

Instrumentación electrónica y sistema de adquisición de datos para un banco de pruebas de torsión del laboratorio de diseño mecánico de la corporación universitaria autónoma de Nariño

Franklin Wilmar Cerón Bastidas

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, San Juan de Pasto

Wilmar27bastidas@gmail.com

Resumen - El documento presentado tiene como objetivo dar a conocer en síntesis el proyecto de investigación realizado a partir de un prototipo de máquina de ensayo de torsión. Principalmente se destaca la implementación de adquisición de datos para lograr el buen funcionamiento en dicha máquina, conforme a ello y respecto a la necesidad observada en campo de prácticas, se hace necesario el diseño y montaje de sistema electrónico en este prototipo de máquina de ensayo de torsión, dirigida a la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, Municipio de San Juan de Pasto – Nariño.

Palabras claves: ángulo de torsión, caja reductora, ensayo de torsión, par fuerzas, torque.

Abstract - The objective of the presented document is to present in synthesis the research project carried out using a prototype of the torsion testing machine. Mainly, the implementation of data acquisition to achieve the proper functioning of said machine stands out. In accordance with this and with regard to the need observed in the driving range, the design and assembly of the electronic system in this prototype of a testing machine is necessary. torsion, aimed at the Autonomous University Corporation of Nariño, Municipality of San Juan de Pasto - Nariño

Key words: torsion angle, gearbox, torsion test, torque, torque.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las diferentes ensayos de resistencia de materiales se encuentra la tracción, compresión, flexión, cizalla, tenacidad de fractura, propagación de grieta, impacto entre otros; existe el ensayo de torsión, que consiste en tomar un cierto material frágil o dúctil y someterlo a un par de fuerzas de torcedura hasta llevarlo a límite de giros soportado por cada material, provocando la fractura de este.

Este tipo de pruebas destructivas ayudan a determinar las propiedades mecánicas del material; siendo una prueba necesaria para elección de materiales. Estas pruebas son aplicadas en diversas áreas (industrial, producción, investigativo).

Dentro del laboratorio de diseño mecánico de la universidad se utiliza el banco de ensayos de torsión, desarrollado en el trabajo de grado denominado “DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA EL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO 2012” del autor, JHON ALEXANDER ARMERO BURBANO; destacando que su funcionamiento está limitado en impacto de procesos de fabricación, resistencia de materiales y ensayos mecánicos; siendo necesario que la máquina sea capaz de registrar y verificar

datos de torsión y ángulo de deformación en tiempo real.

Por este motivo, se implementó la instrumentación electrónica y el sistema de adquisición de datos; que permitirá obtener información digital relacionada a la torsión y ángulo de deformación. Además, se implementara una interfaz de usuario donde el estudiante puede interactuar directamente al ingresaran los datos de la prueba, inicio del proceso, visualización y finalmente realizar la exportación a PC de la información obtenida.

En conclusión las mejoras implementadas a la máquina de ensayos de torsión aportan a que los procesos de aprendizaje sean más significativos ya que la interacción con maquinarias especializadas mejorando el ambiente de trabajo en la facultad de ingeniería mecánica AUNAR. El nuevo sistema electrónico cuenta con sensores, una tarjeta arduino y pantalla de visualización.

II. PROCEDIMIENTO METODOLOGICO

La instrumentación electrónica de la máquina de ensayo de torsión para el laboratorio es una investigación de tipo experimental, debido a que se realiza pruebas experimentales en prototipos de un diseño preliminar de un equipo o máquina, y por tanto así tener claros conceptos que son reales y aplicables.

En lo que respecto a la información secundaria se toma referencias bibliográficas, publicaciones, consulta de sitios o portales electrónicas, ediciones impresas de diarios y en general toda la información publicada en los diferentes medios que guarde relación con el tema estudio.

El método que se utilizo fue el inductivo ya que se parte de un prototipo de una máquina de torsión y la unión de elementos electrónicos para la realización la instrumentación electrónica.

III. OBJETIVOS

- *Objetivo General*

Implementar la instrumentación electrónica y el sistema de adquisición de datos, en el banco de pruebas de ensayo de torsión, para el laboratorio de

ensayos y pruebas destructivas de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño.

- *Objetivos específicos.*

Revisar máquinas de torsión comerciales existentes, con el fin de determinar parámetros electrónicos iniciales en el prototipo máquina de ensayos de torsión a modificar.

Examinar el estado del módulo existente, para establecer posibles cambios y realizar con exactitud, mejoras pertinentes.

Diseñar el sistema electrónico para la máquina de ensayos de torsión.

Montar el sistema electrónico y realizar pruebas de funcionamiento.

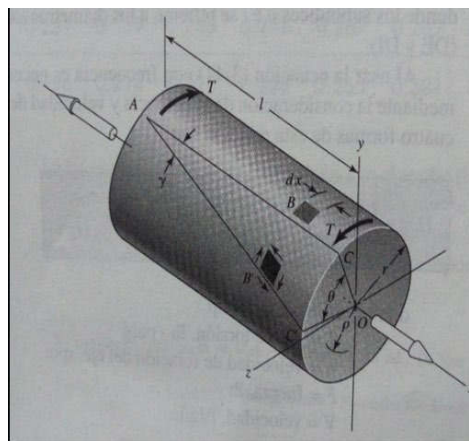
Realizar la adquisición de datos y su visualización en interfaces gráficas.

