

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 52 (1961)  
**Heft:** 15

**Artikel:** La "mémoire" et l'absorption diélectrique d'un condensateur  
**Autor:** Boyer, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059069>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.01.2025

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

# BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Organe commun de l'Association Suisse des Electriciens (ASE)  
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS)

## La «mémoire» et l'absorption diélectrique d'un condensateur

Par P. Boyer, Fribourg

621.319.4

*L'auteur définit deux caractéristiques de plus en plus prises en considération dans l'étude des diélectriques utilisés dans les condensateurs: la «mémoire» et l'absorption diélectrique. Il situe leur importance en les comparant aux mesures usuelles du facteur de pertes  $\text{tg } \delta$  et de la résistance d'isolation en s'arrêtant à l'un ou l'autre cas particulièrement intéressant.*

*Der Autor erläutert zwei Kenngrößen, die beim Studium von Dielektrika für Kondensatoren in jüngster Zeit zu vermehrter Bedeutung gelangt sind: das Ladungshaltevermögen und die dielektrische Absorption. Er grenzt ihre Bedeutung ab, indem er sie mit den gebräuchlichen Messungen des  $\text{tg } \delta$  und des Isolationswiderstandes vergleicht und verschiedene interessante Fälle eingehender betrachtet.*

La connaissance du comportement des caractéristiques électriques d'un condensateur — capacité, facteur de pertes  $\text{tg } \delta$  et résistance d'isolation — en fonction de divers paramètres tels que la température, la fréquence et la tension permet à l'utilisateur et au fabricant de condensateurs de choisir ou de proposer pour chaque application l'exécution la plus appropriée.

Depuis quelques années, l'étude des diélectriques utilisés dans les condensateurs a été suffisamment poussée pour permettre l'élaboration ou la révision de spécifications aussi bien internationales que particulières à chaque pays en tenant compte des expériences et des avis des spécialistes les plus compétents.

Ces améliorations ont incité les chercheurs appartenant aux différents secteurs de l'industrie électrique à mettre au point de nouvelles méthodes d'investigation de l'état des isolants soumis à diverses sollicitations. Des notions inédites ont été ainsi définies dans les milieux initiés; elle ne se sont pas encore généralisées parce que, d'une part, leur utilité n'a pas été suffisamment démontrée et que, d'autre part, leur caractère même n'en rendait pas la diffusion nécessaire et immédiate.

A côté de l'étude du phénomène d'ionisation, la «mémoire» et l'absorption diélectrique d'un condensateur sont deux caractéristiques relativement nouvelles qu'il est intéressant de prendre en considération. Bien que les avis ne soient pas unanimes, il ne semble pas que l'évaluation de ces deux caractéristiques puisse évincer l'étude du comportement des propriétés usuelles telles que le facteur de pertes  $\text{tg } \delta$  et la résistance d'isolation. Sans leur conférer un rôle secondaire, il est, pour l'instant, préférable de leur attribuer un caractère de mesures de complément et d'information.

La définition et l'estimation de ces deux nouvelles caractéristiques — que nous donnerons plus loin — démontrent que la «mémoire» d'un condensateur est liée plus ou moins étroitement à la mesure de la résistance d'isolation alors que l'absorption diélectrique est

un phénomène dépendant essentiellement de la structure microscopique du diélectrique et son évaluation pourrait donc s'associer, ou même suppléer, à la mesure du facteur de pertes  $\text{tg } \delta$ .

### La «mémoire» d'un condensateur

La «mémoire» d'un condensateur est sa faculté de conserver sa charge initiale, ses armatures étant isolées au moment où cesse l'apport des charges sous une tension continue déterminée. La «mémoire» d'un condensateur est plus ou moins bonne selon la nature et l'épaisseur du diélectrique, selon sa construction, selon la température ambiante et l'importance de la tension de charge.

L'évaluation de la «mémoire» d'un condensateur a donc un but semblable à celui de la mesure de sa résistance d'isolation: estimer l'importance et l'efficacité de l'isolation du diélectrique. Les deux caractéristiques doivent néanmoins être distinguées:

1. L'apport d'énergie est continu lors de la mesure de la résistance d'isolation; il n'existe pas, après la période de charge du condensateur, dans l'épreuve de la «mémoire».

2. La mesure de la résistance d'isolation est, généralement, de courte durée (1 à 2 min); la «mémoire» d'un condensateur peut être sondée pendant une durée prolongée (10, 50, 250 voire 1000 h).

