

## PRACTICA DE LABORATORIO

### CURVA DE IMANTACIÓN (HISTÉRESIS DE UN TRANSFORMADOR)

#### 1. OBJETIVOS

- Mostrar la primera imantación así como las siguientes de un material ferro magnético
- Calcular la energía retenida en el material ferro magnético.

#### 2. FUNDAMENTO TEORICO

En un núcleo de un transformador (material ferro magnético) el campo magnético  $H = I N_1/L$  es proporcional a la corriente  $I$  de la bobina y la densidad efectiva de las espiras  $N_1/L$  de la bobina primaria. Pero la densidad de flujo magnético generada o inducción magnética  $B = \mu_r \mu_0 H$  (con  $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$  Vs/Am) no es proporcional a  $H$ . Mucho más que eso, alcanza un valor de saturación  $B_s$ , cuando el la intensidad del campo magnético  $H$  aumenta. La permeabilidad  $\mu_r$  del material ferromagnético depende de la intensidad de campo magnético  $H$  y del tratamiento magnético previo del material ferromagnético. Para un material ferromagnético desmagnetizado si  $H=0$  A/m la densidad de flujo magnético es  $B = 0$  T .

Normalmente un material ferromagnético mantiene todavía una densidad de flujo magnético restante diferente de 0 T (remanencia) para  $H = 0$  A/m.

Es por ello que la inducción magnética  $B$  se representa en una curva de histéresis en función de la intensidad magnética  $H$  que crece y cae. La curva de histéresis se diferencia de la denomina curva de la primera imantación, que empieza en el origen del sistema de coordenadas y se mide sólo para un material completamente desmagnetizado ( $H = 0$  A/m,  $B = 0$  T).

En el presente ejemplo no se mide directamente  $H$  y  $B$ , sino en lugar de ello se utilizan las magnitudes proporcionales: Corriente primaria  $I = H * L / N_1$  y el flujo magnético  $\Phi = N_2 * A * B$  a través de la bobina secundaria.  $N_2$  es el número de espiras de la bobina secundaria;  $A$  es la sección transversal del

material ferromagnético). El flujo magnético  $\Phi$  se calcula como la integral de la tensión inducida  $U$  en la bobina secundaria

### 3. MATERIAL Y EQUIPO

Alternativa (sin Power-CASSY)	CODIGO LEYBOLD
1 Sensor-CASSY	524 010
1 CASSY Lab	524 200
1 Núcleo en U con yugo	562 11
1 Dispositivo de sujeción	562 12
2 Bobinas con 500 espiras	562 14
1 Generador de funciones	S12 522 621
1 Resistencia STE, 1 $\square$ , 2 W	577 19
1 Segmento de tablero de conex.	576 71
1 Cable, 50 cm, negro	500 424
7 Cables, 100 cm, negros	500 444
1 PC desde Windows 95/98/NT	