Elaboración de la guía de trabajo para mantenimiento y operación de la máquina.

IV. REFERENTE TEORICO

Al momento tensor de un determinado periodo de fuerza sobre un eje longitudinal de un elemento, generando así desplazamiento circular en la superficie de este, ocasionando que la figura empiece a torcerse debido a la gran fuerza que se le está aplicando (Ferinand L.Singer, 2018).

Figura 1. Par torsión.



El Ángulo de giro de una barra solida de sección circular se calcula mediante.

V. DESCRIPCION DEL PROCESO

$$\theta = \frac{Tl}{GJ}$$

Donde T = par torsion

l = longitud

G = modulo de rigidez

J = segundo momento polar del area

Esfuerzo cortante. Esta máxima fuerza se llama la carga última del material y se denota como PU. Debido a que la carga aplicada es centrada, puede dividirse la carga última por el área transversal original de la varilla para obtener el esfuerzo último normal del material usado. Este esfuerzo, también conocido como la resistencia última a la tensión del material,

Es (Ferninand p. Beer, E.Russell Johnston, John Dewolf, 2010):

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

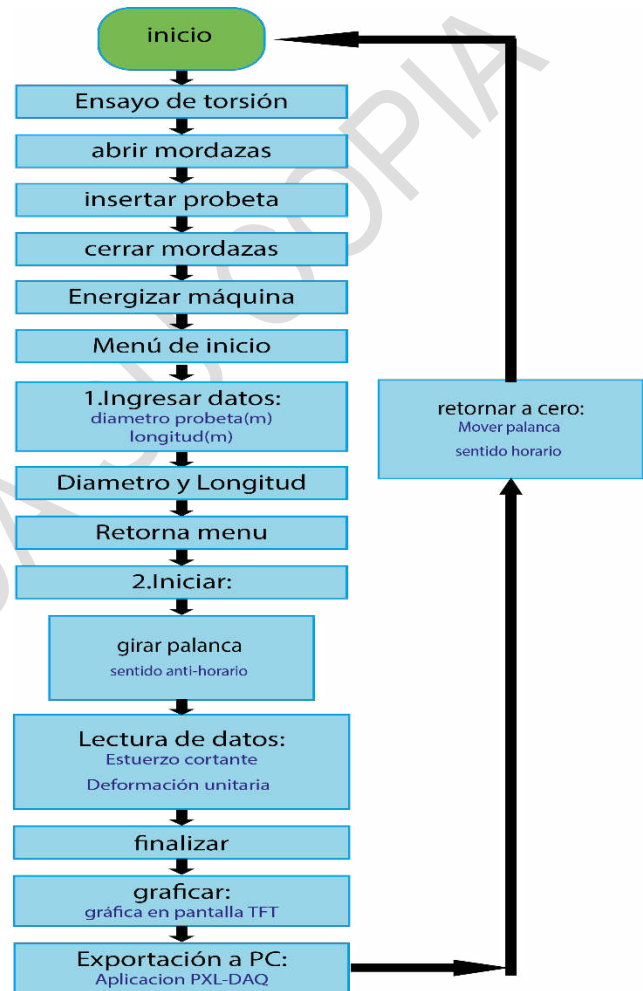
Deformación unitaria. Definimos la deformación unitaria normal en una varilla bajo carga axial como la deformación por unidad de longitud de dicha varilla. Si la deformación unitaria normal se representa por ϵ , se tiene (Ferninand p. Beer, E.Russell Johnston, John Dewolf, 2010):

$$\epsilon = \frac{\theta * r}{l}$$

Sistema de Adquisición de datos. Conocida con las siglas DAQ por su significado en inglés, el cual es “data adquisición”, el cual se refiere al proceso de medir con una computadora un fenómeno físico o eléctrico. Un sistema DAQ se conforma de 3 elementos principales: el sensor, las tarjetas de adquisición de datos (hardware) y una computadora (software programable) (Instruments, 2019).

Partimos de un diagrama de flujo que nos ayudara a concretar la información recopilada en los ensayos de fractura.

Figura 2. Diagrama de flujo para la utilización del banco de pruebas.



Fuente. Este trabajo

A continuación, se describe el proceso:

- 1. Abrir mordazas:** asegurarse de que las mordazas estén totalmente abiertas.
- 2. Insertar probeta:** se coloca la probeta en el mandriles, luego se gira para verifica que esté

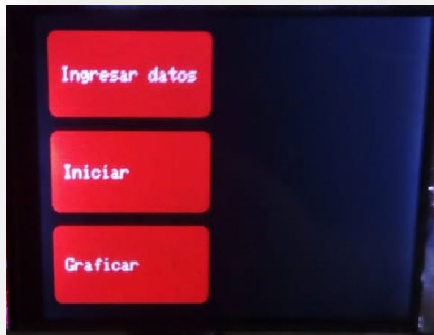
totalmente derecha y para que permanezca recta durante el ensayo.

