



NATURALIS

BOLETÍN DE LA COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA

No. 15

mayo de 2010

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS



CONTENIDO

1 **¡Nada es Imposible para un Ingeniero! (Parte 1)**

Juan Alfonso Álvarez Torres

4 **El Ciclo de Histéresis de los Materiales Ferromagnéticos**

Alfredo Velásquez Márquez

¡Nada es Imposible para un Ingeniero! (Parte 1)

Siempre se nos dijo que el hombre cruzo el estrecho de Bering en la era de hielo por un puente natural formado por gruesos mantos de hielo sólido y que de esta manera fue poblada América. Durante siglos el hombre siempre ha soñado con unir a los dos continentes; América (Alaska, EUA) y Asia (Siberia, Rusia).

Durante el siglo 19 el hombre hizo un escrutinio meticuloso y muchos intentos infructuosos con resultados poco provechosos; pero hoy ya no será más un sueño, es una realidad llevada a cabo por ingenieros especialistas que harán del mito una realidad y que transformarán la fantasía en la más única de las

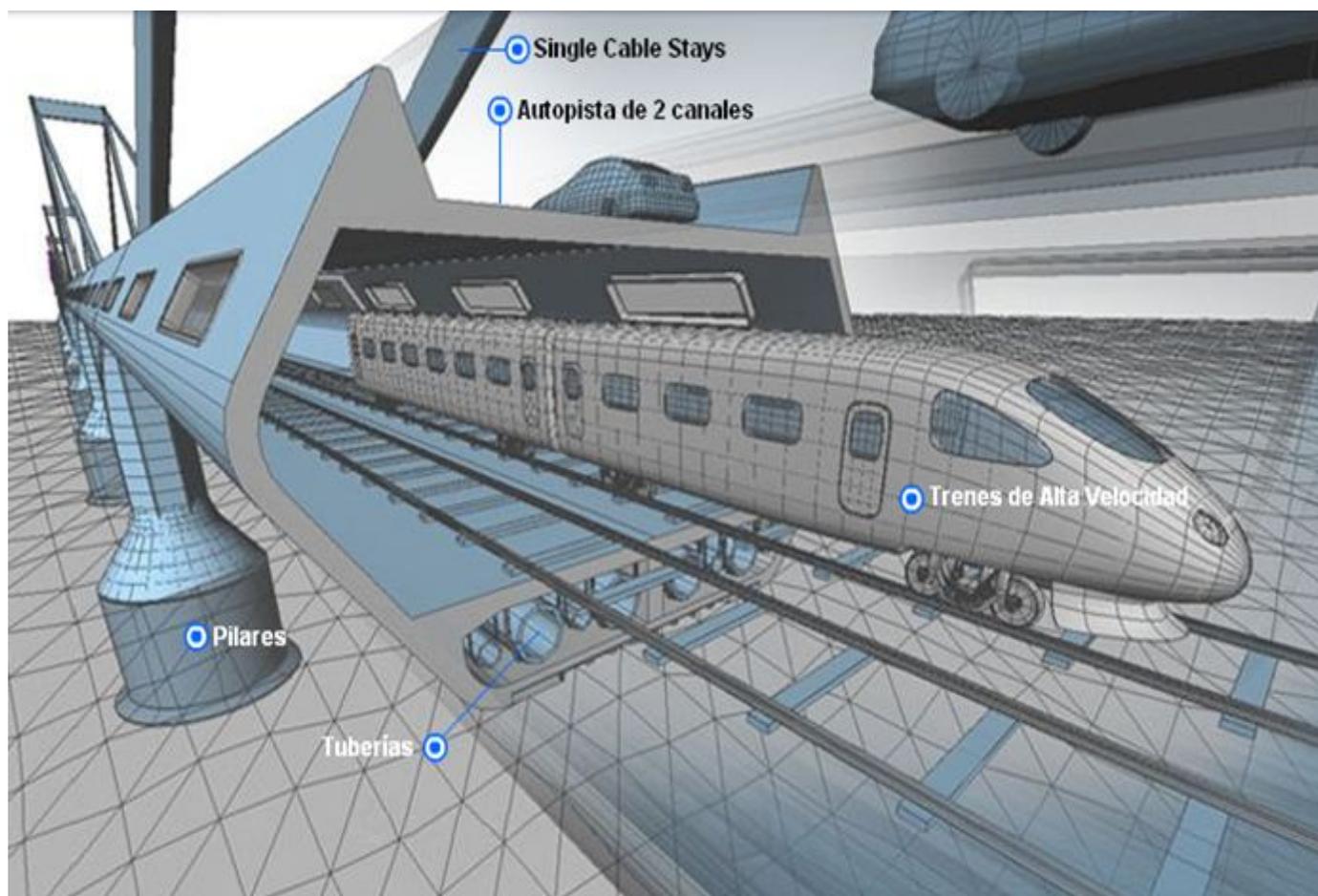
experiencias que definitivamente podría considerarse un viaje surrealista, ya que un conductor que saliese del anochecer de Rusia llegaría a Alaska ese mismo día; pero de madrugada, lo cual nos permitiría retroceder varias horas en el tiempo... en tan solo un trayecto de aproximadamente una hora.

