

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	AÑO 1974

04.74.07

INEND/ A-5

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

METODO DE ENSAYOS POR PARTICULAS MAGNETICAS

M.A. Giuliadori

Instituto de Ensayos no Destructivos y Control de Calidad

Proyecto ARG/71/537-PDNU

OIEA - UNIDO

Area de Investigaciones Desarrollo y Servicios

Argentina

- 1974 -

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

METODO DE ENSAYOS POR PARTICULAS MAGNETICAS

M.A. Giuliadori

Instituto de Ensayos no Destructivos y Control de Calidad

Proyecto ARG/71/537-PDNU

OIEA - UNIDO

Area de Investigaciones Desarrollo y Servicios

Argentina

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

METODO DE ENSAYOS POR PARTICULAS MAGNETICAS

CAPITULO I

Introducción Histórica:

Este método fué concebido por W.E. Hoke del Bureau of Standards en 1920, e introducido a una aplicación industrial por A.V. de Forest en 1928, quien juntamente con F.B. Doane formó en 1934 Magnaflux Corporation.

Fundamentos Teóricos:

Haremos una breve introducción a la teoría del campo magnético, definiendo sus elementos y las premisas fundamentales que lo rigen.

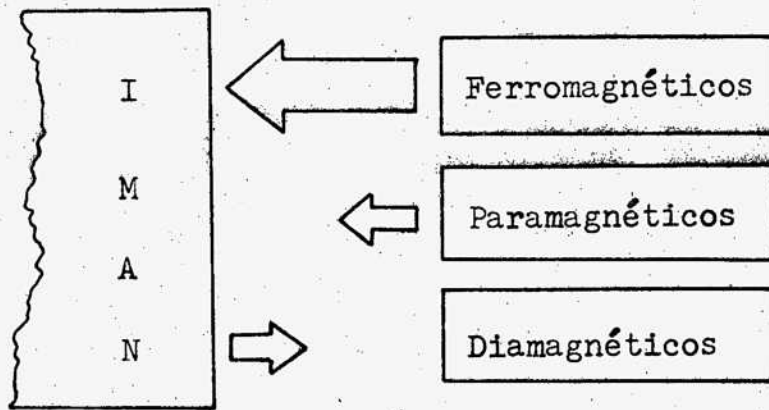
Denominemos IMAN a todo aquel cuerpo que tenga la propiedad de atraer otras sustancias llamadas FERROMAGNÉTICAS. Esa característica de atracción se llama MAGNETISMO, y se debe a un efecto de INDUCCION MAGNETICA ejercido por el imán sobre el otro cuerpo, al que transforma momentaneamente en un imán.

A toda sustancia que acuse los efectos de la proximidad de un imán la denominamos cuerpo magnético, y se dividen en:

Ferromagnéticos: son fuertemente atraídos por un imán (hierro, níquel, cobalto, casi todos los aceros etc.)

Paramagnéticos: son levemente atraídos por un imán (platino, aluminio, cromo, potasio, estaño etc.)

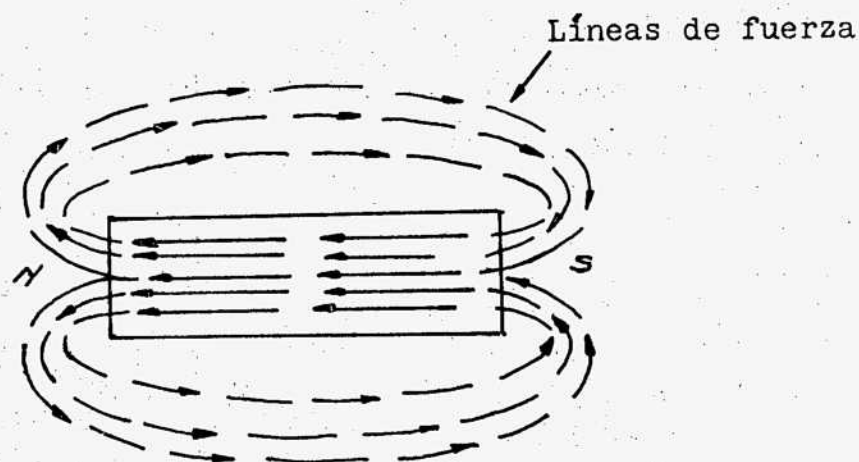
Diamagnéticos: son levemente repelidos por un imán (plata, plomo, cobre, mercurio, etc.)



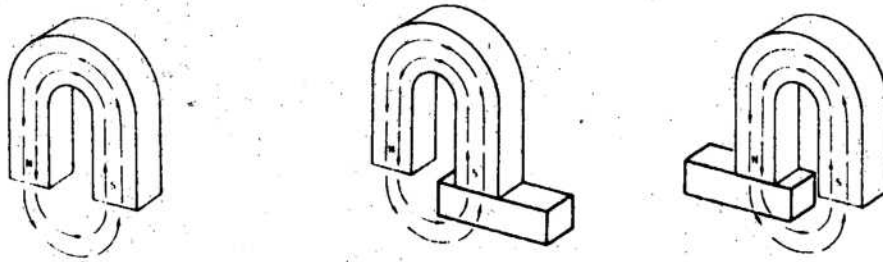
Llamaremos CAMPO MAGNETICO al espacio exterior al imán dentro del cual se ejerca el efecto de inducción. O sea, el campo magnético está conformado por el conjunto de todas las líneas de fuerza, cuyo número y forma dependen del foco magnético o fuente que generó el campo.

Entendiendo por LINEA DE FUERZA a una curva tal que en cada uno de sus puntos es tangente a la dirección que tomaría una aguja imanada (brújula) en ese punto, o sea a la dirección del campo.

Las líneas de fuerza son lazos cerrados que no se cruzan, buscan el camino de menor resistencia, tienen un sentido definido (dentro del imán van de SUR a NORTE, y fuera de él de NORTE a SUR) y se encuentran mas densamente en los polos del imán.



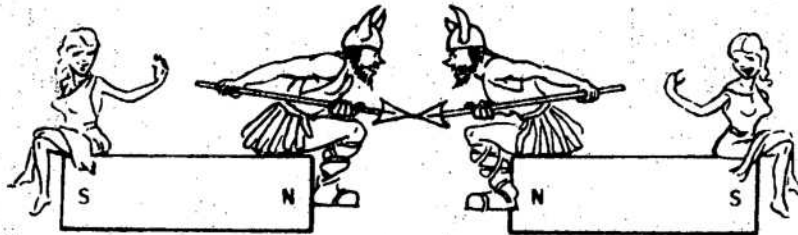
Las fuerzas de Atracción o de Repulsión se manifiestan en aquellas zonas donde entran o salen líneas de fuerza, o sea en las denominadas POLOS del imán.



Tenemos que:

POLOS IGUALES SE REPELEN

POLOS DISTINTOS SE ATRAEN



Definimos como INTENSIDAD DE CAMPO "H" o fuerza magnetizante, a la fuerza que actúa sobre un polo norte magnético unitario, colocado dentro de un campo magnético. O sea es la fuerza que tiende a establecer un flujo magnético en un circuito magnético.

Se mide en OERSTEDS.

Siendo la INDUCCIÓN o DENSIDAD DE FLUJO "B" el número de líneas de fuerza por unidad de área, tomada en ángulo recto a la

dirección del flujo.

Se mide en GAUSS

Tenemos que:

$$B \propto H$$

El factor de proporcionalidad es la PERMEABILIDAD " μ " que representa la facilidad con que un material puede ser magnetizado,

de donde:

$$B = \mu \cdot H$$

En donde H se refiere a la fuerza que tiende a magnetizar un cuerpo, y B al campo inducido en dicho cuerpo. Tenemos que OERSTEDS y GAUSS son numericamente iguales en aire o vacío, de donde se desprende que para el aire $\mu = 1$.

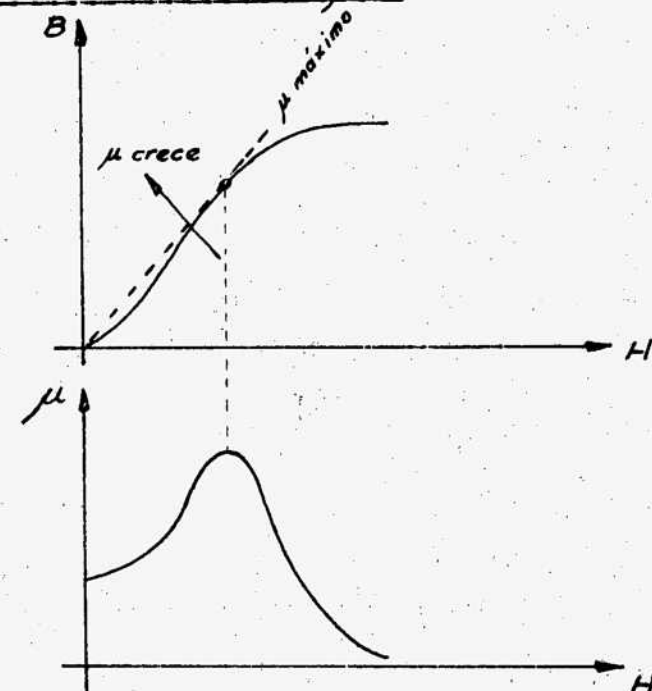
Podemos clasificar nuevamente los cuerpos magnéticos en función de su permeabilidad:

Ferromagnéticos $\mu > 1$

Paramagnéticos $\mu = 1$

Diamagnéticos $\mu < 1$

Curvas B-H y μ -H

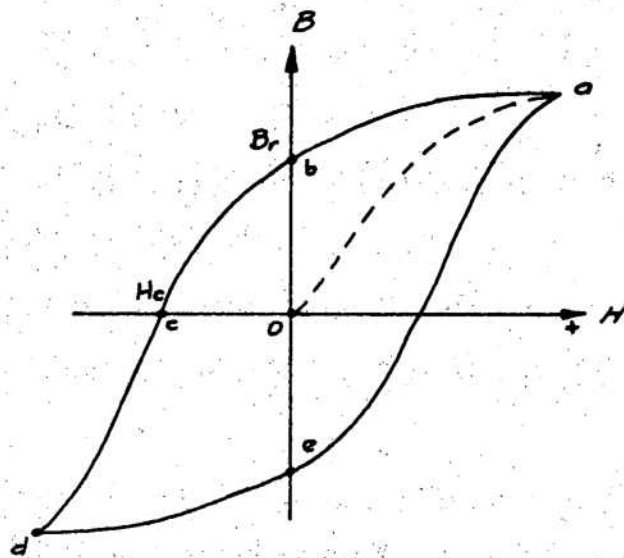


La permeabilidad " μ " crece con el valor de H , hasta un cierto límite para luego decrecer.