La qualité des condensateurs n'ayant qu'une seule couche de diélectrique (papier ou film synthétique) métallisé au zinc ou à l'aluminium, est beaucoup mieux révélée par la fidélité de leur «mémoire» que par la mesure de leur résistance d'isolation. Dans ce dernier cas, si la tension de mesure est supérieure à la tension minimum requise pour assurer une régénération correcte ou si l'apport énergétique du dispositif de mesure est suffisant pour permettre cette régénération du condensateur examiné, les défauts d'isolation (particules conductrices, trous microscopiques dans le diélectrique, migrations d'ions, etc.) seront malheureusement masqués. L'évaluation de la «mémoire» d'un condensateur

à diélectrique métallisé ne laisse subsister aucun doute sur la qualité de son isolation. La durée de l'examen devra naturellement être proportionnée aux exigences de l'utilisateur.

D'une manière générale, la «mémoire» des condensateurs à films synthétiques (polystyrène, téréphtalate de polyéthylène, polycarbonate) métallisés ou non mais dépourvus de points conducteurs ou de «trous d'épingle» et ayant une épaisseur suffisante, est remarquablement fidèle. Il n'est pas toujours possible de tenir les mêmes propos pour les condensateurs au papier dont la «mémoire» sera plus ou moins bonne selon leur isolation, leur construction et les propriétés des diélectriques d'imprégnation.

L'examen de la «mémoire» d'un condensateur ne nécessite par un appareillage onéreux; il est à la portée de tous les utilisateurs de condensateurs et leur

$$Q = CU$$

2. Apparition, avec un certain retard, de charges dues à la présence du diélectrique: ce sont les charges d'absorption.

3. Formation de charges de conduction lorsque le condensateur demeure relié au générateur de tension; l'examen de la fidélité de la «mémoire» n'est, en l'occurrence, pas considéré.

Lors de la décharge du même condensateur, on ne distingue que deux étapes:

1. La décharge initiale.

2. L'écoulement d'un courant de résorption identique au courant d'absorption (même variation en fonction du temps, amplitude égale) (Fig. 1).

Les courants d'absorption et de résorption (ce dernier étant effectivement mesuré à l'absorptiomètre de récurrence) permettent de donner une image plus ou moins fidèle de l'état du diélectrique.

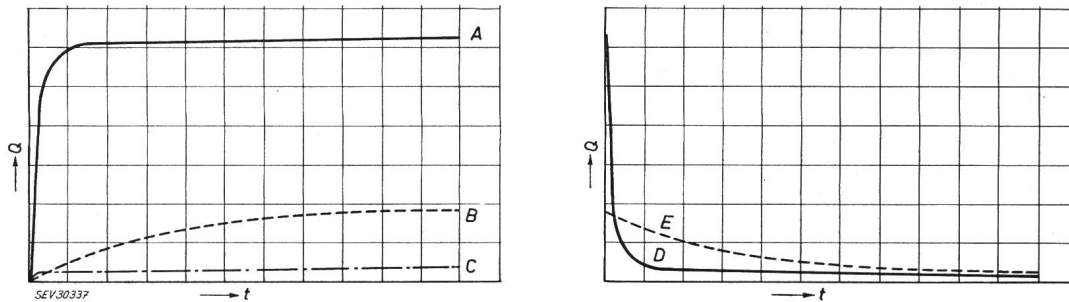


Fig. 1

Principe de la charge et de la décharge d'un condensateur (tension continue)

Q Charges; t temps; A charges selon la relation  $Q = CU$ ; B charges d'absorption; C charges de conduction; D décharge initiale; E charges de résorption

permet d'éviter l'introduction de condensateurs apparemment en bon état dans leurs circuits.

### L'absorption diélectrique

En France, le phénomène d'absorption a été l'objet d'études très sérieuses qui ont abouti à la construction d'un détecteur dénommé absorptiomètre à récurrence<sup>1)</sup>. Cet appareil, transportable, devrait permettre principalement aux utilisateurs des condensateurs pour l'amélioration du facteur de puissance de contrôler plus aisément l'état d'altération du diélectrique de ces condensateurs; en effet, la mesure classique du facteur de perte  $\text{tg } \delta$  n'est guère réalisable dans les conditions normales d'exploitation de ce type de condensateurs.

