

TK25
B4

Por razones cuyo análisis excede el nivel de éste escrito, la permeabilidad incremental real es menor que el valor teórico dado por la pendiente de la curva de imanación, por lo que se hace necesario el uso de gráficas de μ_{ca} real al hacer cálculos prácticos.

Como se puede apreciar en la Fig. 26, en los materiales ferromagnéticos la permeabilidad no es constante. Debido a lo anterior, no es posible expresar a β mediante una función analítica de H. En lugar de ello, se da la relación entre ambas magnitudes mediante una tabla, o bien se representa a β mediante la curva de imanación. Las Figs. 27 y 28 presentan las curvas de imanación de diversos materiales ferromagnéticos. La Fig. 29 muestra las características de permeabilidad incremental de acero de silicio.

1.9 EL LAZO DE HISTERESIS

Supóngase que se tiene una muestra de material ferromagnético en la cual se puede variar la inducción magnética β en base a incrementos o decrementos del campo magnético H, en la región en que se encuentra dicho material. Un dispositivo posible sería el MARCO DE EPSTEIN o un anillo toroidal con un devanado simple, en el cual se varía H variando la corriente que pasa por él, tal como se muestra en la Fig. 30.

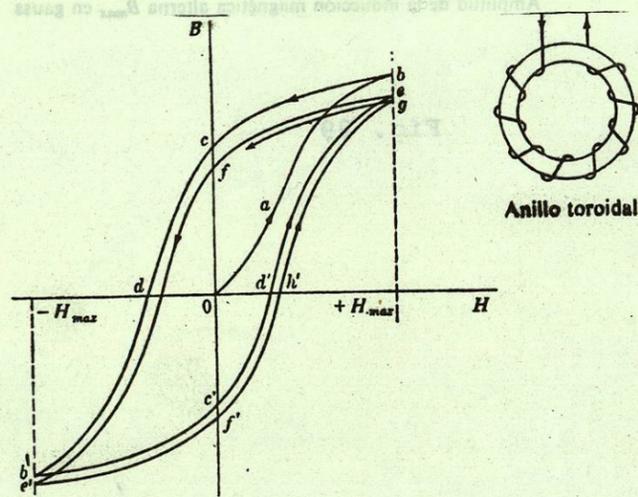


Fig. 30 Curva β (H) para una muestra inicialmente desimanada.

Al expresar gráficamente el comportamiento de β con respecto a las variaciones en H, se verá que, si el material se encuentra inicialmente desimanado, al incrementar H desde un valor nulo hasta una magnitud $+H_{m\acute{a}x}$ se tendrá una curva (curva de primera imanación) semejante a la oab de la Fig. 30. Si a partir de éste valor $+H_{m\acute{a}x}$ se disminuye hasta anular H, el comportamiento gráfico será semejante a la curva bc de la cual se puede observar que aún habiendo anulado el valor de H, el material retuvo una inducción magnética determinada; es decir que el material tendió a oponerse a la variación de inducción magnética, propiedad conocida por HISTERESIS (que literalmente significa "Quedarse atrás"). Al incrementar en sentido opuesto al anterior el campo magnético, la relación gráfica seguirá la trayectoria cd, anulándose en éste punto la densidad de flujo residual anterior. El valor de β a partir de el punto anterior irá tomando valores negativos (sentido opuesto al anterior) a medida que se incremente el valor de H, de tal forma que al llegar al valor de $-H_{m\acute{a}x}$ se habría alcanzado en la muestra una β igual, pero de sentido contrario, al $\beta_{m\acute{a}x}$ alcanzado en la primera imanación. A partir del punto b', si se hace variar H de $-H_{m\acute{a}x}$ a $+H_{m\acute{a}x}$, la trayectoria de la gráfica será b'c'd'e, el punto e difiere muy poco del b. Si se repite un ciclo como el anterior, a partir del punto b, la curva descrita será efe'f'h'hasta g. A medida que se repita el número de estos ciclos (aplicando una corriente alterna a la bobina del toroide), la curva se estabilizará en un lazo cerrado conocido como LAZO DE HISTERESIS, Fig. 31. Cuando el material se encuentre en el estado anterior se dice que está en su CONDICION CICLICA para éste valor de $H_{m\acute{a}x}$.

