

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
ANTEPROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA MECÁNICA

RADICACIÓN

INTEGRANTE:

APELLIDOS: Molina Fula



NOMBRE: Rodrigo

CÓDIGO: 20061275019

E-MAIL: r.molina.88 @ hotmail.com.co

TITULO DEL PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA VERIFICACIÓN DE *FISURAS, POROS, DISCONTINUIDADES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES* CON PARTICULAS MAGNETICAS EN MATERIALES FERROMAGNÉTICOS.

AREA DE INVESTIGACIÓN:..... MATERIALES

COBERTURA DEL PROYECTO:..... NACIONAL

CAMPO DE INTERÉS:..... ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

EMPRESA SOPORTE TÉCNICO: UNIVERSIDAD DISTRITAL

ASESORES:.....

TUTOR:.....MAURICIO GONZALES COLMENARES

PROFESIÓN:.....INGENIERO MECÁNICO

Bogotá, Viernes 13 de Mayo del 2011

SEÑORES

CONCEJO CURRICULAR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

CIUDAD

Respetados miembros del concejo, me dirijo a ustedes para ponerles en conocimiento que la propuesta titulada: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA VERIFICACIÓN DE FISURAS, POROS, DISCONTINUIDADES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES CON PARTICULAS MAGNÉTICAS EN MATERIALES FERROMAGNÉTICOS fue revisada y aprobada por el docente Mauricio Gonzales Colmenares

Agradezco su atención y cordialidad puesta en este trabajo.

Atentamente.

Rodrigo Molina Fula

Código: 20061275019

TUTOR

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes vacíos para los estudiantes es la falta de laboratorios para comprobar y observar de forma práctica la teoría sobre la cual se han basado los estudios en los ensayos no destructivos, el análisis de las prácticas permite llevar a un nivel de comprensión mayor el comportamiento de las partículas magnéticas en los materiales ferrosos destinados a las diferentes prácticas y facilita el entendimiento para futuros desarrollos de investigación.

Debido a esta necesidad, este trabajo de grado mostrará los diferentes métodos aplicados para las prácticas de ensayos no destructivos en el laboratorio de mecánica de la universidad; con la investigación y aporte económico del estudiante para optar su título como ingeniero mecánico se desea dar este proyecto, cumpliendo con los objetivos planteados. Dentro del cronograma de diseño y fabricación se implementará dentro de 14 meses.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	5
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
2. MARCO TEÓRICO	7
3. ANTECEDENTES	16
4. JUSTIFICACIÓN	17
5. OBJETIVO GENERAL	18
6. METODOLOGÍA GENERAL	19
7. COSTOS DEL PROYECTO	21
8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	22
BIBLIOGRAFÍA	24

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El banco de ferromagnetismo es una herramienta que permite realizar inspección con partículas magnéticas y análisis de diferentes metales ferrosos con propiedades magnéticas, para llegar a conocer sus características y análisis de falla; y para ello se debe tener conocimiento del manejo básico de los temas de materiales.

En el transcurso de la carrera se ha podido visualizar la falta de información de esta herramienta para que sea aplicada en las diferentes áreas relacionadas con la ingeniería de los materiales con características mecánicas, magnéticas y ensayos no destructivos de los mismos.

La falta de prácticas, información del manejo de materiales para la realización de este tipo de ensayos, el escaso aporte de documentación, sin mencionar la complejidad de estos textos y la poca profundización de los temas, llevan a cabo una falta de interés para el estudiante o el profesor.

A partir de una nueva herramienta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se quiere promover la importancia del manejo de este equipo en los diferentes ensayos de los materiales con ferrita presente en su estructura, con el fin de corroborar experimentalmente las aplicaciones pedagógicas o de investigación planteadas.

2. MARCO TEÓRICO

La prueba de partículas magnéticas es un método de prueba no destructivo para la detección de imperfecciones sobre o justamente debajo de la superficie de metales ferrosos que también se puede aplicar en soldadura. Es una técnica rápida y confiable para detección y localización de grietas superficiales.

Un flujo magnético es enviado a través del material y en el lugar de la imperfección se forma un campo de fuga que atrae el polvo de hierro que se rocía sobre la superficie, así la longitud de la imperfección puede ser determinada de forma muy confiable. La prueba de partícula magnética no indica la profundidad de la imperfección y los criterios de aceptación definen si la indicación es o no aceptable, es decir si se trata de un defecto o no.