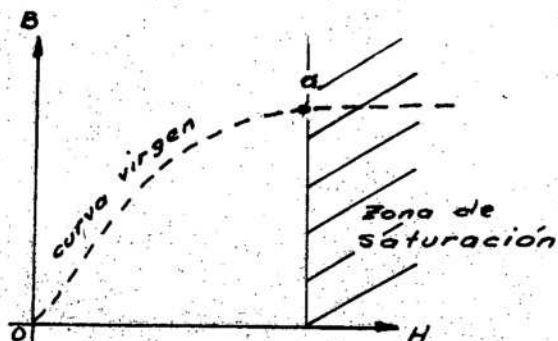
Vemos que $\mu \neq \text{cte.}$ y depende de:

- a) del valor de H o de B
- b) de la composición química del material
- c) de la temperatura
- d) del tratamiento térmico anterior
- e) del procesamiento mecánico anterior

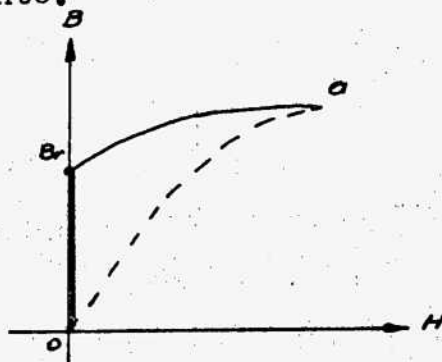
Por lo tanto B no es linealmente proporcional a H , dando lugar a las denominadas CURVAS DE HISTERESIS de los materiales.



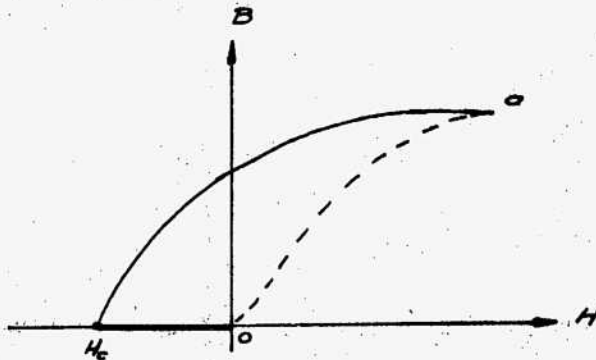
Con intensidad de campo nula no hay magnetización (punto O). La sección o-a o curva virgen se logra cuando el material no ha sido sometido a la acción de un campo magnético, y culmina en el punto "a", pues se entra en la zona de saturación, en la cual a pesar de incrementar H no se notan incrementos apreciables de B .



A partir de este punto si reducimos H , vemos que los valores de inducción no corresponde a la curva $o-a$ sino a la $a-b$. Si llegamos a anular el valor de H , observamos que hay un valor de inducción B_r denominado MAGNETISMO REMANENTE que caracteriza la RETENTIVIDAD del material. O sea la habilidad del material de retener una porción del campo magnético luego de interrumpida la corriente magnetizante.



Disminuyendo H , llegamos al punto " c " denominado FUERZA COERCITIVA o H_c , que es la magnetización inversa que debemos aplicar al material para anular su magnetismo remanente ó residual.



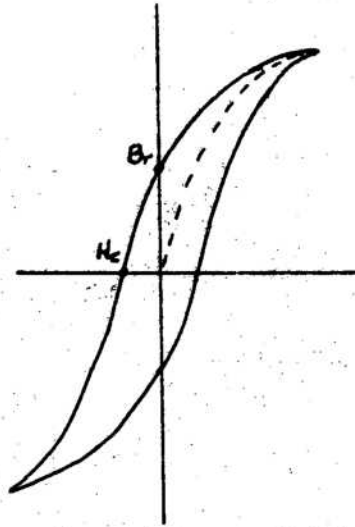
Si seguimos disminuyendo H llegamos al punto " d " en donde el material se encuentra nuevamente saturado.

Aumentando ahora el valor de H llegamos hasta el punto " e " donde existirá un nuevo magnetismo remanente de polaridad inversa al anterior.

Incrementando nuevamente el valor de H se obtiene el punto " o "

donde se cierra el ciclo de histéresis.

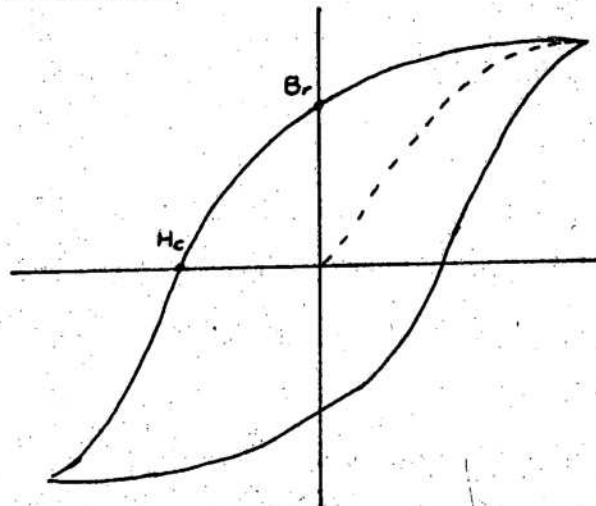
El ciclo de histéresis es propio de cada material, y su área nos da las características magnéticas del mismo.



Si la curva es delgada el material tiene:

- a) baja retentividad (pequeño B_r)
- b) alta permeabilidad
- c) baja reluctancia

Estas características corresponden a un material fácil de magnetizar y de desmagnetizar, con un bajo contenido de carbono, por ejemplo: hierro.



Si la curva es ancha el material tiene:

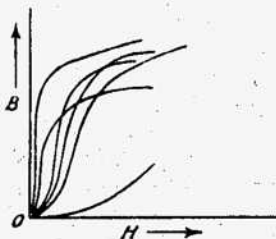
- a) alta retentividad (B_r grande)
- b) baja permeabilidad
- c) alta reluctancia

Estas características corresponden a un material duro de magnetizar, con un alto contenido de carbono, por ejemplo: acero. Por su elevada retentividad sería un buen imán.

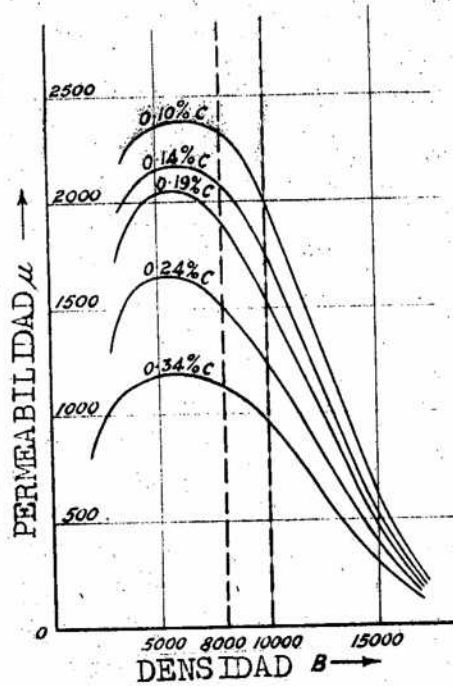
Aclaremos que RELUCTANCIA MAGNETICA es la resistencia que presenta el material a ser magnetizado.

A continuación damos una ~~tabla~~ de conversión de unidades usadas en magnetismo y algunas curvas de referencia:

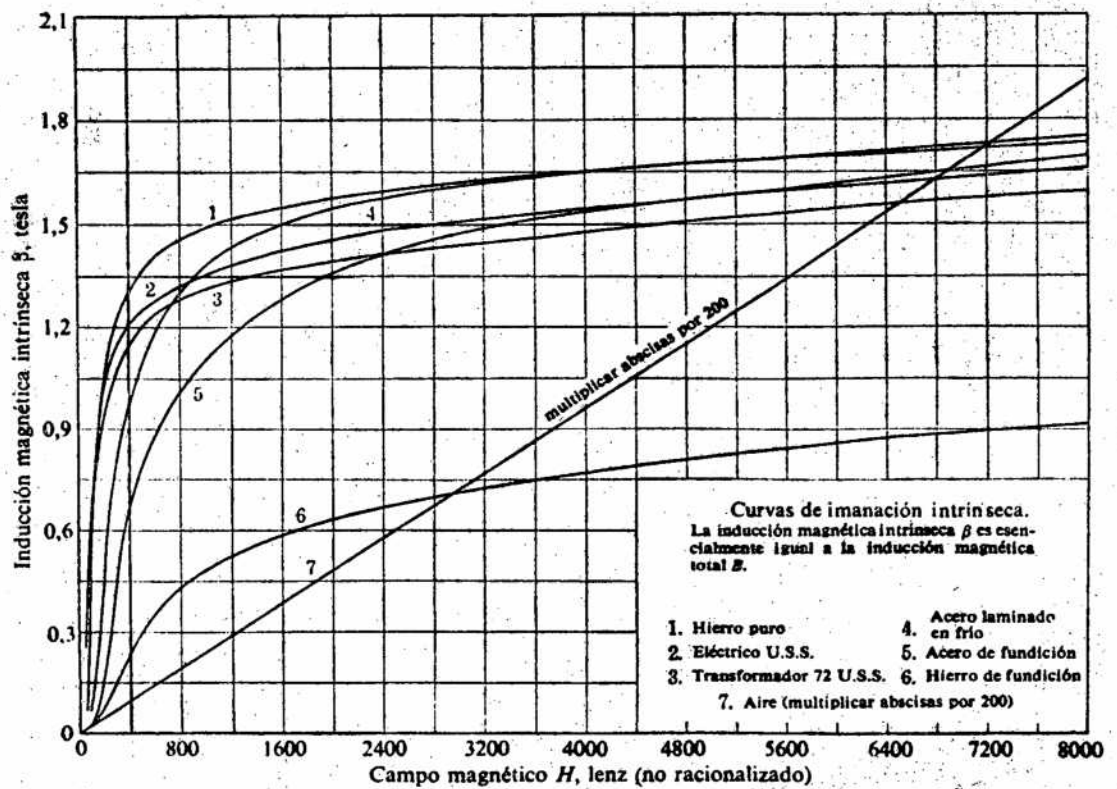
<i>Multiplicar</i>	<i>Por</i>	<i>Para obtener</i>
F en uem	10	F en ampere-espira
F en ampere-espira	$0,4\pi = 1,257$	F en gilbert
F en gilbert	0,07958	F en ampere espira
H en oersted	1000	H en milioersted
H en oersted	79,58	H en lenz
H en lenz	0,01257	H en oersted
H en oersted sin racionalizar	$\frac{1}{4\pi} = 7,958 \times 10^{-3}$	H en oersted racionalizado
B en gauss	10^{-4}	B en tesla
B en tesla	10^4	B en gauss

