Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 54 (1963)

Heft: 2

Artikel: Trockene Elektrolyt-Kondensatoren auf Aluminiumbasis

Autor: Hendriks, H. / Boone, S. / Voeten, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916449

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: 02.07.2025

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

Trockene Elektrolyt-Kondensatoren auf Aluminiumbasis [1])

Von *H. Hendriks, S. Boone* und *H. Voeten*, Eindhoven

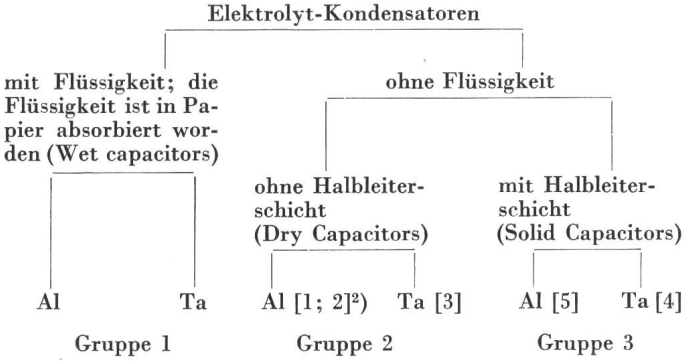
621.319.45

Ein neuer, gewickelter Elektrolyt-Kondensator auf der Basis von Aluminium mit einem Halbleiter wird beschrieben. Die Konstruktion ist möglichst dem konventionellen, nassen Elektrolyt-Kondensator angepasst.

Description d'un nouveau genre de condensateur électrolytique sec, bobiné, à base d'aluminium avec un semiconducteur. La construction est adaptée autant que possible à celle du condensateur conventionnel à électrolyte humide.

Einleitung

Wenn man unter Elektrolyt-Kondensatoren jene versteht, bei denen das Dielektrikum, also die Oxydschicht, durch einen elektrochemischen Prozess hergestellt wird, kann man sie wie folgt einteilen:



Die erste Gruppe, Kondensatoren mit Elektrolytflüssigkeit, wird überall in der Welt hergestellt und ist allgemein bekannt. Deshalb werden diese Kondensatoren nicht besprochen.

Die zweite Gruppe, bei der eine metallene Gegenelektrode auf die Oxydschicht gebracht wird, findet man zwar in der Literatur erwähnt, sie wird jedoch noch nicht produziert, jedenfalls nicht in Europa.

So beschreibt *Church* [1] einen Aluminium-Kondensator, bei dem die Gegenelektrode aus bedampftem Aluminium besteht. Die elektrischen Eigenschaften sehen vielversprechend aus. Es ist aber noch wenig bekannt über die maximal erreichbare Nennspannung.

Ausserdem weist *Wilson* [2] darauf hin, dass der Kontakt zwischen bedampftem Aluminium und der Oxydschicht noch unzuverlässig ist.

Auf etwa gleiche Weise sind von *Berry* and *Sloan* [3] die übereinstimmenden Tantal-Kondensatoren dargestellt. Obwohl Voraussagen eine schwere und riskante Sache sind, ist es doch wahrscheinlich, dass man diese Kondensatoren nur in mikro-moduler Ausführung verwenden wird.

Die dritte Gruppe umfasst die bekannten und insbesondere für militärische und industrielle Zwecke verwendeten trockenen Tantal-Kondensatoren, bei denen eine Halbleiterschicht wie z. B. MnO_2 auf die Oxydschicht gebracht worden ist. *McLean* and *Power* [4] haben als Erste diesen Kondensatortyp beschrieben. Selbstverständlich tauchte auch der Gedanke auf, ob statt Tantal auch Aluminium verwendet werden könnte — der Preisunterschied zwischen diesen Metallen ist nämlich erheblich. *Post* [5] war der Erste, der die Möglichkeit der Fabrikation von Aluminium-Kondensatoren auf der Basis von geätzter Folie mit einem Halbleiter aussprach.

Man ist schon mehrere Jahre mit Untersuchungen auf diesem Gebiet beschäftigt. Diese Entwicklung hat bei Philips Erfolg gehabt. Die ersten Typen haben das Stadium einer Probefertigung passiert und sind — zwar noch in kleinen Quantitäten — schon in der Produktion.

