

Determinación de la Temperatura de Curie del Monel 400

Modificación de la práctica de Ferromagnetismo (Verano 2012)

Los materiales ferromagnéticos, a temperaturas menores a la llamada temperatura de Curie o T_c , presentan una estructura de dominios, que determina la existencia de una magnetización espontánea, M_e . En ausencia de campo magnético los dipolos del material se encuentran orientados de forma aleatoria cancelándose así los efectos magnéticos microscópicos. Al someter un material ferromagnético a un campo magnético intenso, los dominios tienden a alinearse con éste, de forma que aquellos dominios en los que los dipolos están orientados con el mismo sentido y dirección, aumentan su tamaño. Al remover este campo los materiales no vuelven a su estado inicial, si no que permanecen con una magnetización remanente M_s . Esta magnetización M_s depende de la temperatura del metal, anulándose para temperaturas mayores a las temperaturas de Curie o T_c . Para temperaturas menores a T_c la magnetización remanente viene dada por la ecuación 1.

$$M_s \propto (T - T_c)^\beta \quad (1)$$

donde β es un parámetro del orden 0.3 a 0.4, T es la temperatura a la que está sometido el material y T_c es la temperatura de Curie correspondiente al mismo.

Para observar la curva de histéresis se van a relacionar el campo magnético inducido B en el material y el campo magnético aplicado H . Para determinar el campo magnético inducido B se utiliza la ley de Faraday - Lenz de la ecuación 2.

$$\varepsilon = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (2)$$

donde N_2 es el número de vueltas de la bobina, Φ_B es el flujo magnético y ε la fem inducida.

Dispositivo experimental

Consiste en un bobinado primario dentro del cual se colocan dos bobinados secundarios S_1 y S_2 conectados entre si en serie y en contrafase (por que en contrafase?). El conjunto de bobinas forman el primario y secundario de un "transformador" denominado diferencial, como se esquematiza en la Fig. 1.

La muestra de Monel, M , cuya respuesta magnética se quiere medir se coloca en S_1 . La muestra tiene en estrecho contacto térmico una resistencia comercial de platino R_{Pt} (denominada R_{PT100}) cuya resistencia se medirá a 4 terminales para determinar la temperatura de la muestra (Como determina T ? que ventaja tiene la medición de una R a 4 terminales?).

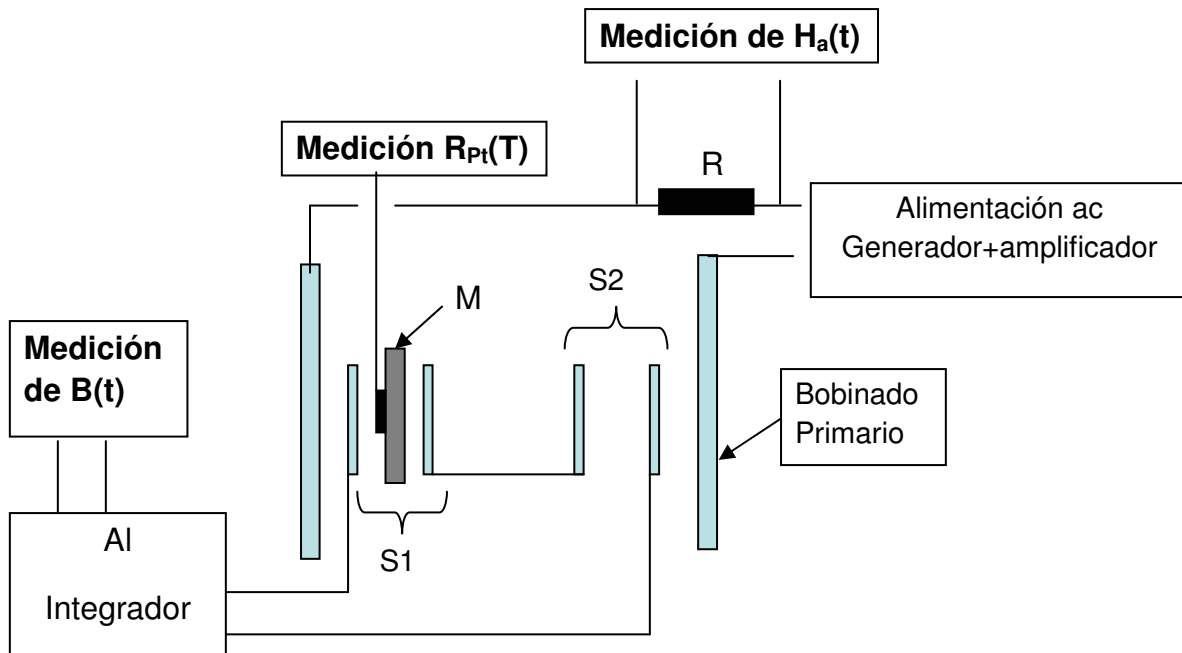


Fig. 1: Esquema del arreglo experimental (ver texto).

El primario se alimenta con un generador de funciones cuya salida es amplificada con un amplificador de potencia para generar un campo alterno $H_a(t)$ que lleve a la muestra a saturación (por que hay que amplificar con un amplificador de potencia?). Para medir una señal $V_1(t)$ proporcional a $H_a(t)$ se dispone de una resistencia conocida conectada en serie con el bobinado primario y se mide la caída de tensión sobre ésta (justifique).

Integrando la señal del secundario se obtiene una señal $V_2(t)$ proporcional a $B(t)$ (porque hay que integrar?), de modo que se puede observar la figura del ciclo de histéresis $B(H)$ en un osciloscopio midiendo las señales $V_1(t)$ y $V_2(t)$ en los dos canales.

Para medir simultáneamente $V_1(t)$, $V_2(t)$ y R_{Pt} se recomienda utilizar la tarjeta Sensor DAQ y tomar las tres señales utilizando los tres canales. De este modo podrá reconstruir los lazos de histéresis a diferentes temperaturas. Inicialmente se sumerge la muestra en nitrógeno líquido (77 K) y se la introduce fría en el núcleo de S1 midiendo las señales a medida que la muestra adquiere T ambiente.

Bibliografía

- 1) P. Feynman, R. B. Leighton y M. Sands, The Feynman Lectures on Physics, Vol. 2, ed. Bilingüe
- 2) http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_de_curie
- 3) C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 6
- 4) <http://calplasticsandmetals.com/monel.htm>
- 5) Yaakov Kraftmakher, Am. J. Phys. 73, 1191 (2005)