¿Que de qué hablo? Es muy sencillo, por los últimos 15 años se ha estado elaborando y planeando la construcción de una de las obras ingenieriles mas importante de nuestra era, un proyecto que desde mi punto de vista podría considerarse mas que ambicioso...

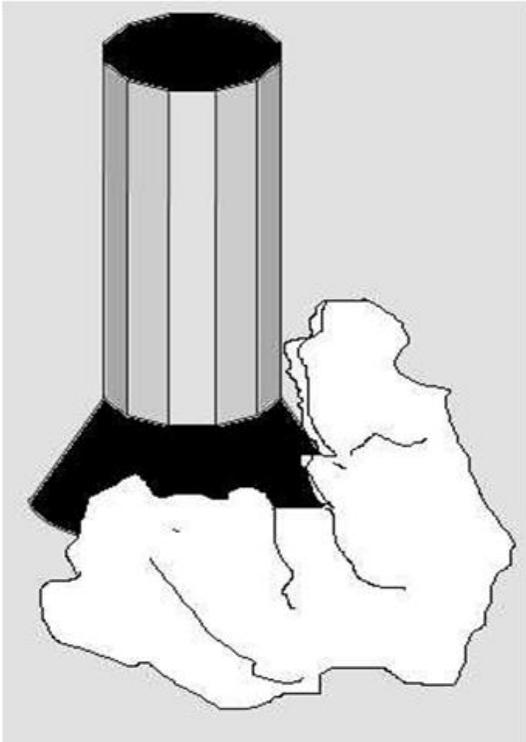
la construcción de un puente que abarque el Estrecho de Bering.

La idea de este puente es poder ir de la Patagonia a África, lo cual implicaría diseñar y construir independientemente del puente, miles de kilómetros carreteros en autopista. Este puente sería el puente más grande hasta ahora construido, lo cual representa un reto aún mayor, pues al no tener antecedente de una proeza con dimensiones y escalas semejantes, los ingenieros se encuentran en una situación muy complicada, especialmente por las condiciones físicas a las que se enfrentan.

Se planea construir aproximadamente una serie de 220 pilares a 100 [m] del hielo y del poco profundo océano; contruidos de concreto especial para que estos toleren las bajas temperaturas; dichos pilares, soportarían tres niveles, de los cuales en el primero iría una autopista, en el segundo un tren subterráneo de alta velocidad y en el tercero, oleoductos y gasoductos; que abarcarían la parte más estrecha que mide 85 [km] (un puente que necesitaría décadas y billones de dólares para construirse, debe tener incentivos económicos como las tuberías que llevarían petróleo y gas de Siberia a Norteamérica).



Hasta ahora se tiene pensado que cada pilar tenga la forma de proa de barco rompehielos; ya que, un pilar plano usado en un puente regular sería destruido por la fuerza del hielo.



