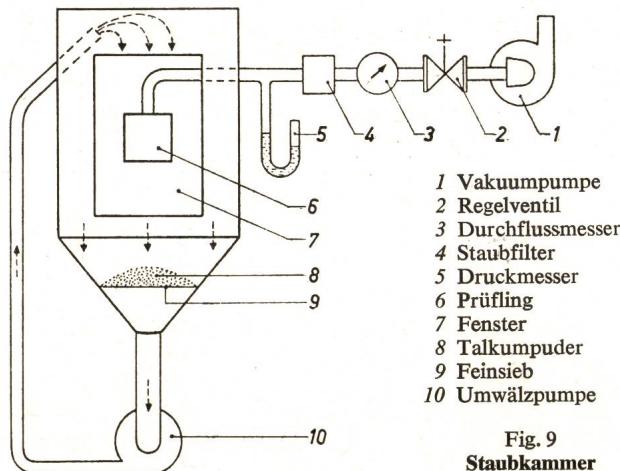


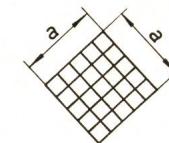
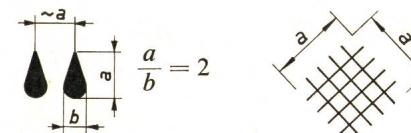
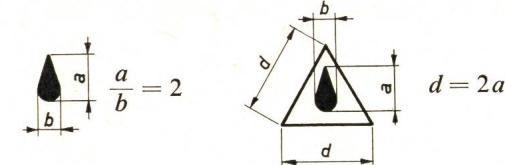
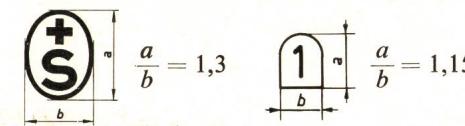
Fig. 9
Staubkammer

33

Anhang 1

Form der Symbole

Die Proportionen der zu verwendenden Symbole sind die folgenden:



Anhang 2

Selbstheilung

Kondensatoren (in der Regel Wickelkondensatoren), bei denen eine dünne Metallschicht unmittelbar auf das Dielektrikum (Papier, Kunststoff) aufgedampft ist, sind in der Regel selbstheilend.

Beim Selbstheilungs-Vorgang wird durch die im Kondensator gespeicherte Energie ($E = \frac{1}{2} CU^2$) an der Durchschlagstelle ein Lichtbogen erzeugt. Dieser Lichtbogen verdampft die äußerst dünne Metallschicht (Dicke etwa 10^{-4} mm).

Der dabei auftretende hohe Gasdruck bläst die Metalldämpfe vom Durchschlagsherd weg und löscht den Lichtbogen. Es entsteht eine metallfreie Zone rings um die Durchschlagsstelle. Dadurch ist die volle Isolation des Dielektrikums wieder sichergestellt. Die wirksame Fläche des Kondensators wird durch die Selbstheilungen nur unmerklich verringert.

34

Anhang 3

Hinweise für die Anwendung

1

Beim Einbau der Kondensatoren ist darauf zu achten, dass die obere Grenztemperatur (maximale Oberflächentemperatur des Kondensators) auch unter den ungünstigsten Bedingungen an keiner Stelle der Kondensatoroberfläche überschritten wird. Dies gilt vor allem dann, wenn die Kondensatoren in der Nähe stark wärmeabstrahlender Bauteile angeordnet werden.

2 Allgemeines über Motorkondensatoren

In den Fig. 10, 11 und 12 sind die Prinzip-Schaltungen der Einphasen-Induktionsmotoren mit Anlasskondensator, mit Betriebskondensator sowie eine Schaltung mit Kombination von Anlass- und Betriebskondensator dargestellt (siehe auch Ziff. 8 dieses Anhangs und Fig. 14).

Induktionsmotoren (mit zum Beispiel Käfigläufer), die am Einphasennetz angeschlossen sind, können an sich nicht selbstständig anlaufen, sie müssen angeworfen werden. Für den Selbstanlauf wird eine Hilfswicklung benötigt, in der ein gegenüber der Hauptwicklung phasenverschobener Strom fließt. Die Phasenverschiebung wird durch Serieschaltung der Hilfswicklung mit einem Kondensator erreicht.

Wegen des einfachen, mechanischen Aufbaus eignen sich diese Motoren vor allem für den Betrieb von mittelschweren Maschinen bis zu einer Leistung von etwa 2 kW, wie zum Beispiel Waschmaschinen, Kühlchränke, Kreiselpumpen, Büromaschinen usw.

