Mesures des constantes de propagation d'ondes polarisées circulairement dans les ferrites

Autor(en): **Mayer, F.**

Objekttyp: **Article**

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

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

Heft 5: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-739021

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

Mesures des constantes de propagation d'ondes polarisées circulairement dans les ferrites

par F. Mayer

Laboratoire de Haute-Fréquence, Grenoble.

Il est intéressant de connaître le déphasage et l'atténuation que subit une onde polarisée circulairement + ou —, quand cette dernière passe dans un ferrite soumis à un champ longitudinal. A l'aide de notre montage

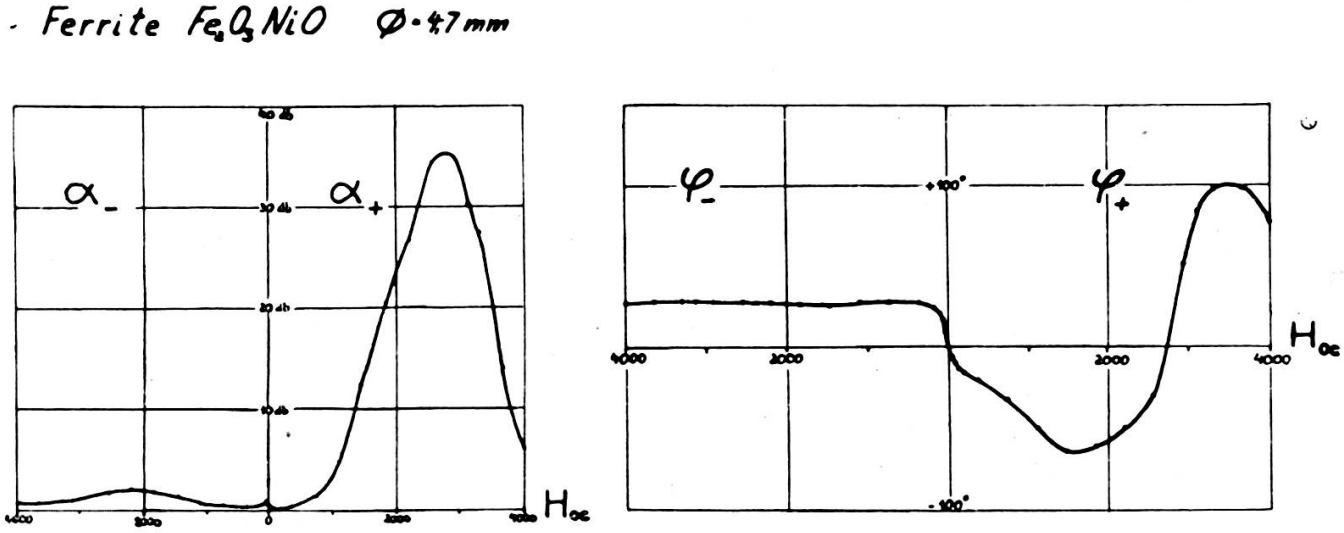

Fig. 1.

en pont [1], nous avons fait ces mesures sur divers ferrites à la fréquence de 9400 Mhz. La figure 1 montre les variations du déphasage $\varphi_\pm$ et de l'atténuation $\alpha_\pm$ subies au cours de la propagation dans un barreau mince de ferrite de nickel; les courbes de $\varphi_\pm$ ont une allure désormais classique; en effet, selon la théorie élémentaire de l'effet Faraday [2] pour des ondes planes:

$$\varphi_0 + \varphi_\pm = \omega\, l \left(\frac{\varepsilon}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\mu_0 + \frac{\gamma M_0}{\gamma H \pm \omega}\right)^{\frac{1}{2}}$$

M_0 étant l'aimantation du ferrite, H le champ interne, ε la permittivité, γ le rapport gyromagnétique, $\omega/2\pi$ la fréquence et l la longueur du milieu

traversé. La composante φ_- augmente pour varier peu après la saturation du ferrite, tandis que φ_+ diminue et suit une loi de dispersion, allant de pair avec l'absorption montrée en α_+. La rotation Faraday résultante:

$$\theta = \frac{1}{2}(\varphi_- - \varphi_+)$$

est positive en dessous de la résonance et négative au dessus, comme on pouvait s'y attendre.

