

Calcul et mesure de l'affaiblissement du à une plaquette mince de ferrite aimanté placée dans un guide rectangulaire à 3,7 GHz

Autor(en): **Dormann, Jean-Louis**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **13 (1960)**

Heft 9: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-738557>

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.

Calcul et mesure de l'affaiblissement dû à une plaquette mince de ferrite aimanté placée dans un guide rectangulaire à 3,7 GHz.

par Jean-Louis DORMANN

Laboratoire de Magnétisme et de Physique du Solide du C.N.R.S.
Bellevue (Seine-et-Oise).

Une plaquette de ferrite de longueur l , placée dans un guide rectangulaire et soumise à un champ magnétique continu, dispositif correspondant aux lignes à sens unique, provoque une atténuation de l'énergie électromagnétique. Nous savons qu'il se propage dans la ligne n modes de constantes de propagation γ_n et d'amplitudes différentes [1]. L'affaiblissement peut être dû d'une part à la création de modes presque évanescents nécessaires au réarrangement des ondes aux deux extrémités de la ligne et d'autre part, à l'amortissement des modes transportant de la puissance.

I. PERTE DE PUISSANCE DUE AUX EXTRÉMITÉS; INFLUENCE DE LA LONGUEUR DE LA LIGNE.

Etudions les différents modes transmis; leur constante de propagation γ_n peut s'écrire:

$$\gamma_n = -(\gamma'_n + j\gamma''_n)$$

La numération est faite de telle façon que $\gamma'_{(n+1)} > \gamma'_n$. Comme le facteur de propagation est $e^{\gamma_n y}$, seuls les modes ayant un γ'_n très faible se propagent jusqu'à la fin de la ligne sans être trop atténués; appelons P_n la puissance correspondant à chaque mode. Après la première transition (prenons $y = 0$), nous avons:

$$\begin{aligned} P_1 &= K_1 P_e \\ P_2 &= K_2 P_e \\ \dots &\dots \quad \text{avec } \sum_n K_n = 1 \\ P_n &= K_n P_e \end{aligned}$$

Supposons par exemple que seuls les deux premiers modes ne soient pas trop atténués à la fin de la ligne, pour $y = l$. La puissance transmise est:

$$P_t = P_e [K_1 e^{-2\gamma_1' l} + K_2 e^{-2\gamma_2' l}]$$

l'atténuation est en décibels:

$$A \simeq 4,34 \log \frac{P_t}{P_e} \simeq 4,34 \log [K_1 e^{-2\gamma_1' l} + K_2 e^{-2\gamma_2' l}]$$

Lorsque K_2 est petit devant K_1 , γ_2' grand devant γ_1' (Le premier mode est donc prépondérant), la courbe $A = f(l)$ est presque une droite passant par l'origine. Or expérimentalement, si nous traçons $A = f(l)$ pour des positions « c » différentes de la plaquette dans le guide, nous trouvons un réseau de droites passant par l'origine. Par conséquent, les pertes dues aux extrémités sont négligeables et seul le premier mode transporte de la puissance.

II. PERTE DE PUISSANCE DUE A L'AMORTISSEMENT; INFLUENCE DE L'ÉPAISSEUR 2α DE LA PLAQUETTE.

Nous ne savons pas résoudre directement le système donnant γ . Par contre, si l'épaisseur de la plaquette est très faible, nous avons:

$$\left. \begin{aligned} \nu_a &= \sqrt{\gamma^2 + \omega^2 \epsilon_0 \mu_0} = \frac{\pi}{b} + p \\ p &= p' + jp'' \quad p \text{ petit devant } \frac{\pi}{b} \end{aligned} \right\} \quad (b \text{ largeur du guide}) \quad (1)$$

En développant le système en α et p et en nous limitant au terme du premier degré, en prenant le facteur démagnétisant N_y nul, nous obtenons:

$$\left. \begin{aligned} & -\frac{pb^2}{\pi\alpha} - \left[\frac{\mu_1\mu_2 - K_1K_2}{\mu_0\mu_1} + \frac{\mu_0}{\mu_1} - 2 + \frac{4b^2}{\lambda^2} \left(\epsilon_r - \frac{\mu_0}{\mu_1} \right) \right] + \\ & + \left[\frac{\mu_1\mu_2 - K_1K_2}{\mu_0\mu_1} - \frac{\mu_0}{\mu_1} - \frac{4b^2}{\lambda^2} \left(\epsilon_r - \frac{\mu_0}{\mu_1} \right) \right] \cos \frac{\pi}{b} (b - 2c) + \\ & + j\gamma_0 \frac{K_1 + K_2}{\mu_1} \sin \frac{\pi}{b} (b - 2c) = 0 \\ \gamma_0 &= -\sqrt{1 - \frac{4b^2}{\lambda^2}} \qquad \qquad \qquad \gamma = \frac{\pi}{b} \gamma_0 + \frac{p}{\gamma_0} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

λ longueur d'onde dans le vide; $\frac{\pi}{b} \gamma_0$ constante de propagation du mode TE_{01} dans l'air; ϵ_r permittivité relative du ferrite; $\mu_1 \mu_2 K_1 K_2$ composantes du tenseur de perméabilité.