Dicho puente representaría una nueva era que traería consigo una serie de cambios que modificarían el mundo actual; y más allá de eso le daría un nuevo significado a la ingeniería. Este reto fue inspirado por la firma francesa OFF y tomado, y próximamente realizado, por ingenieros de todo el mundo,

resaltando la participación de los Ingenieros Civiles Ben Gerwick y Albert Akl quienes opinaron que el reto más grande para ellos fue su escepticismo.

Por desgracia es muy complicado realizar una construcción en el Círculo Ártico, ya que el invierno dura prácticamente un año, por lo que la obra se limitará a 4 meses de construcción por año; se espera que dicho proyecto empiece su construcción en la primavera de 2010.

Referencias

- 1.- http://www.tudiscovery.com/extremeengineering/bering_explore/bering_explore.shtml
- 2.- <http://www.docuciencia.es/2009/08/ingenieria-extrema-un-puente-sobre-el-estrecho-de-bering/>.
- 3.- Revista muy interesante; México pág. 32 México- Noviembre 2009.

Juan Alfonso Álvarez Torres

Alumno de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

*¡Actúa en vez de suplicar.
Sacrificate sin esperanza de gloria ni recompensa!
Si quieres conocer los milagros, hazlos tú antes.
Sólo así podrá cumplirse tu peculiar destino.*

Ludwig van Beethoven

El Ciclo de Histéresis de los Materiales Ferromagnéticos.

Introducción

Los materiales ferromagnéticos poseen pequeñas zonas que tienen un momento magnético diferente de cero; a estas zonas se les llama dominios magnéticos, y su momento magnético es el resultado de la suma de los campos magnéticos debidos a los movimientos de traslación y rotación de los electrones que están presentes en tales dominios. Normalmente, los momentos magnéticos de los dominios están orientados de forma aleatoria; de tal forma, que la suma de los momentos magnéticos de los dominios que están presentes en una porción de material ferromagnético, es igual o muy cercana a cero.

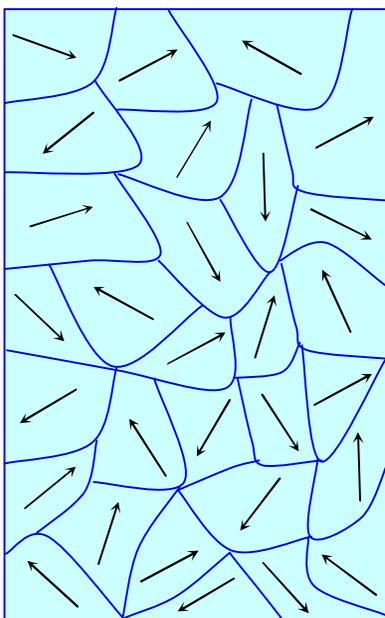


Figura 1. Dominios magnéticos de una porción de material ferromagnético.

Los dominios magnéticos tienen formas irregulares y áreas muy pequeñas, pero si supusiéramos que todos los dominios son circulares, dichos círculos tendrían radios que irían de 1 micrómetro hasta unas décimas de milímetro, dependiendo de la composición del material ferromagnético y de los campos magnéticos externos a que fue sometido (historia magnética).

Cuando un material ferromagnético se coloca bajo la influencia de un campo magnético externo (CME), sus dominios magnéticos tienden a alinearse con las líneas de fuerza de dicho campo y tal alineación depende de la intensidad H , del campo antes mencionado.

