

CR : ÉTUDE D'UN MATÉRIAU FERROMAGNÉTIQUE

1. PRÉSENTATION DE LA MAQUETTE

Q.1) Le transformateur en fer est en tôle feuilletée pour limiter les courants de Foucault. La ferrite étant isolante, ce n'est pas la peine de la feuilletter.

Q.2) $S = \frac{1}{2} h(D_2 - D_1) = 312,5 \text{ mm}^2$ $\ell = 2\pi \frac{D_1 + D_2}{4} = 159 \text{ mm}$

Mesure à l'ohmmètre de la résistance du primaire : $r_1 = 0,3 \Omega$, du secondaire : $r_1 = 0,1 \Omega$. Les enroulements en cuivre ont une résistance très faible. On peut négliger les chutes de potentiels aux bornes de r_1 et r_2 .

2. TRACÉ DES CYCLES D'HYSTÉRÉSIS DU TORE EN FERRITE PUIS EN FER

2.2 Exploitation des courbes

Q.3) Le théorème d'Ampère fournit $H\ell = N_1 i_1 + N_2 i_2 \approx N_1 i_1$. Or $v_1 = 10 i_1 = 10 \frac{H\ell}{N_1} \Rightarrow H = \frac{N_1}{10\ell} v_1$:

$$H_{(\text{A.m}^{-1})} = 37,7 v_{1(\text{V})}$$

Q.4) La fonction de transfert du montage vaut $H = \frac{S_i}{E_i} = -\frac{1}{R_{ia}} \frac{1}{\frac{1}{R_{ib}} + jC\omega} = -\frac{1}{\frac{R_{ia}}{R_{ib}} + jR_{ia}C\omega}$

Pour $f = 20 \text{ Hz}$ $2\pi R_{ia} C f = 0,34 \gg \frac{R_{ia}}{R_{ib}} = 2,7 \cdot 10^{-4}$ donc $H \approx -\frac{1}{jR_{ia}C\omega}$ fonction de transfert d'un intégrateur :

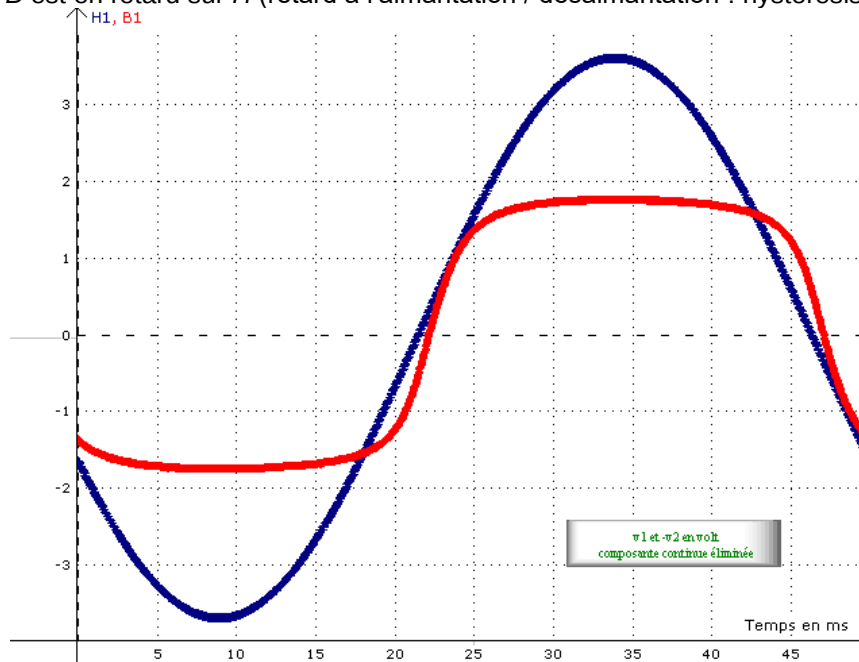
$$S_i = -\frac{1}{R_{ia}C} \int E_i dt$$

En négligeant la résistance r_2 du secondaire, on a si r_2 est le courant qui circule de l'entrée inverseuse vers le point

