



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
TESIS DE GRADO

TEMA:

**“CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN
PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS PARÁMETROS
DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL PARA EL
LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”**

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

AUTORES:

Pichucho Aymacaña José Luis

Riera Calero German Vinicio

DIRECTOR DE TESIS:

Mg. C. Ing. Álvaro Santiago Mullo

ASESOR METODOLÓGICO:

Lcda. MsC. Mirian Susana Pallasco

**FEBRERO
2016**



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Pichucho Aymacaña José Luis.
- Riera Calero German Vinicio.

Con la tesis, cuyo título es: **“Construcción de una máquina de ensayos de torsión para análisis mecánico y virtual de los parámetros de la deformación y rotura del material para el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015”**

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuestos, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 1 de Febrero del 2016.

Para constancia firman:

Ing. Ángel León.

PRESIDENTE

Lic. Mirian Susana Pallasco.

MIEMBRO

Ing. Mg. C. Edwin Moreano.

OPOSITOR

Ing. Mg. C. Álvaro Mullo.

TUTOR (DIRECTOR)



AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente proyecto de tesis “**CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS PARÁMETROS DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015**”, es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Atentamente:

Pichucho Aymacaña José Luis

C.I.: 172121859-0

Riera Calero German Vinicio

C.I.: 050331225-8



AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directo de trabajo de investigación sobre el tema:

“CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS PARÁMETROS DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”, de los señores estudiantes; PICHUCHO AYMACAÑA JOSÉ LUIS y RIERA CALERO GERMAN VINICIO , postulantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico para ser sometido a la evaluación de Tribunal de Validación del proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación

Latacunga, 1 de Febrero del 2016

EL DIRECTOR

Mg. C. Ing. Álvaro Santiago Mullo Quevedo

C.C. 0502768542

DIRECTOR DE TESIS



AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

Honorable Consejo Académico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, Art. 9 literal (f), en calidad de Asesor Metodológico del tema **“CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS PARÁMETROS DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”**, me permito informar que los postulantes egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica: PICHUCHO AYMACAÑA JOSÉ LUIS y RIERA CALERO GERMAN VINICIO, han desarrollado su tesis de grado en forma teórica bajo mi dirección y supervisión el mismo que está redactado de acuerdo a los planteamientos formulados en el plan de trabajo de investigación de grado de la universidad, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente tesis de grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 1 de Febrero del 2016

Lcda. MsC. Mirian Susana Pallasco

C.C. 050186287-4

ASESOR METODOLÓGICO DE LA TESIS



CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de coordinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico que mediante la tesis: **“CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS PARÁMETROS DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”**

Los señores Pichucho Aymacaña José Luis y Riera Calero German Vinicio realizan la entrega de una máquina de ensayos de torsión para análisis mecánico y virtual de los parámetros de la deformación y rotura del material para el laboratorio de la carrea de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, 1 de Febrero del 2016

Mg. C. Ing. Edwin Homero Moreano Martínez

C.C. 050276854-2

COORDINACIÓN DE CARRERA
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme, cuidarme, guiarme y darme la fuerza para lograr tan anhelado sueño.

A mi familia por estar siempre a mi lado apoyándome en todo, en los momentos buenos y malos de mi vida.

A mis padres Segundo y Rosa por darme esos pequeños consejos que me sirvieron de mucho para seguir adelante y conseguir la meta.

A mis hermanas, Jacqueline, Jenny y Viviana que han estado ahí apoyándome en toda mi vida de estudiante.

Al Don Ángel y toda su familia que me recibieron como uno más de ellos y que han sido de mucha inspiración y fuerza en mi vida

José Luis

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme, cuidarme y darme la fuerza para lograr tan anhelado sueño.

A mis padres Heriberto Riera y Carmen Calero, por aconsejarme y apoyarme para poder conseguir mis sueños anhelados, espero contar siempre con el apoyo de ellos ya que es fundamental para poder sobresalir en la vida.

A mi esposa María Bravo por el apoyo brindado para alcanzar mi meta, siempre inculcándome a la perseverancia de mis objetivos trazados que serán para el beneficio de nuestra familia.

A mi hijo Josué Riera ya que ha sido el motor fundamental para lograr conseguir mi objetivo planteado y así brindarle una mejor calidad de vida.

A mi hermana Jisela Riera ya que con ella he compartido grandes momentos de mi vida.

German Vinicio

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la sabiduría, la fortaleza, de un nuevo despertar todos los días y saber que él nos cuida.

A mis Padres Segundo Pichucho y Rosa Aymacaña que me apoyaron toda mi vida y por motivarme día a día para lograr mis metas

A los Docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por habernos brindado sus conocimientos, para ser un buen profesional útil en la sociedad

José Luis

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a dios por el tener con vida y darme el conocimiento y sabiduría para poder ir por el camino del bien.

A mis padres Heriberto y Carmen por el apoyo incondicional para terminar mis estudios superiores, de tal manera obtener mi título profesional y tener una mejor calidad de vida para mí y mi familia.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y permitirme la formar como un profesional y ser un aporte para la sociedad y a los docentes que nos llenaron de conocimientos.

German Riera

ÍNDICE DE GENERAL

Autoría	ii
Aval de director de tesis.....	iii
Aval de asesor metodológico	iv
Certificado de implementación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	viii
Índice de general.....	x
Índice de figuras.....	xiii
Índice de tablas	xiv
Índice de gráficos.....	xv
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii
Aval de traducción	xviii
Introducción	xix

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Resistencia de materiales.....	2
1.2.1. El acero.....	2
1.3. La torsión	4
1.3.1. Dedución de la Fórmula de la Torsión.....	4
1.3.2. Esfuerzos en el Rango Elástico.....	6
1.3.2.1. Ángulo de Torsión en el Rango Elástico	7
1.3.3. Comportamiento Esfuerzo-Deformación.....	8
1.4. Descripción del ensayo de torsión	9
1.4.1. Torsión uniforme.....	9
1.4.2. Torsión no uniforme.....	10
1.5. Las probetas	10
1.5.1. Probeta mecánica	10
1.5.2. Probeta de Acero	11
1.5.3. Probeta de Aluminio.	11
1.5.3.1. Propiedades físicas del aluminio.....	12
1.5.4. Grado de rotura	13

1.5.5.	Norma A.S.T.M. (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales).	14
1.5.5.1.	Clasificación de los aceros según la norma A.S.T.M.	14
1.6.	Mordazas auto entrantes	15
1.7.	Riel angular	15
1.8.	Caja reductora	16
1.9.	Motor trifásico.	16
1.9.1.	Partes del motor	17
1.9.2.	Principio de funcionamiento.	18
1.10.	Variador de frecuencia	18
1.10.1.	Funcionamiento del variador de frecuencia	18
1.11.	Encoder	19
1.11.1.	Especificaciones encoder	20
1.11.2.	Como funciona un Encoder	20
1.12.	Celda de carga	21
1.13.	Amplificador de señal	21
1.14.	Breaker	22
1.14.1.	Características de un Breaker.	23
1.15.	La programación.	23
1.15.1.	Entorno industrial.	24
1.15.2.	Entorno de laboratorio.	24
1.16.	Software labview	25
1.16.1.	Funcionamiento del programa labview	25
1.17.	Tarjeta de adquisición de datos.	26
1.18.	Diseño conceptual de la máquina de torsión.	27

CAPITULO II

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

2.1.	Caracterización de la universidad técnica de cotopaxi	29
2.1.1.	Antecedentes Históricos	29
2.1.2.	Misión	29
2.1.3.	Visión	30
2.1.4.	Aspectos históricos de la carrera de Ingeniería Electromecánica	30
2.1.4.1.	Misión	31
2.1.4.2.	Visión	31
2.1.4.3.	Objetivo de la carrera de Ingeniería Electromecánica	31
2.2.	Diseño metodológico	32

2.2.1.	Investigación Aplicada.....	32
2.2.1.1.	Investigación Bibliográfica	32
2.2.2.	Métodos de investigación.....	32
2.2.2.1.	Método inductivo.....	32
2.2.2.2.	Método Deductivo	32
2.2.3.	Técnicas de investigación	33
2.2.3.1.	La Observación.....	33
2.2.3.2.	La encuesta	33
2.3.	Población y muestra.....	33
2.4.	Análisis e interpretación de resultados	34
2.5.	Verificación de la hipótesis.....	44
2.5.1.	Enunciado.....	44
2.5.2.	Argumentación.....	44
2.5.3.	Factibilidad del proyecto.....	44

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1.	Tema	46
3.2.	Presentación	46
3.3.	Justificación	47
3.4.	Objetivos.....	48
3.4.1.	Objetivo General	48
3.4.2.	Objetivos Específicos.....	48
3.5.	Análisis de factibilidad	48
3.5.1.	Factibilidad Técnica	48
3.5.2.	Factibilidad Económica.....	49
3.5.3.	Factibilidad Operacional	49
3.6.	Desarrollo de la propuesta	49
	Características:.....	58
3.7.	proceso de construcción de la máquina de ensayos de torsión	64
	Propiedades del materiales a ensayar.....	67
3.8.	Estructura de la máquina de ensayos de torsión.	68
	Conclusiones.....	71
	Recomendaciones:	73
	Bibliografías.....	76
	Bibliografías citadas.	76

Bibliografías consultadas.....	77
Bibliografía en línea.....	78
Anexos	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. 1. El Acero	3
Figura N° 1. 2. Elemento sometido a un par de torsión.....	5
Figura N° 1. 3. Equilibrio de un elemento diferencial.....	5
Figura N° 1. 4. Diagrama de momento torsor vs ángulo de torsión.	8
Figura N° 1. 5. Probeta de sección circular de radio R y longitud L, sometida a un momento torsor T.....	10
Figura N° 1. 6. Probeta Normalizada.....	10
Figura N° 1. 7. Probeta de Acero.....	11
Figura N° 1. 8. Probeta de Aluminio.	12
Figura N° 1. 9. Propiedades físicas del aluminio.....	12
Figura N° 1. 10. Curva de la rotura del material.....	13
Figura N° 1. 11. Clasificación de los aceros.	14
Figura N° 1. 12. Mordazas.....	15
Figura N° 1. 13. Riel Angular.....	15
Figura N° 1. 14. Caja reductora.	16
Figura N° 1. 15. Motor Trifásico.	17
Figura N° 1. 16. Variador de frecuencia.	18
Figura N° 1. 17. Esquema del variador de frecuencia.	19
Figura N° 1. 18. Encoder.	19
Figura N° 1. 19. Funcionamiento de un Encoder.....	20
Figura N° 1. 20. Celda de carga.....	21
Figura N° 1. 21. Esquema de un amplificador de señal.....	22
Figura N° 1. 22. Breaker trifásico.....	22
Figura N° 1. 23. Cadena de adquisición de datos.	23
Figura N° 1. 24. Proceso del entorno industrial.....	24
Figura N° 1. 25. Proceso del entorno de laboratorio.....	25
Figura N° 1. 26. Panel frontal con controles (A) e indicadores (B).....	26

Figura N° 1. 27. Diagrama de bloques.....	26
Figura N° 1. 28. Dispositivo DAQ.....	27
Figura N° 1. 29. Diseño conceptual de la máquina.....	28
Figura N° 3. 1. Motor trifásico ABB.	50
Figura N° 3. 2. Variador de frecuencia.	51
Figura N° 3. 3. Caja reductora.	52
Figura N° 3. 4. Mandriles.	53
Figura N° 3. 5. Encoder rotacional.	53
Figura N° 3. 6. Celda de carga.	54
Figura N° 3. 7. Diseño de la probeta a ensayar.....	55
Figura N° 3. 8. Lab View 2014.....	57
Figura N° 3. 9. Data Acquisition Driver Software.	57
Figura N° 3. 10. Ventana de visualización de LabView.....	58
Figura N° 3. 11. Ensamblaje de la estructura.....	64
Figura N° 3. 12. Soldado de la parte inferior de la estructura.	65
Figura N° 3. 13. Base de sujeción de los mandriles.....	65
Figura N° 3. 14. Construcción del punto móvil.....	66
Figura N° 3. 15. Montaje de los mandriles.	66
Figura N° 3. 16. Análisis de fuerzas en el soporte estructural.....	68
Figura N° 3. 17. Análisis de tensión.	69
Figura N° 3. 18. Análisis de desplazamiento.....	69
Figura N° 3. 19. Análisis del factor de seguridad.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2. 1. Población involucrada.	34
Tabla N° 2. 2. Resumen de la pregunta N° 1	35
Tabla N° 2. 3. Resumen de la pregunta N° 2	36
Tabla N° 2. 4. Resumen de la pregunta N° 3	37
Tabla N° 2. 5. Resumen de la pregunta N° 4	38
Tabla N° 2. 6. Resumen de la pregunta N° 5	39
Tabla N° 2. 7. Resumen de la pregunta N° 6	40

Tabla N° 2. 8. Resumen de la pregunta N° 7	41
Tabla N° 2. 9. Resumen de la pregunta N° 8	42
Tabla N° 2. 10. Tabla general de frecuencias y porcentajes.	43
Tabla N° 3. 1. Características técnicas del motor.....	50
Tabla N° 3. 2. Características técnicas del variador.....	51
Tabla N° 3. 3. Características de la caja reductora.	52
Tabla N° 3. 4. Características técnicas del encoder	53
Tabla N° 3. 5. Características técnicas de la celda de carga.	54
Tabla N° 3. 6. Medidas de las probetas de aluminio y acero.	55
Tabla N° 3. 7. Características de la tarjeta de adquisición.....	56
Tabla N° 3. 8. Propiedades del material.....	67

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2. 1. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 1	35
Gráfico N° 2. 2. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 2	36
Gráfico N° 2. 3. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 3	37
Gráfico N° 2. 4. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 4	38
Gráfico N° 2. 5. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 5	39
Gráfico N° 2. 6. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 6	40
Gráfico N° 2. 7. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 7	41
Gráfico N° 2. 8. Representacion gráfica del resumen de la pregunta N° 8	42



TEMA: “CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS PARÁMETROS DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015.”

AUTORES:

Pichucho Aymacaña José Luis

Riera Calero German Vinicio

RESUMEN

El presente proyecto se basa en la construcción de una máquina de ensayos de torsión para la verificación de los materiales, mediante la elaboración de este tipo de máquina ayuda a diferenciar los tipos de materiales que usualmente conocemos, de su resistividad y comportamiento a las diferentes fuerzas que serán sometidas. La máquina de torsión permite visualizar de manera mecánica y virtual el comportamiento de los materiales a ser analizados. Para la visualización virtual se colocó una tarjeta de adquisición de datos el mismo que crea una conexión entre el computador y la máquina, para la interfaz gráfica se realizó mediante el software LabVIEW el cual permite visualizar de mejor manera el comportamiento de la máquina de torsión. La máquina de ensayos de torsión cuenta con un manual de prácticas lo cual permite a los estudiantes el análisis de diferentes tipos de materiales en tiempo real. El beneficio de la máquina es ayudar al docente que imparte sus conocimientos en clase como para el estudiante que le permite la manipulación directa de la misma en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica, los elementos de protección, control y advertencia permite al estudiante desarrollar destrezas que le servirán en la vida profesional.

Palabras Claves: Máquina de Torsión, análisis mecánico, análisis virtual.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED
CAREER OF ELECTROMECHANICAL ENGINEERING

TOPIC: “CONSTRUCTION OF A TORSION ESSAY MACHINE FOR MECHANICAL AND VIRTUAL ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE DEFORMATION AND FRACTURE OF MATERIALS ELECTROMECHANICAL LABORATORY AT THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI IN THE PERIOD 2015”

AUTHORS:

Pichucho Aymacaña José Luis
Riera Calero German Vinicio

ABSTRACT

This project is based on the construction of a torsion essay machine for verification of materials, through developing this type of machine helps differentiate the types of materials that usually we know, of the resistivity and behavior to the different forces they shall be subject. The torsion machine allows seeing of mechanical and virtual way the behavior of materials to be analyzed. For the virtual visualization it is placed an acquisition card of facts the same it creates a connection between the computer and the machine for the graphical interface was realized through the LabVIEW software which allow visualized better way of the torsion machine. The torsion essays machine has a practice manual which allows to students the analysis of different types of materials in real time. The benefit of the machine is to help the teacher who imparts his knowledge in class, for student that allows direct manipulation of the same in the laboratory of electromechanical engineering, the elements of protection, control and warning, permit the student to develop skills they will serve in professional life.

Key Words: Torsion Machine, Mechanical Analysis and Virtual Analysis.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente de la Carrera de Ciencias de la Educación, | Mención
Inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Certifico, que he realizado la revisión del Abstract, de la tesis elaborada por los
alumnos : Pichucho Aymacaña José Luis y Riera Calero German Vinicio; con el
tema: **“CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE
TORSIÓN PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS
PARÁMETROS DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL
PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”**, el
mismo que cumple con requerimientos técnicos gramaticales del idioma inglés.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad; pudiendo hacer uso de la
presente para los fines legales pertinentes.

Latacunga, 1 de Febrero del 2016



Lic. Marcelo Pacheco Pruna.

C.C. 0502617350.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el Ecuador existe una gran demanda en la utilización de máquinas que permiten verificar el tipo de material con la que se trabaja, tanto para facilitar el mejoramiento en las industrias, por lo cual nos permite optimizar su funcionamiento y garantizar la calidad del producto.

Por ello el presente proyecto tiene como objetivo la construcción de una máquina de ensayos de torsión para el análisis mecánico y virtual de los parámetros de la deformación y rotura del material que aportara tecnológicamente el laboratorio de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de Ingenierías y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Además la máquina de ensayos de torsión será un gran aporte para los estudiantes, que mediante la manipulación y elaboración de prácticas ayudará a reforzar la teoría impartida por el docente en las aulas, también podremos visualizar el comportamiento de las variable con la ayuda del software LabVIEW.

El tema estudiado está conformado por tres capítulos que sustentan estos conocimientos:

CAPÍTULO I, contiene la fundamentación teórica, los conceptos básicos de una máquina de ensayos de torsión, además detalla los elementos que lo conforman para su correcto diseño y construcción.

CAPÍTULO II, describe el análisis e interpretación de resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes de ciclos superiores de la carrera de Ingeniería Electromecánica, lo que permite establecer la factibilidad de esta máquina de ensayos de torsión gracias a la verificación de la hipótesis.

CAPÍTULO III, detalla la construcción de una máquina de ensayos de torsión, así también como la selección de dispositivos, tanto mecánicos, eléctricos y electrónicos, adicional a esto contiene una guía de prácticas para su correcta aplicación.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES.

Debido que en la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica no posee una máquina de ensayos de torsión, se tomó como antecedente la construcción de una máquina de torsión construida en la Universidad Simón Bolívar de Venezuela.

El trabajo a que se hace referencia se titula: “Diseño y Construcción de una máquina para realizar ensayos de torsión”, realizado por: Omar Martínez y Jorge Montero, en Octubre del 2010 en la Universidad Simón Bolívar de Venezuela.

Dicho trabajo tuvo como objetivo principal el diseño y la construcción de una máquina de ensayos de torsión. La conclusión obtenida en el trabajo en cuestión fue que la maquina es capaz de realizar ensayos de torsión en materiales dúctiles no ferrosos, tales como aluminio, cobre y latón.

El trabajo también permitió la elaboración de un manual de usuario que permite la operación y el mantenimiento del dispositivo de una manera sencilla.

Las máquinas para realizar ensayos de torsión pueden ser adquiridas tanto en el mercado nacional como en el internacional, sin embargo para la adquisición de esta máquina se requiere una disponibilidad de divisas y de ahí importarla, en cambio en el mercado nacional, aunque resulta posible adquirir la máquina de ensayos de torsión, es solo posible a un costo elevado.

Al elaborar este trabajo, se busca la construcción de una máquina de ensayos con un diseño sencillo, sin comprometer su funcionalidad y con costos de construcción que resulten considerablemente rentables ante la actual situación económica.

1.2. RESISTENCIA DE MATERIALES

Según, http://www.ecured.cu/index.php/Resistencia_de_Materiales.

Es la disciplina que estudia las sollicitaciones internas y las deformaciones que se producen en el cuerpo sometido a cargas exteriores lo cual puede provocar la falla de la misma.

La diferencia entre la Mecánica Teórica y la Resistencia de Materiales radica en que para ésta lo esencial son las propiedades de los cuerpos deformables, mientras que en general, no tienen importancia para la primera.

Según, **El autor ruso V.I. Feodosiev** manifiesta que:

La Resistencia de Materiales puede considerarse como la Mecánica de los Sólidos Deformables.

Se entiende por falla de un cuerpo o de determinadas partes del mismo: a la rotura, o sin llegar a ello, a la existencia de un estado inadecuado. Esto último puede ocurrir por varios motivos: deformaciones demasiado grandes, falta de estabilidad de los materiales, fisuraciones, pérdida del equilibrio estático por pandeo, abollamiento o vuelco, etc.

1.2.1. El Acero

Como material indispensable de refuerzo en las construcciones, es una aleación de hierro y carbono, en proporciones variables, y pueden llegar hasta el 2% de carbono, con el fin de mejorar algunas de sus propiedades, puede contener

también otros elementos. Una de sus características es admitir el temple, con lo que aumenta su dureza y su flexibilidad.

Aparecen tensiones tangenciales paralelas a la sección transversal. Si estas se representan por un campo vectorial sus líneas de flujo "circulan" alrededor de la sección.

La investigación llevada a cabo por la industria del acero durante este periodo ha conducido a la obtención de varios grupos de nuevos aceros que satisfacen muchos de los requisitos sometidos a una serie de pruebas para comprobar su durabilidad y que existe ahora una amplia variedad, cubierta gracias a las normas y especificaciones actuales.

En otros términos, antes de construir una estructura es necesario saber la resistencia que tendrá y las deformaciones que sufrirá por lo cual los aceros son sometidos a pruebas de durabilidad.

Figura N° 1. 1. El Acero



Fuente: (<http://www.cobronce.cl/sitio/img/p/985-1672-thickbox.jpg>,2008)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Es importante al realizar la construcción de una máquina, revisar los aspectos teóricos relacionados con las tareas que va a ejecutar dicho equipo. En este capítulo se muestran los aspectos teóricos sobre Torsión, de manera de tener claro el fenómeno que se va medir con la máquina que se pretende construir.

1.3. LA TORSIÓN

Según, **Bernard J. Hamrock, Bo O Jacobson, Steven R. Schmid**, manifiesta que:

Se refiere a la deformación helicoidal que sufre un cuerpo cuando se le aplica un par de fuerzas (sistema de fuerzas paralelas de igual magnitud y sentido contrario). Es un elemento que está principalmente cargado por un momento axial o de torsión (par de torsión), el cual provoca una deformación por torsión y esfuerzos cortantes. De esta manera la torsión es la carga resultante de la torcedura del eje. **Pág. 64**

La torsión se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo como pueden ser ejes, en general, elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos.

El par de torsión es un momento que tiende a torcer un miembro con respecto a su eje longitudinal, el eje circular se deforma de manera que cada sección transversal plana, el eje está fijo en la parte superior y se le aplica un par de torsión en el extremo inferior se caracteriza geométricamente la curva paralela al eje.

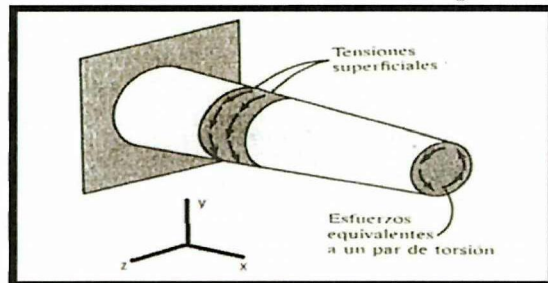
1.3.1. Dedución de la Fórmula de la Torsión.

La deducción se desarrolla de tres ideas básicas de la mecánica de sólidos y la forma que aplica a la torsión de elementos de sección transversal circular. Las ecuaciones asociadas son el equilibrio, deformación y el comportamiento del material que se desarrollan y combinan para la fórmula teórica de la deformación torsional.

