

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 46 (1955)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Contribution à l'étude du bruit de fond  
**Autor:** Borel, Jean-Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060914>

### **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:** 03.04.2025

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

maximale Einsinktiefe  $s = p_3 v d$  (34)

$$\text{Stossfunktion } F(t) = 0 \left| + v \frac{r}{p_3 d} e^{-\frac{r}{p_3 d} t} \right|_{-\infty}^{\infty} \quad (35)$$

Stossgrössen:

$$\begin{aligned} a &= \frac{v r}{p_3 d} \\ b &= \frac{p_3 d}{r} \\ J &= v \end{aligned} \quad (36)$$

Die Verhältnisse liegen also bei der zähen Unterlage ähnlich wie beim elastischen Stoss, nur dass hier die Abhängigkeiten von der Masse  $M$  die zweite Potenz von jenen beim elastischen Stoss haben.

## VII. Schlussfolgerungen

1. Die elastischen Teile eines gestossenen Körpers werden so zum Schwingen angeschlagen, dass ihre Geschwindigkeitsamplituden proportional zu den Amplituden der Fourieranalyse des Verlaufes der Beschleunigung des Stosses sind. Dasselbe gilt auch für die Wegamplitude des gestossenen Körpers und den Geschwindigkeitsverlauf des Stosses.

2. Die Frequenzspektren verschiedener Stossformen werden in groben Zügen durch die mittlere Stossdauer und das Beschleunigungsmaximum bestimmt und erst in zweiter Linie durch die übrige Stossform.

3. Der grösste Anteil der spezifischen Energie wird von Schwingungsgebilden aufgenommen, deren Eigenfrequenz in Hz kleiner als die reziproke mittlere Stossdauer ist. Ein Frequenzanalysator für mechanische Impulse lässt also Rückschlüsse auf die mittlere Stossdauer ziehen, besonders wenn er die Geschwindigkeitsamplituden wiedergibt.

4. Die mittlere Stossdauer wirkt sich auf die Breite des Spektrums aus, jedoch nicht auf die Höhe. Diese wird durch das Beschleunigungsmaximum bestimmt.

## Literatur

- [1] Weiss, A. von: Prüfverfahren und Ausführung stossfester Messwerke. Bull. SEV Bd. 45(1954), Nr. 23, 13. November, S. 972...977.
- [2] Sauter, F.: Differentialgleichungen der Physik. S. 19. Samml. Götschen Bd. 1070. Berlin: De Gruyter 1950.
- [3] Wagner, K. W.: Einführung in die Lehre von den Schwingungen und Wellen. S. 67 ff. Wiesbaden: Dietrich'sche Verlagsbuchhandlung 1947.
- [4] American Standard Specifications for Shock-Testing Mechanism for Electrical Indicating Instruments. New York: American Standards Association 1948.

Adresse des Autors:

K. Hintermann, Dr. phil. nat., Dipl. Ing., Eidg. Amt für Mass und Gewicht, Wildstrasse 3, Bern.

## Contribution à l'étude du bruit de fond

Extrait d'une conférence présentée à la journée du Comité National Suisse de l'Union Radio-Scientifique Internationale du 8 décembre 1954 à Zurich, par Jean-Pierre Borel, Lausanne

621.396.822

L'étude du bruit de fond a été introduite au laboratoire de Physique de l'École Polytechnique de l'Université de Lausanne (EPUL) sous la forme d'un travail d'équipe pour deux raisons principales:

1. Pour la réalisation d'appareils électroniques à hautes performances destinées à des recherches en résonance nucléaire.

2. Pour l'étude physique de certaines propriétés du corps solide et plus particulièrement des lames minces métalliques.

On sait que ces dernières constituent une classe à part de conducteurs [1 et 2]<sup>1)</sup>. En dessous d'une température critique, elles ont une résistivité très élevée à coefficient de température négatif et des caractéristiques tension courant incurvées. On attribue généralement ces «anomalies» à l'existence d'une structure dite «granulaire» ou «discontinue» ce qui est d'ailleurs justifié thermodynamiquement et observé au microscope électronique [2 et 3].

Dans ces conditions, la conduction obéit à des lois assez particulières, ce qui entraîne une émission de bruit de fond appelée «effet de scintillation» [1 et 2]. L'étude des fonctions aléatoires et de l'autocorrélation permet de faire une distinction entre les bruits à temps de corrélations microscopiques et les bruits à temps de corrélations macroscopiques.

Dans la première classe il faut ranger l'effet Johnson et l'effet de grenaille pur par exemple qui ont un spectre uniforme (tout au moins à des fréquences raisonnables).

Dans la seconde classe, on trouve le «Flicker noise» émis par les cathodes à oxydes et l'effet de scintillation des résistances parcourues par un courant continu. Il est difficile, dans ce cas, de prévoir la forme de la fonction d'autocorrélation et la densité spectrale ( $u^2$ ) qui en est la transformée de Fourier. Rappelons que la densité spectrale ainsi définie est égale à la valeur quadratique moyenne de la tension, ramenée à un cycle de bande passante.

<sup>1)</sup> voir la bibliographie à la fin de l'article.