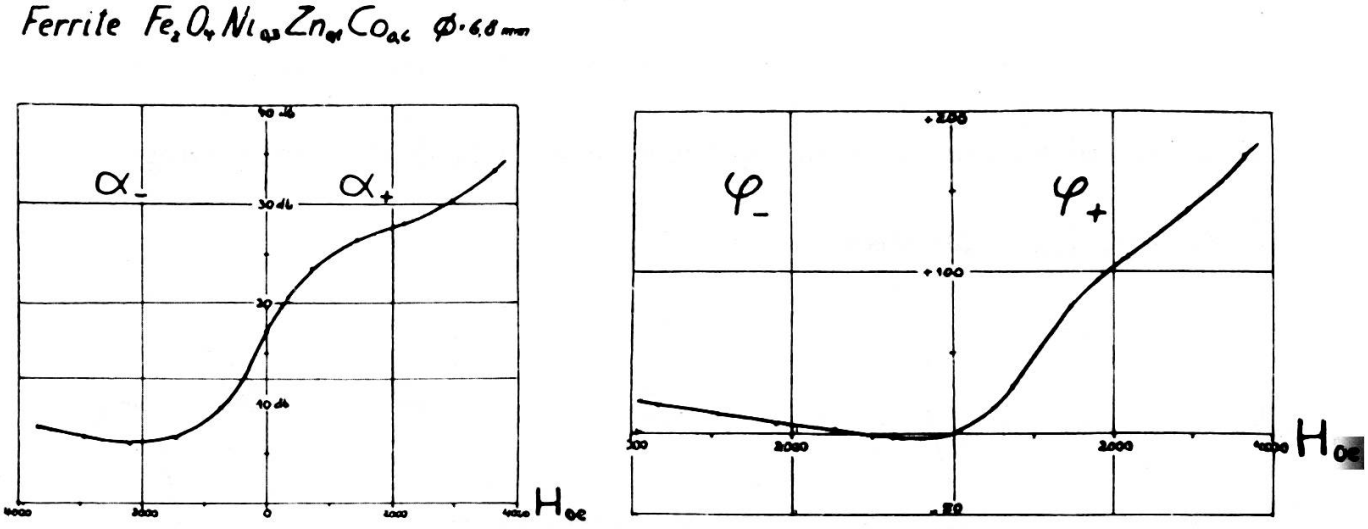

Fig. 2.

Les différences entre $\alpha_\pm$ montrent clairement l'utilité d'un tel ferrite pour la réalisation d'isolateurs en guide d'onde rectangulaire, appareils désormais classiques; à l'aide du ferrite de nickel ci-dessus, nous avons réalisé un isolateur ayant une atténuation directe inférieure à 0,5 db dans la bande 8500 à 10 000 Mhz et une atténuation inverse supérieure à 15 db dans la même bande.

Les mesures des constantes de propagation sur un ferrite ayant un champ d'anisotropie élevée (ferrite à fort pourcentage de cobalt) donnent des résultats très différents (fig. 2). φ_- est très faible et varie peu avec le champ; φ_+ augmente avec le champ. La rotation Faraday est donc négative (comme l'ont montré d'ailleurs les mesures directes de θ [3]. Ces résultats peuvent être expliqués qualitativement, en considérant que le champ interne dans le ferrite est la somme du champ d'anisotropie et du champ polarisant externe. Le champ d'anisotropie étant supérieur à 5000 Oe pour les ferrites riches en cobalt, on voit immédiatement que l'on est au-dessous de la

fréquence de résonance quel que soit le champ externe (qui ne dépasse pas 4000 Oe) car $|\gamma|(H_{anis} \pm H_{ext}) > \omega$, donc la rotation est négative. La variation de $\alpha_{\pm}$, très particulière, confirme ces considérations: α_- varie peu et α_+ augmente vers les champs forts, s'approchant de la résonance; les pertes de 6 db correspondant à α_- sont alors probablement dues aux pertes d'origine non magnétiques.

