

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN



**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO
PARA SER USADO CON FINES DIDÁCTICOS EN LA FORMACIÓN DE
INGENIEROS Y TECNÓLOGOS DE LA
U.D.O. – ANZOÁTEGUI**

Autor: Br. Ymbher R. Briggs E.

Asesor: Prof. Carlos Estanga

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito Parcial para Optar al Título
de Licenciado en Educación:
Mención Técnica Industrial**

Cumaná, Junio de 2009

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el Artículo 44 de Reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo quién lo participará al Consejo Universitario”.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE CUADROS	IV
LISTA DE GRÁFICOS.....	VII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la Investigación	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3- Justificación de la Investigación:	7
1.4- Alcance y Limitaciones.....	8
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1.- Antecedentes	9
2.2 Bases Teóricas	10
2.2.1 Educación	11
2.2.2 Enseñanza	11
2.2.3 Aprendizaje.....	11

2.2.4 El Constructivismo y el Aprendizaje por Observación, como	
Vínculo entre el Ser y el Hacer	12
2.2.5 Beneficios del Aprendizaje por Observación	15
2.2.6 Capacitación	17
2.2.7 Formación	18
2.2.8 Banco de Prueba para Balanceo Dinámico.....	18
2.2.9 Definición de Movimiento.....	18
2.2.10 Tipos de Movimientos	19
2.2.11 Vibraciones Mecánicas.....	19
2.2.11.1 Frecuencia y fase de la vibración	19
2.2.11.2 Tipos de vibraciones mecánicas	20
2.2.11.3 Tipos de Medidas para las Vibraciones Mecánicas.....	20
2.2.12. Uso del Desplazamiento, Velocidad y Aceleración	21
2.2.13 Puntos y Direcciones de Medidas.....	22
2.2.14 Espectro de Frecuencia.....	23
2.2.15 Causas de las Vibraciones	23
2.2.16. Vibración Debida a Desbalance	24
2.2.17. Vibración Debida a Falta de Alineamiento	24
2.2.18. Vibración Debida a Excentricidad.....	25
2.2.19. Vibración Debida a Rodamientos de Chumacera Defectuosos	27
2.2.20. Vibración debida a Aflojamiento Mecánico.....	32
2.2.21 Vibración debida a las Bandas de Accionamiento	33
2.2.22. Vibración debida a Problemas de Engranaje.....	34
2.2.23. Vibración debida a Fallas Eléctricas	35
2.2.24 Materiales usados en la manufactura de los ejes	36
2.2.24.1 Aceros	36
2.2.24.2. Aceros al carbono	36
2.2.24.3 Aceros de aleación.....	37
2.2.25 Aleaciones ferrosas y no ferrosas	39

2.2.26 Propiedades de los materiales usados para la manufactura de los ejes	40
2.2.27 Deformación elástica	43
2.2.28 Teoría de la rotura.....	45
2.2.29 Combinación de esfuerzos variables	47
2.2.30 Consideraciones acerca de la fatiga.....	49
2.2.31 Concentraciones localizadas de esfuerzo.....	50
2.2.32 Runout	51
2.2.32.1 Tolerancia Runout	52
2.2.32.2 Tipos de control Runout	52
2.2.33 Aplicación de Ronout	53
2.2.33.1 Control del diámetro con eje de referencia.....	53
2.2.33.2 Control de superficies de referencia individual	53
2.2.34 Condiciones de los ejes y límites permisibles de Ronout.....	53
2.2.35 Acoples	54
2.2.35.1 Clasificación	55
2.2.36 Chaveta o Cuña.....	55
2.2.37 EJE.....	55
2.2.38 Soportes para rodamientos.....	57
2.3 Bases Legales	58
2.4 Definición de Términos:	59
CAPÍTULO III	62
MARCO METODOLÓGICO	62
3.1 Nivel de Investigación	62
3.2 Diseño de la Investigación.....	62
3.3 Población y Muestra	63
3.3.1 Población	63
3.3.2 Muestra	63

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	65
3.5 Técnica de Análisis de Datos.....	66
3.4 Procedimientos para el desarrollo de los objetivos	66
CAPÍTULO IV	70
RESULTADO Y ANÁLISIS	70
4.1 Estudio de frecuencia absoluto y porcentual del instrumento aplicado a los profesores	71
4.2 Estudio de frecuencia absoluto y porcentual del instrumento aplicado a los alumnos	86
CAPÍTULO V.....	101
LA PROPUESTA	101
5.1 Proceso propuesto para el diseño del banco de prueba	102
5.2 Especificación del diseño	104
5.3 Boceto para el diseño propuesto	106
5.4 Síntesis estructura y cinemática.....	108
5.5 Croqui del diseño propuesto	109
5.6 Diseño y cálculo de los componentes.....	110
5.7 Sistema de lubricación.....	128
5.8 Sistema de regulación y control de mantenimiento	128
5.9 Diseño propuesto	128
5.10 Representación gráfica del diseño propuesto	129
CAPÍTULO VI	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
6.1 Conclusiones.....	130
6.2 Recomendaciones	132
BIBLIOGRAFIA	133

A N E X O S 136

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO: 150

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a “**Dios**” y a todos los santos en primer lugar.

A mi padre, que está en el cielo y se que siempre me guía y me guiará hasta el día que nos encontremos.

A mi madre, que siempre estuvo pendiente que estudiara y la que me dio el ser.

A mi querida esposa e hijos, que siempre han estado a mi lado en las buenas y las malas.

A todos mis hermanos, familiares, amigos y no simpatizantes, todos son especiales.

A todas aquellas personas que lean este trabajo, quiero decirles que el valor de las cosas no está en el mejor trabajo ni el estatus social que con ello obtenga, está en la humildad, el respeto a los valores y la sensibilidad.

Ymbher Briggs

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en alabanza a “**Dios**” por existir y ayudarme a preparar este trabajo.

Quiero agradecer a todos sin preferencia alguna, los que me ayudaron o no, a los que se sienten felices o tristes, a los pobres y desamparados.

Ymlhe Briggs

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. REPRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES.....	22
FIGURA 2. DIAGRAMA DE LA TRANSFORMADA RÁPIDA FOURIER.	23
FIGURA 3. DESALINEACIÓN RADIAL Y ANGULAR.....	54
FIGURA 4. SOPORTE PARA RODAMIENTOS.....	58
FIGURA 5. PASOS BÁSICOS DEL PROCESO DEL DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBA.....	102
FIGURA 6.- BASE DE CONCRETO DE 1494,67 X 531,04 X 453,3.....	127

LISTA DE CUADROS

CUADRO N°. 1.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LA PRUEBA DIAGNOSTICA PARA MEDIR EL NIVEL TEÓRICO DEL PROGRAMA EN LA ASIGNATURA VIBRACIÓN PARA LOS ESTUDIANTES 72

CUADRO N°. 2.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA PARA SELECCIONAR LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA A UTILIZAR 73

CUADRO N°. 3.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN EL PROGRAMA DE LAS ASIGNATURAS VIBRACIONES PERMITE ALCANZAR LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS 75

CUADRO N°. 4.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LA NECESIDAD DE QUE LA TEORÍA REFORZADA CON LA PRÁCTICA SIRVA PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE 76

CUADRO N°. 5.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LOS BENEFICIOS DEL USO DE OTRAS TÉCNICAS PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DOCENTE. 78

CUADRO N°. 6.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN EL INSTRUMENTO ADECUADO PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS DE BALANCEO DINÁMICO 80

CUADRO N° 7.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN EL USO DEL INSTRUMENTO SELECCIONADO QUE MEJORE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE 83

CUADRO N° 8.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LA IMPORTANCIA Y NECESIDAD DEL DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE 84

CUADRO N° 10.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA PARA SELECCIONAR LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA A UTILIZAR 88

CUADRO N° 11.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN EL PROGRAMA DE LAS ASIGNATURAS VIBRACIONES PERMITE ALCANZAR LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS 89

CUADRO N° 12.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LA NECESIDAD DE QUE LA TEORÍA REFORZADA CON LA PRÁCTICA SIRVA PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE 91

CUADRO N° 13.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LOS BENEFICIOS DEL USO DE OTRAS TÉCNICAS PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DOCENTE. 92

CUADRO N° 14.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN EL INSTRUMENTO ADECUADO PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS DE BALANCEO DINÁMICO 93

CUADRO N° 15.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN EL USO DEL INSTRUMENTO SELECCIONADO QUE MEJORE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE 96

CUADRO N° 16.- DISTRIBUCIÓN ABSOLUTA Y PORCENTUAL DE LA MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN LA IMPORTANCIA Y NECESIDAD DEL DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE 97

CUADRO N° 17.- DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR 112

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1.....	72
PRUEBA DIAGNÓSTICA	72
GRÁFICO N° 2.....	74
RESULTADO OBTENIDOS DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA	74
GRÁFICO N° 3.....	75
EL PROGRAMA DE LAS ASIGNATURAS VIBRACIONES.....	75
GRÁFICO N° 4.....	77
NECESIDAD DE LA TEORÍA PARA REFORZAR LA PRÁCTICA.....	77
GRÁFICO N° 6.....	80
INSTRUMENTO PRÁCTICAS BALANCEO DINÁMICO	80
GRÁFICO N° 8.....	85
IMPORTANCIA Y NECESIDAD DEL BANCO DE PRUEBA	85
GRÁFICO N° 9.....	87
PRUEBA DIAGNÓSTICA	87
GRÁFICO N° 10.....	88
RESULTADO OBTENIDOS DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA	88
GRÁFICO N° 12.....	91
NECESIDAD DE LA TEORÍA PARA REFORZAR LA PRÁCTICA.....	91
GRÁFICO N° 13.....	92
BENEFICIOS DE OTRAS TÉCNICAS	92

GRÁFICO N° 14.....	94
INSTRUMENTO PRÁCTICAS BALANCEO DINÁMICO	94
GRÁFICO N° 15.....	96
MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	96
GRÁFICO N° 16.....	98
IMPORTANCIA Y NECESIDAD DEL BANCO DE PRUEBA	98

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN**

**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO
PARA SER USADO CON FINES DIDÁCTICOS EN LA FORMACIÓN DE
INGENIEROS Y TECNÓLOGOS DE LA
U.D.O. – ANZOÁTEGUI**

Autor: Ymbher R. Briggs E.

Asesor: Prof. Carlos Estanga

Fecha: Mes **Junio** Año **2009**

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue diseñar un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didácticos en la formación de Ingenieros y Tecnólogos de la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, con la finalidad de realizar balanceo dinámico, aplicando una metodología que se inició por la revisión bibliográfica, la identificación del boceto para el banco de prueba, la representación croquis del banco de prueba, la realización de los cálculos para la obtención de las dimensiones del banco de prueba, el dibujo de los planos de conjunto y despiece del banco de prueba, la selección de los componentes del Banco de Prueba y la elaboración del material didáctico del banco de prueba. El Banco de Prueba de Balanceo Dinámico propuesto servirá para ser aplicado en las prácticas para las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) de la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui. La metodología que se utilizó estuvo enmarcada dentro de un Proyecto Factible por cuanto el mismo tendrá la factibilidad de ser puesto en práctica y dar solución a una problemática presente; con una estrategia de Investigación Documental porque se apoyó en documentos y de Campo porque el lugar donde se realizó la investigación sirvió como fuente de información y de acuerdo al nivel de conocimiento se ubicó en una investigación Descriptiva. Se concluyó en base a los resultados obtenidos, que el diseño del banco de prueba servirá para las prácticas de balanceo dinámico y apoyará el desarrollo del proceso orientación aprendizaje en tiempo real.

Palabras Claves: Banco de Prueba de balanceo dinámico, Material didáctico

INTRODUCCIÓN

Un banco de prueba de balanceo dinámico es una máquina que permite observar los principios físicos elementales del comportamiento de los equipos rotativos y es utilizado en la práctica de laboratorio de las carreras de ingeniería y tecnología, con la finalidad de que el estudiante pueda determinar en forma teórica-práctica cómo se produce y cómo se corrige el desbalance de la pieza en movimiento y podrá verificar el funcionamiento y resultado del cuidado y la precisión con que se realiza el montaje en el sistema.

El banco de pruebas, es un instrumento didáctico eficazmente en el proceso de orientación aprendizaje, pues permite realizar prácticas de los problemas más frecuentes que se presentan en las máquinas rotativas que conforman los procesos industriales, tales como: desbalance, soltura, desalineación, rodamientos careados, entre otros.

En la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, el Banco de Prueba de balance dinámico es utilizado como apoyo en el proceso de orientación aprendizaje en las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472), garantizándole al estudiante que egresa en las carreras de ingeniería y tecnología la incorporación efectiva y eficaz en el sector productivo.

El presente Trabajo de Grado tiene como objetivo diseñar un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didácticos, con el propósito de que sea implementado, en la formación de Ingenieros y Tecnólogos que cursan estudio en la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, puesto que es necesario e importante, formar un profesional, debidamente capacitado, para afrontar retos y exigencias adaptados a las nuevas tecnología educativas y profesionales.

La metodología que se utilizó para el desarrollo de Trabajo de Grado, estuvo enmarcada dentro de un Proyecto Factible por cuanto el mismo tendrá la factibilidad

den ser puesto en práctica y dar solución a una problemática presente; con una estrategia de Investigación Documental porque se apoyó en documentos y de Campo porque el lugar donde se realizó la investigación sirvió como fuente de información y de acuerdo al nivel de conocimiento se ubicó en una investigación Descriptivo.

Este Trabajo está estructurado en seis capítulos a saber:

Capítulo I El Problema. En este capítulo se establece en forma clara y precisa cuál es el problema a investigar, la justificación del estudio, los objetivos de la investigación. En el **Capítulo II Marco Teórico**, se precisan y organizan las ideas y los conceptos contenidos en la investigación, a objeto de que los mismos sean manejados y convertidos en acciones concretas. Se presentan los Antecedentes de la Investigación, las teorías relacionadas con el tópico a investigar, Glosario de Término. El **Capítulo III Marco Metodológico**. En él se detalla el Nivel y Diseño de la Investigación, la Unidad de Análisis, la Población y Muestra, las Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad y las Actividades Desarrolladas especificando los métodos, técnicas y procedimientos utilizados para alcanzar los objetivos propuestos. En el **Capítulo IV Análisis y Resultados**, se muestra el análisis de los resultados durante el desarrollo de cada objetivo específico de la investigación. **Capítulo V Propuesta**, se presenta el diseño de la propuesta, y por último en el **Capítulo VI Conclusión y Recomendación**, presenta las conclusiones obtenidas al desarrollar el trabajo y se plasman las sugerencias o recomendaciones a que dieron lugar. Además contiene la Referencia Bibliográfica y los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Los avances tecnológicos hoy en día van a un ritmo acelerado, incidiendo notoriamente en el proceso enseñanza aprendizaje y en las relaciones que se establecen entre el docente y el alumno.

La educación debe satisfacer las demandas del sector productivo y para ello es necesario formar a un ciudadano comprometido con el desarrollo de su país, con condiciones para desempeñarse con eficiencia en el ámbito laboral. Es así como la Organización de Estados Americanos (OEA), ha puesto en marcha la elaboración de un proyecto educativo que responda a tales cambios, tal como lo expresa Figueroa (1999:3) en la II Cumbre de las Américas:

... la brecha existente entre la información que se adquiere en la escuela y el reconocimiento necesario hoy en el mundo del trabajo, presentan un enorme desafío que los sistemas escolares existentes con sus currículos tradicionales no pueden enfrentar efectivamente. El hecho es que el rápido cambio tecnológico, la privatización, la globalización de la economía y el advenimiento de regímenes de libre comercio, han alterado profundamente el sector productivo; han aumentado significativamente las demandas por los servicios educativos más pertinentes.

En el contexto de la sociedad, los procesos productivos e insumos se caracterizan por ser más exigentes a la vez que generan ventajas competitivas. Dentro de éstos últimos, se menciona como la más importante, la demanda de talento humano altamente preparado en las diferentes universidades que conforman el territorio nacional e internacional y por ende calificado para conformar cuadros gerenciales y laborales que permitan impulsar el desarrollo del país y en consecuencia el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

Considerando, que la UDO como Universidad Pública absorbe una gran cantidad de población estudiantil de la zona, debe poseer dotaciones e infraestructura adecuadas y acordes a las necesidades de cada carrera, que garantice la preparación de profesionales calificados para conformar a futuro los integrantes de los procesos productivo; sin embargo, y como ha sido reportado por estudios anteriores realizados por Pérez, R. (2005) como: “Mejora en el Mantenimiento predictivo por Análisis de Vibración en Equipos Rotativos, Aplicación en la Industria de Análisis de Vibración”, entre otros, ejecutados en esta casa de estudio, se evidencian, múltiples problemas que dan cuenta que su situación actual, muestra grandes debilidades y problemas, tanto en lo relativo al presupuesto, como en las derivaciones de éste, lo que incide en el desarrollo, armónico de las diferentes carreras que esta Universidad tiene en su oferta académica.

La Universidad de Oriente, a través del Consejo Universitario aprobó el plan de estudio de la carrera de Tecnología en Fabricación Mecánica Núcleo de Anzoátegui, según Resolución N°: 063/2004, con la cual se pretende formar un profesional debidamente capacitado y dotado de una formación teórica - práctica que le permita integrarse satisfactoriamente al mercado laboral y al desarrollo de la región, por tal motivo, es imprescindible acondicionar y actualizar los talleres y laboratorios con la incorporación de nuevos equipos con tecnología de punta, necesario para formar un profesional acorde con el perfil propuesto. Cabe destacar, que en el nuevo plan de

estudio se incluyó la asignatura Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753), conteniendo esta, el tema de Balanceo Dinámico de Rotores Rígidos en Varios Planos. También, el Departamento de Mecánica cuenta con la asignatura Vibraciones (código: 061-4472) que contempla la medición de la vibración, diagnóstico y problemas comunes detectados mediante el análisis de vibración.

En visitas realizada a diversas universidades e institutos tecnológicos que realizan prácticas de balanceo dinámico, se constató que: la Universidad Simón Bolívar, el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, el Instituto de Tecnología Antonio José de Sucre, entre otros; cuentan con un banco de prueba para balanceo dinámico en los laboratorios. También se visitaron institutos internacionales establecidas en el país (IRD MECHALISYS, SKF CONDICION y NDT INTERNACIONAL) encontrándose que utilizan bancos de prueba para realizar los cursos de balanceo dinámico, con la finalidad de reforzar la enseñanza y aprendizaje de los participantes.

Sin embargo, según observación directa practicada por el investigador que en la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, los laboratorios de Ingeniería Mecánica y Tecnología en Fabricación Mecánica no cuentan con un Banco de Prueba para realizar las prácticas de Balanceo Dinámico de Rotores Rígidos en Varios Planos y las Mediciones de las Vibraciones y el mismo es necesario para la orientación y el aprendizaje de las asignaturas Vibraciones y vibraciones Mecánicas.

En consecuencia, conforme a lo planteado anteriormente, se pretende a través de este Trabajo de Grado diseñar un Banco de Prueba para Balanceo Dinámico, con la finalidad de facilitar el fortalecimiento del aprendizaje de los alumnos de Ingeniería Mecánica y Tecnología en Fabricación Mecánica de la U.D.O., Núcleo de Anzoátegui.

Tomando como base la problemática que se presenta en la presente investigación se pretende dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Se aplican estrategias metodológica que fortalezca el aprendizaje?; ¿Es importante el Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) en la formación de ingenieros y tecnólogos?; ¿Existe la factibilidad del diseño de un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) que contribuya en la formación de ingenieros y tecnólogos?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didácticos en la formación de ingenieros y tecnólogos en la U.D.O. – Anzoátegui

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual con respecto a las estrategias metodológicas aplicado en las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) para la formación de Ingenieros y Tecnólogos.
- Establecer la importancia del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) en la formación de ingenieros y tecnólogos.

- Proponer el diseño Banco de Prueba para el uso de los estudiantes de Ingeniería Mecánica y Tecnología en Fabricación Mecánica en las asignatura Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) de la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui.

1.3- Justificación de la Investigación:

Las carreras de Ingeniería Mecánica y Tecnología en Fabricación Mecánica, tienen entre sus objetivos a corto plazo el fortalecimiento del área de las vibraciones como se evidencia por la inclusión de la asignatura vibraciones mecánica entre las materias obligatorias del nuevo pensum de estudios de ambas carreras. Especialmente, en el de balanceo dinámico de ejes ya que es una de las principales causas de deterioro de las piezas que componen los equipos rotativos y edificaciones.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se justifica la realización de la investigación para el diseño de un Banco de Prueba para Balanceo Dinámico, por cuanto en el mismo, se impartirá las prácticas vibracionales en las asignaturas de Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472), de modo que el educando adquiera un aprendizaje con los cuales es posible impartir la enseñanza en tiempo real de una manera sencilla y comprobable directamente a través de los resultados obtenidos.

Además, el Banco de Prueba para Balanceo Dinámico está concebido para realizar actividades netamente didácticas de carácter práctico, lo que ofrece al estudiante la oportunidad de comprender, verificar y analizar el comportamiento de las vibraciones en equipos rotativos y observar directamente el fenómeno físico.

1.4- Alcance y Limitaciones

El Banco de Prueba para Balanceo Dinámico está diseñado con la finalidad de realizar el diagnóstico sobre el comportamiento dinámico de equipos rotativos que permitan prever posibles fallas mecánicas de funcionamiento que puedan dejar fuera de servicio un determinado equipo y que sirva de material didáctico para el apoyo en las asignaturas de Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472), con la finalidad de orientar en el aprendizaje a los alumnos que cursan las carreras de Ingeniería y Tecnología que ofrece la Universidad de Oriente en el núcleo Anzoátegui.

Las limitaciones presente durante el desarrollo de este Trabajo de Grado fue la poca bibliografía relacionada con el tópico que se estudió, sin embargo esto pudo subsanarse por cuanto el investigador viajó hacia otras ciudades en busca del material bibliográfico necesario obteniendo el resultado deseado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- Antecedentes

Salazar (2004), en su trabajo **Mejora en el Mantenimiento predictivo por Análisis de Vibración en Equipos Rotativos**, cuyo propósito fue detectar fallas en los equipos rotativos y demostrar la necesidad de incorporar estrategias de mantenimiento para el mejoramiento de vibraciones de los equipos rotativos. La metodología que utilizó fue investigación de campo con un nivel descriptivo. Concluyó el investigador considerando que existían fallas mediante análisis espectral en equipos rotativos, detectándose problemas de: desbalanceo, desalineación, aflojamiento mecánico, rozamiento entre partes, rodamientos y engranaje dañados.

Rivas (2003), en su Trabajo de Grado titulado **Implementación de Mantenimiento Predictivo Basado en el Análisis de Vibración**, cuya finalidad fue: detención de fallas en equipos rotativos; consideró importante el estudio por cuanto se demostró la necesidad de preparar al profesional en el campo de mantenimiento a las máquinas rotativas. La metodología utilizada estuvo enmarcada dentro de un Proyecto Factible, con una estrategia de recolección de dato de Investigación de Campo y con un Nivel Descriptivo. Concluyó detectando problemas como: desbalanceo, desalineación, aflojamiento mecánico, entre otros, y la necesidad de adaptar dicho mantenimiento al resto de los equipos rotativos al programa de mantenimiento predictivo.

Carreño (2001), presentó el trabajo **Aplicación en la Industria de Análisis de Vibración**, cuyo propósito fue demostrar la necesidad de aplicar a la industria el análisis de vibración y preparar en la formación de profesionales en el área

vibracional. La metodología utilizada fue documental y con un Nivel Descrito. Concluyó afirmando que mediante el análisis de vibración se puede crear una base de datos de las máquinas en operación de una empresa determinada, para luego establecer visitas periódicas de inspección para la recolección y su respectivo análisis.

Bernández (2000), presentó el trabajo **Mantenimiento Predictivo de Moto Ventiladores Mediante Análisis de Vibraciones**, en el I Congreso de Ingeniería de Mantenimiento de la escuela Politécnica la Alumna Hernández. El objetivo fue el desbalanceo. La metodología estuvo enmarcada en una investigación de campo con un nivel descriptivo y concluyó que entre las fallas más frecuentes que se detectaron mediante análisis de vibraciones de 58 moto-ventiladores instalados fueron: desequilibrios, desalineamiento, defectos en rodamientos, defecto eléctrico, defecto en correas y holguras.

Las investigaciones señaladas anteriormente consideran la importancia y necesidad de aplicar las prácticas vibracionales utilizando los equipos rotativos (banco de prueba) que sustentan la orientación y el aprendizaje, aspecto que coinciden con la investigación que se presente realizar.

2.2 Bases Teóricas

Arias, (2006:39) “Comprende un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado”.

A continuación se presentan un compendio de teorías que sirven de sustento a la investigación, es decir, van a darle soporte y validez científica.

2.2.1 Educación

La educación es el conjunto de conocimientos, órdenes y métodos por medio de los cuales se ayuda al individuo en el desarrollo y mejora de las facultades intelectuales, morales y físicas. La educación no crea facultades en el educando, sino que coopera en su desenvolvimiento y precisión (Ausubel y cols., 1990).

2.2.2 Enseñanza

Es el proceso mediante el cual se comunican o transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia. Este concepto es más restringido que el de educación, ya que ésta tiene por objeto la formación integral de la persona humana, mientras que la enseñanza se limita a transmitir, por medios diversos, determinados conocimientos. En este sentido la educación comprende la enseñanza propiamente dicha.

2.2.3 Aprendizaje

Este concepto es parte de la estructura de la educación, por tanto, la educación comprende el sistema de aprendizaje. Es la acción de instruirse y el tiempo que dicha acción demora. También, es el proceso por el cual una persona es entrenada para dar una solución a situaciones; tal mecanismo va desde la adquisición de datos hasta la forma más compleja de recopilar y organizar la información.

2.2.4 El Constructivismo y el Aprendizaje por Observación, como Vínculo entre el Ser y el Hacer

El hombre como ser sociable, se siente en la necesidad de construir el conocimiento que él y su entorno requieren, aportando lo mejor de sí para luego poner en práctica en su vida cotidiana todo lo que ya conoce, en beneficio de la sociedad.