En el ensayo no destructivo de partículas magnéticas inicialmente se somete a la pieza a inspeccionar a una magnetización adecuada y se espolvorea partículas finas de material ferro magnético. Así es posible detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos. Cuando un material ferromagnético se magnetiza, aplicando a dos partes cualesquiera del mismo los polos de un imán, se convierte en otro imán, con sus polos situados inversamente respecto del imán original.

La formación del imán en la pieza a ensayar implica la creación en su interior de unas líneas de fuerza que van desde el polo del imán inductor al otro, pasando por una zona inerte denominada línea neutra. Estas líneas de fuerza forman un flujo magnético uniforme, si el material es uniforme. Sin embargo, cuando existe alguna alteración en el interior del material, las líneas de fuerza se deforman o se producen polos secundarios. Estas distorsiones o polos atraen a las partículas magnéticas que se aplican en forma de polvo o suspensión en la superficie a inspeccionar y que por acumulación producen las indicaciones que se observan visualmente de manera directa o bajo luz ultravioleta.

Es importante conocer que las líneas de fuerza de un campo magnético inducido siguen la orientación de la regla de la "mano derecha" de forma que si se agarra

con dicha mano una varilla orientando el dedo pulgar en el sentido de la corriente, los demás dedos indican la dirección de las líneas de fuerza.

7

Esto quiere decir que cuando se aplica una corriente a una barra magnética, se generan corrientes circulares transversales muy apropiadas para detectar defectos longitudinales. (Figura 1).

Esto es debido a que el descubrimiento de las heterogeneidades del material se produce cuando dichos defectos son perpendiculares a las líneas del campo magnético. Si por el contrario, la barra tuviese grietas transversales sería necesario inducir campos magnéticos transversales. Esto indica que para hacer una buena inspección, se deben aplicar dos campos magnéticos, perpendiculares entre si, para asegurarse de que se atraviesan todas las heterogeneidades del material.

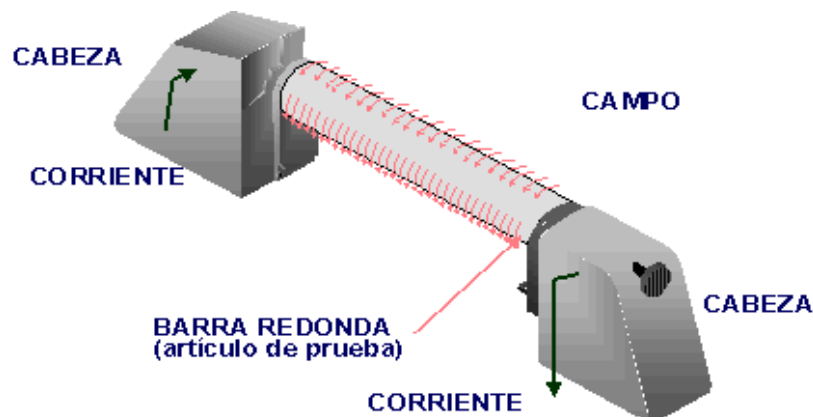


Figura 1. Dirección de las corrientes circulares transversales

CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

- Diamagnéticos: Son levemente repelidos por un campo magnético, se magnetizan pobremente.
- Paramagnéticos: Son levemente atraídos por un campo magnético, No se magnetizan.
- Ferromagnéticos: Son fácilmente atraídos por un campo magnético, se magnetizan fácilmente.

MATERIALES FERROMAGNÉTICOS

Los materiales ferromagnéticos, compuestos de hierro y sus aleaciones con cobalto, tungsteno, níquel, aluminio y otros metales, son los materiales magnéticos

8

más comunes y se utilizan para el diseño y constitución de núcleos de los transformadores y maquinas eléctricas. En un transformador se usan para maximizar el acoplamiento entre los devanados, así como para disminuir la corriente de excitación necesaria para la operación del transformador.

En las maquinas eléctricas se usan los materiales ferromagnéticos para dar forma a los campos, de modo que se logren hacer máximas las características de producción de par. Estos materiales han evolucionado mucho con el paso del tiempo lo que implica más eficiencia, reducción de volúmenes y costo, en el diseño de transformadores y maquinas eléctricas.

