



L'hystérésis

C'est quoi ?

L'hystérésis (du grec HUSTEREIN = retard) implique la notion de retard.

Retard à quoi ?

A l'aimantation et à la désaimantation d'un métal.

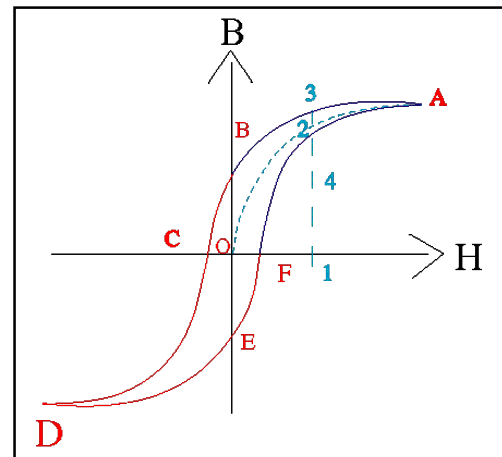
Que constatons-nous ?

Après avoir tracé la courbe de première aimantation d'un métal il est impossible de repasser par les mêmes points.

Les valeurs de l'induction B se déplacent sur une courbe ABC au-dessus de la précédente ou EFA si la variation de champ est dans l'autre sens.

Au point 3, parce qu'il y a diminution du champ, l'induction reste supérieure à celle obtenue en 2 (courbe de première aimantation).

Tandis qu'en 4, elle est inférieure, parce que le champ augmente.



Points caractéristiques :

- quand $I=0$, d'où $H=0$, l'induction B ne s'annule pas elle conserve une certaine valeur B_r appelée **induction rémanente** (point B)
- pour annuler cette induction rémanente B_r , il faut inverser le sens du courant pour produire un champ magnétisant de sens contraire.

Le champ OC qui annule B_r est le **champ coercitif H_c** .

Ce champ coercitif montre la façon dont un métal résiste à la désaimantation.

Cycle d'hystérésis :

En courant alternatif, le champ varie périodiquement entre deux limites égales et opposées.

Lorsqu'on fait circuler régulièrement le champ magnétisant entre deux limites fixes, on constate

qu'après une dizaine de cycles, l'induction finit par évoluer, elle aussi entre deux limites stables.

L'ensemble décrit une courbe fermée appelée cycle d'hystérésis.

Pertes par hystérésis :

Pour établir l'aimantation d'une substance, il faut fournir une certaine énergie. S'il n'y avait pas l'hystérésis, l'énergie récupérée à la désaimantation serait égale à celle fournie lors de l'aimantation.

Mais les retards à l'aimantation et à la désaimantation dus à une « espèce de frottement » intérieur des molécules aimantées les unes sur les autres occasionne une perte d'énergie: la masse du noyau s'échauffe.

On démontre que l'énergie perdue est proportionnelle : -à l'aire du cycle d'hystérésis
-au nombre de cycles décrits
-au volume de la matière magnétique

Formule : $Ph = h \cdot f \cdot B^2$

Ph = pertes en watts/m³

h = coefficient de Steinmetz (h = 120 à 380)

f = fréquence en Hertz

B = induction maximum en teslas



L'hystérésis

Avantages de l'hystérésis :

- Amorçage des machines : c'est grâce à l'induction rémanente B_r que les dynamos peuvent s'amorcer seules.
- Aimants permanents : c'est grâce à l'hystérésis, qu'après une première aimantation provoquée par une bobine parcourue par un courant intense, il subsiste une aimantation rémanente.

Remarque : Si un tore en fer entièrement fermé conserve son aimantation, le plus léger entre-fer la lui fait perdre immédiatement : d'où l'utilisation de cales amagnétiques dans les circuits magnétiques des électroaimants à courant continu pour éviter le « collage » (contacteurs, relais).

Tracé d'un cycle d'hystérésis :

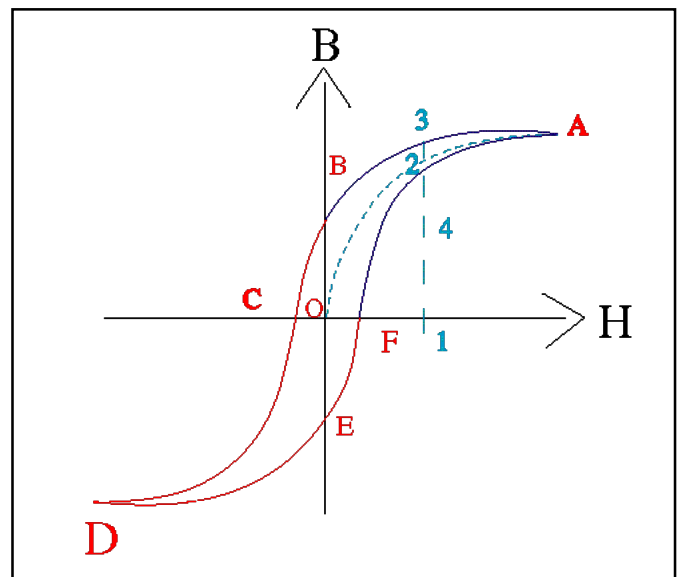
Pour relever le cycle d'hystérésis sur un écran d'oscilloscope, il faut porter l'induction B sur l'axe Y de l'oscilloscope et le champ magnétique H sur l'axe X .

On sait que $H = \frac{N \cdot i}{l}$

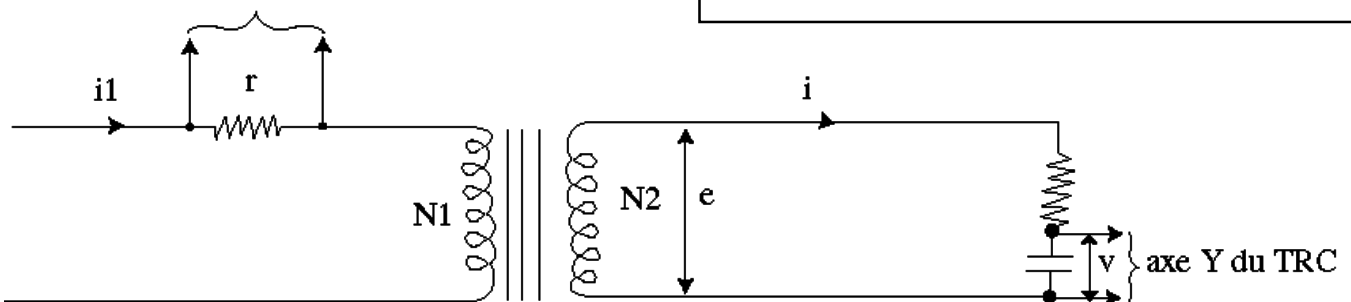
donc le champ H est proportionnel à i .

La résistance r en série avec le primaire crée une chute de tension proportionnelle à i donc aussi à H . Cette tension provoquera la déviation horizontale du tube cathodique de l'oscillo.

Un circuit intégrateur placé au secondaire permet d'obtenir l'image de l'induction dans le circuit magnétique.



axe X du TRC



En effet, on a : $e = -n \frac{dF}{dt}$

et $F = B \cdot S = *e \cdot dt$

d'où B est bien proportionnel à l'intégrale de e .

D'autre part, le circuit RC permet d'écrire :

$$i = \frac{e}{R} = \frac{dq}{dt} = \frac{C \cdot dv}{dt}$$

d'où $dv = \frac{1}{RC} e dt$ et $v = \frac{1}{RC} *e \cdot dt$

La tension v est bien l'intégrale de la tension secondaire e , donc aussi l'image de l'induction B .

TRC : Tube à rayon cathodique