- **Equilibrio:** Elemento sometido a la torsión tomando el eje X como el eje paralelo de la barra. Las fuerzas externas se muestran como una carga distribuida $t(x)$ a lo largo del eje de la barra y un par de torsión aplicado mediante esfuerzos cortantes equivalentes sobre su extremo, las fuerzas

externas internas transmitidas a un par de torsión $T(x)$ paralelo al eje (x) , como se muestra en la **fig. 1.2**.

Figura N° 1. 2. Elemento sometido a un par de torsión.



Fuente: (www.aulatecnologia.com,2010)
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

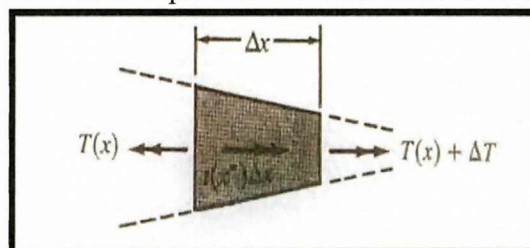
Los esfuerzos cortantes sobre la cara expuesta son tangentes al círculo en todo un punto, el par de torsión interna y los esfuerzos cortantes están relacionados por:

$$T = \int_{Area} r \cdot df = \int_{Area} r \cdot \tau \cdot dA \quad (\text{Ec. 1.1})$$

La ecuación de equilibrio relaciona el par de torsión interno $T(x)$ con el par de torsión $t(x)$ aplicado externamente, se obtiene considerando un diagrama de cuerpo libre de elemento diferencial típico de la barra.

El par de torsión interno $T(x)$ en la posición x , la resultante de la carga externa $t(x) \Delta x$, en el par interno $t(x) + \Delta T(x)$ en la posición $x + \Delta x$, la ecuación de equilibrio diferencial se obtiene sumando momentos con respecto al eje x , como se muestra en la **fig. 1.3**.

Figura N° 1. 3. Equilibrio de un elemento diferencial



Fuente: (www.mecapedia.uji.es,2011)
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

$$\sum T_x = -T(x) + t(x)\Delta x + T(x) + \Delta T(x) = 0 \quad (\text{Ec. 1.2})$$

Pasando al límite cuando $\Delta(x)$ tiende a cero se obtiene:

$$\frac{dT}{dx} + t(x) = 0 \quad (\text{Ec. 1.3})$$

1.3.2. Esfuerzos en el Rango Elástico.

Si se considera el caso en el cual el torque T es tal que todos los esfuerzos cortantes permanecen por debajo del límite de fluencia, se sabe entonces que los esfuerzos en el eje permanecerán por debajo del límite proporcionalidad y del límite elástico también. Aplicando la Ley de Hooke.

$$\text{Ley de Hooke} \quad \tau = G \times \gamma \quad (\text{Ec. 1.4})$$

Donde G es el Módulo de Rigidez del material, si se considera la ecuación 2.2 se tiene que:

$$G \times \gamma = \frac{\rho}{c} \times (G \times \gamma_{\max}) \quad (\text{Ec. 1.5})$$

Finalmente:

$$\tau = \frac{\rho}{c} \times \tau_{\max} \quad (\text{Ec. 1.6})$$

La ecuación muestra que mientras no se exceda el límite de fluencia en alguna parte del eje circular, el esfuerzo cortante en el eje varía linealmente con la distancia ρ al centro del eje. Si se considera la distribución de la fuerza internamente en el eje, se debe tomar en cuenta el momento polar de inercia J de la sección transversal con respecto al centro del eje.

Tal situación hace que la expresión del esfuerzo cortante a cualquier distancia ρ del centro del eje se exprese como:

$$\tau = \frac{(T \times c)}{J} \quad (\text{Ec. 1.7})$$

Los materiales dúctiles fallan generalmente por un esfuerzo cortante. Cuando se somete una probeta hecha con un material dúctil, se rompe en el plano perpendicular a su eje longitudinal; en cambio los materiales frágiles son más débiles a tensión que a esfuerzo cortante.

1.3.2.1. Ángulo de Torsión en el Rango Elástico

Si se mantienen las mismas suposiciones hechas en los párrafos anteriores, la Ley de Hooke es válida, por lo tanto la expresión de la deformación cortante será:

$$\tau_{\max} = \frac{\tau_{\max}}{G} = \frac{T \times c}{J \times G} \quad (\text{Ec. 1.8})$$

Entonces la ecuación que describe el ángulo de Torsión queda:

$$\varphi = \frac{T \times c}{J \times G} \quad (\text{Ec. 1.9})$$

Donde φ está en radianes. Dicha relación muestra que dentro del rango elástico, el ángulo de torsión es proporcional al torque T aplicado. Con la ecuación 2.6 se puede determinar el módulo de rigidez de un material, utilizando una máquina para prueba de Torsión, pues sobre una probeta cilíndrica se aplica un torque T de magnitud creciente, y se registran los valores correspondientes del ángulo de torsión φ en una longitud L.

Mientras no se exceda el esfuerzo de fluencia del material, los puntos obtenidos al trazar T vs. ϕ se localizarán en una línea recta. La pendiente de esta línea representa la cantidad $\frac{J \cdot G}{L}$, de la cual puede calcularse el módulo de rigidez G .

1.3.3. Comportamiento Esfuerzo-Deformación.

Se presenta en la curva de esfuerzo-deformación por cortante típica con dos zonas bien definidas la relación elástica se encuentra definida por la relación:

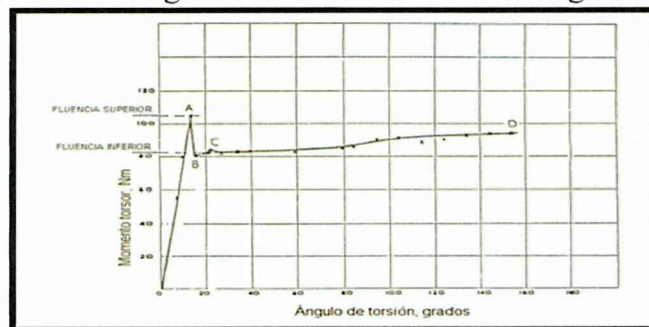
$$\tau = G\gamma \quad (\text{Ec. 1.10})$$

Donde G es el módulo de rigidez, el corte se define como:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (\text{Ec. 1.11})$$

Donde ν es el módulo de posición, el cual se representa la relación de deformación longitudinal y lateral, siempre es inferior a 0,5 para los aceros el modulo tiene un valor de 0,3 como se muestra en la **fig. 1.4**.

Figura N° 1. 4. Diagrama de momento torsor vs ángulo de torsión.



Fuente: (<http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v16n2/fig5-4b.jpg>, 2014)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

En la región plástica de la curva esfuerzo-deformación del material se endurece con la deformación, lo que provoca un aumento en el momento de la torsión, hasta que finalmente ocurre la fractura.

Después de la ruptura por el corte y la separación se obtiene formas características de fractura que se mostrara en el ensayo que se realizara.

- Hipótesis de Coulomb: “Las secciones transversales circulares de la pieza permanecen la torsión, giran rígido alrededor del eje normal a la sección”.

La máquina general de ensayo de torsión consta de una base rígida que puede ser de forma circular o romboidal que hace de bancada para la máquina en general, sobre ella se encuentran varios dispositivos como lo son: una caja reductora, dos mordazas para la sujeción de la probetas, el instrumento de medición del torque aplicado, el instrumento de medición para el ángulo de torsión, un contador de vueltas para el eje de entrada de la caja reductora y niveladores de burbuja para equilibrar la máquina antes y después del ser aplicadas las fuerzas de torsión.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE TORSIÓN

James M. Gere, manifiesta que: La torsión se refiere al torcimiento de una barra recta al ser cargada por el momento (o pares de torsión) tienden a producir una torsión alrededor del eje longitudinal de la barra. Cada par de fuerzas forma un par que tiende a torcer la barra respecto a su eje longitudinal. Pág. 54

Como sabemos de la estática, el momento de un par es igual al producto de una fuerza por la distancia perpendicular entre las líneas de acción de las fuerzas.

1.4.1. Torsión uniforme

Según A. Tomas en su libro titulado Momentos de Torsión nos expresa que: La torsión uniforme se refiere al torcimiento de un miembro estructural cuando se carga con momentos que producen rotación alrededor de su eje longitudinal cuyos extremos pueden alabeo libremente está sometida a torsión uniforme cuando está solicitada en sus extremos por dos momentos torsores iguales y opuestos.

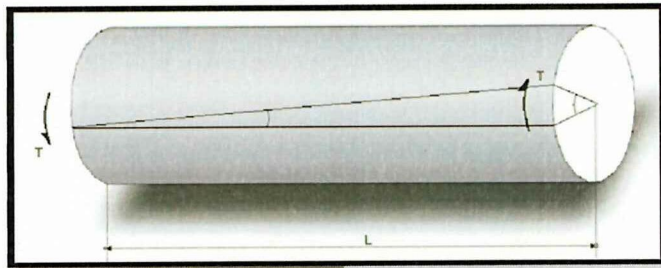
En este caso, el momento torsor es constante a lo largo de la pieza y produce el mismo alabeo en todas las secciones. En este tipo de torsión las secciones no

alabean o si lo hacen es el mismo en todas en la cual solo se generan tensiones tangenciales.

1.4.2. Torsión no uniforme

Jaime Santo Domingo SANTILLANA, (U.SAL)-2008 manifiesta que: Torsión no uniforme s cuando no se cumplan algunas de las condiciones de la torsión uniforme en la cual desarrolla tensiones tangenciales, tensiones normales que varían a lo largo de la barra similar a las que se producen en flexión (Pág. 67), como se representa en la **fig. 1.5**.

Figura N° 1. 5. Probeta de sección circular de radio R y longitud L, sometida a un momento torsor T.



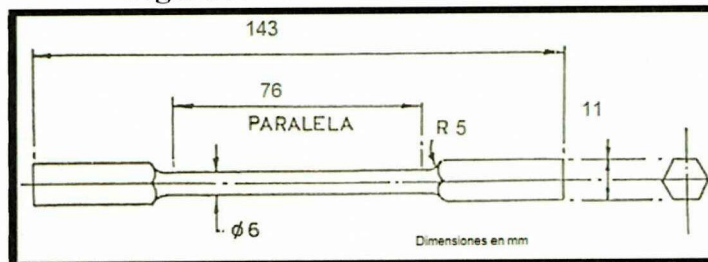
Fuente: (www.aulatecnologia.com, 2010)
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.5. LAS PROBETAS

1.5.1. Probeta mecánica

La probeta en el ensayo de tracción se sostiene por los dos extremos, a la vez que una fuerza de tracción se aplica a velocidad constante; obteniéndose la curva tensión-deformación como se muestra en la **fig. 1.6**

Figura N° 1. 6. Probeta Normalizada.



Fuente: (http://www.utp.edu.co/~gcalles/Contenidos/Traccion1_archivos/image016.gif, 2012)
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.5.2. Probeta de Acero

El acero está compuesto principalmente por hierro, pero también contiene de 0,05 a 2 por ciento de carbono, manganeso, fósforo, níquel, azufre, cromo, las variaciones en la composición del acero son responsables de una gran variedad de grados de acero y propiedades del acero, los átomos de carbono se intercalan entre los átomos de hierro y mejoran notablemente su rigidez, el resultado es una aleación conocida como acero.

Figura N° 1. 7. Probeta de Acero.



Fuente: (http://www.fundicionesgomez.com/WebRoot/StoreES2/Shops/eaUAX_O12x111xO8_foto.JPG, 2008)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

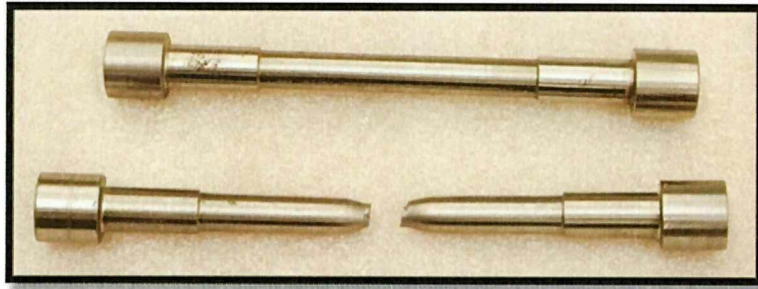
1.5.3. Probeta de Aluminio.

El aluminio es ligero, de baja densidad, muy dúctil y maleable pero a temperatura cercana a su punto de fusión se vuelve quebradizo, buen conductor de calor, no es tóxico, al combinarse con otros metales la nueva aleación es dura y liviana. Resiste el ataque de la mayoría de los ácidos orgánicos. Es resistente a la corrosión, más que el hierro.

El aluminio es un metal plateado con densidad de 2.70 g/cm³ a 20°C (1.56 oz/in³ a 68°F)

El punto de fusión del aluminio es de 933,47 grados Kelvin o de 661,32 grados celsius o grados centígrados. Como se muestra en la **fig. 1.8.**

Figura N° 1. 8. Probeta de Aluminio.



Propiedad		Aluminio	Acero 371
1	Esfuerzo (N/mm ²)	250	400
2	Elasticidad E, Módulo de Young (MPa)	70.000	210.000
3	Densidad (g/cm ³)	2,7	7,8
4	Punto de fusión (°C)	660	1500
5	Rango de temperatura de trabajo (°C)	-.250.a 150	-.50.a 500
6	Conductibilidad eléctrica (m/Ohm mm) ²	29	7
7	Conductividad térmica (W/m °C)	200	76
8	Coefficiente de expansión lineal x 10-6/°C	24	12
9	No-magnético	Sí	No
10	Tóxico	No	No
11	Resistente a la corrosión	Sí	Sí
12	Mecanizado	Fácil	Fácil
13	Maleable	Sí	Sí
14	Costo	Barato	Caro

Fuente: <http://www.ibertest.es/wp-content/uploads/2013/09/probeta-mecanizada-ensayo-torsion.jpg>, 2011)
 Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

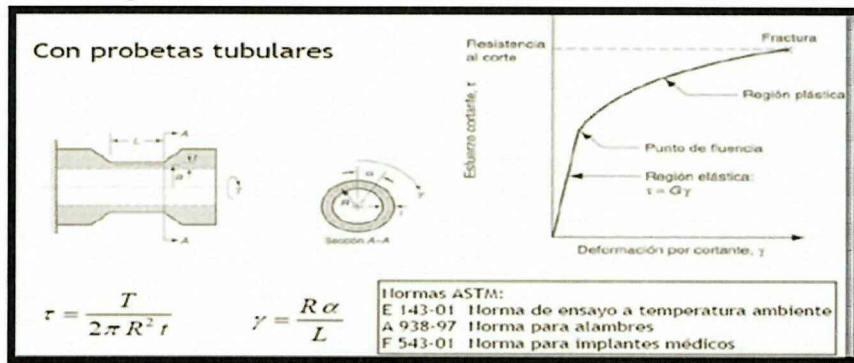
1.5.3.1. Propiedades físicas del aluminio.

Figura N° 1. 9. Propiedades físicas del aluminio.

Aleación	Tensión				Dureza	Corte	Fatiga	Modulo
	Resistencia (Ksi)		Elongación en 2 pulg.		Brinell	Ultimo de Corte	Limite a la fatiga (2)	Modulo de elasticidad Ksi x 10 ³ (3)
	Ultimo	Cadencia	1/16" Espesor	1/2" Diámetro	500kg Balo de 10mm	Resistencia Ksi	Ksi	
6061-T6	45	40	12	17	95	30	14	10

Fuente: (<https://ingenieriademateriales.wordpress.com/manual-del-aluminio-y-sus-aleaciones>, 2009)
 Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Figura N° 1. 10. Curva de la rotura del material.



Fuente: (<http://www.monografias.com/trabajos51/ensayo-torsion/Image3661.gif>, 2010)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.5.4. Grado de rotura

- **Aceros Dulces:** Cuando el porcentaje de carbono es de 0.25% máximo. Estos aceros tienen una resistencia última de rotura en el rango de 48-55 kg/mm² que son aceros de buena rotura aplicando la técnica adecuada.
- **Aceros Semidulces:** El porcentaje de carbono está en el entorno del 0,35%. Tiene una resistencia última a la rotura de 55-62 kg/mm² y una dureza Brinell de 150-170 HB.
- **Aceros Semiduro:** Si el porcentaje de carbono es del 0,45%. Tienen una resistencia a la rotura de 62-70 kg/mm² y una dureza de 280 HB. Después de someterlos a un tratamiento de templado su resistencia mecánica puede aumentar hasta alcanzar los 90 kg/mm².
- **Aceros duro:** El porcentaje de carbono es del 0,55%. Tienen una resistencia mecánica de 70-75 kg/mm², y una dureza Brinell de 200-220 HB. Bajo un tratamiento de templado estos aceros pueden alcanzar un valor de resistencia de 100 kg/mm² y una dureza de 275-300 HB.

1.5.5. NORMA A.S.T.M. (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales).

De gran interés e importancia para quienes efectúan ensayos o inspección de materiales; la A.S.T.M. desempeña doble función.

- a) Normalización de las especificaciones y los métodos de prueba o ensayo de los materiales, los cuales se realizan por comités permanentes.

1.5.5.1. Clasificación de los aceros según la norma A.S.T.M.

Figura N° 1. 11. Clasificación de los aceros.

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

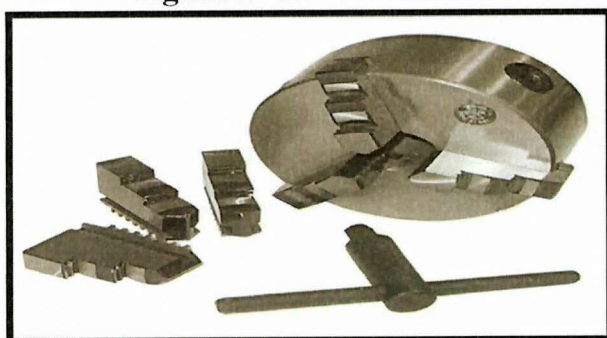
Fuente (<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html#seccion34>, 2014)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.6. MORDAZAS AUTO ENTRANTES

Una mordaza es una herramienta que mediante un mecanismo de husillo o de otro tipo permite sujetar por fricción una pieza presionándola en forma continua. Se utiliza en procesos de fabricación y reparación. En varios tipos de máquinas herramienta de mecanizado, como fresadoras o taladradoras, vienen incorporadas aunque también pueden ir fijas a un banco de trabajo (se denominan tornillo de banco) como se muestra en la **fig. 1.12**.

Figura N° 1. 12. Mordazas.



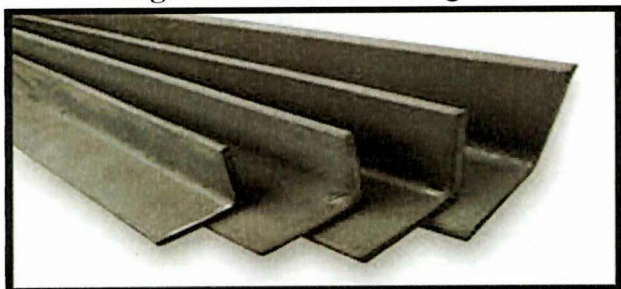
Fuente: (<http://www.btatools.com.ar/images/items/b/545010.jpg>, 2010)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.7. RIEL ANGULAR

Riel para el desplazamiento manual de la máquina con la ventaja de ser fácil de implementar y ahorro de espacio y costos. Estos rieles pueden incluir frenos para evitar desplazamientos involuntarios. El riel angular es la reducción de vibración que resulta prolonga la vida útil de la máquina y de las herramientas, y tiene efecto directo sobre la eficiencia operacional. Como se muestra en la **fig. 1.13**.

Figura N° 1. 13. Riel Angular.



Fuente: (http://i00.i.aliimg.com/photo/v0/108078498/Mild_Steel_A36_x_20_Ft_and.jpg, 2011)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

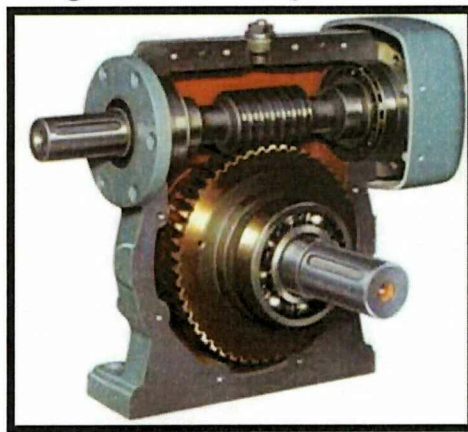


1.8. CAJA REDUCTORA

La caja reductora es el equipo que se utiliza para transformar la fuerza aplicada del motor para la reducción de la velocidad y tener un mejor funcionamiento del mismo. Para mayor facilidad y manejo de las cajas reductoras son las de tornillo sin fin.

Estas cajas garantizan que el eje de salida no va a girar en sentido opuesto al aplicado así se le aplique una carga. Eso debido a que requiere el uso de un engranaje el cual tiene un pequeño ángulo en los dientes (ángulo de desplazamiento λ). Como se muestra en la **fig. 1.14**.

Figura N° 1. 14. Caja reductora.



Fuente: (<http://www.mainindustrial.com.ar/es/wp-content/uploads/reductor1a.jpg>, 11/2008)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.9. MOTOR TRIFÁSICO.

Es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar, son más pequeños y livianos que uno monofásico de inducción de la misma potencia, debido a esto su fabricación representa un costo menor.0

Los motores eléctricos trifásicos, se fabrican en las más diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios miles de caballos de fuerza (HP), se los construye para prácticamente, todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo, están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas, como se muestra en la **fig. 1.15**.

Figura N° 1. 15. Motor Trifásico.



Fuente: (http://www.ecured.cu/index.php/Motor_el%C3%A9ctrico_trif%C3%A1sico, 2013)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.9.1. Partes del motor

Estos motores constan de tres partes fundamentales, estator, rotor y escudo

- **El estator:** está constituido por un enchapado de hierro al silicio de forma ranurado, generalmente es introducido a presión dentro de una de la carcasa.
- **El rotor:** es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras forman en realidad una jaula.
- **Los escudos:** por lo general se elaboran de hierro colado. En el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes sobre los cuales descansa el eje del rotor. Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga "arrastres" o "fricciones".

1.9.2. Principio de funcionamiento.

Cuando la corriente atraviesa los arrollamientos de las tres fases del motor, en el estator se origina un campo magnético que induce corriente en las barras del rotor. Dicha corriente da origen a un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator, originará un par motor que pondrá en movimiento al rotor. Dicho movimiento es continuo, debido a las variaciones también continuas, de la corriente alterna trifásica.

1.10. VARIADOR DE FRECUENCIA

Los variadores de frecuencia son sistema utilizados para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna. Un variador de frecuencia son vertientes de un variador de velocidad, ya que llevan un control de frecuencia de alimentación, la cual se suministra por un motor, como se muestra en la **fig. 1.16**.

Figura N° 1. 16. Variador de frecuencia.



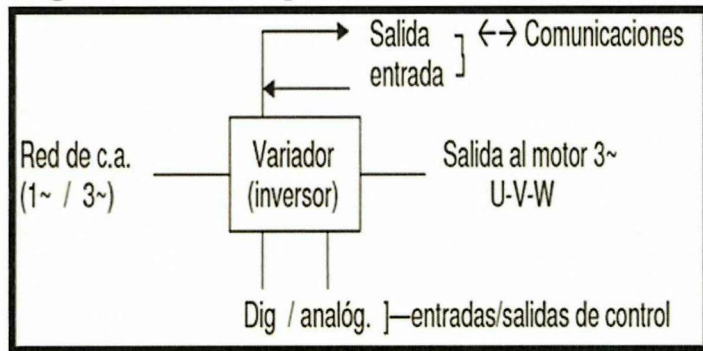
Fuente: (<http://www.tecnoing.com/productos.aspx?CatId=VarYas>, 2008)
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.10.1. Funcionamiento del variador de frecuencia

Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna (CA), el equipo primero convierte la CA en corriente directa (CD), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR's), este voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal; posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando

pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de CD a un frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al motor, como se muestra en la **fig. 1.17**.

Figura N° 1. 17. Esquema del variador de frecuencia.