3. Cerrar mordazas: se procede a ajustar las mordazas.

4. Energizar maquina: la maquina se enciende y se inicia el sistema electrónico.

5. Menú de inicio: se despliega el menú donde hay tres opciones:

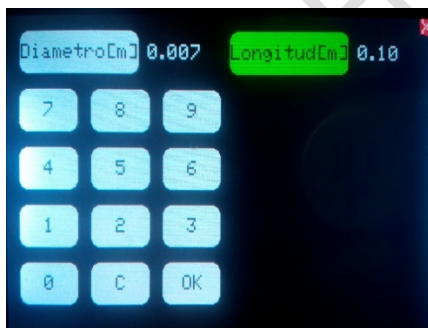
Figura 3. Menú de inicio en pantalla TFT.



Fuente. Este trabajo

6. ingresar datos. En este submenu se ingresa los datos de diametro y longitud de la probeta, las unidades de medida son en metros (m)

Figura 4. Submenú para ingreso de datos.



Fuente. Este trabajo

7. Retornar: Luego de ingresar los datos se cierra el submenú y se presiona iniciar.

8 Iniciar: Se procede a realizar el ejercicio con la máquina de torsión.

9 Girar la palanca: Después de haber seleccionado el botón iniciar se procede a girar la palanca en sentido anti horario. Además, las mordazas deben girar a una velocidad constante hasta lograr quebrar la probeta.

10 finalizar: se presiona finalizar para salir del submenú de lectura

11 Graficar: se presiona el botón graficar donde se realiza el trazo de los datos de deformación unitaria vs esfuerzo cortante.

12 Exportación de datos: luego automáticamente se exporta los datos a PC hacia la aplicación PXL.DAQ, en formato CSV.

13 retorno a cero del sensor de giro: se gira la palanca sentido horario hasta llegar al tope del sensor indicado y el resorte este sin alongar.

Figura 5. Submenú para ingreso de datos.



Fuente. Este trabajo

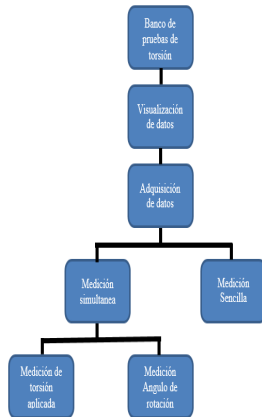
VI. ANALISIS FUNCIONAL

Se requieren entender los alcances de las funciones de la máquina respecto a la instrumentación electrónica y adquirente de datos, para eso se trabaja con dos herramientas de diseño de productos:

- Árbol de funciones
- Diagrama de caja negra

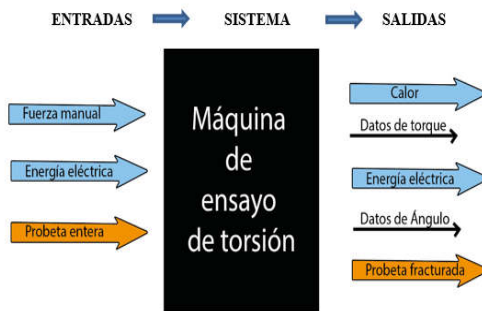
1084223898

Figura 6. Árbol de funciones para la función principal de la máquina de ensayo de torsión.



Tipo de resultado	Registro continuo del torque y el ángulo de torsión de la probeta con precisión y exactitud.
Objeto	Sistema de instrumentación electrónico capaz de medir las variables del ensayo y visualizarlos.
Complemento	Presentación de los resultados de la prueba en una pantalla LCD y en datos en hoja de cálculo.

Figura 7. Diagrama de caja negra para la función de la máquina de ensayo de torsión.



Esto nos ayudara a determinar el requerimiento del diseño para la implementación del sistema electrónico.

VII. REQUERIMIENTO DE DISEÑO

Cuadro 1. Definición de requerimientos.

Tipo de usuario	El Estudiante de Mecánica de La AUNAR, tiene necesidad en la práctica de diseño mecánico; de realizar pruebas de resistencia de materiales para obtener, los datos de torque y ángulo para su análisis posterior.
------------------------	---

Cuadro 2. Requerimientos del Diseño.


REQUERIMIENTO DEL SISTEMA	REQUERIMIENTO DE LOS EQUIPOS
Condiciones ambientales Especificaciones de materiales Condiciones de operación	Confiabilidad compatibilidad
REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD
Facilidad de operación Facilidad de mantenimiento Durabilidad	Normas de seguridad ocupacional en el trabajo. Señalización áreas utilizadas Sistema de emergencia Manual de operación
REQUERIMIENTOS DEL PROCESO	ESPECIFICACIONES ECONÓMICAS
Tiempo del proceso Velocidad del proceso Procesos de montaje	Bajo costo de inversión Bajo costo de operación

VIII. ANALISIS Y SELECCIÓN

Se hace un estudio de mercado respecto a los componentes electrónicos que se implementarían en la máquina y así, poder construir la matriz morfológica.

