Analyse spectrale du bruit de fond à basses fréquences : cas de semi-conducteurs

Autor(en): **Mercier, R. / Verstraete, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **66 (1954-1957)**

Heft 296

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-274747

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

R. Mercier et P. Verstraete. — Analyse spectrale du bruit de fond à basses fréquences — Cas de semi-conducteurs.

Laboratoire de Physique technique de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne.

(Séance du 13 février 1957)

Les signaux parasites qui apparaissent à la sortie d'un amplificateur, lorsqu'aucun signal n'est appliqué à l'entrée, sont appelés *bruits de fond* et constituent une limite à la sensibilité de tout dispositif électronique. Il faut en effet que le signal à observer ressorte finalement du bruit de fond pour qu'on puisse le percevoir. On peut utiliser des montages spéciaux pour augmenter le rapport signal/bruit, mais de toute façon on aboutit à une limite, ce qui justifie déjà l'étude systématique des sources de bruit de fond.

D'une manière générale, tous les conducteurs [1] de l'électricité produisent un certain bruit de fond : résistances radio, tubes électroniques, semi-conducteurs, etc. Et la connaissance expérimentale de ce phénomène pour un élément considéré, en fonction de certains paramètres (courant moyen, température, dimensions de l'élément, etc.) fournit des renseignements sur sa structure; NIFONTOF (1), BOREL (2) ont entre autres étudié la structure de lames minces métalliques et de semi-conducteurs en mesurant le bruit de fond de ces éléments.

On distingue généralement trois catégories de bruit de fond :

a) *Effet Johnson* provenant de l'agitation thermique des électrons de conduction, et qui se manifeste même en l'absense de courant moyen.

b) *Effet grenaille* (Shot - Effect) provenant de la structure discontinue du courant électrique qui est ainsi la cause première de ce type de bruit de fond.

c) *Effet de scintillation* (Flicker - Effect) que l'on peut s'expliquer par des variations aléatoires de la résistance du conducteur.

1 Nous envisageons le mot «conducteur» dans son sens le plus général : milieu dans lequel se déplacent des charges électriques.

Nous avons particulièrement étudié ce dernier effet dans le cas des *semi-conducteurs*. Si l'on appelle $\overline{e^2(f)}$ la densité spectrale de la valeur quadratique moyenne de la tension de bruit, on trouve en général la loi :

(1) $\overline{e^2(f)} = C\, I^a / f^b$, où a, b, C sont des constantes, I le courant moyen traversant le semi-conducteur, et f la fréquence. La théorie et certaines expériences (3) prévoient que les exposants ont les valeurs : $a = 2$ et $b = 1$, c'est-à-dire :

(2) $\overline{e^2(f)} = C\, I^2 / f$.

Appareillage et résultats de mesures.

A part quelques perfectionnements, le dispositif est celui décrit par Borel, Manus et Mercier (4). Une pile alimente deux semi-conducteurs identiques montés en série, l'entrée de l'amplificateur de mesure étant connectée aux bornes de l'un des deux semi-conducteurs. Cet amplificateur est constitué d'un premier amplificateur à très faible bruit de fond propre, suivi d'un amplificateur sélectif faisant apparaître la densité spectrale du bruit, d'un amplificateur cathodyne réalisant l'adaptation d'impédance de la croix thermique Thl (apparition du carré de la densité spectrale de bruit). Finalement la tension produite par la croix thermique est mesurée par un galvanomètre enregistreur, ce qui permet de *mesurer* en fin de compte *la valeur moyenne du carré de la densité spectrale de bruit de fond*. La fréquence de mesure peut être variée de façon continue de 17 c/s à 1700 c/s, et le bruit de fond propre de l'installation, ramené à l'entrée, varie respectivement de 2.10^{-14} à 3.10^{-16} V^2 / c/s.

Entre autres résultats de mesures, nous donnons la densité spectrale du bruit de scintillation produit par une diode à jonction type p-n (OC 70 avec collecteur en l'air) parcourue par un courant inverse I (fig. 1).

Lorsqu'on applique la tension inverse aux bornes des deux diodes en série (3 à 4 V environ par diode), il faut attendre environ 6 heures jusqu'à ce que le courant I soit stable, et que le bruit mesuré présente un caractère stationnaire. Ce phénomène rend ainsi les mesures assez délicates, et de grandes précautions doivent être prises. Dans le sens normal de conduction des diodes, le bruit de scintillation est inférieur au bruit de fond propre de l'installation de mesure, et par conséquent impossible à mesurer par le dispositif construit.