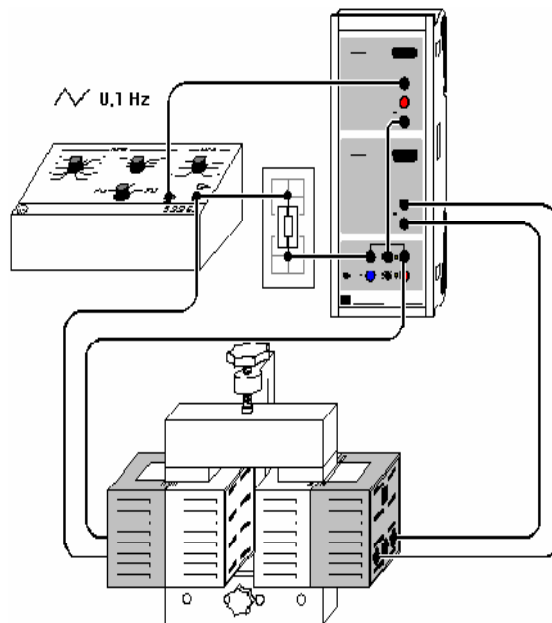


Figura 01 Diagrama pictórico

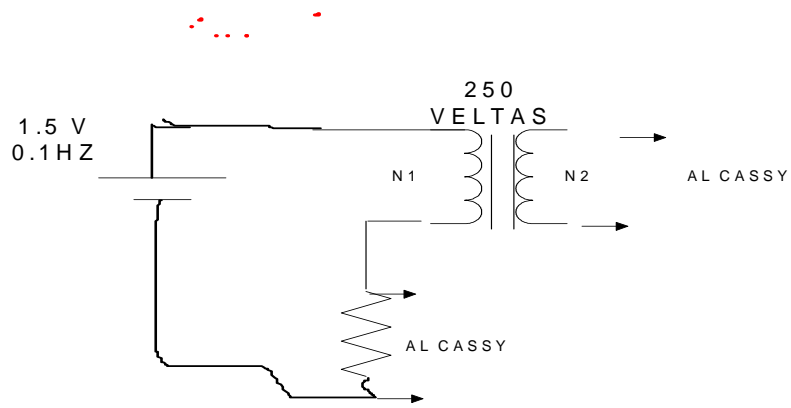


Figura.2. circuito esquemático

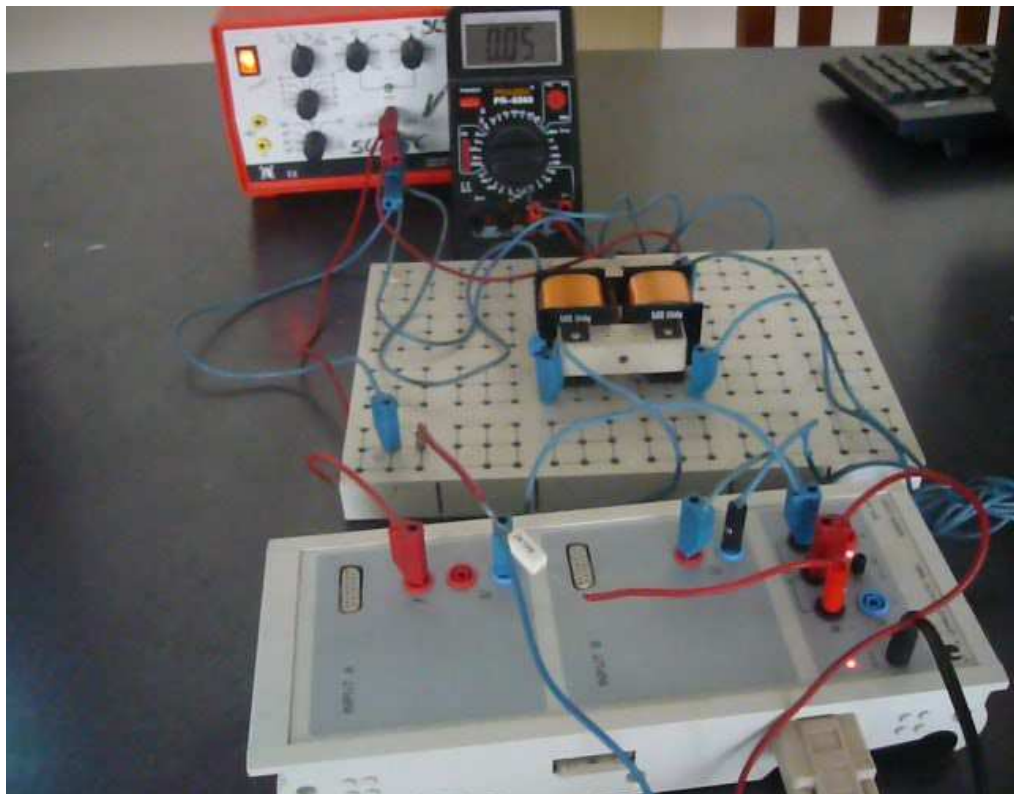


Figura 03 Fotomontaje del circuito

#### 4. PROCEDIMIENTO

##### ABVERTENCIA

**Por ninguna circunstancia aumente el voltaje especificado sin cambiar el valor de R y haber Calculado la corriente circulando por las bobinas y el cassy**

Implemente el circuito de la figura 03, regule el generador de señales a 1.5 voltios y 0.1 Hz, verifique con el multítester, que el voltaje en el primario del transformador es 1.5 v cuando saca una punta del cable que sale del cassy (sensor de corriente, al punto donde está el símbolo R en el mismo cassy, si lo vuelve a conectar se hace cero. Internamente cuando empieza la medición se activa el relay y deja pasar la corriente; lo puede verificar colocando el voltímetro en el secundario del transformador, inicie la medición haciendo clic en f 9 y terminando la medición de igual forma.