Cuadro 3. Alternativa de solución sensor de fuerza.

Alternativa de solución	Características
<p>Celda de carga tipo S</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad: 100K • Sensibilidad: $2 \pm 0.05 \text{ mv/v}$ • Coeficiente de temperatura en cero: $\pm 0.03 < \% \text{ F.S./}10^\circ\text{C}$ • Sensibilidad de coeficiente de temperatura: $\pm 0.03 < \% \text{ F.S./}10^\circ\text{C}$ • Rango de temperatura de trabajo: -20°C a 8°C • Resistencia de entrada: $350 \pm 20 \Omega$ • Resistencia de salida: $350 \pm 5 \Omega$ • Resistencia de aislamiento: $> 5000 \text{ M}\Omega$ • Tensión de alimentación: 5-15V • Costo: 156.000 COP
<p>Sensor de Fuerza</p>  <p>(FC2211-0000-0025-L)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño pequeño • Bajo ruido • Voltaje de operación: 5V • Precisión: 1% • Fuerza: 25 lbf • Temperatura de operación: -40°C ~ 85°C • Alta confiabilidad • Protegido contra inversión en la polaridad • Costo: 350.000 COP

<p>Sensor piezoeléctrico</p> 	<p>un sensor piezoeléctrico es un dispositivo que utiliza el efecto piezoeléctrico para medir presión, aceleración, tensión o fuerza; transformando las lecturas en señales eléctricas</p>
--	--

Para la evaluación del tipo de sensor, se crea una tabla de calificación de 1 a 5 siendo 5 el puntaje con mayor valor, en esta tabla se evalúan los criterios tenidos en cuenta a la hora seleccionar el sensor.

Criterios a evaluar:

La resolución: en este criterio se evalúa el tipo de datos que genera y el número de datos que suministra por segundo.

El rango de operación: en este criterio se evalúa versatilidad de tomas de datos a diferente escala.

Exactitud: en este criterio se evalúa el error mínimo porcentual.

Costo: en este criterio se evalúa el valor o costo, entiéndase que entre mayor es el costo menor calificación recibirá.



Tabla 1. Calificación alternativa de solución sensor de fuerza

		Celda de carga tipo S		Sensor de fuerza		Sensor piezoeléctrico	
Criterio de selección	Peso %	Calificación	puntaje	calificación	puntaje	calificación	puntaje
Resolución	30%	3	0.9	4	1.2	4	1.2
Rango de operación	20%	4	0.8	4	0.8	4	0.8
Exactitud	30%	4	1.2	4	1.2	3	0.9
Costo	20%	5	1	2	0.4	3	0.6
TOTAL	100%		3.9		3.6		3.5

La alternativa con mejor puntuación es el sensor de carga con una calificación de 3.9 siendo esta la calificación más alta.

Cuadro 4. Alternativa de solución sensor de posición circular de eje de transmisión



Alternativa de solución	Características
Sensor resistivo de rotación 	<ul style="list-style-type: none"> Rango de resistencia nominal: 1000 kilo-ohmios hasta 47 Kilo-ohmios Tolerancia de resistencia: $\pm 5\%$ Resistencia terminal: $\pm 2\%$ R o 50 Pico de ruido: =1000 Resistencia de aislamiento: = 200mO (100 V ac) Soportar la tensión: 160 V (dc o AC valor pico) Ángulo eléctrico: $1800^\circ \pm 10^\circ$
Encoder 	<ul style="list-style-type: none"> Voltaje de Operación: 5V Pulsos por revolución: 20 Grados por pulso: 15° Dimensiones: 4cm*3cm*3cm

Para la evaluación de que tarjeta de adquisición, se genera la tabla siguiente de calificación de 1 a 5 siendo 5 el puntaje con mayor valor, en esta tabla se evalúan los criterios tenidos en cuenta a la hora de realizar la selección.



Tabla 2. Calificación del sensor de posición angular.

Criterio de selección	Peso %	Sensor resistivo de rotación		Encoder	
		Calificación	puntaje	calificación	puntaje
Resolución.	25%	3	0.75	1	0.25
Efectividad	25%	3	0.75	4	1
Costo	50%	5	2.5	4	2
TOTAL	100%		4		3.25

Realizada la evaluación de criterios se observa con mayor calificación a el traductor circular es la

mejor alternativa que se encontró en el mercado, además cumple con todas las especificaciones requeridas ya que cumple todas las expectativas además en comparación al costo es muy rentable.