3 Anlasskondensatoren (siehe Fig. 10)

Der Anlasskondensator erzeugt zusammen mit der Hilfswicklung das Anlaufdrehfeld. Er wird noch während des Hochlaufens des Motors von Hand oder selbsttätig durch einen Fliehstromschalter abgeschaltet. Der Anlasskondensator ist nur kurzzeitig in Betrieb und kann daher entsprechend dimensioniert werden.

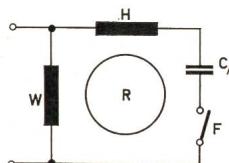


Fig. 10

Einphasenmotor mit Anlasskondensator

W Wicklung; H Hilfswicklung; C_A Anlasskondensator;
R Rotor; F Fliehstromschalter

4 Betriebskondensatoren (siehe Fig. 11)

Der dauernd eingeschaltete Betriebskondensator erzeugt das drehmomentbildende Drehfeld auch während des Betriebs, so dass bei dieser Betriebsart der Motor in seinen Eigenschaften dem Drehstrommotor sehr nahe kommt. Mit Rücksicht auf die Dauerbelastbarkeit der Hilfswicklung darf die Kapazität des Betriebskondensators nur etwa ein Drittel so gross sein wie

die des entsprechenden Anlasskondensators. Dabei ergibt sich ein entsprechend kleineres Anzugsmoment von 30 bis 50 % des Nenndrehmomentes (siehe auch Fig. 13). Die Schaltung wird bevorzugt bei leicht anlaufenden Arbeitsmaschinen. Sie hat den Vorteil höherer Leistung, grösseren Kippmoments und besseren Wirkungsgrades.

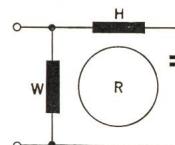


Fig. 11

Einphasenmotor mit Anlass- und Betriebskondensator

W Wicklung; H Hilfswicklung;
C_B Betriebskondensator; R Rotor

5 Anlass- und Betriebskondensatoren (siehe Fig. 12)

Durch Kombination von Anlass- und Betriebskondensatoren lassen sich die Forderungen nach hohem Anzugsmoment und gutem Betriebsverhalten gleichzeitig verwirklichen. Im Anlauf addieren sich die parallelgeschalteten Kapazitäten. Der Anlasskondensator sollte etwa die 3fache Kapazität des Betriebskondensators haben.

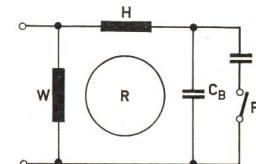


Fig. 12

Einphasenmotor mit Anlass- und Betriebskondensator

W Wicklung; H Hilfswicklung; C_A Anlasskondensator;
C_B Betriebs-Kondensator; R Rotor; F Fliehstromschalter

6 Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie

Der generelle Verlauf des Drehmomentes in Funktion der Drehzahl für die verschiedenen erwähnten Schaltungen ist aus Fig. 13 ersichtlich.

7 Nennspannung der Kondensatoren

(für Schaltungen gemäss Fig. 10, 11 und 12)

Die Nennspannung des Kondensators darf nicht ohne weiteres derjenigen des Motors gleichgesetzt werden, da die Spannung, die bei Belastung und Leerlauf eines Motors über dem Kondensator auftreten kann, in der Regel über der Nennspannung des Motors liegt.

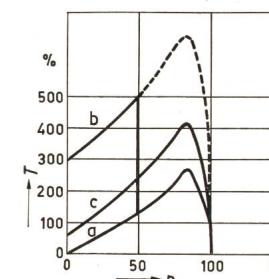


Fig. 13

Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie

n Drehzahl in % der synchronen Drehzahl;
T Drehmoment in % des Nenndrehmomentes;
a Einphasenmotor;
b Einphasenmotor mit Anlass-Kondensator;
c Einphasenmotor mit Betriebs-Kondensator

Die Höhe der am Kondensator bei Belastung anliegenden Spannung U_C lässt sich annähernd durch die Formel

$$U_C \approx U \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

berechnen, wobei

n Verhältnis der Windungszahl der Hilfswicklung zu jener der Hauptwicklung

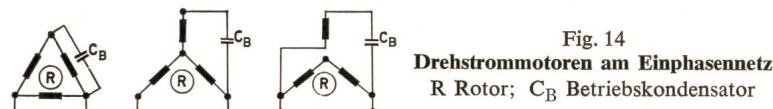
U Netzspannung in Volt

Im Leerlauf ist die Spannung am Kondensator zudem bis um 15 % höher als bei Belastung.

8

Bemerkung

Mit Hilfe von Motorkondensatoren lassen sich auch Drehstrommotoren an einem Einphasennetz betreiben (siehe Fig. 14).



