
Contenido

Capítulo 1	INTRODUCCIÓN	17
1.1	Introducción general	17
1.2	Hipótesis de trabajo	18
1.3	Objetivos	18
1.3.1	Objetivo general	18
1.3.2	Objetivos específicos	18
1.4	Área de estudio e investigación	19
1.5	Alcances y limitaciones.	20
Capítulo 2	MARCO TEÓRICO	21
2.1	Principios y funcionamiento de sistemas para pruebas de accionamiento de corriente alterna.	21
2.2	Fundamentos de motores y generadores.	21
2.3	Dinamómetros.	23
2.3.1	Estado del arte.	23
2.3.2	Tipos de Dinamómetros.	24
2.3.3	Dinamómetro de Fricción.	25
2.3.4	Dinamómetro hidráulico.	25
2.3.5	Dinamómetros eléctricos.	26
2.3.6	Dinamómetro de corriente continua.	27
2.4	Sistema de adquisición de datos.	27
2.4.1	Instrumentación electrónica.	27
2.4.2	Adquisición de datos	27
2.4.3	Etapas de la adquisición de datos.	27
2.5	Discusión y conclusiones	29
Capítulo 3	ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO MECÁNICO DEL DINAMÓMETRO	30
3.1	Retrofitting del alternador.	31
3.2	Acople estator	33
3.3	Extensión eje rotor	34
3.4	Sistema soporte voladizo	35

3.5	Medición de torque	37
3.6	Sistema de acoplamiento.	38
3.7	Calculo de componentes mecánicos.	39
3.7.1	Cálculo de Rodamientos interiores y exteriores	40
3.7.2	Análisis de tensiones en componentes mecánicos diseñados.....	42
Capítulo 4 ADICIÓN DE CARGA E INSTRUMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO		45
4.1	Diseño circuitos de adición de carga.	45
4.1.1	Rectificador monofásico.....	46
4.1.2	Convertidor Buck.	47
4.2	Medición de velocidad.....	53
4.3	Medición de voltaje.	54
4.4	Medición de corriente.	55
4.5	Medición de torque.	56
4.5.1	Etapas de acondicionamiento.....	57
4.5.2	Fuentes de alimentación	57
4.5.3	Calibración de la celda de carga.....	58
4.6	Adquisición y visualización.....	62
4.6.1	Principio de funcionamiento.....	62
4.6.2	Configuración y programación Arduino-Matlab.....	63
4.7	Discusión y conclusiones.....	65
Capítulo 5 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....		66
5.1	Resultados.....	66
5.1.1	Banco de pruebas.....	66
5.1.2	Interfaz y resultado de lectura.	68
5.1.3	Comportamiento del equipo	70
5.2	Conclusiones.....	75
5.3	Trabajos Futuros.	77
Bibliografía.....		78
Anexo A ESPECIFICACIONES MATERIALES UTILIZADOS.....		80
Anexo B ESPECIFICACIONES PIÑONES Y CADENAS UTILIZADOS.....		84

Anexo C	ESPECIFICACIONES RODAMIENTOS UTILIZADOS	87
Anexo D	PLANOS ESTRUCTURALES	89
Anexo E	ANALISIS ESTRUCTURALES.....	96
Anexo F	COMPONENTES ELÉCTRICOS Y DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN.....	105
Anexo G	CIRCUITOS ESQUEMATICOS Y BOARD.	119
Anexo H	CONFIGURACIÓN DE HARDWARE Y PROGRAMACIÓN.....	126

Lista de Figuras

Figura 2.1, Alternador.	23
Figura 2.2, Funcionamiento básico del Freno de Prony [4].	25
Figura 2.3, Dinamómetro Hidráulico [5].....	26
Figura 2.4. Esquema Dinamómetro Eléctrico [6].....	26
Figura 2. 5, Sistema de adquisición de datos [7].....	28
Figura 3.1, Moto-generador Loncin LC6500DDC de 5.5 kW.	31
Figura 3.2, Proyección general del diseño.....	32
Figura 3.3, Vistas isométricas del acople del estator.....	33
Figura 3.4, Extensión de Eje.....	34
Figura 3.5, Sistema voladizo.	36
Figura 3.6, Sistema de medición de torque.	37
Figura 3.7, Sistema de acoplamiento de ejes.....	38
Figura 3.8, Esquema de esfuerzo en el sistema completo.	39
Figura 3.9, Esquema del análisis de esfuerzos estáticos en Autodesk Inventor.....	41
Figura 3.10, Resultado de rodamiento requerido.	41
Figura 3.11, Esquema general simulado.....	42
Figura 3.12, Acople estator sometido a esfuerzos.....	42
Figura 3.13, acople estator esfuerzos, cara interna.....	42
Figura 3.14, Análisis de esfuerzos en perno.....	43
Figura 4.1, Circuito rectificador mas circuito convertidor Buck.....	46
Figura 4.2, Circuito puente rectificado de onda completa.....	46
Figura 4.3, Valores máximos de voltaje y corriente en el rectificador.....	46
Figura 4.4, Convertidor Buck.....	47
Figura 4.5, Resultado simulación del voltaje y corriente de salida.....	51
Figura 4.6, Circuito esquemático del disparo con fibra óptica.....	52
Figura 4.7, Circuito de disparo.....	52
Figura 4.8, Sensor de efecto Hall A1120.	53
Figura 4.9, Circuito esquemático de la etapa de acondicionamiento, de la medición de velocidad del giro del eje del accionamiento de corriente alterna a prueba.	53
Figura 4.10, Circuito esquemático del medidor de voltaje.....	54
Figura 4.11, Circuito esquemático acondicionamiento de corriente.	55
Figura 4.12, Puente de Wheatstone.....	56
Figura 4.13, Circuito esquemático de acondicionamiento de señal de la celda de carga.....	57
Figura 4.14, Circuito esquemático de fuente de alimentación.	58
Figura 4.15, Esquema explicativo sistema.....	58
Figura 4.16, Esquema de relación de Torque To y Fuerza F1.....	59
Figura 4.17, Grafico Torque v/s % de trabajo, con una carga de 23Ω	59