1. Konstruktion

Um die Schwierigkeiten möglichst zu beschränken, wurde die Konstruktion des Aluminium-Kondensators mit Halbleiter weitmöglichst der Konstruktion des gewickelten, nassen Miniatur-Elektrolyt-Kondensators angepasst. Dadurch ergibt sich ausserdem der Vorteil, für einen grossen Teil die Automatisierung von gewickelten Kondensatoren benützen zu können. Es gibt dann zwei prinzipielle Unterschiede. An erster Stelle wurde das mit Elektrolyt-Flüssigkeit imprägnierte Papier zwischen Anode und Kathode durch ein Material ersetzt, das die hohen Zersetzungstemperaturen von Mangannitrat ertragen kann. Zu diesem Zwecke wurde Glasfasergewebe gewählt. An zweiter Stelle wurde die Elektrolyt-Flüssigkeit durch eine Halbleiterschicht ersetzt.

Eine grosse Schwierigkeit bildet das Anbringen der Halbleiterschicht auf das Glasfasergewebe, ohne dabei die Oxydschicht und die unterliegende Aluminiumfolie zu beschädigen.

Wird dasselbe System verwendet, wie üblich für die trockenen Tantal-Kondensatoren, so zeigt sich, dass bei der Zerlegung des Kristallwasser enthaltenden Mangansalzes Wasser und nitrose Dämpfe frei werden, die bei der herrschenden hohen Temperatur die Oxydschicht und die unterliegende Aluminiumfolie so angreifen, dass ein Wiederherstellen der Oxydschicht nicht mehr möglich ist.

Beim Studium des Zerlegungsprozesses unter atmosphärischem Druck und bei langsamer Temperaturerhöhung, z. B. 1 °C/min, stellte es sich heraus, dass unter 80 °C nur Wasser entweicht, zwischen 80 und 180 °C Wasser und nitrose Dämpfe und über 180 °C nur nitrose Dämpfe. Ausserdem zeigten Prüfungen, dass die katastrophalen Einwirkungen der Zerlegungsproduke nur dann stattfinden, wenn Wasserdampf vorhanden ist.

Eine der Möglichkeiten, diese schädliche Einwirkung zu umgehen bzw. auf ein Minimum zu beschränken, ist also das Entwässern von Mangannitrat, vorzugsweise im Vakuum bei einer solchen Temperatur, dass noch keine Zerlegung des Mangansalzes vorkommt. Die geringen Beschädigungen, die trotzdem noch auf die Oxydschicht gelangen, können nun mittels eines Nachformierprozesses wieder gutgemacht werden. Als Nachformierflüssigkeit können die normalen Formierflüssigkeiten, z. B. diejenigen auf Basis von Borsäure, verwendet werden.

Ein weiterer, wichtiger Punkt der Überlegung ist: trockenes Einbauen der Anode «ja» oder «nein». Dies wurde schon früher von *Schwarz, Werner* und *Gresh* [6] bemerkt, *Post* [5] dagegen macht hievon keine Meldung. Auch wir haben den Einfluss von Feuchtigkeit als wichtig festgestellt und konstatiert, dass die Kapazität und der Reststrom mit steigendem Feuch-

[1]) Vortrag, gehalten an der Elektronik-Tagung der Schweizerischen Fernseh-, Elektronik-, Radio/Phono-Ausstellung 1962 vom 31. August bis 3. September 1962 in Zürich.

[2]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

tigkeitsgehalt steigen. Da die Änderung der elektrischen Eigenschaften, insbesondere der Reststromanstieg, während des Gebrauchs nicht erwünscht ist, soll man Massnahmen treffen, den Feuchtigkeitsgehalt auf ein konstantes Niveau zu stellen. Selbstverständlich ist auch die Höhe dieses Niveaus ausserordentlich wichtig.

Zusammenfassend kommt man zu folgenden Arbeitsphasen während der Fabrikation:

a) Zusammenstellung der Anode aus geätzter Folie, Anodenstift und Anodendraht;

b) Wickeln der Anode mit geätzter Kathodenfolie, voneinander getrennt durch Glasfasergewebe;

c) Das elektrochemische Anbringen der Oxydschicht auf die Anode, der sog. Formierprozess;

d) Das Imprägnieren der Wickel mit $Mn(NO_3)_2 \times H_2O$, gefolgt von einem Pyrolyseprozess, wobei Mangannitrat in eine halbleitende Braunsteinschicht umgesetzt wird;

e) Die Behebung der Beschädigungen in der Oxydschicht, der sog. Nachformierprozess;

f) Einbauen des Kondensator-Körpers in den Becher; dabei wird die Kathode an den Becher geschweisst.