El constructivismo surge como una corriente epistemológica preocupada por discernir los problemas de la formación del conocimiento en el ser humano. Algunos autores exponentes del constructivismo, afirman que existe la convicción de que los seres humanos son producto de su capacidad para adquirir conocimiento y para reflexionar sobre sí mismos, lo que les ha permitido anticipar, explicar y controlar positivamente la naturaleza, y construir la cultura. Woolfolk (1999) define la teoría constructivista como “la postura que destaca el papel activo del estudiante en la estructuración del conocimiento y en dar sentido a la información” (p.346)

Otros exponentes de esta corriente como Piaget centraron su estudio en el funcionamiento y el contenido de la mente de los individuos esta tendencia recibió el nombre de constructivismo psicogenético de Piaget, por otra parte Vigotsky enfocándose en el desarrollo de los dominios de origen social genera la teoría del constructivismo social y la escuela sociocultural.

Estas posturas constructivistas del aprendizaje tienen implicaciones decisivas para la enseñanza. Aunque hay varias interpretaciones de lo que significa la teoría constructivista, casi todas coinciden en que se supone un cambio radical en el interés de la enseñanza al colocar en el centro de la empresa educativa los esfuerzos del alumno en aprender, en este sentido Carretero (1993), argumento lo siguiente:

El constructivismo es la idea que mantiene que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. (p.27).

Muchos constructivistas comparten la creencia de Vigotsky de que los procesos mentales superiores se desarrollan en el trato social, por lo que valoran la colaboración en el aprendizaje; además ellos acentúan la importancia de comprender el proceso de construcción del conocimiento para que los alumnos estén conscientes de las influencias que moldean su pensamiento; esto le permitirá elegir, elaborar y defender posiciones de manera crítica siendo respetuosos de las ideas y puntos de vista de los demás. Los constructivistas que apoyan la teoría dialéctica de Vigotsky del aprendizaje y el desarrollo opinan que el trato social es importante para el aprendizaje porque las funciones mentales superiores (como el razonamiento, la comprensión y el pensamiento crítico) se originan en las relaciones sociales y luego son internalizadas por los individuos.

La concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales:

El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje. Él es quien construye (o más bien reconstruye) los saberes de su grupo cultural, y éste puede ser un sujeto activo cuando manipula, explota, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha la exposición de los otros.

La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración. Esto requiere decir que el alumno no tiene

en todo momento que descubrir o inventar en un sentido literal todo el conocimiento escolar. Debido a que el conocimiento que se enseña en las instituciones educativas es en realidad el resultado de un proceso de construcción a nivel social, los alumnos y profesores encontrarán ya elaborados y definidos una buena parte de los contenidos curriculares.

La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado.

Principios educativos asociados con una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza:

El aprendizaje implica un proceso constructivo interno, auto estructurante y en este sentido, es subjetivo y personal.

El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, es social y cooperativo.

El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales.

El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, y de la naturaleza de las estructuras de conocimiento.

El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previas que tiene el aprendiz.

El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber.

El aprendizaje requiere contextualización: los aprendices deben trabajar con tareas auténticas y significativas culturales, y necesitan aprender a resolver problemas con sentido.

El aprendizaje se facilita con apoyos que conduzcan a la construcción de puentes cognitivos entre lo nuevo y lo familiar, y con materiales de aprendizaje potencialmente significativos.

El Constructivismo, especialmente la teoría dialéctica de Vigotsky es la que se encuentra estrechamente relacionada con la actual investigación, ya que esta sugiere que el conocimiento es el resultado de un proceso de construcción o reconstrucción de la realidad, que tiene su origen en la interrelación entre las personas y la sociedad, creando activamente significados a partir de las propias experiencias.

Con la incorporación de las nuevas tecnologías entre ellas, la creación de páginas Web, la comunicación Online, la promoción de videoconferencias, la iniciación al dibujo asistido por computadoras, el conocimiento de las Tecnologías Infográficas, la actualización académica en cursos de vanguardia como el Solidworks, el AutoCad, etc., las cuales serán aplicadas a la hora de impartir el conocimiento en la asignatura Dibujo Industrial, se quiere lograr que el alumno pueda elaborar e interpretar activamente la información que se le presenta. En este sentido, el educador debe especificar los métodos y estrategias que ayudaran al estudiante a explorar, activamente tópicos complejos y lo conducirá a pensar en un área determinada ubicándolo en un contexto real.

2.2.5 Beneficios del Aprendizaje por Observación

El aprendizaje por observación es uno de los más importantes procesos de aprendizaje, cuya exploración fue una de las principales contribuciones del Psicólogo Canadiense Albert Bandura (1969), en tiempos mas recientes otros investigadores siguen viendo aquí un poderoso proceso de aprendizaje en el salón de clases a la hora de impartir el conocimiento. Díaz y Hernández (2002) afirman que “El Aprendizaje

Por Observación (o vicario) también llamado por imitación o modelamiento, es el aprendizaje que ocurre cuando una persona observa e imita el comportamiento de otra” (p.281).

Esta corriente aporta una visión de vital importancia en el desarrollo de la actual investigación, ya que por medio del mismo, la simple observación de la conducta del modelo parece ser suficiente para promover el aprendizaje, pues resulta particularmente adecuado al enseñar comportamientos nuevos. Gran parte del aprendizaje puede describirse como aprendizaje por observación. En líneas generales todos aprendemos observando la conducta de un modelo.

El Aprendizaje Por Observación tiene una función primordialmente informativa y, por esto, para la elaboración de la conducta observada son necesarias representaciones simbólicas que se desarrollan, mediante un conjunto de cuatro etapas o procesos, Bandura (1976), las clasifica de la siguiente manera:

1º Proceso de atención o adquisición: Quien aprende observa un modelo y reconoce los rasgos distintivos de su conducta. Antes de que puedan imitar las acciones de un modelo, deben atender a lo que este modelo hace o dice.

2º Procesos de retención: los observadores podrán volver a hacer las conductas de sus modelos, cuando no están presentes para guiarlos, realizando una elaboración de representaciones simbólicas, en la memoria, de la conducta observada.

3º Procesos de Reproducción Motora: este tipo de proceso corresponde a la transformación de las representaciones mentales, adquiridas en la retención anterior, en las acciones específicas para cada representación. Es decir, es la realización de la conducta modelada.

4° Procesos Motivacionales cuando mayores efectos positivos en el comportamiento modelador hayan, mayor será la motivación, el incentivo que el individuo tenga para copiar esa conducta; y viceversa, mientras mayores efectos desagradables o presencia de castigo, menor será la motivación para imitar esa acción (p.55).

Para el buen termino de los objetivos planteados en esta investigación, se propone la reestructuración del programa vigente de la asignatura Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753), de la carrera Tecnología en Fabricación Mecánica, impartida en la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, tomando en cuenta y apoyándonos en los aportes de la Teoría Constructivista y el Aprendizaje por Observación, incorporando nuevos recursos y estrategias en el proceso de inducción de la asignatura promoviendo así un aprendizaje significativo.

2.2.6 Capacitación

La capacitación es un proceso continuo de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual se desarrolla las habilidades y destrezas de los servidores, que les permitan un mejor desempeño en sus labores habituales. Puede ser interna o externa, de acuerdo a un programa permanente, aprobado y que pueda brindar aportes a la institución. En ambos casos, se debe tener en cuenta que la capacitación es un esfuerzo que realiza la entidad para mejorar el desempeño de los servidores, por lo tanto, el tipo de capacitación, debe estar en relación directa con el puesto que desempeña. Los conocimientos adquiridos, deben estar orientados hacia la superación de las fallas o carencias observadas durante el proceso de evaluación.

2.2.7 Formación

Es una preparación integral del estudiante o docente con relación a la instrucción académica y se fundamenta en la formación de valores.

2.2.8 Banco de Prueba para Balanceo Dinámico.

Es una máquina que permite ser balanceada o desbalanceada al colocar o retirar un peso calculado sobre una de sus partes móviles, con la finalidad, de servir de apoyo a los conocimientos impartidos en tiempo real.

2.2.9 Definición de Movimiento.

Para describir el movimiento de un objeto, o sea su cambio de posición, es necesario referir dicha posición con relación a otro objeto que se supone en reposo y el cual recibe el nombre de sistema de referencia, o simplemente referencial. Este sistema se supone en reposo porque todos los objetos del Universo están continuamente cambiando de posición. Por ejemplo, una persona que viaja en un avión puede cambiar de posición con relación a un asiento, que se supone en reposo respecto al avión, pero tanto el asiento como el avión se mueven respecto a los objetos que están sobre la tierra, que se suponen en reposo respecto a ella; la tierra a su vez se mueve con relación al sol, que se supone en reposo, y el sol se mueve en el cosmos con todo su sistema planetario.

El ejemplo propuesto pone de manifiesto que tanto el movimiento como el reposo de un cuerpo son conceptos relativos, pues dependen del referencial que se elija para su descripción. Para el estudio del movimiento de un objeto sobre la superficie terrestre o en sus proximidades, se tomará como sistema de referencia la tierra.

2.2.10 Tipos de Movimientos

Los físicos para formular las leyes de movimientos, suponen que los cuerpos se mueven en un medio ideal, sometidos únicamente a las fuerzas que producen dichos movimientos. En estas condiciones, el movimiento del cuerpo dependería exclusivamente de la magnitud y el sentido de las diferentes fuerzas aplicadas, así como de la masa de dicho cuerpo. Así tendremos que a un cuerpo se le puede imprimir un movimiento lineal y/o rotacional.

2.2.11 Vibraciones Mecánicas

La vibración es una oscilación perceptible y medible en la superficie de la máquina, elementos y/o cimientos.

Las vibraciones mecánicas sólo pueden ocurrir cuando las masas se mueven. Estas masas pueden ser partes rotativas u oscilantes.

Las vibraciones generadas en las máquinas son principalmente rotativas y reciprocantes. Esas vibraciones y esfuerzos son transmitidos por los rodamientos y/o cojinetes de deslizamiento, a las carcasas, y de allí a sus bases y cimentación.

2.2.11.1 Frecuencia y fase de la vibración

La frecuencia expresa la cantidad de veces que una vibración o ciclo vibratorio se repite en una unidad de tiempo normalmente expresada en ciclos por minutos (cpm), ciclos por segundo (cps) y herz (hz).

Fase se define como la relación de tiempo medida en grados entre dos vibraciones a la misma frecuencia

2.2.11.2 Tipos de vibraciones mecánicas

Generalmente las vibraciones en maquinaria son de dos tipos:

Rotativas:

Son las vibraciones que se generan en aquellas máquinas cuyas partes o elementos móviles rotan alrededor de un eje como un Ventilador, Motor Eléctrico, etc.

Reciprocantes:

Son las vibraciones que se generan básicamente en dos tipos de máquinas: Motores de Combustión Interna y Compresores de Embolo.

2.2.11.3 Tipos de Medidas para las Vibraciones Mecánicas

Son tres las unidades de magnitud que comúnmente se usan para darle valor a la amplitud de la vibración:

Desplazamiento

Velocidad

Aceleración

Desplazamiento:

Medida del movimiento total de la masa.

Desplazamiento de la masa en su movimiento hacia arriba y hacia abajo cuando está vibrando desde su posición de reposo.

Puede ser expresado en milésimas (Sistema inglés 1 milésima = 0.001 pulgadas), o en micras (Sistema métrico, 1 micra = 0.001 mm).

Velocidad:

Velocidad a la cual la masa se está moviendo o vibrando durante sus oscilaciones.

La velocidad de la masa es Cero en sus límites inferior y superior del movimiento. La velocidad aumenta hasta alcanzar el valor máximo localizado en el punto neutro superior y decrece hasta volverse Cero en el límite opuesto.

Puede ser expresada en pulgadas por segundo (Sistema inglés In/seg), o en milímetros por segundo (Sistema métrico, mm/seg).

Aceleración:

Definida como la cantidad de cambio en la velocidad a la cual se está moviendo la masa vibrante.

La aceleración es máxima cuando la velocidad es mínima (límites superior e inferior) y Cero cuando la velocidad es máxima en la posición neutral.

Expresada comúnmente en unidades de aceleración de la gravedad, G (1G = 9.81 m/seg.² = 32.2 pies/seg.²)

2.2.12. Uso del Desplazamiento, Velocidad y Aceleración

Las Unidades de Desplazamiento se emplean para medir el nivel de vibración en máquinas con rango de frecuencia de giro muy bajos (menores a 600 CPM o 10 Hz y cercanas o casi 0 CPM) o en los casos donde es importante medir el desplazamiento de un eje o la expansión de una carcasa.

Las Unidades de Velocidad son las uso general para medir los niveles de vibración de máquinas a partir de frecuencias de 600 CPM hasta 120 000 CPM (10 Hz a 2000 Hz) y son generalmente la unidad escogida cuando la vibración generada

en la máquina se encuentra entre los rangos de frecuencias de 300 a 300 000 CPM (5 a 5000 Hz).

Las Unidades de Aceleración se recomiendan típicamente para medir la magnitud del nivel de la vibración en máquinas de alta velocidad de giro que pueden generar frecuencias de vibración de 5000 Hz, como cajas de engranajes, paso de barras de un rotor eléctrico, entre otros.

No se debe olvidar que en algunos casos estas frecuencias pueden generar armónicos o múltiplos de estas vibraciones.

2.2.13 Puntos y Direcciones de Medidas

Las mediciones de vibración deben ser tomadas sobre los rodamientos, carcasas que soportan los rodamientos, o en alguna parte de la máquina que posea una significativa transmisión de las fuerzas dinámicas que se generan por la vibración.

Es necesario tomar mediciones en Tres direcciones perpendiculares como lo son: Horizontal, Vertical y Axial, como lo muestra la Figura 1.

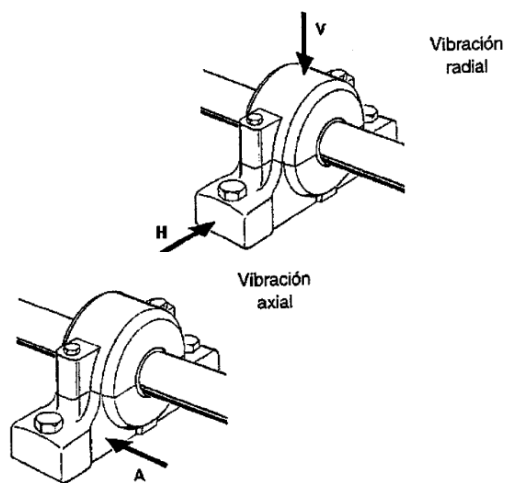


Figura 1. Representación de las mediciones.

2.2.14 Espectro de Frecuencia

Es un diagrama en cuyo eje “x” se muestra la frecuencia, y en el eje “y” la amplitud.

Este diagrama es obtenido a partir de la onda de vibración, mediante el procedimiento de la Transformada Rápida de Fourier, según Figura 2.

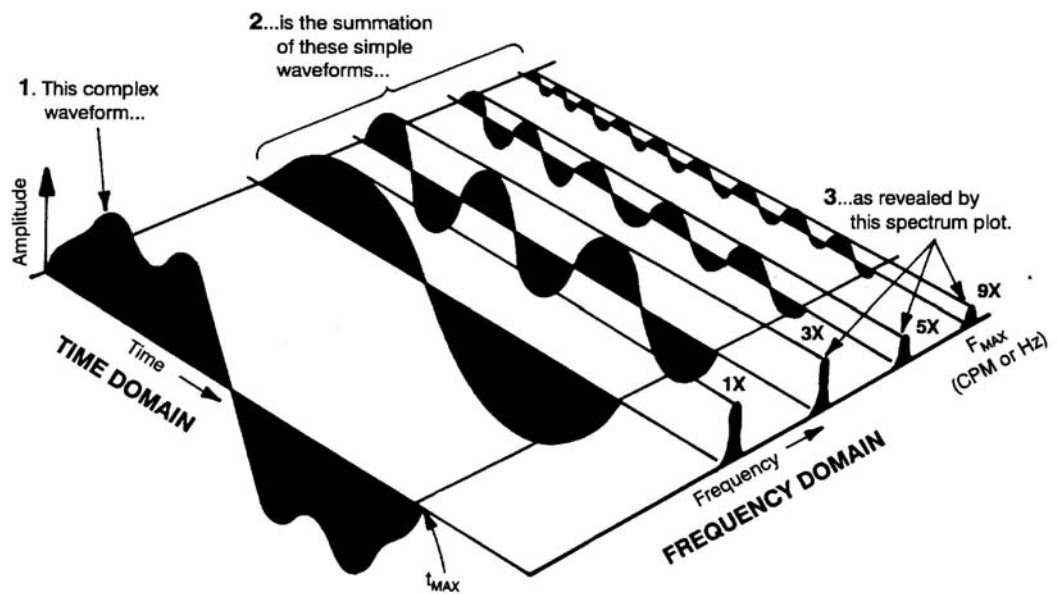


Figura 2. Diagrama de la Transformada Rápida Fourier

2.2.15 Causas de las Vibraciones

La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una máquina es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración – reducir el nivel de las fuerzas vibratorias no deseadas. De manera que, al estudiar los datos, el interés principal deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de la

vibración, la determinación de las causas, y la corrección del problema que ellas representan.

A continuación se presentan las diferentes causas de vibración y sus consecuencias, lo cual ayudara enormemente para interpretar los datos que se pueda obtener, determinado así el tipo de vibración que se presenta y buscar así la debida corrección de las mismas.

2.2.16. Vibración Debida a Desbalance

El desbalance es una de las causas más comunes de la vibración en equipos rotativos. En muchos casos, los datos obtenidos del análisis de vibración de un eje desbalanceado muestran:

La frecuencia de vibración se manifiesta a 1x las rpm de la pieza desbalanceada.

La amplitud es proporcional a la cantidad de desbalance.

La amplitud de la vibración es normalmente mayor en el sentido de medición radial, horizontal o vertical (en las maquinas con ejes horizontales).

El análisis de fase indica lecturas de fase estables.

La fase se desplazará 90° si se desplaza el captador 90°.

Nota: el desbalance de un rotor saliente a menudo tiene como resultado una gran amplitud de la vibración en sentido axial, al mismo tiempo que en sentido radial.

2.2.17. Vibración Debida a Falta de Alineamiento

En la mayoría de los casos los datos derivados de una condición de falta de alineamiento indican lo siguiente:

La frecuencia de vibración es de 1x rpm; también 2x y 3x las rpm en los casos de una desalineación.

La amplitud de la vibración es proporcional a la falta de alineamiento.

La amplitud de la vibración puede ser alta también en sentido axial, además de radial.

El análisis de fase muestra lecturas de fase inestables.

La falta de alineamiento, aun con acoplamientos flexibles, produce fuerzas tanto radiales como axiales que, a su vez, producen vibraciones radiales y axiales.

Nota: Uno de los indicios más importantes de problemas debidos a falta de alineamiento y a ejes torcidos es la presencia de una elevada vibración en ambos sentidos, radial y axial. En general, cada vez que la amplitud de la vibración axial sea mayor que la mitad de la lectura radial más alta, hay un buen motivo de sospechar la existencia de un problema de alineamiento o eje torcido.

Los tres tipos básicos de falta de alineamiento en el acoplamiento son: angular, en paralelo y una combinación de ambos.

Una falta de alineamiento angular sujeta los ejes de las maquinas accionadoras y accionada a vibración axial igual a la velocidad de rotación (rpm) del eje.

La falta de alineamiento en paralelo produce principalmente vibración radial con una frecuencia igual al doble de la velocidad de rotación de

2.2.18. Vibración Debida a Excentricidad

La excentricidad es otra de las causas comunes de vibración en la maquinaria rotativa. Excentricidad en este caso no significa "ovalización", sino que la línea

central del eje no es la misma que la línea central del rotor – el centro de rotación verdadero difiere de la línea central geométrica.

La excentricidad es en realidad una fuente común de desbalances, y se debe a un mayor peso de un lado del centro de rotación que del otro.

Una manera de diferenciar entre desbalance y excentricidad en este tipo de motor es medir la vibración mientras el motor está funcionando bajo corriente. Luego, se desconecta el motor, observando el cambio de la amplitud de vibración. Si la amplitud se reduce gradualmente mientras el motor sigue girando por inercia, es muy probable que el problema sea debido a desbalance; Si, en cambio, la amplitud de vibración desaparece en el momento mismo en que el motor es desconectado, el problema es seguramente de naturaleza eléctrica, y es muy posible que se deba a excentricidad del inducido.

La excentricidad en rodetes o rotores de ventiladores, sopladores, bombas y compresores puede también crear fuerzas vibratorias. En esos casos las fuerzas son el resultado de fuerzas aerodinámicas e hidráulicas desiguales que actúan contra el rotor.

De Elementos Rodantes Defectuosos

Defectos en las pistas, en las bolas o en los rodillos de rodamientos de elementos rodantes ocasionan vibración de alta frecuencia; y, lo que es mas, la frecuencia no es necesariamente un múltiplo integral de la velocidad de rotación del eje. La amplitud de la vibración dependerá de la gravedad de la falla del rodamiento.

Nota: la vibración generada por el rodamiento normalmente no es transmitida a otros puntos de la máquina. Por lo tanto, el rodamiento defectuoso es generalmente el

que se encuentra más cerca del punto donde ocurre el mayor nivel de vibración de este tipo.

Falla de Rodamientos – Otras causas

Los rodamientos no fallan prematuramente a menos que alguna otra fuerza actúe sobre ellos; y tales fuerzas son generalmente las mismas que ocasionan vibración.

Causas comunes de fallas en los rodamientos de elementos rodantes:

Carga excesiva

Falta de alineamiento

Defectos de asientos del eje y/o de las perforaciones en el alojamiento

Montaje defectuoso

Ajuste incorrecto

Lubricación inadecuada o incorrecta

Sellado deficiente

Falsa brinelación (Deformación bajo carga)

2.2.19. Vibración Debida a Rodamientos de Chumacera Defectuosos

Elevados niveles de vibración, ocasionados por rodamientos de chumacera defectuosos, son generalmente el resultado de una holgura excesiva (causada por desgaste debido a una acción de barrido o por erosión química), aflojamientos mecánicos (metal blanco suelto en el alojamiento), o problemas de lubricación.

Holgura excesiva de los rodamientos

Un rodamiento de chumacera con holgura excesiva hace que un defecto de relativamente menor importancia, tal como un leve desbalance o una pequeña falta de alineamiento, u otra fuente de fuerzas vibratorias, se transformen como resultado de aflojamientos mecánicos o en golpes repetidos (machacado).

En tales casos el rodamiento en si no es lo que crea la vibración; pero la amplitud de la misma seria mucho menor si la holgura de los rodamientos fuera correcta.

A menudo se puede detectar un rodamiento de chumacera desgastado por "barrido" efectuando una comparación de las amplitudes de vibración horizontal y vertical. Las máquinas que están montadas firmemente sobre una estructura o cimentaciones rígidas revelaran, en condiciones normales, una amplitud de vibración ligeramente más alta en sentido horizontal.

Torbellino de aceite

Este tipo de vibración ocurre solamente en maquinas equipadas con rodamientos de chumacera lubricados a presión, y que funcionan a velocidades relativamente altas – normalmente por encima de la segunda velocidad critica del motor.

La vibración debida a torbellinos de aceite a menudo es muy pronunciada, pero se reconoce fácilmente por su frecuencia fuera de lo común. Dicha frecuencia es apenas menor de la mitad de la velocidad de rotación (en rpm) del eje – generalmente en el orden del 46 al 48% de las rpm del eje.

El problema de los torbellinos de aceite normalmente se atribuye a diseño incorrecto del rodamiento, desgaste excesivo del rodamiento, un aumento de la presión del lubricante o un cambio de la viscosidad del aceite.

Se pueden hacer correcciones temporales modificando la temperatura del aceite (viscosidad), introduciendo un leve desbalance o una falta de alineamiento de manera de aumentar la carga sobre el eje, o rascando y/o ranurando los costados del rodamiento, para romper la "cuña" de lubricante. Desde luego, **una solución más duradera es** reemplazar el rodamiento con uno que haya sido diseñado correctamente de acuerdo a las condiciones operativas de la maquina, o con uno que esté diseñado para reducir la posibilidad de formación de torbellinos de aceite.

Los rodamientos con ranuras axiales usan las ranuras para aumentar la resistencia a la formación de torbellinos de aceite en tres puntos espaciados uniformemente. Este tipo de configuración está limitado a las aplicaciones más pequeñas, tales como turbinas de gas livianas y turbocargadores.

Los rodamientos de chumacera de lóbulos brindan estabilidad contra los torbellinos de aceite al proporcionar tres puntos de concentración de la película de aceite bajo presión, que sirven para centrar al eje.

Los rodamientos de riñón basculante son comúnmente utilizados para las maquinas industriales más grandes, que funcionan a velocidades más altas.

Hay dos causas comunes de vibración que pueden inducir un torbellino de aceite en un rodamiento de chumacera:

Vibración proveniente de maquinaria ubicada en las cercanías: Puede ser transmitida al rodamiento de chumacera a través de estructuras rígidas, tales como

tuberías y cimentaciones. A este fenómeno se le conoce como Torbellino Inducido por el Exterior.

Vibración ocasionada por otros elementos de la máquina misma.

Toda vez que se detecta la vibración característica del torbellino de aceite se deberá realizar una completa investigación de las vibraciones en toda la instalación, incluyendo las fuentes de vibración circunvecina, las estructuras de cimentación y las tuberías relacionadas. Se podrá así descubrir una causa externa de los problemas de torbellino de aceite.

Torbellinos de Histéresis

Este tipo de vibración es similar a la vibración ocasionada por el torbellino de aceite, pero ocurre a frecuencias diferentes, cuando el rotor gira entre la primera y la segunda velocidad crítica.

Un rotor que funcione por encima de la velocidad crítica tiende a flexionarse, o arquearse, en sentido opuesto del punto pesado de desbalance. La amortiguación interna debida a histéresis, o sea la amortiguación de fricción, normalmente limita la deflexión a niveles aceptables. Sin embargo, cuando acontece un torbellino por histéresis, las fuerzas amortiguadoras se encuentran en realidad en fase con la deflexión, y por lo tanto, acrecentan la deflexión del motor.

