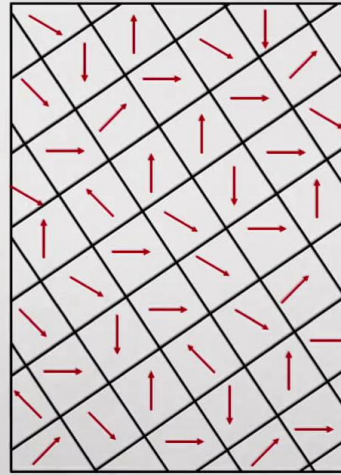
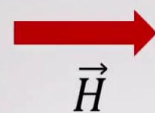
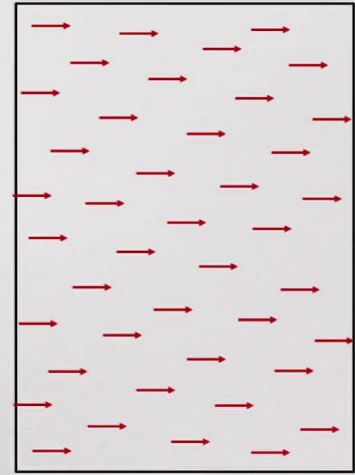


$$\vec{H} = 0$$



$$\vec{H}$$



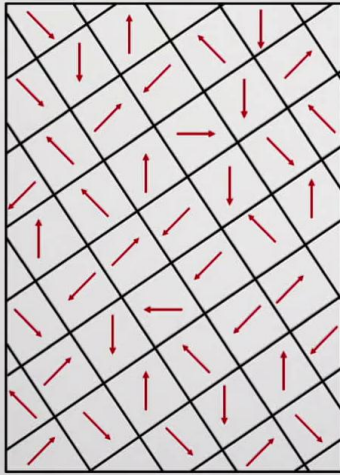
$$\vec{H}$$

Bonjour, aujourd'hui, nous allons nous intéresser rapidement aux propriétés des matériaux magnétiques qui constituent les actionneurs et les moteurs. Pour un non, du point de vue magnétique, il y a trois types les conducteurs magnétiques, les aimants et puis tous les autres. Les matériaux qui nous intéressent sont des matériaux ferromagnétiques ou fer et magnétique. Et si on les regarde d'un peu plus près, on peut observer que les dipôles magnétiques de groupes d'atomes adjacents s'alignent pour former ce qu'on appelle des domaines de vaïsse pour qu'on ait une idée un peu plus précise ou intuitive de ce qui se passe. Vous représentez des domaines de vaïsse dans un matériau. Alors c'est clair qu'ils vont largement pas être aussi réguliers. Et puis les. En. Latorre Hermouet que ça, mais ça nous donne une idée si on n'a pas de champ magnétique, eh bien les domaines de vaillent sont en direction de. J'avais envie de dire de magnétisation, mais c'est un peu ça qui s'en va. DIRPA aléatoirement réparties, mais d'une manière qui n'est pas ordonnée complètement. En tout cas, il n'y a pas une direction préférentielle d'alignement si on a un matériau qui part d'un État non magnétisé.

