Considérations sur le choix de la méthode à utiliser pour des mesures de permittivité aux fréquences de 10 Hz à 50 MHz

Autor(en): **Lebrun, André**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **9 (1956)**

Heft 5: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-738993

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

Considérations sur le choix de la méthode à utiliser pour des mesures de permittivité aux fréquences de 10 Hz à 50 MHz

par André Lebrun

Laboratoire de radioélectricité et électronique de la Faculté des sciences de Lille.

La mesure de la permittivité ($\varepsilon^* = \varepsilon' - j\varepsilon''$) et l'étude de ses variations avec la substance, la fréquence et la température, donnent des renseignements intéressants sur la structure et sur les propriétés des diélectriques.

Il semble probable que le tracé du spectre hertzien (permittivité fonction de la fréquence et de la température) devienne une des mesures classiques de la chimie physique lorsqu'il pourra être obtenu d'une façon suffisamment rapide et précise. Pour la mesure, la substance est placée dans une « cellule capacitive », de capacités active et résiduelle γ et C; les composantes de l'admittance d'entrée de cette cellule sont alors:

$$B = -(C + \varepsilon'\gamma)\omega \qquad G = 1/R' = \gamma\omega\varepsilon''$$

Les méthodes à utiliser pour déterminer ε^* dans la gamme de fréquence la plus large possible, doivent donner directement des grandeurs proportionnelles à ε' et ε''. On est ainsi souvent amené à mesurer G et B et l'emploi d'admittancemètres (ponts Y, en particulier) est généralement plus commode que celui d'impédancemètres (ponts Z). Nous limiterons nos remarques aux ponts de type double T, Schéring Y, Sauty Y. Nous avons décrit ailleurs [1] un dispositif utilisant la résonance de tension, susceptible de donner rapidement, pour un certain nombre de diélectriques, une partie importante du spectre.

---

[1] Utilisation de la résonance de tension pour des mesures de permittivité à température variable, dans la bande de 1 à 50 MHz. *Onde électrique*, mai 1955, 35, 445.

Remarques sur quelques admittancemètres.

L'emploi du pont double T (schéma et relations, fig. 1) nécessite de nombreuses commutations: les bandes de fréquence et de conductance sont limitées et, dans la réalisation commerciale de General Radio, les substances à fortes pertes sont difficilement mesurables; la nécessité de faire un zéro à chaque fréquence et l'importance des corrections à effectuer aux fréquences supérieures à 20 MHz, en limitent aussi l'utilisation. Il faut toutefois remarquer qu'un ensemble de quadripoles « doubles T », *correspondant à un certain nombre de fréquences préréglées*, permettrait de tracer rapidement un spectre hertzien.

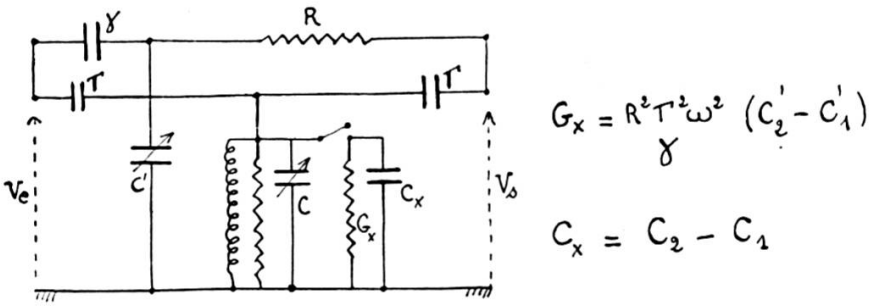


Fig. 1.
Double T.

Le Schéring Y (fig. 2) n'est pas, à notre connaissance, commercialisé (sauf le pont basse fréquence ZY de General Radio 10 Hz à 20 kHz).