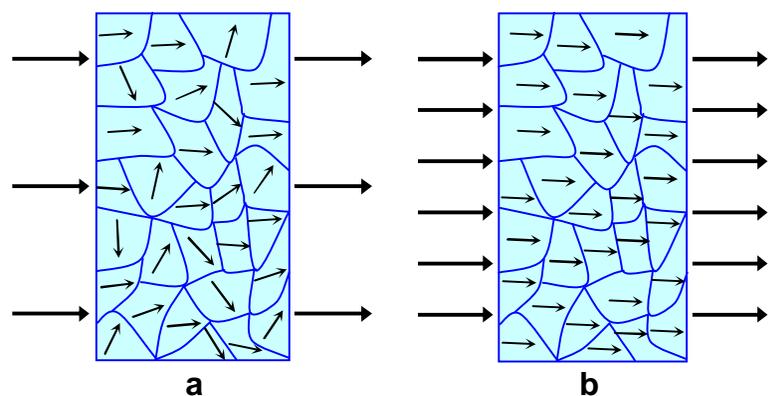
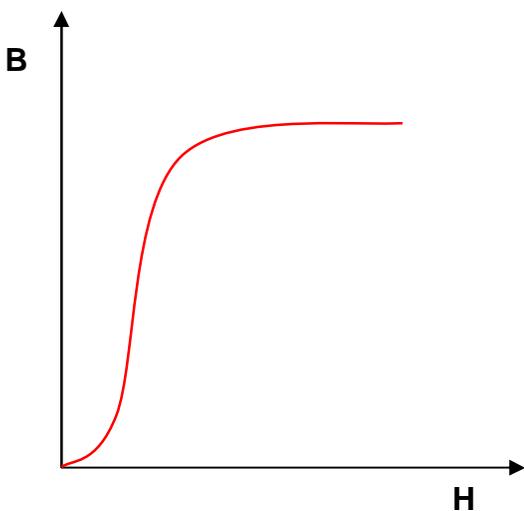


Figura 2. Comportamiento de los dominios magnéticos de un material bajo la acción de campos magnéticos débil (a) y fuerte (b). Las flechas grandes indican el sentido de las líneas de flujo de los campos magnéticos externos

Como se observa en las figuras anteriores, mientras mayor sea la H , mayor es la cantidad de dominios magnéticos que se alinean, lo cual implica un aumento en la intensidad B del campo magnético resultante (campo magnético inducido, CMI).

Ciclo de Histéresis

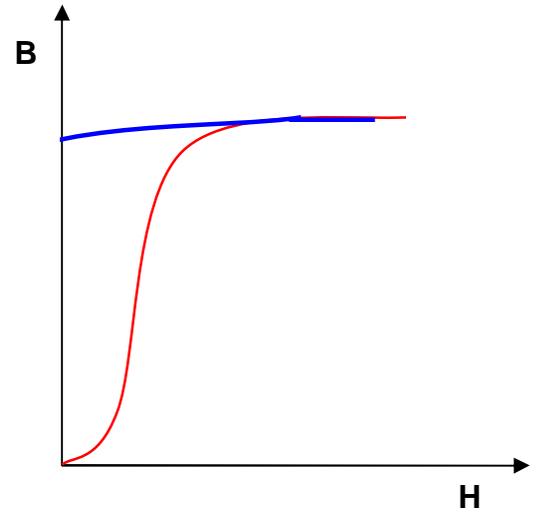
Tomando en cuenta lo anterior, si inicialmente un material ferromagnético, cuyos dominios están orientados aleatoriamente, se coloca dentro de un CME generado por un solenoide, se puede graficar H , contra la intensidad del CMI (B), obteniéndose una gráfica como la siguiente:



Gráfica 1. Curva de primera saturación.

Como se observa, al aumentar H , aumenta B , hasta llegar al punto en el cual la alineación de los dominios es la máxima posible; tal que, si H aumenta, B ya no aumenta, a esta

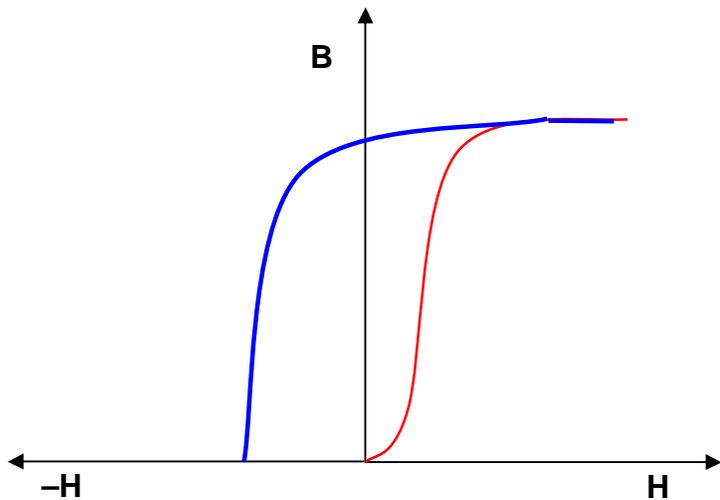
curva se le conoce como curva de primera saturación, pero si a partir de este punto se empieza a disminuir la H , se tendría la gráfica siguiente:



Gráfica 2.