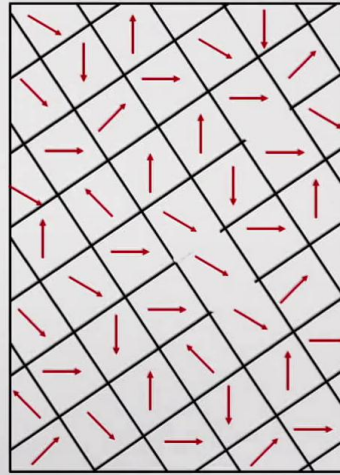
Notes

Summary

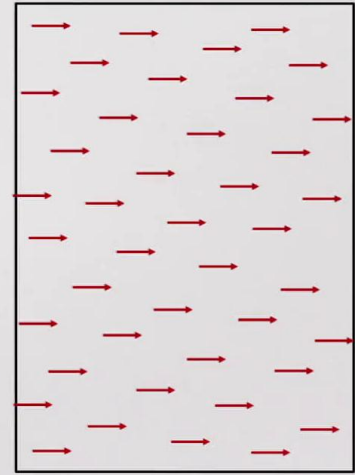




$$\vec{H} = 0$$



$$\vec{H}$$



$$\vec{H}$$

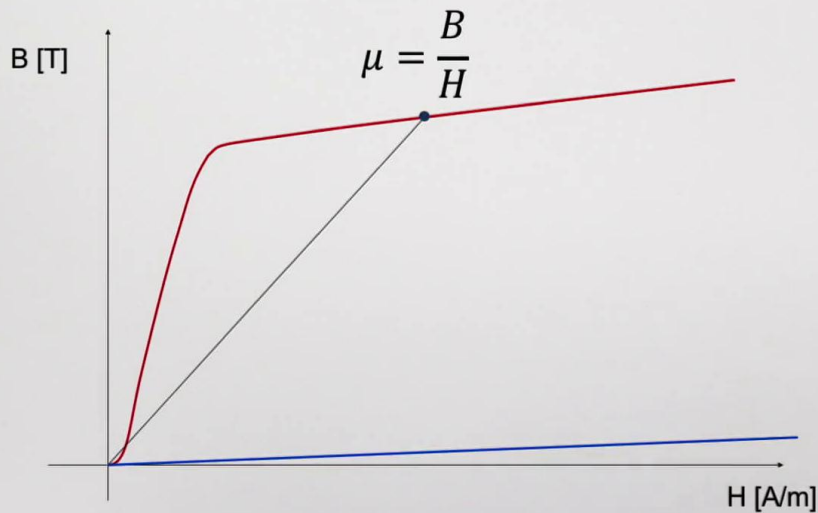
Qu'est ce qu'on fait quand on fait justement de la magnétisation? On va augmenter le champ magnétique et puis on va voir comme ça va avoir comme effet de faire que certains des domaines s'alignent avec le champ. Il y a un autre effet qui va se passer, c'est que la forme de l'un des domaines va changer. C'est à dire que typiquement, ce qui va se passer, c'est que si on a des champs magnétiques qui sont dans la même direction ou sur des domaines adjacents, les parois entre domaines qu'on appelle parois de blocs vont disparaître. Et donc, en fait, on va se retrouver avec un moins grand nombre de domaines de Weiss. J'en ai enlevé quelques unes. Puis, à la fin, quand on a un très grand champ magnétique, tous les domaines sont alignés. Et puis, on en a disparition de la transition entre les domaines. Voilà pour une explication plus ou moins intuitive de ce qui se passe dans la matière. On ne va pas aller plus loin. Alors, qu'est ce que ça comme influence sur nos matériaux? À nous, sur nos caractéristiques?