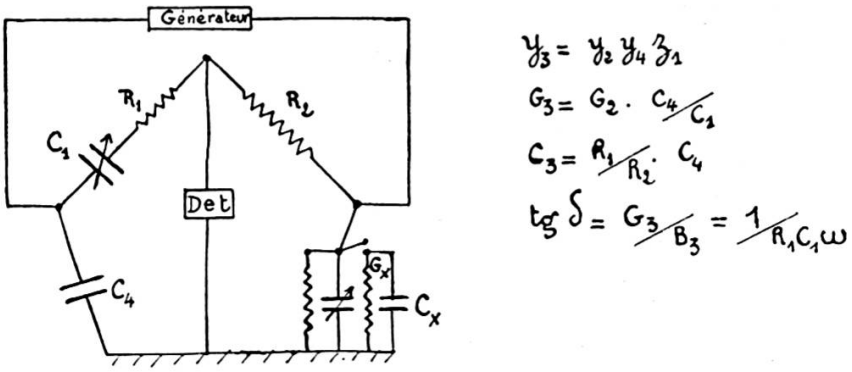
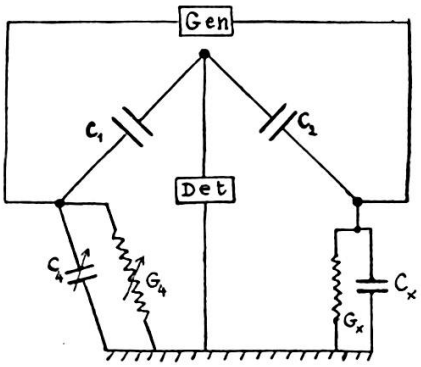


Fig. 2.
Schéring Y.

Nous avons, au laboratoire, utilisé en HF (10 kHz — 1 MHz), de façon très satisfaisante, des ponts du type «Schéring Y». Les éléments variables sont deux capacités. Il est cependant indispensable de prévoir des blindages très soignés et des commutations par rotacteur.

Les ponts du type « Sauty Y » (fig. 3) sont, à notre avis, les plus faciles à réaliser dans tous les laboratoires et les plus commodes d'emploi. Les mesures sont directes et la précision souvent excellente.



$$y_x = \frac{y_2}{y_1} \cdot y_4$$

$$C_x = \frac{C_2}{C_1} \cdot C_4$$

$$G_x = \frac{C_2}{C_1} \cdot G_4$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R_4 C_4 \omega}$$

Fig. 3.

Sauty Y.

Sous la forme la plus simple, ces ponts sont à « tête » équilibrée: deux résistances R_1 R_2 égales, ou mieux: deux capacités C_1 C_2 égales.

On place dans la branche 3 l'admittance à mesurer (G_x, B_x) et dans la branche 4, une capacité variable C_4 et une conductance variable G_4.

La réalisation d'un tel pont, parfaitement symétrique, présente cependant une difficulté réelle: obtenir une conductance G_4 largement et finement variable (10^{-2} à 10^{-6} mhos) dont la capacité parasite reste constante à toutes les fréquences (10 Hz à 50 MHz) et pour toutes les valeurs de la conductance.

Pour cette réalisation, nous avons essayé successivement:

1° des thermistances « perles » avec enroulement chauffant. Ces éléments présentent: *a)* une inertie thermique; *b)* une légère variation de capacité parasite de quelques 10^{-1} pF;

2° des « pistes » de potentiomètre graphité, en réduisant au minimum le curseur. Les résultats sont satisfaisants, mais l'ensemble manque de fidélité mécanique. Nous n'avons pas essayé les « pistes » moulées qui donneraient peut-être de meilleurs résultats;

3° nous avons utilisé les variations de résistance de triodes et de penthodes obtenues en modifiant la polarisation. Les résultats sont très satisfai-