Fuente: (Sevillano Fernando, 2010)
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.11. ENCODER

Encoder para motores eléctricos de AC y DC más comúnmente usados en la industria minera, de transporte (trenes) y en generadores de turbinas eólicas. Su función es la de convertir el movimiento mecánico (giros del eje) en pulsos digitales o análogos que pueden ser interpretados por un controlador de movimiento, como se muestra en la **fig. 1.18**.

Figura N° 1. 18. Encoder.



Fuente: (<http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder>,2010)
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Para explicar cómo funciona un encoder debemos mencionar que un encoder se compone básicamente de un disco conectado a un eje giratorio.

1.11.1. Especificaciones encoder

La especificación más básica codificador es la resolución o el número de impulsos por revolución del eje del codificador. En general, el uso de los más altos posibles pulsos por revolución permite el mejor rendimiento de la unidad posible. Alta PPR permite que la velocidad a medir con mayor precisión y se tomaron muestras más frecuencia.

La frecuencia del pulso se determina por la velocidad de codificador-operativo y la resolución de acuerdo con la siguiente fórmula

$$\text{Hz} = \frac{\text{Velocidad (rpm)} \times \text{Resolución (ppr)}}{60}$$

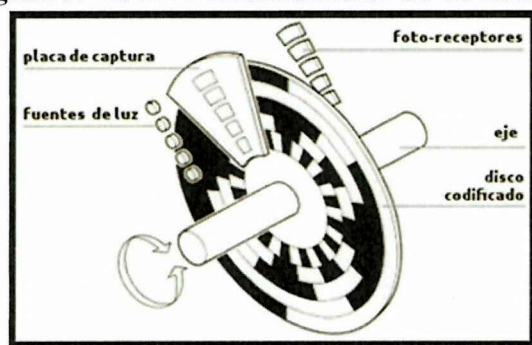
(Ec. 1.12)

El codificador PPR se debe seleccionar de manera que la frecuencia de impulsos es suficientemente alta para permitir que el rendimiento requerido a la velocidad mínima y máxima del funcionamiento, la frecuencia de impulsos no debe exceder la capacidad máxima frecuencia de salida del codificador.

1.11.2. Como funciona un Encoder

El disco está hecho de vidrio o plástico y se encuentra “codificado” con unas partes transparentes y otras opacas que bloquean el paso de la luz emitida por la fuente de luz (típicamente emisores infrarrojos). En la mayoría de los casos, estas áreas bloqueadas (codificadas) están arregladas en forma radial como se muestra la **fig. 1.19**.

Figura N° 1. 19. Funcionamiento de un Encoder.



Fuente: (<http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder>,2010)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

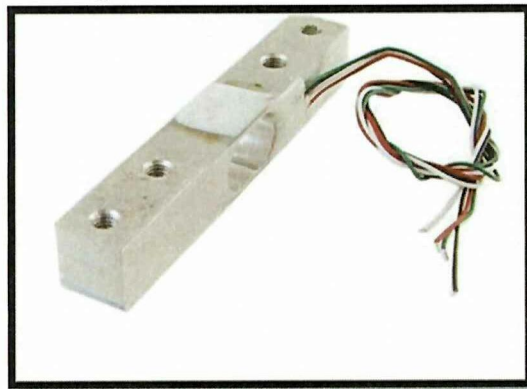


1.12. CELDA DE CARGA

Una celda de carga es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica, esta conversión es indirecta mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir lo hace mediante una galga extensiométrica.

Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galgas extensiométrica conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. La señal eléctrica de salida es típicamente del orden de unos pocos milivoltios y debe ser amplificada mediante un amplificador de instrumentación antes de que pueda ser utilizada.

Figura N° 1. 20. Celda de carga.



Fuente: (<http://www.electronicaestudio.com/i/f/SHT-101.jpg> 2013)

Elaborado: Pichucho J, Riera G.

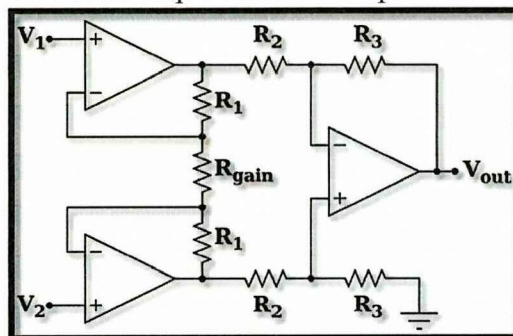
1.13. AMPLIFICADOR DE SEÑAL

Es un amplificador diferencial tensión-tensión cuya ganancia puede establecerse de forma muy precisa y que ha sido optimizado para que opere de acuerdo a su propia especificación aún en un entorno hostil. Es un elemento esencial de los sistemas de medida, en los que se ensambla como un bloque funcional que ofrece características funcionales propias e independientes de los restantes elementos con los que interacciona.

Estos circuitos amplifican la diferencia entre dos señales de entrada y rechazan cualquier señal que sea común a ambas señales. Los amplificadores de instrumentación son utilizados en aplicaciones en las que se requiere gran

precisión y estabilidad a corto y largo plazo estos circuitos se utilizan principalmente para amplificar señales diferenciales muy pequeñas en muchos procesos industriales, medición y adquisición de datos.

Figura N° 1. 21. Esquema de un amplificador de señal.



Fuente: http://www.electronicoscaldas.com/1299-thickbox_default/amplificador-de-instrumentacion-.jpg
2012

Elaborado: Pichucho J, Riera G.

1.14. BREAKER

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos. El disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el problema que haya causado su disparo o desactivación automática como se muestra en la **fig. 1.22.**

Figura N° 1. 22. Breaker trifásico.



Fuente: (<http://img.webme.com/pic/e/electrosas-ecuador/breaker.jpg>, 2013)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.14.1. Características de un Breaker.

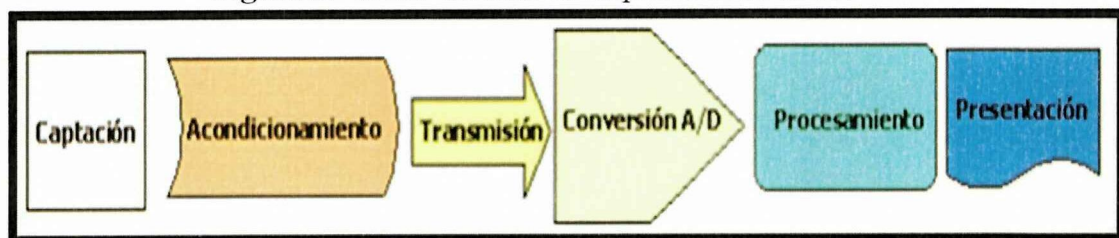
Los parámetros más importantes que definen un Breaker son:

- **Calibre o corriente nominal:** corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo. Existen desde 5 hasta 64 amperios.
- **Tensión de trabajo:** tensión para la cual está diseñado el disyuntor. Existen monofásicos (220 V) y trifásicos (380 V).
- **Poder de corte:** intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.
- **Poder de cierre:** intensidad máxima que puede circular por el dispositivo al momento del cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.
- **Número de polos:** número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos.

1.15. LA PROGRAMACION.

El esquema general de una cadena de medida cuya misión es la adquisición de datos puede ser el siguiente:

Figura N° 1. 23. Cadena de adquisición de datos.



Fuente: (http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Programacion%20en%20labview.pdf, 2012)

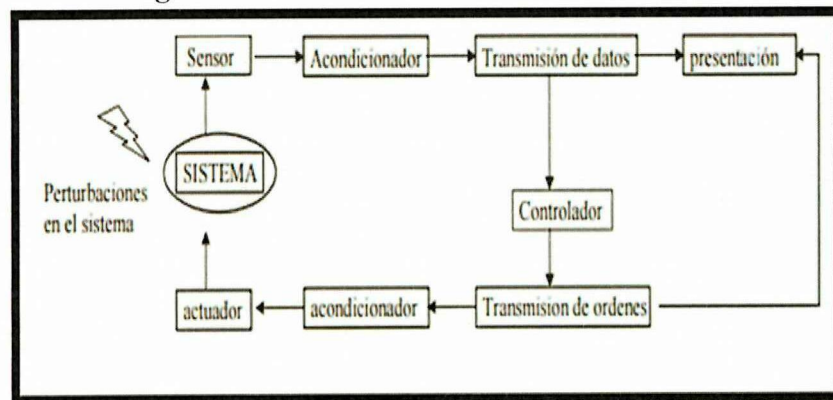
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Este esquema general o alguna de sus variaciones lo encontraremos en múltiples entornos de los que cabe destacar dos:

1.15.1. Entorno industrial.

En un proceso industrial existirán varios sensores que suministran información, convenientemente acondicionada, al elemento controlador del sistema. El elemento controlador, que estará basado en algún microprocesador, recibirá la información de los sensores directamente o mediante un proceso de comunicación. Además de la presentación de dicha información en la forma deseada (generalmente gráfica) el elemento controlador dará las órdenes oportunas a los actuadores para mantener el proceso funcionando dentro de los márgenes previstos.

Figura N° 1. 24. Proceso del entorno industrial.



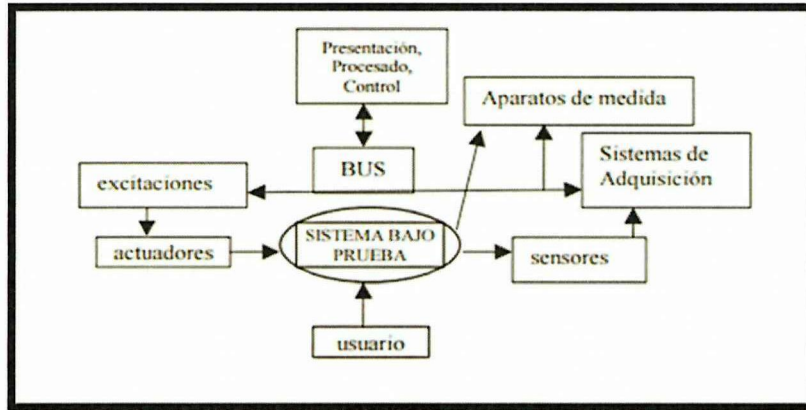
Fuente: (http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Programacion%20en%20labview.pdf, 2012)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.15.2. Entorno de laboratorio.

Para la instrumentación virtual o los procesos de laboratorio, la información puede venir dada no sólo por sensores, sino también por otros sistemas de medida (osciloscopios, multímetros, etc.) con capacidad de comunicación. Partiendo de la información recogida podemos cambiar las condiciones de la prueba, modificando parámetros de los aparatos (generadores de funciones, fuentes de alimentación)

Figura N° 1. 25. Proceso del entorno de laboratorio.



Fuente: (http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Programacion%20en%20labview.pdf, 2012)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.16. SOFTWARE LABVIEW.

LabVIEW (acrónimo de Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

1.16.1. Funcionamiento del programa labVIEW

Los programas se dividen en dos partes bien diferenciadas, una llamada “Panel Frontal”, y otra “Diagrama de Bloques”.

- **Panel Frontal:** es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. En esta interfaz se definen los *controles* (los usamos como entradas, pueden ser botones, marcadores etc...) e *indicadores* (los usamos como salidas, pueden ser gráficas, etc.)

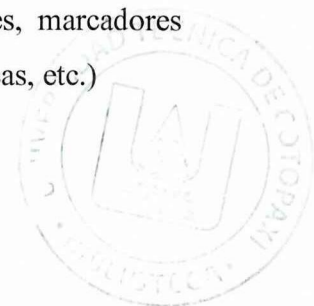
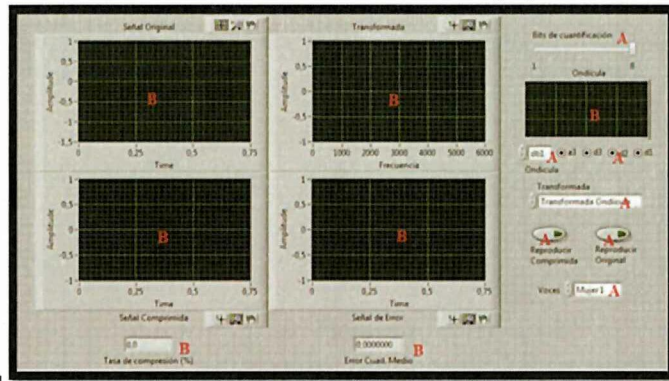


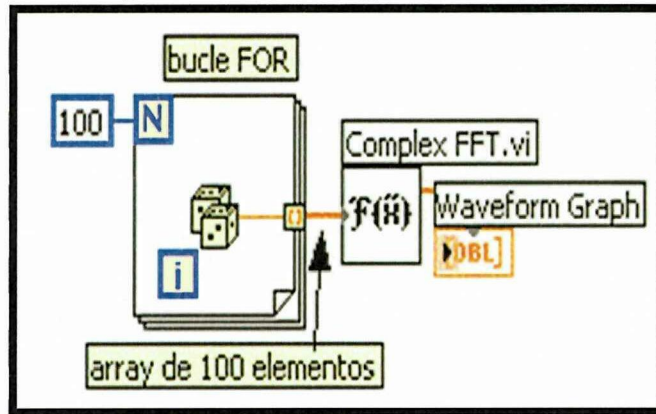
Figura N° 1. 26. Panel frontal con controles (A) e indicadores (B).



FUENTE: (Hobaica Alvarado, 2011)
 Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

- **Diagrama de Bloques:** es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa). Suele haber una tercera parte *icono/conector* que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.

Figura N° 1. 27. Diagrama de bloques.



Fuente: (<https://estuelectronic.wordpress.com/2012/08/06>)
 Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

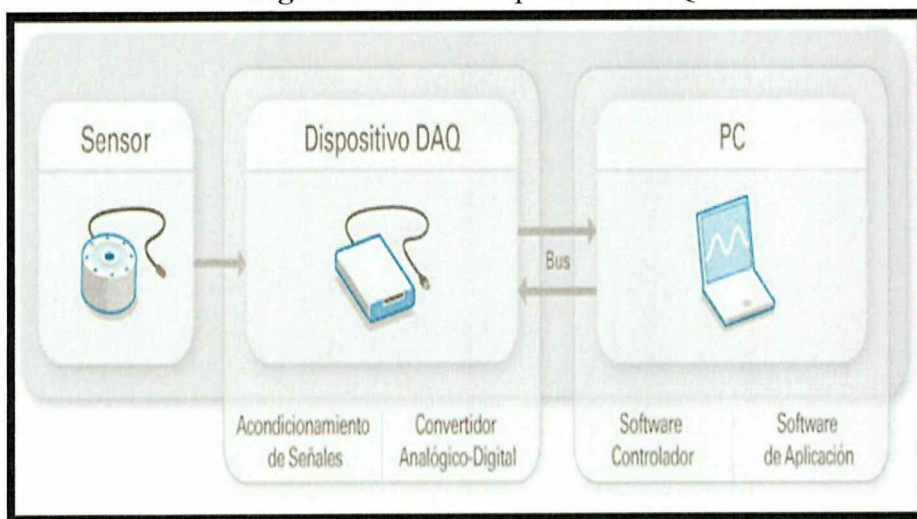
1.17. TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Es el proceso de medición de un fenómeno eléctrico o físico tal como tensión, corriente, temperatura, presión, o sonido con un ordenador. Un sistema de adquisición de datos se compone de sensores, hardware de medición DAQ y una computadora con software programable. En comparación con los sistemas

tradicionales de medición, los sistemas de adquisición de datos basados en PC nos permite explotar la potencia de los procesamientos, la productividad y capacidades de conectividad de los equipos estándar de la industria que ofrecen una solución de medición más potente, flexible y rentable

El hardware DAQ actúa como la interfaz entre una PC y señales del mundo exterior. Funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas. Los tres componentes clave de un dispositivo DAQ usado para medir una señal son el circuito de acondicionamiento de señales, convertidor analógico-digital (ADC) y un bus de PC. Varios dispositivos DAQ incluyen otras funciones para automatizar sistemas de medidas y procesos.

Figura N° 1. 28. Dispositivo DAQ



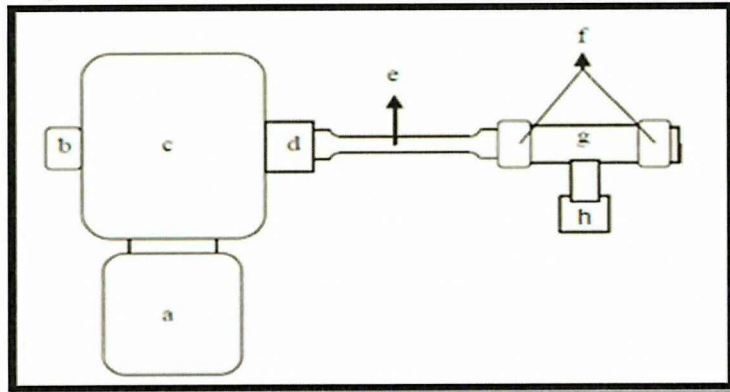
Fuente: (<http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/>,2014)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

1.18. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA MÁQUINA DE TORSIÓN.

Para llevar a cabo el diseño y construcción de la máquina para realizar ensayos de torsión consideramos el diseño conceptual representado por el diagrama que se describe en la **fig. 1.29**.

Figura N° 1. 29. Diseño conceptual de la máquina.



Fuente: Grupo Investigador.
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Una vez planteado todos los componentes que conformaran la máquina de torsión de ensayos, podemos enumerar cada una de ellos de acuerdo al funcionamiento que cumplirán en el sistema

- a. Motor
- b. Codificador rotatorio o Encoder
- c. Caja reductora
- d. Mordaza fija
- e. Probetas de ensayo (Acero o Aluminio)
- f. Base móvil
- g. Eje de salida
- h. Celda de ajuste

CAPITULO II

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo muestra el lugar donde se realizó la investigación, la población involucrada, los métodos, las técnicas e instrumentos que se aplicaron para la recopilación de datos que luego de un posterior análisis obtendremos los resultados.

2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

2.1.1. Antecedentes Históricos

La Universidad Técnica de Cotopaxi, asentada en la parroquia de Eloy Alfaro, sector San Felipe de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, fue creada el 24 de enero de 1995, para satisfacer la demanda de Educación Superior de la zona centro del país y cubrir las expectativas de la juventud estudiosa de nuestra provincia. Actualmente se encuentra formando profesionales en distintas Unidades Académicas como: CIYA, CEYPSA y HUMANÍSTICAS.

Una Universidad con adecuados niveles de pertinencia y calidad, logrados a través de la concientización y difusión de la ciencia, cultura, arte y los conocimientos ancestrales. Contribuye con una acción transformadora en la lucha por alcanzar una sociedad más justa, equitativa y solidaria para que el centro de atención del estado sea el ser humano.

2.1.2. Misión

La Universidad Técnica de Cotopaxi, forma profesionales humanistas con pensamiento crítico y responsabilidad social, de alto nivel académico, científico y

tecnológico con liderazgo y emprendimiento, sobre la base de los principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad; genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica y la vinculación con la sociedad para contribuir a la transformación económica-social del país.

2.1.3. Visión

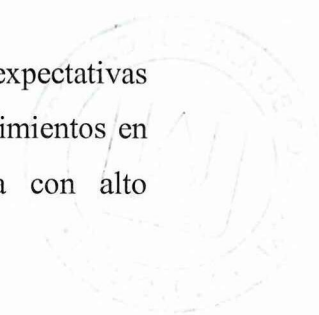
Será un referente regional y nacional en la formación, innovación y diversificación de profesionales acorde al desarrollo del pensamiento, la ciencia, la tecnología, la investigación y la vinculación en función de la demanda académica y las necesidades del desarrollo local, regional y del país.

2.1.4. Aspectos históricos de la carrera de Ingeniería Electromecánica

La Universidad Técnica de Cotopaxi, tuvo sus raíces en el año de 1992, como extensión universitaria cuyo aval fue proporcionado por la Universidad Técnica del Norte, siendo en enero de 1995, cuando mediante autorización del congreso y publicada en el Suplemento Nro. 618 de Registro Oficial del 24 de enero de 1995, mediante la cual se crea la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Desde la creación de la universidad ha existido la vinculación con los problemas sociales de la comunidad y el desarrollo técnico de la provincia dentro del ámbito cultural, agrario, científico. Parte de este desarrollo está el de incorporar a las industrias locales y nacionales profesionales técnicos de carácter científico, social y humanístico, es así que el 22 de julio de 2003 mediante Resolución del Honorable Consejo Universitario en sesión ordinaria crea para el período septiembre /2003/ febrero /2004/ la apertura de la Especialidad de Ingeniería Electromecánica y otras, para cubrir las necesidades industriales.

La Ingeniería Electromecánica es una rama que nace con las expectativas del mundo contemporáneo para que el profesional aplique sus conocimientos en las áreas de ciencias exactas, eléctrica, electrónica y mecánica con alto grado de compromiso social.



Bajo este modelo de estudios incorpora egresados al término de diez ciclos de duración de la Carrera, profesionales activos que han demostrado capacidad técnica y social a nivel industrial, es por ello que en la actualidad ocupan puestos operativos de mando, control y desarrollo de empresas públicas y privadas.

2.1.4.1. Misión

La Carrera de Ingeniería Electromecánica, forma profesionales con un alto nivel técnico – humanista, capaces de diseñar, construir, implementar y mantener máquinas y sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos para satisfacer las demandas del sector productivo de las medianas y grandes industrias del país, a través de una formación académica de calidad.

2.1.4.2. Visión

En el 2015 seremos una Carrera acreditada y líder a nivel nacional, con excelencia académica y formación integral, con profesionales críticos, solidarios y comprometidos con el cambio social; dotada de infraestructura física acorde con el avance científico tecnológico, capaz de dar solución a las demandas productivas, industriales y sociales del país, en un marco de cooperación nacional e internacional, lo que nos permitirá mantener una transferencia de conocimientos bidireccional con la sociedad.

2.1.4.3. Objetivo de la carrera de Ingeniería Electromecánica

Formar profesionales en el área electromecánica, a través del diseño, construcción, operación, mantenimiento de máquinas, sistemas eléctricos, mecánicos y electrónicos, para dar solución a las demandas productivas, industriales y sociales.

2.2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.2.1. Investigación Aplicada

Esta investigación aplicada es la más utilizada al momento de poner en práctica los conocimientos adquiridos en clases, para la mayoría de los casos es en provecho de la sociedad.

2.2.1.1. Investigación Bibliográfica

La particularidad bibliográfica se utilizara para la recopilación de información de proyectos similares y de idénticas características, a la vez que permite explorar sobre bases técnicas que permite dar solución al problema planteado dentro de la investigación de un sistema automático de ensayos de torsión.

La investigación bibliográfica es aquella etapa de exploración científica, esto ayuda con la recopilación de información teórica necesaria sobre diseño e implementación de sistemas automáticos de ensayos de torsión y a su vez sobre realización de prácticas en el laboratorio del presente proyecto de investigación.

2.2.2. Métodos de investigación

2.2.2.1. Método inductivo

El método inductivo ayudo a momento de seleccionar un sistema computarizado y sus partes para la optimización del tiempo en las prácticas a realizar en el laboratorio, considerando que este proceso permite la formación de hipótesis para la demostración.

2.2.2.2. Método Deductivo

El método permite aplicar los principios descubiertos a casos particulares como la implementación del sistema automático, para dar un diagnostico que cumpla con todas las variables que se van a manipular al momento del diseño.

2.2.3. Técnicas de investigación

2.2.3.1. La Observación.

La observación se procedió a realizar mediante la recolección de datos expuestos por los estudiantes de la carrera de electromecánica para conocer la necesidades y opiniones de los problemas que se tenía en clases, se toma como consideración para su codificación y previo análisis determinando así si el proyecto que se va a realizar es factible de aplicarse en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2.3.2. La encuesta

Este instrumento después de la valoración de preguntas realizado conjuntamente con la Lcda. MsC. Mirian Susana Pallasco en calidad de docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Asesor metodológico de esta investigación.

La técnica de investigación fue aplicada a 50 estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de Electromecánica, para recolectar información de nuestro grupo a ser investigado y así conocer la factibilidad de la construcción y medición de la máquina de ensayos de torsión.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población a ser investigada está compuesta de las siguientes personas: 30 estudiantes de quinto ciclo y 20 estudiantes de octavo ciclo de la carrera de electromecánica, dando un total de 50 personas que se refleja los involucrados, así que se le aplicara a toda la población el instrumento respectivo para la obtención de información que se desea obtener.