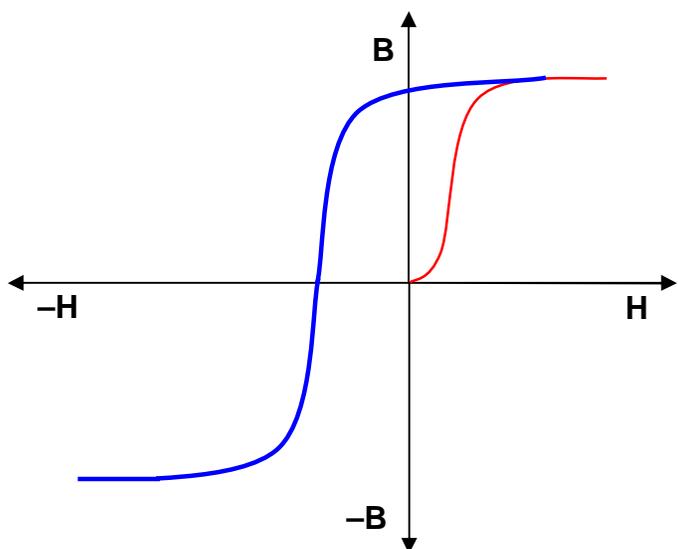
Como se observa, al ir disminuyendo la H , disminuye también B , pero no por el mismo camino en que fue aumentando. Esto implica que aún cuando la H llegue al valor de cero, existirá un campo magnético inducido; es decir, se mantienen alineados la mayor parte de los dominios magnéticos; se dice entonces, que el material quedó magnetizado. Si ahora se aplica un campo magnético externo $-H$, opuesto al anterior (esto es, cambiando el sentido de la corriente en el solenoide), los dominios irán orientándose en sentido contrario, disminuyendo con ello la

magnetización del material, de tal forma que se obtendría una gráfica como la siguiente:



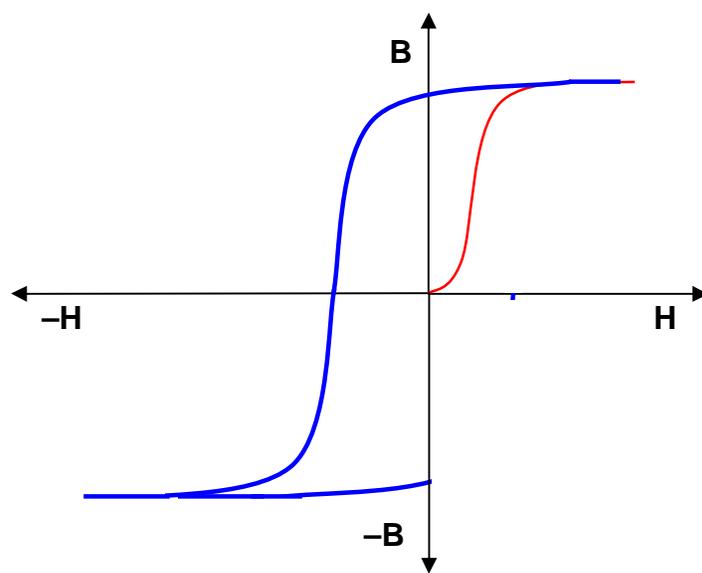
Gráfica 3.

Como se observa, al ir aumentando $-H$, disminuye B , hasta llegar a cero (el valor de $-H$ para el cual B se hace cero, se le llama campo coercitivo); ahora bien, si se continúa aumentando $-H$, el material se irá magnetizando, pero con campo contrario al de su primera magnetización, obteniéndose una gráfica como la siguiente, donde la intensidad del campo magnético inducido se denota con $-B$.



Gráfica 4.