Cuadro 5. Alternativa de solución de tarjeta de adquisición

Alternativa de solución	características
Microcontrolador 	Son de costo económico y diseñado para el consumo de energía de un sistema específico.
MyDAQ 	MyDAQ proporciona entradas analógicas (AI), salidas analógicas (AO), entradas y salidas digitales (DIO), de audio, fuentes de alimentación, y un Multímetro digital (DMM) funciones en un compacto dispositivo USB.
Arduino 	<ul style="list-style-type: none"> Microcontrolador: ATmega2560 Voltaje Operativo: 5V Voltaje de Entrada: 7-12V Voltaje de Entrada(límites): 6-20V Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM) Pines análogos de entrada: 16 Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)

1084223898

Para la evaluación de que tarjeta de adquisición, se genera la tabla siguiente de calificación de 1 a 5 siendo 5 el puntaje con mayor valor, en esta tabla se evalúan los criterios tenidos en cuenta a la hora de realizar la selección.

Tiempo de muestreo: este criterio se evalúa que en el momento de registrar los datos estos sean evaluados en tiempo real.

Rango de compatibilidad de interfaz: en este criterio se evalúa la compatibilidad de la tarjeta con el software de interfaz gráfica.


Costos: en este criterio se evalúa el costo de inversión.



Tabla 3. Calificación de la tarjeta de adquisición

Criterio de selección	Peso %	Microcontrolador		MyDAQ		Arduino	
		Calificación	puntaje	calificación	puntaje	calificación	puntaje
Rango de compatibilidad.	25%	2	0.5	2	0.5	5	1.25
Tiempo de muestreo	25%	3	0.75	5	1.25	4	1
Costo	50%	2	1	3	1.5	5	2.5
TOTAL	100%		2.25		3.25		4.75

Para el desarrollo del sistema de control se debe seleccionar el software, tabla siguiente, el cual permita el acondicionamiento de las señales enviadas por la tarjeta de adquisición, igualmente desde la misma se debe poder controlar el proceso del ensayo de torsión.

Cuadro 6. Alternativa de solución software

Alternativa de solución	características
plataforma Open Source Arduino 	Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer

	conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables Dupont).
Labview 	Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales.
C++ 	Es un lenguaje de programación diseñado en 1979 por Bjarne Stroustrup. La intención de su creación fue extender al lenguaje de programación C mecanismos que permiten la manipulación de objetos. En ese sentido, desde el punto de vista de los lenguajes orientados a objetos, el C++ es un lenguaje híbrido.

Para la evaluación del software se ha creado una tabla de calificación de 1 a 5 siendo 5 el puntaje con mayor valor, en esta tabla se evalúan los criterios tenidos en cuenta a la hora de realizar el proyecto:

Facilidad de implementación. En este criterio se evalúa el conocimiento que ya se posee sobre el lenguaje de programación.

Adecuación de señales. Este criterio evalúa la visualización y adecuación de las señales.

Visualización de la interfaz gráfica. En este criterio se evalúa el contorno gráfico del programa.

1084223898

Tabla 4. Calificación de software

Criterio de selección	Peso %	Plataforma arduino		Labview		C++	
		Calificación	puntaje	calificación	puntaje	calificación	puntaje
Facilidad de implementación.	40%	5	2	5	2	3	1.2
Adecuación de señales	30%	5	1.5	4	1.2	2	0.6
Visualización grafica	30%	5	1.5	5	1.5	3	0.9
TOTAL	100%		5		4.7		2.7

<ul style="list-style-type: none"> • Máximo voltaje operativo: 24 V DC • Máxima corriente operativa: 30 mA • Voltaje que soporta el dieléctrico: 250 VRMS (@ 60Hz, por 1 min) • Expectativa de vida: 1.000.000 de operaciones

Cuadro 7. Alternativas para la interfaz de usuario.

Alternativa de solución	características
<p>Pantalla TFT touch</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo: TFT • Tipo de pantalla táctil: resistiva • Colores: 262000 • Luz de fondo: LED • Resolución: 240x320 (píxeles) • Driver: ILI9341 • Color: rojo • Dimensiones: 7.2 x 5.3 x 1.3 cm • Peso: 40 g • Precio: 50:000
<p>Pantalla LCD</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo: Fondo verde / Letras negras (Green Backlight) • Formato: 16 caracteres por línea, 2 líneas • Alimentación: 5v • Control: HD44780
<p>Teclado Matricial 4x4</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 16 botones con organización matricial (4 filas x 4 columnas) • Teclado tipo membrana • Mayor resistencia al agua y al polvo • Auto adhesivo en la parte de atrás • Tiempo de rebote (Bounce time): ≤ 5 ms

Para la evaluación se debe tener en cuenta:

La versatilidad de la interfaz



La funcionalidad

Costos

Tabla 5. Calificación de interfaz de Usuario.

Criterio de selección	Peso %	Pantalla TFT táctil		Pantalla LCD		Teclado Matricial	
		Calificación	puntaje	calificación	puntaje	calificación	puntaje
Versatilidad de la Interfaz	40%	5	2	5	2	1	0.4
Funcionalidad	30%	5	1.5	2	0.6	2	0.6
Costos	30%	5	1.5	2	1.5	3	0.9
TOTAL	100 %		5		4.1		2.7

Cuadro 14. Alternativa de fuente eléctrica.