Tabla N° 2. 1. Población involucrada.

Ítems	Involucrados	Número
1	Estudiantes Quinto Ingeniería Electromecánica	30
2	Estudiantes Octavo Ingeniería Electromecánica	20
	TOTAL	50

Fuente: Secretaría De La Unidad Académica Del CIYA

Elaborado por: Grupo Investigador

2.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La encuesta que fue elaborada por el grupo de investigadores para la recopilación de datos, fue aplicada a los estudiantes de Quinto y Octavo nivel de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica Septiembre 2015 – Febrero 2016, con los datos obtenidos se conocerá si es factible la construcción de una máquina de ensayos de torsión para análisis mecánico y virtual de los parámetros de la deformación y rotura del material para el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015

A continuación se presenta los resultados expuestos por los estudiantes encuestados, donde se detalla cada una de las preguntas se procede a presentar la tabulación y su representación gráfica en porcentajes, con las que llegaremos a obtener la interpretación y el análisis respectivo.

Pregunta N° 1:

¿Le gustaría realizar prácticas en tiempo real?

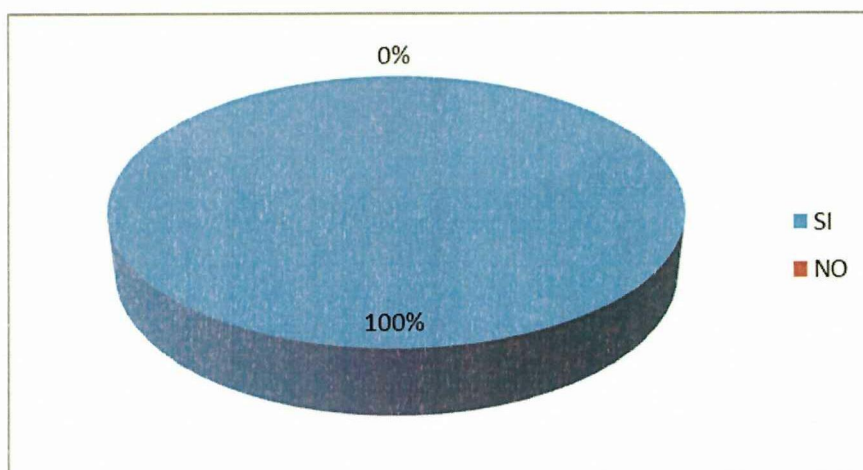
Tabla N° 2. 2.
Resumen de la pregunta N°1

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	100%
NO	0	0%
TOTAL	50	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 1 .
Representación gráfica del resumen de la pregunta N°1



Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

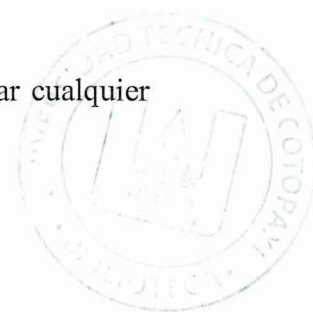
Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 estudiantes encuestados, el 100.00% dice que desearían hacer sus prácticas en los laboratorio en tiempo real.

Interpretación

Se puede notar que los estudiantes están en la capacidad de manipular cualquier tipo de instrumentos para la realización de sus prácticas.



Pregunta N° 2:

¿Le gustaría tener módulos didácticos con tecnología avanzada?

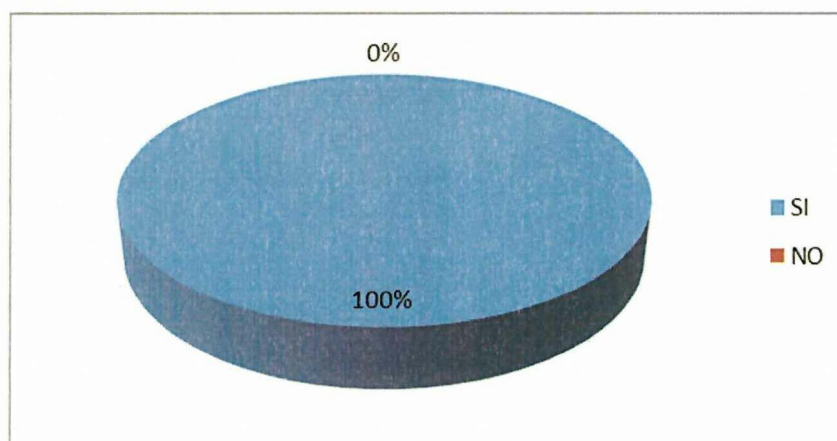
Tabla N° 2. 3.
Resumen de la pregunta N° 2

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	100%
NO	0	0 %
TOTAL	50	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 2.
Representación gráfica del resumen de la pregunta N° 2



Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 alumnos encuestados, el 100.00% nos dice que les gustaría tener módulos didácticos con tecnología avanzada

Interpretación

Se puede notar que los estudiantes en su afán de conocimiento posee un entendimiento mayor de lo que existe a su alrededor, por lo cual la universidad debe equiparse con la mejor tecnología que existe en la actualidad.

Pregunta N° 3:

¿Conoce usted el funcionamiento de una máquina de ensayos de torsión?

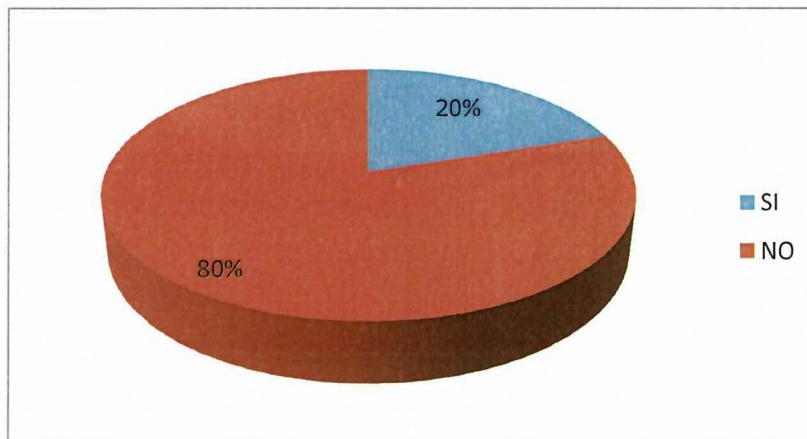
Tabla N° 2. 4.
Resumen de la pregunta N°3

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	10	20%
NO	40	80%
TOTAL	50	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 3.
Representación gráfica del resumen de la pregunta N°3



Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 estudiantes encuestados, el 20.00% conoce el funcionamiento de una máquina de ensayos de torsión, mientras que el 80.00% desconoce el funcionamiento de la misma.

Interpretación

Los estudiantes deben tener el conocimiento de este tipo de máquinas para su correcta manipulación y funcionamiento, como también a las variables que serán sometidas.

Pregunta N° 4:

¿Cree usted que sería importante analizar los parámetros de la deformación y rotura del material?

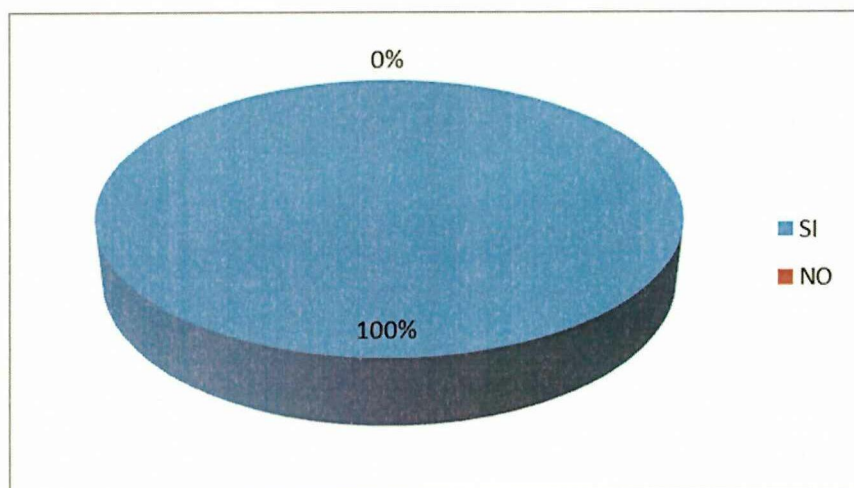
Tabla N° 2. 5.
Resumen de la pregunta N° 4

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	100 %
NO	0	0%
TOTAL	50	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 4.
Representación gráfica del resumen de la pregunta N° 4



Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 estudiantes encuestados, el 100% considera que es importante analizar los parámetros de la deformación y rotura del material.

Interpretación

Se puede notar que los estudiantes conocen la transformación que se someten los materiales a diferentes cargas y su afán de hacerlas en las prácticas de laboratorio.

Pregunta N° 5:

¿Le gustaría tener más equipos de alta tecnología en los laboratorios para poner en práctica los conocimientos adquiridos en clases?

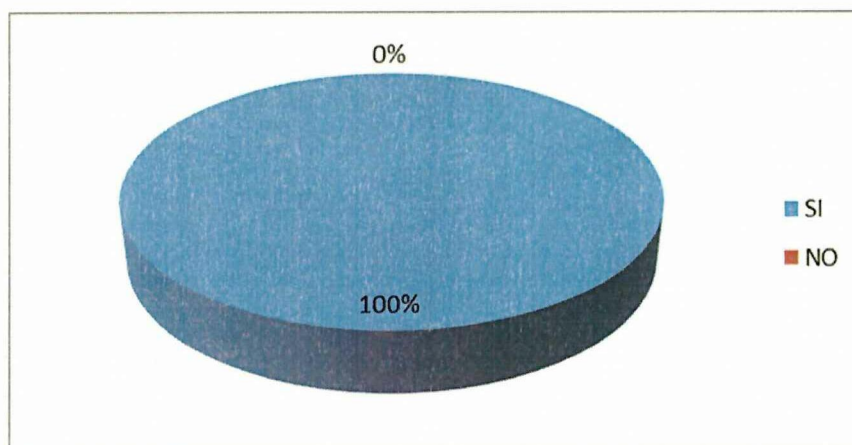
Tabla N° 2. 6.
Resumen de la pregunta N° 5

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	100%
NO	0	0%
TOTAL	50	100.00 %

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 5.
Representación gráfica del resumen de la pregunta N°5



Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 estudiantes encuestados, el 100% le gustaría tener más equipos de alta tecnología en los laboratorios para poner en práctica los conocimientos adquiridos en clases

Interpretación

En la actualidad la tecnología ha ido evolucionando a gran escala y los estudiantes están en la capacidad de manipular cualquier tipo de tecnología.

Pregunta N° 6:

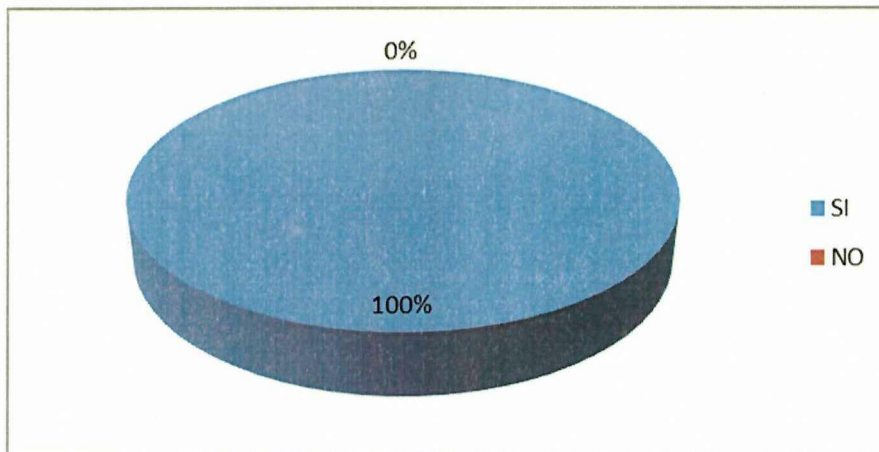
¿Cree usted que con esta máquina de ensayos de torsión permitirá adquirir nuevos conocimientos?

Tabla N° 2. 7.
Resumen de la pregunta N° 6

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	100 %
NO	0	0%
TOTAL	50	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes
Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 6.
Representación gráfica del resumen de la pregunta N°6



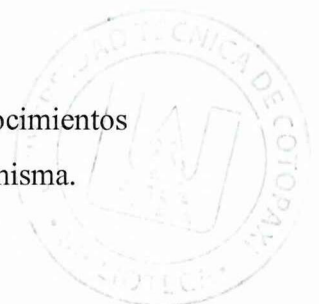
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes
Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 estudiantes encuestados, el 100% manifiesta con esta máquina de ensayos de torsión permitirá adquirir nuevos conocimientos

Interpretación

Los estudiantes deben tomar en cuenta que deben adquirir nuevos conocimientos en su formación profesional y con esta implementación fortalecerá a la misma.



Pregunta N° 7:

¿Sabe usted si en el laboratorio de electromecánica posee este tipo de máquinas para realizar las prácticas?

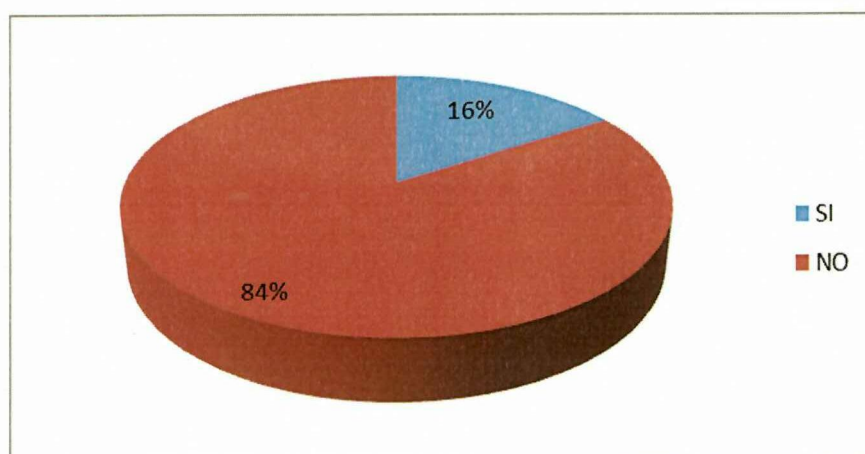
Tabla N° 2. 8.
Resumen de la pregunta N° 7

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	8	16%
NO	42	84%
TOTAL	50	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 7.
Representación gráfica del resumen de la pregunta N°7



Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 estudiantes encuestados, el 16% conoce que en el laboratorio de electromecánica existe uno similar o de este tipo de máquinas, mientras que el 84% desconoce del mismo

Interpretación

La mayoría de estudiantes desconoce este tipo de máquinas en el laboratorio por lo que nos hace factible la construcción de la misma para que realicen prácticas.

Pregunta N° 8:

¿Usted está en la capacidad de maniobrar este tipo de máquina?

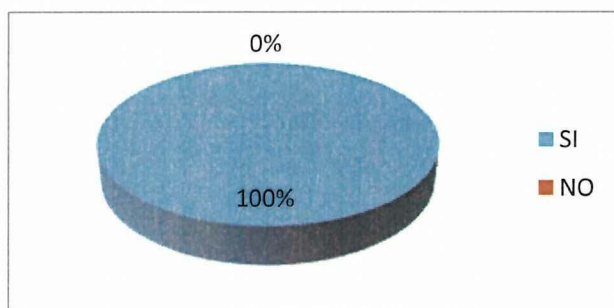
Tabla N° 2. 9.
Resumen de la pregunta N° 8

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	100%
NO	0	0 %
TOTAL	50	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Gráfico N° 2. 8.
Representación gráfica del resumen de la pregunta N°8



Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis

De los 50 estudiantes encuestados, el 100% nos dice que está en la capacidad de maniobrar este tipo de máquina.

Interpretación

Se puede notar que los estudiantes desean conocer y manipular la máquina de torsión y es factible porque será una herramienta necesaria para la realización de las prácticas en tiempo real.

En la **tabla 2.10**, se detalla de manera general los resultados obtenidos tanto de frecuencias y porcentajes de la encuesta realizada a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica CIYA, que nos servirá para la verificación de la hipótesis planteada.

Tabla N° 2. 10. Tabla general de frecuencias y porcentajes.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA			PORCENTAJE		
	SI	NO	TOTAL	SI	NO	TOTAL
Pregunta 1	50	0	50	100%	0%	100%
Pregunta 2	50	0	50	100%	0%	100%
Pregunta 3	10	40	50	20%	80%	100%
Pregunta 4	50	0	50	100%	0%	100%
Pregunta 5	50	0	50	100%	0%	100%
Pregunta 6	50	0	50	100%	0%	100%
Pregunta 7	8	42	50	16%	84%	100%
Pregunta 8	50	0	50	100 %	0%	100%

Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Analizando los resultados de las encuesta realizadas a los estudiantes de la carrera de electromecánica, se puede concluir que la implementación de una máquina de ensayos de torsión es muy factible y necesaria para el laboratorio para la realización de prácticas de resistencia de materiales.

2.5. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

2.5.1. Enunciado.

“Cómo la construcción de una máquina de ensayos de torsión permitirá implementar un sistema de análisis de materiales en el laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para su mejor aprendizaje en la manipulación de la máquina”

2.5.2. Argumentación

Para la comprobación de la hipótesis planteada, recurrimos a la construcción de la máquina de ensayos de torsión para el análisis mecánico y virtual de los parámetros de la deformación y rotura del material, para el aprendizaje práctico de las asignaturas que así lo requieran, es una aportación a la Universidad Técnica de Cotopaxi para la repotenciación tecnológica del laboratorio de Ingeniería Electromecánica

La construcción de la máquina de ensayos de torsión ha sido comprobada satisfactoriamente, demostrando que proporcionará los conocimientos teórico-prácticos de los estudiantes obteniendo un alto perfil profesional de los mismos.

La máquina de ensayos de torsión se encuentra implementada en el Laboratorio de Ingeniería Electromecánica, y esta apta para su uso por los estudiantes.

2.5.3. Factibilidad del proyecto.

Mediante los resultados obtenidos en las encuestas aplicada a los estudiantes de Quinto y Octavo nivel de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias del Ingeniería y Aplicadas y con la verificación de la hipótesis aplicada se concluyó que es factible la construcción de la máquina de ensayos de torsión para análisis mecánico y virtual de los parámetros de la deformación y rotura del material, que será de gran aporte al laboratorio de Ingeniería Electromecánica.

También ayudará al estudiante a comprobar la teoría aprendida en las aulas con la práctica, se tendrá en claro varios aspectos como son: la visualización virtual y la fuerza aplicada que realizarán los estudiantes con las prácticas y así van a desarrollar habilidades y destrezas mejorando su formación académica.



CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

El presente capítulo se detalla el diseño del banco de pruebas de una máquina de torsión, la correcta selección de los dispositivos que la conforman, la ubicación de los elementos de control, medición y la carga que intervienen dentro del proceso, además de la programación en LabVIEW, para la visualización de las variables que intervienen en la máquina.

Podemos encontrar un manual de prácticas que permitirá al estudiante relacionarse con el banco de pruebas de la máquina de torsión.

3.1. TEMA

“CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA ANÁLISIS MECÁNICO Y VIRTUAL DE LOS PARÁMETROS DE LA DEFORMACIÓN Y ROTURA DEL MATERIAL PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”

3.2. PRESENTACIÓN

Actualmente en la Universidad Técnica de Cotopaxi no cuenta con una máquina de ensayos de torsión y académicamente los tipos de deformación se estudian de forma teórica mediante el uso del material bibliográfico y la asistencia de un docente. Sin embargo, el trabajo de investigación desarrollado por el grupo investigador, es de contribución tecnológico para el laboratorio de Ingeniería Electromecánica, además será de gran aportación para los docentes y estudiantes que se involucren y manejen el banco de pruebas.

Esto ayudará afinar la teoría recibida en el aula, permitiendo desarrollar prácticas didácticas, las mismas que ayudan al desarrollo de habilidades y destrezas del estudiante para una mejor formación del perfil profesional.

3.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la Universidad Técnica de Cotopaxi, cuenta con una infraestructura nueva y moderna, en donde se están implementando nuevos laboratorios equipados con instrumentos y máquinas acorde a las carreras que oferta la Universidad lo cual mejorará el perfil profesional de los estudiantes.

La elaboración de una máquina de ensayos de torsión contribuirá a los conocimientos de los estudiantes ya que esto ayudara a que sus trabajos sean prácticos y de calidad.

Además, la implementación de una máquina de ensayos de torsión en la Universidad Técnica de Cotopaxi tiene como finalidad brindar a los estudiantes maquinaria para que puedan realizar prácticas de laboratorio sobre resistencia de materiales, tomando en cuenta que los resultados se podrán observar tanto mecánica y virtualmente.

La ejecución del proyecto se llevara a cabo conjuntamente con un profesional en el área tanto de programación debido a que la maquina utiliza un programa para la visualización de los parámetros de deformación y rotura, para la ejecución de los comandos a realizar, también contaremos con la ayuda de un profesional en el área electromecánica el mismo que nos guiara en la elaboración total de la máquina, quienes serán los encargados de supervisar el avance del proyecto en todas sus etapas de la construcción, por lo antes expuesto puedo concluir que este tema planteado es viable para su ejecución tomando en cuenta el apoyo incondicional de los profesionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

El trabajo investigativo es financiado por el grupo investigador para su implementación, con el propósito que el módulo didáctico de la máquina de

ensayos de torsión sea un aporte beneficioso en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

3.4. OBJETIVOS

3.4.1. Objetivo General

- Dotar una máquina de ensayos de torsión para el laboratorio de electromecánica de la Unidad Académica CIYA, que permitirá a los estudiantes verificar de manera mecánica y virtual las propiedades de los materiales mediante la práctica.

3.4.2. Objetivos Específicos

- Elegir los elementos mecánicos, eléctricos y electromecánicos que intervienen en el proceso de torsión.
- Construir un banco de pruebas de una máquina de ensayos de torsión para la formación académica de los estudiantes.
- Ejecutar un programa para la visualización de los parámetros de deformación y rotura del material mediante el software LabVIEW.
- Realizar un manual de prácticas para relacionarse directamente con el módulo didáctico y reforzar el conocimiento.

3.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

3.5.1. Factibilidad Técnica

Se manifiesta una factibilidad técnica al momento de adquirir los equipos, dispositivos de control y medición, la tarjeta de adquisición de datos y el software LabVIEW, los mismos que forman parte del banco de pruebas, la amplia gama de

productos en el mercado ayudó adquirir elementos de calidad, lo que hace al banco de pruebas un sistema confiable.

3.5.2. Factibilidad Económica

El recurso económico es aporte del grupo investigador, lo que facilita el adelanto del proyecto en un tiempo mínimo, conjuntamente se cuenta con el apoyo de Estudiantes, Docentes y Autoridades que forman parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi y en especial la carrera de Ingeniería Electromecánica.

3.5.3. Factibilidad Operacional

Los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera ayudan a una correcta manipulación de este banco de pruebas por parte de los estudiantes y docentes, ya que es didáctico y de fácil entendimiento. El manual de prácticas ayudará a despejar dudas durante el desarrollo de las mismas, esto garantizará el aprendizaje y ayudará a mejorar el perfil profesional.

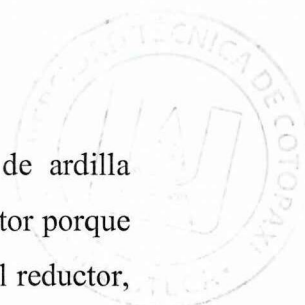
3.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El presente capítulo está orientado en lo que respecta los materiales, cálculos y análisis de los diferentes dispositivos que conforman la máquina.

Las decisiones importantes a la carga, al trabajo que va a ejecutar, opción de materiales y entre otros factores que es necesarios para diseñar un mecanismo que no solo sea lo suficientemente resistente para funcionar con eficiencia durante un tiempo prudente, sino que además sea viable de abaratar costos mediante su elaboración.