La importancia del lazo de histéresis radica en que es una propiedad de un material ferromagnético dado, es decir, que se puede utilizar como un criterio de comparación entre dos o más materiales ferromagnéticos, estudiando a través de ésta comparación el material idóneo para un propósito determinado. Las propiedades que de el lazo de histéresis se desprenden y que generalmente se encuentran tabuladas en manuales y tablas de fabricantes son las siguientes:

TK25
B4

- a) **MAGNETISMO REMANENTE.**- Es la inducción magnética β o densidad de flujo que retiene el material al anularse el campo magnético aplicado. En el material estudiado anteriormente puede ser tanto la distancia oc como of . Fig. 30.
- b) **INDUCCION MAGNETICA RESIDUAL.**- (β_r). Es el magnetismo remanente en el material, cuando este se encuentra en su condición cíclica. En la Fig. 31 se representa por la distancia oc para un lazo de histéresis en particular.
- c) **RETENTIVIDAD O MAGNETISMO REMANENTE MAXIMO.**- Es la densidad de flujo que queda en el material después de haberlo llevado a la condición de saturación.
- d) **CAMPO COERCITIVO (H_c).**- Es el campo magnético necesario para anular la inducción magnética residual. En la Fig. 31 corresponde a la distancia od .
- e) **COERCITIVIDAD.**- Es la magnitud del campo magnético que se requiere para eliminar la retentividad.

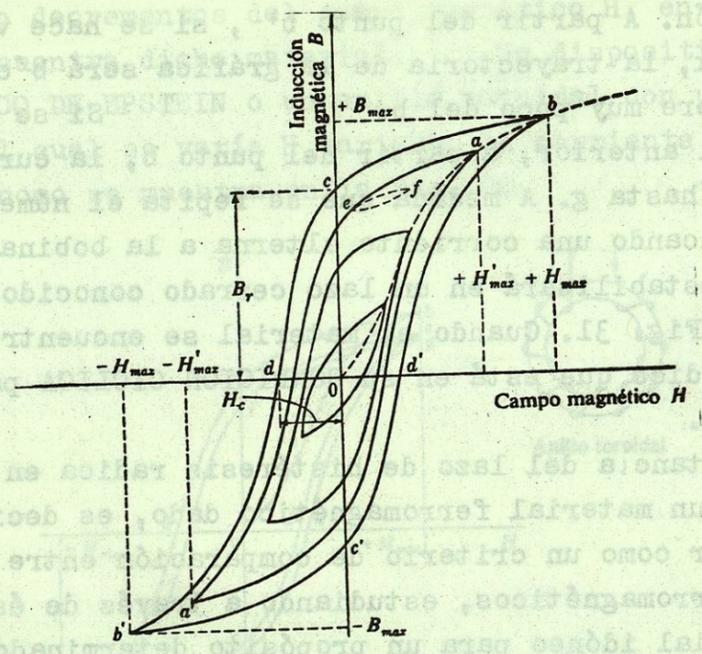


Fig. 31 Ciclos de histéresis.

Como se puede apreciar de la Fig. 31, se podría determinar la curva de imanación de un material, uniendo los vértices en el primer cuadrante de diversos lazos de histéresis. Estos lazos se obtendrían variando la amplitud de la corriente alterna aplicada al devanado del toroide. Esta es la forma más práctica de determinar la curva de imanación normal de un material ferromagnético, ya que los resultados no se ven influidos por el estado magnético previo de la muestra (espécimen).

CAPITULO II
CIRCUITOS MAGNETICOS