Alternativa de solución	características
<p>Fuente 12 V</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptador Fuente 5V 1A • Voltaje de salida: 5V • voltaje de Entrada: 100-240V 50/60 Hz • Corriente: 1 Amperio
<p>Fuente 12v-5v conmutada</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de entrada: 100-120VAC/0.6A 200-240VAC/0.3^a • Potencia: 60W

1084223898

	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia: 50~60 Hz • Protección contra cortocircuito, sobrecarga y sobrevoltaje • LED indicador de encendido • Refrigeración por circulación de aire
--	---

Sensor de posición angular del eje de transmisión.	4	3.25	
Sistema de adquisición de datos.	2.25	3.25	4.75
Software	5	4.7	2.7
Interfaz de Usuario	5	4.1	2.7
Fuente de alimentación	4.4	3.7	

Para la evaluación se debe tener en cuenta:

La funcionalidad requerida

Durabilidad

Costos

Tabla 4. Calificación de fuente eléctrica.

Criterio de selección	Peso %	Fuente conmutada triple 24v-12v-5v.		Fuente 5v	
		Calificación	puntaje	calificación	Puntaje
Funcionalidad requerida	40%	5	2	2	0.8
Durabilidad	30%	5	1.5	3	0.9
Costos	30%	3	0.9	5	2
TOTAL	100 %		4.4		3.7

Con el propósito de trazar dos caminos de propuesta para la adquisición de datos se realiza la tabulación de los resultados de las calificaciones de las partes o elementos necesarios para lograr este pasó con el fin de seccionar las dos alternativas con mayor puntuación:

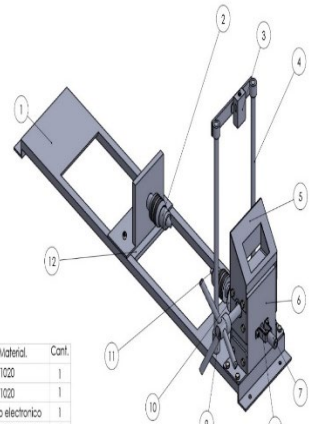
Tabla 7. Tabulación de resultados tablas de calificación

Parte de la máquina	Puntuación		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Sensor de carga de motor	3.9	3.6	3.5


La propuesta con mayor puntuación está conformado por un sensor de potenciómetro deslizante y como tarjeta de adquisición se empleara un arduino mega donde se emplea plataforma *open source* arduino como software.

IX. BOCETO

Con la ayuda de la herramienta de diseño Solid Works, se realizó los bocetos para la construcción de dicho trabajo de investigación.



Items	Nombre	Material	Cant.
1	Base	Acero 1020	1
2	Sujetador mandril fijo	Acero 1020	1
3	Sensor de carga tipo S	Circuito electrónico	1
4	Eje	Acero 1020	2
5	Porta pantalla	Madera	1
6	Caja reactiva	Acero 1020	1
7	Sensor rotativo circular	Circuito electrónico	1
8	Sujetador para sensor rotativo circular	Impresion plastica 3D	1
9	Palanca	Acero 1020	1
10	Polea	Aluminio	1
11	Mandril rotativo de la caja	Acero 1020	1
12	Base inferior deslizable	Acero 1020	1



X. PROCESO DE FUNCIONAMIENTO

Se realiza el listado de materiales para proceder con el diseño de conexiones.

Tabla 10. Tabla de materiales.

Celda de carga tipo S
Sensor resistivo de rotación
Arduino Mega 2560
Pantalla TFT Táctil
Fuente triple conmutada: 5V-12V-24v

Además de estos componentes, se diseña una tarjeta de conexiones que se incrusta en la arduino denominada SHIELD, esta solamente nos ayuda a realizar las conexiones necesarias para su funcionamiento

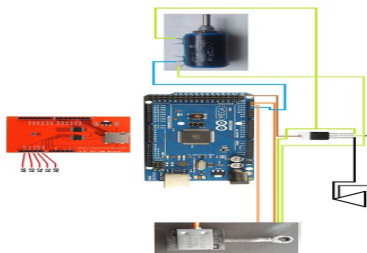
Esquema de conexiones y descripción.

Para la conexión de los componentes electrónicos, se debe tener en cuenta la alimentación y fuente primordialmente. Luego se realiza las conexiones hacia la arduino mega 2560:

Celda de carga tipo S. Pines Analógicos 13 y 14 de arduino: por medio de estos puertos digitales se obtiene la información que viene desde el sensor.

Sensor resistivo rotatorio: Pin Analógico 12: a través de este pin se obtiene la medida del sensor encontrando la variación del ángulo.

Figura 8. Diagrama de conexiones Pictórico.

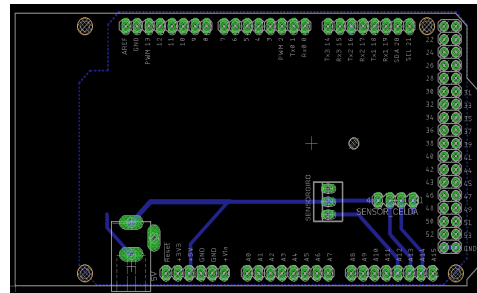


Fuente. Este trabajo

Diseño de shield.