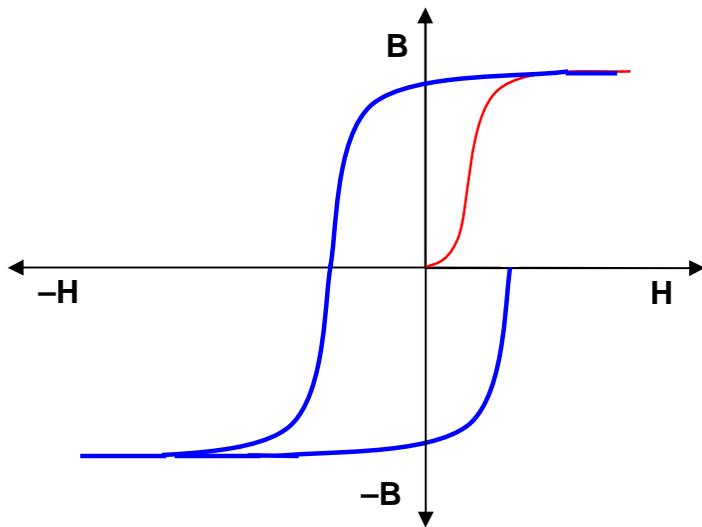
Como se observa al ir aumentando $-H$, aumenta $-B$, hasta llegar a un punto de máxima saturación, donde los dominios están alineados en el sentido contrario a como se alinearon en la curva de primera saturación. Ahora, si se disminuye el valor de $-H$ hasta el valor de cero, se obtiene una gráfica como la siguiente:



Gráfica 5.

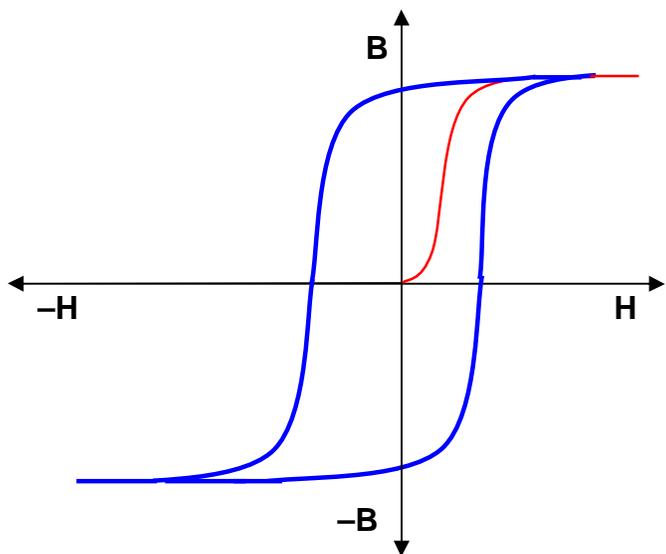
Como se observa, al ir disminuyendo $-H$ disminuye también $-B$, pero no por el mismo camino en que fue aumentando. Esto implica que aún cuando la $-H$ es cero, permanece un campo magnético inducido de intensidad $-B$; es decir, se mantienen alineados la mayor parte de los dominios magnéticos; se dice entonces, que el material quedó magnetizado (ahora en sentido opuesto a la primera vez). Si ahora se aplica un campo magnético externo opuesto

(**H**); esto es, cambiando nuevamente el sentido de la corriente en el solenoide, los dominios irán orientándose en sentido contrario, disminuyendo con ello la magnetización del material, de tal forma que se obtendría una gráfica como la siguiente:



Gráfica 6.