Cuando dicho rotor está funcionando por encima de la primera velocidad crítica pero por debajo de la segunda, el torbellino por histéresis ocurre a una frecuencia exactamente igual a la primera velocidad crítica del rotor.

Nota: La frecuencia de formación del torbellino de aceite es levemente menor de la mitad de la velocidad de rotación del rotor.

La vibración ocasionada por un torbellino por histéresis tendrá las mismas características que las ocasionadas por un torbellino de aceite cuando la máquina funcione a velocidades superiores a la segunda velocidad crítica del eje. Es decir, que una severa vibración se producirá a una frecuencia levemente menor que $0.5x$ las rpm del rotor.

El torbellino por histéresis es controlado normalmente por la acción de amortiguación provista por los rodamientos de chumacera en si. Sin embargo, cuando la amortiguación estacionaria es baja en comparación con la amortiguación interna del rotor, es probable que se presenten problemas. La solución usual para este problema es aumentar la amortiguación estacionaria de los rodamientos y de la estructura de soporte de los mismos, lo que puede lograrse instalando un rodamiento de riñón basculante o de algún rodamiento de diseño especial. En algunos casos el problema puede ser solucionado reduciendo la amortiguación dada por el rotor – sencillamente, cambiando un acoplamiento de engranajes con una versión sin fricción; por ejemplo, con un acoplamiento de disco flexible.

Lubricación Inadecuada

Una inadecuada lubricación, incluyendo la falta de lubricación y el uso de lubricantes incorrectos, puede ocasionar problemas de vibración en un rodamiento de chumacera. En semejantes casos la lubricación inadecuada causa excesiva fricción entre el rodamiento estacionario y el eje rotante, y dicha fricción induce vibración en el rodamiento y en las demás piezas relacionadas. Este tipo de vibración se llama "**dry whip**", o sea **látigo seco**, y es muy parecido al pasar de un dedo mojado sobre un cristal seco.

La frecuencia de la vibración debida al látigo seco generalmente es muy alta y produce el sonido chillón característico de los rodamientos que están funcionando en seco. No es muy probable que dicha frecuencia sea algún múltiplo integral de las rpm del eje, de manera que no es de esperarse ningún patrón significativo bajo la luz estroboscópica. En este respecto, la vibración ocasionada por el látigo seco es similar a la vibración creada por un rodamiento antifricción en mal estado.

Toda vez que se sospeche que un látigo seco sea la causa de la vibración se deberá inspeccionar el lubricante, el sistema de lubricación y la holgura del rodamiento.

2.2.20. Vibración debida a Aflojamiento Mecánico

El aflojamiento mecánico y la acción de golpeo (machacado) resultante producen vibración a una frecuencia que a menudo es $2x$, y también múltiplos más elevados, de las rpm. La vibración puede ser resultado de pernos de montaje sueltos, de holgura excesiva en los rodamientos, o de fisuras en la estructura o en el pedestal de soporte.

La vibración característica de un aflojamiento mecánico es generada por alguna otra fuerza de excitación, como un desbalance o una falta de alineamiento. Sin embargo, el aflojamiento mecánico empeora la situación, transformando cantidades relativamente pequeñas de desbalance o falta de alineamiento en amplitudes de vibración excesivamente altas. Corresponde por lo tanto decir que el aflojamiento mecánico permite que se den mayores vibraciones de las que ocurrirían de por sí, derivadas de otros problemas.

Nota: Un aflojamiento mecánico excesivo es muy probable que sea la causa primaria de los problemas cuando la amplitud de la vibración $2x$ las rpm es más de la mitad de la amplitud a la velocidad de rotación, $1x$ las rpm.

2.2.21 Vibración debida a las Bandas de Accionamiento

Bandas de accionamiento del tipo en "V" gozan de mucha popularidad para la transmisión del movimiento puesto que tiene una alta capacidad de absorción de golpes, choques y vibraciones.

Los problemas de vibración asociados con las bandas en "V" son clasificados generalmente por:

Reacción de la banda a otras fuerzas, originadas por el equipo presente, que causan alteraciones.

Vibraciones creadas por problemas de la banda en sí.

Las bandas en "V" son consideradas a menudo como fuente de vibración porque es tan fácil ver las bandas que saltan y se sacuden entre poleas. Por lo general, el reemplazo de las bandas es a menudo una de las primeras tentativas de corrección de los problemas de vibración.

Sin embargo es muy posible que la banda esté sencillamente reaccionando a otras fuerzas presentes en la maquina. En tales casos la banda es solamente un indicador de que hay problemas de vibración y no representan la causa misma.

La frecuencia de vibración de las bandas es el factor clave en la determinación de la naturaleza del problema. Si la banda está sencillamente reaccionando a otra fuerza de alteración, tales como desbalance o excentricidad en las poleas, la frecuencia de vibración de la banda será muy probablemente igual a la frecuencia alterante. Esto significa que la pieza de la maquina que realmente está causando el problema aparecerá estacionaria bajo la luz estroboscópica del analizador.

Nota: Si es defecto de la banda la frecuencia de vibración será un múltiplo integral –1, 2,3 ó 4 – de las rpm de la banda. El múltiplo verificado dependerá de la naturaleza del problema y de la cantidad de poleas, sea de accionamiento como locas, presentes en el sistema.

Es fácil determinar las rpm de una banda de la siguiente manera:

Rpm de la banda = $(3.14 \times \text{diám. de la polea} \times \text{rpm de la polea}) / \text{longitud de la banda}$.

2.2.22. Vibración debida a Problemas de Engranaje

La vibración que resulta de problemas de engranaje es de fácil identificación porque normalmente ocurre a una frecuencia igual a la frecuencia de engrane de los engranajes – es decir, la cantidad de dientes del engranaje multiplicada por las rpm del engranaje que falla.

Problemas comunes de los engranajes, que tienen como resultado vibración a la frecuencia de engrane, comprenden el desgaste excesivo de los dientes, inexactitud de los dientes, fallas de lubricación y materias extrañas atrapadas entre los dientes.

No todos los problemas de engranajes generan frecuencias de vibración iguales a las frecuencias de engrane. Si un engranaje tiene un solo diente roto o deformado, por ejemplo, el resultado puede ser una frecuencia de vibración de 1x las rpm. Mirando la forma de onda de esa vibración en un osciloscopio conectado con un analizador, la presencia de señales de impulso permitirá distinguir entre este problema y las demás averías que también generan frecuencias de vibración de 1x las rpm. Desde luego, si hay más de un diente deformado, la frecuencia de vibración es multiplicada por una cantidad correspondiente.

La amplitud y frecuencia de vibración debida a los engranajes pueden también parecer erráticas a veces. Dicho tipo de vibración errática ocurre normalmente cuando un conjunto de engranajes está funcionando en condiciones de carga muy liviana. En tales condiciones la carga puede desplazarse repetidamente de un engranaje a otro de modo irregular.

Nota: Los problemas de rodamientos son predominantes en el punto de falla de los mismos, mientras que los problemas de engranajes pueden ser detectados en dos o más puntos de la maquina.

2.2.23. Vibración debida a Fallas Eléctricas

Este tipo de vibración es normalmente el resultado de fuerzas magnéticas desiguales que actúan sobre el rotor o sobre el estator. Dichas fuerzas desiguales pueden ser debidas a:

Rotor que no es redondo

Chumaceras del inducido que son excéntricas

Falta de alineamiento entre el rotor y el estator; entrehierro no uniforme

Perforación elíptica del estator

Devanados abiertos o en corto circuito

Hierro del rotor en corto circuito

En líneas generales, la frecuencia de vibración resultante de los problemas de índole eléctrica será 1x las rpm, y por tanto se parecerá a desbalance. Una manera sencilla de hacer la prueba para verificar la presencia eventual de vibración eléctrica

es observar el cambio de la amplitud de la vibración total (filtro fuera) en el instante en el cual se desconecta la corriente de esa unidad. Si la vibración desaparece en el mismo instante en que se desconecta la corriente, el problema con toda posibilidad será eléctrico. Si solo decrece gradualmente, el problema será de naturaleza mecánica.

Las vibraciones ocasionadas por los problemas eléctricos responden generalmente a la cantidad de carga colocada en el motor. A medida que se modifica la carga, la amplitud y/o las lecturas de fase pueden indicar cambios significativos. Esto explica por qué los motores eléctricos que han sido probados y balanceados en condiciones sin carga muestran cambios drásticos de los niveles de vibración cuando vuelven a ser puestos en servicio.

2.2.24 Materiales usados en la manufactura de los ejes

La selección de un material para el eje de un banco de prueba estará influenciada por los datos de diseño, la temperatura y las características del tipo de vibración.

Los materiales comúnmente usados son el acero, monel o aleaciones no ferrosas, específicamente acero 1040, acero 1045, acero 4140, acero 316, acero 416, monel k-500, entre otros.

2.2.24.1 Aceros

2.2.24.2. Aceros al carbono

De todos los productos de acero, este es el que se produce en cantidades mayores que cualquier otra aleación ferrosa. Las propiedades del acero al carbón son muy sensibles al contenido de este último elemento. Aunque se encuentre presentes

otros elementos de aleación, no se añaden intencionalmente y no afectan a las propiedades de manera tan significativa como el carbón. Los aceros de bajo contenido de carbono tienen hasta un 0,25 por ciento aproximadamente de este elemento y son los más dúctiles y blandos de los aceros. Las secciones ligeras, incluyendo las barras y los lingotes, se fortalecen con frecuencia por medio de los trabajos en frío. Las aplicaciones típicas del acero de bajo contenido de carbono son las piezas de carrocerías, que requieren gran ductilidad y facilidad para ser soldadas; así mismo, se usan en grandes cantidades para la producción de recipientes de hojalata, para los miembros estructurales, como las vigas en I y para piezas trabajadas a máquina. Los aceros de contenido medio de carbono, tienen, aproximadamente, 0,30 a 0,50 por ciento de este elemento. Ese contenido de carbono es suficiente para permitir la formación de martensita dura y, por lo tanto esas composiciones se calientan y enfrían por inmersión, con mucha frecuencia, para mejorar sus propiedades. Los aceros de este tipo se utilizan para vías y ruedas de ferrocarril, varillas de conexión, cigüeñales y otras aplicaciones similares. Los aceros de alto contenido de carbono tienen de 0,55 a 0,95 por ciento de ese elemento. Son los aceros al carbón más duros, fuertes y menos dúctiles, y los que mejor responden al tratamiento térmico. Por esa razón no pueden soldarse con facilidad. Casi siempre se utilizan en la condición de enfriamiento y templado, con el fin de que desarrolle su mejor combinación de dureza, resistencia y ductibilidad. Se utilizan para herramientas agrícolas de corte, alambre de alta resistencia a la tensión y resortes.

2.2.24.3 Aceros de aleación

En esta categoría, se incluyen los aceros de baja aleación, los estructurales de alta resistencia, los de aleación media, los aceros para herramientas y dados de terraja y los utilizados para fines especiales.

a. Los aceros estructurales de baja aleación y alta resistencia son similares a los aceros de bajo contenido de carbono, que mencionamos antes, sin embargo, además del carbono (por lo común menos del 0,13%), en estas aleaciones se usan, a menudo, cromo, níquel y molibdeno, como aditivos que reducen la proporción de ferrita libre, la endurecen por solución, y refinan y endurecen la perlita presente. Debido a su bajo contenido de carbono, este tipo de acero conserva su facilidad de soldadura que es necesaria para la fabricación de grandes estructuras. Las adiciones a la aleación mejoran la resistencia, permitiendo ahorros en peso y material. Con frecuencia se utiliza también una pequeña cantidad de cobre, con el fin de mejorar la resistencia de la aleación a la corrosión.

b. Los aceros de aleación media contienen suficiente carbono (más del 0,25 por ciento) para producir martensita de gran dureza. Estos aceros deben enfriarse siempre por inmersión y templarse, con el fin de lograr propiedades óptimas. Sus usos más frecuentes incluyen llaves de tuercas de gran calidad, cigüeñales, cañones de fusiles y piezas endurecidas y trabajadas a máquina.

c. Los aceros inoxidable son de alta aleación y el elemento que les proporciona su resistencia a la corrosión es el cromo. Si contiene solo cromo y cantidades insuficientes de carbono, se denomina aceros inoxidable ferríticos. Se usan cuando la facilidad de conformación y la resistencia a la corrosión son importantes, como por ejemplo, en las guarniciones de los automóviles. Al aumentar el contenido del carbono, con relación al de cromo se produce un acero inoxidable martensíticos. Estas composiciones se emplean para cuchillería e instrumental quirúrgico, cuyos requisitos principales son la resistencia al desgaste y oxidación. Algunos de los aceros martensíticos pueden tolerar una pequeña cantidad de níquel; pero si se incrementa este contenido, la estructura del acero se hace permanentemente austenítica. Los aceros austeníticos son los más resistentes a la corrosión y al calor,

debido, principalmente, a su elevado contenido de cromo, aun cuando el níquel contribuye también a sus propiedades. El acero inoxidable de este tipo es el que se produce en mayores cantidades, y se utiliza para depósitos de tintes, equipos de elaboración de alimentos, turbinas y aplicaciones similares.

2.2.25 Aleaciones ferrosas y no ferrosas

Las aleaciones de ingeniería pueden dividirse en dos tipos: ferrosas y no ferrosas. Las aleaciones ferrosas tienen al hierro como su principal metal de aleación, mientras que las aleaciones no ferrosas tienen un metal distinto del hierro. Los aceros que son aleaciones ferrosas, son las más importantes principalmente por su costo relativamente bajo y la variedad de aplicaciones por sus propiedades mecánicas. Las propiedades mecánicas de los aceros al carbono pueden variar considerablemente por trabajo en frío y recocido. Cuando el contenido de carbono de los aceros se incrementa por encima de 0.3%, pueden ser tratados térmicamente por temple y revenido para conseguir resistencia con una razonable ductilidad. Los elementos de aleación tales como el níquel, cromo y molibdeno se añaden a los aceros al carbono para producir aceros de baja aleación. Los aceros de baja aleación presentan buena combinación de alta resistencia y tenacidad, y son de aplicación común en la industria de automóviles para usos como engranajes y ejes.

Las aleaciones de aluminio son las más importantes entre las no ferrosas principalmente por su ligereza, endurecibilidad por deformación, resistencia a la corrosión y su precio relativamente bajo. El cobre no aleado se usa en abundancia por su conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión, buen procesado y costo relativamente bajo, el cobre se alea con el zinc para formar una serie de latones que tienen mayor resistencia que el cobre sin alea. Los aceros inoxidables son las aleaciones ferrosas más importantes a causa de su alta resistencia a la corrosión en

medios oxidantes, para ser un acero inoxidable debe contener al menos 12% de cromo.

Los hierros para fundición son otra familia industrialmente importante de las aleaciones ferrosas. Son de bajo costo y tienen propiedades especiales tales como una buena moldeabilidad, resistencia a la corrosión, al choque térmico, al desgaste y durabilidad. La fundición gris tiene una alta maquinabilidad y capacidad de amortiguamiento de vibraciones, debido a las hojuelas de grafito en su estructura.

Otras aleaciones no ferrosas son las de magnesio, titanio y níquel. Las de magnesio son excepcionalmente ligeras y tienen aplicaciones aeroespaciales.

Las aleaciones de titanio son caras, pero tienen una combinación de resistencia y ligereza que no es asequible para cualquier otro sistema de aleación y por esta razón se usan ampliamente en las piezas estructurales de los aviones. Las aleaciones de níquel presentan una gran resistencia a la corrosión y oxidación y son por tanto usadas comúnmente en los procesos industriales químicos y de petróleo. Con la mezcla de níquel, cobalto y cromo se forma la base para las superaleaciones de níquel, necesarias para las turbinas de gas de aviones de propulsión a chorro y algunas baterías eléctricas.

2.2.26 Propiedades de los materiales usados para la manufactura de los ejes

Los materiales comúnmente usados son el acero, monel o aleaciones no ferrosas, específicamente acero 1040, acero 1045, acero 4140, acero 316, acero 416, monel k-5

Como la microestructura del acero determina la mayoría de sus propiedades y aquella está determinada por el tratamiento y la composición química; uno de los sistemas más generalizados en la nomenclatura de los aceros es el que está basado en su composición química.

Todos los países y muchas instituciones tienen sistemas para clasificar los aceros. Entraremos a detallar un poco el sistema S.A.E - A.I.S.I de clasificación de aceros.

En 1912, la Sociedad Norteamericana de Ingenieros Automotores (Society of Automotive Engineers SAE) promovió una reunión de productores y consumidores de aceros, para establecer una nomenclatura y composición de los aceros. Más tarde, el Instituto Norteamericano del Hierro y el Acero, A.I.S.I, tomó la nomenclatura de la S.A.E. y la expandió.

En el sistema S.A.E. - A.I.S.I, los aceros se clasifican con cuatro dígitos. El primer dígito especifica la aleación principal, el segundo dígito indica la aleación secundaria y los dos últimos dígitos dan la cantidad de carbono presente en la aleación.

Las convenciones para el primer dígito son:

- 1 -Manganeso
- 2 - Niquel
- 3 - Niquel-Cromo, principal aleante el cromo
- 4 - Molibdeno
- 5 - Cromo
- 6 - Cromo-Vanadio, principal aleante el cromo
- 8 - Niquel-Cromo-Molibdeno, principal aleante el molibdeno
- 9 - Niquel-Cromo-Molibdeno, principal aleante el níquel

No hay aceros numerados 7xxx porque estos aceros resistentes al calor prácticamente no se fabrican.

Se observa entonces que si el primer número es 1 se sabe que es un acero al carbono; si el dígito siguiente es el 0, o sea que la designación es 10xx, se trata de un

acero ordinario al carbono; así 1030 significa un acero ordinario al carbono con 0.30%C.

Dependiendo de los elementos de aleación presentes en el acero y del tratamiento térmico al cuál va a ser sometido, los aceros para ingeniería se dividen en:

Aceros al carbono para cementación

Utilizados para la fabricación de bulones, ejes, cadenas, bujes, remaches, tuercas, tornillos racores, eslabones para cadenas, pasadores, y en general en elementos de ingeniería que requieran gran tenacidad conjuntamente con una baja resistencia mecánica. Los aceros son S.A.E. / A.I.S.I. 1010, 1016, 1020

Aceros al carbono para temple y revenido

Utilizado para la fabricación de palancas para frenos, cigüeñales, herramientas agrícolas, productos estampados y forjados de la industria automotriz, y en general en piezas de ingeniería que requieran dureza y tenacidad.

Los aceros son S.A.E. / A.I.S.I. 1035, 1040, 1045.

Aceros al carbono de alto manganeso

Son aceros usados en la fabricación de piñones, bujes, casquillos, partes para la industria petrolera, acoples, ejes de transmisión.

El acero es el S.A.E. / A.I.S.I. 1518

Aceros aleados para cementación

Son usados en la fabricación de engranajes, ejes de leva, cigüeñales, tornillos sinfín, cuerpos de válvulas. Los aceros distribuidos por C.G.A. son S.A.E. / A.I.S.I. 8620, 8615

Aceros aleados para temple y revenido.

Usados en la fabricación de ejes reductores, engranajes, transmisión, espárragos, bielas, cinceles, tijeras, rotores de turbinas, y en general piezas que requieran alta resistencia mecánica. Los aceros son S.A.E. / A.I.S.I. 4140, 4340, 5160

Aceros inoxidable austeníticos

Usados para la elaboración de tanques de la industria lechera y cervecera, equipos para la industria de alimentos, tanques para almacenamiento de vinos, equipos para procesos de pulpa de papel, intercambiadores de calor, equipos de tintorería. Los aceros distribuidos por C.G.A. son S.A.E. / A.I.S.I. 316, 304

Aceros inoxidable martensíticos

Usados para la fabricación de aparatos domésticos, grifería, transportadores, cubiertos. El acero es el S.A.E. / A.I.S.I. 420

Aceros inoxidable ferríticos

Usados en la fabricación de utensilios de cocina, bocelaría en la industria automotriz, y en general partes decorativas. El acero es el S.A.E. / A.I.S.I. 430 00, entre otros.

2.2.27 Deformación elástica

Se denomina deformación elástica aquella que desaparece al retirar la fuerza que la provoca.

Comúnmente se entiende por materiales elásticos, aquellos que sufren grandes elongaciones cuando se les aplica una fuerza, es el caso por ejemplo de la goma elástica que puede estirarse sin dificultad recuperando su longitud original una vez que desaparece la carga.

Este comportamiento, sin embargo, no es exclusivo de estos materiales, de modo que los metales y aleaciones de aplicación técnica, piedras, hormigones y maderas empleados en construcción y en general cualquier material presenta este comportamiento hasta un cierto valor de la fuerza aplicada; si bien en los casos apuntados las deformaciones son pequeñas, al retirar la carga desaparecen.

Al valor máximo de la fuerza aplicada para el que la deformación es elástica se le denomina límite elástico y es de gran importancia en el diseño mecánico, ya que en la mayoría de aplicaciones es éste y no el de la rotura, el que se adopta como límite de servicio, pues una vez superado aparecen deformaciones plásticas (remanentes tras retirar la carga) de mayor magnitud que las elásticas comprometiendo la funcionalidad de los elementos mecánicos.

Cuando una barra recta se somete a una carga de tensión, la barra se alarga. El grado de alargamiento recibe el nombre de deformación, se define como el alargamiento producido por unidad de longitud original de la barra. La elasticidad es la propiedad por la que un material puede recobrar su forma y dimensiones originales cuando se anula la carga que lo deformaba. La ley de Hooke establece que, dentro de ciertos límites, el esfuerzo en un material es directamente proporcional a la deformación que lo produce. Un material elástico no obedece necesariamente esta ley, pues posible que algunos materiales recuperen su forma original sin cumplir la condición de que el esfuerzo sea proporcional a la deformación. Por otra parte, los materiales que obedecen la ley de Hooke tienen un rango donde se cumple una

relación lineal y elástica. Para la condición de que el esfuerzo sea proporcional a la deformación, las relaciones son:

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

$$\tau = G \cdot \gamma$$

2.2.28 Teoría de la rotura

Durante años han sido propuestas numerosas teorías destinadas a predecir cuando puede ocurrir la rotura o fallo en una pieza metálica a continuación exponemos las utilizadas más frecuentes.

Teoría del esfuerzo principal máximo

Esta teoría se debe a W. J.M. Rankine (hacia 1850). Virtualmente, admite que cuando el esfuerzo máximo principal excede de un cierto valor límite, tiene lugar la rotura; este esfuerzo está dado por la ecuación (8.5) para un sistema de esfuerzos biaxial. Fluencia S_y es decir, un esfuerzo de cálculo puede ser determinado por $\sigma_d = \frac{S_y}{N}$. Teóricamente, el esfuerzo límite es el límite elástico determinado por un ensayo en tracción simple (estas teorías se denominan de fallo o rotura elástica), pero es más asequible el conocimiento de las resistencias de fluencia. Para carga estática de un material frágil (que no tiene punto de fluencia preciso ni límite elástico), como el hierro fundido, el esfuerzo límite se toma como el esfuerzo máximo de rotura $\sigma_d = S_u / N$. Para carga de fatiga de cualquier material, el esfuerzo límite es lógicamente la resistencia a la fatiga (naturalmente, con la debida previsión para los factores que afectan a esta resistencia; $\sigma_d = \frac{S_n}{N}$). En este sentido se puede decir que la ecuación (8.5) representa la teoría de esfuerzo normal de fallo por fatiga de un elemento sometido a esfuerzos combinados.

Teoría del esfuerzo cortante máximo

Esta teoría se atribuye generalmente a J. J. Guest, aunque fue propuesta también por otros, independientemente. Por el criterio elástico, la rotura bajo esfuerzos combinados se produce según esta teoría cuando el esfuerzo cortante máximo, ecuación (8.6), excede del valor del esfuerzo cortante máximo en una probeta de ensayo a tracción cuando el esfuerzo normal principal es el esfuerzo de límite elástico. El valor de este esfuerzo cortante es $S_t/2$, como indican la figura 8.11 a y la ecuación (J), página 298. El esfuerzo cortante estático límite es $\tau_s = \frac{S_y}{2}$, donde S_y = resistencia de fluencia, y el esfuerzo cortante máximo, ecuación (8.3), viene dado por $(\sigma_{max} - \sigma_{min}) / 2$; según esto, el criterio de esfuerzo cortante máximo se puede expresar también por $\sigma_{max} - \sigma_{min} = S_y$ (fluencia). Así, el esfuerzo de cálculo en la ecuación (8.6) para cargas estáticas es $\tau_c = (\frac{S_y}{2})/N$ de acuerdo con esta teoría (excepto que la fluencia ha sido sustituida por el límite elástico). Sin embargo, muchos proyectistas emplean corrientemente la resistencia de fluencia en torsión como esfuerzo límite y hallan un esfuerzo de cálculo por $\tau_c = \frac{S_{yt}}{N}$. En una determinada aplicación, el número importante es el esfuerzo de cálculo mediante el cual se puede esperar tener dimensiones adecuadas en condiciones de seguridad, calculadas por una ecuación teórica particular.

Teoría del esfuerzo cortante octaédrico

La teoría de la resistencia de materiales demuestra que los resultados de la teoría del esfuerzo cortante octaédrico y los de la teoría de la energía de distorsión máxima son los mismos. Por consiguiente, las ecuaciones que se dan a continuación pueden ser designadas por uno u otro nombre. También se les da el nombre de teoría Von Mises, asociado algunas veces con los nombres de Huber o Hencky, como criterio Hencky-Mises, en honor de los precursores de la teoría.