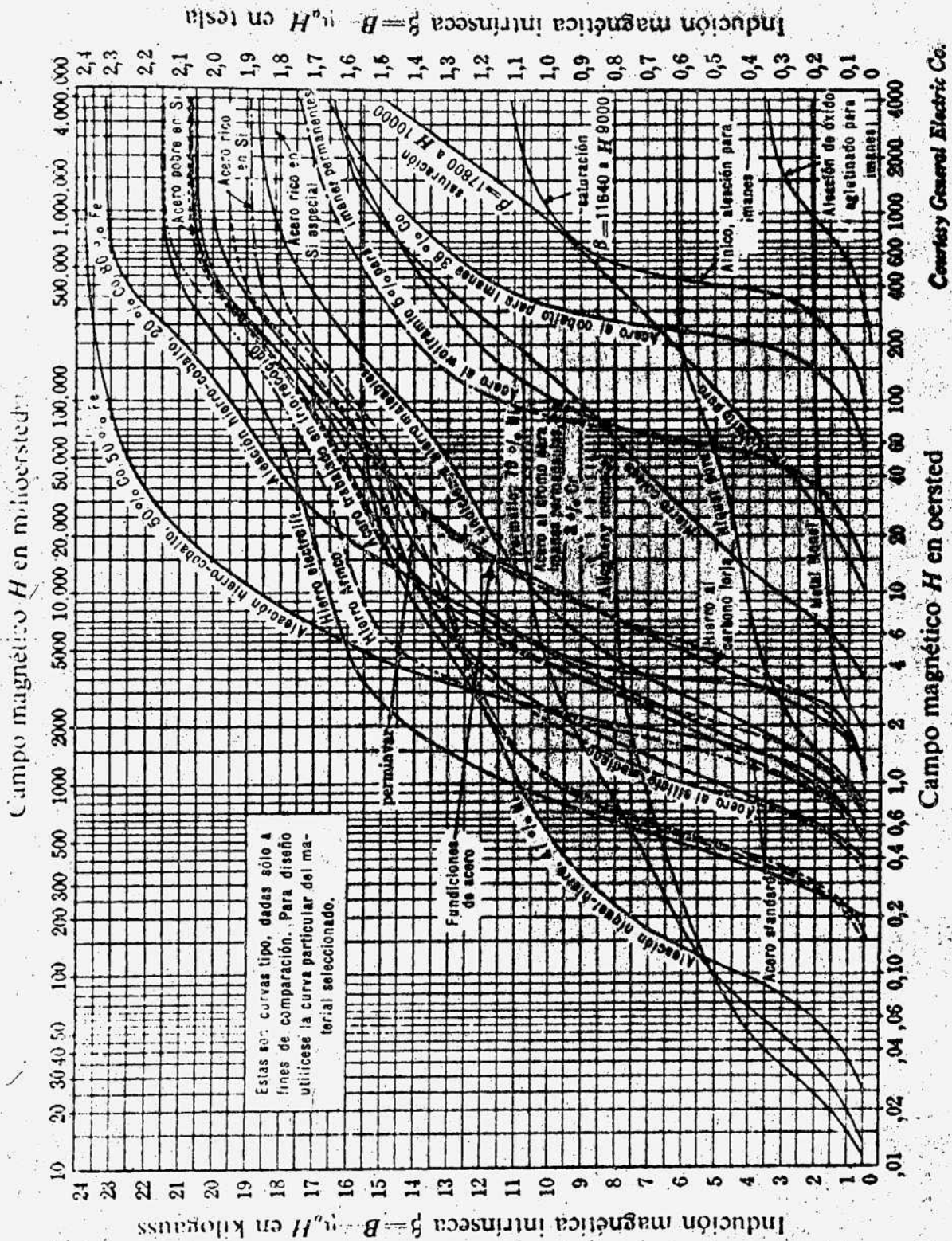


Curvas de inducción normal de un número de diferentes aceros superpuestas en el mismo gráfico.



Variación de la permeabilidad con la densidad de flujo, graficadas para cinco aceros con diferentes contenidos de carbono.





Courtesy General Electric Co.

CAPITULO II

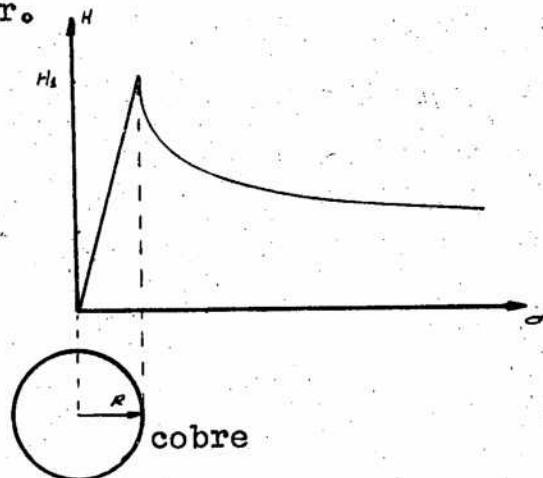
Campos Magnéticos Inducidos Electricamente:

Cuando una corriente eléctrica circula a través de un conductor crea un campo magnético alrededor del conductor, concéntrico con el mismo. Siendo la intensidad del campo "H", directamente proporcional a la intensidad de corriente que circula; y la densidad de líneas de flujo será tanto mayor cuanto mas cerca nos encontremos de la superficie del conductor.

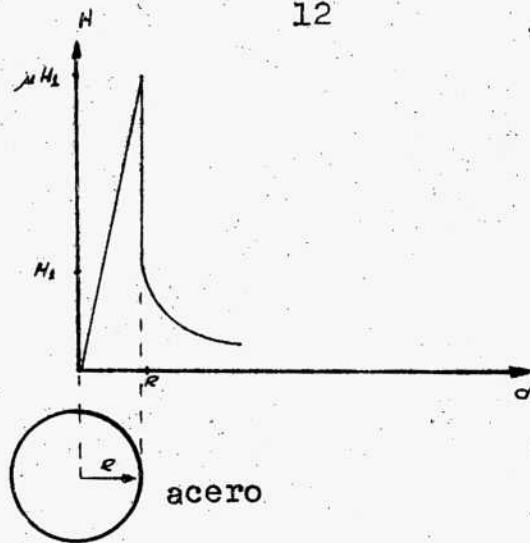
Recordando que la corriente circula de positivo a negativo y aplicando la regla del tirabuzón, podemos conocer el sentido de las líneas de fuerza.



Si el conductor es de cobre éste campo es exterior e interior.



Si el conductor es de un material ferromagnético el campo queda delimitado en su interior, siendo máximo en su superficie.

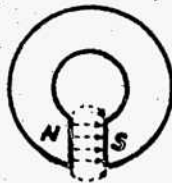


Fundamentos del Método de Partículas Magnéticas:

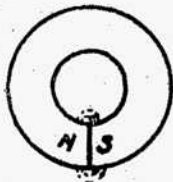
Si tenemos un imán herradura



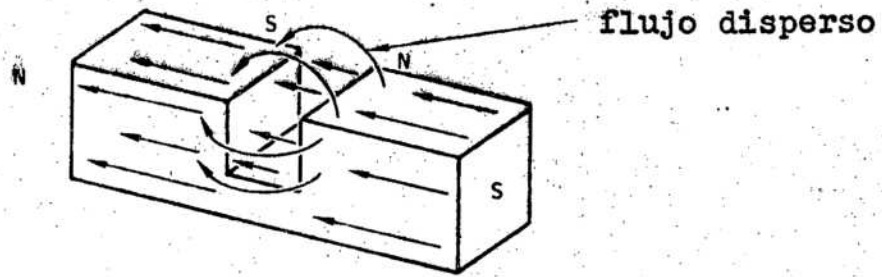
y lo cerramos hasta aproximar sus extremos, nos queda



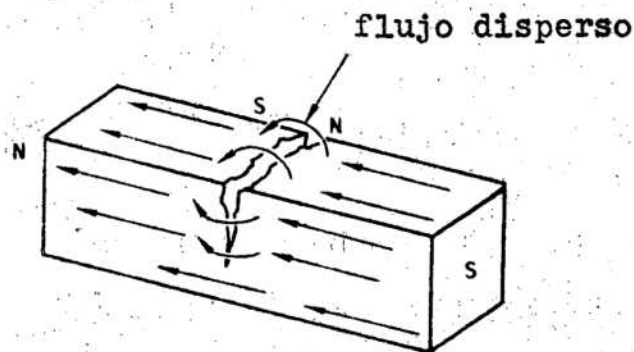
y si lo cerramos del todo, vemos que practicamente desaparecen los polos, pero existe una pequeña cantidad de líneas de fuerza que se cierran a traves del aire, a las que denominaremos FLUJO DISPERSO, el cual nos determina el CAMPO DE FUGA



Analogamente, si en un imán se efectua un corte parcial, se forman dos polos opuestos y aparecerá en esa zona un campo de fuga, formado por las líneas de fuerza que salen de la barra y pasan a traves del aire de un polo al otro.

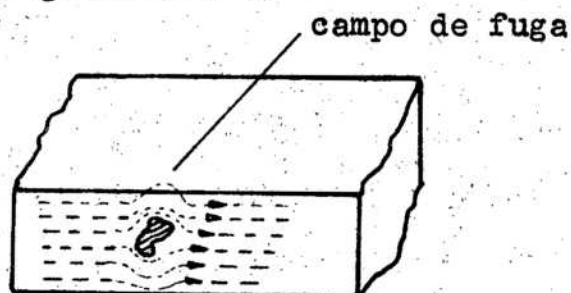


Como la interrupción del camino de las líneas de fuerza dentro del imán crea dos nuevos polos, deducimos que una discontinuidad (fisura, inclusión, variación de los parámetros magnéticos del material, etc.) dará lugar a la formación de dos nuevos polos , y por ende de un campo de fuga.