2. In Produktion genommene Kapazitäts und Spannungsreihen mit entsprechenden Abmessungen

Der trockene Aluminium-Kondensator nimmt, was Kapazität-Spannungsprodukt pro Volumeneinheit (KV-Produkt) betrifft, eine Zwischenposition ein zwischen dem sog. Langlebensdauer-Kondensator, welcher der beste Vertreter der Gruppe der nassen Aluminium-Kondensatoren ist, und dem trockenen Tantal-Kondensator (Sinterkörper). Dies wird klar aus Tabelle I.

KV-Produkt pro Volumeneinheit

Tabelle 1

Kondensatortyp	Abmessungen (mm)	µF·V/Becher	µF·V/cm³
Langlebensdauer-Kondensator	8,0 ⌀ × 22,0	160	145
	10,0 ⌀ × 22,0	320	185
Trockener Aluminium-Kondensator	6,4 ⌀ × 20,5	160	240
	8,0 ⌀ × 20,5	320	310
	10,0 ⌀ × 20,5	500	310
Trockener Tantal-Kondensator	3,2 ⌀ × 6,4	41...50	800...970
	4,5 ⌀ × 11,2	235...390	1370...2190
	7,1 ⌀ × 16,5	770...1200	1180...1840
	8,7 ⌀ × 19,0	1100...2400	970...2120

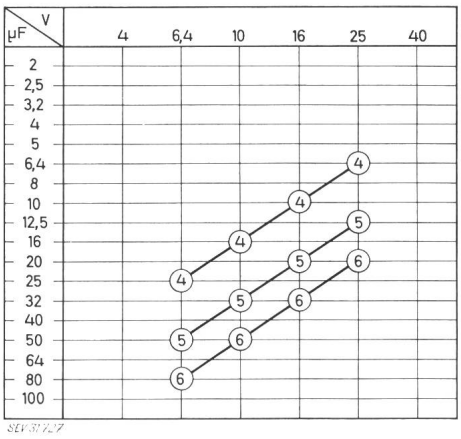


Fig. 1

In Produktion genommene Trocken-Aluminium-Kondensatoren

Becher Nr.	Nicht isoliert	Isoliert
4	6,4 ⌀ × 20,5 mm	6,6 ⌀ × 21 mm
5	8,0 ⌀ × 20,5 mm	8,3 ⌀ × 21 mm
6	10,0 ⌀ × 20,5 mm	10,3 ⌀ × 21 mm

Der Unterschied in µF·V/cm³ zwischen Langlebensdauer-Kondensatoren und den trockenen Aluminium-Kondensatoren liegt beim Ätzfaktor der Folien: Für die Langlebensdauer-Kondensatoren wird eine Folie mit niedrigem Ätzfaktor verwendet, für die trockenen Aluminium-Kondensatoren hingegen kommt eine hochgeätzte Folie zur Anwendung.

Die Verwendung von Folie mit niedrigem Ätzfaktor in den Langlebensdauer-Kondensatoren ist eine der Massnahmen, die eine Verbesserung der elektrischen Eigenschaften und eine lange Lebensdauer im Vergleich mit normalen, mit Elektrolyt-Flüssigkeit imprägnierten Kondensatoren zur Folge hat.

Der Unterschied in µF·V/cm³ zwischen trockenen Aluminium- und trockenen Tantal-Kondensatoren wird hauptsächlich verursacht durch den Unterschied im Wert der Dielektrizitätskonstante der Oxydschichten. Diese beträgt nämlich für Aluminiumoxyd 8,5 und für Tantaloxyd 28, also mit einen Faktor von 3,5 höher. Was das KV-Produkt pro Volumeneinheit anbelangt, ist ein Tantal-Kondensator besser als ein Aluminium-Kondensator.

Die für die Produktion gewählten Kapazitäts- und Spannungsreihen entsprechen den R10- bzw. R5-Reihen von Philips; das sind geometrische Reihen mit einem geometrischen Verhältnis von $\sqrt[10]{10}$ bzw. $\sqrt[5]{10}$, d. h.

für Kapazitäten: 1 — 1,25 — 1,6 — 2 — 2,5 — 3,2 — 4 — 5 — 6,4 — 8 — 10 . . .

für Spannungen: 1 — 1,6 — 2,5 — 4 — 6,4 — 10 . . .

Fig. 1 zeigt, welche Typen und Abmessungen zur Zeit bei Philips in Produktion sind.

3. Eigenschaften

Folgende Eigenschaften sollen besprochen werden:

a) Impedanz als Funktion der Temperatur bei verschiedenen Frequenzen;

b) Kapazität, Verlustwinkel und Impedanz als Funktion der Frequenz bei Zimmertemperatur;

c) Kapazität und Verlustwinkel als Funktion der Temperatur bei 50 Hz;

d) Reststrom als Funktion der Temperatur und der Zeit.