Propiedades

- Aparece una gran inducción magnética al aplicarle un campo magnético.
- Permiten concentrar con facilidad líneas de campo magnético, acumulando densidad de flujo magnético elevado.
- Se utilizan estos materiales para delimitar y dirigir a los campos magnéticos en trayectorias bien definidas.
- Permite que las maquinas eléctricas tengan volúmenes razonables y costos menos excesivos.

Características

Los materiales ferromagnéticos se caracterizan por uno o varios de los siguientes atributos:

- Pueden imanarse mucho más fácilmente que los demás materiales. Esta característica viene indicada por una gran permeabilidad relativa.
- Tienen una inducción magnética intrínseca máxima B_{max} muy elevada.
- Se iman con una facilidad muy diferente según sea el valor del campo magnético. Este atributo lleva una relación no lineal entre los módulos de inducción magnética (B) y campo magnético.
- Un aumento del campo magnético les origina una variación de flujo diferente de la variación que originaría una disminución igual de campo magnético. Este atributo indica que las relaciones que expresan la inducción magnética y la permeabilidad como funciones del campo magnético, no son lineales ni uniformes.

- Conservan la imanación cuando se suprime el campo.
- Tienden a oponerse a la inversión del sentido de la imanación una vez imanados.

CAMPO MAGNÉTICO

La corriente eléctrica va siempre acompañada de fenómenos magnéticos. Este efecto de la corriente eléctrica desempeña una función importante en casi todos los aparatos y máquinas eléctricas.

El espacio en que actúan fuerzas magnéticas se denomina campo magnético. Este se forma, por ejemplo, entre los extremos de un imán recto o entre los brazos de un imán en forma de herradura.

Al igual que, los campos eléctricos, también es posible visualizar los campos magnéticos. Si por encima de un imán se coloca un papel tensado en un marco y se esparcen sobre él limaduras de hierro éstas se ordenan como consecuencia de la fuerza que actúa sobre ellas, formando líneas. Por este motivo, se habla de las líneas de fuerza o del campo magnético. Hay que imaginarse el espacio alrededor del imán atravesado por líneas de fuerza.

Densidad de flujo magnético

Los campos magnéticos ejercen fuerzas que son más intensas cuanto mayor sea el número de líneas de fuerza que contiene el campo correspondiente, es decir, cuantos más juntas están dichas líneas de fuerza. La fuerza que actúa entre 2 imanes rectos alcanza su valor máximo en los polos (repulsión o atracción), porque el flujo magnético tiene en ellos su densidad máxima.

"La densidad de flujo magnético expresa el efecto del campo. También se denomina inducción magnética". La densidad de flujo indica el valor de la intensidad del flujo magnético que atraviesa perpendicularmente la unidad de superficie (cm^2 o m^2).

Corriente eléctrica y campo magnético.

Para que se forme un campo magnético no es indispensable la existencia de materiales magnéticos. Al circular corriente eléctrica por un conductor se forma un campo magnético, sin que se precise para ello un material ferromagnético.

10

Distribución de un campo alrededor de un conductor.

Las líneas de división de un conductor recto por el que circula una corriente eléctrica, son círculos cuyo centro común se encuentra en el conductor.

Como el campo magnético se extiende a lo largo de todo el conductor, hay que imaginarse las líneas de fuerza muy juntas, casi formando tubos alrededor del conductor.

La densidad del flujo magnético alcanza su valor máximo en la superficie del conductor y disminuye a medida que aumenta la distancia con respecto a éste, siendo indiferente que el alambre sea con aislante o no, pues en los materiales que no son magnéticos se forma el campo magnético de forma aproximadamente igual a como ocurre en el aire.

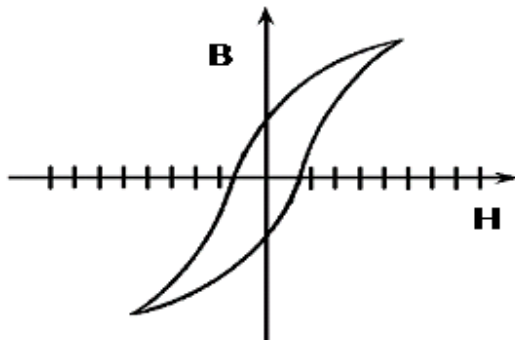
Permeabilidad Magnética

Es la facilidad con la que un material puede ser magnetizado. Más específicamente es la relación entre la densidad de flujo y la fuerza del campo magnetizante (B/H).