Le phénomène d'absorption dépend de la teneur en charges libres des diélectriques liquides ou solides amorphes utilisés pour l'imprégnation des condensateurs au papier; il est décelable par le courant résiduel s'écoulant immédiatement après la charge ou la décharge du condensateur et augmentant, généralement d'une manière irréversible, sous l'influence des sollicitations thermiques et électriques (vieillessement, ionisation, formation de vacuoles gazeuses) supportées par le diélectrique.

Lorsqu'une tension continue est appliquée aux bornes d'un condensateur, il est possible de distinguer trois phases successives dans le phénomène de charge:

1. Apport des charges normales selon la relation connue:

<sup>1)</sup> Fabre, J.: Un nouvel appareil d'essai des isolations au papier imprégné: L'absorptiomètre à récurrence. Rev. gén. Electr. 66(1957)9, p. 447...457.

L'expérience révèle une reproduction assez satisfaisante des mesures du courant de résorption mais une sensibilité discutable lorsque la détermination s'effectue à la température de  $20 \pm 5$  °C. Des condensateurs soumis à une épreuve d'endurance ont été examinés de la même manière à la température de 100 °C: les résultats obtenus ont été beaucoup plus intéressants. Simultanément, les mesures du facteur de pertes  $\text{tg } \delta$  (à 50 Hz et à 800 Hz) et de la résistance d'isolation étaient effectuées sur les mêmes condensateurs aussi bien à 20 °C qu'à 100 °C. La mesure du facteur de pertes  $\text{tg } \delta$  à température élevée, à la fréquence de 50 Hz sous une contrainte de 1 kV/mm, a été indiscutablement la plus révélatrice de l'évolution du vieillissement de ces condensateurs ayant une capacité de 10  $\mu\text{F}$  et une tension nominale de 1 kV.

Il semble donc que la détermination de l'absorption diélectrique ne pourra pas supplanter celle du facteur de pertes  $\text{tg } \delta$ ; dans les meilleures conditions, elle permet toutefois de confirmer les résultats de cette dernière mesure. Il est, en outre, probable que l'étude du seuil d'ionisation critique des diélectriques pourra apporter des résultats plus intéressants. L'avenir de cette dernière méthode sera assuré au moment où des dispositifs de mesure adéquats seront mis au point par les chercheurs et adoptés rationnellement aux besoins des utilisateurs.

### Conclusion

La «mémoire» et l'absorption diélectrique des condensateurs sont deux caractéristiques qui traduisent

plus ou moins sûrement l'état de leurs diélectriques. La fidélité de la «mémoire» des condensateurs à diélectrique métallisé permet d'estimer plus efficacement que la mesure de leur résistance d'isolation la stabilité et la qualité de ces condensateurs.

La mesure du courant d'absorption constitue une évaluation intéressante du vieillissement des conden-

sateurs au papier imprégné, particulièrement si elle est effectuée sur des pièces soumises à des températures élevées.

Adresse de l'auteur:

P. Boyer, physicien, Condensateurs Fribourg S. A., Fribourg.

## Über Leit- und Widerstandslacke

Von H. Metzler, Zürich

621.315.617.4

*Es wird kurz über Wesen und Anwendungsmöglichkeiten von Leit- und Widerstandslacken berichtet und auf weitere Entwicklungsmöglichkeiten hingewiesen.*

*L'auteur donne quelques renseignements sur la nature et les possibilités d'emploi de vernis conducteurs ou résistants, ainsi que sur les futurs développements dans ce domaine.*

Über das sehr interessante Gebiet der Leit- und Widerstandslacke besteht leider nur eine spärliche Literatur. Immerhin findet man einige Hinweise in den einschlägigen Patentschriften. Es steht fest, dass Metallüberzüge auf Glas, Porzellan und Glimmer mit nachträglichem Einbrennen schon um 1895 verwendet wurden.

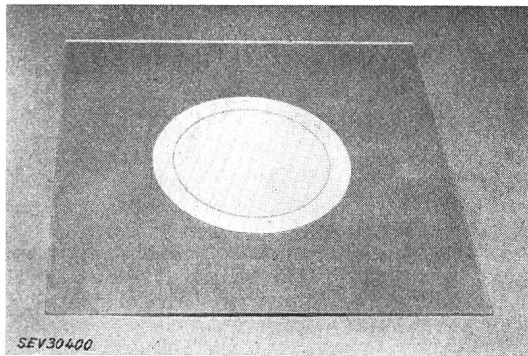


Fig. 1

Messkondensator mit Schutzring aus Leitsilber-Anstrich

Am 3. Oktober 1916 veröffentlichte J. E. Lilienfels aus Leipzig ein noch heute aktuelles Verfahren zur Herstellung von Widerstandslacken. Danach werden feinverteiltes Metall oder Russ in eine Bakelit-Harz-lösung (Phenol-Formaldehyd-Mischung) gebracht und nach dem Auftragen auf Dielektrika gehärtet. Diese sog. Novolacke sind noch heute weitverbreitete Anstriche.