Ces courbes de $\alpha_{\pm}$ sont très intéressantes du point de vue pratique; en effet, on doit pouvoir réaliser des isolateurs dont le champ magnétique

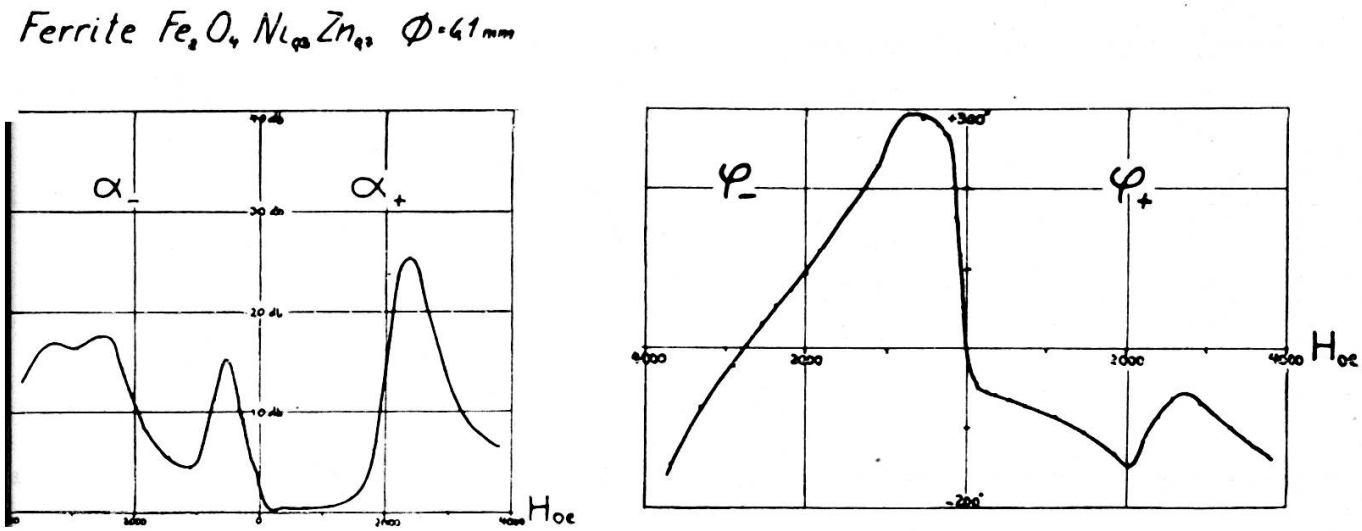

Fig. 3.

extérieur n'est pas critique, avec des ferrites à champ d'anisotropie élevé, tels que le ferrite ci-dessus.

Si le champ d'anisotropie est très élevé, comme c'est le cas du ferroxdure ($H_{anis} \cong 15.000$ Oe), le rapport α_+/α_- n'est pas intéressant ($\alpha_+ \cong \alpha_-$) car on est trop loin de la résonance à 9400 Mhz. Mais un tel ferrite pourrait convenir aux fréquences beaucoup plus élevées.

Nos mesures de $\varphi_{\pm}$ sur le ferrite de cuivre ont donné des résultats extrêmement variables avec l'échantillon et avec son traitement thermique. Les rotations négatives que l'on peut obtenir [4] correspondent à des courbes $\varphi_{\pm}$ et $\alpha_{\pm}$ essentiellement différentes de celles d'un ferrite avec champ d'anisotropie; cette rotation négative est probablement due à des effets d'aimantation de sous-réseaux. Il semble qu'on ne peut plus admettre qu'à la température ambiante les interactions négatives entre ions sur les sites A et B sont assez fortes pour entraîner l'alignement antiparallèle des moments de ions A et B; en d'autres termes, que l'aimantation spontanée résultante n'est plus la différence entre les aimantations des sous-réseaux. Nous

espérons pouvoir expliquer ces phénomènes en considérant les valeurs de $\varphi_{\pm}$ et de θ déduits du modèle de Bloch pour deux sous-réseaux; cette étude est en cours.