Die am Kondensator bei Nennlast anliegende Spannung U_C errechnet sich in diesem Falle zu

$$U_C = \frac{2}{\sqrt{3}} U$$

Im Leerlauf ist die Spannung am Kondensator etwa 15 % höher als bei Belastung.

Anhang 4

Abweichungen gegenüber der 1. Auflage (1967) der Publikation 252 der CEI

1 Zusätzliche Bestimmungen in der Publikation 1029 des SEV

Zu Ziff. 1¹⁾ — Geltungsbereich (2.2)²⁾

Da in Sicherheitsvorschriften die Grenze des Geltungsbereiches mit der Grenze der Prüfpflicht übereinstimmen soll, wurde für die Kapazität eine obere Grenze des Geltungsbereiches (600 μ F) festgelegt.

Zu Ziff. 3 — Begriffsbestimmungen (3)

Die folgenden Begriffe sind in der CEI-Publikation nicht aufgeführt: Schutzleiter (3.11), Nulleiter (3.12), Temperaturbereich (3.14), Umgebung (3.15), Trockene Umgebung (3.16), Feuchte Umgebung (3.17), Nasse Umgebung (3.18).

¹⁾ Diese Ziffern beziehen sich auf die Publikation 252 der CEI.

²⁾ Die Ziffern in Klammern verweisen auf die entsprechenden Abschnitte in der Publikation 1029 des SEV.

In der CEI-Publikation nicht enthaltene Ziffern

Anerkennung der Prüfbedingungen und der Prüfresultate im Hinblick auf die Zulassung durch die offiziellen Instanzen:

Grundlagen (1), Geltungsbeginn (2.1), Übergangsbestimmungen (2.3), Be-willigung (4.1), Grundsätzliches über die Prüfungen (4.2).

Messung des Isolationswiderstandes zwischen den Anschlüssen (5.6.1).

Prüfbestimmungen für die Behandlung mit Feuchtigkeit, Wasser oder Staub: Feuchtigkeitsbeständigkeit (5.11), Tropfwasserschutz (5.12), Spritzwasserschutz (5.13), Wasserdichtheit (5.14), Druckwasserdichtheit (5.15), Staubschutz (5.16), Staubdichtheit (5.17).

Elektrische Festigkeit isolierter Anschlussleiter (5.18).

2 Bestimmungen, die in der Publikation 1029 des SEV nicht enthalten sind

Ziff. 15 — Mechanische Prüfungen

Lötung: Prüfung T gemäss Publikation 68-2-20 der CEI.

Vibration: Prüfung F gemäss Publikation 68-2-6 der CEI.

Ziff. 19 — Feuchte Wärme (konstant)

Ziff. 23 — Zulässige Überlastungen

3 Abgeänderte Bestimmungen

Zu Ziff. 1 — Geltungsbereich (2.2)

Die Publikation 1029 des SEV gilt allgemein für Kondensatoren mit metallisiertem oder nichtmetallisiertem Dielektrikum (Papier, Kunststofffolien). Die Publikation 252 der CEI beschränkt sich hingegen auf Kondensatoren mit metallisiertem oder nichtmetallisiertem Papier-Dielektrikum.

Die Publikation 1029 des SEV gilt für Spannungen zwischen 50 und 1000 V. Bei der Publikation 252 der CEI dagegen liegt die Maximalspannung bei 660 V (320 V für Elektrolytkondensatoren).

Die Publikation 1029 des SEV gilt für jeden beliebigen Temperaturbereich, wogegen in der Publikation 252 der CEI die Grenzen von -40 und $+85$ °C angegeben sind.

In der Publikation 1029 des SEV ist als maximale Höhe über Meer 2000 m festgelegt, in der Publikation 252 der CEI dagegen nur 1000 m über Meer.

Zu Sektion II (Ziff. 4...8) — Sicherheitsbestimmungen

Die Sicherheitsbestimmungen mussten den schweizerischen Vorschriften angepasst werden. Dies betrifft insbesondere die Ziff. 5.1.1, Kennzeichnung der Anschlüsse, 5.1.2, Dimensionen der Anschlussleiter, 5.1.3, Schutzleiteranschluss, 5.1.4, Klemmendeckel, und 5.1.5, Kriech- und Luftstrecken, der Publikation 1029 des SEV.

Zu Ziff. 9 — Art der Prüfungen

Die Publikation 1029 des SEV bezieht sich lediglich auf die Typenprüfungen und nirgends auf Stückprüfungen, wie dies in der Publikation 252 der CEI zum Teil der Fall ist.

Zu Ziff. 10 — Prüfprogramm (4.3)

Das Prüfprogramm ist infolge der Abweichungen nicht dasselbe wie in der Publikation 252 der CEI.