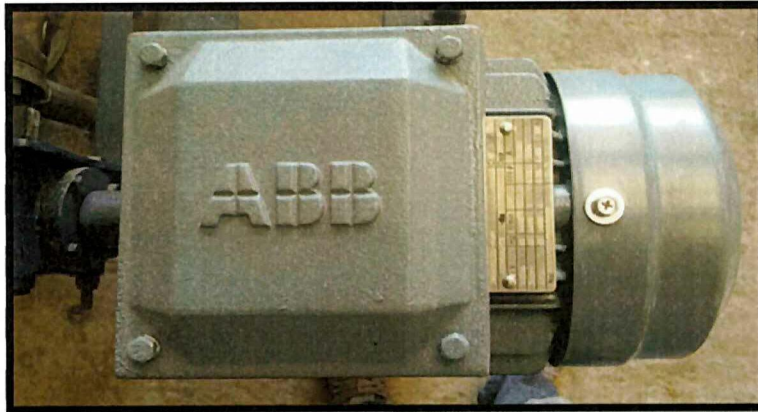
Selección del Motor

El motor que se adquirió es de 1 HP marca ABB trifásico jaula de ardilla autoventilado con una velocidad angular de 1695 rpm, se eligió este motor porque la función que cumple en nuestro proyecto es la de suministrar fuerza al reductor,



el cual esta acoplado a la salida con un mandril el que permite la sujeción de los materiales a ensayar. Véase la ficha técnica en el Anexo D.

Figura N° 3. 1. Motor trifásico ABB.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

El motor seleccionado tiene las siguientes características:

Tabla N° 3. 1. Características técnicas del motor.

Marca:	ABB
Potencia:	1Hp
Voltaje:	220/440 V
Frecuencia:	60 Hz
Corriente:	3.3 Amp
Revoluciones:	1695 Rpm

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Variador de frecuencia

La eligió el variador tomando en cuenta las características técnicas del motor y del reductor, se eligió de capacidad de 1 HP marca Siemens bifásico, que cuenta con una protección interna que al momento de haber una sobrecarga esta se activa y protege al motor. La función del variador en nuestro proyecto es la de variar la velocidad del motor a sus diferentes frecuencias para que se pueda observar de manera visual el momento de la rotura del material.

Figura N° 3. 2. Variador de frecuencia.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

El variador que se utilizo tiene las siguientes características:

Tabla N° 3. 2. Características técnicas del variador.

Marca:	SIEMENS
Serie:	6SE3221
Voltaje:	220 / 440 V
Potencia:	5500 W
Frecuencia:	60 Hz

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

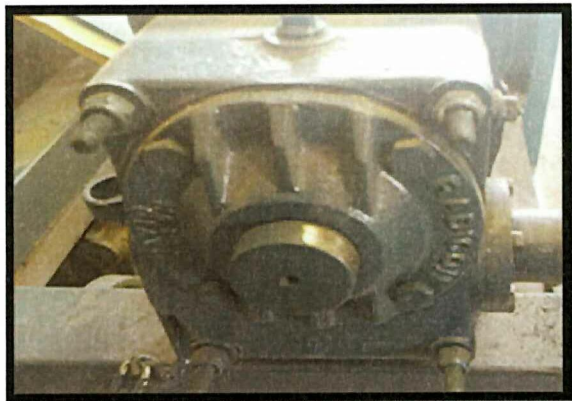
Caja Reductora

Es la transmisión del sistema, se encarga de transformar la velocidad angular y el torque proporcionado por el giro del motor, mediante las relaciones geométricas entre los engranajes que conforman la caja reductora.

La función que cumple en la máquina de ensayos es la reducir la velocidad angular del motor y aumentar el torque para así poder obtener el momento de torsor necesario para el ensayo.

En el momento de seleccionar la caja reductora se utilizó un reductor **Radicon David Brown**. Véase las características en el Anexo E.

Figura N° 3. 3. Caja reductora.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Tabla N° 3. 3. Características de la caja reductora.

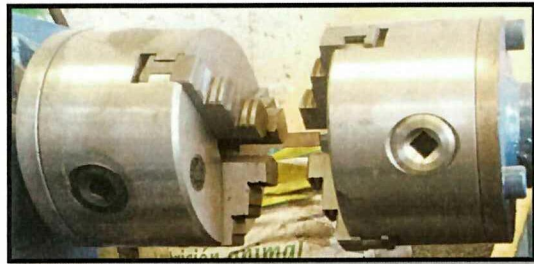
Torque de salida	100 Nm
Velocidad angular de entrada	1695 Rpm
Relación	30 a 1
Velocidad angular de salida	56,5 Rpm

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Selección de los mandriles.

Los mandriles seleccionados son marca **CHUCKS** de 3 muela/ 4'', se adquirieron porque son precisos para el acoplamiento de nuestra máquina, tiene una sujeción precisa y una presión adecuada lo cual cuenta también con una muelas de repuestos, Véase las características técnicas en el Anexo F.

Figura N° 3. 4. Mandriles.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Encoder.

El encoder nos permite contar las vueltas que produce la caja reductora, y hacer una relación mediante el software labVIEW transformándola a grados y verificar al momento de realizar las practicas.

Figura N° 3. 5. Encoder rotacional.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

El encoder rotacional que se utilizo tiene las siguientes características:

Tabla N° 3. 4. Características técnicas del encoder

Marca	IBEST
Resolución	200 pulsos / rotación
Serie	ICS3806-402G200BZ1-5-24E
Voltaje de entrada	5 – 12 VDC
Máxima velocidad de rotación	5000 Rpm
Admisible de carga radial	5N
Axial admisible de carga	3N
Longitud del cable	50cm
Diámetro del eje	4mm

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

La frecuencia del pulso se determina por la velocidad de codificador y la resolución de acuerdo con la siguiente fórmula obtenida de la Ec. 1.11

$$\text{Hz} = \frac{\text{Velocidad (rpm)} \times \text{Resolución (ppr)}}{60}$$

$$\text{Hz} = \frac{10 \text{ (rpm)} \times 200 \text{ (ppr)}}{60}$$

$$\text{Hz} = 33.3 \text{ rpm/ppr}$$

CELDA DE CARGA

La celda de carga que utilizamos es de 5 Kg la cual va a medir un voltaje que ejerce la probeta al momento rotacional, da una señal eléctrica de salida que es en milivoltios, esa señal eléctrica amplificamos a su forma en voltios mediante un amplificador diferencial AD-620 para obtener un mejor dato técnico en la verificación de voltaje.

Figura N° 3. 6. Celda de carga.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Tabla N° 3. 5. Características técnicas de la celda de carga.

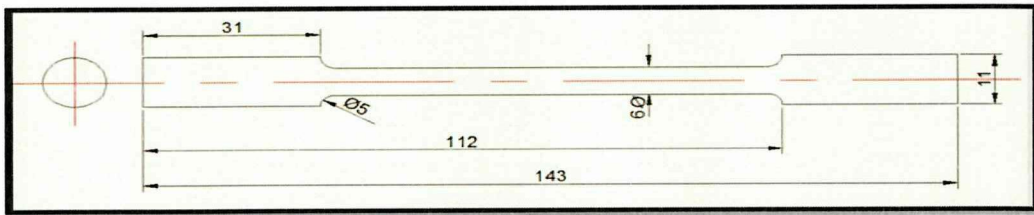
Carga	5kg
Salida nominal	1mV/V
Salida cero	0.05% F.S
Precisión Temperatura	0.02% F.S
Precisión General	0.02 % F.S
Carga de seguridad	150%
Voltaje recomendado	5V DC – 10 V DC
Dimensiones	75 x 12 x 12 mm
Longitud de cable	160 mm
Material	aluminio
Conexiones	Rojo (+), Negro (-), Verde(+), Blanco(-)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Probeta

La probeta es una muestra de material metálico la cual debe cumplir con las condiciones, la probeta será sometida a condiciones de torsión, y se determinara su comportamiento y la resistencia mecánica como objetivo principal del ensayo, se va a utilizar probetas de acero y aluminio en la máquina de ensayos.

Figura N° 3. 7. Diseño de la probeta a ensayar.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Tabla N° 3. 6. Medidas de las probetas de aluminio y acero.

MATERIAL	L (mm)	ra (mm)	b (mm)	d (mm)	e (mm)
ACERO	143	5	76	6	11
ALUMINIO	143	5	76	6	11

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Tarjeta de Adquisición de Datos

Para poder visualizar y analizar los datos obtenidos en el proceso se adquirió una tarjeta de adquisición de datos DAQ NI-6008 National Instruments, porque tiene entradas analógicas lo cual permite la conexión de instrumentos de medición, por ejemplo el encoder y la celda de carga, tiene entradas y salidas digitales que permite la comunicación entre el módulo y la interfaz gráfica LabVIEW.

Tiene 12 E/S (entradas y salidas) digitales que permite un cierto número de instrumentos de medición, pero en nuestro proyecto es factible su uso.

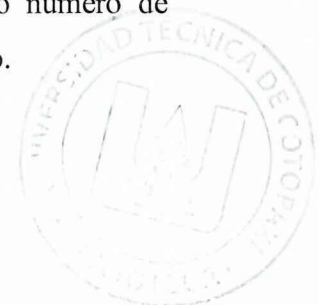


Figura N° 3. 6. Tarjeta de adquisición de datos.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

La tarjeta de adquisición que se utilizó tiene las siguientes características:

Tabla N° 3. 7. Características de la tarjeta de adquisición.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
National Instruments
8 entradas analógicas (12 bits, 10 kS/s)
2 salidas analógicas estáticas (12 bits); 12 E/S digitales; contador de 32 bits
Energizado por bus para una mayor movilidad, conectividad de señal integrada
La versión OEM está disponible
Compatible con LabVIEW, LabWindows™/CVI y Measurement Studio para Visual Studio .NET

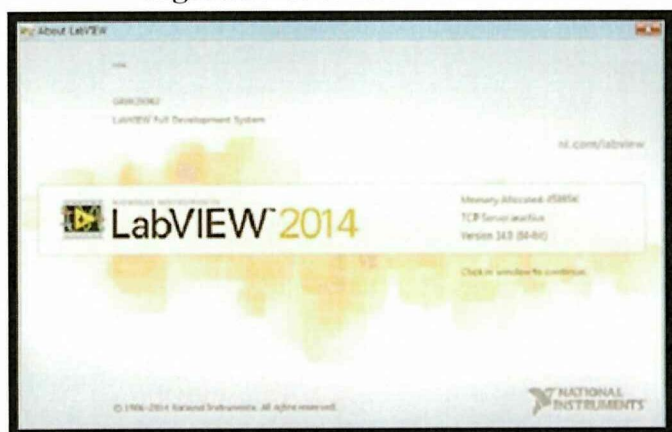
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Instalación del programa y los controladores labVIEW.

Introducir el DVD etiquetado como “LabVIEW” en la unidad de DVD. El sistema operativo Windows XP, se ejecutará automáticamente en el menú principal de instalación de programa.

El sistema operativo se abrirá una ventana de ejecución automática, en donde debe seleccionar la “Opción” ejecutar. La **fig. 3.7.**

Figura N° 3. 8. Lab View 2014.



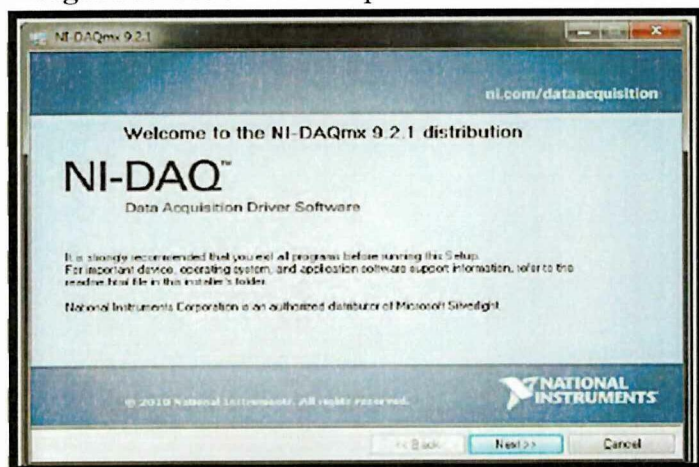
Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/6S3hZcZyFPk/hqdefault.jpg> (12/12/2014)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

En la ventana de características de instalación el sistema operativo debe instalarse para 64 bits la opción “LabView 2014 (64 bit) Support”

La instalación ofrecerá opciones para buscar actualizaciones del programa y los controladores de dispositivos de adquisición de datos National Instruments.

Figura N° 3. 9. Data Acquisition Driver Software.



Fuente: (Software LabView,01/2012)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

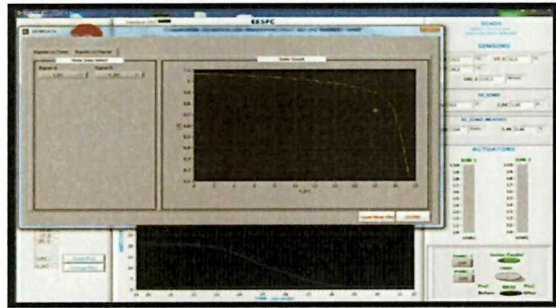
Si la instalación fue realizada correctamente, al conectar la tarjeta de adquisición de datos en cualquier puerto USB, el monitor del dispositivo reconocerá la unidad automáticamente y comunicara su funcionamiento satisfactorio mediante un mensaje.

Características:

Es utilizado por ingenieros y científicos para tareas como lo son:

- Adquisición de datos y análisis matemático comunicación y control de instrumentos de cualquier fabricante automatización industrial y programación de PACS (*controlador de automatización programable*) diseño de controladores: simulación, prototipo rápido, hardware-en-el-ciclo (hil) y validación diseño embebido de micros y chips control y supervisión de procesos visión artificial y control de movimiento robótica domótica y redes de sensores inalámbrico.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Tiempo real estrictamente hablando.
- Sincronización entre dispositivos.

Figura N° 3. 10. Ventana de visualización de LabView.



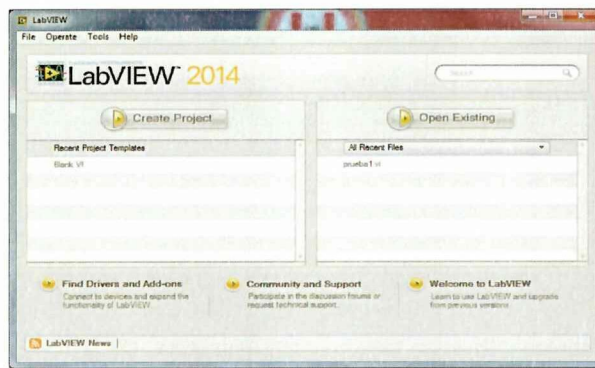
Fuente: (<http://sql-lv.sourceforge.net,2012>)

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

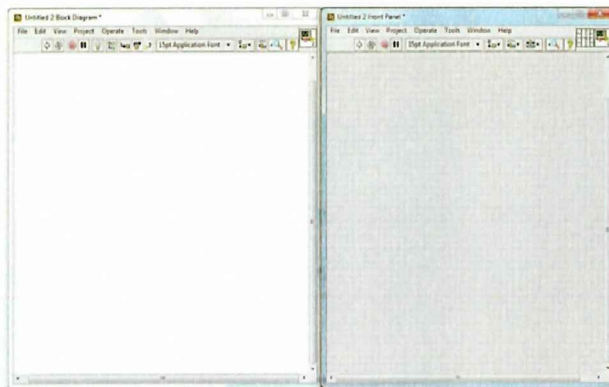
Programación del software labVIEW.

Ejecución del programa.

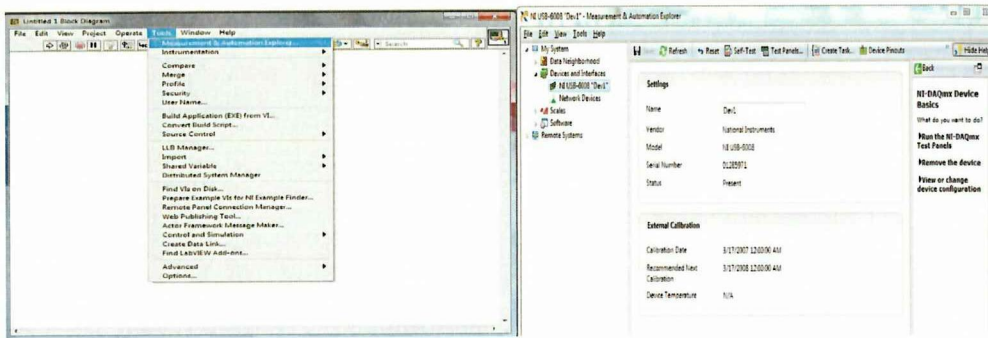
- Hacer clic en el icono LabVIEW 2014/ click en Blank Vi.



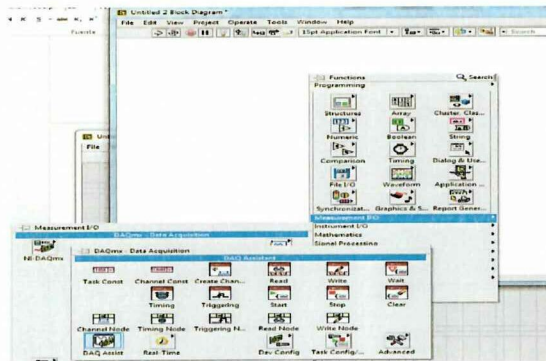
- Se aparecerá dos ventanas, la primera de fondo color gris se llama panel frontal y la otra de color blanco diagrama de bloques, el panel frontal nos permite hacer la interfaz gráfica del usuario en donde vamos a seleccionar control/ indicador numéricos la cual interactúa con la máquina y el diagrama de bloque es la programación gráfica donde vamos a visualizar los grados y el voltaje que ejerce al momento de las pruebas.



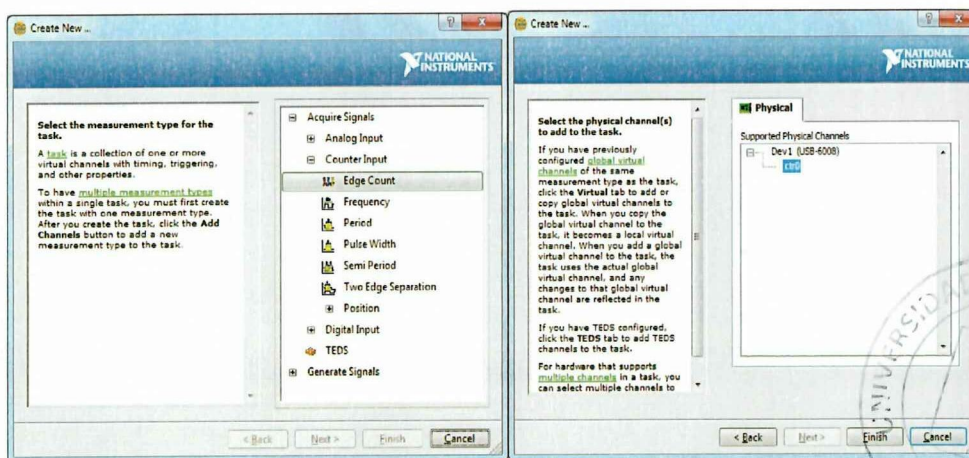
- En cualquiera de las dos ventanas sea en el panel frontal o diagrama de bloques hacemos clic para la comprobación de la tarjeta de adquisición de datos y verificar su conexión.
- Vamos al icono “tools” y hacemos click en **MAX (Measurement & Automation Explorer)** esperamos que se cargue el programa , verificamos haciendo click en “**device interface**” verificamos que los datos de la tarjeta sean los correctos.



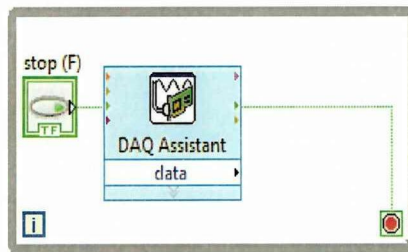
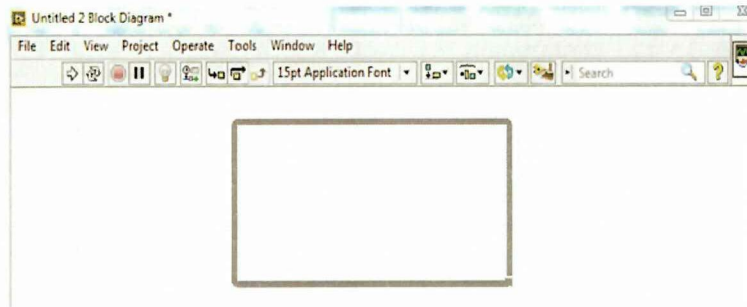
- Después de la verificación de la conexión cerramos la ventana “MAX” y regresamos al software LabVIEW.
- En el diagrama de bloque hacemos clic derecho / *Measurement Daq Assistant / Daq Acquisition* esperamos a que se cargue.



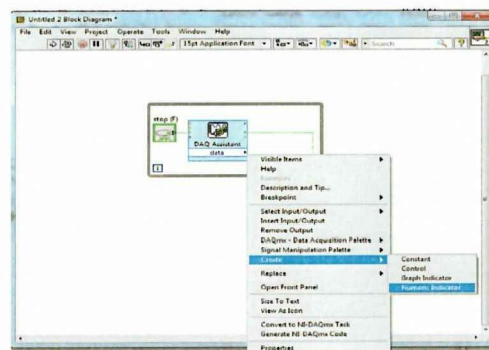
- Clic derecho en el icono *Daq Acquisition / Acquire Signals / Counter Input / Edge Count* y hacemos clic en *finish* la pantalla que nos aparece ejecutar directamente ya que no es necesario cambiar ningún dato y el contador permanecerá ascendente / click en *OK/SI*.



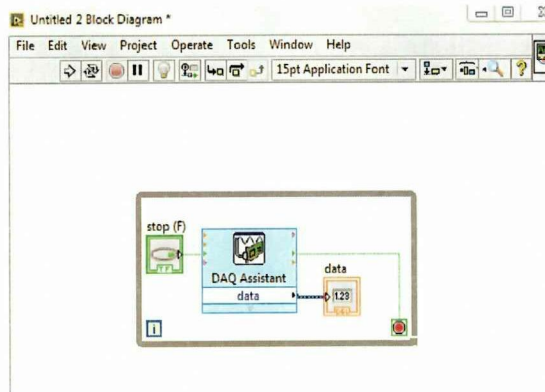
- La ventana que aparece se llama *lazo While*, el cual permite la programación al inicio de los procesos.



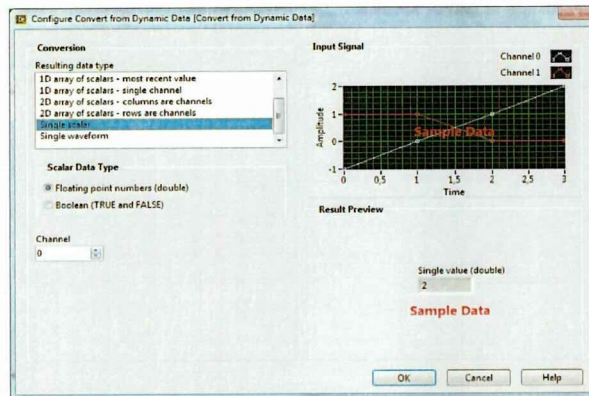
- Hacemos clic en la pestaña de abajo del icono *DAQ Assistant / create / Numeric Indicator* / nos aparecerá un componente *data* tanto en el diagrama de bloques como en el panel frontal.



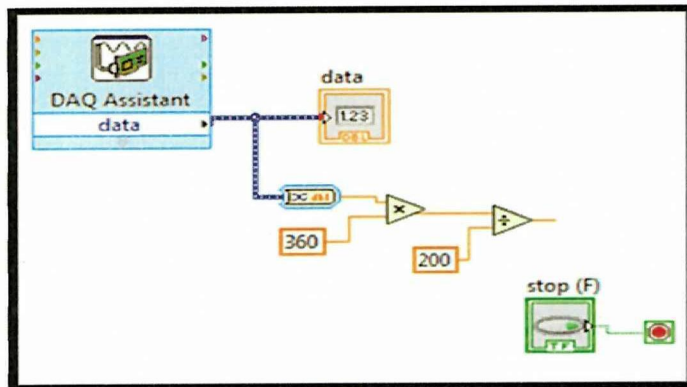
- Los Datos dinámicos se reconoce por el tipo de color/ el naranja es un entero flotante o decimal **DBL (double)** y el color verde es un **booleano** dos estados verdadero o falso (*true o false*). Estos iconos aparecen *“default”* al momento de iniciar la programación, también son los que permite el paro y la visualización del proceso ejecutado.