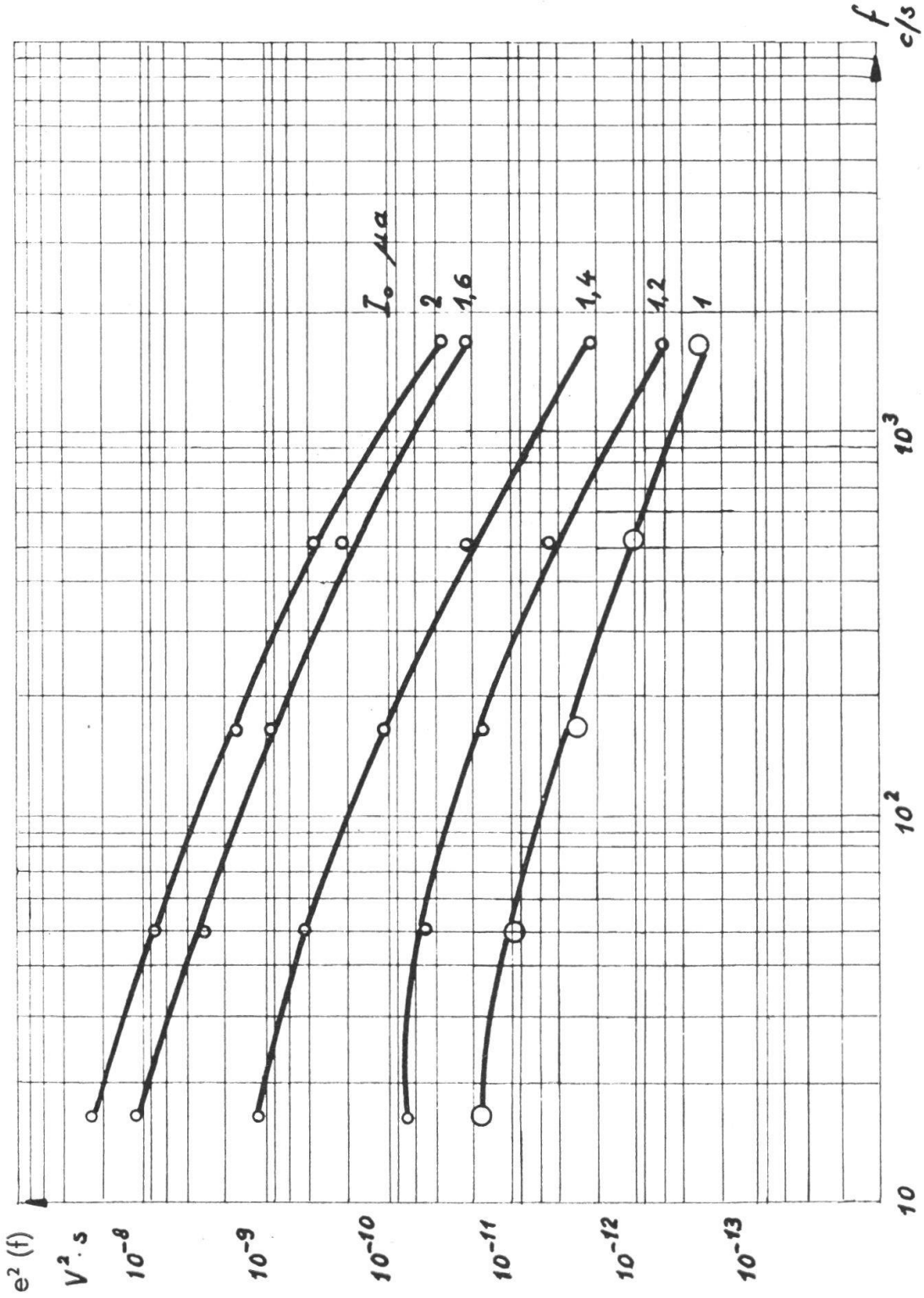

FIG. 1. — Bruit de fond de diodes à jonction (OC 70).

D'après les résultats de mesures (fig. 1), la loi générale (1) ne semble qu'une approximation très grossière, c'est-à-dire qu'elle n'est valable que dans un faible domaine de courant moyen et de fréquence. Si le courant moyen varie, la loi en f n'est plus la même, et inversement. On ne peut pas séparer l'influence du courant moyen de celle de la fréquence de mesure. Cependant on peut dire qu'en toute première approximation, la densité spectrale du bruit de scintillation produit par les diodes à jonction (type OC 70) suit une loi en 1/f et si le courant moyen augmente, on observe une saturation (pour $I = 2\ \mu A$).

BIBLIOGRAPHIE

1. NIFONTOF N. — Thèse, Université d'Alger (1955).
2. BOREL J.-P. — *Journ. Phys. et Rad.*, t. *17*, p. 224 (1956).
3. SURDIN M. — *Journ. Phys. et Rad.*, t. *12*, p. 777 (1951).
4. BOREL J.-P., MANUS C. et MERCIER R. — *Helv. Phys. Acta 28*, p. 454 (1955).