Se realiza el diseño de la tarjeta shield en el programa CAD EAGLE, para asegurar las conexiones.

Figura 8. Diseño Shield Arduino para conexiones.



Fuente. Este trabajo

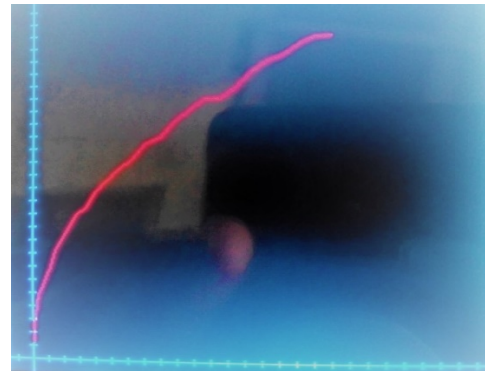
Realización de pruebas al circuito y adquisición de datos.

Se realiza pruebas de fractura, en este caso se prueba con una probeta de aluminio que tiene como diámetro 7 mm y 10 cm de longitud.

Visualización.

Al terminar el experimento con la máquina de torsión se procede a graficar los resultados obtenidos en la pantalla TFT.

Figura 9. Grafica Esfuerzo Cortante vs deformación Unitaria



Fuente. Este trabajo

Adquisición de datos hacia el PC.

Luego de graficar en la pantalla TFT, Arduino mega 2560 se comunica con el PC vía USB por medio del macro de excel llamado PLX-DAQ, se realiza la adquisición de datos.

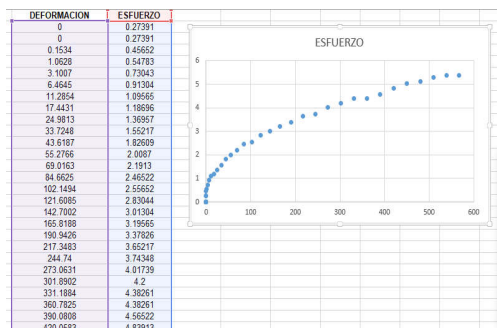
Figura 10. Software de aplicación PLX-DAQ



Fuente. Este trabajo

Los datos se exportan a una hoja de cálculo de formato CSV, donde se puede crear gráficos o realizar análisis matemáticos:

Figura 11. Tabla Exportación de datos a Excel.

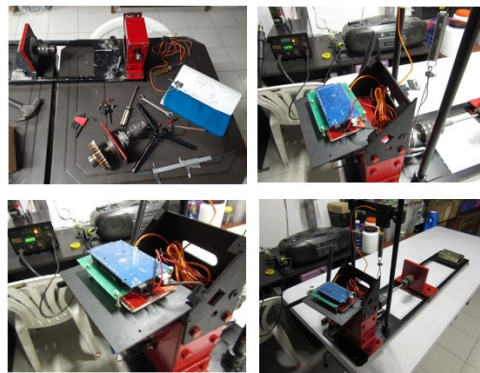


Fuente. Este trabajo

XI. PROCESO DE INSTRUMENTACION ELECTRONICA.

Se parte de la inspección de la caja reductora, observando desperfectos que en este caso se detalla que el mandril móvil no se encontraba fijo, generando movimiento en su propio eje; por este motivo se bloqueó el giro de este mismo, logrando así la implementación electrónica de los diferentes sensores a utilizar.

Figura 12 .instrumentación electrónica



XII.CONCLUSIONES

Se puede concluir que la parte teórica influye en la práctica, ya que utilizan dos variables que son netamente teóricas, las variables son el esfuerzo cortante versus la deformación unitaria; por medio de la programación arduino, el esfuerzo cortante es el que produce la carga y se ve reflejado en la utilización del sensor de Celda de carga tipo S, y este a sus vez se relaciona con la segunda variable deformación unitaria que es el desplazamiento angular a lo largo de su propio eje, para ello se utilizó el Sensor resistivo rotatorio; estas dos propiedades llevan a la siguiente fórmula matemática $\tau = G \cdot \delta$ donde $G =$ Modulo de rigidez cortante el área bajo la curva a estudiar, la zona elástica de cada material.

Los requerimientos que cumple la máquina para ensayos de torsión, están relacionados con las especificaciones dadas por la norma técnica colombiana NTC 3995 para ensayos de torsión simple en alambres ya que los diámetros de las probetas están dentro de estos lineamientos de 1 a 10mm.

Los equipos y máquinas que están presentes en el laboratorio de mecánica, pueden ser reutilizados y puestos a circular nuevamente a través de la reingeniería, logrando el cuidado del medio ambiente, sin desperdiciar material con

maquinaria ya construida por nuestros estudiantes, que, por el tiempo, costo o falta de recursos económicos no implementan más sistemas de recolección de información.

el ensayo de fractura y no tener puntos muertos de toma de datos.

El trabajo concluyo con la elaboración del manual de usuario y mantenimiento los cuales comprenden funcionamiento y actividades de mantenimiento que se deben realizar para prevenir posibles daños de la maquina por mal uso.