Como entrar al programa:

**Clic** en Cassy Lab, Física, curva de histéresis, cargar ejemplo sin power cassy, en área de sensores de la figura del cassy, Tensión UA1 corregir parámetros de corriente 0.3 A a 0.3 A

**Clic** en tensión UA2 corregir parámetros de tensión 0.3 V a 0.3 V, en cerrar si ya los corrigió los valores predeterminados, si aparecen los dos sensores en la pantalla (UA1, UA2). El sistema está listo para realizar la medida, clic en f9 para iniciar y para terminar.

**Anticlic** sobre la imagen, luego Si el resultado es demasiado pequeño **clic en zoom** para aumentar el tamaño de la imagen varias veces

La corriente de la bobina primaria del transformador la suministra el Power-CASSY. El flujo magnético  $\Phi$  se calcula de la tensión de inducción U de la bobina secundaria que se mide en la entrada B del Sensor-CASSY.

De otro modo el experimento también puede ser ejecutado sin el Power-CASSY utilizando el generador de funciones S12. Este deberá ser ajustado a una frecuencia de **0,1 Hz, onda triangular y una amplitud de unos 2 V**. Para

registrar la primera curva de imantación se hace un disparo a  $I = 0$  A. Para conseguir exactamente este instante, **antes del registro de la curva la corriente se hace pasar por el relé fluyendo por una resistencia de  $1 \Omega$**

### **Realización del ensayo**

Cargar ajustes (sin Power-CASSY)

Eventualmente corrija el offset de la tensión en la entrada B, para ello seleccione **Corregir** en Ajustes UB, introduzca como primer valor teórico 0 V y luego **Corregir offset**.

Desmagnetice el núcleo de hierro, por ej. Mediante fuertes golpes con la superficie frontal del yugo sobre ambas superficies frontales del núcleo en U.

### **Inicie la medición con F9.**

Detenga la medición después de un periodo de la curva de histéresis o para = 0 Vs (entonces ya no se necesita las des magnetización la próxima vez) con **F9**.

Cuando la curva de histéresis recorra el segundo y el cuarto cuadrante, es de gran ayuda un cambio de polaridad de una de las dos bobinas.

**Si durante la medición el instrumento indicador UB se satura (indicación intermitente), aumente el rango de medición en Ajustes UB.**

### **Evaluación**

Como el área de un lazo de histéresis B(H)

$$\int B \cdot dH = \frac{E}{V}$$

Es justo la pérdida de energía E en una desmagnetización por unidad de volumen V del Material desmagnetizado, el área encerrada en el diagrama (I)

$$\begin{aligned} \int \Phi \cdot dI &= \int N_2 A B \cdot \frac{L}{N_1} \cdot dH \\ &= \frac{N_2}{N_1} V \int B \cdot dH = \frac{N_2}{N_1} E \end{aligned}$$

Para  $N_1=N_2$  resulta exactamente la pérdida de energía  $E$  para la desmagnetización. En el diagrama se puede calcular esta pérdida de energía mediante la "integración de pico" de un lazo de histéresis.