Expérimentalement on trouve les résultats suivants:

1. Dans le cas du «Flicker noise» des cathodes on a [4]:

$$\bar{u}^2 \approx \frac{1}{f^{1,1}}$$

entre 10 Hz et 10 kHz ( $f$  étant la fréquence). D'autres auteurs [8] indiquent:

$$\bar{u}^2 \approx \frac{1}{f^{0,9}}$$

2. Dans le cas de dépôts de carbone on a [5]:

$$\bar{u}^2 \approx \frac{1}{f}$$

entre 600 Hz et 8 Hz.

3. Dans le cas d'une résistance en carbone agglomérée du commerce nous avons relevé au Laboratoire de Physique EPUL une loi sensiblement en:

$$\bar{u}^2 \approx \frac{1}{f}$$

entre 1 kHz et 100 kHz. Entre 15 Hz et 1 kHz la décroissance était un peu plus rapide.

4. Dans le cas d'une lame mince d'argent discontinue de 6 nm<sup>2</sup>) d'épaisseur nous avons mesuré une loi en:

$$\bar{u}^2 \approx \frac{1}{f^{0,9}}$$

entre 1 kHz et 100 kHz. Comme précédemment la décroissance était un peu plus rapide à des fréquences plus basses (entre 100 Hz et 1 kHz).

En résumé on a donc dans tous les phénomènes étudiés ici une densité spectrale  $\bar{u}^2 \approx \frac{1}{f^a}$ ,  $a$  étant indépendant de la fréquence et assez voisin de 1 lorsque la fréquence est assez élevée.

<sup>2)</sup> 1 nm = 10<sup>-9</sup> m = 10<sup>-6</sup> mm (1 millionième de mm).

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 219

Es folgen «Die Seiten des VSE»

Fortsetzung von Seite 206

Contribution à l'étude du bruit de fond (Fortsetzung)

Pour les lames minces d'argent discontinues ainsi que pour les résistances en carbone aggloméré que nous avons étudiées, le bruit de scintillation dépend du courant continu de la manière suivante (fig. 1):

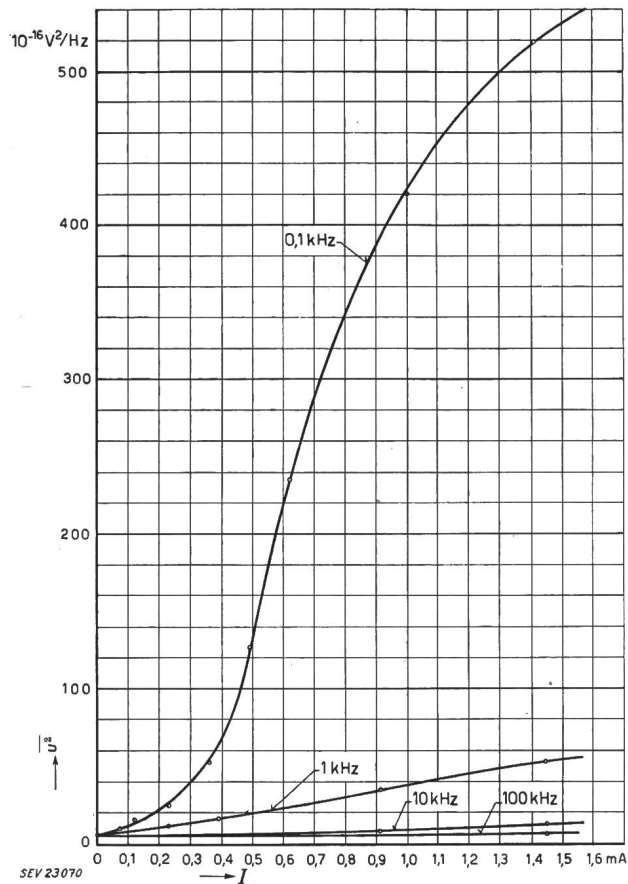


Fig. 1  
Bruit de scintillation  $\bar{u}^2$  en fonction du courant continu  $I$  traversant une lame d'argent de 6 nm d'épaisseur et d'une largeur de 4 cm

Pour de faibles valeurs du courant  $I$  on observe une loi du type:

$$\bar{u}^2 = K I^\alpha$$

où  $\alpha$  est une constante (qui vaut environ 2). A partir d'une certaine valeur de  $I$  on observe une croissance moins rapide de  $\bar{u}^2$  en fonction de  $I$  (saturation). Une étude faite sur plusieurs dépôts minces d'argent a montré que cet effet apparaît pour des courants plus faibles à 100 Hz qu'à 1 kHz ou 10 kHz.

Dans un très faible domaine d'épaisseurs autour de l'épaisseur critique les couches minces sont extrêmement instables et ont des propriétés mal définies. On les appelle couches de «transition». Leur instabilité peut donner lieu à un effet de scintillation très intense dans certains cas. Remarquons encore que la scintillation disparaît presque totalement au passage de l'épaisseur critique où les lames minces deviennent continues. Cette épaisseur critique est de 10 nm environ dans le cas de lames d'argent déposé sur un support de verre. Toutefois, l'utilisation de telles résistances en radio-technique ne va pas sans soulever des problèmes (stabilité, densité de courant limitée) que nous ne pouvons discuter ici.