Teoría de la deformación máxima

Esta teoría, debida a Saint Venant, será la última que mencionaremos. En el límite elástico en tracción uniaxial, la deformación unitaria es ϵ_e ; de acuerdo con la teoría de la deformación máxima, la acción inelástica comienza en un punto de un cuerpo en que la deformación, debida a cualquier combinación de esfuerzos que actúe sobre dicho punto, empieza a exceder a ϵ_e . El esfuerzo correspondiente a la deformación es $S = E\epsilon_e$; y la ecuación resultante para dos esfuerzos normales S_x, S_y y un esfuerzo cortante S_z , es

$$\sigma = \frac{1-\mu}{2}(S_x + S_y) + (1+\mu)\left[\left(\frac{S_x - S_y}{2}\right)^2 + S_z^2\right]^{1/2}$$

Donde μ es el coeficiente de Poisson y, en el cálculo, $\sigma = \frac{S_x}{N} = \sigma_e$ para cargas estáticas. Esta teoría ha sido ampliamente utilizada para cilindros gruesos; concuerda con los datos experimentales en materiales frágiles mejor que con los de materiales dúctiles. Los lindes están indicados por la línea de trazos y puntos en la figura 8.17.

Obsérvese que, si las otras teorías dan resultados correctos en la proximidad de $\sigma_1 = \sigma_2$, esta teoría es relativamente peligrosa, con el punto D demasiado alejado.

2.2.29 Combinación de esfuerzos variables

Muchos elementos de máquinas están sometidos a una combinación de esfuerzos en que la carga axial, el par torsor o el momento de flexión varían individualmente, dos de ellos o todos. Se han propuestos varios procedimientos para la combinación de diferentes clases de esfuerzos variables. El adoptado a continuación es lógico aunque aproximado (como son todas las teorías) y es presumible que proporcione cálculos de seguridad para metales dúctiles. Se emplea los esfuerzos equivalentes obtenidos multiplicando las ecuaciones (4.4) $1/N =$

$S_m / S_y + K_f S_a / S_{ay}$ y (4.5) por S_n y S_{na} , respectivamente. Empleando las notaciones S_e y S_{ea} en lugar de S_n / N y S_{na} / N , respectivamente, obtenemos

$$(w) \quad S_e = \frac{S_n}{S_y} S_m + K_f S_a$$

$$(x) \quad S_{ea} = \frac{S_{na}}{S_{ya}} S_{ma} + K_{fa} S_{aa}$$

Donde $S_{na} / S_{ya} \approx S_n / S_y$

S_m es un esfuerzo nominal obtenido por si están presente más de uno de los esfuerzos, el esfuerzo medio se determina según las circunstancias implicadas. Por ejemplo, si una sección fija está sometida a un esfuerzo uniforme constante y a un momento flector variable, entonces (una suma algebraica). Si M es constante sobre un eje giratorio y si hay una F/A constante, entonces $S_m = F/A$ a causa de que el esfuerzo de flexión medio es nulo.

S_a se obtiene de Fa/A , $\alpha Fa/A$ o $Ma C/I$, etc. Si hay presentes más de uno de los casos, el valor de S_a se determina según las circunstancias implicadas. Si la variación de Fa y Ma están “en fase” se suman los dos esfuerzos correspondientes. En un eje giratorio con M constante, el esfuerzo de flexión variable es $S_a = Mc/I$

S_{ma} se obtiene de Fm/A o Tmc/J véanse las condiciones anteriores de S_m

S_{aa} se obtiene de Fa/A o Tac/J véanse las condiciones anteriores acerca de S_a

K_f, K_{fa} son coeficiente de reducción de resistencia debido a la concentración de esfuerzos.

En el procedimiento de cálculo, los valores de las ecuaciones anteriores (w) y (x) para los esfuerzos equivalentes se sustituyen en (8.11), o sea

$$(8.11) \quad \frac{1}{N} = \left[\left(\frac{\sigma_s}{\sigma_n} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{ss}}{\tau_{ns}} \right)^2 \right]^{1/2}$$

que sirve para el caso de un esfuerzo normal variable y un esfuerzo cortante variable en el mismo plano, en fase (fig. 8.8) supongamos que $\frac{\sigma_{ns}}{\sigma_n} = \frac{\tau_{ss}}{\tau_y}$; si tomamos $\tau_{ys} = \tau_y/2$, $\sigma_{ns} = 0,5\sigma_n$, podemos considerar que estamos utilizando una teoría de esfuerzos cortantes máximo de rotura por fatiga, (fig. 8.12); utilizando $\sigma_{ns} = \frac{\sigma_n}{\sqrt{3}} = 0,577\sigma_n$, $\tau_{ns} = 0,6\tau_y$, como se admite frecuentemente, no hay acuerdo con ninguna teoría, pero los resultados concuerdan bien con los ensayos. La ecuación resultante de la manipulación de (w), (x) y, (8.11), es

$$(y) \quad \frac{1}{N} = \left[\left(\frac{\sigma_{ns}}{\sigma_y} + \frac{K_f \sigma_s}{\sigma_n} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{ns}}{\tau_{ys}} + \frac{K_{fs} \tau_{ss}}{\tau_{ns}} \right)^2 \right]^{1/2}$$

[Esfuerzos normal y cortante variable sobre un plano en un punto]

2.2.30 Consideraciones acerca de la fatiga

El fallo por fatiga es la iniciación de una grieta propagación. Así, la consecuencia lógica que hay que esperar es que la grieta se propague en un plano de máximo esfuerzo de tracción. Para un elemento o pieza sometida a torsión simple la grieta por fatiga progresa en un plano que forma 45° con el de esfuerzo constante máximo, que es el plano de esfuerzos principales de tracción (fig. 8.12). En un elemento solo sometido a compresión, la grieta no se extenderá en el plano del esfuerzo de compresión, sino que se producen típicamente en la proximidad del plano del esfuerzo cortante máximo teórico, que forma un ángulo de 45° con el esfuerzo de compresión. En un elemento sometido a torsión y flexión combinadas, se ha hallado para el acero suave que: si σ_{max}/τ_{max} es apreciablemente mayor que 1,6, la grieta se propaga en la dirección del esfuerzo normal; si $\sigma_{max}/\tau_{max} < 1,6$, la grieta sigue la

dirección del esfuerzo cortante; para $\sigma_{\max}/\tau_{\max} \approx 1.6$, podría seguir cualquier dirección. El procedimiento lógico se complica aún más (Sines ha presentado datos que indican que el esfuerzo cortante alternado produce deterioro por fatiga). También declara que para esfuerzo cortante simple la magnitud del esfuerzo cortante medio S_{med} no tiene efecto sobre la magnitud del esfuerzo cortante alternado que produce fallo, siempre que el esfuerzo máximo τ_{\max} no exceda la resistencia de fluencia en torsión. (Pero para datos contradictorios, véase Chodorowski).

Los esfuerzos residuales (debido a los diversos procesos de fabricación, térmicos y mecánicos) juegan aparentemente un papel más importante en la determinación de la resistencia a la fatiga, de lo que generalmente se concede. Estos esfuerzos son triaxiales, complicados y difíciles de obtener o calcular, pero la conclusión es que los proyectistas deben procurar incluir su efecto y controlarlo. Véase Mattson.

2.2.31 Concentraciones localizadas de esfuerzo

En piezas de maquinarias y estructurales, los mayores esfuerzos se presentan más a menudo en filetes, agujeros e irregularidades geométricas que concentran e incrementan el esfuerzo superficial. Éstos se llaman concentraciones localizadas de esfuerzos.

La mayoría de las concentraciones localizadas de esfuerzos quedan incluidas en uno de los siguientes grupos:

Aquellas producidas por cambios en la geometría de una pieza, como agujeros, cajas de cuña, roscas, escalones o cambios en diámetro en ejes y cabeza de tornillos.

Discontinuidades de la superficie, como muescas, ralladuras, marcas de maquinado, formación de agujeros, corrosión.

Defectos inherentes en el material, como inclusiones no metálicas, fisuras pequeñísimas, huecos.

Las concentraciones de esfuerzos primarios son generalmente del primer grupo, aunque las del segundo y tercer grupo pueden desempeñar papeles relacionados secundarios.

El factor de concentración del esfuerzo teórico o geométrico K_t o K_{ts} se emplea para relacionar el esfuerzo máximo real en la discontinuidad, con el esfuerzo nominal. Los factores están definidos por las ecuaciones:

$$K_t = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_0}; K_{ts} = \frac{\tau_{max}}{\tau_0} \quad (\text{Ec.22})$$

donde K_t se utiliza para esfuerzos normales y K_{ts} , para esfuerzos cortantes. El subíndice t en K_t significa que el valor de este factor de concentración del esfuerzo depende sólo de la geometría de la parte. Esto es, el material específico usado no tiene ningún efecto en el valor de K_t . Ésta es la razón por la que recibe el nombre de factor teórico de concentración del esfuerzo.

2.2.32 Runout

El Runout es una tolerancia sobresaliente usada para controlar la relación funcional de una o más características de una pieza, en este caso de los ejes de las bombas, con respecto al eje de referencia.

2.2.32.1 Tolerancia Runout

Los tipos de características controladas por las tolerancias Runout incluyen aquellas superficies construidas alrededor del eje de referencia y aquellas construidas en ángulo recto a un eje de referencia.

Cada característica considerada debe estar dentro de la tolerancia del Runout cuando la pieza es rotada sobre el eje de referencia.

2.2.32.2 Tipos de control Runout

Hay dos clases de control de Runout: Runout circular y Runout total. La clase usada es dependiente de los requerimientos de diseño y consideraciones de fabricación. El runout circular normalmente es menos complejo que runout total.

Control de elementos circulares. El runout circular proporciona control a una superficie de elementos circulares. Se aplica a superficies construidas alrededor de un eje de referencia, el runout circular puede ser usado para controlar la variación acumulada de circularidad y coaxialidad. Donde se aplica a superficies construidas en ángulos rectos al eje de referencia, el runout circular controla elementos circulares de superficie plana.

Runout total por control mixto de superficie. El runout total proporciona un control mixto de toda la superficie del elemento. La tolerancia es aplicada simultáneamente en todos los perfiles y posiciones de medida circular cuando la pieza es rotada 360°. Cuando es aplicada a la superficie construida alrededor del eje de referencia, el runout total se usa para controlar la variación progresiva de circularidad, rectitud, angularidad y perfil de una superficie. Cuando es aplicada a superficies en ángulo recto al eje de referencia, el runout total controla variaciones

progresivas de perpendicularidad (para detectar tambaleo) y lisura (para detectar concavidad o convexidad).

2.2.33 Aplicación de Ronout

2.2.33.1 Control del diámetro con eje de referencia

Donde las características a ser controladas son los diámetros relacionados a un eje de referencia, uno o dos de los diámetros son especificados como referencia para establecer el eje de referencia, y cada superficie relacionada se le asigna una tolerancia runout con respecto a este eje de referencia.

2.2.33.2 Control de superficies de referencia individual

Esto puede ser necesario para un control individual de variaciones en la superficie de referencia con respecto al aplanado, circularidad, rectitud.

2.2.34 Condiciones de los ejes y límites permisibles de Ronout

Las condiciones de los ejes que requieren descripción son cuatro:

“Sag”: Esta condición consiste en el pandeo natural que sufre un eje debido a la acción de la gravedad, es decir, el pandeo o doblez por el propio peso de eje.

“Bow”: Esta condición es similar al Sag en un eje, excepto que el Sag está siempre hacia el piso y un Bow rota tal como el eje es rotado.

La “S”: Esta condición la describe un eje cuando el pandeo o doblez tiene diferentes orientaciones a lo largo del eje.

“Dogleg”: Esta condición se caracteriza por ser un doblez brusco que está limitado a una longitud relativamente pequeña en el eje. Esta condición presente en un eje no puede ser removida por enderezado y este debe ser desechado.

2.2.35 Acoples

Los acoplamientos son sistemas de transmisión de movimiento entre dos ejes o árboles, cuyas misiones son asegurar la transmisión del movimiento y absorber las vibraciones en la unión entre los dos elementos.

Las vibraciones son debidas a que los ejes no son exactamente coaxiales. Hay desalineaciones angulares o radiales, aunque lo normal es que se presente una combinación de ambas. Ver Figura 3

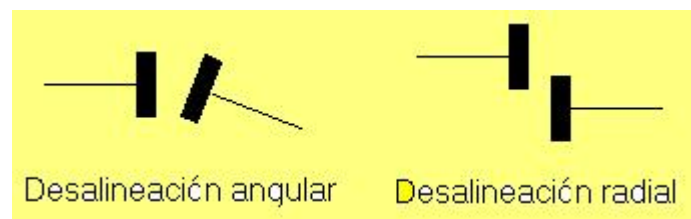


Figura 3. Desalineación radial y angular

Idealmente la relación de transmisión es 1, pero a veces un eje puede tener más velocidad en un intervalo del ciclo que en otro.

Algunos tipos de acoplamientos pueden funcionar como "fusible mecánico", permitiendo su rotura cuando se sobrepase cierto valor de par, salvaguardando así partes delicadas de la instalación que son más caras. Esto se consigue fabricando el acoplamiento o parte de él con materiales menos resistentes o con secciones calculadas para romper con un determinado esfuerzo.

2.2.35.1 Clasificación

Los acoplamientos se clasifican en función de la posición del eje geométrico de los árboles que se han de conectar. Los principales tipos de acoplamiento son: los rígidos, los flexibles, los hidráulicos y los magnéticos.

2.2.36 Chaveta o Cuña

Una cuña es un elemento de máquina que se coloca en la interfase entre el eje y la maza de una pieza que transmite potencia con el fin de transmitir torque. La cuña es desmontable para facilitar el ensamble y desarmado del sistema de eje. Se instala dentro de una ranura axial que se maquina en el eje, la cual se denomina cuñero. A una ranura similar en la maza de la pieza que transmite potencia se le da el nombre de asiento de la cuña, si bien, propiamente, es también un cuñero. Tipos de Cuñas • Cuñas Paralelas Cuadradas y Rectangulares El tipo más común de cuñas para ejes de hasta 6 ½” de diámetro es la cuña cuadrada. La cuña rectangular se sugiere para ejes largos y se utiliza en ejes cortos donde puede tolerarse una menor altura. Tanto la cuña cuadrada como la rectangular se denominan cuñas paralelas porque la parte superior, la inferior y los lados de la cuña son todos paralelos. Los cuñeros y la maza en el eje se diseñan de tal manera que exactamente la mitad de la altura de la cuña se apoye en el lado del cuñero del eje y la otra mitad en el lado del cuñero de la maza.

2.2.37 EJE

Los ejes soportan elementos de máquinas, en reposo o giratorios, como son poleas de correa, ruedas dentadas, rodetes, tambores y similares. Pueden estar en reposo, girando las piezas de máquinas que sustentan, o pueden girar, arrastrando dichas piezas. Soportan esfuerzos de flexión y transmiten momentos torsionales. Los ejes con orificios longitudinales en el centro se llaman ejes huecos. Las partes de

los ejes que giran en los apoyos se llaman gorriones o muñones. Los ejes cortos se denominan también ejes bulones o solamente bulones.

Para la transmisión de fuerzas entre grupos móviles de accionamiento y de trabajo, se emplean también ejes flexibles. Están formados por almas de varias capas que se conducen por el interior de un tubo flexible, metálico, que los protege. En general, los ejes se construyen de aceros St 42 o St 50, y los que están sometidos a elevados esfuerzos, de St 60. El empleo de aceros aleados, cuando existen esfuerzos oscilantes (flexión alternativa), solamente es ventajoso si no existen efectos de entalladura, ya que los aceros de alta resistencia son sumamente sensibles a este tipo de esfuerzos.

Para la elección de los aceros pueden también ser determinantes las condiciones de corrosión. Los ejes rectos de hasta 150 mm de diámetro se obtienen generalmente de perfiles redondos torneados, descortezados o estirados en frío, y los de diámetros superiores, o a veces escalonados, se obtienen de piezas forjadas por mecanización con arranque de viruta. Los gorriones y escalones se terminan, según las exigencias, con un torneado de precisión, rectificado, pulido a presión, prensado o lapeado. Cuando han de estar sometidos a esfuerzos elevados pueden también recibir un temple superficial (el núcleo debe permanecer blando), y un superacabado. Los ejes contruidos de aceros aleados de alta resistencia, no son más rígidos que los fabricados de aceros de construcción en general, ya que ambos tipos de material tienen igual módulo de elasticidad.

Cuando son huecos, con diámetro de agujero de $0,5 d$, pesan un 25 % menos que si fueran macizos, sin embargo, conservan aproximadamente el 95 % del momento resistente.

Los ejes muy revolucionarlos, a partir de $n = 1500$ r.p.m., deben ser rígidos, tener apoyos fijos y estar equilibrados. Para evitar los desplazamientos axiales, deben fijarse mediante escalones (tope lateral en el cojinete), anillos de retención o anillos de seguridad. Los esfuerzos de flexión alternativos de los ejes giratorios, traen consigo el peligro de rotura por fatiga (efectos de entalladura) en todas las transiciones de sección, rebajes, ranuras, etc. Las puntas de tensión pueden eliminarse adoptando diversas precauciones durante el diseño. La figura 3 muestra la medida en que se hacen presentes. También pueden aparecer puntas de tensión cuando se montan cubos en los ejes. El flujo de fuerzas que circula longitudinalmente por un eje es de una importancia decisiva para su resistencia.

2.2.38 Soportes para rodamientos

Los soportes con sus rodamientos son conjuntos económicos, fáciles de sustituir y de fácil mantenimiento. Los soportes para rodamientos SKF se fabrican en una amplia gama de diseños y tamaños.

Sus características especiales permiten su aplicación en maquinaria agrícola, equipos de construcción, máquinas textiles, sistemas de rodillos transportadores y ventiladores, así como máquinas para el tratamiento de alimentos y empaquetado.

Los soportes con rodamientos Y comprenden: rodamientos y (rodamiento de inserción), rodamientos rígidos de una hilera de bolas obturados a ambos lados y cuyo aro exterior tiene la superficie de asiento esférica. Como lo indica la Figura 4



Figura 4. Soporte para Rodamientos

2.3 Bases Legales

Las Universidades públicas de Venezuela representan las instituciones, por excelencia, llamadas a la creación, mantenimiento y consolidación de las políticas y programas en materia de docencia, investigación y extensión, estando en la obligación de fortalecer, sobre manera, las actividades de investigación y tecnocientíficas como un punto de partida para la construcción y divulgación en esa área vital para el desarrollo integral de la nación.

Estos criterios son corroborados por el Artículo 27 de Ley Orgánica de Educación (1980), en su numeral 1 y 2, que especifican el papel de la educación superior en el marco de la formación de profesionales y técnicos en el área de la tecnociencia, y en el fomento de procesos investigativos destinados al logro del conocimiento en ese terreno:

Continuar el proceso de formación integral del hombre, formar profesionales, especialistas y promover su actuación y mejoramientos conforme a las necesidades del desarrollo nacional del proceso científico.

Fomentar la investigación de nuevos conocimientos e impulsar el progreso de la ciencia, la tecnología, las artes y demás manifestaciones creadoras del espíritu en beneficio del bienestar del ser humano, de la sociedad y del desarrollo independiente de la nación. (p.11).

La aprobación del nuevo pensum de la carrera Tecnología en Fabricación Mecánica según la Resolución CU N° 063/2004, trajo consigo la formulación de nuevos programas de estudios, los cuales se encuentran estructurados de manera sinóptica y muy general, la intención es proponer un banco de pruebas para las prácticas de balanceo dinámico, para la asignatura Vibraciones Mecánicas (066-3203), con el cual se pueda lograr un proceso educativo de calidad y con el que se pueda afrontar los alcances tecnológicos existentes en la actualidad.

2.4 Definición de Términos:

APRENDIZAJE POR OBSERVACIÓN: “El Aprendizaje por Observación (o vicario) también llamado por imitación o modelación, es el aprendizaje que ocurre cuando una persona observa e imita el comportamiento de otra”(Santrock, 2002:281)

CHAT: Charla, Conversación entre dos o mas personas a través de Internet.

CONSTRUCTIVISMO: “Corriente psicológica aplicada al ámbito educativo que implica que el conocimiento no está ahí fuera, sino que es una construcción del sujeto, y que cada sujeto tiene una construcción personal. De esta forma, ninguna construcción o punto de vista puede interpretarse como distorsionado o menos correcto, lo cual implica la heterogeneidad de la construcción del conocimiento o del aprendizaje. Hoy se habla de muchas clases de constructivismo, especialmente el constructivismo dialéctico de Vygotsky, que destaca la influencia de los factores interpersonales, con una fase de heterocontrol y otra de autocontrol” (ESPASA SIGLO XXI, 2002: 1030).

CONOCIMIENTO: “Según Piaget, proceso o repertorio de acciones que la persona realiza cuando interactúa con el medio. A medida que los niños crecen adquieren más experiencia con ese conocimiento directo y físico, al tiempo que su sistema nervioso madura, como consecuencia, se libera gradualmente de llevar a cabo

acciones físicas para conocer algo, adquieren la capacidad de producir imágenes mentales y símbolos que presentan objetos y relación” (ESPASA SIGLO XXI, 2002: 1029)

CONTENIDOS: “Constituyen la base sobre la cual se programará las actividades de enseñanza-aprendizaje con el fin de alcanzar lo expresado en los objetivos. Los contenidos se relacionan con el que enseñar” (López e Hinojosa, 2005:21).

CURRÍCULO: “En un sentido amplio, curso de enseñanza y aprendizaje sistemáticamente organizado; en un sentido restringido, secuencia de los temas de estudio en los distintos grados y niveles de enseñanza. Otras definiciones incluyen los programas de estudio de profesores y alumnos. Todo sistema de educación está basado en un proyecto curricular, pero en muchos países, especialmente en la Europa continental, América Latina y en algunas naciones de Asia, la palabra currículum no es muy familiar. Por lo general, currículum significa los programas de estudio e instrucción” (Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005)

EDUCACIÓN: “Es un proceso referido a la acción del sistema social sobre los individuos para su pertinente e inevitable socialización, y no a la acción concreta de educarlos, que es pedagógica y psicológica. Una referencia básica es la definición de Durkheim como socialización metódica de los que no han alcanzado el grado de madurez necesario para la vida social, conforme a las exigencias de la sociedad. Este planteamiento de pura objetividad se puede complementar con la matización de subjetividad que hace Weber” (ESPASA SIGLO XXI, 2002: 1038).

EVALUACIÓN:”Juicio educativo y calificación que se da sobre una persona o situación basándose en una evidencia constatable. La evaluación educacional consiste en llevar a cabo juicios acerca del avance y progreso de cada estudiante, aunque la prueba usada no se retenga siempre como la más adecuada. Recientemente los fines

de la evaluación juzgan tanto el proceso de aprendizaje como los logros de los estudiantes. En este sentido, una diferencia fundamental con respecto al término tradicional de los exámenes, es la evaluación continua, que se realiza con otro tipo de medios, entre los que se incluye el conjunto de tareas realizadas por el estudiante durante el curso. Así, la evaluación se realiza generalmente para obtener una información más global y envolvente de las actividades que la simple y puntual referencia de los papeles escritos en el momento del examen” (Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005).

OBJETIVOS: “Termino usado en ámbitos educativos, que consiste en la forma de definir la intención de la enseñanza que adopta el docente. Los objetivos se establecen en función del punto de llegada o meta que el educador se propone que sus alumnos alcancen”. (Enciclopedia Las Inteligencias Múltiples, 2004).

ON LINE: conectado, en línea. Condición de estar conectado a una red.

PAGE (página): Fichero (o archivo) que constituye una unidad significativa de información accesible en la WWW a través de un programa navegador. Su contenido puede ir desde un texto corto a un voluminoso conjunto de textos, gráficos estáticos o en movimiento, sonido, etc. El término "página Web" se utiliza a veces, a mi entender de forma incorrecta, para designar el contenido global de un sitio Web, cuando en ese caso debería decirse "páginas Web" o "sitio Web”.

VIDEOCONFERENCE (videoconferencia): Reunión a distancia entre dos o más personas que pueden verse y escucharse entre sí a través de la red mediante aplicaciones específicas.

WEB, (malla, telaraña, Web) Servidor de información WWW: Se utiliza también para definir el universo WWW en su conjunto.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de Investigación

Conforme al nivel de conocimiento este Trabajo de Grado se ubica dentro de una Investigación Descriptiva, por cuanto se estudió y detalló a profundidad la problemática presente con respecto al banco de prueba de balanceo dinámico. Al respecto Arias (1999-46) define una Investigación Descriptiva como:

La caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.

3.2 Diseño de la Investigación.

Esta investigación se desarrolló bajo la modalidad de Proyecto Factible; por cuanto tiene la factibilidad de ser puesto en práctica y dar solución a una problemática presente como es el diseño de un Banco de Prueba para Balanceo Dinámico, con la finalidad de facilitar el fortalecimiento del aprendizaje en las prácticas de balanceo dinámico, a los alumnos de Ingeniería Mecánica y Tecnología en Fabricación Mecánica de la U.D.O. Núcleo de Anzoátegui. La Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006:21) Afirma que el Proyecto Factible consiste en:

...la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

La población estuvo conformada por dos estratos: El Estrato A formado por 6 profesores del área de vibraciones y equipos rotativos pertenecientes a la Escuela de Ingeniería y al Departamento de Tecnología en Fabricación Mecánica y el Estrato B por 40 bachilleres, integrantes de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472), en el primer semestre del año 2008, de igual manera se incluirán los bachilleres de semestres superiores que ya hayan cursado estas asignaturas, para considerar su opinión con respecto a la situación planteada, en este sentido, es decir, la población estuvo conformada por 46 sujetos.

3.3.2 Muestra

La muestra es una parte de la población es definida por Sabino (1992) como **“en un sentido amplio, no es mas que eso, una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo”** (p.118), para esta investigación la selección de la muestra estuvo basada en los principios del muestreo opinático o intencional. De acuerdo con lo expuesto por Arias (2006), este es aquel en el cual: **“los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el**

investigador” (p.85), este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras representativas basadas en el criterio del investigador, para garantizar así que la muestra esté realmente relacionada y generar verdaderos aportes al hecho de la investigación. Este modelo de muestreo no puede ser tratado de manera estadística, por lo que no requiere de la ejecución de cálculos ni estimaciones matemáticas.

En este momento el investigador realizó la selección de los elementos a ser estudiados considerando su relación con el tema, en este sentido se basó en los siguientes criterios:

Bachilleres:

Estar cursando haber cursado las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472).