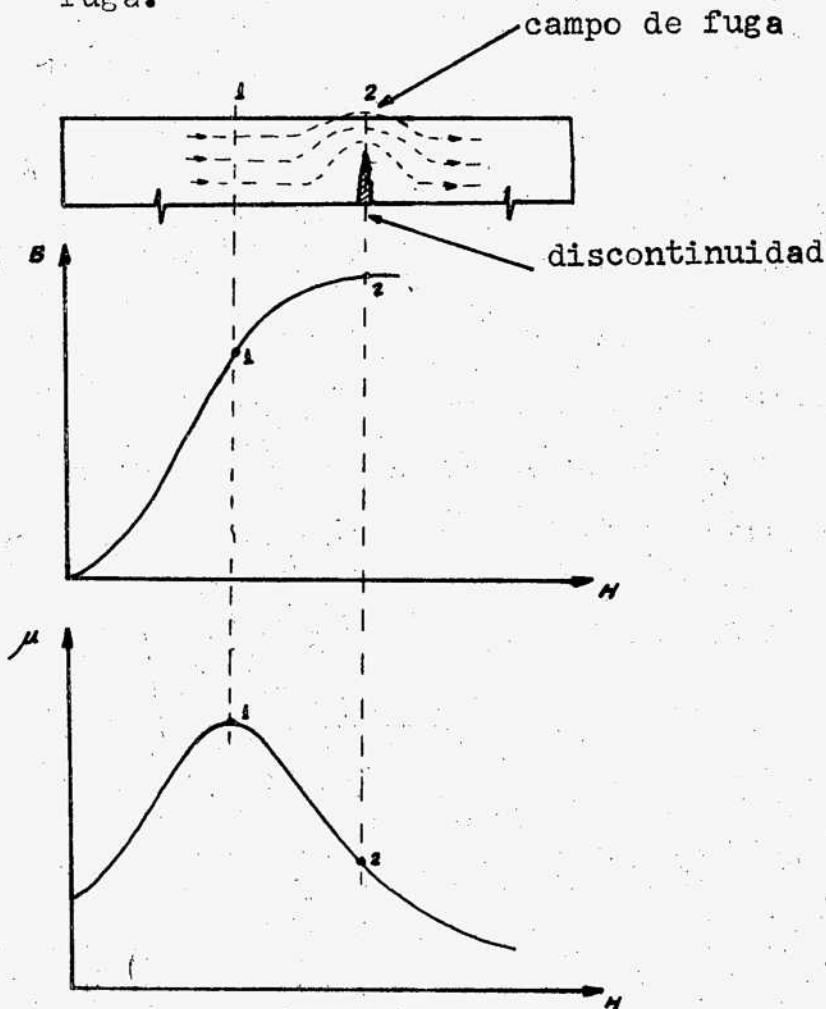


Vemos que : El método de partículas magnéticas consiste en la detección de campos de fuga, o sea flujos dispersos provocados por la formación de polos magnéticos a ambos lados de aquellas discontinuidades que interrumpen el camino de las líneas de fuerza.

Por lo tanto, éste método puede detectar discontinuidades en materiales que puedan ser fuertemente magnetizados o ferromagnéticos.



En consecuencia, en la sección que corresponde a la discontinuidad, hay una gran densidad de flujo que deberá pasar por una sección reducida. Por lo tanto, la permeabilidad será menor que en el resto de la pieza, forzando a que parte del flujo escape fuera de la misma, dando lugar a un campo de fuga.



Dicho campo de fuga nos permite detectar la discontinuidad, mediante un detector o medio magnético. O sean las partículas magnéticas, que son atraídas por los campos de fuga, dando lugar a la indicación de la discontinuidad.

La condición óptima de trabajo es aquella que: en el momento de la detección, la intensidad de campo " H " sea tal que en la pieza se obtenga máxima permeabilidad sobre la curva virgen.

CLASIFICACION DE LAS TECNICAS DE ENSAYO

a) Tecnica del campo residual o remanente:

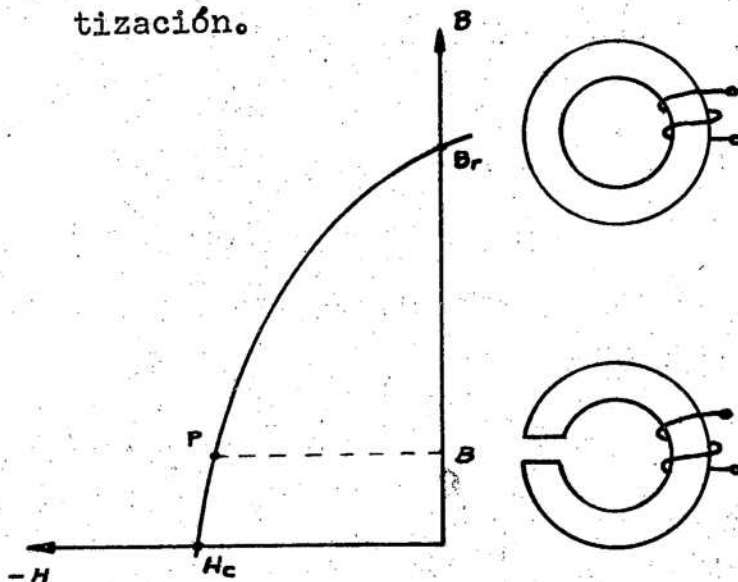
Se utiliza el campo magnético que retiene el material luego que se interrumpe la fuerza magnetizante. Este magnetismo residual o remanente es siempre menor que el que existe cuando la corriente está fluyendo.

Por lo tanto un campo continuo es una tecnica de ensayo más sensible que la del campo residual, o sea provee una mejor indicación, por ser mayor el flujo disperso y por ende la atracción sobre las partículas magnéticas.

b) Tecnica del campo continuo:

Consiste en efectuar la aplicación de las partículas magnéticas mientras se mantiene la fuerza magnetizante. V

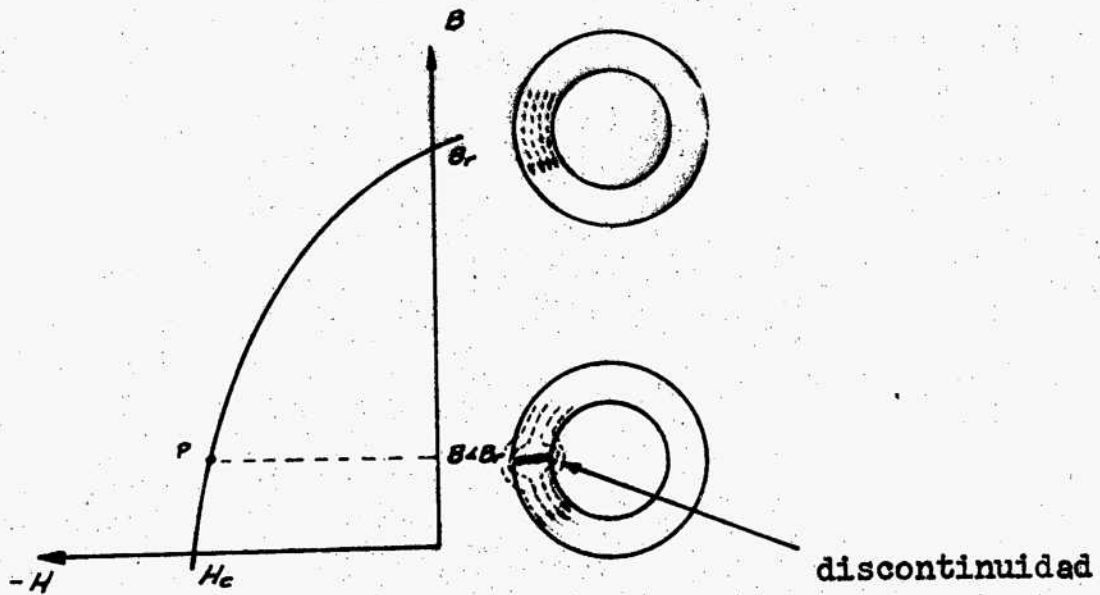
Veamos que sucede con dos muestras tubulares, una con polos libres y otra sin ellos, al suspender la magnetización.



Si no tiene polos libres retiene una alta densidad de flujo.

Vemos que los polos libres tienen un efecto desmagnetizante, o sea que la densidad de flujo disminuye.

Analogamente, veamos el efecto de una discontinuidad en una muestra tubular.



Luego de magnetizar un objeto de esta forma permanece como un imán permanente sin polos libres, operando en un punto practicamente coincidente con el de B_r (magnetismo remanente). Si presentase un defecto que forme polos libres, pasaría a operar en el punto "P". Por lo tanto el medio o partículas utilizadas para detectar deben ser aplicadas durante el proceso de magnetización. De tal forma que el flujo disperso remanente en los polos libres solo cumple la función de mantener la indicación, formada con un campo mucho mayor.

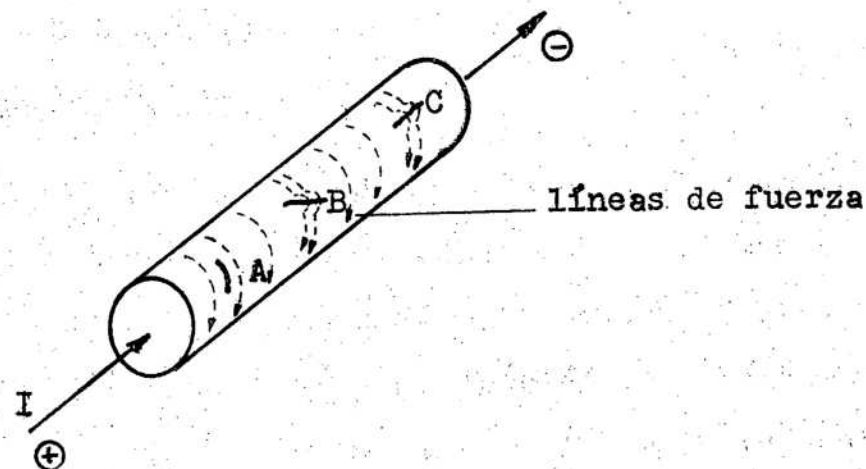
CAPITULO III

MODOS DE MAGNETIZACION

a) Magnetización Circular:

Recordando que la circulación de corriente a través de un material ferromagnético producía un campo magnético confinado en su interior, y máximo en su superficie. Podemos aplicar este efecto en la detección de discontinuidades.

