Atténuateur-découpleur variable à résonance ferromagnétique pour la bande X

Autor(en): **Benoit, J. / Lagarrigue, J.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **10 (1957)**

Heft 6: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-738771

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

Atténuateur-découpleur variable à résonance ferromagnétique pour la bande X

par J. Benoit et J. Lagarrigue
Laboratoire de haute fréquence, Grenoble

I. Introduction

Les atténuateurs à lame résistive mobile utilisés couramment dans la bande X, ont l'inconvénient, lorsque le niveau d'atténuation est faible, de ne ménager aucun découplage entre le générateur et la charge. Si l'on veut alors que les variations de la charge soient sans action sur le générateur, il faut associer à l'atténuateur un découpleur sans pertes. On augmente par suite l'encombrement et le prix de revient de l'installation.

Il nous a donc paru utile de réaliser un appareil présentant à la fois les qualités d'un découpleur et d'un atténuateur variable à faibles pertes d'insertion.

2. Principe de l'atténuateur-découpleur

Il est bien connu [1] qu'un découpleur peut être réalisé avec une lamelle mince de ferrite placée longitudinalement dans un guide rectangulaire (mode TE_{10}) et soumise à un champ magnétique statique H_0 perpendiculaire au champ magnétique UHF. Elle est en effet le siège d'une résonance ferromagnétique maxima lorsqu'elle se trouve placée à une distance S_1 (figure 1) telle que le champ UHF soit polarisé circulairement avec un sens de rotation que nous appellerons positif, qui concorde avec celui de la précession des spins imposé par le sens du champ statique H_0 (c'est-à-dire tournant dans le sens du courant magnétisant capable de créer le champ H_0). L'absorption consécutive d'énergie UHF a donc lieu en S_1 uniquement pour un sens de propagation de l'onde TE_{10}; si celle-ci vient dans le sens inverse, la polarisation circulaire en S_1 est inversée et il n'y a donc plus de résonance en S_1; il faudrait alors placer au contraire la lame en S_2 pour retrouver une absorption par résonance.

Ceci étant rappelé, considérons l'onde progressive TE_{10} venant dans le sens $\xrightarrow{1}$ supposé tel qu'il y ait résonance dans la position S_1 et déplaçons l'ensemble ferrite et aimant jusqu'à S_2. La lamelle se trouve successivement soumise à un champ magnétique UHF à polarisation circulaire positive, puis elliptique positive, puis rectiligne, puis à nouveau elliptique mais négative, enfin circulaire négative.

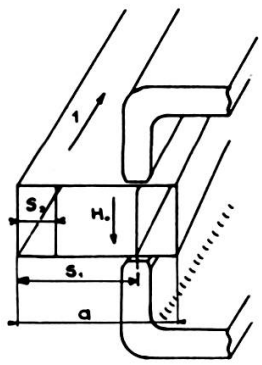
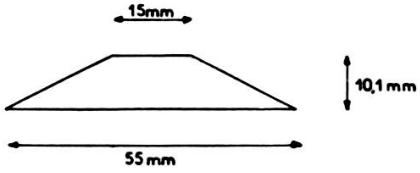


Figure 1



épaisseur de la lamelle 0,4 mm

Figure 2

Dans chaque position le champ magnétique UHF peut être considéré comme la résultante de deux composantes.

L'atténuation produite par résonance ferromagnétique variera en fonction de S comme l'amplitude de la composante circulaire positive, c'est-à-dire d'un maximum pour $S = S_1$ à, en principe, zéro pour $S = S_2$.

Si maintenant on suppose qu'au delà de l'atténuateur se trouve un obstacle ayant un coefficient de réflexion quelconque, l'onde réfléchie venant dans le sens $\xrightarrow{2}$ inverse de $\xrightarrow{1}$ sera au contraire peu atténuée pour $S = S_1$ et très atténuée pour $S = S_2$. Quand S varie, la somme des atténuations subies dans le sens $\xrightarrow{1}$ et le sens $\xrightarrow{2}$ reste à peu près constante, si bien que

l'onde qui revient au générateur est dans tous les cas à un niveau très faible par rapport à celui de l'onde directe issue du générateur.

L'appareil constituera donc simultanément un atténuateur variable et un découpleur efficace.