Profesores:

Ser profesional graduado en la especialidad de Ingeniería Mecánica, Tecnología en Fabricación Mecánica o carrera afín.

Pertenecer al área de vibraciones.

Estar dictando o haber dictado una de las asignaturas en cuestión.

Un mínimo de dos años de experiencia.

Luego de realizada la selección se concluyó como la muestra conformada por dos estratos es número manejable de sujetos se tomó el mismo número de la población, es decir, **6 profesores** y **40 estudiantes**. Al respecto Briones (1989) dice

“cuando la población de sujeto es cien o inferior a cien se considera manejable, por tanto la población será la misma muestra” (p. 36).

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Para los efectos del desarrollo de la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas: La Observación Directa porque le permitió al investigador detectar la problemática presente referente al banco de prueba de balanceo dinámico. Al respecto Hernández y otros (1991), define la observación directa como **“... aquel que registra datos observables que representan verdaderamente a los conceptos o variables que el investigador tiene en mente”** (p.242).

La técnica de la entrevista se utilizó para cotejar la información con el personal idóneo especialista en el área estudiada, Arias (2006) considera que “La entrevista, más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un dialogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el investigador pueda obtener la información requerida”. Además se utilizó la técnica de la encuesta que sirvió para recoger la información de la fuente que sirvió con informante al respecto.

Los instrumentos utilizados sirvieron para recoger y registrar la información obtenida, para Sabino (1992 citado en Pérez 2006:143) a firma que **“un instrumento de recolección de datos es, en principio cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”**. Los instrumentos que se utilizaron fueron: la Lista de Cotejo que sirvió para registrar el procedimiento practicado por el investigador, una Guía de Entrevista para cotejar la información y una Encuesta la cual se le aplicó a la muestra representada por estudiantes y profesores.

3.5 Técnica de Análisis de Datos

Representan las distintas operaciones a las que fueron sometidos los datos que se recopilen durante la investigación como: clasificación, registro, tabulación y codificación de los mismos.

En este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: Clasificación, registro, tabulación y codificación si fuera el caso.

En lo referente al análisis, se definen las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis y síntesis), o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que será empleadas para descifrar lo que revelan los datos que sean recogidos, y obtener así información válida y confiable para llegar a dar soluciones a la problemática planteada.

En lo que respecta a la técnica de análisis de datos fue cualitativa, ya que información obtenida se cotejó sobre las condiciones de las estrategias metodológicas aplicado en las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) para la formación de Ingenieros y Tecnólogos, respecto Cerda, (1995), considera que un análisis cualitativa... *“es un análisis que la información se realiza a través del cotejo n a un mismo aspecto y tratando de evaluar la fiabilidad de la información, para un respectivo estudio.” (p.102)*

3.4 Procedimientos para el desarrollo de los objetivos

Para el desarrollo de los objetivo es fundamental un diseño operacional, según Rigel Blanco (1994), constituye la fase de concreción del diseño. Tiene su punto de partida en los objetivos de la investigación e indica la forma en que se va a cumplir cada objetivo.

El diseño operacional o procedimiento para el desarrollo de los objetivos específicos de esta investigación se cumplirán atendiendo al instrumento y las técnicas que se utilizarán para recopilar la información.

Para diagnosticar la situación actual con respecto a las estrategias metodológicas aplicado en las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) para la formación de Ingenieros y Tecnólogos, se utilizó la **Técnica de la Observación Directa** y se recolectará información a través de una **Guía de Observación** seleccionada para tal fin. La **técnica de la Entrevista** mediante la utilización de una **Guía de Entrevista** a los profesores objeto de estudio. La utilización de este instrumento le permitió al investigador desarrollar una mayor habilidad para conducir el tema de la entrevista, debido a que las respuestas son por lo general abiertas y permiten implementar nuevas preguntas no contempladas por el encuestador inicialmente. Esto proporcionó ventaja de explotar el tema investigado y ahondar en algunos de los contemplados. Según Tevni Grajales G. la **entrevista** es muy utilizada también en investigación social, y sus características son similares a las del cuestionario, siendo la principal diferencia el hecho de que es el encuestador u observador quien anota las respuestas a las preguntas.

Además se utilizó la **Técnica de la Encuesta** y como instrumento se aplicó un **Cuestionario** tanto a los profesores como a los estudiantes objeto de estudio y que sirvieron de muestra (Ver Anexo N° 1 y 2). Según Pérez Juste, R. el cuestionario es un procedimiento considerado clásico en las ciencias sociales para la obtención y registro de datos. Su versatilidad permite utilizarlo como instrumento de investigación y como instrumento de evaluación de personas, procesos y programas de formación. Es una técnica de evaluación que puede abarcar aspectos cuantitativos y cualitativos. Su característica singular radica en que para registrar la información solicitada a los mismos sujetos, ésta tiene lugar de una forma menos profunda e

impersonal, que el "cara a cara" de la entrevista. Al mismo tiempo, permite consultar a una población amplia de una manera rápida y económica. El modelo que se tomó esta basado en ocho (8) preguntas que fueron contestada tanto por los profesores como por lo alumnos de forma ligera y sencilla facilitando su interpretación

Para establecer la importancia del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) en la formación de ingenieros y tecnólogos. Se utilizó un **Registro de Información** mediante la cual se pudo obtener la veracidad de los datos conforme a las normas y procedimientos del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico y se registró en una **Ficha bibliográfica** los datos obtenidos a fin de poder comprobar que es lo que realmente debe orientar el profesor al momento de implementar esta herramienta como estrategia metodológica.

Para el diseño del Banco de Prueba para el uso de los estudiantes de Ingeniería Mecánica y Tecnología en Fabricación Mecánica en las asignatura Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) de la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui. Se acudió a la utilización de documentos bibliográficos que respalden los conocimientos obtenidos durante la carrera, en lo que respecta a las instrucciones recibidas y orientadas sobre banco de prueba de balanceo dinámico, con la finalidad de proponer una estrategia metodológica que le permita al profesor un mejor aprendizaje y que le garantice el reforzamiento de los conocimientos al estudiante.

Se elaboró el boceto del Banco de Prueba para el balanceo dinámico, utilizando la **técnica del dibujo** a mano alzada, para el diseño del croquis se aplicó la **técnica del dibujo a mano alzada, técnica de medición, y técnicas ergonómicas** con respecto a las posiciones que debe adoptar el estudiante al operar el banco de prueba que le garantice el trabajo y ambiente seguro, confortable y de uso humano efectivo.

Para los cálculos y diseño de cada una de las piezas que conforman el Banco de Prueba, se utilizaron **fórmulas y tablas matemáticas, selección de catálogos y diagrama de esfuerzo deformación.**

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se plasman los resultados de la investigación realizada conforme al estudio para el diseño de un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didácticos en la formación de ingenieros y tecnólogos en la U.D.O. – Anzoátegui.

Para evidenciar los resultados de la presente investigación, los datos obtenidos se presentan en forma cuantitativa y cualitativa, haciendo énfasis en el análisis de los resultados conforme al estudio realizado. Se presenta el estudio de frecuencia porcentual y absoluta de la encuesta aplicada a los docente y alumnos en la formación ingenieros y tecnólogos en la U.D.O. – Anzoátegui.

Los datos recolectados, atendiendo a las variables en estudio, representan los resultados, los cuales fueron estudiados y analizados a través del uso de porcentajes. Los mismos, al concluir en el análisis de los datos, se refieren a las proporciones que al ser multiplicadas por cien (100) expresan valores de cada variable en función del valor general de la muestra de estudio.

Seguidamente se presentan los objetivos planteados en esta investigación, mediante el resultado obtenido en cada uno de los ítems de la aplicación del instrumento de recolección de datos y su análisis. Para los efectos de mostrar los resultados obtenidos en la investigación se utilizó la técnica de gráfico: pastel, la cual está relacionada con los cuadros estadísticos.

4.1 Estudio de frecuencia absoluto y porcentual del instrumento aplicado a los profesores

Diagnóstico de la situación actual con respecto a las estrategias metodológicas

Para efectuar el diagnóstico de la situación actual con respecto a las estrategias metodológica aplicado en las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) para la formación de Ingenieros y Tecnólogos, se tomaron en consideración los siguientes aspectos operacionales y los resultados obtenidos del instrumento aplicado a la muestra representativa:

VARIABLE: Instrumento para las prácticas de Balanceo Dinámico

DIMENSION: Estrategias metodológica

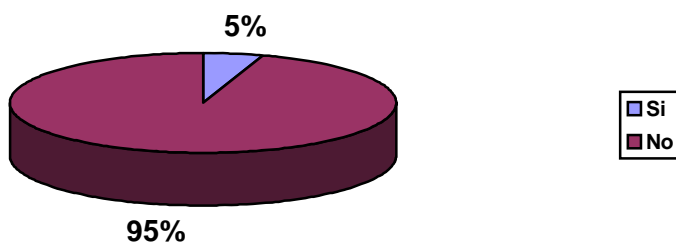
INDICADOR: Profesores de las asignaturas

Cuadro N°. 1.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según la prueba diagnóstica para medir el nivel teórico del programa en la asignatura Vibración para los estudiantes

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	2	5
NO	4	67
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 1
Prueba Diagnóstica



FUENTE: Cuadro N°. 1

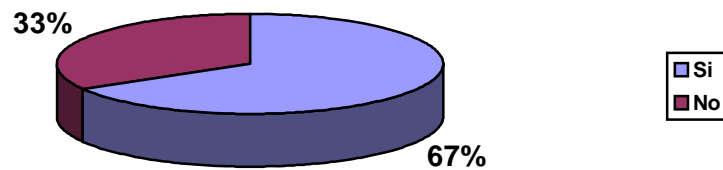
La muestra conforme se evidencia en el cuadro N^o 1 y el gráfico N^o. 1, evidencian que el 67% de los profesores no realizan prueba diagnóstica para medir el nivel teórico del Programa en la asignaturas Vibración, mientras que el 33% si la aplica, lo que indica no estar al tanto del conocimiento previo que debe tener el estudiante.

Cuadro N^o. 2.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según los resultados obtenidos de la Prueba diagnóstica para seleccionar la estrategia metodológica a utilizar

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	2	33
NO	4	67
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 2
Resultado obtenidos de la Prueba Diagnóstica



FUENTE: Cuadro N°. 2

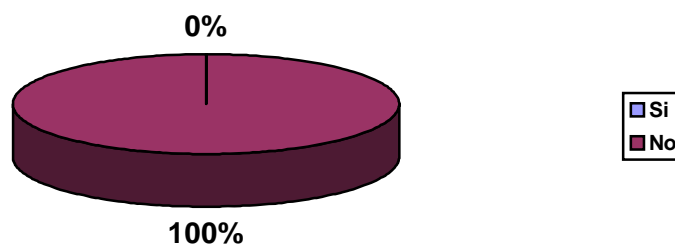
El Cuadro y Gráfico N° 2, con respecto a los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica para la selección de la estrategia metodológica a utilizar, reflejan que el 67% no aplica estrategias metodológica en función a la prueba mientras que el 33% que representa una minoría si la selecciona, esta situación amerita que exista una unificación de criterio para la aplicación de estrategias que mejoren y refuercen el proceso enseñanza-aprendizaje en la formación de estos estudiantes.

Cuadro N°. 3.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según el Programa de las asignaturas Vibraciones permite alcanzar los objetivos específicos

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	0	0
NO	6	100
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 3
El Programa de las asignaturas Vibraciones



FUENTE: Cuadro N°. 3

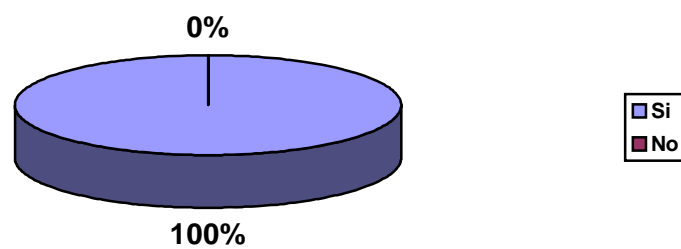
El 100% de la muestra que sirvió de informaron respondieron que el Programa de las asignaturas Vibraciones no alcanza los objetivos específicos, lo que amerita mejorar las estrategias metodológicas sugeridas en dicho programa y diseñar nuevas estrategias en la preparación del estudiante a tono con el avance tecnológico.

Cuadro N°. 4.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según la necesidad de que la teoría reforzada con la práctica sirva para mejorar la enseñanza aprendizaje

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	6	100
NO	-0-	-0-
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 4
Necesidad de la teoría para reforzar la práctica



FUENTE: Cuadro N°. 4

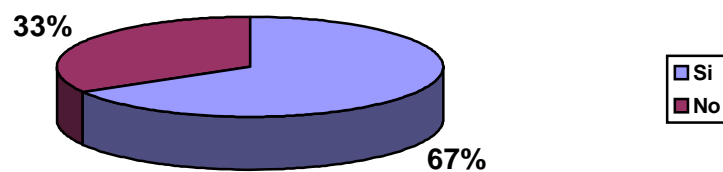
El Cuadro y Gráfico N°. 4 evidencia que es necesario reforzar la teoría con la práctica para mejorar la enseñanza-aprendizaje de los estudiante, facilitándole las destrezas psicomotora a la hora de aplicar los conocimientos obtenido en su formación profesional.

Cuadro N°. 5.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según los beneficios del uso de otras técnicas para mejorar el desempeño docente.

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	6	100
NO	-0-	-0-
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 5
Beneficios de otras técnicas



FUENTE: Cuadro N°. 5

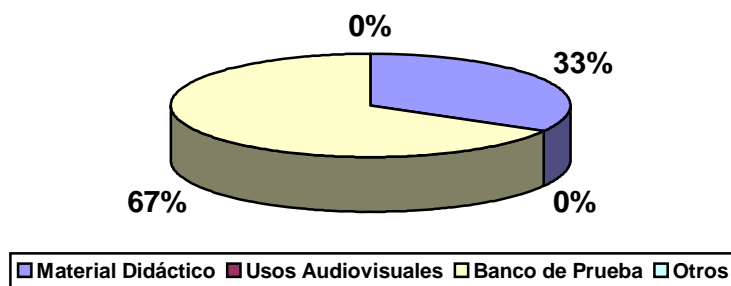
La muestra seleccionada respondió en un 100% conforme lo muestra el Cuadro y Gráfica N° 5 que si pudiera ser beneficioso el uso de otras técnicas que mejoren el desempeño docente para de esta forma preparar los futuros profesionales en el área mecánica.

Cuadro N°. 6.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según el instrumento adecuado para realizar las prácticas de Balanceo Dinámico

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
Material Didáctico	2	33
Uso audiovisual	0	0
Banco de Prueba	4	67
Otros (Explique)	0	0
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 6
Instrumento prácticas Balanceo Dinámico



FUENTE: Cuadro N°. 6

En lo que respecta al instrumento más adecuado para realizar las prácticas de Balanceo Dinámico, la muestra conforme se evidencia en el Cuadro y Gráfico N° 6, el 33% respondió en la categoría material didáctico, mientras que el mayor porcentaje representado en un 67% respondió que el Banco de Prueba, como apoyo a una mejor formación del futuro profesional.

Importancia del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas

Para los efectos de señalar la importancia del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) en la formación de ingenieros y tecnólogos, se tomo como premisa la dimensión y el indicador y su presentación se hace conforme a los datos obtenidos en los ítems del instrumento aplicado a la muestra representativa, las cuales se presentara en estudio de frecuencia absoluta y porcentual en cuadro y gráficos.

DIMENSION: Banco de Prueba de Balanceo Dinámico

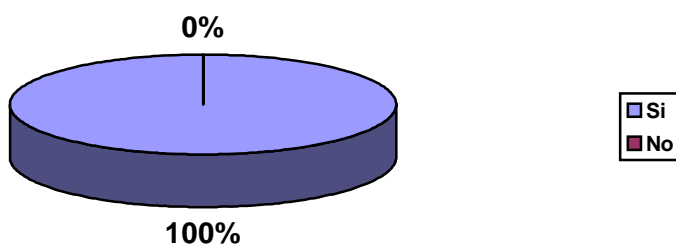
INDICADOR: Enseñanza-aprendizaje

Cuadro N°. 7.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según el uso del instrumento seleccionado que mejore la enseñanza-aprendizaje

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	6	100
NO	-0-	-0-
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 7
Mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje



FUENTE: Cuadro N°. 7

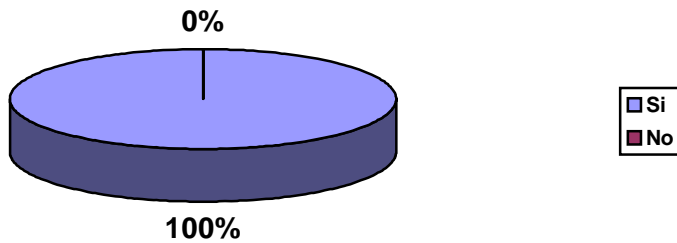
El 100% de la muestra representativa respondió que si cree que el uso del instrumento seleccionado en el ítem anterior mejora la enseñanza-aprendizaje y garantiza una mejor formación lo que indica la importancia y relevancia del Banco de Prueba como instrumento estratégico en el uso de la práctica.

Cuadro N°. 8.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según la Importancia y necesidad del diseño de un Banco de Prueba para la enseñanza-aprendizaje

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	6	100
NO	-0-	-0-
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Profesores (2009).

Gráfico N°. 8
Importancia y necesidad del Banco de Prueba



FUENTE: Cuadro N°. 8

El Cuadro y Gráfico N°. 8 muestra que el 100% de los profesores respondieron en la categoría SI, lo que evidencia la importancia y necesidad de diseñar un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico con fines didácticos para reforzar la formación de ingenieros y tecnólogos de la Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.

4.2 Estudio de frecuencia absoluto y porcentual del instrumento aplicado a los alumnos

Diagnostico de la situación actual con respecto a las estrategias metodológicas

Para efectuar el diagnóstico de la situación actual con respecto a la a las estrategias metodológica aplicado en las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) para la formación de Ingenieros y Tecnólogos, se tomaron en consideración los siguientes aspectos operacionales y los resultados obtenidos del instrumento aplicado a la muestra representativa:

VARIABLE: Instrumento para las prácticas de Balanceo Dinámico

DIMENSION: Estrategias metodológica

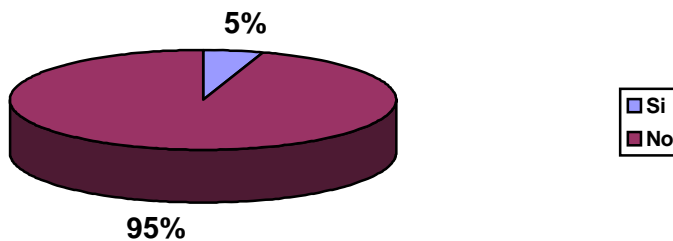
INDICADOR: Alumnos que cursan las asignaturas

Cuadro N°. 9.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según la Prueba diagnóstica para medir el nivel teórico del programa en la asignatura Vibración para que realiza el profesor

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	2	5
NO	38	95
TOTAL	40	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 9
Prueba Diagnóstica



FUENTE: Cuadro N°. 9

La muestra conforme se evidencia en el cuadro y el gráfico N°. 1, evidencian que el 95% de los alumnos respondieron que el profesor no realiza prueba diagnóstica para medir el nivel de conocimiento teórico sobre el Programa en la asignatura Vibraciones, esta situación reviste del uso de estrategias para reforzar sus conocimientos.

Cuadro N°. 10.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según los resultados obtenidos de la Prueba diagnóstica para seleccionar la estrategia metodológica a utilizar

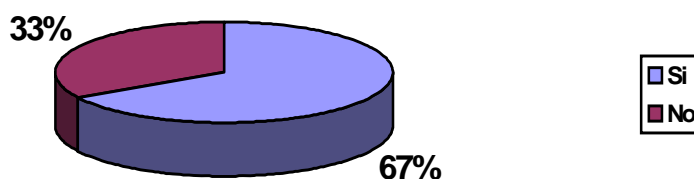
PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	2	5
NO	38	95
TOTAL	40	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 10

Resultado obtenidos de la Prueba Diagnóstica

FUENTE: Cuadro N°. 10



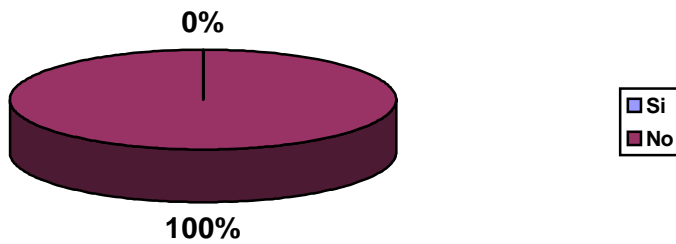
Los resultados obtenidos en el cuadro y gráfico N° 10 muestran que el 95% de los alumnos considera que los profesores no seleccionan las estrategias metodológicas atendiendo a la prueba diagnóstica, mientras que un porcentaje menor representado en un 5% dicen que sí.

Cuadro N°. 11.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según el Programa de las asignaturas Vibraciones permite alcanzar los objetivos específicos

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	-0-	-0-
NO	40	100
TOTAL	40	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 11
El Programa de las asignaturas Vibraciones



FUENTE: Cuadro N°. 11

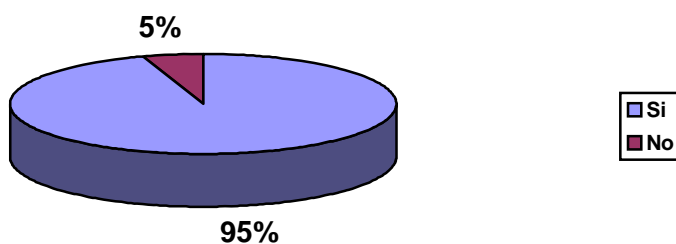
El 100% de la muestra estudiada respondió que no se alcanzan los objetivos específicos formulados en el Programa de la Asignatura Vibraciones, por cuanto no se les refuerzan las prácticas con instrumentos acorde con su formación profesional que les sirva de apoyo al incurrir en el campo laboral.

Cuadro N°. 12.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según la necesidad de que la teoría reforzada con la práctica sirva para mejorar la enseñanza aprendizaje

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	38	95
NO	2	5
TOTAL	40	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 1 2
Necesidad de la teoría para reforzar la práctica



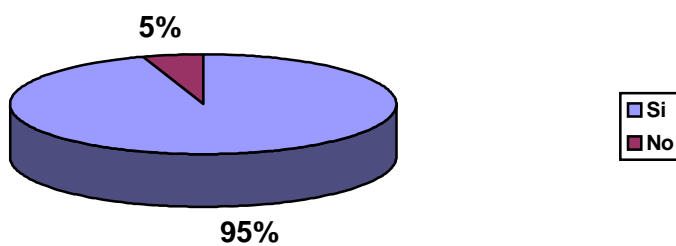
El Cuadro y Gráfico N° 12, evidencia que el 95% de la muestra representativa consideran que la teoría suministrada reforzar la práctica y sirve para mejorar su aprendizaje, mientras que un 5% respondió que no, lo que evidencia la necesidad de crear instrumentos que refuercen la práctica.

Cuadro N°. 13.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según los beneficios del uso de otras técnicas para mejorar el desempeño docente.

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	38	95
NO	2	5
TOTAL	40	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 13
Beneficios de otras técnicas



FUENTE: Cuadro N°. 13

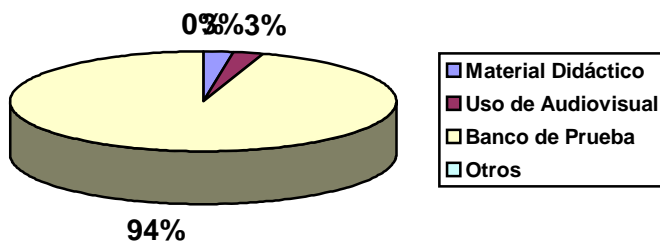
El 95% de los alumnos que sirvieron como muestra respondieron que si consideran que otras técnicas por parte del profesor mejoran su desempeño y les permite reforzar los conocimientos suministrados a los alumnos en pro de su formación profesional.

Cuadro N°. 14.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según el instrumento adecuado para realizar las prácticas de Balanceo Dinámico

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
Material Didáctico	1	3
Uso audiovisual	1	3
Banco de Prueba	38	94
Otros (Explique)	-0-	-0-
TOTAL	6	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 1 4
Instrumento prácticas Balanceo Dinámico



FUENTE: Cuadro N°. 14

Conforme se muestra en el Cuadro y Gráfico N° 14, la muestra respondió en las categorías: Material Didáctico en un 3% igual en el Uso de Audiovisual, mientras que el 94% respondió que un Banco de Prueba, razón que soporta el diseño propuesto.

Importancia del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas

Para los efectos de señalar la importancia del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) en la formación de ingenieros y tecnólogos, se tomo como premisa la dimensión y el indicador y su presentación se hace conforme a los datos obtenidos en los ítems del instrumento aplicado a la muestra representativa, las cuales se presentara en estudio de frecuencia absoluta y porcentual en cuadro y gráficos.

DIMENSION: Banco de Prueba de Balanceo Dinámico

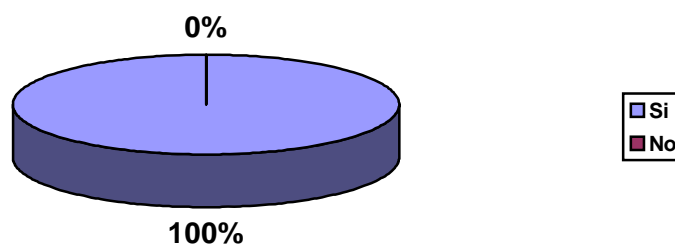
INDICADOR: Enseñanza-aprendizaje

Cuadro N°. 15.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según el uso del instrumento seleccionado que mejore la enseñanza-aprendizaje

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	40	100
NO	-0-	-0-
TOTAL	40	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 15
Mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje



FUENTE: Cuadro N°. 15

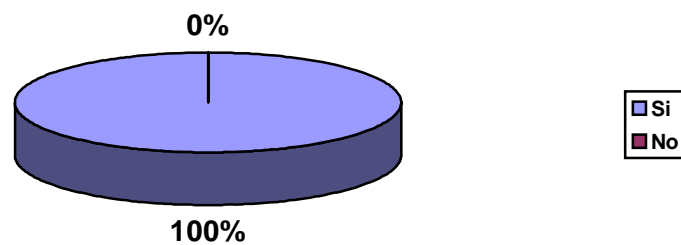
El Cuadro y Gráfico N°. 15, evidencian que el 100% de los alumnos está de acuerdo con que el instrumento Banco de Prueba, sería una alternativa clave para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje y reforzar la formación como futuros ingenieros o tecnólogos.