A través del tiempo el ingeniero mecánico se ve obligado a conocer las características físicas mecánicas químicos de los diferentes materiales existentes; para poder determinar la vida útil del material y así poder elegir acorde a las necesidades requeridas por una estructura o maquinaria.

XIII. RECOMENDACIONES

Trabajar conjuntamente para la conservación de la máquina de ensayos de torsión, realizando mejoras que ayuden a su buen funcionamiento al momento de su utilización, crear espacios de aprendizaje tanto para docentes y estudiantes donde se desarrollen actividades de aprendizaje practico en procesos de torsión que es una parte fundamental en la resistencia de materiales ya que de allí se puede concluir la vida útil de una estructura o maquinaria.

Los sistemas digitales están a la vanguardia de la instrumentación electrónica y adquisición de datos, ayuda a generar menos error en las medidas de magnitudes, en este caso de torque y Angulo. Para extender la vida útil de la maquina en un futuro, en una segunda versión; sería necesario implementar sensores de más precisión tales como un sensor de momento de torsión y par fuerza.

Se debe optar la opción de montar un motor eléctrico para generar un torque más constante en

XIV. REFERENCIAS

- [1] 1979, R. 2. (2019). COMITE PARITARIO DE SALUD OCUPACIONAL. Obtenido de <http://copaso.upbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>
- [2] 3995, N. T. (2019). Obtenido de http://www.academia.edu/29716572/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_3995_MATERIALES_MET%C3%81LICOS_ALAMBRE_ENSAYO_DE_TORSI%C3%93N_SIMPLE
- [3] 7800, A. A. (2019). ENSAYO TORSION DE ALAMBRE. Obtenido de <http://www.instron.com.ar/es-ar/testing-solutions/by-material/metals/torsion/astm-a938-iso-7800>
- [4] Arce, A. E. (2016). De la interfaz del usuario al responsive web design. Revista AUC, 59-66.
- [5] Armenteros, A. M. (s.f.). Coello. Obtenido de http://coello.ujaen.es/congresos/cicum/po-nencias/Cicum2010.2.02_Ruiz_y_otros_Error_incertidumbre_precision.pdf
- [6] Askeland, Donald R, Pradeep P. Fulay. (2015). Ciencia e ingeniería de materiales. CENGAGE Learning.
- [7] BARRAS, B. D. (2019). Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6904/62011243S586.pdf?sequence=1>
- [8] BURBANO, J. A. (2012). DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TORSIÓN PARA EL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO. Pasto: Corporación Universitaria Autónoma de Nariño.
- [9] Cañas, U. J. (s.f.). Universidad Jose Cañas. Obtenido de

- <http://www.uca.edu.sv/facultad/clases/ing/m210031/Tema%2008.pdf>
- [10] CHARLES R. MISCHKE, J. E. (2019). Diseño en ingeniería mecánica. Mc Graw Hill
- [11] CONTROL, S. D. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control
- [12] DATOS, S. D. (2019). Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos>.
- [13] Ferninand L.Singer, A. (2018). Resistencia de Materiales. oxford: 4 ed.
- [14] FUERZAS, P. D. (2018). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Par_de_fuerzas
- [15] Garcia, M. (2014). Instrumentación Electrónica. Ediciones Paraninfo SA.
- [16] HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNANDEZ COLLADO, C., & BATISTA LUCIO, P. (2002). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. MEXICO: TERCERA EDICION MAC GRAWW HILL.
- [17] (s.f.). Línea de investigación CIDAE. Corporación Universitaria Autónoma de Nariño.
- [18] MATERIALES, N. T. (2019). Obtenido de http://www.academia.edu/29716572/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_3995_MATERIALES_MET%C3%81LICOS_ALAMBRE_ENSAYO_DE_TORSI%C3%93N_SIMPLE
- [19] MN, M. P. (2019). Obtenido de <https://www.zwickroell.com/en/torsion-testing-machines/torsionline>
- [20] NACIONAL, L. 1.-M. (2019). Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- [21] RED DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y DESARROLLO TERRITORIAL AUNAR. (09 de 03 de 2019). Obtenido de RED DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y DESARROLLO TERRITORIAL AUNAR: <http://congreso.aunar.edu.co/index.php/aunar>
- [22] REDUCTORA, C. (2018). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_reductora
- [23] Serrano, J. M. (2009). El Guille. Obtenido de http://www.elguille.info/colabora/2009/jms32_Csv.htm#Ref_CSV
- [24] Timoshenko, S. P. ((1970)). . Resistencia de materiales.
- [25] TT-300MN, M. D. (2019). Obtenido de <http://mtest.com.ar/ensayo-tension-torsion.html>
- [26] UBICACION GEOGRAFICA - IDENTIDAD CULTURALDE PASTO. (06 de 03 de 2019). Obtenido de UBICACION GEOGRAFICA - IDENTIDAD CULTURALDE PASTO:<https://sites.google.com/identidadculturalciudaddepasto/home/ubicacion-geografica>