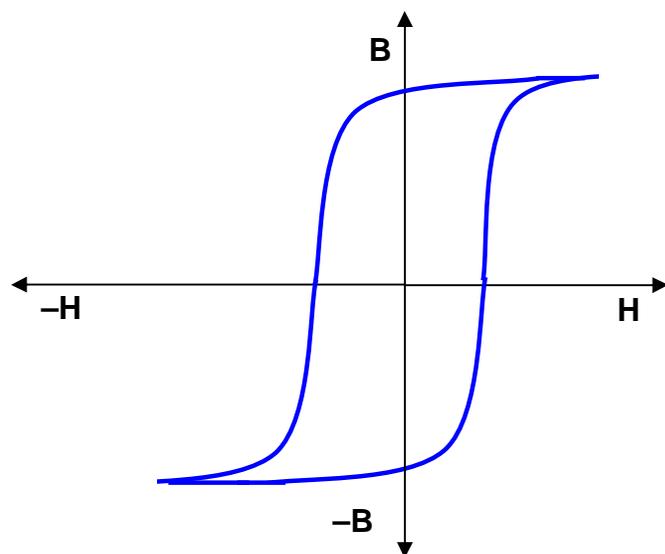
Como se observa, al ir aumentando **H** disminuye **-B**, hasta llegar a cero; ahora bien, si se continúa aumentando **H**, el material se irá magnetizando, obteniéndose una gráfica como la siguiente



Gráfica 7.

Como se observa, al ir aumentando **H** aumenta **B**, hasta llegar al punto

en el cual la alineación de los dominios es la máxima posible; es decir, se llega nuevamente a la máxima saturación que se alcanzó en la curva de la figura 1, completando así el ciclo de histéresis del material. Específicamente, se le llama ciclo de histéresis al ciclo que forman todas las curvas, excepto la de primera saturación; es decir, el ciclo de histéresis en el caso descrito anteriormente se muestra en la gráfica siguiente:



Gráfica 8.

El ciclo de histéresis de un material ferromagnético puede ser angosto o ancho, dependiendo de la composición del material. A los materiales con ciclo de histéresis angosto se les llama materiales ferromagnéticos blandos y a los que tienen un ciclo de histéresis grueso se les llama materiales ferromagnéticos duros.

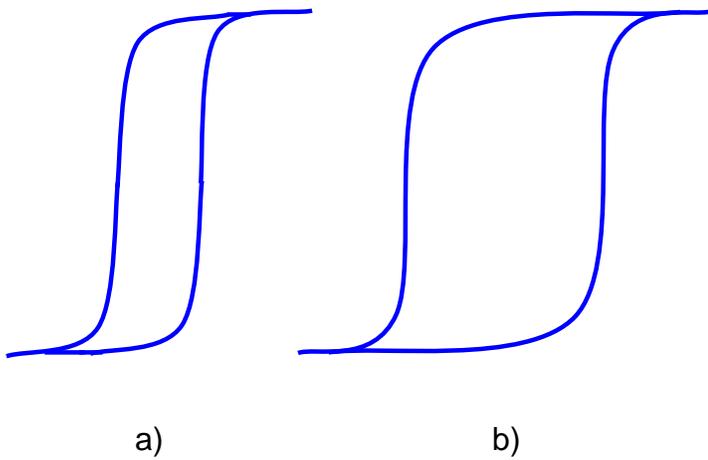


Figura 3. Ciclo de histéresis de un material ferromagnético blando a) y de un material ferromagnético duro b).

Los materiales ferromagnéticos duros se magnetizan al aplicar un campo magnético grande y para desmagnetizarlos se requieren también de campos magnéticos grandes; por ello, se emplean en la fabricación de dispositivos de

almacenamiento de información como los discos duros de una computadora, cintas magnéticas, las tarjetas de crédito, los boletos del metro, etc.

Referencias

- 1.- Smith, William F.; *Ciencia e Ingeniería de Materiales*; 3ª edición, McGraw-Hill; Colombia, 2004.
- 2.- Shackelford, James F.; *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*; 6ª edición, Pearson Prentice Hall; España 2005.

MCQ. Alfredo Velásquez Márquez
 velasquez777@yahoo.com.mx
Profesor de Carrera en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Éxito

He fallado una y otra vez en mi vida, por eso he conseguido el éxito
 Michael Jordan

El éxito es aprender a ir de fracaso en fracaso sin desesperarse.
 Winston Churchill

*No hay secretos para el éxito.
 Este se alcanza preparándose,
 trabajando arduamente y aprendiendo del fracaso*
 Collin Powell

Versión digital: <http://dcb.fi-c.unam.mx/Publicaciones/Naturalis/>

Dudas o comentarios: velasquez777@yahoo.com.mx