Fuerza magnetizante

Es la fuerza magnetizante necesaria para crear un flujo magnético en un material.

Curva de histéresis magnética



Es el retraso del efecto magnético cuando se cambia la fuerza magnetizante que actúa sobre un material ferromagnético.

También se le conoce como ciclo de histéresis

11

Tipos de materiales

Blandos

Alta permeabilidad.

Magnetismo residual bajo.

Baja reluctancia.

Fuerza coercitiva baja.

Baja retentividad.

Duros

Baja permeabilidad.

Alto magnetismo residual.

Alta reluctancia.

Alta fuerza cohercitiva.

Alta retentividad.

METODOS DE PRUEBA

Método Residual

El medio se aplica después que la pieza ha sido magnetizada y suspendida, la fuerza magnetizante depende totalmente de la cantidad de magnetismo residual en la pieza, no es usado en aleaciones pobres de acero, que tienen poca

retentividad. En este método se aplica un medio húmedo ya sea por baño o inmersión.

Método continuo

La aplicación del medio es simultánea con la operación de magnetización de la pieza. Se utiliza el baño húmedo de preferencia y puede ser con partículas teñidas con tintas fluorescentes

Magnetización circular:

Se induce un campo magnético circular dentro de la pieza de prueba por magnetización directa e indirecta. Una regla aceptable es utilizar de 800 a 1000 Amper por pulgada de diámetro de sección transversal cuando se aplique crm (corriente rectificada de media onda) y de 500 a 600 Amper cuando se usa corriente alterna.

12

Magnetización longitudinal:

Se basa en la inducción de un campo longitudinal dentro de la pieza, creado por una bobina. La magnetización longitudinal localiza discontinuidades transversales la cantidad de corriente necesaria para magnetización longitudinal con una bobina es determinada por la formula:

$$No. Amper = \frac{4200D}{LT}$$

Donde:

L = longitud de la pieza en pulgadas

D = Diámetro en pulgadas

T = Numero de vueltas en la bobina NOM B – 124 – 1987

Desmagnetización de la pieza.

Elevando la temperatura en los materiales a su punto curie, que para muchos metales es de entre 649 a 871°C (1200 a 1600°F).

Inducción Indirecta

La corriente eléctrica de magnetización se hace pasar por un conductor central, generalmente de cobre, que pasa a través de la pieza que se está probando. Los defectos que se encuentran son perpendiculares a la dirección del campo inducido.

La corriente no fluye a través de la pieza, sino en un conductor secundario; el flujo magnético es inducido en la pieza, la cual puede crear un flujo circular/toroidal, longitudinal o multidireccional.

Bobina.

Cable enrollado.

Yugo electromagnético.

Conductor central.

Bobina o cable enrollado

La magnetización se efectúa pasando corriente a través de una bobina fija de vueltas múltiples o cable enrollado alrededor de la pieza o en una sección de ella.

Esto produce un flujo magnético longitudinal, paralelo al eje de la bobina.(Figura 2)

13

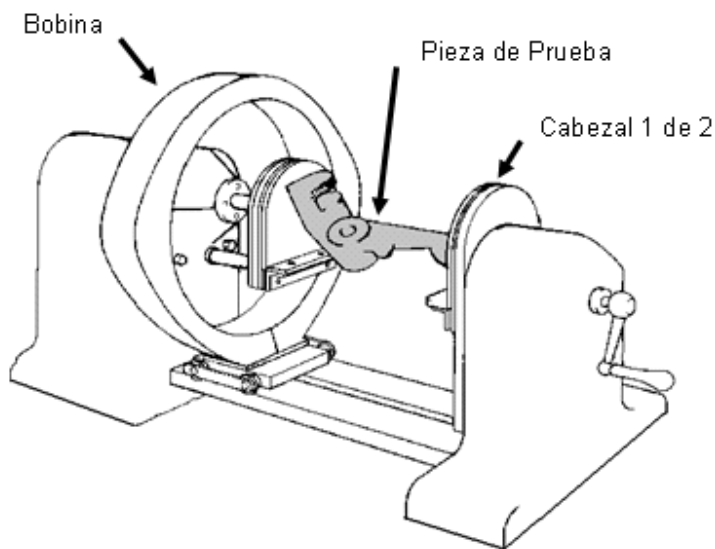


Figura 2 Banco de ferromagnetismo

La desmagnetización de una pieza solamente se logra si cumple lo siguiente:

"Aplicar un campo magnético con un valor pico mayor al usado durante la inspección, enseguida decrecerlo gradualmente e invirtiendo alternadamente su dirección; repitiendo este proceso hasta obtener un valor mínimo aceptable de magnetismo residual"

Para lograr una desmagnetización adecuada es necesario observar lo siguiente:

Se requieren de 10 a 30 pasos alternos de reducción e inversión de la corriente eléctrica.