Dabei werden die Eigenschaften der trockenen Aluminium-Kondensatoren mit denen der Langlebensdauer-Kondensatoren und trockenen Tantal-Kondensatoren (Sinterkörper), und zwar für Kondensatoren mit etwa gleichen Kapazitäts- und Spannungswerten, verglichen.

3.1 Impedanz als Funktion der Temperatur bei verschiedenen Frequenzen

Eine wichtige Angabe ist das Verhalten von Elektrolyt-Kondensatoren bei höheren Frequenzen, z. B. 100 kHz und insbesondere die Zunahme der Impedanz bei tiefen Temperaturen (Fig. 2). Bei den mit Flüssigkeit imprägnierten Kondensatoren ist diese Zunahme erheblich, z. B. für die Langlebensdauer-Kondensatoren nimmt die Impedanz bei 100 kHz zwischen 20 °C und —40 °C von 2,5...240 Ω zu. Die Ursache ist die starke Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstandes der Flüssigkeit. Die Anwendung dieser Kondensatortypen bei tiefer Temperatur und hohen Frequenzen ergibt denn auch wegen dieser hohen Impedanz Schwierigkeiten.

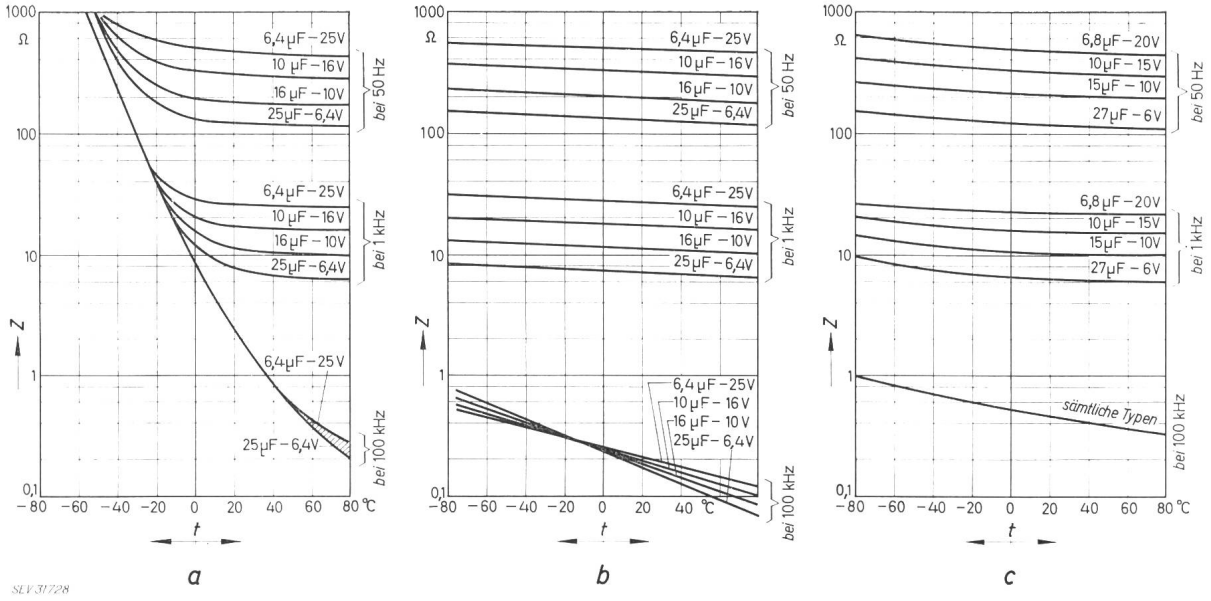


Fig. 2

Impedanz Z als Funktion der Temperatur t bei verschiedenen Frequenzen f

a Langlebensdauer-Kondensatoren; *b* trockene Aluminium-Kondensatoren; *c* trockene Tantal-Kondensatoren

Die Impedanz des trockenen Aluminium-Kondensators steigt von 0,2 auf 0,4 Ω und des trockenen Tantal-Kondensators von 0,5 auf 0,7 Ω. Diese beiden sind also in derselben Grössenordnung. Weiter ist zu bedenken, dass —40 °C nicht länger die untere Grenztemperatur des Aluminium-Kondensators ist; aus Fig. 2 geht hervor, dass bei —80 °C und bei 100 kHz die Impedanz etwa 0,6...0,8 Ω beträgt. Dies ist nur um einen Faktor 3...4 höher als der Wert bei 20 °C.