Si tomamos una barra con discontinuidades orientadas en distintos sentidos, y hacemos circular corriente a través de ella:

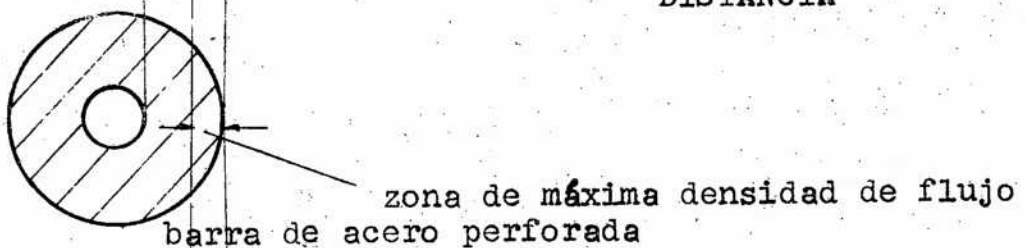
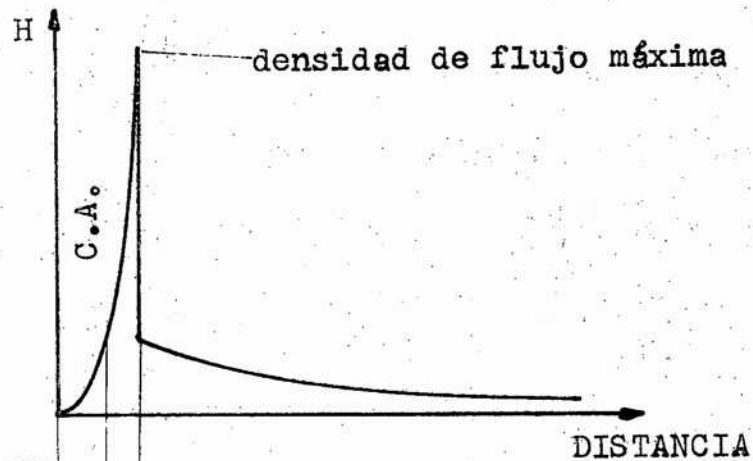
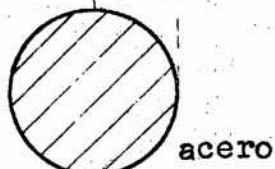
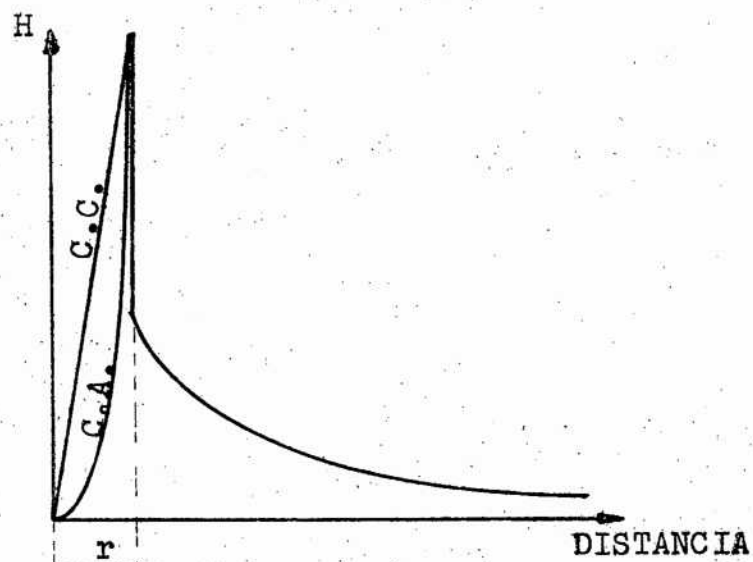
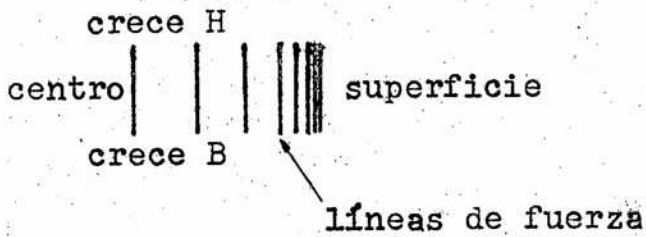


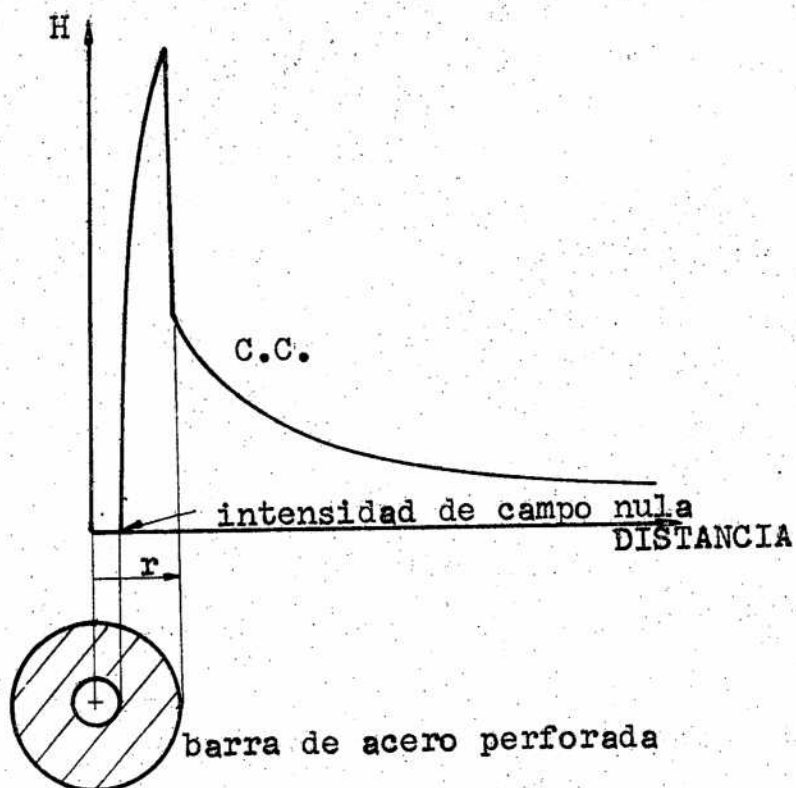
Vemos: que la discontinuidad "A" es paralela a las líneas de fuerza, o sea que no produce polos magnéticos, por lo tanto no provoca campos de fuga y no se detecta. Las discontinuidades "B" y "C" si se detectan.

Por lo tanto, debemos tener una idea de la orientación posible de los defectos en la pieza a ensayar (basándonos en su proceso de fabricación, tratamiento térmico, esfuerzos mecánicos a que fué sometida, etc.) para fijar la dirección de circulación de corriente que nos permita detectar dichas discontinuidades.

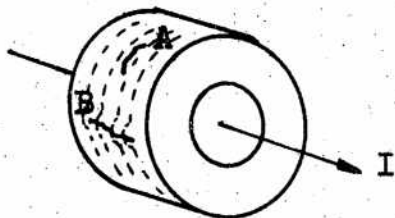
El campo se incrementa desde cero en el centro de la barra hasta alcanzar su valor máximo sobre la superficie

esto nos indica que el flujo disperso será mayor si la discontinuidad es superficial.



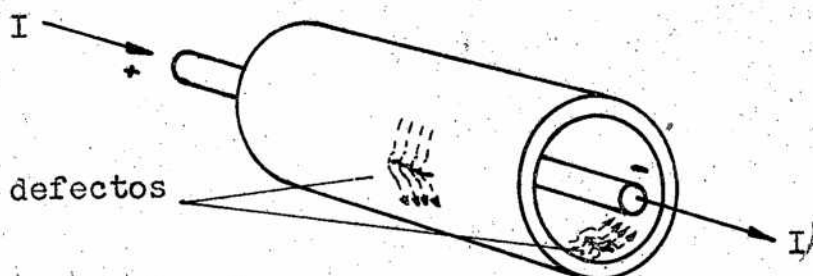


Veamos el siguiente caso:

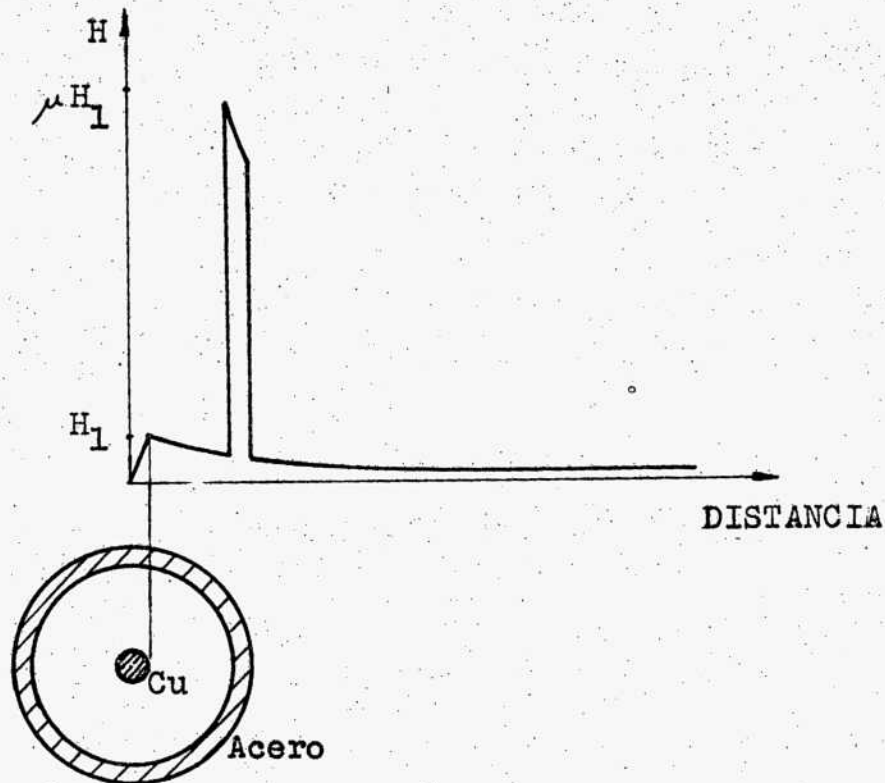


la fisura "A" es paralela a las líneas de fuerza, luego no es detectable; en cambio la fisura "B" si se detecta.

La intensidad de campo máxima estará sobre la superficie exterior. Por lo tanto, para ver defectos en la superficie interior se utiliza para magnetizar, un conductor central de cobre. Dicho conductor produce un campo magnético exterior a él, que es concatenado por la pieza a inspeccionar.