3. Influence de la fréquence

Les positions S_1 et S_2 pour lesquelles l'atténuation directe est maximum et minimum sont données par:

$$tg\,\frac{\pi S_1}{a} = \frac{-1}{\sqrt{4\,a^2\,\varepsilon\mu f^2 - 1}} \quad \text{et} \quad tg\,\frac{\pi S_2}{a} = \frac{1}{\sqrt{4\,a^2\,\varepsilon\mu f^2 - 1}}$$

Elles sont symétriques et se rapprochent légèrement du centre de la section droite du guide quand la fréquence diminue. Il s'ensuit que les courbes d'étalonnage donnant l'atténuation directe aux différentes fréquences seront disposées dans l'ordre des fréquences croissantes au voisinage de l'atténuation minimum et dans l'ordre inverse au voisinage de l'atténuation maxima.

S_1 est voisin de $\frac{3\,a}{4}$ et S_2 de $\frac{a}{4}$.

Enfin, l'intensité du champ statique nécessaire pour avoir la résonance ferromagnétique dépend aussi de la fréquence.

4. Réalisation d'une large bande de fréquences.

Etant donné que pour $S \simeq \frac{a}{4}$ l'atténuation directe est très faible, pour toute fréquence, on s'est attaché à élargir la bande de fréquences dans la position d'atténuation maxima: $S \simeq 3a/4$.

Nous disposions de lamelles standards pour découpleurs en ferroxcube IV D de forme trapézoïdale (fig. 2). Pour une telle lamelle l'atténuation en fonction de la fréquence pour $S_1 = 16{,}7$ mm et $H_0 = 2.100$ œrsteds (H_0 champ mesuré dans l'entrefer de l'aimant en l'absence de ferrite) est représentée par la figure 3. On voit que la résonance a lieu un peu au delà de 9.800 MHz.

Si l'on utilise une lamelle moins haute, la fréquence de résonance observée avec le même aimant se trouve diminuée, le champ interne se trouvant modifié par l'augmentation du champ démagnétisant [2].

On a donc distribué le long de l'entrefer d'un aimant au ticonal de 120 mm de long une lamelle composite de hauteur variable obtenue en

meulant trois lamelles standards de façon que les diverses portions de ferrite résonnent à différentes fréquences.

On a ainsi réussi à obtenir:

a) que l'atténuation soit à peu près constante entre 8.500 et 9.800 MHz pour S = 16,7 mm;

b) que cette atténuation soit notable: 25 décibels.

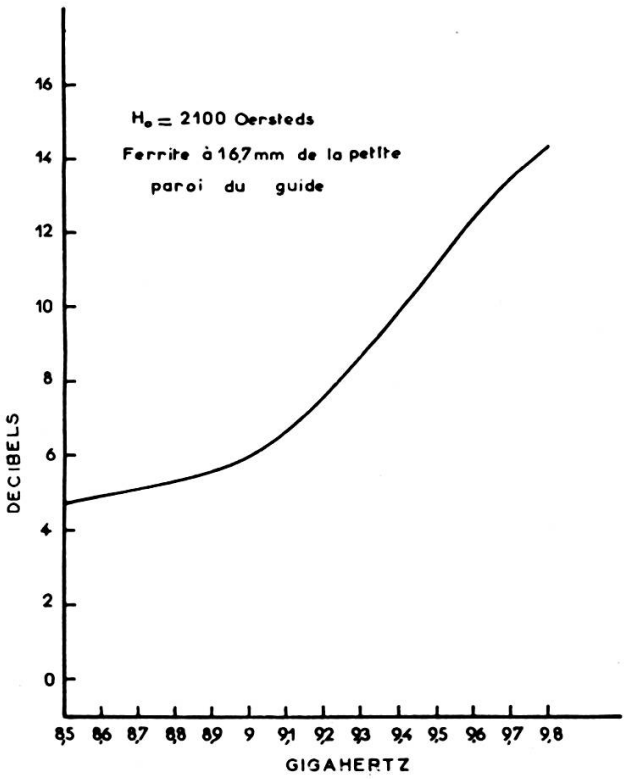


Figure: 3

5. Linéarisation de la courbe d'étalonnage.

Les courbes d'atténuation directe ainsi obtenues ont la forme indiquée sur la figure 4 (origine des abscisses prise au minimum). Afin de rendre la variation de l'atténuation plus progressive, on a adjoint au système à ferrite une lamelle résistive décalée géométriquement, de façon qu'elle soit en contact avec le petit côté du guide quand la position du ferrite est $S = S_2$. Ainsi l'atténuation minima n'est pas augmentée. Par contre, quand S varie de S_2 à S_1, la lame dissipative introduit une atténuation d'abord croissante, qui passe par un maximum pour $S = S_2 + \frac{a}{2}$, puis décroît.