Notes

Summary



1m 54s



Perméabilité relative: $\mu_r = \mu / \mu_0$

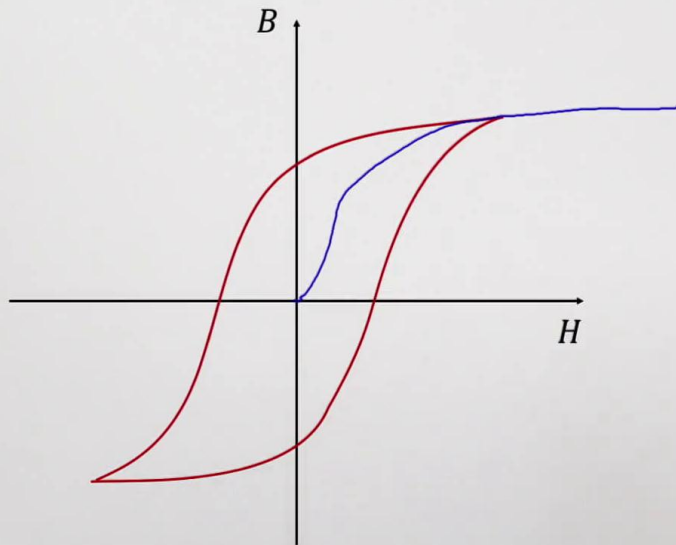
Ah non! La première influence, c'est le fait qu'on va avoir, avec les matériaux ferromagnétiques, des caractéristiques entre l'induction et le champ magnétique, qui sont beaucoup plus intéressantes. Comment on aligne des petits aimants, en quelque sorte un vraiment, en quelque sorte. Eh bien, on va avoir tout d'un coup le fait que ces petits domaines d'avarice s'alignent. Une induction qui croît beaucoup plus rapidement et beaucoup plus haut avec un faible champ magnétique. Donc, j'ai représenté l'induction dans un matériau ferromagnétique. Et puis, l'induction dans l'air du cuivre, c'est du plastique, donc un matériau ou de l'inox dans un matériau magnétique. Et puis, on voit que le fait qu'on ait ces domaines de faille nous permet d'obtenir des valeurs d'induction qui sont beaucoup plus élevées après, quand tous les domaines sont alignés, eh bien on va repartir sur une caractéristique qui est avec une pente qui est proche de zéro. Dans ce cas là, je rappelle aussi que la perméabilité de n'importe quel matériau, c'est le rapport entre B. Sur H, donc, on parle pas de perméabilité différentielle, mais bien de perméabilité. C'est b. Diviser par H, c'est vraiment la pente de 750.

Notes

Summary



3m 09s



$$W = \int H dB$$

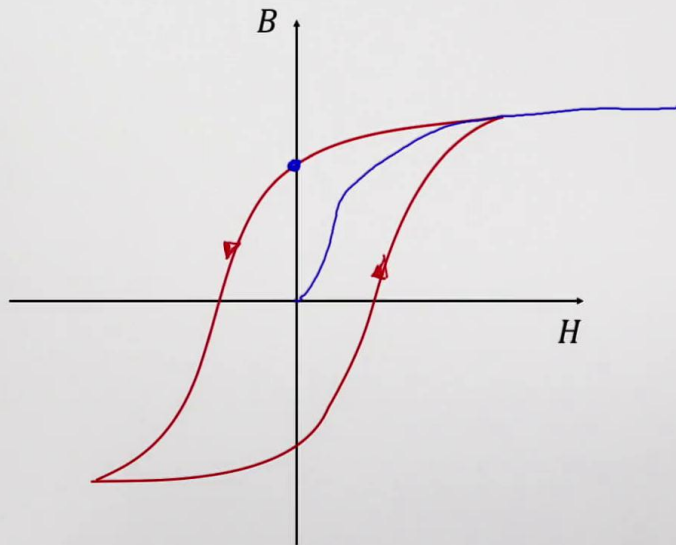
Le fait d'avoir cette particularité avec Domaine de Weiss, ça nous fait non seulement de la saturation, de la saturation, d'avoir des propriétés du matériau qui nous permettent d'avoir des induction beaucoup plus élevées et aussi de la saturation. Mais il y a un deuxième phénomène qui est fondamental, c'est le phénomène de listait résistance. C'est à dire que. Mais du chant dans mon matériau ferromagnétique. Je pars de zéro. Je vais monter magnétisé mon matériau, je peux même aller plus loin si je veux. Et puis ce qui se passe, c'est que là, les domaines sont tous alignés. Sauf qu'ils ne vont pas forcément se réaligner exactement de la même manière au retour. Lorsque je coupe les champs magnétiques en général, ce qui se passe, c'est que à cause des impuretés, à cause des grains, du matériau aussi en matériau polycristallin, bien on va s'arranger pour avoir des grains qui peuvent être grands ou faibles. Et bien Anvar. Voir tout d'un coup un retour sur la caractéristique BH qui va plus être au même endroit. Justement, du fait que ces domaines de Weiss se reconstituent, ils ne vont pas forcément se reconstituer, car ils vont forcément pas se reconstituer au même endroit qu'avant.

