

Universidad de Alicante

FACULTAD DE CIENCIAS

PRESENTACIÓN MATERIALES: CICLO DE HISTÉRESIS

Ciencia de los Materiales

Gabriel Simón López

2022/2023

Índice

1. Introduction	2
2. Teoría	2
2.1. Tipos de reacción a un campo magnético aplicado	2
2.2. Histéresis	2
3. Montaje experimental	2
4. Medidas	2
4.1. Análisis de los datos	3

1. Introduction

2. Teoría

2.1. Tipos de reacción a un campo magnético aplicado

Desde el punto de vista fenomenológico según la reacción de un material a un campo magnético aplicado tendremos materiales diamagnéticos, paramagnéticos y ferromagnéticos.

Hasta el siglo XX todas las sustancias naturalmente magnéticas se les llamaba "ferromagnéticas", no fue hasta el 1936 en donde se empezó a hablar de Antiferromagnetismo y en 1948 del Ferrimagnetismo.

Llamaremos ferromagnetismo al fenómeno físico en el que se produce ordenamiento magnético de todos los momentos magnéticos de una muestra, en la misma dirección y sentido. Mientras que el ferrimagnetismo es un fenómeno físico en el que existen dos redes de distintas magnitudes de momento magnético y se produce un ordenamiento de estos tal que están alineados en la misma dirección pero no en el mismo sentido.

En esta práctica nos centraremos en la comparación de la respuesta de materiales ferromagnéticos y ferrimagnéticos a un campo magnético externo, estudiando sus ciclos de histéresis y la potencia disipada en el mayor ciclo medido.

2.2. Histéresis

¿Qué es un ciclo de histéresis?: La histéresis es la tendencia de un material a conservar una de sus propiedades, en ausencia del estímulo que la ha generado. En nuestro caso, es la resistencia de los dominios formados en el material a ser desplazados y/o rotados. Los dominios son por tanto los responsables del ciclo de histéresis.

¿Qué es un dominio?: El región de un material ferromagnético está compuesto por pequeños dominios orientados al azar, que están formados de numerosos dipolos atómicos. La formación de estos dominios está limitada por el balance energético, el material buscará su estado de mínima energía.

¿Qué información nos aporta?: Dado que el área encerrada por la curva es la energía necesaria para hacer crecer estos dominios, si el ciclo es estrecho el material será un ferromagnético blando y será bueno para dispositivos donde interesa que esta histéresis sea nula, como en un transformador, ya que esto significa poca pérdida de energía. Mientras que si es ancho, será un material ferromagnético duro y nos interesará en imanes permanentes.

3. Montaje experimental

Realizaremos el siguiente montaje, en el que usaremos el autotransformador variable de 0 a 250 Voltios y el transformador de aislamiento de bobinas separadas, de 220 y 24 Voltios respectivamente, para las medidas con el hierro y el generador de funciones para las medidas para la ferrita.

Tanto la corriente alterna que alimenta el autotransformador, como el el generador de funciones se encuentran a 50 Hz, el valor de r será de 20 Ohm para los anillos toroidales y de 1 Ohm para el núcleo de hierro en forma de U.

Para el núcleo de hierro, el número de espiras en la bobina primaria es de 100 y 300 vueltas en la secundaria, y para los anillos toroidales es de 200 y 400 vueltas respectivamente.

El circuito del secundario es un RC, en donde la R es de 56000 Ohm y la C de 9 picoFaradios. Y conectaremos en paralelo un osciloscopio digital, una pinza en las señales del integrador para V_b y otra en la diferencia de potencial para V_h , a partir del cual tomaremos las medidas y podremos ver los ciclos de histeresis para cada muestra.

4. Medidas

Aplicando una corriente alterna en el primario produciremos un barrido en la intensidad del campo magnético H , y provocará un inducción magnética B , los cuales mediremos. En el osciloscopio podremos

observar la forma de los ciclos de histéresis de la muestra con una resolución de 25 puntos por división, (Esto será importante para el análisis de los datos).

Aplicamos la mayor intensidad de campo magnético H accesible, y reduciremos muy lentamente la corriente en el primario para desimanar la muestra. A partir de este estado desimanado obtendremos en el osciloscopio unos archivos en donde se encontrarán $V_h(t)$ y $V_b(t)$.

4.1. Análisis de los datos

Ahora tenemos que analizar muchísimos ficheros con extensión .csv, con muchísimos datos para cada muestra. Para este análisis he hecho un programa en python el cual será nuestra salvación. Tras convertir los archivos a analizar a .txt, este programa lee el contenido del archivo con el comando `readlines()`, encuentra en que punto se encuentra la información que nos interesa, que en nuestro caso será el 'Waveform data' para los datos y 'vertical scale' para la escala vertical de la onda, ya que esta varía para la correcta visión de la curva. Y nos devuelve el número multiplicado por un factor de escala.

Para cada muestra:

- Representamos V_H frente V_B
- Obtenemos $H(t)$ y $B(t)$ y representamos H frente a B
- Obtenemos la curva de conmutación (=curva imanación a bajas frec.) calculando los valores máximos de H y B . (H_m y B_m)
- Curva permeabilidad con H_m frente al cociente entre B_m y H_m .
- Calculamos el área del ciclo más grande y a partir de ahí, la potencia consumida.

En la gráfica de los voltajes podemos ver como el ciclo de histéresis se va formando para el Hierro y que ya se ha formado para la Ferrita. Esto puede resultar un problema para el cálculo de la susceptibilidad magnética de la Ferrita.

En la gráfica de los campos B y H del hierro podemos ver como el campo de remanencia es de aprox. 0.22 y el coercitivo de 35 aprox. En la de la ferrita será de 0.25 y 25 aprox.

En la curva de conmutación vemos como la del hierro se dibuja perfectamente. Una primera zona la cual es la parabólica, se vería mejor si se hubieran tomado más medidas, en donde los dominios en dirección al campo magnético ext. crecen a costa de los que no lo están, es reversible. Una zona lineal los dominios comentados anteriormente siguen creciendo, pero ya no es reversible. Codo, se producen rotaciones bruscas de los dominios que no estaban orientados a favor del campo. Zona saturada, ya están todos los dominios orientados pero no se hacen más grandes debido a que les costaría energía.

En la curva de permeabilidad del hierro, tras dividir por la susceptibilidad magnetica en el vacío, tendremos que la inicial es de 4056.45 y la maxima de 4854.23 siendo la real de 5000. Y en la ferrita, dado que solo hemos tomado el codo de la curva no merece la pena mencionar la susceptibilidad.

Por último, con la siguiente función calculamos el área encerrada por el ciclo de saturación de ambos y tras esto, la potencia disipada por el ciclo.