Une lame introduisant un appoint de 8 db pour $S = S_2 + \frac{a}{2}$ suffit à obtenir une courbe à creux peu prononcé.

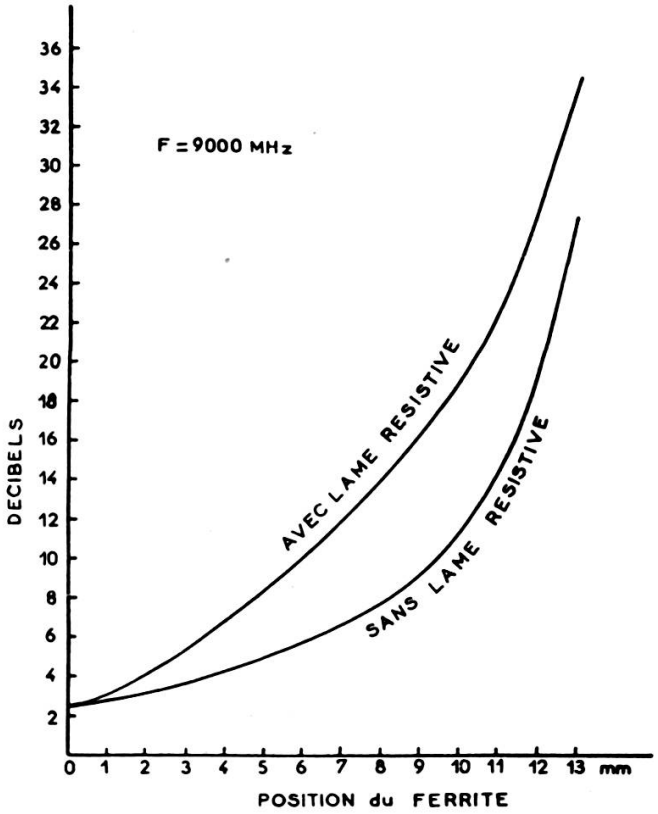


Figure : 4

6. Atténuation inverse.

On pourrait croire que la courbe d'atténuation inverse a exactement la même allure à une symétrie près. En fait, la lamelle de ferrite est collée sur une plaquette de polystyrène. Or on sait [3] que la présence du diélectrique déformant le champ UHF dans le guide a pour effet d'accroître notablement l'atténuation maximum dans le ferrite pour un des sens de propagation de l'onde TE_{10}. Ceci se produit d'ailleurs au prix d'une déformation compliquée de la courbe de variation d'atténuation en fonction de S et d'une grande dispersion avec la fréquence.

Afin de bénéficier de cet effet sans en subir les inconvénients, on a collé le ferrite sur la plaquette de polystyrène du côté tel que l'effet du diélectrique sur l'atténuation directe soit quasi nul, alors qu'il exalte l'atténuation inverse.