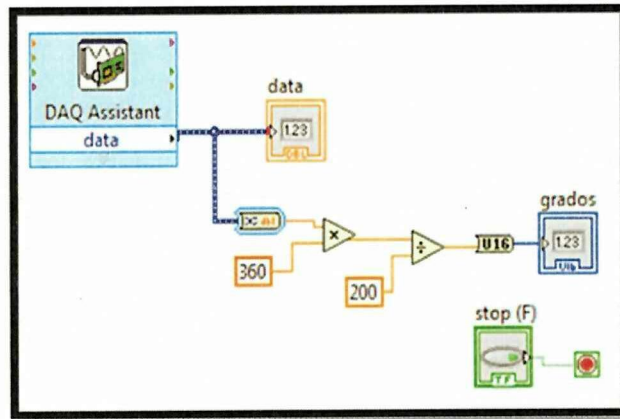
- Para conversión a escalar Clic derecho / *Express / Signal Matic / DDT (dynamic transformation date)* /aparecerá una ventana/seleccionar *simple escalar / OK*



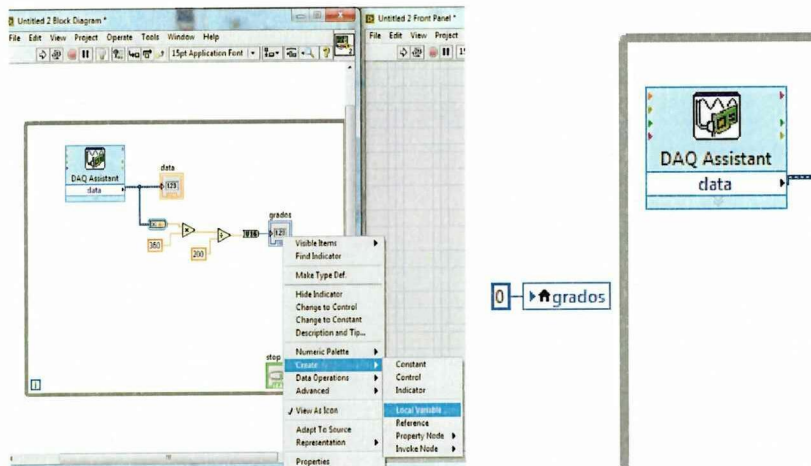
- Debemos convertir el pulso a grados mediante la fórmula tomamos el valor del puntaje / multiplicado para 360 / dividido para el N° de pulsos del encoder.
- Clic derecho / *Numeric / Multiplication / Create Constant* / ponemos 360.
- Clic derecho / *Numeric / Division / Create Constant* / ponemos 200.



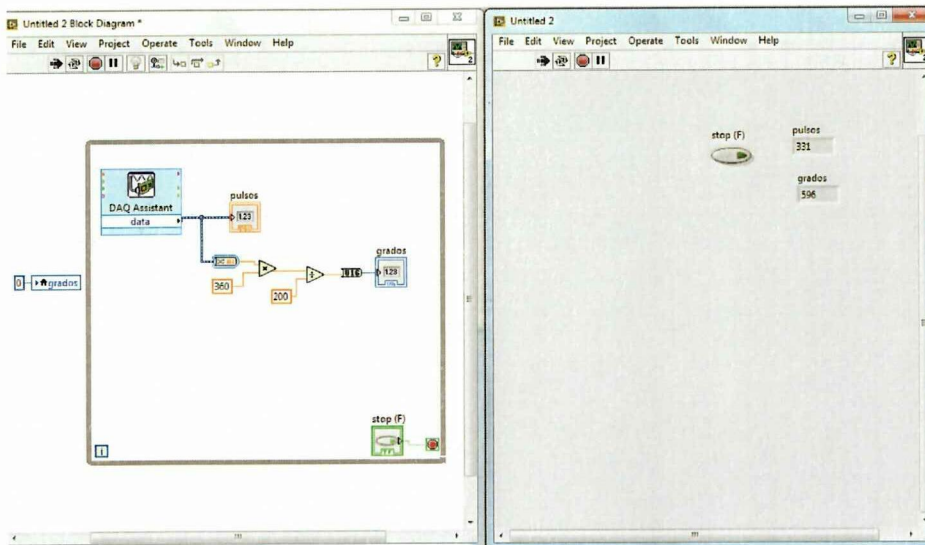
- La aplicación de la fórmula nos da en números decimales pero hay que transformar a números enteros para tener una mejor visualización.
- Clic derecho / *Conversion* / *U16* porque puede llegar hasta **65535 pulsos** / *Create* / *Indicator* / *escribimos grados*.



- En la programación al momento de reiniciar el conteo se debe encerrar automáticamente entonces / Clic derecho en el icono que aparece / *Create* / *Local Variable* / *ponemos cero* fuera del *lazo While*.



- Con los pasos que se hizo queda la programación de las vueltas, los grados y la reiniciación encerrando en cada encendido.



- Una vez configurados los parámetros del ensayo, se puede ejecutar el proyecto seleccionando la *flecha que se encuentra en la parte superior izquierda del programa.*

3.7. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN

Para la construcción de la máquina se utilizó tubo de 2" cuadradas, el cuadrado estructural da la dureza al armazón el cual soportara los adiamientos o partes que se pongan para el funcionamiento.

Los cortes realizados para armar el armazón fueron de 45° en sus esquinas se los fijo con electrodo 6011 y el acabado 7018.

Figura N° 3. 11. Ensamblaje de la estructura.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

En la parte inferior se ubicaron los esfuerzos igual en tubo cuadrado de 2'' estructural estos refuerzos fueron cortados en ángulos en la pared interna del tubo, verificada las mediciones se dio los acabados de la base principal.

Figura N° 3. 12. Soldado de la parte inferior de la estructura.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Para el contrapunto se construyó una figura geométrica rectangular la cual sirve de apoyo al sistema del mandril, en la parte se soldó un eje de acero AISI 1018 el cual permite la fijación del mandril de 4'' universal el cual fijara una de las esquina de la probeta al cual se realiza el ensayo de tracción.

En la parte central del eje se realizó una perforación de 3/4 para la cual pasara un perno del mismo diámetro, luego se realizó este proceso en la esquina del eje se procedió a soldar una plancha de 12mm la cual fija al mandril tiene la característica técnica de ST37, luego ser soldado al eje se refrenta (proceso de torneado para dejar sus caras externas completamente horizontales y a la medida requerida).

Figura N° 3. 13. Base de sujeción de los mandriles.

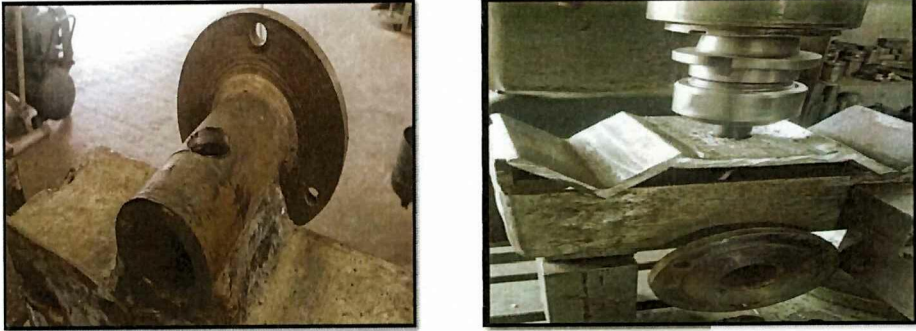


Elaborado por: Pichucho J, Riera G.



Empezamos a realizar las perforación en la plancha se tomó como referencia al mandril de 4" por la parte posterior las perforaciones son de 18mm para pernos Halen el cual sirve para sujetar a la estructura.

Figura N° 3. 14. Construcción del punto móvil.

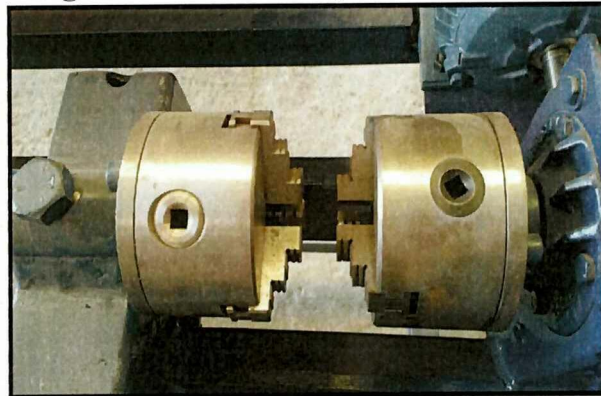


Fuente: Grupo Investigador.
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Para el motorreductor se utilizó el mismo proceso del mandril del contrapunto con la única diferencia que está sujeta al eje de la corona del reductor, en la parte posterior se prisioneros de 3/8NC, para sujetar y posicionamiento del motor reductor se construyó una base en la cual se realizó un fresado en la plancha de 3mm ST37 y se soldó a la estructura.

En el costado izquierdo se puso un refuerzo con el fin de evitar posibles vibraciones también fue sujeta a la estructura a la estructura principal, se utilizó para atornillar los pernos de acero de grado 6 y 8 de $\text{Ø}1/4$ con tuercas de presión.

Figura N° 3. 15. Montaje de los mandriles.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Propiedades del materiales a ensayar

Tabla N° 3. 8. Propiedades del material.

Propiedades mecánicas del acero AISI 1020	
Resistencia a la fluencia	295 MPA
Resistencia máxima de fractura	380 MPA
Módulo de Young	207GPa
Coefficiente de Poisson	0.3
Densidad	7860kg/m ³

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Calculo del momento de torsor que debe aplicarse a la probeta de ensayo

$$t_{max} = \frac{16T}{\pi \cdot d^3}$$

Dónde:

t_{max} : Es el esfuerzo cortante del material a ensayar

T: Es el momento torsor aplicado para obtener la fractura

d: es el diámetro de la probeta, se seleccionó un diámetro de 6mm

Para el cómputo del momento torsor se prefiere la resistencia al esfuerzo cortante del acero 1020 ($t_{max} = 380 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$) debido a que es mayor los materiales a ensayar y de esta manera se garantizó la fractura.

Sustituyendo los valores de la ecuación anterior, se tiene que:

$$t_{max} = 380 \times 10^6 \frac{N}{m^2} = \frac{16T}{\pi \cdot (0.006m)^3}$$

Dónde:

$$T = \frac{380 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \cdot \pi \cdot (0.006m)^3}{16} \quad ; \quad T = 17 \text{ N} \cdot \text{m}$$

3.8. ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN.

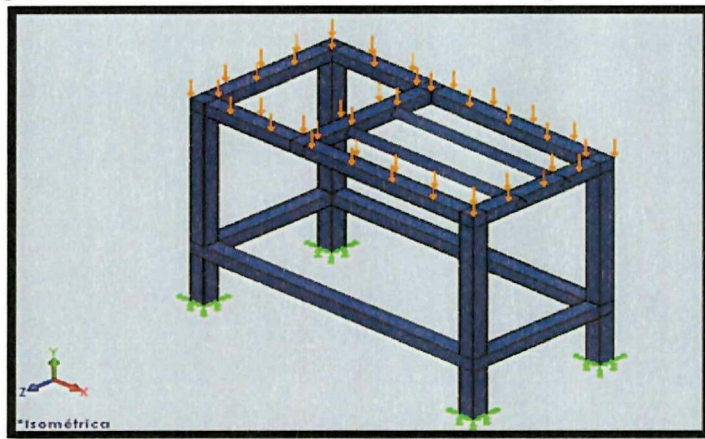
Soporte estructural.

El soporte metálico se realizó en tubo cuadrado estructural de 2". Por ser una figura geométrica rectangular consideraremos su centro de gravedad (S) el cual se halla en la intersección de las medidas.

Análisis de las fuerzas en el soporte estructural

Se realizó el análisis de fuerzas en la estructura para comprobar que el material soporta la carga fijada para el proceso. Las cargas que se aplicó en la estructura fueron en los puntos de apoyo, en donde está el motor, el reductor el cual se encuentra el punto fijo sujetado al mandril y el punto móvil donde está sujeto el otro mandril. Para la capacidad de las cargas se consideró el peso de los elementos de los mandriles, del motor y del reductor, teniendo una carga total de peso de 35 Kg. Como se muestra en la **fig. 3.16**.

Figura N° 3. 16. Análisis de fuerzas en el soporte estructural.

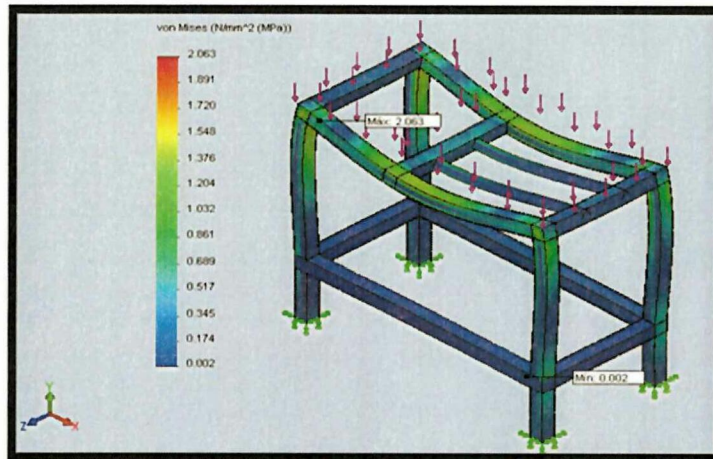


Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Análisis de la tensión.

Realizando el análisis de la tensión de la estructura, la tensión máxima que soporta es de 2 MPa y la tensión mínima es de 0 MPa. Como se muestra en la **fig. 3.17**.

Figura N° 3. 17. Análisis de tensión.

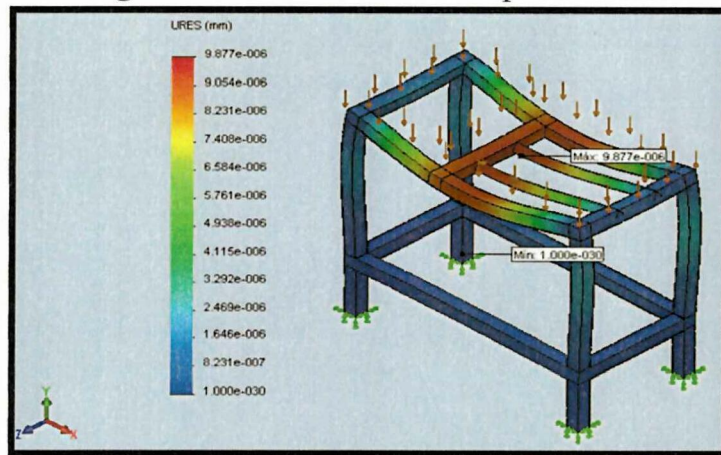


Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Análisis de desplazamiento.

Se realiza el análisis de desplazamiento máximo y mínimo por presión que puede presentarse en el soporte estructural, el cual muestra el valor menor de 1 mm y el máximo de 9.9 mm. Como se muestra en la **fig.3.18**.

Figura N° 3. 18. Análisis de desplazamiento.



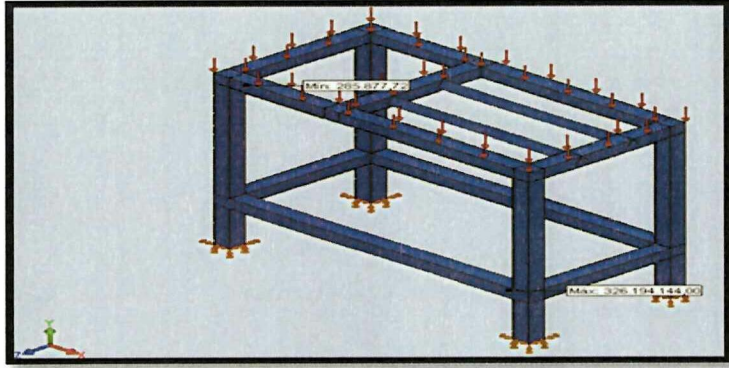
Elaborado por: Pichucho J, Riera G.

Análisis del factor de seguridad.

Realizando el análisis de esfuerzos en el soporte estructural podemos decir que el diseño no tiene inconvenientes y no presentara problemas por los esfuerzos de desplazamiento y tensiones. El factor de seguridad el mínimo es de 2 y el máximo de 3 con los resultados anteriores podemos decir que la estructura tiene la

capacidad de soportar el peso anterior mencionado. Como se muestra en la **fig. 3.19.**

Figura N° 3. 19. Análisis del factor de seguridad.



Elaborado por: Pichucho J, Riera G



CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó el módulo didáctico de una máquina de ensayos torsión que cumple con las perspectivas planeadas, siendo este muy resistente, dinámico de fácil manejo y requiere de un mantenimiento preventivo no frecuente, el cual servirá para realizar aplicaciones prácticas en el Laboratorio de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.
- Al completar la construcción de la máquina de ensayos de torsión, se logró demostrar su funcionamiento mecánico al ensayar con las probetas, y se puede afirmar que el procedimiento cumple con el objetivo determinado y sin complicaciones.
- Con el apoyo de los conocimientos teóricos desarrollados se seleccionó de manera técnica todos los elementos que intervinieron en el proceso de la máquina de torsión y se logró construir un banco de pruebas que va acorde con el desarrollo tecnológico de nuestro país.
- Se realizó pruebas con los tipos de aceros el AISI 1020, AISI 1018 y con el Aluminio Estructural, mediante el análisis con el software LabVIEW se pudo observar la curva característica al momento que la probeta se fracturo. **Véase la curva en la practica 4.**
- Los resultados conseguidos en las encuestas empleadas a la población considerada se ejecutó la construcción de un banco de pruebas de una máquina de ensayos de torsión, las mismas que expusieron un alto porcentaje de aprobación, además se apreció un beneficio en los estudiantes por este tipo de módulo didáctico.
- Se determinó que los dispositivos adquiridos y empleados en el diseño del sistema de adquisición de datos, de la máquina de ensayos de torsión funcionan correctamente y con la ayuda del software LabVIEW se

visualizó los parámetros de la deformación y rotura del material, también se observó el comportamiento de los distintos casos que se simularon en las prácticas realizadas.

- Aunque el trabajo no producirá beneficios comerciales para la Universidad, brindara mejoras académicas para los alumnos, catedráticos e investigadores por medio de prácticas de laboratorio y proyectos de investigación relacionados con el tema desarrollado en este trabajo, dichas mejoras académicas ayudarán a perfeccionar el conocimiento y destrezas de futuros profesionales.

RECOMENDACIONES:

- Primeramente se recomienda un estudio teórico-técnico de cada uno de los elementos que se encuentran en el módulo didáctico, para facilitar el manejo y operación de cada uno de estos elementos al realizar las aplicaciones prácticas.
- Que al momento de realizar las prácticas se tiene que revisar el manual de prácticas, ya que cada elemento a ser analizado no poseen las mismas características.
- Cuando se vaya a trabajar con materiales con un grado de dureza mayor o menor a las que se especifica en el manual de prácticas, manipular el variador de frecuencia para elevar o reducir la velocidad para una mejor visualización del material a ensayar.
- Que al momento de poner en funcionamiento el modulo tiene que ser previamente supervisado para evitar cualquier tipo de accidente.
- Antes de intervenir con el software LabVIEW se deben conocer las características básicas que este posee.
- El módulo de adquisición de datos marcha correctamente, sin embargo, es recomendable actualizar los controladores del dispositivo habitualmente para optimizar su rendimiento y aumentar su compatibilidad con nuevas versiones del programa y nuevos sistemas operativos.

GLOSARIO DE TERMINOS

A

Abolladura: Hundimiento de una superficie a causa de un golpe o mediante presión.

Alabeo: Deformación de una superficie plana de cualquier material, por acción del calor, humedad, de manera que no pueda coincidir con un plano.

Aleación: Sustancia compuesta de una mezcla de dos metales con otra sustancia no metálica.

C

Caja reductora: Es un mecanismo que consiste generalmente en un grupo de engranajes con el que consigue, mantener la velocidad de salida usualmente cuanta con un tornillo sin fin el cual reduce en gran cantidad la velocidad.

Carga axial.- Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.

Centroide.- Punto que se considera como el centro de una figura bidimensional.

Corrosión: Deterioro de sustancia principalmente metálicas, causada por agentes externos.

D

Densidad: Propiedad de las sustancias que especifica la cantidad de masa por unidad de volumen.

Ductilidad. Propiedad común de algunos metales que sometidos a esfuerzos de tracción, soportan grandes deformaciones y pueden estirarse en hilos o alambres sin romperse.

E

Engranaje: Mecanismo de varias piezas en la que encajan unas con otras y de ese modo se transmite el movimiento hasta poner en marcha el objeto final.

Estática: Parte de la mecánica que estudia las leyes del equilibrio de los cuerpos.

F

Flexibilidad: Fácil variación tanto en forma como en tamaño.

M

Mordazas: Es una herramienta que mediante un mecanismo de husillos o de otro tipo permite sujetar por fricción una pieza presionándole en forma continua.

T

Temple: Condición de atmosfera o estado del ambiente, con referencia al grado de calor, frío, sequedad o humedad.

Torque: Momento de fuerza o momento dinámico, hace que produzca un giro en el cuerpo que lo recibe.

Torsión.- Es la aplicación de un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden ser ejes o en general elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos, aunque es posible encontrarla en situaciones diversas.

Tracción: Esfuerzo interno sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúen en sentido opuesto y tienden a estirarlo.

BIBLIOGRAFÍAS

BIBLIOGRAFÍAS CITADAS.

- BAENA PAZ Guillermina *Investigación de campo*. (2002)
- BERNARD J. Hamrock, BO O JACOBSON, Steven R. Schmid. Resistencias de Materiales, definición de torsión Pág.64 (2006)
- BERNAL, C. A. *Metodología De La Investigación*. México: Pearson Educación. (2006).
- GARCIA HIGUER, ANDRES. El Control neumático en la Industria. Editorial La Mancha. España. (2005).
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., Fernández COLLADO, C., & BAPTISTA Lucio, P. *Metodología De La Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana. (2006).
- JAMES M. Gere, Ensayos de torsión, Pág. 54 (2007).
- LEIVA ZEA, F. *Nociones De Metodología De Investigación Científica*. Quito: Grupo Leer. (2008).
- LOPERA Juan Diego, RAMÍREZ Carlos Arturo, UCARIS ZULUAGA Marda Y ORTIZ Jennifer, *El Método Analítico*. Medellín. Centro de Investigaciones. (2010).
- SIERRA Andrés, CALVO Jennifer. . *Metodología de la investigación*. [En línea] Disponible en: <http://metodologiadelainvesigacion.blogspot.com/2011/03/metodo-inductivo-deductivo.html> (2011)
- SANTO DOMINGO SANTILLANA. Jaime, Torsión (U.SAL), (2008).

BIBLIOGRAFÍAS CONSULTADAS

- BEER, F., & JOHNSTON, R. *Mecanica de materiales*. Bogota: McGraw- Hill. (1993).
- BICKFORD, W.. *Meacnica de solidos conceptos y aplicacion* . Santa fe de Bogota: McGraw-Hill. (1997)
- GERE, J. *Mecanica de materiales*. (1974).
- JAMES, M. *Resistencia de materiales* . editorial Paraninfo. (2008).
- KERGUIGNAS, M., & GUY, C. *Resistencia de materiales* . España: Reverte S.A. (1980).
- PÉREZ, T., Mateos, J., & SÁNCHEZ, G. *Resistencia de materiales* . España: Ediciones Universidad de Salamanca. (1992).
- RESTREPO, J. *Aseguramiento Metrologico Industrial*. Textos Academicos. (2011).
- ROJAS DAVILA, María J. y TOAPANTA PILA, Álvaro R. “*Diseño y construcción de un reactor de destilación como planta piloto para la producción del diésel # 2 en la base al aceite residual automotriz, en el Sector de San Felipe para las lubricadoras de la Avenida Iberoamericana periodo 2014*”. Director: Ing. Mg.C Álvaro Santiago Mullo Quevedo. Universidad técnica de Cotopaxi, 2015. 60-62 P.
- ROMERO, M., ROMERO, P., María, M., & Ana, P. *Resistencia de Materiales* . Publicacion de la universidad Jaume. (2002).
- SANTO DOMINGO, J. *Torsion* . (2008)
- STUDEMANN. (S.F.). *Ensayo de materiales y control de defectos en la industria de metal*. Editorial URMO.
- TSAI, S., & MIRAVETE, A. *Diseño y Análisis de Materiales Compuestos*. España: Reverte S.A. (1988).