## 5. DATOS Y RESULTADOS

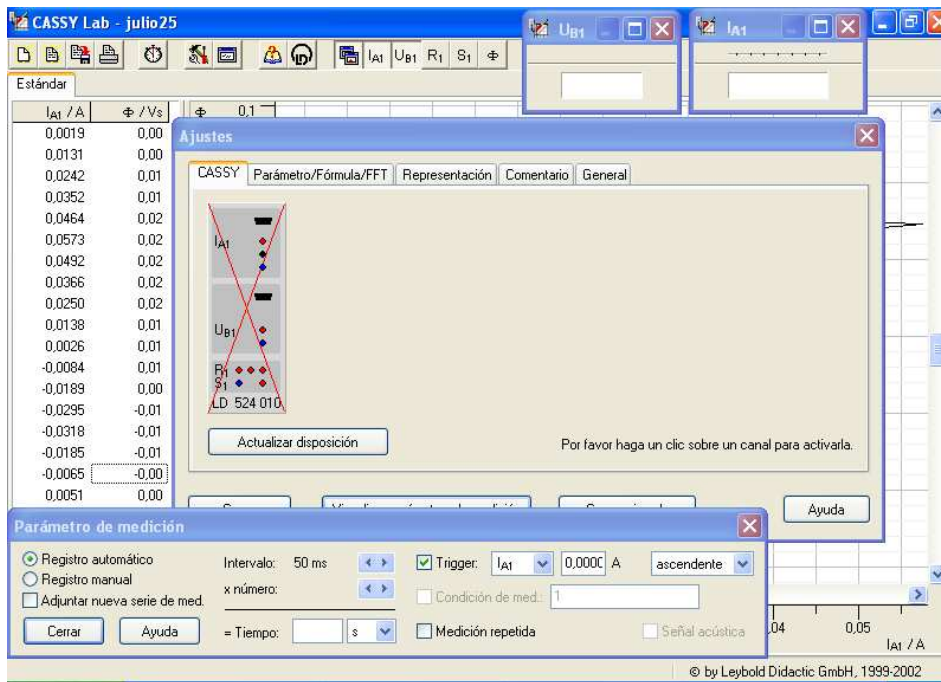


Figura 04

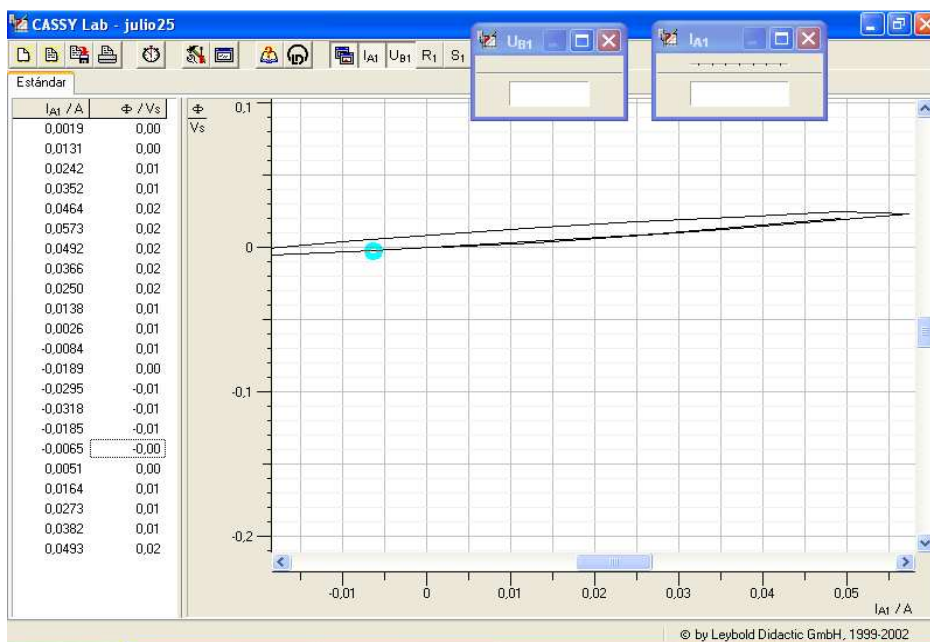
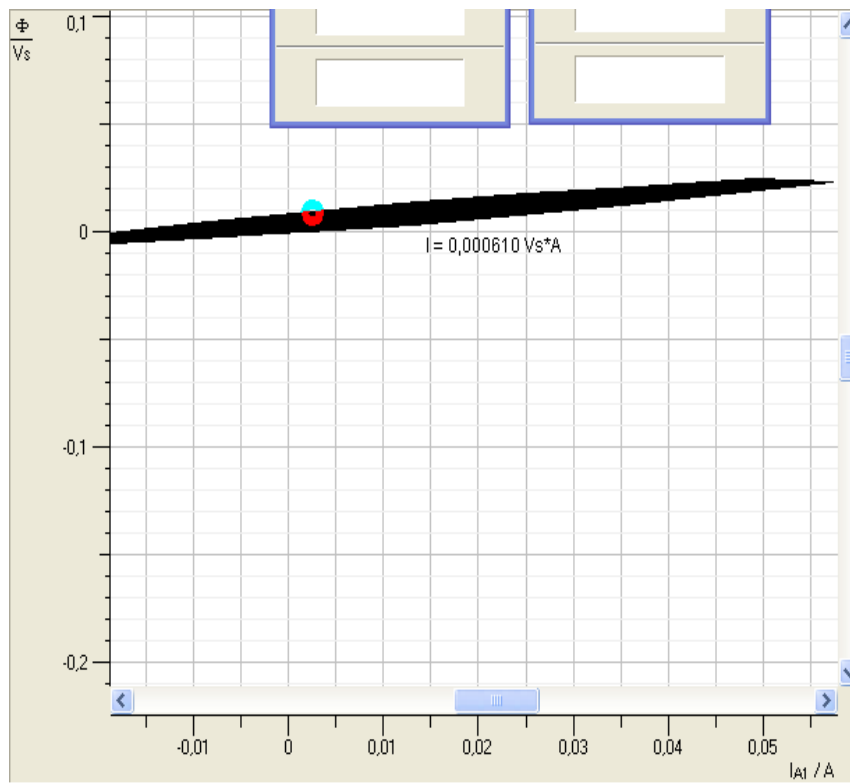
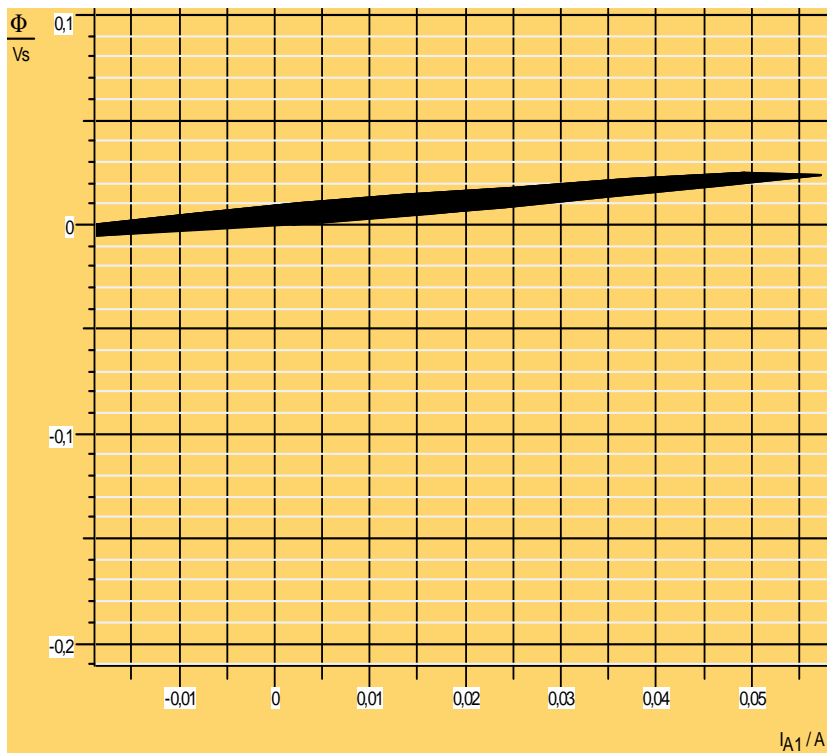


Figura 05



**Figura 06**



**Figura 07**

## 6. ANALISIS DE DATOS

En la figura 04 se observan las ventanas con los parámetros con los que se trabajò. En la figura 05 se observa la grafica de la curva de histéresis con la tabla de los datos correspondientes.

En la figura 07 y 08, los cálculos de la integral  $I = 0.000610 \text{ VA}$  La energía almacenada en el entrehierro del transformador para un instante dado

## 7. CUESTIONARIO

1. A que se llama primera imantación
2. Cuando se dice que la energía almacenada en el entre hierro del Transformador Será la energía perdida
- 3 De cuantas formas practicas de puede desmagnetizar un entre hierro
- 4 Calcule la energía en el entre hierro del transformador utilizando los datos Arrojados por cassy

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La curva de histéresis de un transformador se podrá observar si el material ya se magnetizo (el entrehierro del transformador) sin ese requisito la señal observada será líneas rectas que representan la primera imantación, antes de la saturación

Se recomienda leer atentamente el manual cassy antes de operarlo, el total de cables utilizados son 8, esta bien el circuito. El relay esta dentro del cassy.