Usar el mismo tipo de corriente empleada durante la inspección.

El flujo magnético producido debe ser cercanamente igual en la misma dirección que el empleado durante la inspección.

Preferentemente orientar la pieza de este a oeste.

APLICACIONES

Se utilizan para la detección de discontinuidades superficiales y subsuperficiales (hasta 1/4" de profundidad aproximadamente, para situaciones prácticas) en materiales ferromagnéticos.

Este método se aplica a materiales ferromagnéticos tales como:

14

- Piezas de fundición, forjadas, roladas.
- Cordones de soldadura.
- Inspección en servicio de algunas partes de avión, ferrocarril, recipientes sujetos a presión,
- Ganchos y engranes de grúa, estructuras de plataforma, etc.

Es sensible para la detección de discontinuidades de tipo lineal, tales como;

- Grietas de fabricación o por fatiga.
- Desgarres en caliente.
- Traslapes.
- Costuras, faltas de fusión.
- Laminaciones, etc.

3. ANTECEDENTES.

De las investigaciones realizadas alrededor del tema de ensayos con partículas magnéticas solo hay empresas prestadoras de servicios para este tipo de ensayos no destructivos de materiales ferromagnéticos. El costo de un banco de ferromagnetismo es alto y sus características son de manejo industrial y no didáctico.

Un banco de ferromagnetismo cuesta 45 millones la información sobre el manejo de los resultados o formas de visualización de la inspección es escasa porque los libros lo toman de una manera general y no específica en este tipo de resultados de ensayos con partículas magnéticas.

4. JUSTIFICACIÓN

Los métodos de análisis de ensayos no destructivos por los diferentes libros, guías o manuales, están enfocados a un concepto teórico, implementando formulas y lenguajes complejos para el lector. A partir de los desarrollos teórico práctico de los materiales consultados, se tomaran las bases primordiales para el análisis de materiales ferromagnéticos que aportan un conocimiento más acorde a los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera de ingeniería mecánica.

La estructura del proyecto se basa en la manipulación de esta nueva herramienta asequibles al interés del estudiante, ya que no hay prácticas implementadas dentro del laboratorio de mecánica o materiales y por consiguiente poca profundización en los diferentes temas. Además, la didáctica de implementación del proyecto es enfocar y corroborar los resultados en los diferentes materiales de inspección preestablecidos para las prácticas en el laboratorio así como la el ensayo con materiales traídos por el estudiante como tema de práctica.

Ampliar el conocimiento sobre diferentes temas como fallas por desgaste, tipos de desgaste, defectos en procesos de soldadura, fatiga de materiales y defectos de mecanizado como aporte en la formación teórico práctica.

17

5. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un Banco de Pruebas para fisuras, porosidades discontinuidades superficiales y subsuperficiales con partículas magnéticas en materiales ferromagnéticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico de equipos comerciales.
2. Plantear las necesidades funcionales y alternativas de diseño
3. Diseñar el banco
4. Construir el banco.
5. Realizar manual de operación, mantenimiento.

6. METODOLOGÍA GENERAL

Para alcanzar los objetivos propuestos en este proyecto las fases que se deben desarrollar son las siguientes.

1. Recopilar información necesaria del banco de ferromagnetismo preestablecido inicialmente, mirando todas sus características de funcionamiento, medidas en planos, aplicaciones, características del material además se buscará la información de las características de las bobinas eléctricas del banco de pruebas, como rectificadores de corriente, amperímetro y reguladores de amperaje, también formas de desmagnetización de materiales ya probados.
2. A continuación se comienza a plantear y evaluar las alternativas de diseño acorde a los requerimientos de ensayos no destructivos en este proyecto cumpliendo con los objetivos propuestos.
3. Calcular y seleccionar bobina eléctrica, tipo de material, rodamientos, elementos de sujeción, ejes motrices y para todos los componentes mecánicos además propiedades magnéticas, geométricas, movilidad, visibilidad de las probetas a realizar el ensayo de pruebas, técnicas de desmagnetización con sus respectivos planos con la ayuda de un software especializado.
4. Calcular la estructura que soportara el banco y se tomaran medidas a fin de construir un diseño funcional acorde a los manejos de espacios disponibles, dicha estructura estará debidamente reforzada con el cálculo de los momentos flectores, la confiabilidad y ventajas.