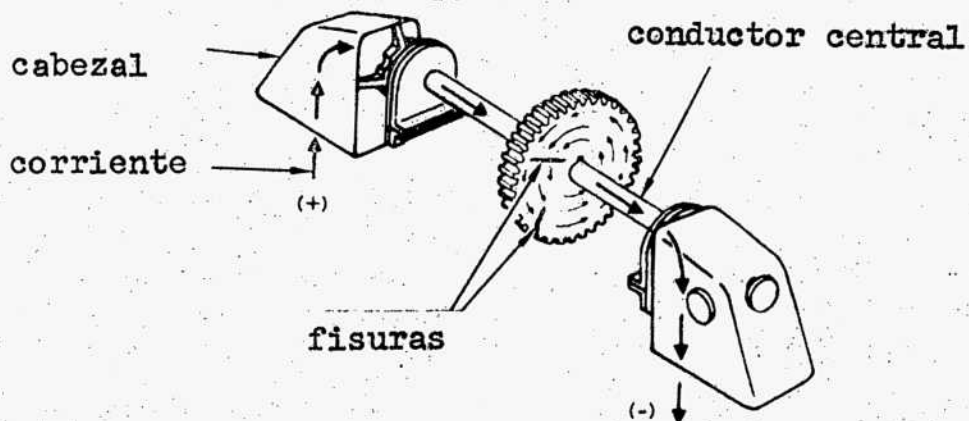


Siendo la distribución del campo:

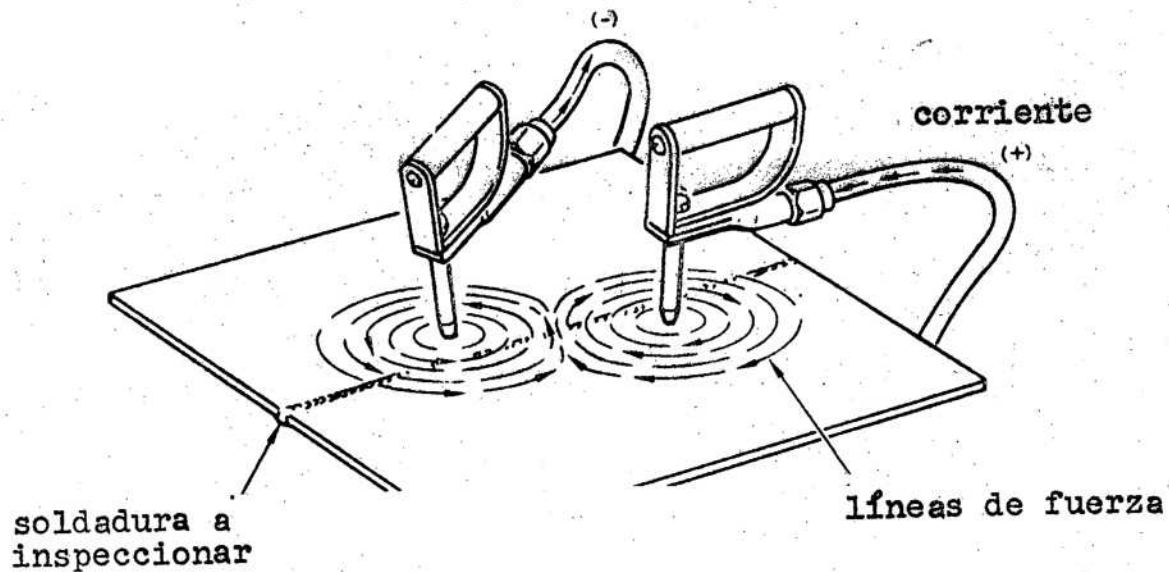


La intensidad de corriente requerida para la magnetización circunferencial es de 600-800 Amp. por cada 25 m.m. de espesor o diámetro.

Otra forma de magnetización circunferencial con conductor central es:



También es magnetización circular o circunferencial la utilización de puntas:

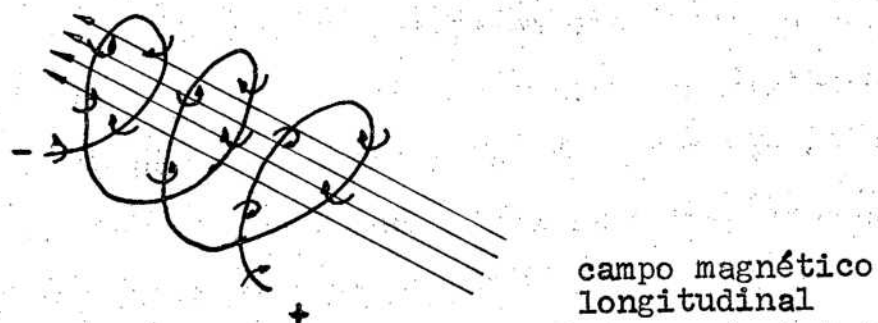


Las puntas deben estar ubicadas de tal forma que las líneas de fuerza sean normales a la zona de la soldadura a inspeccionar.

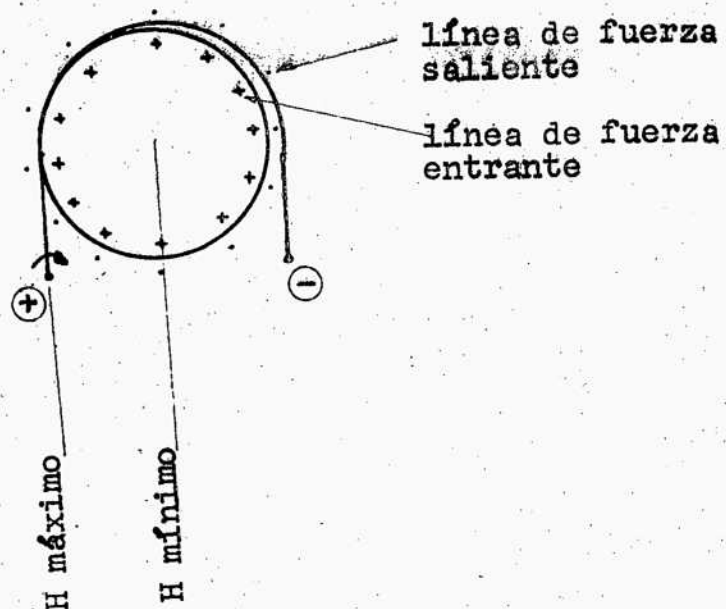
Debe tenerse en cuenta en este caso, que por ser el contacto puntual, al operar con corrientes elevadas la superficie de la pieza bajo ensayo puede ser deteriorada por falsos contactos, o sufrir calentamientos localizados.

b) Magnetización Longitudinal:

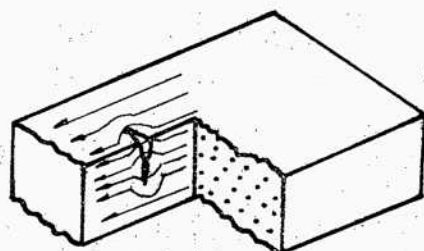
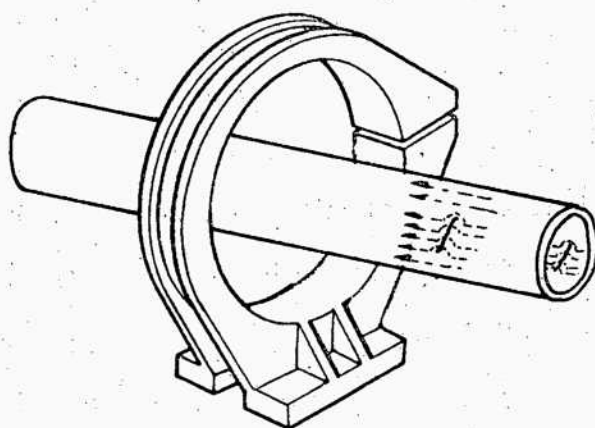
Se fundamenta en que la corriente eléctrica al pasar a través de una barra de cobre crea un campo magnético alrededor de la misma, solo que se modifica la geometría de la barra formando una bobina con la misma.



La máxima intensidad de campo está sobre la superficie interior de la bobina, pues es donde hay mayor densidad de flujo.



Este modo de magnetización, permite detectar fisuras o discontinuidades, tanto interiores como exteriores. Pues las líneas de fuerza en magnetización longitudinal, se presentan en toda la sección de la pieza.



Para magnetización longitudinal se requieren:

$$\frac{45.000}{L/D} = \text{Amp./vuelta}$$

L= longitud de la pieza

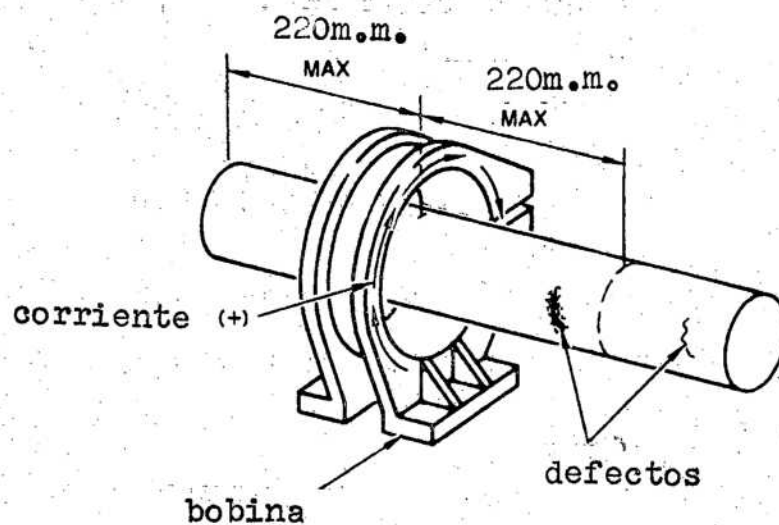
D=diámetro o espesor

esta fórmula es válida para $2 \leq \frac{L}{D} \leq 15$ y para una sección de la pieza $\leq \frac{1}{10}$ del area de la bobina.