Normale Temperatur für die Prüfungen, falls keine gegenteiligen Festlegungen bestehen: 23 ± 5 °C in der Publikation 1029 des SEV und 15...35 °C gemäss Publikation 252 der CEI.

Zu Ziff. 11 — Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen (5.3.1)

Gemäss Publikation 1029 des SEV muss die Spannungsprüfung bei Mehrfachkondensatoren auch zwischen den Anschlüssen jedes Kondensators durchgeführt werden.

Zu Ziff. 13 — Messung der Kapazität (5.4)

Die Messung der Kapazität von Elektrolytkondensatoren kann innerhalb von 3 s erfolgen, anstelle der in der Publikation 252 der CEI angegebenen 2 s. Gemäss Publikation 1029 des SEV besteht ausserdem die Möglichkeit, bei reduzierter Spannung innerhalb einer noch längeren Zeit zu messen.

Ziff. 14 — Verluste des Kondensators (5.5)

In der Publikation 1029 des SEV sind für den Anlieferungszustand maximal zulässige Verlustfaktoren angegeben.

Zu Ziff. 16 — Prüfung der Dichtheit (5.8)

Die Prüfdauer erstreckt sich gemäss Publikation 1029 des SEV auf 24 h, dagegen nur auf mindestens 4 h in der Publikation 252 der CEI.

Zu Ziff. 17 — Veränderung der Kapazität in Funktion der Temperatur (5.7)

Gemäss Publikation 1029 des SEV muss die Kapazität bei der oberen Grenze der zulässigen Temperatur nicht gemessen werden. Bei Kondensatoren, die gemäss Aufschrift für eine Temperatur unter +5 °C bemessen sind, muss hingegen bei der minimal zulässigen Temperatur die Kapazität und der Verlustfaktor gemessen werden. Bei Nicht-Elektrolytkondensatoren soll die Kapazität $\geq 0,9 C_N$ sein. (Publikation 252 der CEI: Bei —25 °C darf die Kapazität um höchstens 4% vom Wert bei +20 °C abweichen und

bei —40 °C um höchstens 8%). In der Publikation 1029 des SEV ist auch für Elektrolytkondensatoren ein Grenzwert vorgeschrieben, nämlich $\geq 0,8 C_N$. Für alle Kondensatoren sind Grenzwerte für den Verlustfaktor angegeben.

Zu Ziff. 18 — Prüfung der Alterungsbeständigkeit (5.9)

Unter den Ziffern 18.1.1 und 18.1.2 der Publikation 252 der CEI ist eine Toleranz von ± 2 °C für die Konstanthaltung der Prüftemperatur vorgeschrieben, während diese Toleranz in der Publikation 1029 des SEV 0/-3 °C beträgt.

Gemäss Publikation 1029 des SEV müssen während der Prüfdauer (nach 24 h laut Ziff. 18.2.1 der Publikation 252 der CEI) keine Messungen durchgeführt werden; auch am Ende der Prüfdauer wird keine Messung des Verlustfaktors bei Prüftemperatur verlangt.

In der Publikation 1029 des SEV ist nach der Prüfdauer eine Abweichung der Kapazität von ± 5 % vom Anlieferungswert toleriert; gemäss Ziff. 18.2.1 der Publikation 252 der CEI beträgt diese Toleranz jedoch nur ± 3 %. Laut Publikation 1029 des SEV muss nach der Prüfdauer der Isolationswiderstand gemessen werden, wobei er mindestens 30 % des Ausgangswertes betragen soll.

Bei Elektrolyt-Kondensatoren darf die Kapazität gemäss Publikation 1029 des SEV um höchstens ± 15 % vom Anlieferungswert abweichen. In der Publikation 252 der CEI ist dagegen nach der Prüfdauer überhaupt keine Messung der Kapazität vorgeschrieben. Laut Publikation 1029 des SEV muss der Verlustfaktor nach der Prüfdauer $\leq 0,3$ sein. In der Publikation 252 der CEI sind jedoch unter Ziff. 18.2.2 je nach Art des Elektrolyt-Kondensators mehrere kleinere Werte angegeben.

Zu Ziff. 21 — Kontrolle der Selbstheilung (5.10)

In der Publikation 1029 des SEV wird die Spannung bei Kondensatoren für Dauerbetrieb nicht erhöht und bei Kondensatoren für aussetzenden Betrieb nur bis zu einem begrenzten Wert, auch wenn keine Durchschläge erfolgen.

Gemäss Publikation 252 der CEI werden nach der Prüfung Kapazität und Verlustfaktor gemessen, gemäss Publ. 1029 des SEV der Isolationswiderstand. Die vor der Prüfung verlangte Bedingung muss nach der Prüfung erfüllt werden.