Auch bei niedrigen Frequenzen ergibt sich eine erhebliche Verbesserung. Tatsächlich besteht im ganzen Frequenzgebiet ein lineares Verhältnis zwischen Logarithmus der Impedanz und der Temperatur, während der absolute Wert der Impedanz bei 100 kHz sehr günstig ist, nämlich vollkommen gleichwertig oder etwas besser als bei den trockenen Tantal-Kondensatoren. Damit ist eine der frappantesten Eigenschaften des trockenen Tantal-Kondensators jetzt auch bei einem Aluminium-Kondensator realisiert worden.

3.2 Kapazität, Verlustwinkel und Impedanz als Funktion der Frequenz bei Zimmertemperatur

Fig. 3 zeigt, dass die Kapazität als Funktion der Frequenz bei den Aluminium-Kondensatoren stark abnimmt. Dies ist eine Eigenschaft, welche inhärent ist bei der Verwendung geätzter Folien, und zwar wird, je höher der Ätzfaktor ist, d. h. je feiner und tiefer die Poren der Folien sind, dieser Effekt stärker auftreten.

Bei steigender Frequenz wird nämlich der kapazitive Widerstand, also die Reaktanz, kleiner und wird allmählich klein in Bezug auf den Flüssigkeitswiderstand. Dies bedeutet, dass bei steigender Frequenz mehr und mehr Poren, erst die tiefsten und dann die weniger tiefen, nicht mehr zur Gesamtkapazität beitragen. Dieser Effekt ist bekannt als «Poreneffekt».

Der spezifische Widerstand der Halbleiterschicht ist nun um viele Zehner-Potenzen kleiner als jener der üblichen Elektrolyt-Flüssigkeiten, was zur Folge hat, dass dieser Poreneffekt nun erst bei viel höheren Frequenzen auftritt. Dies bedeutet, dass bei den betrachteten Frequenzen dieser Effekt bei einem grossen Teil von Kondensatoren bedeutungslos ist. Dies zeigt sich deutlich in Fig. 3: die Kurve des trockenen Aluminiumkondensators, welche aus hochgeätzter Folie hergestellt wird, liegt im gleichen Gebiet wie die Kurve des Langlebensdauer-Kondensators, die mit Folie mit normalem Ätzfaktor hergestellt wird. Die Kurven schneiden sich bei etwa 10 kHz; der trockene Aluminium-Kondensator hat also über 10 kHz noch bessere Frequenzeigenschaften als der Langlebensdauerkondensator.

Die Frequenzabhängigkeit der Kapazität könnte durch die Verwendung von Folie mit niedrigem Ätzfaktor oder eben glatter Folie noch erheblich verbessert werden. Dies würde aber selbstverständlich auf Kosten des KV-Produktes /cm³ gehen.

Beim trockenen Tantal-Kondensator mit seinem Sinterkörper mit relativ grossen Poren ist dieser Effekt sehr gering, wie aus Fig. 3 hervorgeht. Der Verlustfaktor oder tg δ ist ein Mass für die Abweichung vom idealen Kondensator. Bei höheren Frequenzen wird dieser hauptsächlich vom Ohmschen Widerstand der Flüssigkeit abhängen und bei niedrigen Frequenzen von den dielektrischen Verlusten.

Es wurde bereits erwähnt, dass die Rolle des Flüssigkeitswiderstandes bei steigender Frequenz immer

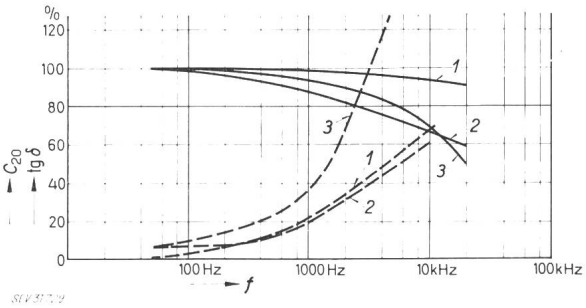


Fig. 3

Kapazität und Verlustfaktor als Funktion der Frequenz bei Raumtemperatur

C_{20} Kapazität bei 50 Hz, 20 °C; tg δ Verlustfaktor; f Frequenz
1 trockene Tantal-Kondensatoren, 15 µF, 10 V; *2* trockene Aluminium-Kondensatoren, 16 µF, 10 V; *3* Langlebensdauer-Kondensatoren, 16 µF, 10 V