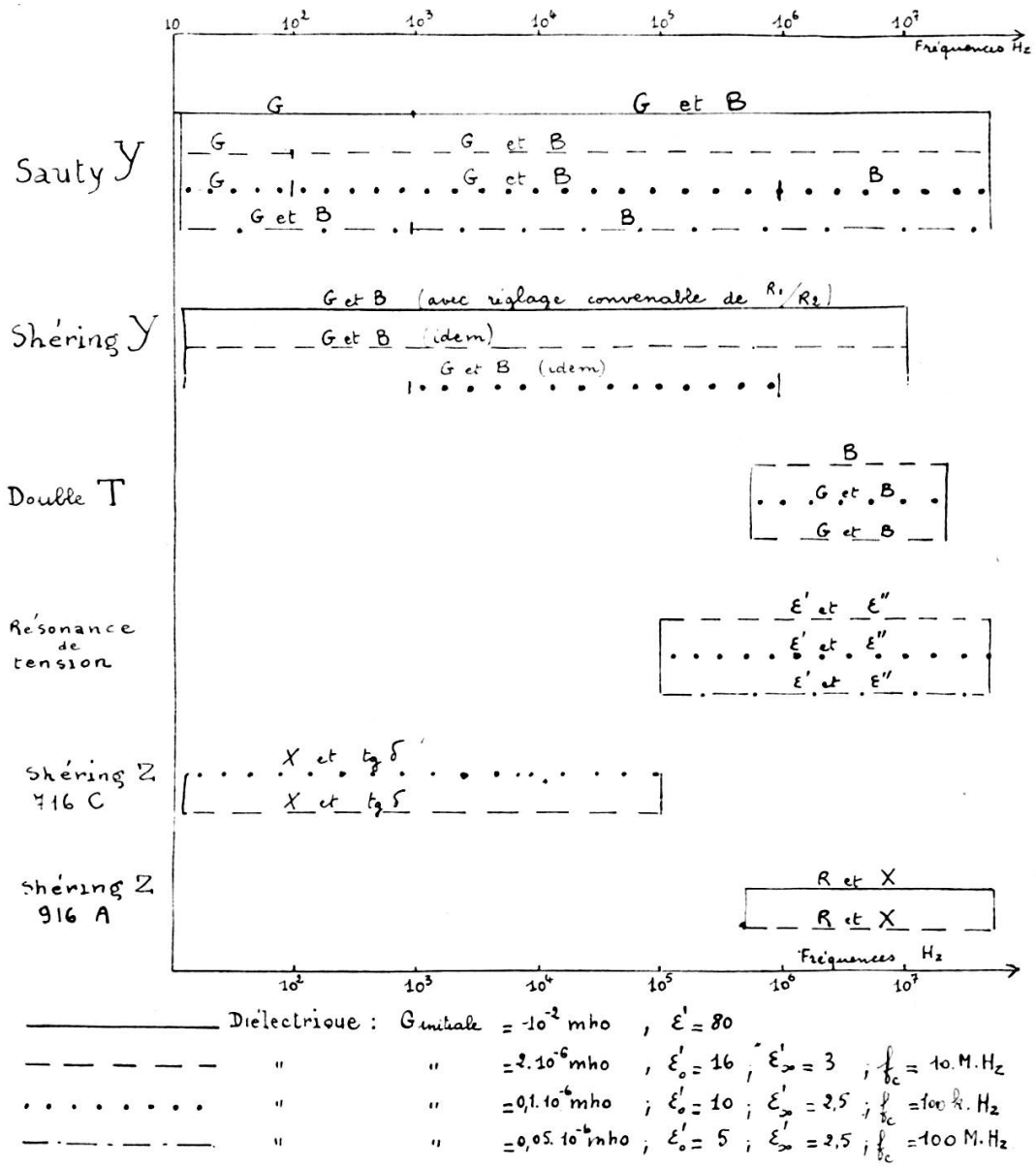


Fig. 4.

Tableau indiquant quelques mesures possibles pour des diélectriques donnés.

sants si on utilise une tension continue de l'ordre de quelques volts superposés à la tension alternative.

Cependant, durant la mesure, la cellule est soumise à une tension continue (2 à 3 volts) qui peut être gênante dans certains cas;

4° nous avons écarté les transistors jonction comme trop sensibles à la température et présentant des capacités parasites trop importantes aux fréquences les plus élevées;

5° enfin, nous avons utilisé pour réaliser G_4, un certain nombre de conductances fixes agencées pour présenter la même capacité parasite et nous avons réalisé ainsi un ensemble de trois ponts, couvrant la bande 10 Hz — 50 MHz. Le rapport $\frac{C_1}{C_2}$ peut prendre toutes les valeurs de 0,6 à 1,5 et les conductances G sont des multiples de 1, 2 et 5 μ mhos.