BIBLIOGRAFÍA EN LINEA

- ALLEGRO MICRO SYSTEMS, LLC *Current sensors*, Recuperado 16 de septiembre del 2015 de www.allegromicro.com (2013)
- FARNELL ELEMENT14 *Sensores de corriente*, Recuperado el 15 de Agosto del 2015 de <http://es.farnell.com/sensores-de-corriente> (15 de junio del 2012)
- <http://forums.ni.com/t5/image/serverpage/imageid/96862iE25FB92BB0639745?v=mpbl-1>
- http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Programacion%20en%20labview.pdf (2012)
- <http://metodologiadelainvesigacion.blogspot.com/2011/03/metodo-inductivo-deductivo.htm>.

ANEXOS

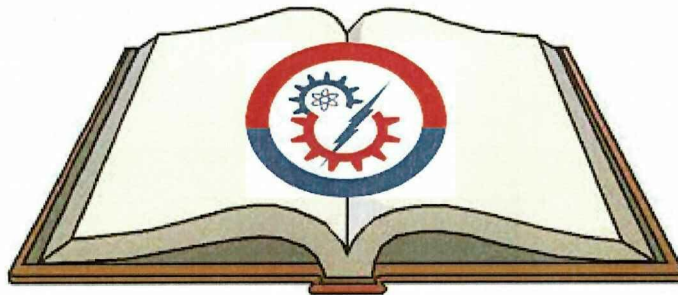


MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN



LATACUNGA – ECUADOR

2016

INTRODUCCIÓN.

El Manual de Operación y Mantenimiento de la máquina de ensayos de torsión, es el instrumento más importante que garantiza la seguridad de los estudiantes al momento de realizar las prácticas respectivas.

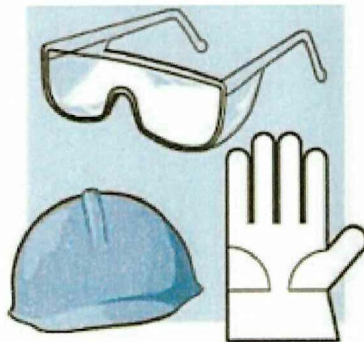
El propósito de este documento es la de aportar una guía para la correcta manipulación y funcionamiento de la máquina durante las operaciones prácticas que será sometida para alargar así su vida útil.

Objetivos:

- Seguir los pasos de este manual para evitar accidentes dentro o fuera del laboratorio
- Comprobar que los materiales estén listos antes de empezar las prácticas.
- Usar siempre la protección adecuada como : mandil, gafas y guantes para realizar la práctica.

LA MÁQUINA DE TORSIÓN

La máquina de ensayos de torsión se encuentra en el laboratorio de ingeniería electromecánica y está a disposición de los docentes, estudiantes y administradores de los Laboratorios, que tiene como objetivo determinar el grado de rotura y la deformación que se somete un material a una fuerza de torsión, mediante una visualización virtual, permitiendo al estudiante observar el comportamiento de los materiales al ser sometidos a esta, lo cual permite la manipulación directa de la máquina.

NORMAS DE SEGURIDAD

- Estar bajo la supervisión y asesoramiento de un docente o del administrador del laboratorio
- Seguir las instrucciones de acuerdo al avance de la práctica, cumpliendo los procedimientos como se muestra en la guía de práctica.
- Vestir las protecciones adecuadas para la manipulación de la máquina de ensayos, para evitar accidentes
- Por su seguridad usar un mandil con manga corta para evitar el peligro de atrapamiento.

ELEMENTOS.**Los elementos de control**

Como elemento de control tendremos a un Breaker Monofásico que está ubicado en el tablero principal que tiene la función de alimentar al dispositivo de medida será el punto primordial de conexión y desconexión para la puesta en marcha del banco de pruebas.

El Variador de Frecuencia ubicado en el tablero principal ayuda a incrementar o disminuir las revoluciones por minuto (RPM) de las mordazas, permitiendo experimentar la velocidad con la que va a girar para los diferentes casos de prácticas.

Los selectores son los dispositivos que van activar o desactivar cada una de las cargas conforme el usuario lo requiera en las distintas prácticas.

Elementos de conducción

El motor suministra la potencia al sistema realizado, de acuerdo a la velocidad angular de la salida del motor, se acoplara una caja reductora para tener mayor torque en la salida del eje y así alcanzar el torsor necesario para fracturar la probeta de ensayos.

La caja reductora es la transmisión del sistema, se encarga de transformar la velocidad angular del torque y el torque proporcionado por el giro del motor, mediante las relaciones geométricas entre los engranajes que conforman la caja reductora.

Una mordaza es una herramienta mecánica que permite sujetar por fricción una pieza presionándola en forma continua, la cual va a sujetar la probeta en el banco de pruebas.

PRECAUCIONES.

Debemos tener en cuenta los siguientes consejos útiles para el correcto funcionamiento de las prácticas, que contribuye para una mejor manipulación del banco de pruebas y sin tener ningún tipo de inconvenientes o percances al manipular y realizar las prácticas.



- Verificar que la fuente de energía esté conectada este en perfecto estado, que no tenga ninguna avería o cables pelados.
- No poner en marcha el banco de pruebas si las mordazas no están bien ajustadas ya que la probeta puede salir volando y ocasionar un accidente.
- Verificar que la mesa móvil este ajustada y a la misma medida de la probeta antes de poner en marcha el banco de pruebas.
- Conservar el orden (no jugar) a el momento de realizar alguna práctica
- Realizar las prácticas siguiendo los procedimientos correctos que se encuentran en la guía de prácticas para evitar lesiones.

MANTENIMIENTO

- Realizar la limpieza y el mantenimiento de la máquina de ensayos percatándose que este sin energía.
- Es recomendable limpiar la máquina de ensayos al menos una vez semanalmente ayudando así a una mejor conservación.
- Ubicar la máquina de ensayos en un lugar seco.
- Manipular los elementos que conforman la máquina de ensayos de torsión de la manera correcta.
- Inspeccionar el estado que se encuentran los dispositivos a menudo que se vayan realizando las prácticas.
- Verificar si las muelas de las mordazas están en perfectas condiciones, y si no es así cambiarles para que tengan una mejor sujeción al momento de realizar cualquier práctica.
- Verificar el nivel de aceite en el reductor para evitar atascamiento y desgaste en los engranajes.



SEÑALÉTICAS.

Tomar en cuenta las señales de prevención de riesgos y accidentes que se encuentran en el Laboratorio de Ingeniería Electromecánica, teniendo en consideración a los peligros que nos exponemos en caso de no respetarlos.

Las principales señales que encontramos y que debemos tomar muy en cuenta son:



Es una señal de advertencia la cual nos indica que nos exponemos en un área de alto voltaje.



El uso de mandil es necesario y muy importante para el ingreso al Laboratorio.



Está prohibido el ingreso con alimentos y bebidas, esto puede molestar y distraer en momentos de realizar las prácticas.



Está prohibido que los celulares estén encendidos, ya que emite un campo magnético y es peligroso ya que se trabaja con altos voltajes.

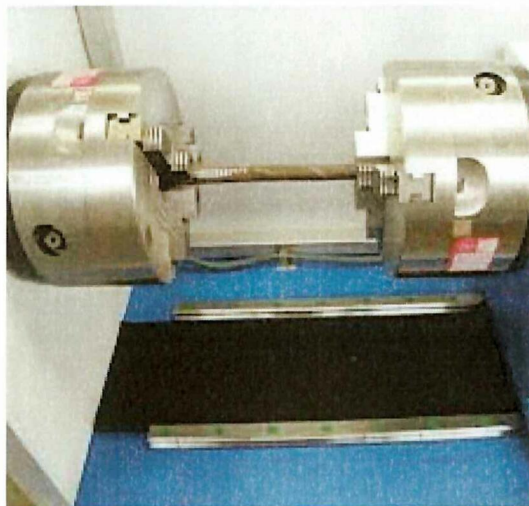


Esta una señal de atrapamiento y está prohibido arrimarse a las máquinas que ejerzan fuerzas y produzcan cortes.



Está prohibido jugar en los Laboratorios ya que pueden provocar accidentes.

GUÍA DE PRÁCTICAS DEL BANCO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN



LATACUNGA – ECUADOR

2016

PRÁCTICA N° 1

TEMA: Ensayo de torsión con la probeta de acero estructural AISI 1020, de 6mm de diámetro con una resistencia de torsión máxima de 308 MPa y una velocidad de 5 Rpm.

OBJETIVO:

- Analizar el proceso de la deformación virtual del material que vamos a ensayar, acero AISI 1020

CONTENIDO CIENTÍFICO:

Variador de frecuencia: Es un dispositivo electrónico, que permite el control de la velocidad rotacional al mínimo o al máximo del motor eléctrico de inducción.

EQUIPOS:

- Banco de Pruebas de ensayos de torsion
- Software LabVIEW 2014
- Tarjeta de adquisición de datos National Instruments 6008

PROCEDIMIENTO:

1. Verificar la probeta de ensayos de 6mm.
2. Comprobar las cargas que no estén activas.
3. Verificar que la probeta este ubicada en su posición adecuada para realizar el ensayo.
4. Ajustar la probeta en las mordazas.

5. Sujetar la probeta con la celda de carga con alambre de acero inoxidable para observar la presión que ejerce.
6. Comprobar la velocidad del variador que este a 5 Rpm.
7. Encender el programa de LabVIEW 2014.
8. Poner en marcha el banco de pruebas.
9. Visualizar los parámetros de deformación y rotura del material.
10. Verificar y comprobar los valores obtenidos en la deformación y rotura del ensayo.
11. Variar la frecuencia a la nominal y apagar el módulo para verificar los cálculos obtenidos.

GRAFICO:**CUESTIONARIO:**

1. ¿Qué función cumple el variador de frecuencia al realizar la práctica?
2. Verificar los resultados obtenidos
3. Comprobar si los valores obtenidos en la práctica varían con los datos técnicos del acero.

Grados	Resistencia del acero (V)

Con los datos obtenidos del programa LabVIEW 2014 graficar la curva del Voltaje (V) y Grados

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....

ANEXO A	GUÍA DE PRÁCTICAS	12 de 23
<p style="text-align: center;">PRÁCTICA N° 2</p> <p>TEMA: Ensayo de torsión con la probeta de acero estructural AISI 1018, de 6mm de diámetro con una resistencia de torsión máxima de 440 MPa y una velocidad de 5 Rpm.</p> <p>OBJETIVO:</p> <p>- Analizar el proceso de la deformación y rotura del material que vamos a ensayar, acero AISI 1018</p> <p>CONTENIDO CIENTÍFICO:</p> <p>Encoder: Dispositivo electromecánico cuya función es convertir el movimiento mecánico giratorio del eje en pulsos digitales o analógicos, el cual nos proporcionará un número impulsos de acuerdo a la revolución del giro del motor.</p> <p>EQUIPOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Banco de Pruebas de ensayos de torsion 2. Software LabVIEW 2014 3. Tarjeta de adquisición de datos National Instruments 6008 <p>PROCEDIMIENTO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar la probeta de ensayos de 6mm. 2. Comprobar las cargas que no estén activas. 3. Verificar que la probeta este ubicada en su posición adecuada para realizar el ensayo. 		

4. Ajustar la probeta en las mordazas.
5. Sujetar la probeta con la celda de carga con alambre de acero inoxidable para observar la presión que ejerce.
6. Comprobar la velocidad del variador que este a 5 Rpm.
7. Encender el programa de LabVIEW 2014.
8. Poner en marcha el banco de pruebas.
9. Visualizar los parámetros de deformación y rotura del material.
10. Verificar y comprobar los valores obtenidos en la deformación y rotura del ensayo.
11. Variar la frecuencia a la nominal y apagar el módulo para verificar los cálculos obtenidos.

GRAFICO:



CUESTIONARIO:

1. ¿Qué función cumple el encoder al realizar las prácticas?
2. Verificar los resultados obtenidos
3. Comprobar si los valores obtenidos en la práctica varían con los datos técnicos del acero.

Grados	Resistencia del acero (V)

Con los datos obtenidos del programa LabVIEW 2014 graficar la curva del Voltaje (V) y Grados

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....

ANEXO A	GUÍA DE PRÁCTICAS	14 de 23
<p data-bbox="614 443 852 477" style="text-align: center;">PRÁCTICA N° 3</p> <p data-bbox="204 533 1264 678">TEMA: Ensayo de torsión con la probeta de aluminio estructural, de 6mm de diámetro con una resistencia de torsión máxima de 230 MPa y una velocidad de 5 Rpm.</p> <p data-bbox="204 730 379 763">OBJETIVO:</p> <p data-bbox="204 797 1264 887">- Analizar el proceso de la deformación y rotura del material que vamos a ensayar con el aluminio estructural.</p> <p data-bbox="204 943 616 976">CONTENIDO CIENTÍFICO:</p> <p data-bbox="204 1025 1264 1171">Amplificador: Es un elemento esencial de los sistemas de medida, en los que se ensambla como un bloque funcional que ofrece características funcionales propias e independientes de los restantes elementos con los que interacciona.</p> <p data-bbox="204 1227 360 1261">EQUIPOS:</p> <ul data-bbox="252 1317 1050 1496" style="list-style-type: none">• Banco de Pruebas de ensayos de torsión• Software LabVIEW 2014• Tarjeta de adquisición de datos National Instruments 6008 <p data-bbox="245 1529 539 1563">PROCEDIMIENTO:</p> <ol data-bbox="252 1619 1264 1966" style="list-style-type: none">1. Verificar la probeta de ensayos de 6mm.2. Comprobar las cargas que no estén activas.3. Verificar que la probeta este ubicada en su posición adecuada para realizar el ensayo.4. Ajustar la probeta en las mordazas.		

5. Sujetar la probeta con la celda de carga con alambre de acero inoxidable para observar la presión que ejerce.
6. Comprobar la velocidad del variador que este a 5 Rpm.
7. Encender el programa de LabVIEW 2014.
8. Poner en marcha el banco de pruebas.
9. Visualizar los parámetros de deformación y rotura del material.
10. Verificar y comprobar los valores obtenidos en la deformación y rotura del ensayo.
11. Variar la frecuencia a la nominal y apagar el módulo para verificar los cálculos obtenidos.

GRAFICO:

CUESTIONARIO:

1. ¿Qué función cumple la tarjeta de adquisición de datos?
2. Verificar los resultados obtenidos
3. Comprobar si los valores obtenidos en la práctica varían con los datos técnicos del aluminio estructural.

Grados	Resistencia del acero (V)

Con los datos obtenidos del programa LabVIEW 2014 graficar la curva del Voltaje (V) y Grados .

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....

PRÁCTICA N° 4

TEMA: Ensayo de torsión con la probeta de acero estructural AISI 1020, de 6mm de diámetro con una resistencia de torsión máxima de 308 MPa y una velocidad de 10 Rpm.

OBJETIVO:

- Analizar el proceso de la deformación virtual del material que vamos a ensayar, acero AISI 1020

CONTENIDO CIENTÍFICO:

Celda de Carga. Es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica, esta conversión es indirecta mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir lo hace mediante una galga extensiométrica.

EQUIPOS:

- Banco de Pruebas de ensayos de torsion
- Software LabVIEW 2014
- Tarjeta de adquisición de datos National Instruments 6008

PROCEDIMIENTO:

1. Verificar la probeta de ensayos de 6mm.
2. Comprobar las cargas que no estén activas.
3. Verificar que la probeta este ubicada en su posición adecuada para realizar el ensayo.
4. Ajustar la probeta en las mordazas.

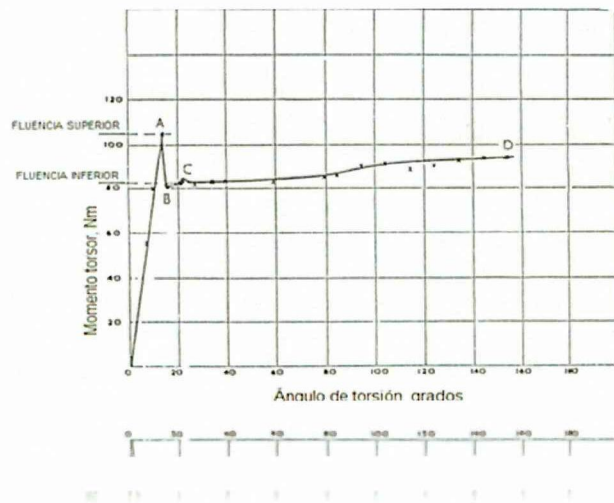
5. Sujetar la probeta con la celda de carga con alambre de acero inoxidable para observar la presión que ejerce.
6. Comprobar la velocidad del variador que este a 10 Rpm.
7. Encender el programa de LabVIEW 2014.
8. Poner en marcha el banco de pruebas.
9. Visualizar los parámetros de deformación y rotura del material.
10. Verificar y comprobar los valores obtenidos en la deformación y rotura del ensayo.
11. Variar la frecuencia a la nominal y apagar el módulo para verificar los cálculos obtenidos.

GRAFICO:**CUESTIONARIO:**

1. ¿Qué función cumple el variador de frecuencia al realizar la práctica?
2. Verificar los resultados obtenidos
3. Comprobar si los valores obtenidos en la práctica varían con los datos técnicos del acero.

Grados	Resistencia del acero (V)

Con los datos obtenidos del programa LabVIEW 2014 graficar la curva del Voltaje (V) y Grados



CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

.....

ANEXO A	GUÍA DE PRÁCTICAS	19 de 23
<p data-bbox="614 439 852 472" style="text-align: center;">PRÁCTICA N° 5</p> <p data-bbox="204 528 1267 674">TEMA: Ensayo de torsión con la probeta de acero estructural AISI 1018, de 6mm de diámetro con una resistencia de torsión máxima de 440 MPa y una velocidad de 10 Rpm.</p> <p data-bbox="204 730 384 763">OBJETIVO:</p> <p data-bbox="204 819 1267 909">- Analizar el proceso de la deformación y rotura del material que vamos a ensayar, acero AISI 1018</p> <p data-bbox="204 965 619 999">CONTENIDO CIENTÍFICO:</p> <p data-bbox="204 1043 1267 1245">La Caja Reductora. Es el equipo que se utiliza para transformar la fuerza aplicada del motor para la reducción de la velocidad y tener un mejor funcionamiento del mismo. Para mayor facilidad y manejo de las cajas reductoras son las de tornillo sin fin.</p> <p data-bbox="204 1301 363 1335">EQUIPOS:</p> <ul data-bbox="256 1391 1054 1581" style="list-style-type: none">• Banco de Pruebas de ensayos de torsion• Software LabVIEW 2014• Tarjeta de adquisición de datos National Instruments 6008 <p data-bbox="204 1626 501 1659">PROCEDIMIENTO:</p> <ol data-bbox="256 1704 1267 1962" style="list-style-type: none">1. Verificar la probeta de ensayos de 6mm.2. Comprobar las cargas que no estén activas.3. Verificar que la probeta este ubicada en su posición adecuada para realizar el ensayo.		

4. Ajustar la probeta en las mordazas.
5. Sujetar la probeta con la celda de carga con alambre de acero inoxidable para observar la presión que ejerce.
6. Comprobar la velocidad del variador que este a 10 Rpm.
7. Encender el programa de LabVIEW 2014.
8. Poner en marcha el banco de pruebas.
9. Visualizar los parámetros de deformación y rotura del material.
10. Verificar y comprobar los valores obtenidos en la deformación y rotura del ensayo.
11. Variar la frecuencia a la nominal y apagar el módulo para verificar los cálculos obtenidos.

GRAFICO:



CUESTIONARIO:

1. ¿Qué función cumple el encoder al realizar las prácticas?
2. Verificar los resultados obtenidos
3. Comprobar si los valores obtenidos en la práctica varían con los datos técnicos del acero.

Grados	Resistencia del acero (V)

Con los datos obtenidos del programa LabVIEW 2014 graficar la curva del Voltaje (V) y Grados

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....

ANEXO A	GUÍA DE PRÁCTICAS	21 de 23
<p>PRÁCTICA N° 6</p> <p>TEMA: Ensayo de torsión con la probeta de aluminio estructural, de 6mm de diámetro con una resistencia de torsión máxima de 230 MPa y una velocidad de 10 Rpm.</p> <p>OBJETIVO:</p> <p>- Analizar el proceso de la deformación y rotura del material que vamos a ensayar con el aluminio estructural.</p> <p>CONTENIDO CIENTÍFICO:</p> <p>Tarjeta de adquisición de Datos. Es el proceso de medición de un fenómeno eléctrico o físico tal como tensión, corriente, temperatura, presión, o sonido mediante un ordenador</p> <p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco de Pruebas de ensayos de torsión • Software LabVIEW 2014 • Tarjeta de adquisición de datos National Instruments 6008 <p>PROCEDIMIENTO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar la probeta de ensayos de 6mm. 2. Comprobar las cargas que no estén activas. 3. Verificar que la probeta este ubicada en su posición adecuada para realizar el ensayo. 4. Ajustar la probeta en las mordazas. 		

5. Sujetar la probeta con la celda de carga con alambre de acero inoxidable para observar la presión que ejerce.
6. Comprobar la velocidad del variador que este a 10 Rpm.
7. Encender el programa de LabVIEW 2014.
8. Poner en marcha el banco de pruebas.
9. Visualizar los parámetros de deformación y rotura del material.
10. Verificar y comprobar los valores obtenidos en la deformación y rotura del ensayo.
11. Variar la frecuencia a la nominal y apagar el módulo para verificar los cálculos obtenidos.

GRAFICO:

ANEXO A	GUÍA DE PRÁCTICAS	23 de 23
---------	--------------------------	----------

CUESTIONARIO:

1. ¿Qué función cumple la tarjeta de adquisición de datos?
2. Verificar los resultados obtenidos
3. Comprobar si los valores obtenidos en la práctica varían con los datos técnicos del aluminio estructural.

Grados	Resistencia del aluminio (V)

Con los datos obtenidos del programa LabVIEW 2014 graficar la curva del Voltaje (V) y Grados .

CONCLUSIONES:

.....

RECOMENDACIONES:

.....

CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA



CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL REDUCTOR



ELABORACION DE BASES DEL MANDRIL FIJO Y MOVIL



MONTAJE DEL MANDRIL FIJO Y MOVIL A LA ESTRUCTURA



PINTURA A LA MAQUINA DE ENSAYOS



ELABORACION DE LAS PROBETAS PARA LOS ENSAYOS DE TORSION



TERMINACIÓN DEL PROYECTO

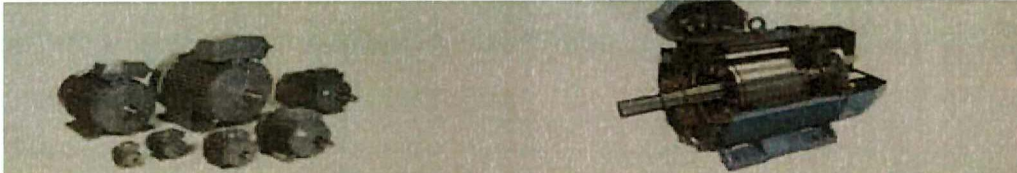


ANEXO C	Propiedades del material AISI 1018	1 de 4
Acero Estructural AISI 1018		
Descripción	Este acero de bajo – medio tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad de los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición calibrado (acabado en frio). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de máquinas.	
Norma involucrada	ASTM A 108	
Propiedades mecánicas	Dureza 126 HB (71HRb) Esfuerzo de fluencia 370MPa (53700Psi) Esfuerzo maximo 440Mpa (63800Psi) Elongacion 15% en 50 mm Reduccion del area 20% Modulo de elasticidad 205GPa (29700KSI) Maquinabilidad 76% (AISI 1212=100%)	
Propiedades Físicas	Densidad 7.87 g/ cm ³ (0,284lb/in ³)	
Propiedades Químicas	0.15 – 0.20 % C 0.60 – 0.90 %Mn 0.04 % P máx. 0.05 % S máx.	
Usos	Se utiliza en operaciones de deformación plástica con remachado y extrusión. Su utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas como los pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, tornillos y aplicaciones de láminas.	
Fuente: http://www.sumiteccr-com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%1018 Elaborado por: Pichucho J, Riera G.		