——— Kapazität ---- Verlustfaktor

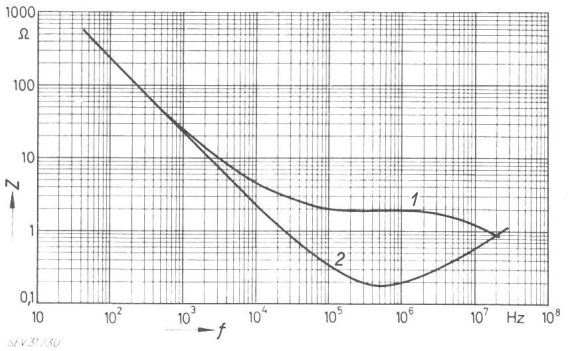


Fig. 4
Impedanz Z als Funktion der Frequenz f bei Raumtemperatur
1 Langlebensdauer-Kondensator, 6,4 µF, 25 V; *2* trockener Aluminium-Kondensator, 6,4 µF, 25 V

wichtiger wird, was sich notwendigerweise auch im Verhältnis zum Verlustfaktor äussern muss. Der Unterschied im spezifischen Widerstand zwischen Elektrolyt-Flüssigkeit und Halbleiterschicht hat also zur Folge, dass die Frequenzabhängigkeit des Verlustfaktors für die beiden trockenen Kondensatortypen bedeutend geringer ist als für den mit Elektrolyt-Flüssigkeit imprägnierten Langlebensdauer-Kondensator (s. Fig. 3).

Was die Impedanz als Funktion der Frequenz betrifft, zeigt Fig. 4, wie man aus dem Frequenzverhalten von Kapazität und Verlustfaktor erwarten darf, dass die beiden Kurven bei 1000 Hz nicht mehr zusammentreffen. Durch den doch viel höheren Verlustfaktor des Langlebensdauer-Kondensators sinkt die Impedanz als Funktion der Frequenz nicht so stark wie beim trockenen Aluminium-Kondensator. Über 10 kHz bleibt bei dem trockenen Aluminium-Kondensator die Kapazität höher und der Verlustfaktor bedeutend kleiner als bei dem Langlebensdauer-Kondensator, was zur Folge hat, dass die Unterschiede dort noch grösser werden. In der Nähe von 100 kHz wird beim Langlebensdauer-Kondensator die Impedanz von gleicher Grösse wie der Widerstand der Flüssigkeit; beim trockenen Aluminium-Kondensator wird dieser Punkt erst erreicht bei etwa 500 kHz, wo die Impedanz ebenso gross wie der Widerstand der Halbleiterschicht ist. Dort ist diese Impedanz ein Faktor 10 niedriger als beim Langlebensdauer-Kondensator.

3.3 Kapazität und Verlustfaktor als Funktion der Temperatur bei 50 Hz

Wie auch die Impedanz, ist die Temperaturabhängigkeit der Kapazität und des Verlustfaktors, gemessen bei einer Frequenz von 50 Hz, im Temperaturgebiet von —80...+85 °C sehr günstig, und zwar benimmt sich der trockene Aluminium-Kondensator genau so wie der trockene Tantal-Kondensator. So hat die Kapazität bei —80 °C, bezogen auf den Wert bei +20 °C, nur wenig (z. B. von 20 auf 16 µF) abgenommen. Der Verlustfaktor nimmt von 6 auf 9 % zu.

3.4 Reststrom als Funktion der Temperatur und der Zeit

Der Reststrom des trockenen Aluminium-Kondensators ist noch ziemlich hoch. Nun ist es so, dass bei den nassen Kondensatortypen die Lebensdauer des Kondensators zum grösseren Teil vom Elektrolyten der Flüssigkeit bestimmt wird. Eine Elektrolyse kann bei den trockenen Kondensatoren nicht auftreten. Deshalb gibt es vom Gesichtspunkt der Lebensdauer, betreffend einen höheren Reststrom bei diesem Kondensatortyp, keine Bedenken.

Fig. 5 zeigt den Reststrom als Funktion der Zeit nach Anlegung der Nennspannung. Daraus zeigt sich, dass auch hier die Verhältnisse von trockenen Aluminium- und Tantal-Kondensatoren dieselben sind, während dies für nasse Kondensatoren wegen der Nachformierungserscheinungen völlig anders ist. Weiter ist das Reststromniveau des trockenen Aluminium-Kondensators unabhängig von den Lagerzeiten. Das Verhalten des Reststromes als Funktion der Temperatur zeigt Fig. 6.