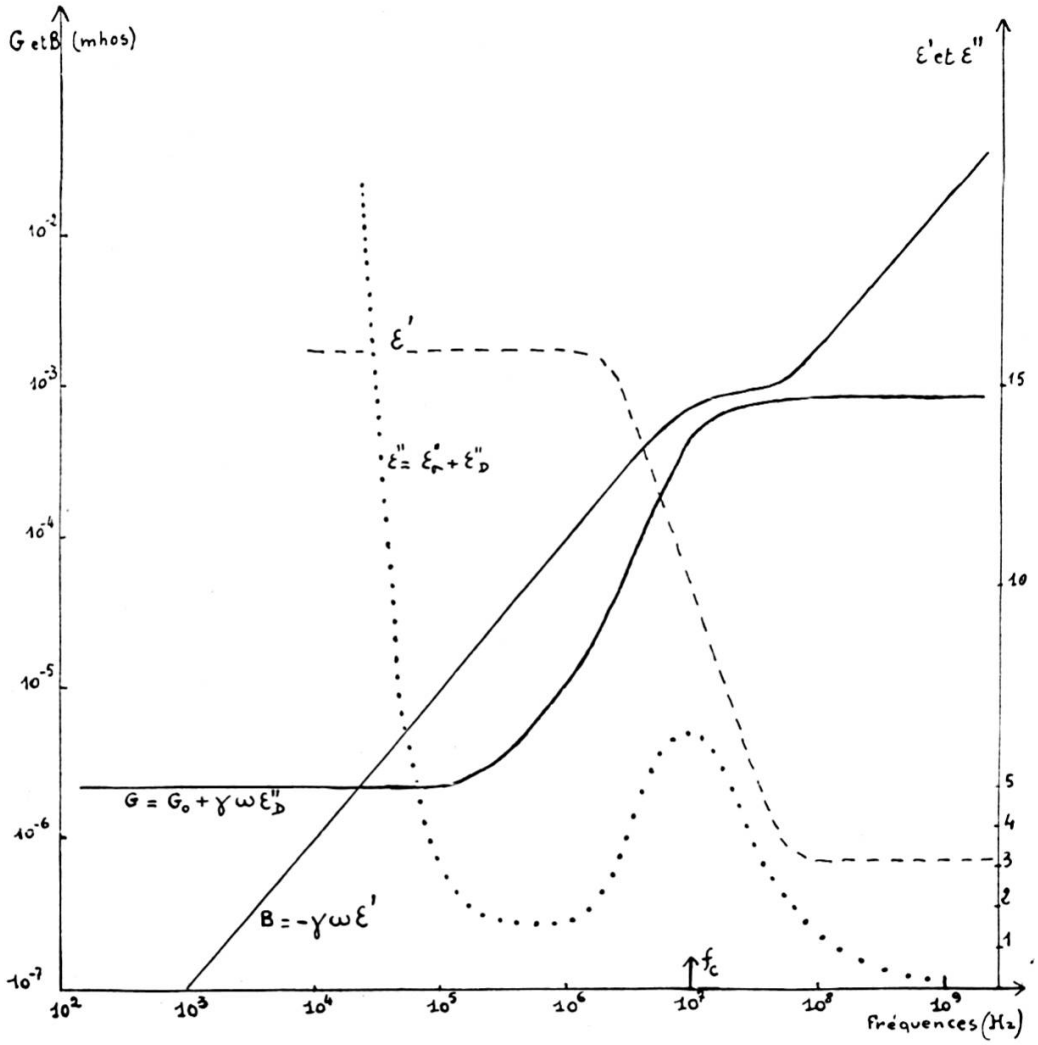


Fig. 5.

Valeurs de la conductance, de la susceptance, de ε' et ε'' pour une cellule (capacité active 1 pF) remplie d'un diélectrique.

On a: G initiale = 2.10^{-6} mho; $\varepsilon_0 = 16$, $\varepsilon_\infty = 3$; $f_c = 10$ MHz.

La précision la meilleure sur *l'ensemble* des deux termes est obtenue quand G_x et B_x sont du même ordre de grandeur (B_x englobant toutes les capacités résiduelles et parasites de la branche 3 du pont); les mesures

restent bonnes pour $0{,}02\ B_x < G_x < 50\ B_x$. Pour $G_x \gg B_x$ on a seulement une bonne précision sur G_x; pour $G_x \ll B_x$, on a seulement une bonne précision sur B_x et dans ce dernier cas, il faut préférer pour la mesure de ε'' les méthodes de résonance et les méthodes de ponts série (Schéring Z et Sauty Z).

Pour l'observation d'un phénomène pouvant être décrit par des équations analogues à celles intervenant dans la théorie de Debye, G est de l'ordre de B (fig. 5) et le pont de Sauty Y est parfaitement adapté à cette mesure; il permet un tracé immédiat du spectre.