Notes

Summary



4m 55s



$$W = \int H dB$$

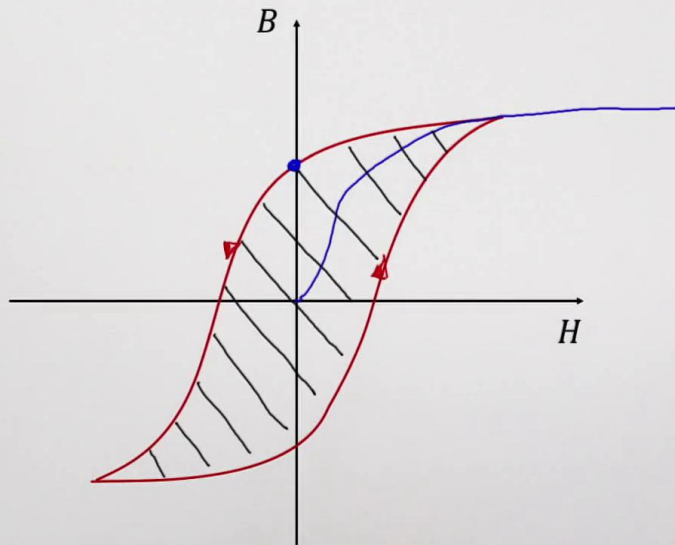
Donc, on va voir ce qu'on appelle un cycle d'hystérésis. Typiquement Jamagne. Je reviens en arrière comme ça. Ici, je maniaté dans l'autre sens en appliquant un champ négatif. Et puis après, je coupe les cheveux, je reviens avec un champ positif, donc je vais pouvoir parcourir mon cycle d'hystérésis. Et puis on le parcourt. Comme société et comme seul, alors d'un côté, ça peut être intéressant. Pas typiquement, parce que si je regarde un peu ma caractéristique, je remarque que dans le cas où j'ai un matériau comme ça, eh bien si je n'ai pas de champ magnétique à cet endroit, eh bien je vais quand même avoir une induction magnétique. Ça, ça m'a créé le phénomène de l'aimantation. Donc je peux créer des aimants simplement en essayant de faire des matériaux ou avec des alliages, avec des impuretés, avec des grains, etc. Ou le tooth. Eh bien, je vais avoir un cycle d'hystérésis qui soit le plus grand possible de telle manière à avoir une induction qu'on va appeler induction rémanente qui va être la plus élevée possible. Pour ça, c'est bien. Comme d'habitude, un phénomène qui est plus ennuyeux, c'est le fait que si on regarde le fait de créer et d'enlever ses domaines de ça va nous coûter de l'énergie.

Notes

Summary



6m 40s



$$W = \int H dB$$

$$P_{hys} \sim f, B^2$$

Cette énergie, on peut calculer. On verra par la suite du cours que l'on peut la calculer en faisant l'intégrale de HdB , donc en faisant l'intégrale sous la courbe ici sous comme ça. Et donc, si je fais l'intégrale sous une courbe, moins l'intégrale sous l'autre, j'obtiens. l'Énergie perdue pendant. Le cycle d'hystérésis s. En fait, ça va me donner. L'ère du. Donc. Avec ce cycle d'hystérésis, j'ai l'avantage de créer un événement, mais je vais avoir des pertes par hystérésis et ses pertes par hystérésis. Bah, on va les avoir chaque fois qu'on fait un cycle. Donc, si on fait 50 fois cycles par seconde dans une alimentation à 50 pertes, eh bien on va avoir 50 fois les pertes. Donc, ces pertes sont proportionnelles à la fréquence d'alimentation de notre système ou en tout cas la fréquence de variation du cycle. C'est clair que si j'ai une induction plus petite, je vais avoir un cycle qui est aussi de plus petite taille. Il n'aura pas de peut être pas tout à fait la même forme. D'ailleurs, il sera de plus petite taille. Et puis il va avoir. On va avoir des pertes. Qui? Vont nous dépeindre en fait de l'ère du cycle et on peut prouver que la plupart du temps, ça nous donne des pertes qui sont proportionnelles à Bécharré et pertes, donc.