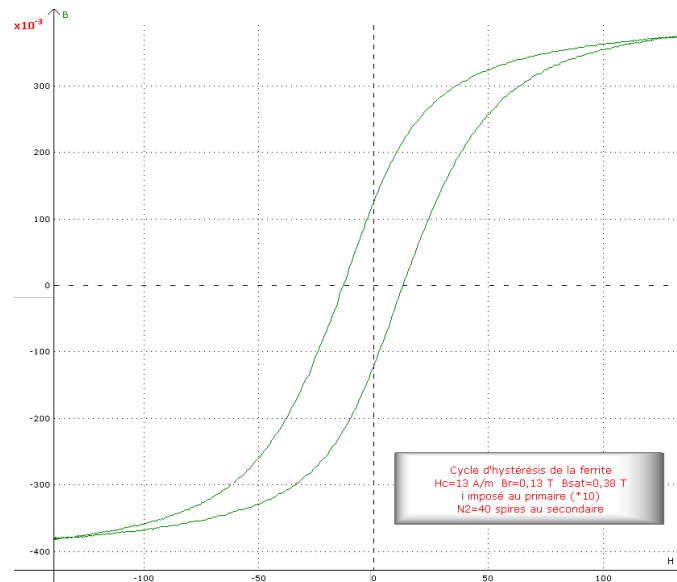
de potentiel E_i : $E_i = -e_2 = +N_2 \frac{d\Phi}{dt} = N_2 S \frac{dB}{dt}$ et donc $v_2 = S_i = -\frac{N_2 S}{R_{ia}C} B \Rightarrow B = -\frac{R_{ia}C}{N_2 S} v_2$:

$$B_{(\text{T})} = -0,432 v_{2(\text{V})}$$

1) v_1 est sinusoïdale car c'est le courant i_1 (H) qui est imposé. En conséquence $-v_2$ (B) n'est pas sinusoïdale vu la non-linéarité du matériau. Les annulations et les maxima des deux courbes ne se produisent pas au mêmes instants : B est en retard sur H (retard à l'aimantation / désaimantation : hystérésis).



Avec la tension maximale délivrée par le G.B.F, la saturation est bien atteinte (asymptotes rectilignes).



4) On mesure $v_{1\max} = 3,6 \text{ V} \Rightarrow i_{1\max} = 0,36 \text{ A}$ soit $N_1 i_{1\max} = 21,6 \text{ A}$

On mesure la tension maximale en E_i : $E_{\max} = R_{ia} I_{2\max} = 5,2 \text{ V} \Rightarrow I_{2\max} = 1,9 \text{ mA}$ soit $N_2 I_{2\max} = 38 \text{ mA}$.

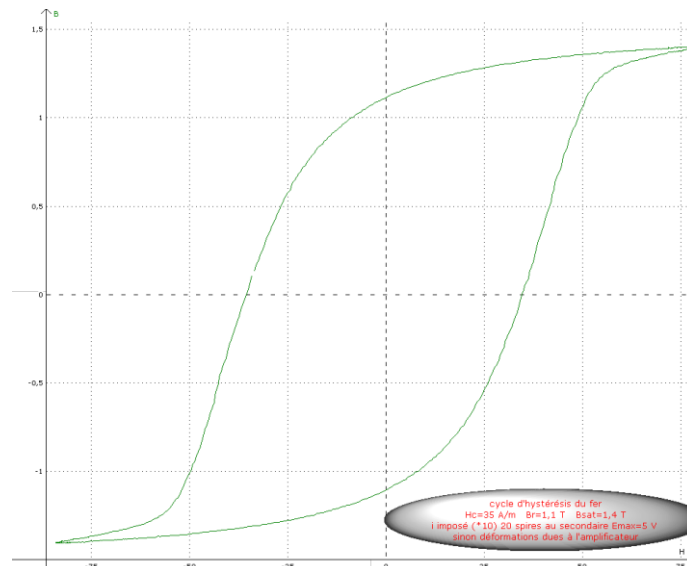
On a bien $N_1 |i_1| \gg N_2 |i_2|$ et de plus, la très petite valeur de $I_{2\max}$ justifie que l'on néglige la résistance du secondaire car $r_2 I_{2\max} \approx 0,2 \text{ mV} \ll e_{2\max} \approx E_{\max} \approx 5,2 \text{ V}$

5) En diminuant la tension délivrée par le G.B.F les cycles gardent la même forme sans les asymptotes rectilignes (il n'y a plus saturation) et leur aire diminue.

On peut donc démagnétiser le matériau en imposant après avoir obtenu la saturation (cycle symétrique par rapport à l'origine) des courants alternatifs d'amplitude qui décroît vers 0. On obtient alors $B = 0$ quand $H = 0$

6) En alimentant le primaire avec une tension sinusoïdale, on impose B sinusoïdal (on parle de « flux forcé » et c'est H qui n'est plus sinusoïdal. Le cycle d'hystérésis est inchangé sauf que le montage électronique présente un défaut : l'existence d'une composante continue négative de la tension imposée au primaire, donc de i_1 et de H (on visualise une plus grande partie de l'asymptote rectiligne du côté $H < 0$)

2.3 Étude du noyau en fer



Les champs magnétiques sont plus intenses avec le fer, mais la ferrite est plus facile à magnétiser/démagnétiser.

$$V = \pi h \frac{D_2^2 - D_1^2}{4} = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

ferrite : $P_f \approx 4H_c \cdot B_r \cdot f \cdot V = 6,7 \text{ mW}$

fer : $P_f \approx 150 \text{ mW}$

Le rendement d'un transformateur en fer est bien inférieur à celui d'un transformateur en ferrite du fait des pertes fer.