ANEXO C	Propiedades del material AISI 1020	2 de 4
Acero estructural AISI 1020		
Descripción	Acero con mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es acuerdo para elementos de máquina.	
Norma involucrada	ASTM A 108	
Propiedades mecánicas	Dureza 111 HB Esfuerzo de fluencia 205MPa (29700Psi) Esfuerzo maximo 308Mpa (55100Psi) Elongacion 25% Reduccion del area 50% Modulo de elasticidad 205GPa (29700KSI) Maquinabilidad 72% (AISI 1212=100%)	
Propiedades Físicas	Dencidad 7.87 g/ cm ³ (0,284lb/in ³)	
Propiedades Químicas	0.18 – 0.23 % C 0.30 – 0.60 %Mn 0.04 % P máx. 0.05 % S máx.	
Usos	Se utiliza mucho en la condición de centrado donde la resistencia al desgaste y al tener un núcleo tenaz es importante. Se puede utilizar completamente endureciendo mientras se trate se secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén muy esforzadas. Otros usos incluyen engranes ligeramente esforzaos en endurecimiento superficial, pines endurecidos superficialmente, piñones, cadenas, tornillos componentes de máquinas, prensa y levas.	
Tratamiento térmico	Se puede cementar para aumentar la resistencia al desgaste y su dureza mientras que el núcleo se mantenga tenaz. Se puede recocer a 870 c y su dureza puede alcanzar a los 111 HB mientras que con normalizado alcanza 131 HB.	
Fuente: http://www.sumiteccr-com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%1020 Elaborado por: Pichucho J, Riera G.		

ANEXO C	Propiedades del material Aluminio Estructural	3 de 4
Aluminio Estructural		
Descripción	<p>El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles.</p> <p>Las aleaciones de aluminio son ligeras, fuertes, y de fácil formación para muchos procesos de metalistería; son fáciles de ensamblar, fundir o maquinar y aceptan gran variedad de acabados. Por sus propiedades físicas, químicas y metalúrgicas, el aluminio se ha convertido en el metal no ferroso.</p>	
Propiedades mecánicas	<p>Dureza 15 y 120 HB Numero atomico 13 Peso atomico 26.98 uma Esfuerzo de fluencia 170MPa Esfuerzo maximo 230Mpa Elongacion 25% Reduccion del area 50% Modulo de elasticidad 70,6GPa Maquinabilidad 72%</p>	
Propiedades Físicas	<p>Dencidad 2,70 g/cm</p>	
Propiedades Químicas	<p>Cuando entra en contacto con el oxígeno, el aluminio forma una capa de óxido que se conoce como óxido de aluminio. Esta capa lo ayuda a protegerlo de la corrosión. El aluminio en polvo se prende fuego con facilidad si se lo expone a una llama.</p>	
Usos	<p>Las propiedades físicas y químicas del aluminio lo convierten en un metal ideal para hacer productos tales como utensilios culinarios, partes de automóviles, materiales de construcción y envases para comidas y bebidas.</p>	
<p style="text-align: center;">Fuente: http://www.sumiteccr-com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/aluminio Elaborado por: Pichucho J, Riera G.</p>		

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415



M2QA - FICHA TÉCNICA*

ABB es un grupo líder mundial en la fabricación de motores eléctricos trifásicos de baja y media tensión para utilización en un sinnúmero de aplicaciones, cuenta con una experiencia superior a 100 años, con un recurso humano de 2.150 personas. Nuestros motores son ampliamente reconocidos a nivel mundial por ser productos eficientes. Nuestra VISION en ABB es proveer productos, servicios y experiencia para ahorrar energía y mejorar los procesos de nuestros clientes por sobre el ciclo de vida de nuestros productos.

N°	Descripción	Detalle
1	General	Motor trifásico de inducción jaula de ardilla
2		Baja tensión
3	Grado de protección (Encerramiento)	IP55 - Totalmente cerrado y autoventilado TEFC
4	Sistema de ventilación	IC411 - Autoventilado
5	Carcasa	71 a 355 (según norma IEC)
6	Polos	2 a 6 polos
7	Velocidad nominal	3600 rpm a 1200 rpm
8	Potencia nominal	0.25 kW (0.33 HP) a 355 kW (475 HP)
9	Factor de servicio	1.0 y 1.15
10	Tipo de servicio	S1 a S6 (según IEC)
11	Tensión nominal	220-230/380/440-460 Vac
12	Frecuencia nominal	60 Hz
13	Forma constructiva	IM1001, B3 (Con patas)
14	Clase de aislamiento / ΔT	F/B
15	Temperatura ambiente	40°C
16	Altitud (m.s.n.m)	1000 m
17	Posición de la caja de conexiones	Parte superior
18	Dirección de rotación	Bidireccional
19	Carcasa y tapas	Fundición de hierro

La anterior ficha técnica constituye las características convencionales de los motores de aplicación estándar. Especificaciones y accesorios especiales consultar con ABB.

Estándar:

Placa característica en acero inoxidable
 Número de serie individual para cada equipo
 Rodamientos reengrasables a partir de carcasa 250
 Tapa protectora de ventilador metálica
 Color: Azul Munsell 8B 4.5/3.25
 Anillos de izaje desde carcasa 100
 Motor con 12 terminales de conexión a partir de 10 HP/7,5 kW
 Motor con 6 terminales de conexión inferior a 10 HP/7,5 kW
 Caja de conexiones rotativa (4 x 90° - Carcasa desde 71 a 132)
 Caja de conexiones rotativa (2 x 180° - Carcasa 160 a 355)
 Termistores PTC en devanado de estator desde la carcasa 160
 Habilitado para arranque estrella - triángulo sobre 10 HP
 Rodamientos tipo bola

Opcionales:

- Termistores/bimetálicos/Resistencia de calentamiento
 - Protección IP56/IP65/IPW
 - Rodamientos aislados (>100kW)
 - Rodamientos de rodillo (carcasa desde 160 a 355)
 - Color especial de pintura
 - Ventilación independiente
 - Aislamiento Clase H
 - Caja de conexión en posición lateral
 - Montaje con brida B5 - B14
 - Montaje con brida y patas B35
 - Otros bajo consulta

Simbología

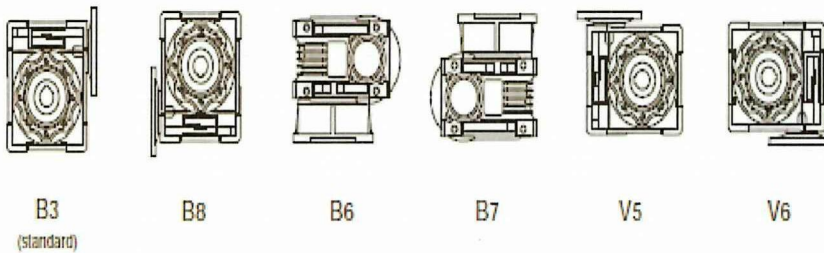
Symbols

n_1 [min ⁻¹]	Velocità in ingresso / <i>Input speed</i>	sf	Fattore di servizio / <i>Service factor</i>
n_2 [min ⁻¹]	Velocità in uscita / <i>Output speed</i>	Rd %	Rendimento dinamico / <i>Dynamic efficiency</i>
i	Rapporto di riduzione / <i>Ratio</i>	Rs %	Rendimento statico / <i>Static efficiency</i>
P_1 [kW]	Potenza in entrata / <i>Input power</i>	R_2 [N]	Carico radiale ammissibile in uscita / <i>Permitted output radial load</i>
M_0 [Nm]	Coppia nominale in uscita / <i>Nominal output torque</i>	Z	Numero di principi della vite / <i>Worm starts</i>
M_2 [Nm]	Coppia in uscita in funzione di P_1 / <i>Output torque referred to P_1</i>	β	Angolo d'elica / <i>Helix angle</i>

Posizioni di montaggio

Mounting positions

Posizioni di montaggio / *Mounting positions*

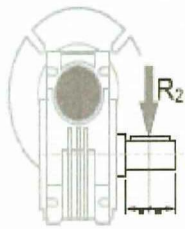


	Quantità di olio (litri) / <i>Oil quantity (liters)</i>					
	B3	B8	B6	B7	V5	V6
CM030	0.04					
CM040	0.08					
CM050	0.15					
CM063	0.30					
CM075	0.55					
CM090	1.0					
CM110	3.0	2.2	2.5	2.5	3.0	2.2
CM130	4.5	3.3	3.5	3.5	4.5	3.3

Lubrificati a vita
Life lubricated

Carichi radiali

Radial loads

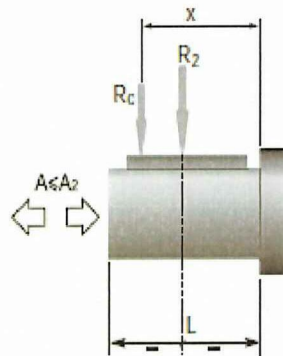


$$A_2 = R_2 \times 0.2$$

n_2 [min ⁻¹]	R_2 [N]							
	CM030	CM040	CM050	CM063	CM075	CM090	CM110	CM130
187	674	1264	1770	2445	2824	3161	5058	5732
140	743	1392	1949	2692	3110	3481	5570	6313
93	851	1596	2234	3085	3564	3990	6384	7235
70	936	1754	2456	3392	3918	4386	7018	7953
56	1008	1890	2646	3654	4221	4725	7560	8567
47	1069	2004	2805	3874	4475	5009	8014	9083
35	1179	2210	3095	4273	4937	5526	8842	10021
28	1270	2381	3334	4603	5318	5953	9524	10794
23	1356	2542	3559	4915	5678	6356	10170	11526
18	1471	2759	3862	5334	6162	6897	11036	12507
14	1600	3000	4200	5800	6700	7500	12000	13600

Quando il carico radiale risultante non è applicato sulla mezziera dell'albero occorre calcolare quello effettivo con la seguente formula:

When the resulting radial load is not applied on the centre line of the shaft it is necessary to calculate the effective load with the following formula:



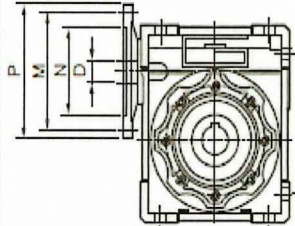
$$R_c = \frac{R_2 \cdot a}{(b + x)} \leq R_{2MAX}$$

$$R \leq R_c$$

a, b = valori riportati nella tabella
a, b = values given in the table

	CM							
	030	040	050	063	075	090	110	130
a	65	84	101	120	131	162	176	188
b	50	64	76	95	101	122	136	148
R_{2MAX}	1600	3000	4200	5800	6700	7500	12000	13600

	IEC	N	M	P	D	i																	
						5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100						
CM030	63B5	95	115	140	11																		
	63B14	60	75	90																			
	56B5	80	100	120	9	B	B	B	B	B	B	B	B										
	56B14	60	65	80																			
CM040	71B5	110	130	160	14																		
	71B14	70	85	105																			
	63B5	95	115	140	11	B	B	B	B	B	B	B	B										
	63B14	60	75	90																			
CM050	80B5	130	165	200	19																		
	80B14	80	100	120																			
	71B5	110	130	160	14	B	B	B	B	B	B												
	71B14	70	85	105																			
CM063	63B5	95	115	140	11	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B							
	90B5	130	165	200	24																		
	90B14	95	115	140																			
	80B5	130	165	200	19	B	B	B	B	B	B												
	80B14	80	100	120																			
	71B5	110	130	160	14	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B								
71B14	70	85	105																				
CM075	100/112B5	180	215	250	28																		
	100/112B14	110	130	160	24	B	B	B															
	90B5	130	165	200																			
	90B14	95	115	140	19	B	B	B	B	B	B	B											
	80B5	130	165	200																			
	80B14	80	100	120																			
CM090	71B5	110	130	160	14																		
	100/112B5	180	215	250	28																		
	100/112B14	110	130	160																			
	90B5	130	165	200	24	B	B	B	B	B	B												
90B14	95	115	140																				
CM110	80B5	130	165	200	19	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B								
	80B14	80	100	120																			
	132B5	230	265	300	38																		
	132B14	130	165	200	38																		



N.B.
Le aree evidenziate in grigio indicano l'applicabilità della corrispondente grandezza motore.
N.B. Grey areas indicate motor inputs available on each size of unit.

B/BS = Boccia di riduzione in acciaio (vedi pag. S6)
B/BS = Metal shaft sleeve (see page S6)

Fuente: Universidad Simón Bolívar tesis: diseño y construcción de una máquina para realizar ensayos de torsión.

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.



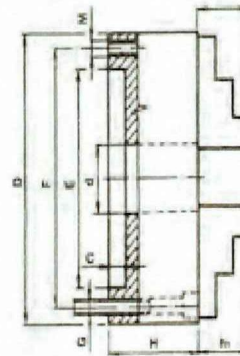
Mandriles (Chucks) Autocentrantes de Montura Frontal

TOOLMEX
Industrial Solutions

Mandriles (Chucks) Respaldo Plano, Autocentrantes de 3 y 4-Mordazas

- Pueden ser montados directamente en mesas rotatorias de ranura 3/8 ó en un plato base si la mesa rotatoria tiene ranuras-en T de 3/8 ó 1/2
- Los platos base han sido diseñados para usarse con todas las mesas rotatorias y otros equipos donde los mandriles (chucks) de montaje trasero no pueden ser usados
- Estos mandriles (chucks) pueden también montarse a un contraplato (plato trasero) maquinado en bruto, pero se necesitará maquinar las plantillas de los agujeros de los pernos y los resaltes o salientes para ensamblaje final

Cuerpo de Semi-Acero de 3 Mordazas con Mordazas Sólidas



Tipo 3274

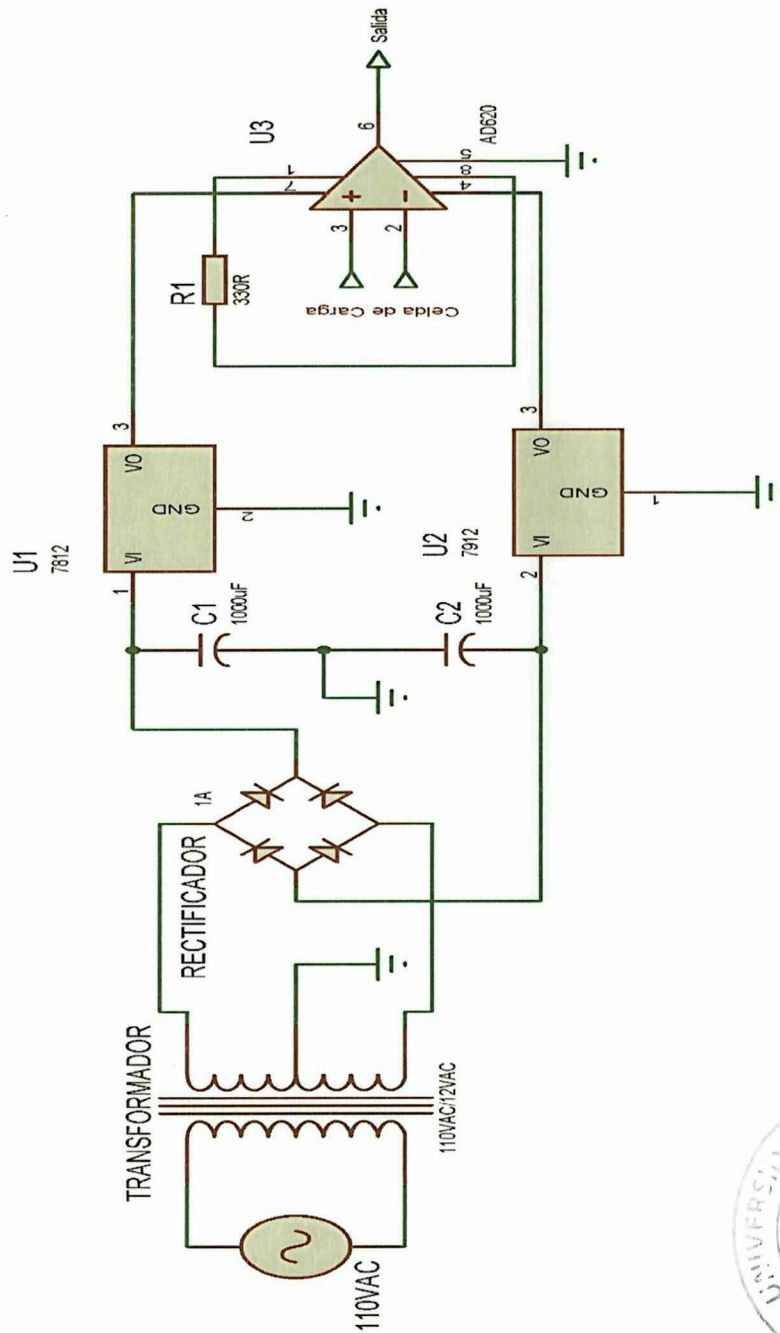
Diá. D Mandril (Chuck)	Número de Parte	Precio US\$	Diá. d Agujero	F	E H7	C	H	h1	Rosca Trasera M	Peso lbs.	Pernos de Montura	
											Rosca G	No. de Pernos
4"	7-811-0400	396.45	.7874	3.2677	2.7559	.1181	1.969	.669	M8	5.3	5/16-18 x 2-1/4	3
5"	7-811-0500	430.40	1.2598	4.2520	3.7402		2.205	.787		9.3		
6-1/4"	7-811-0600	483.54	1.6535	5.5118	4.9213	.1575	2.559	1.260	M10	17.0	3/8-16 x 2-3/4	6
8"	7-811-0800	556.11	2.1654	6.9291	6.2992		2.953	1.142		32.0		
10"	7-811-1000	773.71	2.9921	8.8189	7.8740	.1969	3.347	1.339	M12	52.0	1/2-13 x 3-1/2	
12-1/2"	7-811-1200	1,184.67	4.0551	11.2598	10.2362		3.701	1.693		87.0		

Fuente: https://www.toolmex.com/customer/docs/MegaCatalog/2012/Spanish/Megacatalog2012-Pages372-700_Spanish.pdf

Elaborado por: Pichucho J, Riera G.



Circuito eléctrico de la fuente de poder y amplificador de señal





**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
ENCUESTA PARA ESTUDIANTES**

La presente encuesta está diseñada para evaluar: si al implementar una máquina de ensayos de torsión que permita realizar un análisis mecánico y virtual de los parámetros de la deformación y rotura del material aportaremos al avance tecnológico de la Universidad Técnica de Cotopaxi y por ende a la Carrera de Electromecánica.

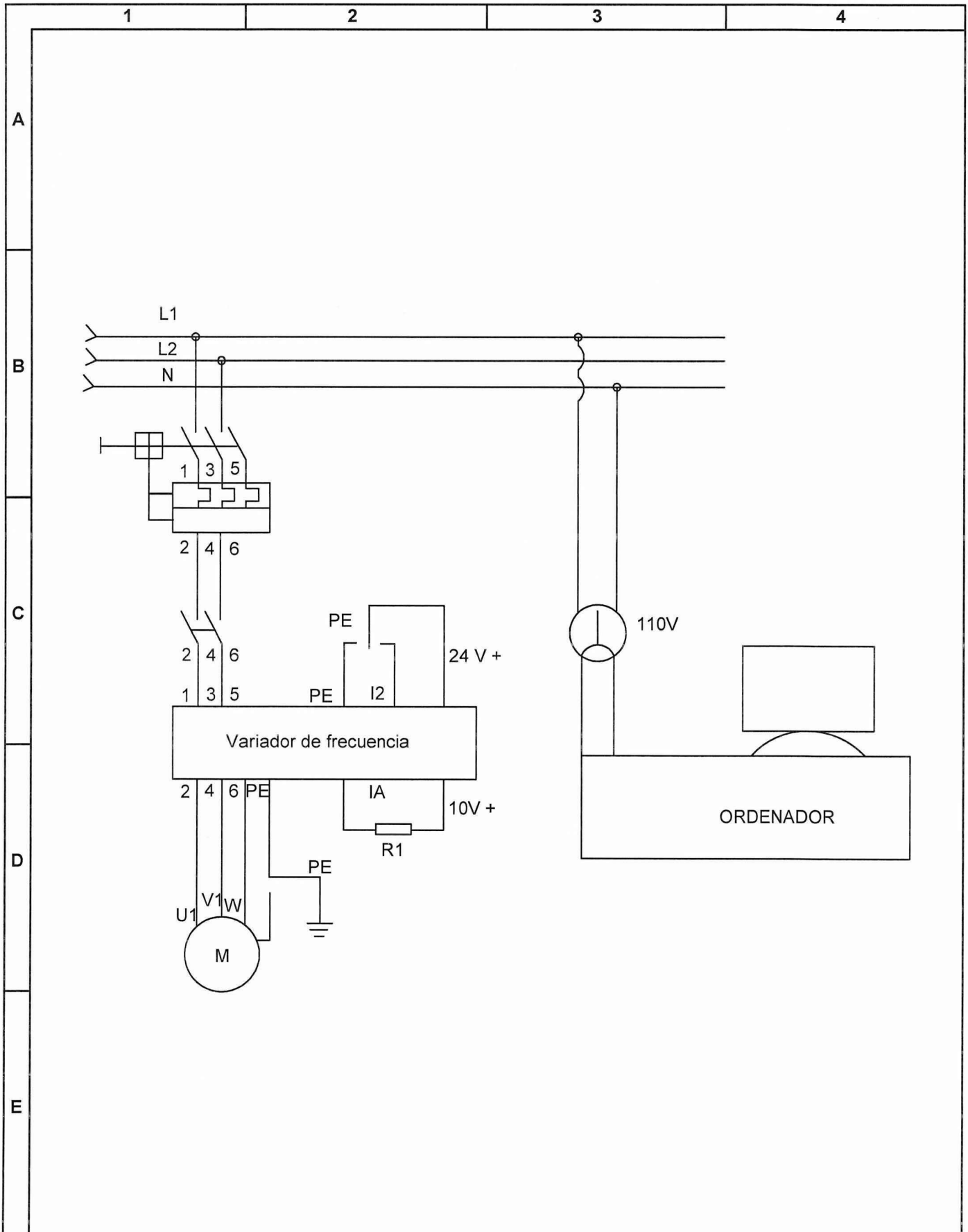
Ocupación: _____

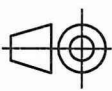
Marque con una **X** en el casillero que usted considere adecuado.

Nº	PREGUNTA	SI	NO
1.	¿Le gustaría realizar prácticas en tiempo real?		
2.	¿Le gustaría tener módulos didácticos con tecnología avanzada?		
3.	¿Conoce usted el funcionamiento de una máquina de ensayos de torsión?		
4.	¿Cree usted que sería importante analizar los parámetros de la deformación y rotura del material?		
5.	¿Le gustaría tener más equipos de alta tecnología en los laboratorios para poner en práctica los conocimientos adquiridos en clases?		
6.	¿Cree usted que con esta máquina de ensayos de torsión permitirá adquirir nuevos conocimientos?		
7.	¿Sabe usted si en el laboratorio de electromecánica posee este tipo de máquinas para realizar las prácticas?		
8.	¿Usted está en la capacidad de maniobrar este tipo de máquina?		

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

PLANO ELÉCTRICO.



				Tolerancias 0.1	(Peso)	Materiales:	
				Fecha	Nombre	Denominación: Circuito eléctrico del equipo	Escala: S/E
				Dib. 15-05-15	Riera/Pich.		
				Rev. 16-02-01	Mullo A.		
				Apro. 16-02-01	Mullo A.		
						Nº de dibujo: 001	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			Sustituye a: 1/1	

**PLANO ESTRUCTURAL DE LA
MAQUINA DE ENSAYOS DE
TORSIÓN.**