Figura 4. 18, Esquema relación de fuerzas debido a los pesos F_p y fuerza aplicada en el sistema de medición de torque.	60
Figura 4.19, Esquema de distribución de tableros eléctricos y electrónicos.	62
Figura 4.20, Configuración desde IDE de Arduino.....	63
Figura 4.21, Archivo M sincronizando puerto con IDE de Arduino.....	64
Figura 5.1, Estructura y distribución del dinamómetro.	66
Figura 5.2, Etapa de alimentación y potencia del tablero.....	67
Figura 5.3, Etapa de acondicionamiento del tablero.	67
Figura 5.4, IDE de Arduino, programación del suministro de carga.....	68
Figura 5.5, Script de Matlab para generación de gráficos.	69
Figura 5.6, Gráfico desde Matlab del torque mecánico a un 50% de carga.	69
Figura 5.7, Ubicación de las mediciones.....	70
Figura 5.8, Corriente de suministro en el accionamiento.	71
Figura 5.9, Velocidad del accionamiento.	71
Figura 5.10, Torque generador por el accionamiento.....	72
Figura 5.11, Voltaje de entrada al convertidor.	72
Figura 5.12, Voltaje de salida al convertidor.	73
Figura 5.13, Corriente circulante por el convertidor.	73
Figura 5.14, Potencia eléctrica del dinamómetro.	74

Glosario de Términos

Torque: El par motor o torque es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.

Software: Es el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de computación.

Software Autodesk Inventor: Programa profesional para el cálculo de vigas a flexión, estructuras de barras, torsión y propiedades de secciones.

Hardware: El término hardware se refiere a todas las partes tangibles de un sistema informático.

Rotor: El rotor es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estator, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

Buck: Convertidor Buck (o reductor) es un convertidor de potencia dc-dc, que se obtiene a su salida un voltaje continuo menor que a su entrada.

Ciclo de trabajo: o duty cycle, en electrónica, el ciclo de trabajo, ciclo útil o régimen de trabajo es la fracción de tiempo donde la señal es positiva o se encuentra en estado activo.

Rizado: El rizado, algunas veces llamado fluctuación o ripple (del inglés), es la pequeña componente de alterna que queda tras rectificarse una señal a corriente continua.

IGBT: El transistor bipolar de puerta aislada (IGBT, del inglés Insulated Gate Bipolar Transistor) es un dispositivo semiconductor que generalmente se aplica como interruptor controlado en circuitos de electrónica de potencia.

PWM: La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de pulse-width modulation) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por

ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

A: El amperio o ampere (símbolo A), es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. Forma parte de las unidades básicas en el Sistema Internacional de Unidades y fue nombrado en honor al matemático y físico francés André-Marie Ampère.

V: El voltio, o volt (símbolo V), es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la tensión eléctrica. Recibe su nombre en honor a Alessandro Volta, quien en 1800 inventó la pila voltaica, la primera batería química.

W: El vatio (en inglés y también en español: watt)¹ es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es W.

F: Se denomina faradio o farad (símbolo F), en honor a Michael Faraday, a la unidad de capacidad eléctrica del Sistema Internacional de Unidades (SI).

H: Un henrio o henry (símbolo H) es la unidad para la inductancia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades.

Hz: El hercio, hertzio o hertz (símbolo Hz), es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades. Un hercio representa un ciclo por cada segundo, entendiendo ciclo como la repetición de un suceso.

kg: El kilogramo o quilogramo (símbolo kg) es la unidad básica de masa del Sistema Internacional de Unidades (SI)

N: En física, un newton (símbolo: N) es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional de Unidades. El newton se define como la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s^2 a un objeto de 1 kg de masa.