L'appareil qui a été utilisé pour ces mesures est un amplificateur accordé à faible bruit propre. Il a déjà été décrit par ses auteurs dans une autre publication [6].

Literatur

- [1] Blanc-Lapierre, A. et M. Perrot: Conductibilité électrique des lames métalliques minces. Mémorial des sciences physiques, fasc. 57. Paris: Gauthier-Villars 1954.
- [2] Borel, J. P.: Thèse paraîtra prochainement.
- [3] Borel, J. P.: Lames minces métalliques et colloïdes. Helv. Phys. Acta t. 27(1954), n° 6, 15 novembre, p. 485...489.
- [4] Hannam, H. J. et A. van der Ziel: On the Flicker Noise Generated in an Interface Layer. J. appl. Phys. t. 25(1954), n° 10, octobre, p. 1336...1340.
- [5] Blanc-Lapierre, A., M. Perrot et N. Nifontoff: The Effect of Fluctuations in Thin Carbon Films. C. R. Acad. Sci., Paris, t. 233(1951), 16 juillet, p. 241...243.
- [6] Manus, C., J. P. Borel et R. Mercier: Description d'un analyseur spectral pour l'étude de l'effet de scintillation. Helv. Phys. Acta t. 27(1954), n° 6, 15 novembre, p. 497...502.
- [7] Koch, Milton E.: Measuring Noise in Resistors. Electronics t. 27(1954), n° 3, mars, p. 181...183.
- [8] Dalbert, J.: Bruit de fond des cathodes à oxydes. Vide t. 9(1954), n° 52/53, juillet/septembre, p. 200...202.

Adresse de l'auteur:

Jean-Pierre Borel, Laboratoire de Physique Technique de l'EPUL, 29, avenue de Cour, Lausanne.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Englische Betriebserfahrungen über Korrosionen an Stahlaluminium-Freileitungsseilen

620.193 : 621.315.145 : 621.315.53  
[Nach J. S. Forrest and J. M. Ward: Service Experience of the effect of corrosion on steel-cored-aluminium overhead-line conductors. Proc. Instn. Electr. Engrs. Part. II, Bd. 101 (1954), 81, Juni, S. 271...283 u. S. 283...290]

Beim Entwurf des englischen Hochspannungsnetzes wurden für die Freileitungen Stahlaluminiumseile gewählt; in den Jahren 1928...1933 wurden dann etwa 35 000 km Stahlaluminiumseil verlegt. Man hatte damals noch keine ausgedehnten Erfahrungen mit solchen Stromleitern in England und erwartete, dass durch Korrosionen Schwierigkeiten auftreten könnten, besonders in Industrie- und in Küstengegenden. Deshalb wurde im Jahre 1933 ein Prüfprogramm für Seilabschnitte aus ausgewählten Industrie- und Küstengegenden aufgestellt. Man wollte mit diesen Prüfungen die Verminderung der mechanischen und elektrischen Eigenschaften studieren, die die Stromleiterseile unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen erleiden. Es sollte danach möglich sein, die Lebensdauer der Seile abzuschätzen.

Seit 1934 wurden in gewissen Zeitabständen immer wieder Stahlaluminiumseile untersucht. In der Nachkriegszeit wurden die Prüfungen ausgedehnt, und es wurden nicht nur besonders gefährdete Seile aus Industrie- und Küstengegenden untersucht, sondern auch Seile, die den allgemein vor-

kommenden Verhältnissen entsprachen. Aus den 20jährigen Erfahrungen konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Die mittlere Verschlechterung von Stahlaluminiumseilen in Industriegebieten und Küstengegenden, ausgedrückt in Prozenten des mechanischen Festigkeitsverlustes des ganzen Seiles, beträgt 0,4...0,5 % pro Jahr, was einer mittleren Lebensdauer von 25...30 Jahren entspricht.

Der Grad der Verschlechterung ist je nach dem Ort sehr verschieden. Seile in stark industrialisierten Gebieten können eine Lebensdauer von 10 Jahren oder weniger aufweisen; in ländlichen Gegenden hingegen befinden sich viele Seile nach 20 Betriebsjahren noch in ausgezeichnetem Zustand, so dass eine Lebensdauer von mindestens 50 Jahren erwartet werden kann.

Im allgemeinen scheinen Stahlaluminium-Erdseile sich langsamer zu verschlechtern als Stahlaluminium-Stromleiterseile; die mittlere zu erwartende Lebensdauer der Erdseile beträgt 35...50 Jahre. Die Lebensdauer kann aber doch nur einige Jahre betragen, wenn ungeschützte Erdseile dem Wind und Meerwasserspritzern ausgesetzt sind; ein solches Erdseil musste nach 3 Jahren ersetzt werden.

Es können zwei Arten von Korrosionen unterschieden werden: die Industrie-Korrosion und die Küsten-Korrosion. In Industrie-Gebieten werden die äusseren Aluminiumober-