Notes

Summary



8m 25s

$$P_{\text{fer}} = P_{\text{hys}} \rightarrow f, \hat{B}^2 + P_{\text{Foucault}} \rightarrow f^2, \hat{B}^2$$

Chiffre de pertes $[\text{W/kg}]$ $f = 50\text{Hz}$

Un avantage, puis un inconvénient qui sont justement ces pertes les pertes, puisqu'on en parle dans les systèmes, on entend les conducteurs ferromagnétiques. Elles sont de deux types. Il y a les pertes par hystérésis dont on vient de parler. Et puis, il y a les pertes par courants de Foucault, dont on a parlé précédemment. Alors, les pertes par hystérésis? Elles sont proportionnelles à la fréquence, aucun. Et puis a des carré, donc, à la vallée de l'Indus Sian au carré, la valeur de crête de l'induction carré. Dire. Et puis, les pertes par courants de Foucault, elles sont proportionnelles à la fréquence, au carré et également à la valeur de crête de l'induction. Car ces deux composantes de perte sont regroupées sur ce qu'on appelle des pertes fer, puis les pertes fer. C'est la somme des pertes par hystérésis et des pertes par courants de Foucault en général. Dans les fiches techniques des matériaux que vous trouvez à votre fournisseur, il va vous donner ce qu'on appelle un chiffre de Pertre. Qui va être mesuré? En tout cas, en Europe White. Par quila. Et puis, il est généralement donné pour une fréquence. Ça peut être, par exemple, 50Hz. Général, pour les alliages de fer silicium, on donne volontiers 50 ou 60 Hz.

Notes

Summary



10m 14s

$$P_{\text{fer}} = P_{\text{hys}} \rightarrow f, \hat{B}^2 + P_{\text{Foucault}} \rightarrow f^2, \hat{B}^2$$

Chiffre de pertes $[\text{W/kg}]$ f 50Hz
 \hat{B}_{ref} 1.5 T

$$P_{\text{fer}} = m_{\text{fer}} \cdot C_p \left(\frac{f}{f_{\text{ref}}} \right)^k$$

Et puis. Pour une valeur de crête de l'induction, Bain d'enfer a donc une valeur de référence. Et ça, c'est un test là où 1,5 Tesla. Par exemple, les deux sets des examens. Ça dépend vraiment de la fiche technique du fournisseur. Quand vous voulez calculer les pertes fer dans votre actionneur, vous allez prendre la masse totale du fer. Et puis vous allez, multipliez ça par le chiffre de pertes que vous a donné le fournisseur. Et puis, si votre fréquence n'est pas à 50 Hz, il va falloir faire un rapport entre votre fréquence et la fréquence de référence en général. Là, comme on n'a pas un chiffre pour Thérèse et un chiffre pour les pertes par courants de Foucault, eh bien on a pas la décomposition entre les deux. On prend une valeur à peu près moyenne qu'on appelle k, k. C'est quelque chose, on va dire entre 1,6 et 1,8, mais ça, c'est une approximation. Si vous avez des données pour plusieurs fréquences, bien vous pouvez faire une régression non linéaire pour obtenir cette valeur de K. Ça ne va pas être plus que deux puisque les pertes par courants Foucault sont supérieures à 100 égale à 2 cents, proportionnelle au carré de la fréquence.