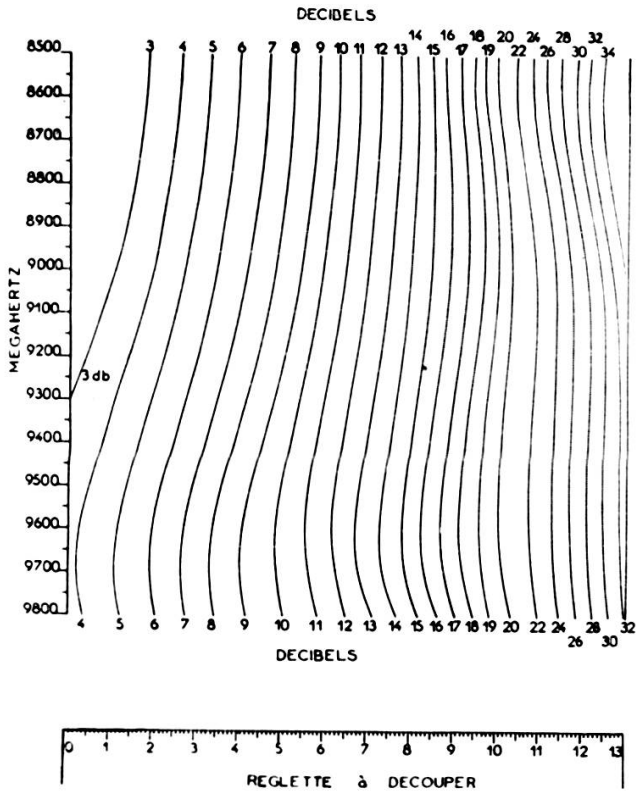


Figure 5

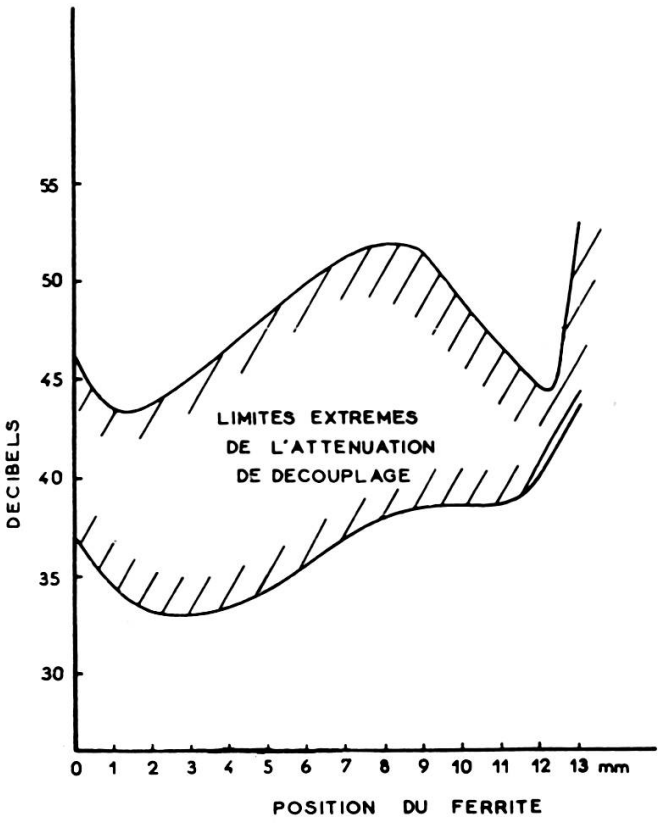


Figure 6

7. Performances de l'appareil.

Les courbes d'atténuation directe sont représentées sur la figure 5. On voit que pour la gamme 8.500 à 9.800 MHz l'atténuation minimum est inférieure à 4 db et l'atténuation maximum de l'ordre de 32 db.

D'autre part, la figure 6 montre que la somme des atténuations directes et inverses est supérieure à 33 db, à toutes fréquences et en n'importe quelle position de réglage.

Le taux d'onde stationnaire introduit par l'appareil est inférieur à 1,35 dans toute la gamme 8500-9800 MHz (inférieur à 1,15 entre 9000 MHz et 9800 MHz).

8. Conclusion.

L'appareil décrit assure simultanément les fonctions d'un atténuateur variable classique d'environ 30 db de gamme et d'un découpleur fixe à résonance ferromagnétique assurant un découplage supérieur à 33 db.

La dispersion de sa courbe d'étalonnage avec la fréquence est faible (de 8500 à 9800 MHz). Il introduit un TOS peu élevé. Enfin la course mécanique utilisée dans son emploi est à peu près le double de celle usuelle dans les atténuateurs classiques, ce qui permet de simplifier la dispositif de lecture des déplacements de l'ensemble mobile.

Nous remercions E. Naschke qui a collaboré au début de l'étude de cet appareil.

BIBLIOGRAPHIE

1. Sakiotis, N. G., Chait H. N., *P.I.R.E.*, 1953, *41*, 87.
   Turner, H., *P.I.R.E.*, 1953, *41*, 937.
   Kastler, A., *C. R. Acad. Sc. Paris*, 1954, *238*, 1007.
2. Kittel, C., *Phys. Rew.*, 1947, *71*, 270.
3. Godfrey, R. M., Humphreys B. L., Allin P. E. V., Mott G., *P.I.E.E.*, Convention on ferrites, 1957, vol. 104, Part B.