Cuadro N°. 16.- Distribución absoluta y porcentual de la muestra estudiada según la importancia y necesidad del diseño de un Banco de Prueba para la enseñanza-aprendizaje

PRUEBA DIAGNÓSTICA	FRECUENCIA ABSOLUTA (N)	PORCENTAJE (%)
SI	40	100
NO	-0-	-0-
TOTAL	40	100

Fuente. Datos obtenidos del cuestionario aplicado a los Alumnos (2009).

Gráfico N°. 16
Importancia y necesidad del Banco de Prueba



FUENTE: Cuadro N°. 16

Con respecto a la importancia y necesidad del diseño de un el 100% de la muestra respondió si, lo que muestra una aceptación total, que hace pensar que de ser aplicada, tendrá muy buena aceptación y garantizaría el mejoramiento en la formación de ingenieros y tecnólogos que cursan estudio en la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente trabajo se determinó que es importante y necesario el diseño de un Banco de Prueba para la enseñanza-aprendizaje y formación de ingenieros y tecnólogos que egresan de la Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.

Al evaluar las variable general **Instrumento para las prácticas de Balanceo Dinámico**, se evidenció que tanto los profesores como los alumnos que sirvieron de muestra representativa, respondieron en un 90% que no se realizan prueba diagnósticas para medir el nivel teórico del Programa en las asignaturas Vibraciones y Vibraciones Mecánica y por lo tanto no se seleccionan las estrategias metodológicas atendiendo a este indicador, lo que muestra que no se aplican instrumentos acorde con las prácticas que han de realizar para el balanceo dinámico.

Por otra parte se determinó que los objetivos específicos del programa de la asignatura Vibraciones no se alcanzan en su totalidad, debido a que no cuentan con un instrumento que le permita desarrollar la práctica acorde con las exigencia de una formación de excelencia y consideran que la teoría debe relacionarse con la práctica para mejorar y reforzar la enseñanza-aprendizaje y Garantizar una formación profesional. Acorde con las exigencias laboral.

En un 95% la muestra considera beneficioso el uso de otras técnicas que mejoren el desempeño del docente y la formación del alumno, lo que amerita la incorporación de técnicas de avances tecnológicos acorde con las exigencias actuales en el campo laborar, que demanda cada día de mejores profesionales.

Al evaluar las variable general **Banco de Prueba de Balanceo Dinámico**, con respecto al instrumento más adecuado para realizar las prácticas de balanceo dinámico, tanto profesores como alumnos en un 95% estuvieron de acuerdo con que

se utilizará el Banco de Prueba como herramienta didáctica importante en la formación de futuros profesionales, tomando como premisa a Woolfolk (1999) que considera que la teoría constructivista es la postura que destaca el papel activo del estudiante en la estructuración del conocimiento y en dar sentido a la información.

La muestra en su totalidad respondió que el uso de un Banco de Prueba mejoraría el aprendizaje y les garantizaría la preparación y formación como profesional; por su parte también consideraron tanto profesores como alumnos que es importante el Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didáctico por cuanto le ofrecería una herramienta efectiva y eficazmente tanto en la enseñanza como en el aprendizaje.

En consecuencia, tomando en cuenta los porcentajes reflejados y los criterio obtenidos del instrumento aplicado a cada estrato (Profesores y Alumnos) los resultados confirman la necesidad de diseñar un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didácticos en la formación de ingenieros y tecnólogos en la U.D.O. – Anzoátegui, convirtiéndolo en un instrumento eficaz para capacitar y preparar a los estudiante a fin de incursionar en el campo laboral.

CAPÍTULO V

LA PROPUESTA

Ante la situación actual que se presenta Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui Departamento de Tecnología por motivo de la nueva reforma curricular de la especialidad de Tecnología en Fabricación Mecánica por motivo de la aplicación de la nueva reforma curricular de la especialidad Tecnología en Fabricación Mecánica es evidente y necesario implementar una herramienta didáctica que incluya un Banco de Medición de Vibraciones para el desarrollo de las actividades prácticas de laboratorio que ofrezca a los estudiantes una información clara y entendible que permitan la formación adaptado al nuevo perfil propuesto.

En consecuencia, se evidencia la necesidad de proponer el Banco de Prueba de Balanceo Dinámico que servirá para ser aplicado en las prácticas para las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) de la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui.

El Banco de Prueba que se propone es con la finalidad de realizar el diagnóstico sobre el comportamiento dinámico de los equipos rotativos que permitan prever posibles fallas mecánicas de funcionamiento, que puedan dejar fuera de servicio un determinado equipo y que sirva de material didáctico para el apoyo en las asignaturas de Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472), con la finalidad de orientar en el aprendizaje a los alumnos que cursan las carreras de Ingeniería y Tecnología que ofrece la Universidad de Oriente en el Núcleo Anzoátegui.

5.1 Proceso propuesto para el diseño del banco de prueba

El Diseño del Banco de Prueba se define de forma general como el proceso teórico-práctico que, partiendo del conocimiento de una necesidad, llega a su satisfacción por medio de la construcción de una máquina.

El diseño de una máquina es un proceso bastante complejo que no solo aplica a conocimientos relativos al análisis y síntesis de mecanismos y máquinas, sino que además requiere la aplicación directa de otros muchos conocimientos y disciplinas, tanto tecnológicas como de otro tipo. El proceso no es lineal y una o varias de estas etapas se cubren en un proceso realimentado.

A continuación se describe a través de etapas el proceso propuesto para el diseño del Banco de Pruebas como lo muestra la Figura 5.

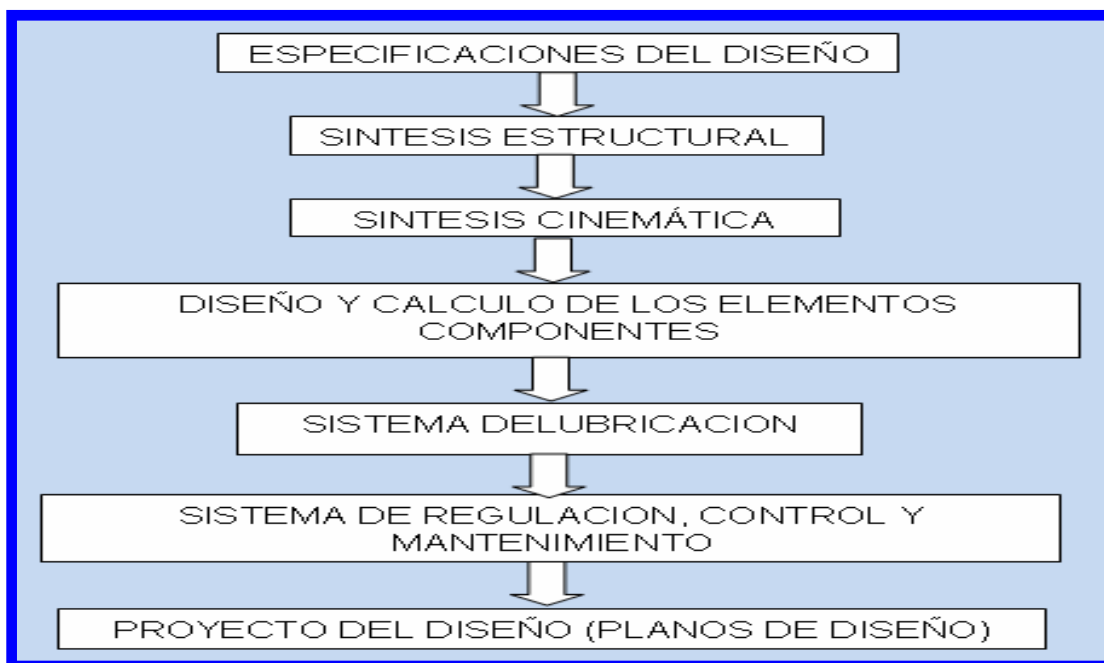


Figura 5. Pasos básicos del proceso del Diseño del Banco de Prueba

La primera etapa está constituida por la **selección y cuantificación de las especificaciones del diseño**, a partir, directamente, de las necesidades a satisfacer.

La segunda etapa la constituye la **síntesis estructural**, en el cual se define el tipo de mecanismo y subsistemas que la han de componer, desde el punto de vista topológico, así como los diferentes elementos de máquina que cada uno de ellos engloba.

La tercera etapa la constituye la **síntesis cinemática**, en la cual se definen las dimensiones de los diferentes miembros que componen el mecanismo, de manera que se cumplan los requisitos de movilidad de los miembros móviles.

La cuarta etapa la constituye el **diseño y cálculo** de todos y cada uno de los elementos (piezas) constitutivo de la máquina.

La siguiente etapa la constituye la definición del **sistema de lubricación**.

La sexta etapa la constituye la definición del **sistema de regulación, control y mantenimiento de la máquina**, de manera que ésta opere dentro de ciertos valores preestablecidos, obedezca las instrucciones y pueda conocerse su estado en todo momento, en prevención de posibles fallos, o para un fácil arreglo en caso que éstos ocurran.

Ello requiere la colocación de un conjunto de sensores que detecten la situación de algunos parámetros de control, y de los correspondientes actuadores y sistemas de bloqueo que corrijan o detengan las maniobras defectuosas.

Finalmente, la séptima etapa que conduce directamente al **proyecto del diseño de la máquina** (planos de diseño), lo constituye el ensamblaje entre sí de los

diferentes subsistemas, definiendo su posición relativa, sistema y modos de fijación, bastidores o soportes, entre otros.

5.2 Especificación del diseño

Boceto

El boceto es una representación simple de aquello que se está por realizar y permite anticiparte a complicaciones que puedan surgir al momento de finalizar un trabajo o bien a darse cuenta de los errores de planteamiento que hayas podido tener. Además, permite estudiar los puntos principales o los ejes de los diseños y/o creaciones.

Un buen proceso de bocetaje, con diversas remesas de borradores, es clave para obtener un buen resultado a la hora de realizar el croquis. El borrador final que el dibujante considere el mejor o el más apropiado, no solo permite esquematizar el trabajo, también permite no trabajar de memoria y centrarse más en obtener un buen acabado en la obra a la hora de realizar la página definitiva que se denomina "croquis", ya mencionado anteriormente.

El boceto, también llamado esbozo (Layout en inglés), de esta investigación, consistió en un dibujo que se realizó de forma esquemática y sin preocuparse de los detalles o terminaciones para representar ideas, lugares, personas u objetos; fu hecho a mano alzada, utilizando lápiz, papel y goma de borrar, realizado generalmente sin instrumentos de dibujo auxiliares, fue el primer apunte del objeto ideado para el diseño propuesto, que aún no está totalmente definido. Se utilizó las técnicas de perspectiva como vistas ortogonales.

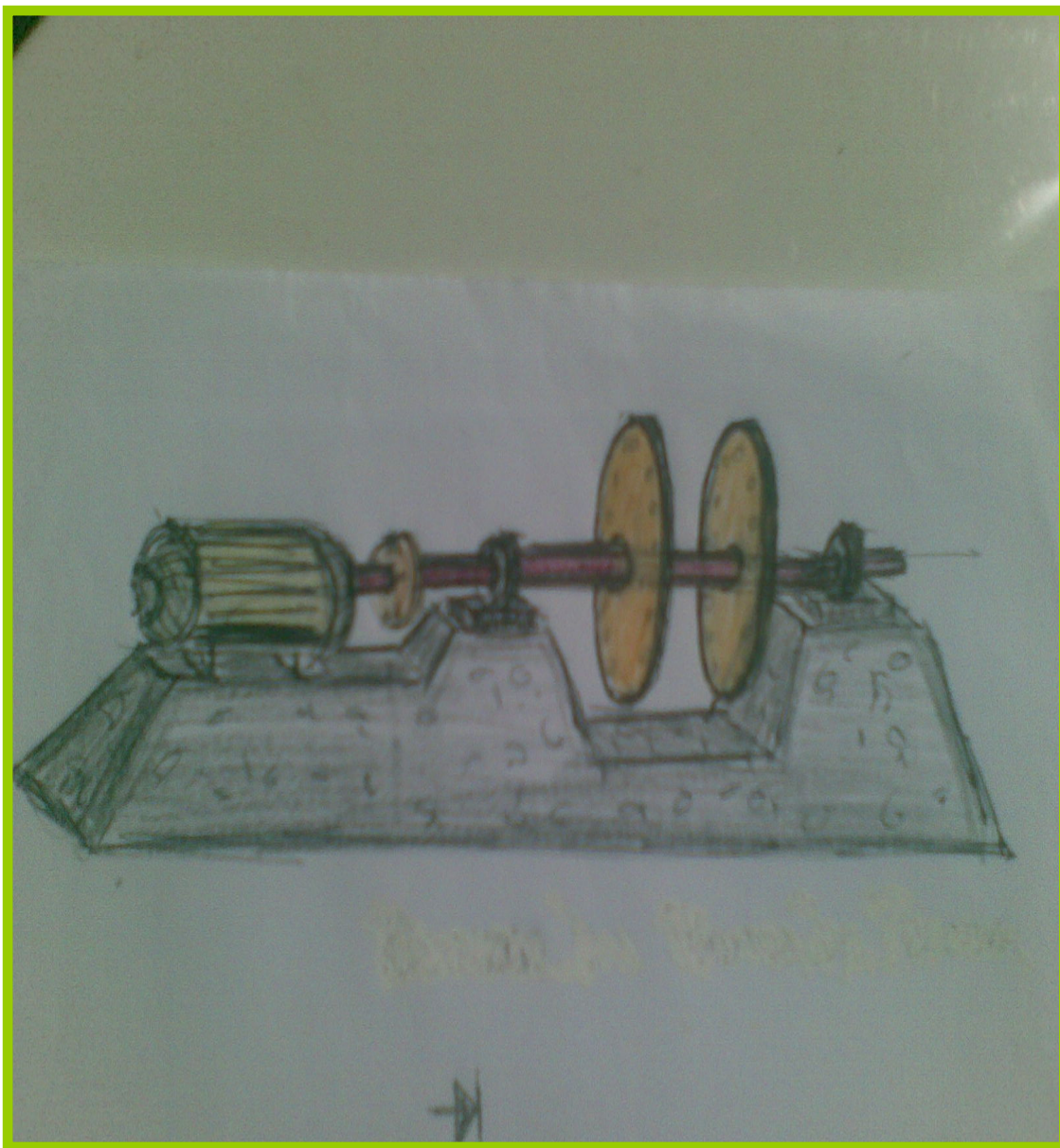
Fue un dibujo rápido de lo que luego se constituyó en un dibujo definido o la obra de arte final en sí.

Dentro del boceto elaborado aparecen los elementos principales sin detalle, sin exactitud, un ejemplo sería como cuando hacemos el boceto de un personaje, se pasa el lápiz varias veces.

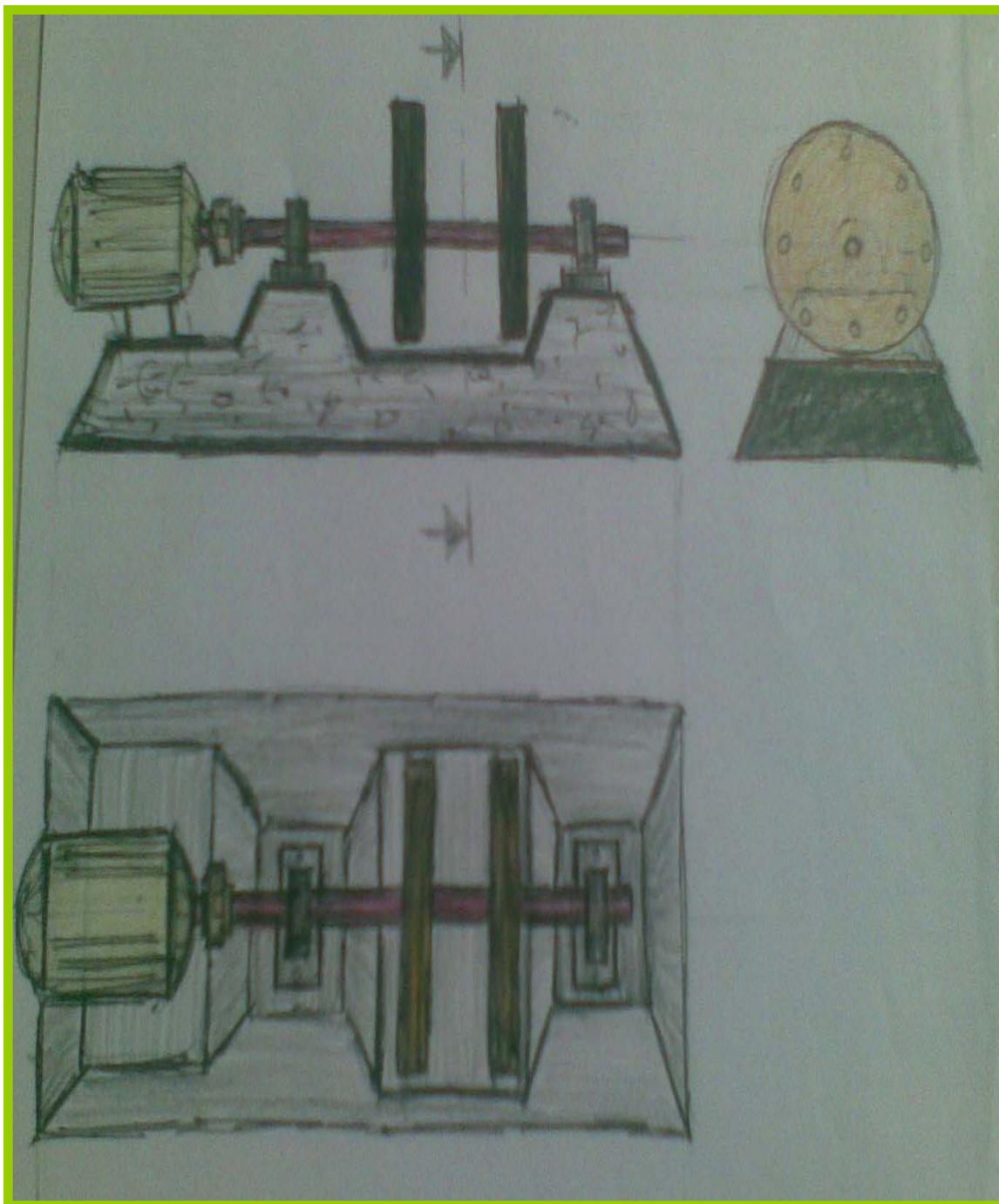
La función del boceto fue dibujar previamente el diseño para reproducir las líneas del dibujo.

5.3 Boceto para el diseño propuesto

VISTA EN PERSPECTIVA DEL BOCETO



Fuente: Elaborado por el Investigador (2009)

VISTA DEL BOCETO EN PROYECCIÓN ORTOGONAL

Fuente: Elaborado por el Investigador (2009)

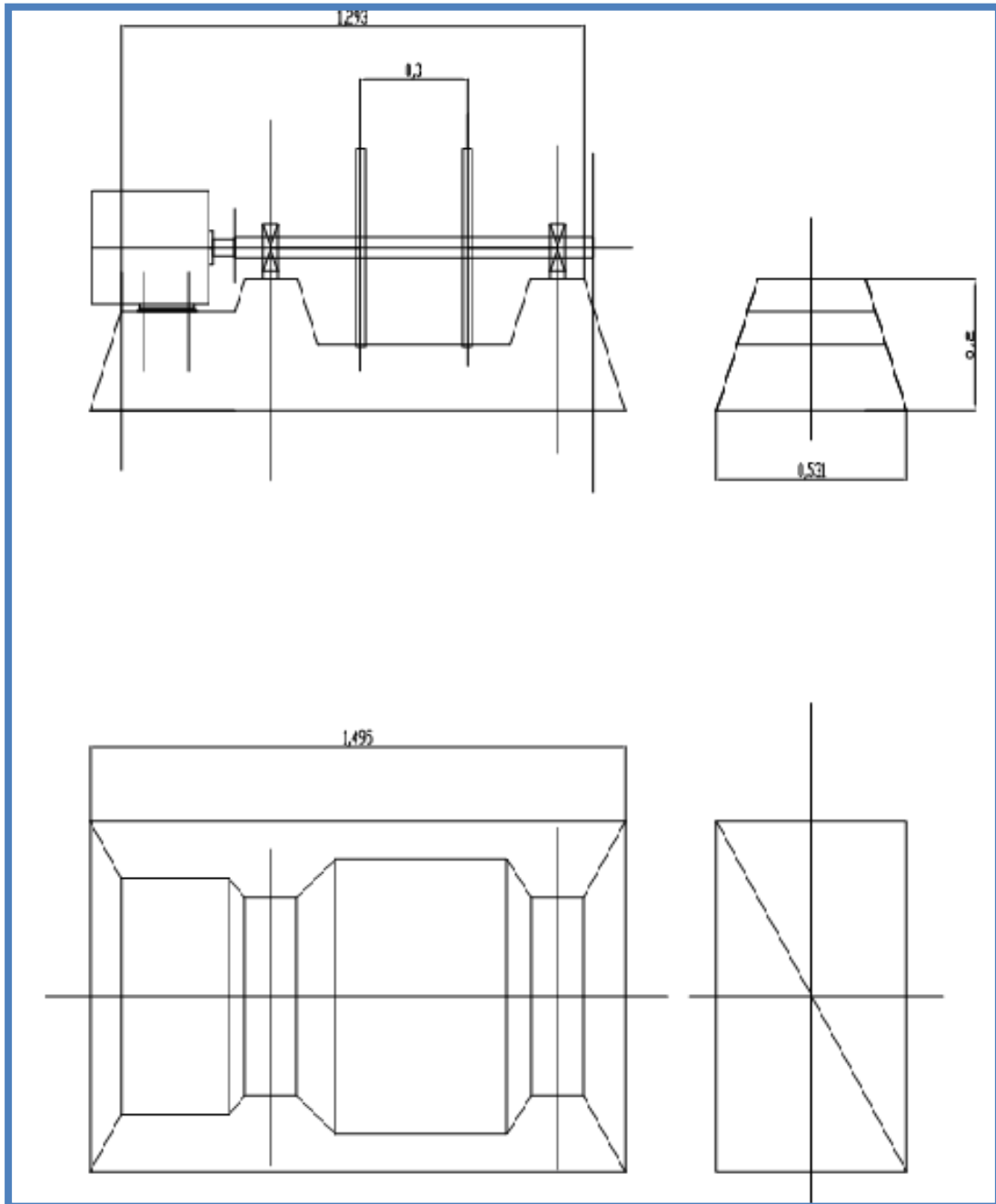
5.4 Síntesis estructura y cinemática

Croquis

El croquis es un medio rápido y útil de representación gráfica. Al propio tiempo debe ser claro, limpio, completo y preciso, pero sobre todo su principal característica es que está realizado a mano alzada, es decir, sin los útiles de dibujo. En toda concepción inventiva de carácter industrial, en todo diseño preliminar, en cualquier explicación o instrucción dada a los subordinados, colaboradores, etc., el croquis a mano alzada es el medio de comunicación y expresión más adecuada. El croquis no está sujeto imprescindiblemente a reglas o formas determinadas; generalmente es sólo un documento según el cual se desarrollan posteriormente dibujos o planos, pero que también puede servir directamente como documento de fabricación.

Para la realización del croquis se recurrió al sistema de representación utilizado en el dibujo técnico, y aunque su ejecución no va unida imprescindiblemente a formas o reglas preestablecidas, su dibujo se simplificó notablemente con la aplicación de los convencionalismos normalizados para los dibujos técnicos. Los croquis no se realizan a escala; pero se deben trazar con cierta relación de proporción en cuanto a las formas y medidas. La relación de cada parte del dibujo se realizó a ojo. Un croquis puede ser considerado completo cuando en él se encuentran todos los datos necesarios como: dimensiones, clase de material, formas de los objetos, superficies, tolerancias. Su finalidad principal se puede resumir diciendo que, a partir de un croquis, se pueden confeccionar el plano a escala o fabricar una pieza u objeto, una determinada máquina, para situar un elemento, dando todas las cotas precisas, tales como distancias de los pernos de anclaje para una fundición u otras informaciones semejantes.

5.5 Croqui del diseño propuesto



Fuente: Elaborado por el Investigador (2009)

5.6 Diseño y calculo de los componentes

Diseño Mecánico

En ingeniería el diseño mecánico es resultado de investigaciones sobre el límite de fluencia de los materiales, valor de esfuerzo aplicado en el que el material comienza a deformarse permanentemente, adquiriendo propiedades diferentes a las que tenía antes de someterlo a una fuerza.

Para lograr un diseño adecuado, se debe llegar a un cociente límite de fluencia / fuerza aplicada (en la manera más sencilla de presentarlo) mayor a la unidad.

El proceso de diseño inicia con la identificación de la necesidad, para luego plantear el problema concreto, también se realiza de manera iterativa el análisis y síntesis hasta concluir con el diseño final.

Diseño del eje

Para calcular el diámetro del eje se determina el material a utilizar, el peso de la carga a soportar, la fuerza tangencial, cálculo del torque, diagrama de esfuerzo cortante y momento flector, cálculo del diámetro del eje utilizando la formula de esfuerzo combinado.