Im weiteren wurden schon vor Jahren in Wasser aufgeschwemmter kolloidaler Russ und China-Tusche zum Aufbringen von Halbleiterschichten auf Isolierkörper verwendet.

Leitfarben und -lacke entsprechen den üblichen Ölfarben und Lacken, wobei an Stelle von oder zusätzlich zu Farbpigmenten Graphit, Russ, colloidale Metalle, Metalloxyde oder Halbleiter in feinstverteilter Zustand treten können. Diese Zusätze werden in ein Lösungsmittel gebracht, das Weichmacher, Bindemittel und Emulgatoren enthalten kann. (Die Leitfähigkeit der Lösungsmittel wurde durch Niesen<sup>1)</sup> neuerdings bestimmt.) Je nach Feinheit des leitenden Zusatzes (Graphit, Metall, usw.), Art der Emulgatoren und Verarbeitung entstehen von einer Aufschlemmung bis zu einer beständigen Emulsion verschiedene Produkte. Dabei ist zu beachten, dass auch bei der besten Verteilung

<sup>1)</sup> Niesen, H.: Die elektrische Leitfähigkeit von Lösungsmitteln, Weichmachern und Bindemitteln. Farbe u. Lack 67(1961)5, S. 229...301.

des leitenden Zusatzes mit Entmischungsvorgängen zu rechnen ist, die sich auf die Leitfähigkeit auswirken. Der Grund dafür liegt im grösseren spezifischen Gewicht der Zusätze gegenüber den Lösungs- und Bindemitteln, das ein Absinken der Zusätze während des Trocknungsprozesses bewirkt. Das Auftragen schlecht durchgemischter Leitlacke ergibt flächenmässig ungleiche Leitfähigkeiten. Aber auch bei gut emulgierten Zusätzen in feinstverteilter Zustand muss beim Trocknen mit dickenmässig ungleichen Leitfähigkeiten gerechnet werden.

Bei der Messung der Leitfähigkeit oder des Widerstandes eines aufgetragenen Lackes muss daher — wie bereits erwähnt — mit Inhomogenitäten gerechnet werden. Es empfiehlt sich deshalb den Durchgangswiderstand, den Oberflächenwiderstand und den Widerstand zwischen zwei bestimmten sog. Stöpseln zu messen und kombiniert zu interpretieren (siehe VDE 0303).

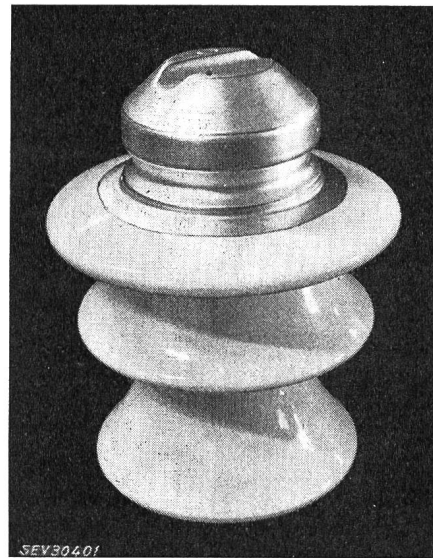


Fig. 2

Mit Widerstandslack-Anstrich entstörter Fahrleitungsisolator

Ein moderner, gewöhnlicher Lack weist einen grösseren Widerstand auf als dies bei Leitlacken der Fall ist. Der Oberflächenwiderstand eines herkömmlichen Lackes liegt bei  $10^{12} \Omega$  und der Durchgangswiderstand (bei einer Schichtdicke von 0,05 mm und einer Elektrodenfläche von  $20 \text{ cm}^2$ ) bei  $5 \cdot 10^4 \text{ M}\Omega$ . Durch die erwähnten Zusätze ist es möglich, den Widerstand der Lacke zu verringern, bzw. deren Leitfähigkeit zu