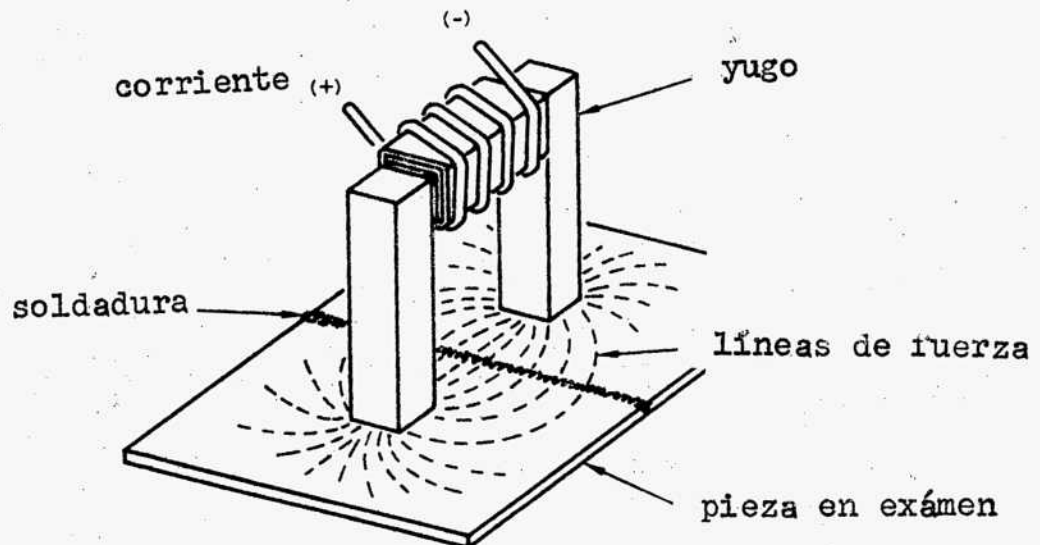
De donde, la corriente de magnetización será:

$$I = \frac{\text{Amp./vuelta}}{\text{Nº de vueltas de la bobina}}$$

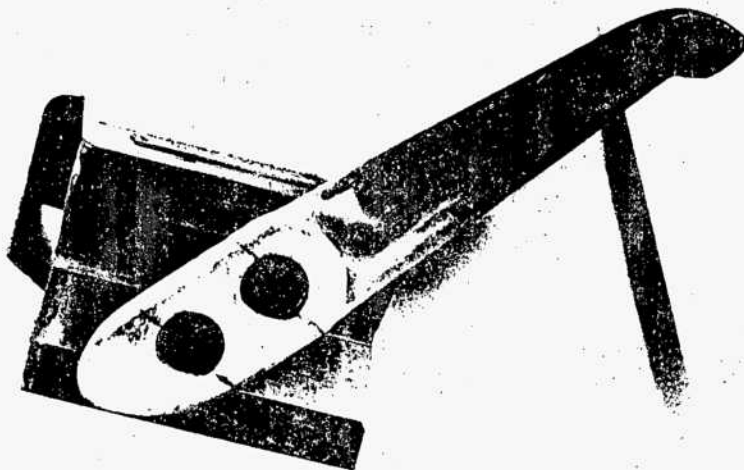
Si la pieza se ubica sobre la pared interior de la bobina, ésta magnetiza como máximo hasta 220 m.m. a ambos lados de la misma.



Otra forma de magnetización longitudinal es mediante la utilización del YUGO, que consiste en una bobina de alambre de cobre arrollada sobre un núcleo de chapas de hierro-silicio en forma de "U".



También podemos obtener magnetización longitudinal utilizando un IMAN PERMANENTE.



Para obtener magnetización longitudinal se suele utilizar el cable arrollado alrededor de la pieza a examinar cuando debido al tamaño de ésta, no se puede utilizar la bobina provista a tal efecto.



Toda otra forma de magnetización es combinación de los modos anteriormente descriptos.

A continuación se da una tabla con la clasificación y la nomenclatura de todos los modos de magnetización según las normas DIN 54121

Type of Magnetisation			Arrangement and Field Direction	Code Letters for Reports	Stamp or Etching Symbol	
Main Groups	Sub Groups					
Pole Magnetisation 1	Yoke Magnetisation with ... 1.1	Permanent Magnet 1.1.1		YMP		
		Direct Current 1.1.2		YMD		
		Alternating Current 1.1.3		YMA		
		Impulsive Current 1.1.4		YMI		
	Solenoid or Coil Magnetisation with ... 1.2	Direct Current 1.2.1		SMD		
		Alternating Current 1.2.2		SMA		
		Impulsive Current 1.2.3		SMI		
	Current Flow 2	Through-Current with ... 2.1	Direct Current 2.1.1		TCD	
			(Current through Object) Alternating Current 2.1.2		TCA	
		Combination Techniques	Conductor-Bar Current with ... 2.2	Impulsive Current 2.1.3		TCI
Direct Current 2.2.1					BCD	
Alternating Current 2.2.2				BCA		
Induced Current with ... 2.3	Impulsive Current 2.2.3			BCI		
	Alternating Current 2.3.1			ICA		
	Impulsive Current 2.3.2			ICI		
	For Example: Yoke-Magnetisation with Through Current Direct Current with Alternating Current 1.1.2 2.1.2			YMD TCA		
Demagnetisation Symbol						
			D in conjunction with the other symbols			

Demagnetisation Symbol

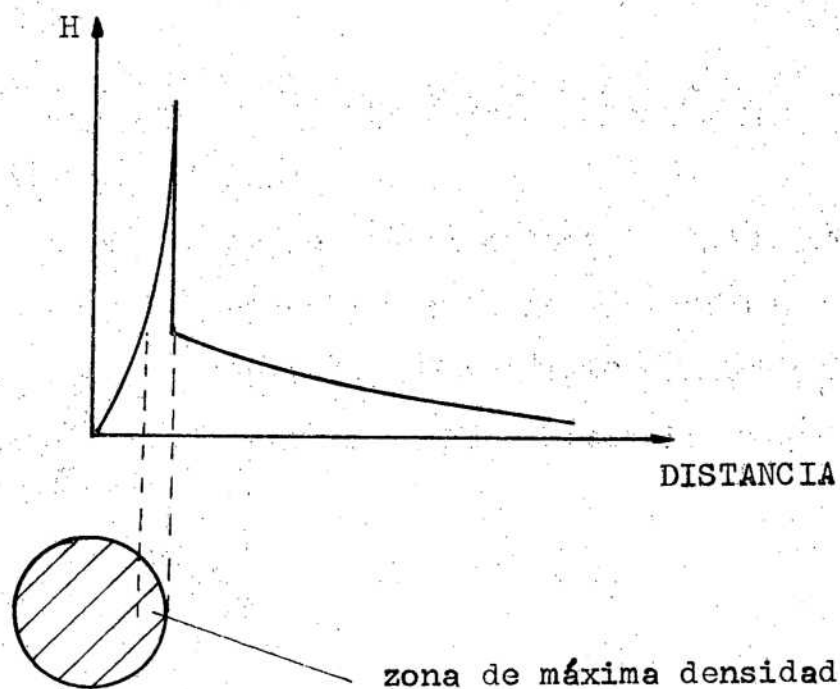


in conjunction with the other symbols

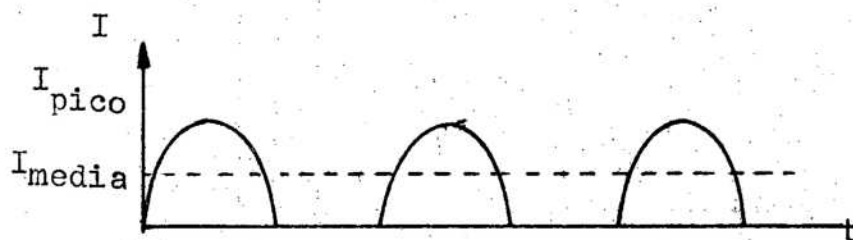
Tipos de corrientes utilizadas para magnetizar:

a) Alterna monofásica:

Tiene poca penetración, por lo tanto las líneas de fuerza se concentran cerca de la superficie, siendo muy sensible a discontinuidades superficiales. Este tipo de excitación dá gran movilidad a las partículas magnéticas.



b) Alterna rectificadada $\frac{1}{2}$ onda o continua pulsante:

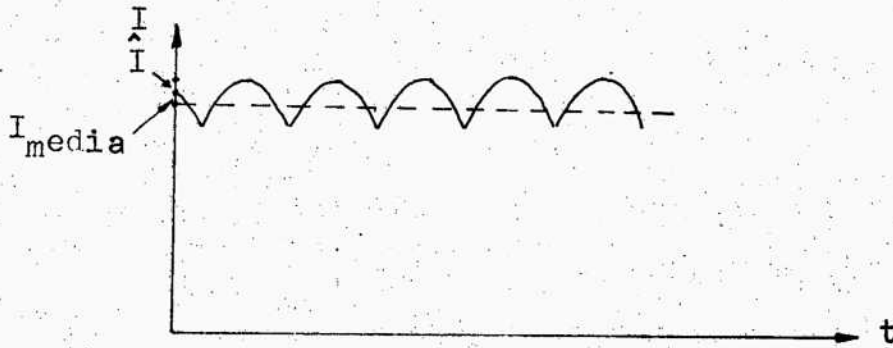


Por ser pulsante otorga gran movilidad a las partículas magnéticas, con lo cual estas responden mejor a los flujos dispersos.

Tiene las mejores cualidades de penetración para defectos sub-superficiales.

La densidad de flujo está determinada por la $\hat{I}$ (pico),

mientras que el calentamiento es producido por la I_{media} , que es su principal ventaja con respecto a la corriente obtenida por rectificación de trifásica, puesto que ésta tiene $\hat{I} \approx I_{media}$, o sea que ésta última a igual densidad de flujo somete a la pieza aun calentamiento mayor.



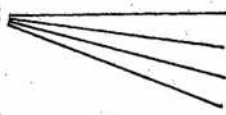
CAPITULO IV

PARTICULAS MAGNETICAS

Características y técnicas de aplicación:

Las principales características que deben poseer son: muy baja retentividad y elevada permeabilidad (o sea un ciclo de histéresis muy delgado), tamaño y forma adecuado, baja densidad, elevada movilidad, y muy buena visibilidad o contraste.

Comercialmente se presentan en dos variedades:

a) para observar con luz blanca :  grises
rojas
negras
amarillas

b) para observar con luz negra ($3650 \text{ \AA}$) :— fluorescentes

Las técnicas de aplicación son dos :

a) Técnica seca:

Es más sensible para la detección de discontinuidades subsuperficiales.

Se la utiliza para piezas grandes de difícil manejo y es adecuada para la detección con equipos de magnetización portátiles.

Es sumamente importante para esta técnica, que la superficie a inspeccionar este limpia y seca.