L'affaiblissement du mode est égal à :

$$A = 8,38 \frac{l}{\gamma_0} p'' \quad \text{en décibels.} \quad (3)$$

Par conséquent, la courbe $A = f(c)$ a une forme sinusoïdale, et, le minimum et le maximum sont obtenus pour deux valeurs de c distantes de b ; d'autre part, A est proportionnel à α : ces propriétés pourront servir de critère pour

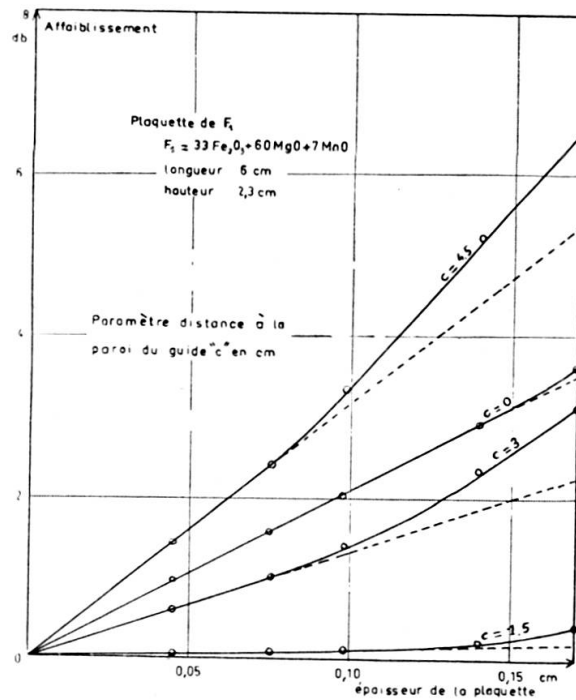


FIGURE 1

déterminer si (2) est valable. Traçons expérimentalement $A = f(\alpha)$ pour différentes valeurs de « c » (figure 1); nous voyons que la proportionnalité à α est respectée pour des valeurs de $2\alpha \leq 0,9$ cm.

III. VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE DE LA FORMULE DONNANT L'AFFAIBLISSEMENT.

Il faut déterminer μ_1 , μ_2 , K_1 , K_2 et ϵ_r'' pour vérifier l'équation (2). Nous mesurons ϵ_r'' par la méthode de la ligne fendue; pour calculer les différentes composantes du tenseur de perméabilité à partir des formules de Hogan [2, 1], les mesures de la largeur de ligne, du rapport gyromagnétique, du moment à saturation et du champ continu appliqué sont nécessaires. Le

rapport gyromagnétique et la largeur de ligne sont mesurés en cavité par une méthode directe [3]. Représentons sur la figure (2) $A = f(c)$ mesuré directement en guide rectangulaire (courbe en pointillés) et $A = f(c)$ calculé à partir de l'équation (2) (courbe en plein), tracés pour deux épaisseurs différentes. Nous obtenons une assez bonne vérification, compte-tenu des erreurs faites sur les six mesures expérimentales nécessaires.

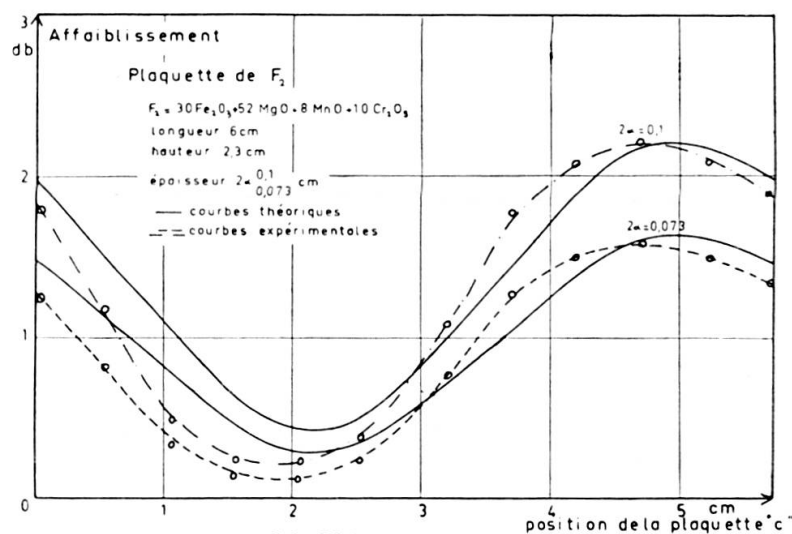


FIGURE 2

L'équation (2) peut donc être considérée comme valable; à l'aide de celle-ci, nous pourrions calculer les valeurs optimales des paramètres donnant aux lignes à sens unique les meilleures performances pour cette configuration.

BIBLIOGRAPHIE

1. DORMANN, J.-L., *Thèse Paris* (1960).
2. HOGAN, C. L., *Bell Syst. Tech. J.*, 31, 1-31 (Janv. 52).
3. BERTEAUD, A.-J., *Thèse Paris* (1960).