Material a utilizar

Se toma de la tabla AT-10 un acero ANSI 1040 especial para ejes, platos y manguito con un

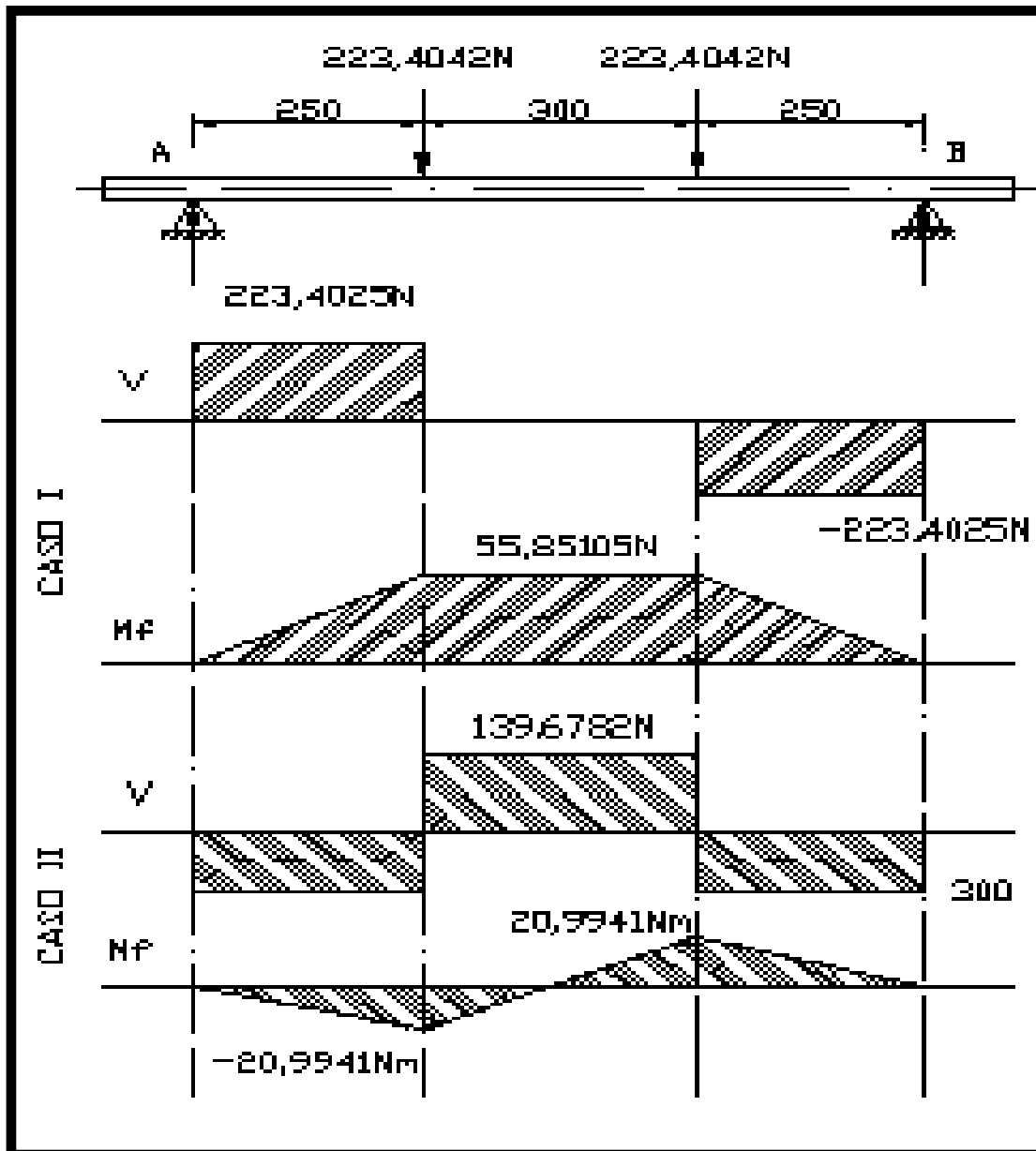
$$S_n = 4.148 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_y = 6.468 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{S_y}{S_n} = \frac{6.468 \text{ Kg/cm}^2}{4.148 \text{ Kg/cm}^2} = 1,5593 \quad (3.1)$$

Peso de la carga a soportar

Para determinar el peso de la carga a soportar se calcula la masa de los platos y se le suma la fuerza centrífuga generada por un peso prueba.



Cuadro N°. 17.- Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento Flector

Fuente: Elaborado por el Investigador (2009)

Masa de los patos

Las dimensiones del plato son $030\text{cm} * 2,5\text{cm}$ con 12 agujeros pasantes roscados de $09,525$ equidistantes y de radio 13 cm

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3.2)$$

Donde:

$$\rho = 7,85\text{ g/cm}^3$$

$$m = ?$$

$$v = 176,715\text{cm}^3$$

$$m = \rho * v \quad (3.1)$$

$$m = 7,85\text{ g/cm}^3 * 176,715\text{cm}^3$$

$$m = 13,8721\text{Kg}$$

Cálculo de la fuerza centrífuga

El peso prueba máximo a utilizar en la práctica de balanceo dinámico es de 20g por estar debajo del por el 10 % del peso total del sistema recomendado por el manual de IRD MECANALISYS

$$F_c = mrw^2 \quad (3.1)$$

Datos:

$$m = 0,020\text{Kg}$$

$$r = 13\text{cm}$$

$$w = 183,26\text{rad/s}$$

$$F_c = 0,020\text{Kg} * 13\text{cm} * 183,26\text{rad/s}^2$$

$$F_c = 87,3189\text{N}$$

Fuerza total acumulada

$$F_{total} = F_c + m$$

$$F_{total} = 87,3189N + 136,0853N$$

$$F_{total} = 223,4042N$$

Cálculo del torque

Torque máximo (T_{max})

$$T_{max} = \frac{69.000 * HP_{max}}{RPM_{max}}$$

Donde:

$$HP_{max} = 2hp$$

$$RPM_{max} = 1.800rpm$$

$$T_{max} = \frac{69.000 * 2hp}{1.800rpm}$$

$$T_{max} = 80,6211kg * cm$$

Torque medio (T_m)

$$T_m = \frac{T_{max} - T_{min}}{2}$$

Donde:

$$T_{max} = 80,6211kg * cm$$

$$T_{min} = 0$$

$$T_m = \frac{80,6211kg * cm - 0}{2}$$

$$T_m = 40,31055kg * cm$$

Cálculo del esfuerzo medio a torsión

$$Sms = \frac{Tm}{Z'}$$

Donde:

$$Z' = 2Z = \frac{J}{C}$$

$$Z = \frac{\pi * D^3}{32}$$

Tomando en cuenta el factor de seguridad (1,5593)

Donde:

$$Ses = \frac{Sms}{\frac{Sy}{Sn}}$$

$$Ses = \frac{20,1552/Z}{1,5593}$$

$$Ses = \frac{12,925848 \text{ kg}}{Z \text{ cm}^3}$$

Puntos críticos de la viga:

Punto 2

$$Mmax = 38,422575N * m$$

$$Mmax = 391,6674312kg * cm$$

$$Mmin = 17,4284N * m$$

$$Mmin = 177,65953kg * cm$$

$$S_{max} = \frac{391,6674312 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{Z}$$

$$S_{min} = \frac{391,6674312 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{Z}$$

$$S_m = \frac{391,6674312 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{Z} + \frac{177,65953 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{Z}$$

$$S_m = \frac{284,6634}{Z}$$

$$S_a = \frac{\frac{391,6674312}{Z} - \frac{177,65953}{Z}}{2}$$

$$S_a = \frac{107,0039}{Z}$$

$$S_s = \frac{S_n}{S_y} \cdot S_m + \frac{K_f \cdot S_a}{S_f}$$

Donde:

$$S_f = 0,85 \text{ de la tabla}$$

Sustituyendo:

$$S_s = \frac{1}{1,5593} \cdot \frac{284,6634}{Z} + \frac{2 \cdot 107,0039}{0,85 \cdot Z}$$

$$S_s = \frac{434,3323331}{Z}$$

Según el esfuerzo cortante octaédrico:

$$S_{ns} = 0,577 \cdot S_n$$

Donde:

$$S_n = 4,148 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{ms} = 0,577 * 4,148 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$S_{ms} = 2,393,396 \frac{Kg}{cm^2}$$

Cálculo del diámetro

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{S_e}{S_N} \right)^2 + \left(\frac{S_{es}}{S_{Ns}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Coefficiente de seguridad o coeficiente de cálculo para carga permanente y repetitiva igual a 1,75. (Ver Anexo N° Tabla 1.1)

Sustituyendo:

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{S_e}{S_N} \right)^2 + \left(\frac{S_{es}}{S_{Ns}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{1,75} = \left[\left(\frac{\frac{434,3323361}{Z}}{4,148} \right)^2 + \left(\frac{\frac{12,925848}{Z}}{2,393,396} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Z = 0,2084$$

$$Z = \frac{\pi * D^3}{32}$$

Despejando D

$$D = \sqrt{\frac{0,2084 * 32}{\pi}}$$

$$D = 1,285cm$$

Punto 1

$$M_{max} = 17,4284Kg * cm$$

$$M_{\alpha} = 38,422575Kg * cm$$

$$S_{max} = \frac{177,6595}{Z}$$

$$S_{min} = \frac{391,67}{Z}$$

$$S_m = \frac{284,6634}{Z}$$

$$S_{\alpha} = -107,0039$$

$$S_{\theta} = -\frac{182,5587}{Z}$$

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{S_{\theta}}{S_n} \right)^2 + \left(\frac{S_{\alpha}}{S_{ns}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$0,3265 = \left[\left(\frac{-182,5587}{4,148} \right)^2 + \left(\frac{12,925848}{2,393,396} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Z = 0,121$$

$$D = 1,07$$

Punto 1

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$



$$R_A + 223,4042 - 223,4042 + R_B = 0$$

$$R_A = -R_B$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-223,4042(0,25) - 223,4042(0,55) + R_B(0,8) = 0$$

$$R_B = 2223,4042N$$

$$R_A = 446,8084 - 223,4042$$

$$R_A = 223,4042N$$

Punto 2

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$



$$R_A - 223,4042 - 223,4042 + R_B = 0$$

$$R_A = -R_B$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_A + 223,4042(0,25) - 223,4042(0,55) + R_B(0,8) = 0$$

$$R_B = 83,776575N$$

$$R_A = -83,776575N$$

Diagrama de fuerza cortante y momento flector para caso I

Tramo $0 \leq X < 0,25$

$$V_{(x)} = V_o \pm \int_0^x q_{(x)} dx$$

$$V_{(x)} = 223,4042N$$

$$X = 0 \rightarrow V = 223,4042N$$

$$X = 0,25 \rightarrow V = 223,4042N$$

$$M_{(x)} = M_0 \pm \int_0^x V_{(x)} d_{(x)}$$

$$M_{(x)} = \int_0^x 223,4042 d_{(x)}$$

$$M_{(x)} = 223,4042$$

$$X = 0 \rightarrow M_{(x)} = 0$$

$$X = 0,25 \rightarrow M_{(x)} = 55,85105$$

Para el tramo $0 \leq x < 0,3$

$$V_{(x)} = V_0 \pm \int_0^x q_{(x)} d_{(x)}$$

$$V_{(x)} = -223,4042N - 223,4042N$$

$$X = 0 \rightarrow V_{(x)} = 0$$

$$X = 0,3 \rightarrow V_{(x)} = 0$$

$$M_{(x)} = M_0 \pm \int_0^x V_{(x)} d_{(x)}$$

$$M_{(x)} = 55,85105 + \int_0^x 0 d_{(x)}$$

$$M_{(x)} = 55,85105$$

$$X = 0 \rightarrow M_{(x)} = 55,85105Nm$$

$$X = 0,3 \rightarrow M_{(x)} = 55,85105Nm$$

Para el tramo $0 \leq x < 0,25$

$$V_{(x)} = V_0 \pm \int_0^x q_{(x)} dx$$

$$V_{(x)} = -223,4042N$$

$$X = 0 \rightarrow V_{(x)} = -223,4042N$$

$$X = 0,3 \rightarrow V_{(x)} = -223,4042N$$

$$M_{(x)} = M_0 \pm \int_0^x V_{(x)} dx$$

$$M_{(x)} = 55,85105 + \int_0^x (-223,4042) dx$$

$$M_{(x)} = -223,4042x + 55,85105$$

$$X = 0 \rightarrow M_{(x)} = 55,85105Nm$$

$$X = 0,25 \rightarrow M_{(x)} = 0Nm$$

Caso II

Diagrama de fuerza cortante y momento flector para caso II

Tramo $0 \leq X < 0,25$

$$V_{(x)} = V_0 \pm \int_0^x q_{(x)} dx$$

$$V_{(x)} = V_0 = -83,776$$

$$X = 0 \rightarrow V = -83,776$$

$$X = 0,25 \rightarrow V = -83,776$$

$$M_{(x)} = M_0 \pm \int_0^x V_{(x)} dx$$

$$M_{(x)} = \int_0^x (-83,776) dx$$

$$M_{(x)} = -83,776x$$

$$X = 0 \rightarrow M_{(x)} = 0$$

$$X = 0,25 \rightarrow M_{(x)} = 20,9941$$

Para el tramo $0 \leq x < 0,3$

$$V_{(x)} = V_o \pm \int_0^x q_{(x)} dx$$

$$V_{(x)} = 223,4042N - 83,776$$

$$V_{(x)} = 139,6782$$

$$X = 0 \rightarrow V_{(x)} = 139,6782$$

$$X = 0,3 \rightarrow V_{(x)} = 139,6782$$

$$M_{(x)} = M_o \pm \int_0^x V_{(x)} dx$$

$$M_{(x)} = -20,9941 + 139,6782x$$

$$X = 0 \rightarrow M_{(x)} = -20,9941$$

$$X = 0,3 \rightarrow M_{(x)} = 20,9941$$

Para el tramo $0 \leq x < 0,25$

$$V_{(x)} = V_o \pm \int_0^x q_{(x)} dx$$

$$V_{(x)} = -83,726$$

$$X = 0 \rightarrow V_{(x)} = -83,726$$

$$X = 0,3 \rightarrow V_{(x)} = -83,726$$

$$M_{(x)} = M_0 \pm \int_0^x V_{(x)} dx$$

$$M_{(x)} = 20,9941 + \int_0^x (-83,726) dx$$

$$M_{(x)} = 20,9941 + (-83,726)x$$

$$X = 0 \rightarrow M_{(x)} = 20,9941$$

$$X = 0,25 \rightarrow M_{(x)} = 0$$

Cálculo de las dimensiones de la chaveta y chavetero del en el eje de potencia

Para calcular las dimensiones del chivetero de un eje se procede primero a calcular las longitudes de la chaveta tomando en cuenta que las chavetas deben ser de un acero AISI 1020, AISI 1117, entre otros.

El procedimiento usual de cálculo, consistirá en hallar el diámetro del eje, elegir las dimensiones de sección transversal b y r de la chaveta cuadrada o plana según las normas ASA B 17.1 – 1943, despejar "t" de las ecuaciones de cizalladura y compresión y adoptar el mayor valor resultante.

$$T = Sc * t * L * D / 4 \text{ (compresión)}$$

$$T = Sc * b * LD / 2 \text{ (cizalladura)}$$

Donde:

T: momento de torsión

t: altura de la chaveta

L: largo de la chaveta

b: ancho de la chaveta

D: diámetro del eje

$$S_s = 0.5 * S_y / n$$

Donde:

n = factor de seguridad

S_y = resistencia de fluencia del material

Según las normas ASA B 171- 1943 se tienen las siguientes dimensiones de la chaveta para un eje de $\varnothing 28.575\text{mm}$. (Ver Anexo N° 3 Tabla F)

$T = b = 6,4\text{ mm}$ por ser una chaveta cuadrada tolerancia en $b = -0,0508\text{ mm}$

Las longitudes típicas del cubo o eje, están comprendidas entre $1,25 D$ y $2,4D$ siendo de el diámetro del eje, si el largo de la chaveta excede $2D$ se debe considerar el uso de dos chavetas separadas a 180°

El material a utilizar será un acero AISI 1117 normalizado cuyas características son:

$$S_y = 2.460\text{ Kg / cm}^2 \quad \text{ver tabla D}$$

Así, puesto que la resistencia a la compresión del aluminio (material del que está fabricado el acople) $S_y = 3304\text{ Kg / cm}^2$ Ver tabla G anexo 1 y del eje $S_y = 5.586\text{ Kg / cm}^2$ es mayor que la del material de la chaveta.

Los esfuerzos de cálculo son:

$$S_s = 0,5 * 2.460 / 2,5 \Rightarrow S_s = 492\text{ Kg / cm}^2$$

$$S_c = 2.460 / 2,5 \quad \Rightarrow S_c = 984\text{ Kg / cm}^2$$

El momento de torsión máximo transmitido es:

$$T_{max} = 80,6211\text{kg} * \text{cm}$$

Según la ecuación de compresión y cizalladura, se tiene:

$$L = 2T / S_s * b * D \Rightarrow L = 2 * 80,6211 \text{ kg} * \text{cm} / 492 * 0.64 * 3.5$$

$$L = 0,3 \text{ cm}$$

$$L = 4T / S_c * t * D$$

$$L = 0,3 \text{ cm para compresión}$$

Las características de la chaveta del eje acoplado a la junta flexible son:

Acero AISI 1117

$$L = 0,3 \text{ cm}$$

$$t = b = 0,64 \text{ cm}$$

$$\text{Tolerancia en } b = -0,0508$$

Acople para la transmisión de velocidad y potencia del motor al eje

Se usará un acople flexible de disco de bajo mantenimiento y no lubricado, de fácil instalación y mantenimiento, ofrece las siguientes ventajas y características:

- Absorbe golpes, vibraciones y pulsaciones

- Minimiza las dificultades de instalación y mantenimiento

Además absorben desalineación angulares de los ejes, desalineaciones paralelas o movimientos axiales durante las operaciones.

Son livianos y permiten dar al equipo una versatilidad que necesita con respecto al problema del acople de los distintos diámetros de los ejes de los motores.

Estos acoples están compuesto por dos núcleos donde se acoplan los ejes de transmisión de potencia y que son intercambiables para variar su diámetro interno, una extensión y dos juegos de disco de aluminio (ver Anexo N° 4 Figura A)

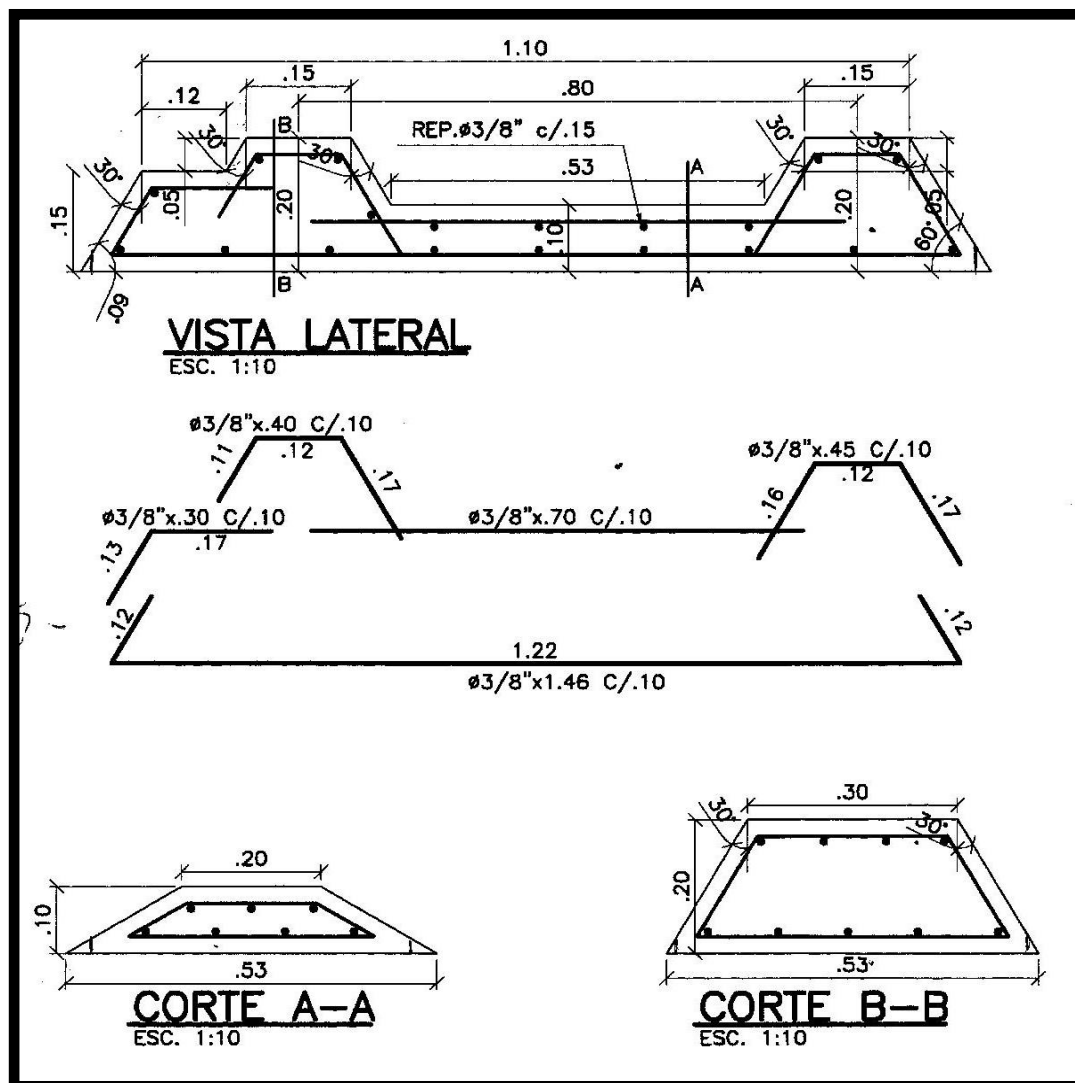
Selección del acople flexible

Se usará el procedimiento indicado por el manual del fabricante

Base de Concreto Armado:

Esta base fue calculada por profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, tomando con soporte las especificaciones de los resultados de los esfuerzos máximos que se obtuvieron de los cálculos del diagrama de esfuerzo de formación. Ver figura N° 6

Figura 6.- Base De Concreto DE 1494,67 X 531,04 X 453,3



Fuente: Elaborado por Ingenieros Civiles UDO-Anzoátegui (2009)

5.7 Sistema de lubricación

Se usará el procedimiento indicado por el manual del fabricante SKF para la lubricación de los soportes.

5.8 Sistema de regulación y control de mantenimiento

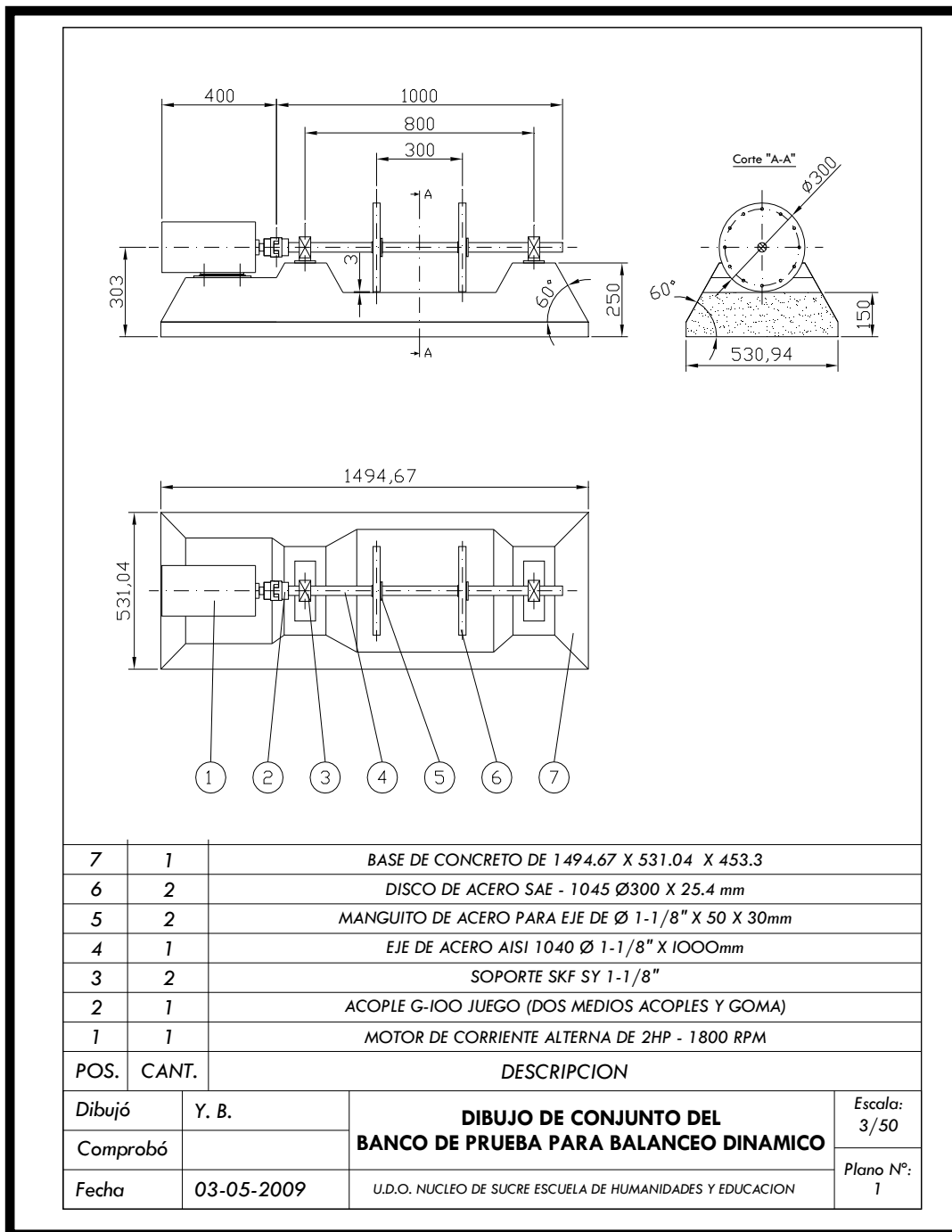
La regulación y control de mantenimiento se debe realizar una vez que el profesor concluya las prácticas del día desarrollado en la Asignatura de Vibraciones.