Normalmente se la aplica cuando se utiliza para magnetizar puntas, yugo o bobina

Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1º) Aplicamos la corriente de magnetización .
- 2º) Espolvoreamos las partículas magnéticas.
- 3º) Quitamos soplando suavemente el exceso de partículas, mientras se aplica la corriente para no borrar accidentalmente alguna indicación.

4º) Suspendemos la circulación de corriente.

5º) Analizamos las indicaciones.

A continuación podemos ver la inspección de una soldadura, mediante esta técnica.



b) Técnica Húmeda:

Las partículas se aplican en suspensión en aceite liviano, kerosene, agua u otro vehículo con punto de ignición no inferior a 60 °C.

Las partículas magnéticas para preparar el baño suelen venir en forma de polvo, pasta o concentrados líquidos.

También se comercializa el baño preparado en forma de aerosol, en dos variantes:

a) partículas rojas

b) partículas fluorescentes

Esta técnica es más sensible para la detección de discontinuidades superficiales; es más utilizada para ensayar piezas pequeñas o ser aplicada en procesos de automatización.

Presenta una muy buena movilidad de las partículas,

para lo cuál se utilizan vehículos de baja viscosidad.

Normalmente se utiliza esta técnica cuando se magnetiza entre cabezas (magnetización circular).

Se procede de la siguiente manera:

- 1º) Se baña toda la superficie de la pieza con las partículas magnéticas en suspensión.
- 2º) Se aplica la corriente en el instante en que suspendemos el baño, para evitar que la fuerza del chorro del baño lave alguna indicación.
- 3º) Se suspende la circulación de corriente.
- 4º) Se analizan las indicaciones.

En la preparación del baño es de suma importancia la concentración del mismo, o sea la relación entre el volumen de partículas magnéticas y el volumen de líquido. Estas concentraciones están fijadas en la norma ASTM E-138-63.

Una concentración muy baja disminuye la sensibilidad del ensayo, y una concentración muy elevada puede enmascarar la indicación de los defectos.

Para esta técnica de ensayo es fundamental la limpieza de los componentes del equipo, y la concentración del baño.

Los pasos a seguir para la preparación del baño son los siguientes :

- 1º) Antes de preparar el nuevo baño, limpiar todos los componentes del equipo de bombeo y el tanque.
- 2º) Llenar el tanque con el vehículo recomendado por el fabricante para el tipo de partículas utilizadas.
- 3º) Pesar o medir la cantidad de partículas

en un recipiente limpio. Las cantidades típicas son :

45gr. de partículas no-fluorescentes cada
4 litros de aceite liviano.

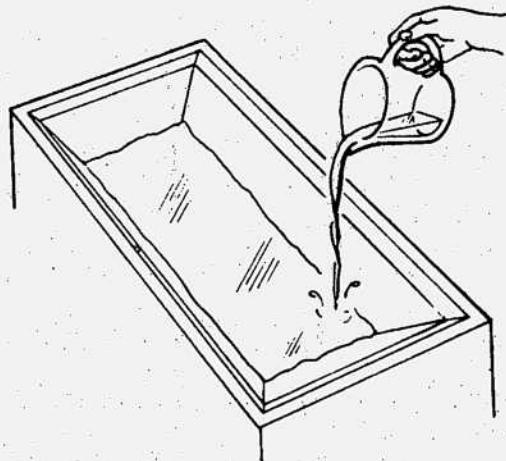
7gr. de partículas fluorescentes cada
4 litros de aceite liviano.



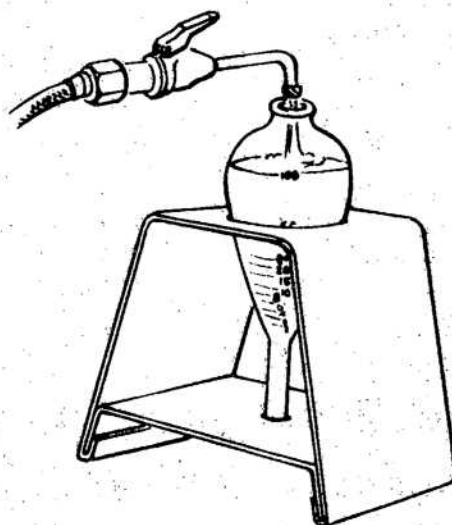
4º) Añadir una pequeña cantidad de aceite a las partículas, y mezclar vigorosamente.



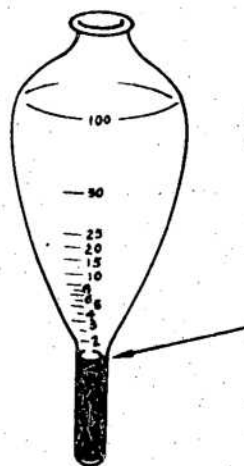
5º) Volcar el contenido del recipiente en el tanque con aceite y conectar la bomba de recirculación hasta asegurar una completa distribución de las partículas en el baño.



- 6º) Llenar con el baño un tubo de centrifuga hasta la línea de 100c.c.

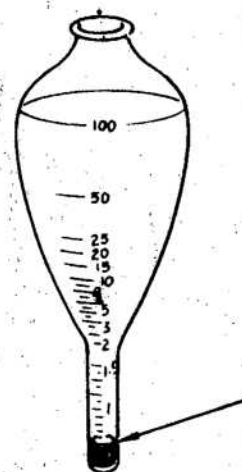


- 7º) Dejar decantar en un lugar libre de vibraciones durante 30 minutos.



NO-FLUORESCENTE

1,5 a 2 c.c.



FLUORESCENTE

0,2 a 0,4 c.c.

- 8º) Verificar el volumen de partículas acumuladas en el fondo del tubo.

Para partículas no-fluorescentes debe haber de 1,5 a 2 c.c.

Para partículas fluorescentes debe haber de 0,2 a 0,4 c.c.

Si la lectura es mayor, añadir vehículo;
si es menor añadir partículas al baño.

Este chequeo debe efectuarse todos los días.

CAPITULO V

Ventajas con respecto al método de líquidos penetrantes:

- 1º) Es más rápido.
- 2º) No son necesarias limpiezas sofisticadas, ni preparaciones especiales de la superficie.
- 3º) Puede detectar discontinuidades superficiales aún bajo delgadas capas plásticas o esmaltes.
- 4º) Puede detectar ciertas discontinuidades sub-superficiales.

Desventajas:

- 1º) Los materiales no-magnéticos no pueden ser testeados con este método (Al, Mg, Cu, Pb, Ti, bronce, aceros austeníticos, etc.)
- 2º) El campo magnético debe interseptar las discontinuidades en una dirección dada, por lo tanto el operador debe conocer su posible ubicación o efectuar más de un ensayo por pieza.
- 3º) Las excesivas corrientes que son necesarias para magnetizar piezas grandes.
- 4º) La desmagnetización que puede ser necesaria con posterioridad al ensayo.
- 5º) El calentamiento localizado y quemado de la superficie de la pieza cuando se utilizan puntas con elevada circulación de corriente.

Precauciones a tener en cuenta:

- 1º) Los arcos eléctricos que aparecen debido al mal contacto entre las puntas y la pieza cuando circulan corrientes elevadas, por lo tanto NO UTILIZAR EN AREAS EXPLOSIVAS.
- 2º) Los aceites y pastas utilizados afectan la piel. Para uso continuo de estos productos utilizar guantes o cremas protectoras.

- 3º) Las partículas magnéticas utilizadas en el método, seco son no-tóxicas, pero en lo posible no deben inhalarse para lo cual utilizar máscaras.
- 4º) En caso de emplear luz negra, ponerle los filtros adecuados. No apuntarla directamente a los ojos o trabajar sobre superficies reflectantes.

Desmagnetización:

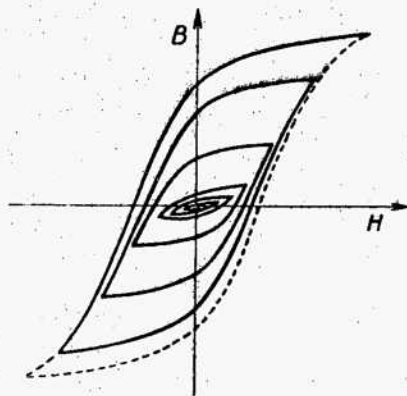
Suele ser necesario desmagnetizar los artículos una vez inspeccionados, debido a que el campo magnético residual atrae partículas metálicas ferromagnéticas, por lo tanto si la pieza está sometida a movimiento rotativo o alternativo esto atenta contra su vida útil.

Si la pieza ensayada luego será maquinada estas partículas adheridas interfieren en el proceso de maquinado.

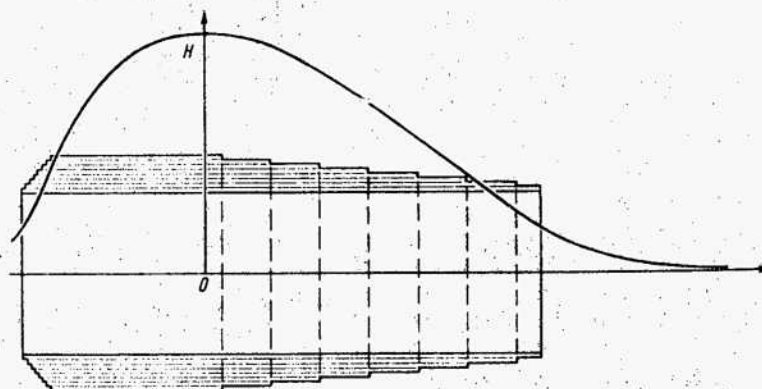
También pueden molestar para posteriores soldaduras de arco, pues el campo remanente puede llegar a desviar el arco.

Puede interferir con instrumentos sensibles a campos magnéticos (caso aeronáutico).

Para desmagnetizar se somete a la pieza a un campo magnético alternativo decreciente en forma continua o por pasos. Este campo lo podemos obtener con la misma bobina que utilizamos para magnetización longitudinal. Excitamos dicha bobina con corriente alterna, y pasamos a través de la misma la pieza a desmagnetizar, hasta alejarnos de ella (esto siempre con circulación de corriente). Con lo cual obtenemos un campo como el que se muestra a continuación:



Otra forma de obtener un campo similar al descrito es empleando la bobina de desmagnetización representada abajo, en la cual el arrollamiento es decreciente en un sentido, obteniéndose una disminución gradual de la intensidad de campo, tal como se muestra.



Otra forma de desmagnetizar es elevar la temperatura de la pieza hasta alcanzar su punto de Curie, punto a partir del cual un material ferromagnético pierde totalmente su magnetismo remanente.