Es besteht für beide trockenen Kondensatortypen ein linearer Zusammenhang zwischen dem Logarithmus des Reststroms und der Temperatur. Das Niveau bei 20 °C liegt aber für die Aluminiumtypen einen Faktor 5 höher. Für nasse Elektrolyt-Kondensatoren ist der Anstieg, wie bekannt, viel grösser, das Niveau jedoch bedeutend niedriger.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der neue Kondensatortyp gegenüber dem trockenen Tantal-Kondensator, also dem besten, momentan bekannten, Elektrolyt-Kondensator, nur in drei Beziehungen weniger gut ist:

1. Das KV-Produkt/cm³ ist niedriger.
2. Der Kapazitätsabfall bei höheren Frequenzen ist grösser.
3. Das Reststromniveau liegt höher.

4. Lebensdauerprüfungen

Der trockene Aluminium-Kondensator enthält keine Flüssigkeit und kann deshalb nicht austrocknen, was wohl bei einem nassen Elektrolyt-Kondensator der Fall ist. Die Erscheinungen, die während des Trokkenprozesses auftreten, wie steigende Hochfrequenzimpedanz, steigender Verlustfaktor, sowie abnehmende Kapazität, werden also bei den trockenen Typen nicht festgestellt werden können. Dies wurde in Lebensdauerprüfungen bestätigt. Auf Grund dieser Prüfungen darf man erwarten, dass die Lebensdauer der trockenen Aluminium-Kondensatoren der Lebensdauer der trokkenen Tantal-Kondensatoren entspricht. Ein Beispiel gibt Tabelle II, welche die Ergebnisse einer 5000 Stunden-Prüfung zeigt. Aus der Tabelle II kann weiterhin entnommen werden, dass die Stabilität dieses neuen Kondensatortypes sehr gut ist.

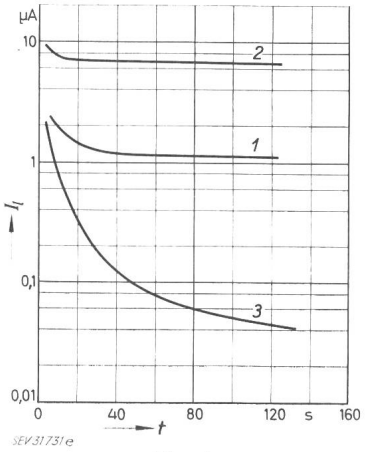


Fig. 5
Reststrom I_l als Funktion der Zeit t bei Nennspannung und Raumtemperatur
1 trockene Tantal-Kondensatoren, 15 µF, 10 V; *2* trockene Aluminium-Kondensatoren, 16 µF, 10 V; *3* Langlebensdauer-Kondensatoren, 16 µF, 10 V

5000-h-Lebensdauerprüfung eines trockenen Aluminium-Kondensators

Tabelle II

Typ: 6,4 µF, 25 V				
Zeit	Prüfbedingungen: 24 V⎓ + 0,7 V50 Hz Temperatur wechselnd: 12 h 70 °C 12 h 85 °C Messungen ausgeführt bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C			
h	Kapazität bei 50 Hz µF	tg δ bei 50 Hz %	Impedanz bei 100 kHz Ω	Reststrom µA
0	6,41	3,0	0,55	10,2
200	6,41	2,8	0,55	11,9
500	6,40	3,0	0,57	10,9
1000	6,39	3,0	0,58	10,8
2000	6,40	2,8	0,56	10,3
3000	6,35	3,0	0,63	6,3
4000	6,40	3,1	0,59	8,2
5000	6,35	3,0	0,57	7,6

Der Reststrom ändert sich wenig; die Änderung der Kapazität, des Verlustfaktors und der Hochfrequenzimpedanz ist äusserst gering. Spätere Prüfungen haben bewiesen, dass die heutige Ausführung bei voller Nennspannung dauernd bei 85 °C verwendet werden kann.

5. Anwendungsmöglichkeiten

Es ist schwer, in diesem Stadium viel über die Anwendungsmöglichkeiten dieses neuen Kondensators zu sagen. Im allgemeinen ist die Anwendung dort möglich, wo die sehr kleinen Abmessungen und doch noch etwas besseren Eigenschaften des trockenen Tantal-Kondensators nicht unbedingt notwendig sind, aber wo die konventionellen Kondensatortypen wegen der grossen Änderung ihrer Eigenschaften sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Temperaturen und wegen der Lebensdauer versagt haben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Verwendung für Entkopplungs- und Kopplungszwecke, evtl. auch in Zeitgliedern, im halbindustriellen und im industriellen Sektor möglich sein wird. Im Zusammenhang mit der Spannungsreihe werden transistorisierte oder Röhren-Geräte, die mit niedrigen Spannungen arbeiten, in Frage kommen.