Notes

Summary



12m 20s

$$P_{\text{fer}} = P_{\text{hys}} \rightarrow f, \hat{B}^2 + P_{\text{Foucault}} \rightarrow f^2, \hat{B}^2$$

Chiffre de pertes $[\text{W/kg}]$ f 50 Hz \hat{B}_{ref} 1.5 T

$$P_{\text{fer}} = m_{\text{fer}} \cdot C_p \left(\frac{f}{f_{\text{ref}}} \right)^k \left(\frac{\hat{B}}{\hat{B}_{\text{ref}}} \right)^2$$

M19 \rightarrow M250-35A (0.35 mm) 1.1 W/kg à 1.5 T / 50 Hz

Et puis, ça va être forcément plus grand que 1 puisque les pertes par hystérésis sont proportionnelles à la fréquence. C'est plutôt du côté supérieur de la de l'écart. Mais ça, ça dépend vraiment du matériau. L'autre dépendance, c'est entre. La valeur de crête de l'induction. La valeur de référence? Ça, c'est OK. À moins que vous soyez vraiment très saturé en général. On a ce genre de dépendance. Je prends un exemple. Typiquement, pour ce qui est dans votre logiciel de calcul par éléments finis appelé M-19, le matériau M-19, l'Amérique, c'est l'ancienne nomenclature qui correspond à une norme internationale qui s'appelle. 250. 0 35 mm. 35 Ah, ça, c'est l'épaisseur! 7,35. C'est assez classique, eh bien, vous avez! Un chiffre de perte qui vaut 1,1 watt. Par kilo. Lui, c'est. A. 1,5 Tesla et 50. Pour vous donner un exemple, ça, c'est la valeur typique. Vous avez une valeur maximale garantie qui est plus du double. Ça va vraiment dépendre de la manière dont vous traitez vos matériaux.

Notes

Summary



14m 07s



- Alliages conducteurs (doux)

- FeSi < 2T
- FeNi < 1.5T
- FeCo > 2T
- Ferrites < 0.4T

- Aimants (durs)

- NdFeB
- SmCo
- Ferrites
- AlNiCo

A partir de là, on peut regrouper ces matériaux magnétiques en deux catégories en fonction de leur cycle d'hystérésis. On peut les utiliser soit comme conducteur magnétique pour guider le flux. On parle Domanys, Therriault ou magnétique. D'où? Comme aimant et on les appelle matériaux magnétiques durs dans les matériaux doux, on trouve tous les alliages type fer, silicium, fer, nickel, fer, cobalt. Et chacun a ses avantages et ses inconvénients. Dans tous les cas, on essaye de minimiser les pertes, faire tout en maximisant le flux. Donc l'induction à saturation. La plupart du temps, on utilise du fer silicium parce que c'est le moins cher de l'équipe. Le fer nickel, c'est le spécialiste des pertes et des pertes fer parce qu'il a ainsi pu résister, résiste très petit. Et puis, le fer cobalt, c'est le spécialiste des induction LV et enfin, on a la ferrite pour les applications dans lesquelles les courants de Foucault sont importants, mais elle a des propriétés conductrices, magnétiques, abominables. Je vous ai mis les induction à saturation pour que vous ayez une idée de ce que c'est. Puis les aimants. C'est ce qui va nous intéresser par la suite. Donc, en gros, on ira dans le détail plus tard.

Notes

Summary



16m 08s



- Domaines de Weiss
- Saturation
- Hysteresis
- Pertes fer

En résumé, les matériaux magnétiques peuvent être modélisés par la théorie De Vreese. Ça nous permet de comprendre, en tout cas intuitivement, pourquoi ces matériaux ont une perméabilité relative très élevée, mais aussi pourquoi elle sature. En plus de la saturation, on doit aussi faire avec le phénomène de listait réussissent qui peut être un avantage pour avoir des aimants, mais qui nous créent aussi des pertes lorsque le matériau est soumis à un champ alternatif. Ces pertes, combinées avec les pertes par courants de Foucault, constituent les pertes, fer dont on doit malheureusement souvent tenir compte, qui ne sont pas forcément faciles à calculer.

Notes

Summary



17m 44s