La regulación consiste en no colocar un peso prueba mayor de lo estipulado en el diseño del Banco de Prueba que se efectuó para el cálculo del torque máximo (Cálculo de la fuerza centrífuga: El peso prueba máximo a utilizar en la práctica de balanceo dinámico es de **20g** por estar debajo del por el 10 % del peso total del sistema recomendado por el manual de IRD MECANALISYS).

5.9 Diseño propuesto

El diseño propuesto está representado en una gráfica cuya forma está constituida por el ensamblaje entre sí de los diferentes subsistemas, definiendo su posición relativa, sistema y modos de fijación, bastidores o soportes y se elaboró conforme a las características del dibujo mecánico, por cuanto este se emplea en la representación de piezas o partes de máquinas, maquinarias, vehículos como grúas y motos, aviones, helicópteros y máquinas industriales. Los planos que representan un mecanismo simple o una máquina formada por un conjunto de piezas, son llamados planos de conjunto; y los que representa un sólo elemento, plano de pieza. Los que representan un conjunto de piezas con las indicaciones gráficas para su colocación, y armar un todo, son llamados planos de montaje.

5.10 Representación grafica del diseño propuesto



Fuente: Elaborado por el Investigador (2009)

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Al finalizar la investigación con respecto al diseño de un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didácticos en la formación de ingenieros y tecnólogos en la U.D.O. – Anzoátegui, se presentaron las siguientes debilidades:

Al diagnosticar la situación actual con respecto a las estrategias metodológicas aplicado en las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) para la formación de Ingenieros y Tecnólogos, se observó que no existe un banco de prueba o equipo que permita la comprensión por parte de los estudiantes de los tópicos teóricos-prácticos que reforen los conocimientos del estudiante y mejore las estrategias metodológicas utilizadas por el profesor.

Inexistencia de un instrumento metodológico que se le ofrezca al estudiante como medio para realizar evaluaciones previas de las condiciones y calidad de un Banco de Prueba para el Balanceo Dinámico

No existe un Banco de Prueba para realizar las prácticas de Balanceo Dinámico de Rotores Rígidos en Varios Planos y las Mediciones de las Vibraciones, que le permita reforzar y orientación el aprendizaje de las asignaturas Vibraciones y vibraciones Mecánicas.

No se le da la importancia al Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) en la formación de ingenieros y tecnólogos.

6.2 Recomendaciones

Ante las debilidades encontradas a lo largo de la investigación se sugieren las siguientes recomendaciones:

Elaborar un banco de prueba o equipo que le ofrezca al estudiante las herramientas teóricos-prácticos para reforzar sus conocimientos.

Utilizar un instrumento metodológico que le permita al estudiante desarrollar y verificar el Balanceo Dinámico de Rotores Rígidos y las Mediciones de las Vibraciones.

Incorporar el Banco de Prueba diseñado para realizar las prácticas de Balanceo Dinámico de Rotores Rígidos en Varios Planos y las Mediciones de las Vibraciones, que le permita al profesor contar con una herramienta didáctica-metodológica para reforzar y orientar el aprendizaje de los estudiantes.

Incentivar y concienciar a los profesores y estudiante sobre la importancia del Banco de Prueba de Balanceo Dinámico como material didáctico para el apoyo de las asignaturas Vibraciones Mecánicas (código: 066-3753) y Vibraciones (código: 061-4472) en la formación de ingenieros y tecnólogos.

Se recomienda la inmediata construcción del Banco de Prueba para el balanceo dinámico con la mayor precisión y que se hagan las especificaciones que este trabajo tomando como referencia lo planteado en investigaciones realizadas anteriormente y planteadas en los antecedentes de este Trabajo de Grado.

Se sugiere la implementación del diseño propuesto en esta investigación en aras de mejorar el nivel académico de los alumnos y su formación profesional.

BIBLIOGRAFIA

AUSUBLE y Colbes. (1990). **La Educación**. México, Editorial McGraw Hill.

ALVAREZ, LUIS (2000) **Diseño y Construcción de un Banco Universal para Ensayos de Vibraciones y un Simulador para Equipos Rotativos**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui.

ARIAS, FIDIAS (2006). **El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica**. Caracas. Editorial Episteme.

BANDURA, ALBERT (1969). **Beneficios del Aprendizaje por Observación**. México, Editorial McGraw Hill.

BERNANDEZ (2000). **Mantenimiento Predictivo de Moto Ventiladores Mediante el Análisis de Vibraciones**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui.

BLANCO, RIGEL. (1994). **Operacionalización de los Objetivos**. México. Editorial McGraw Hill

BRIONES, CARLOS. (1989). **Metodología de la Investigación**. Mac Graw Hill. México.

CARRETERO, (1993). **El Constructivismo**. México. McGraw Hill.

CARREÑO, CLEMENTE (2001) **Aplicación en la Industria de Análisis de Vibración** Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui.

CERDA, S. (1995). **Análisis Cualitativo**. México. Editorial McGrawHill.

DIAZ Y HERNANDEZ. **Aprendizaje por Observación (o vicario)**.

FIGUEROA, (1999). **Cumbre de la Américas**

_____ (1999) Proyecto O.E.A.: **Educación para el trabajo y desarrollo de la Juventud**. Venezuela. Innovaciones en Educación para el Trabajo. Edit. FEDUPEL 158 Págs.

_____ (2006) Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Edit. FEDUPEL 238 Págs.

HERNANDEZ SAMPIRI E AT. (1991). **Metodología De la Investigación** Editorial Mc Graw Hill México.

JAIMES (1996) **Balanceo Dinámico**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.

PEREZ, ALEXIS (200). **Guía Metodológica para Anteproyectos de Investigación**. FedeUpel. Caracas. La editorial Pedagógica.

PEREZ, RAMON (2005). **Mejora en el Mantenimiento predictivo por el análisis de vibración en equipo rotativo**. Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.

PIAGET, J. (1996). **La formación de la Inteligencia**. Editorial Debate. 1era. edición. Traducción Castellana: Madrid.

R. F. STEIDEL, JR (1991) “**Introducción al estudio de las vibraciones mecánicas**”, México, Editorial Continental.

RIVAS J., ANAHYS C. (2003) **Implementación de Mantenimiento Predictivo Basado en el Análisis de Vibración**. Trabajo de Grado Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui.

SABINO, CARLOS. (1992). **El Proceso de Investigación**. Editorial Panaco. Caracas, Venezuela.

SALAZAR (2004) **Mejoras en el Mantenimiento Predictivo por Análisis de Vibración en Equipos Rotativos de la Planta de Catalítica y Alquilación**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui.

THOMPSON, WILLIAM T (1982) “**Teoría de vibraciones**”, Colombia, Editorial Prentice Hall.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR. (2006). **Manual para la elaboración de Trabajos Especial de Grado**. Caracas

VERGARA (2000) **Estudio de Análisis de Vibraciones en Equipos Reciprocantes**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo Anzoátegui

VILLAFRANCA DE ALEMAN, D. (1996) **Metodología de la investigación**. Los Teques, Venezuela. Fundaca. Cultca.

WOOLFOLK, (1999). **La Teoría Constructivista**. México. McGraw Hill.

Trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias (TICs). Disponible en:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>

ANEXOS

ANEXO N°. 1

CUESTIONARIO

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN



**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO
PARA SER USADO CON FINES DIDÁCTICOS EN LA FORMACIÓN DE
INGENIEROS Y TECNÓLOGOS DE LA
U.D.O. – ANZOÁTEGUI**

ENCUESTA DIRIGIDA A PROFESORES

Autor: Br. Ymbher R. Briggs E.

Asesor: Prof. Carlos Estanga

Barcelona, Marzo de 2009

Estimado:

Profesor de la escuela de Ingeniería Mecánica

Universidad de Oriente

Núcleo de Anzoátegui

Presente.

La presente encuesta está dirigida a los profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica, que cumpla con los siguientes requisitos:

Pertenecer al área de Vibraciones, estar dictando o haber dictado las asignaturas Vibraciones o Vibraciones Mecánicas y dos años de experiencia como mínimo. Con el fin de recopilar toda la información necesaria para el buen desarrollo de una investigación titulada **“DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO PARA SER USADO CON FINES DIDÁCTICOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS Y TECNÓLOGOS DE LA U.D.O. – ANZOÁTEGUP”**. Realizada por el Tecnlg. Ymbher R. Briggs E., cursantes de la carrera Licenciatura en Educación Mención Técnica Industrial, dictada en la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre.

INSTRUCCIONES:

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas y alternativas de respuestas para emitir su opinión.
- Responderá marcando con una “X” en el recuadro correspondiente a cada una de alternativas.
- La objetividad o sinceridad en sus opiniones o respuestas favorecerá a la importancia de la información.

¡Gracias!

Nº. Sujeto _____

1- ¿Realiza prueba diagnostico para medir el nivel teórico del Programa en la asignatura Vibraciones a los Estudiantes?

Si No

2- ¿Con los resultados obtenidos de la prueba diagnostico selecciona usted la estrategia metodológica a utilizar?

Si No

3- ¿Cree usted que el programa de la asignatura Vibraciones permite alcanzar los objetivos específicos de la misma? Explique.

Si No

4- ¿Considera usted necesario que la teoría reforzada con la práctica sirva para mejorar la enseñanza aprendizaje?

Si No

5- ¿Cree usted que pudiera ser beneficioso el uso de otras técnicas que mejoren el desempeño del docente?

Si No

6- ¿Qué instrumento considera usted más adecuado para realizar las prácticas de balanceo dinámico?

Material Didác

Usos Audioviss

Banco de Prue

Otros (explique)

7- ¿Cree usted que el uso del instrumento seleccionado anteriormente mejore la enseñanza aprendizaje?

Si

No

8- ¿Considera usted importante y necesario el diseño de un Banco de Prueba para la enseñanza – aprendizaje?

Si

No

ANEXO N° 2
CUESTIONARIO

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN



**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO
PARA SER USADO CON FINES DIDÁCTICOS EN LA FORMACIÓN DE
INGENIEROS Y TECNÓLOGOS DE LA
U.D.O. – ANZOÁTEGUI**

ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES

Autor: Br. Ymbher R. Briggs E.

Asesor: Prof. Carlos Estanga

Barcelona, Marzo de 2009

Estimados:

Estudiantes de la escuela de Ingeniería Mecánica y Tecnología Mecánica

Universidad de Oriente

Núcleo de Anzoátegui

Presente.

La presente entrevista está dirigida a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica y del Departamento de Tecnología en Fabricación Mecánica, que cumpla con los siguientes requisitos: Haber cursado la asignatura Vibraciones, estar cursando o haber cursado la asignatura Vibraciones Mecánica, calificación de 6 puntos o más en el área. Con el fin de recopilar toda la información necesaria para el buen desarrollo de una investigación titulada **“DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO PARA SER USADO CON FINES DIDÁCTICOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS Y TECNÓLOGOS DE LA U.D.O. – ANZOÁTEGUI”**. Realizada por el Tecnlg. Ymbher R. Briggs E., cursantes de la carrera Licenciatura en Educación Mención Técnica Industrial, dictada en la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre.

INSTRUCCIONES:

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas y alternativas de respuestas para emitir su opinión.

- Responderá marcando con una “X” en el recuadro correspondiente a cada una de alternativas.
- La objetividad o sinceridad en sus opiniones o respuestas favorecerá a la importancia de la información.

¡Gracias!

Nº. Sujeto _____

9- ¿El profesor de la asignatura le realiza prueba diagnostica al inicio del semestre para medir el nivel teórico del Programa en la asignatura Vibraciones?

Si No

10-¿Con los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica le selecciona el profesor la estrategia metodológica a utilizar?

Si No

11-¿Considera usted que el programa de la asignatura Vibraciones alcanza los objetivos específicos de la misma? Explique.

Si No

12-¿Cree usted que la teoría suministrada por el profesor reforzada con la práctica sirve para mejorar su aprendizaje?

Si No

13-¿Considera usted que la aplicación de otras técnicas por parte del profesor mejoren su desempeño?

Si No

14-¿Qué instrumento considera usted más adecuado para realizar las prácticas de balanceo dinámico?

Material Didác

Usos Audioviss

Banco de Prue

Otros (expliqu

15- ¿Cree usted que el uso del instrumento seleccionado anteriormente mejore su aprendizaje?

Si

No

16- ¿Considera usted importante y necesario el diseño de un Banco de Prueba para la enseñanza – aprendizaje?

Si

No

ANEXO N° 3

TABLA F

DIMENSIONES DE CHAVETAS

Véanse figuras 10.1 y 10.2 para b y l . De norma ASA B17.1-1943. Existen otros tamaños. Las tolerancias de l pueden ser numéricamente las mismas indicadas, negativas en chavetas planas y positivas en chavetas de cuña.

DIÁMETRO DEL EJE (inclusives)		b		l		TOLERANCIA EN b	
pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$	12,7-14,3	$\frac{1}{16}$	3,2	$\frac{1}{32}$	2,4	-0,0020	-0,0508
$\frac{3}{16}$ - $\frac{1}{2}$	15,9-22,2	$\frac{3}{16}$	4,8	$\frac{1}{8}$	3,2	-0,0020	-0,0508
$\frac{5}{16}$ - $1 \frac{1}{4}$	23,8-31,7	$\frac{1}{4}$	6,4	$\frac{1}{8}$	4,8	-0,0020	-0,0508
$1 \frac{1}{16}$ - $1 \frac{1}{8}$	33,3-34,9	$\frac{3}{16}$	7,9	$\frac{1}{4}$	6,4	-0,0020	-0,0508
$1 \frac{1}{8}$ - $1 \frac{3}{8}$	36,5-44,4	$\frac{1}{2}$	9,5	$\frac{1}{4}$	6,4	-0,0020	-0,0508
$1 \frac{3}{8}$ - $2 \frac{1}{4}$	46,0-57,1	$\frac{3}{8}$	12,7	$\frac{1}{2}$	9,5	-0,0025	-0,0635
$2 \frac{1}{16}$ - $2 \frac{3}{8}$	58,7-69,8	$\frac{1}{2}$	15,9	$\frac{3}{16}$	11,1	-0,0025	-0,0635
$2 \frac{3}{8}$ - $3 \frac{1}{8}$	73,0-82,5	$\frac{3}{4}$	19,1	$\frac{1}{2}$	12,7	-0,0025	-0,0635
$3 \frac{1}{8}$ - $3 \frac{3}{8}$	85,7-95,2	$\frac{7}{8}$	22,2	$\frac{3}{4}$	15,9	-0,0030	-0,0762
$3 \frac{3}{8}$ - $4 \frac{1}{8}$	98,4-114,3	1	25,4	$\frac{3}{4}$	19,1	-0,0030	-0,0762
$4 \frac{1}{8}$ - $5 \frac{1}{8}$	120,7-139,7	$1 \frac{1}{8}$	31,7	$\frac{7}{8}$	22,2	-0,0030	-0,0762
$5 \frac{1}{8}$ -6	146,1-152,4	$1 \frac{1}{2}$	38,1	1	25,4	-0,0030	-0,0762

ANEXO N° 4

TABLA AT-10

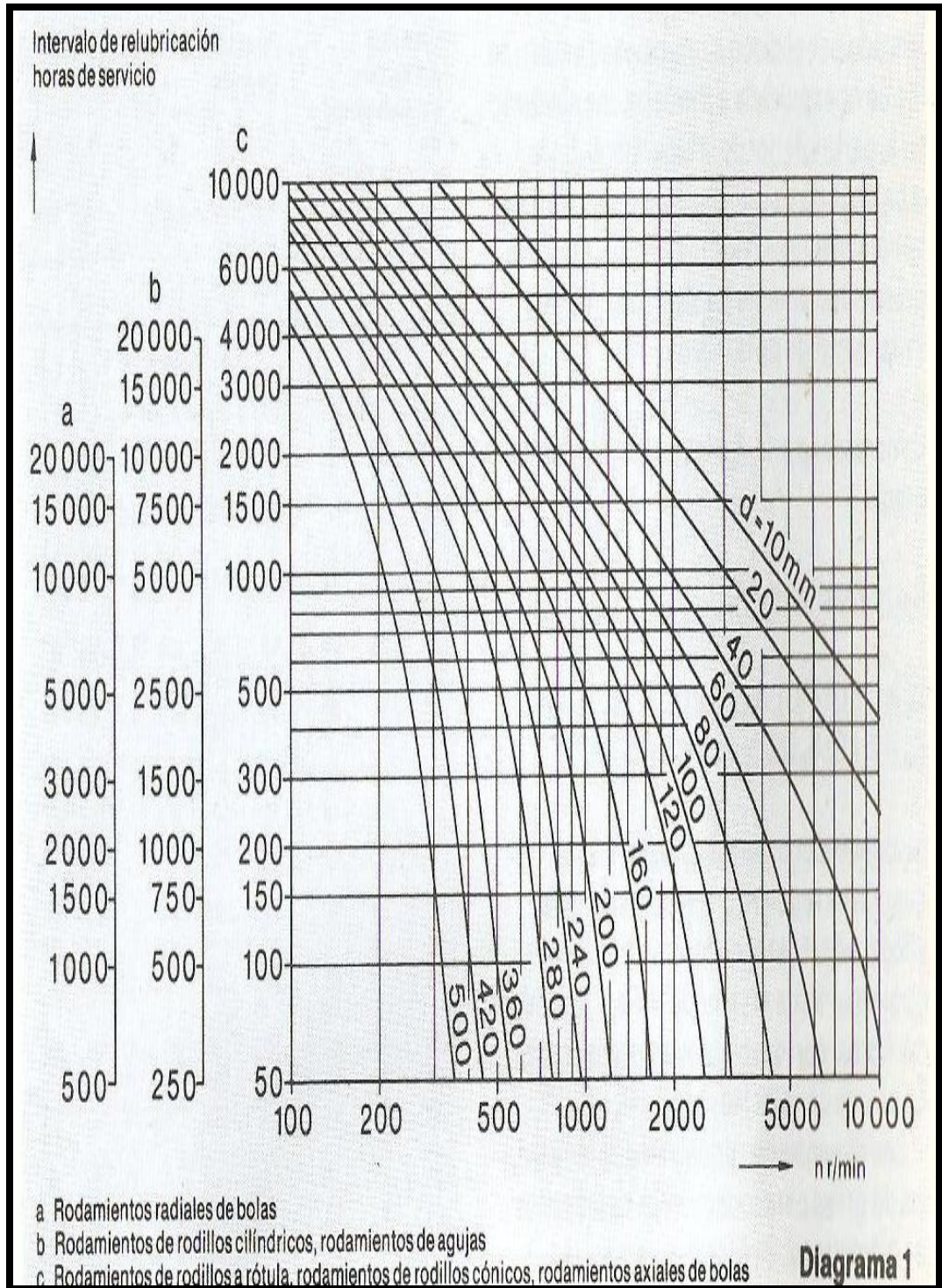
TABLA AT 10 DIVERSOS LÍMITES DE FATIGA Y RESISTENCIAS A LA FATIGA [2.1, 2.3, 2.5, 2.9, 2.12, 2.16]

Muestras (o bien 0,5 pulg) o menores. Véanse también tablas AT 3, AT 4, AT 6, AT 7, figura AT 3. La relación de fatiga s_n/s_u disminuye cuando aumenta la dimensión de la sección, hasta un valor tan bajo como 0,35 para la dimensión de 152,40 mm (o bien 6 pulg) en acero fundido.

MATERIAL	ESTADO	s_n PARA NÚM. DE CICLOS (b)		$\frac{s_n}{s_u}$ (d)	s_y		$\frac{s_y}{s_n}$
		kg/cm ²	ksi		kg/cm ²	ksi	
Hierro dulce	Longitudinal	1617	23	0,49	1968	28	1,22
Hierro dulce	Transversal	1335	19	0,55	1757(c)	25(c)	1,31
Hierro fundido . . .	ASTM 30	843	12	0,38			
Hierro fundido . . .	ASTM 30	1124 en 10 ⁵	16 en 10 ⁵				
Hierro fundido . . .	ASTM 30	1476 en 10 ⁴	21 en 10 ⁴				
Acero fund., 0,18% C.	Fundido simple, sin tratar	2214	31,5	0,45	2531	36	1,14
Acero fund., 0,18% C.	Fundido y recocido	2425	34,5	0,45	2601	37	1,07
Acero fund., 0,25% C.	Fundido y normalizado	2460	35	0,46	3163	45	1,29
Acero fund., 1330 (a).	Fundido, N&T 1200	3374	48	0,49	4288	61	1,27
Acero fund., 1330 (a).	Fundido, WQT (269 BHN)	4077	58	0,48	7451	106	1,83
Acero fundido, 4340	Fundido, WQT 1100	4499	64	0,40	10405	148	2,32
Acero fundido, 8630	Fundido, N&T 1200	3797	54	0,49	5976	85	1,57
Acero fundido, 8630	Fundido, WQT (286 BHN)	4570	65	0,47	8788	125	1,92
Acero forjado 1015							
1015	Estirado en frío (10 % trabajo)	2812	40	0,57	4429	63	1,58
1020	Laminado simple	3163 en 10 ⁴	45 en 10 ⁴		3374	48	1,08
1020	Laminado simple	2812 en 10 ⁵	40 en 10 ⁵		3374	48	1,20
1020	Laminado simple	2320 en 10 ⁶	33 en 10 ⁶		3374	48	1,45
1035	Estirado en frío	3234(c)	46(c)	0,50	5484	78	1,69
1035	En aire	2854	40,6	0,46	4077	58	1,43
1035	En salmuera	1729	24,6		4077	58	2,36
1035	En azufre	745	10,6		4077	58	5,48
1040	Estirado en frío (trabajo 10 %)	3797	54	0,54	5976	85	1,57
1040	Estirado en frío (trabajo 20 %)	4148	59	0,5	6468	92	1,56
1117	Estirado en frío	2812(c)	40(c)	0,50(c)	4780	68	1,70
1141	Estirado en frío	3515	50	0,46	6237	90	1,8
13B45	OQT 1100	4780	68	0,54	7874	112	1,65
1144	Estirado a temperatura elevada (ETD)	5062	72	0,48	9843	140	1,95
2317	En aire	3656	52	0,61	3515	50	0,96
2317	En salmuera	2221	31,6		3515	50	1,58
2317	En azufre	1680	23,9		3515	50	2,09
2320	Barra laminada en caliente	3374	48	0,50	3586	51	1,06
2320	Cementado, endurecido superficial	6327	90	0,53	9843	140	1,56
3120	Cementado, endurecido superficial	6327	90	0,64	7030	100	1,11
4340	En 1000° F, o sea 538° C (OQT 1150)	2812	40				
6150	Tratado térmicamente	6749	96	0,46	13350	190	1,98
8630	Estirado en frío (20 %)	4359	62	0,51	7522	107	1,73
94B40	OQT 1100	4921	70	0,51	8366	119	1,70
Nitralloy N	Nitruado	8718	124	0,65	12655	180	1,45
Nitralloy 135, modif.	No nitruado	3163	45				
Nitralloy 135, modif.	Nitruado	6327	90	0,66	9843	140	1,56
Nitralloy 135, modif.	Entallado y no nitruado	1687	24				
Nitralloy 135, modif.	Entallado y nitruado	5624	80	0,59	9843	140	1,75
Acero inoxidable 316.	Barra recocida	2671	38	0,37	2460	35	0,92
Acero inoxidable 403.	Barra recocida	2812	40	0,57	2601	37	0,67
Acero inoxidable 403.	Barras, tratamiento térmico para $R_B = 97$	3866	55	0,50	5976	85	1,54

ANEXO N° 5

SISTEMA DE LUBRICACION (MANUAL SKF)



**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

TÍTULO	DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Ymbher R.Briggs E	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

_ Banco de Prueba de balanceo dinámico, Material didáctico

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
EDUCACION	TECNICA INDUSTRIAL

RESUMEN (ABSTRACT):

El objetivo del presente trabajo fue diseñar un Banco de Prueba de Balanceo Dinámico para ser usado con fines didácticos en la formación de Ingenieros y Tecnólogos de la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, con la finalidad de realizar balanceo dinámico, aplicando una metodología que se inició por la revisión bibliográfica, la identificación del boceto para el banco de prueba, la representación croquis del banco de prueba, la realización de los cálculos para la obtención de las dimensiones del banco de prueba, el dibujo de los planos de conjunto y despiece del banco de prueba, la selección de los componentes del Banco de Prueba y la elaboración del material didáctico del banco de prueba.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Prof. Carlos Estanga	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009	06	01
AÑO	MES	DÍ
		A

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBA DE BALANCEO DINÁMICO .DOC	APPLICATION/MSWORD

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y
z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

LICENCIADO EN EDUCACION

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

PRE-GRADO

ÁREA DE ESTUDIO:

DEPARTAMENTO DE EDUCACION

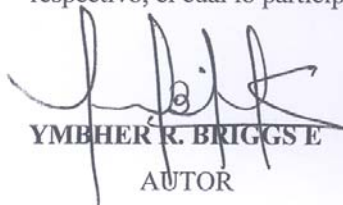
INSTITUCIÓN:

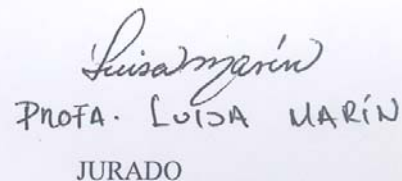
UNIVERSIDAD DE ORIENTE/ NUCLEO SUCRE

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

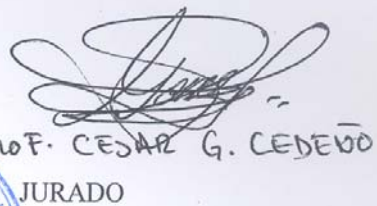
DERECHOS

De acuerdo al artículo N° 44 del Reglamento de Trabajo de Grado: “Los trabajos de Grado son exclusivamente propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario”.


YMBER R. BRIGGS E
AUTOR


PROFA. LUISA MARÍN
JURADO


PROF. CARLOS ESTANGA
TUTOR


PROF. CESAR G. CEDEÑO
JURADO



POR LA SUBCOMISION DE TESIS