En présence d'un barreau de ferrite de plus gros diamètre, ou encore ayant une perméabilité plus élevée, des phénomènes parasites apparaissent. Ainsi la figure 3 montre les résultats de mesures pour un bâton de ferrite de nickel-zinc de $\varnothing = 6{,}1$ mm, de perméabilité de l'ordre de 20 (environ 10 pour le ferrite de nickel). Le déphasage φ_{+} ne change plus de signe; tout

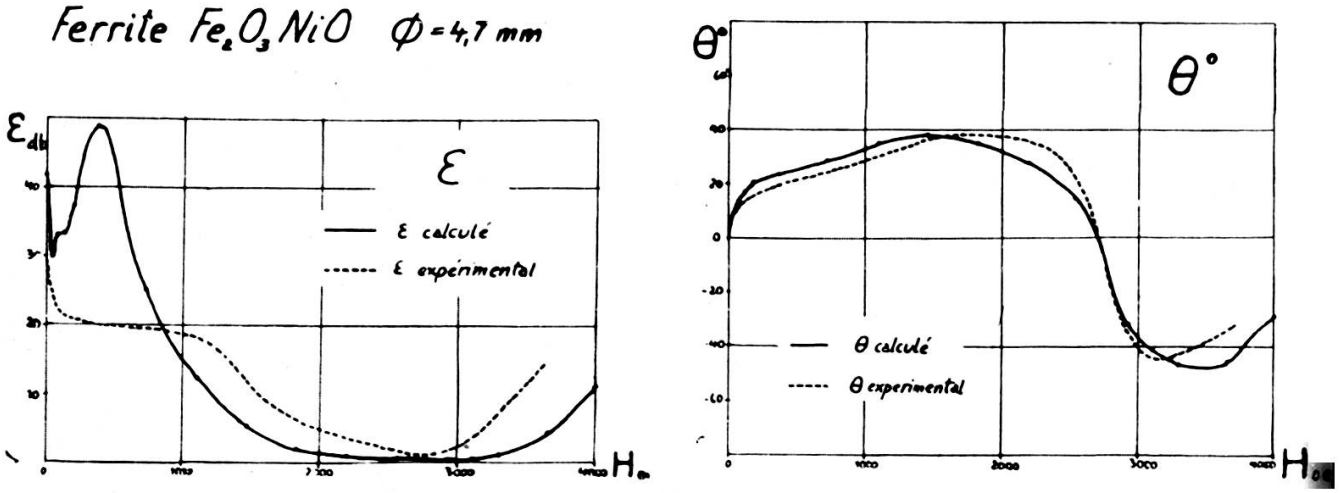

Fig. 4.

en gardant son allure caractéristique, la courbe conserve un maximum à la résonance. Par contre, l'absorption α_{-} n'est plus régulière; en effet, elle montre plusieurs bosses importantes. Le maximum aux champs faibles est dû probablement à un effet de résonance de cavité, tandis que la double bosse aux champs élevés est due à une conversion partielle de mode TE_{11} en mode TM_{11}; en effet, en présence de ce dernier mode, l'onde n'est plus polarisée circulairement-pure et la composante à polarisation circulaire + provoque une absorption, même si l'excitation se fait en mode TE_{11} purement circulaire négatif [5]. Le déphasage φ_{-} diminue rapidement aux champs élevés et devient négatif pour une valeur de champ correspondant à la résonance pour la polarisation +. Ceci semble confirmer la conversion de mode.

La figure 4 compare la rotation Faraday et l'ellipticité de l'onde calculées à partir des mesures expérimentales de $\varphi_{\pm}$ à celles mesurées directement. La concordance pour θ est bonne, mais les ellipticités calculées sont systématiquement trop petites; nous pensons que ceci peut être expliqué

par un élargissement de la courbe d'absorption dans la mesure de α_+, élargissement dû à une légère non-homogénéité du champ.

1. Benoit, J., Conférence à la 5e Section de la Société des radioélectriciens, mai 1955, à paraître dans l'*Onde électrique.*
2. Rowen, J. M., *Bell System T. Journal*, *32*, 1953, pp. 1333-1349.
3. Mayer, F., Coloque Ampère 1955, *Cahiers de Physique*, *62*, 1955, pp. 38-42.
4. Mayer, F., *C. R. Acad. Sciences*, *242*, pp. 81-83.
5. Fox, A. G., S. E. Miller, M. T. Weiss, *Bell System T. Journal*, 34, n° 1, 1955, pp. 5-103.