5. Seleccionar los materiales del banco acorde con los cálculos especificados en los planos.
6. Con las normas técnicas establecidas en cuanto a simbología hay que realizar el sistema eléctrico y de control acorde con las especificaciones y recomendaciones del fabricante.
7. Fabricar las diferentes probetas de ensayo especificando características técnicas y propiedades del material.
8. Elaborar las diferentes guías para las prácticas de laboratorio.

19

9. Realizar una hoja de vida correspondiente, donde tendrá su manual de operación, de una manera fácil de entender para un técnico de mantenimiento especificando detalles de sus partes, desgastes, y montajes en cuanto al ensamble y ajustes de sus partes
10. Realizar una evaluación de costos del proyecto acorde con los criterios económicos del estudiante.

7. COSTO DEL PROYECTO

Estos costos estarán repartidos de la siguiente manera:

GASTO SUBTOTAL TOTAL FUENTE

GASTO	SUBTOTAL VALOR HORA	TOTAL	FUENTE
Diseño	\$25000	\$200.000	ESTUDIANTE
Montaje	\$30000	\$300.000	ESTUDIANTE
Asesoría	\$40000	\$200.000	ESTUDIANTE
Diseño y montaje del prototipo	\$50000	\$300.000	ESTUDIANTE

<i>GASTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO</i>	<i>TOTAL</i>	<i>FUENTE</i>
<i>Uso del computador</i>	<i>\$50.000</i>	<i>ESTUDIANTE</i>
<i>Herramientas manuales</i>	<i>\$80.000</i>	<i>ESTUDIANTE</i>
<i>Herramientas eléctricas</i>	<i>\$100.000</i>	<i>ESTUDIANTE</i>
<i>Transportes</i>	<i>\$50.000</i>	<i>ESTUDIANTE</i>
<i>Papelería</i>	<i>\$70.000</i>	<i>ESTUDIANTE</i>

<i>ACTIVIDAD A DESARROLLAR</i>	<i>MES 1</i>	<i>MES 2</i>	<i>MES 3</i>	<i>MES 4</i>	<i>MES 5</i>	<i>MES 6</i>	<i>MES 7</i>

TOTAL COSTO DEL PROYECTO \$1'350.000

Recopilación de información	■	■	■																	
Plantear y evaluar las alternativas de diseño				■	■	■														
Calculo y selección de materiales; bobinas, núcleo, ejes motrices, probetas de ensayo y accesorios.						■	■	■	■											
Calculo de la estructura donde serán montados cabezales y bobina										■	■	■	■							
Establecer sistema eléctrico y de control											■	■	■	■						
Fabricación de cabezales, bobina, estructura, tablero de control, elementos de sujeción.											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Ensamble y ajustes de mantenimiento	■	■	■		
Elaboración de las probetas y guías de laboratorio		■	■		
Pruebas, ajustes y puesta a punto del banco			■	■	■
Elaborar manual de operación del banco				■	■
Prueba final					■
Entrega del proyecto final					■

BIBLIOGRAFÍA

Textos

GUSTAVO, TOVAR SANCHEZ, Fundamentos de análisis de falla. Primera edición, editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, 2006.

P. A. NEETESON, Núcleos de Ferrita, editorial Paraninfo, Madrid 1966.

JAMES F. SHACKELFORD, Introducción a la Ciencia de los Materiales para Ingenieros, 4 Edición, Editorial Prentice Hall, España 1998.

ARNALDO GONZÁLEZ ARIAS. ¿Qué es el magnetismo? 1ª edición, Ediciones Universidad de Salamanca, España 2001.

Sitios web

empleo.donkiz.com.mx/.../ensayo_de_particulas_magneticas_para_la_soldadura.htm

www.monografias.com/.../particulas-magneticas/particulas-magneticas.shtml -

www.metalurgiausach.cl/.../UNID10.pdf - Similares

www.aaende.org.ar/sitio/biblioteca