6. Weitere Entwicklungen

An erster Stelle wird die Spannungsreihe erweitert werden, und zwar mit Einheiten für 4 und 40 V. Ausserdem wird ein kleiner Becher mit einem KV-Produkt von etwa 50...100 µF.V hinzugefügt werden.

Es wird auch versucht, das KV-Produkt pro Volumeneinheit zu vergrössern und es von 250 (300 µF.V/cm³) auf 500 (600 µF.V/cm³) zu bringen. Dies wird zur Folge haben, dass die Position des trockenen Aluminium-Kondensators noch erheblich verbessert werden kann. Weiter wird man mittels langfristiger Lebensdauerversuche Erfahrungen sammeln über die Zuverlässigkeit des Kondensators.

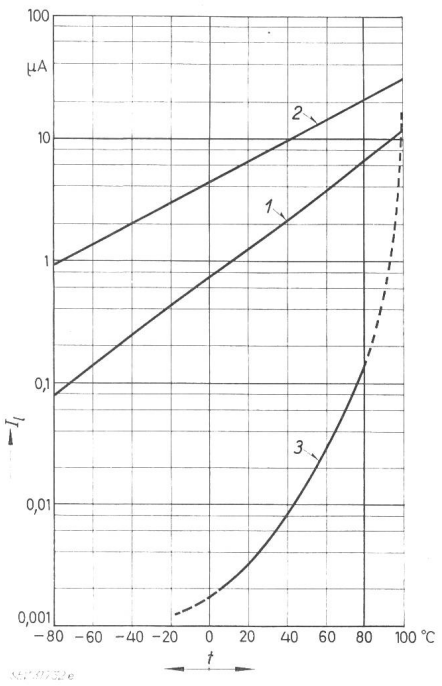


Fig. 6

Reststrom I_l als Funktion der Temperatur t

1 trockene Tantal-Kondensatoren, 15 µF, 10 V; *2* trockene Aluminium-Kondensatoren, 16 µF, 10 V; *3* Langlebensdauer-Kondensatoren, 16 µF, 10 V

Literatur

[1] *Church, H. F.:* The Dielectric Properties of Anodic Aluminium Oxide Films. Paper Nr. 3601 intern. conf. on comp. and mat, used in electr. eng. 12th—16th june 1961.

[2] *Wilson, R. F.* Co-op. electr. Res. (1962), S. 14...18.

[3] *Berry, R. W.* und *D. J. Sloan:* Tantalum Printed Capacitors. Proc. IRE 47(1959)6, S. 1070...1075.

[4] *McLean, D. A.* und *F. S. Power:* Tantalum Solid Electrolytic Capacitors. Proc. IRE 44(1956)7, S. 872...878.

[5] *Post, W.:* Solid Aluminium Electrolytic Capacitors with Etched Aluminium Foil. Trans. IRE, Component Parts, CP-9(1962)2, S. 53...57.

[6] *Schwarz, N., J. R. Werner* und *M. Gresh.* Proc. Conf. Electr. Ins. 1959, S. 41.

Adresse der Autoren:

Dr. *H. Hendriks, S. Boone* und *H. Voeten,* Entwicklungslaboratorium der N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Niederlande).

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzungen der CE 40, 48, 50 und 51 und der SC 50A und 50B vom 15. bis 27. Oktober 1962 in Nizza

CE 40, Condensateurs et résistances pour équipements électroniques

Das CE 40 tagte vom 15. bis 20. Oktober 1962 in Nizza unter dem Vorsitz von Dr. G. D. Reynolds (Grossbritannien). Vertreten waren 15 Nationalkomitees mit über 40 Delegierten, die in 9 halbtägigen Sitzungen die zahlreichen Traktanden zu erledigen suchten. Zur Behandlung lagen nebst mehreren Sekretariatsdokumenten vor allem die nationalen Stellungnahmen vor, die zu acht der 6-Monate-Regel unterstehenden Empfehlungen eingereicht worden waren. Da nicht mehr alle Sekretariatsentwürfe behandelt werden konnten, ist eine weitere Sitzung bereits für Juni 1963 in Norditalien vorgesehen. Die vom Sekretariat wie gewohnt vorbereiteten Übersichten der Stellungnahmen konnten leider anfänglich vom Tagungsbüro nicht rechtzeitig bereitgestellt werden, was eine gewisse Erschwerung der Verhandlungen bewirkte. Generell kann festgestellt werden, dass die in Interlaken beschlossenen, gründsätzlichen Neuerungen, welche inzwischen bei allen der Abstimmung unterliegenden Dokumenten berücksichtigt wurden, unangefochten blieben.