



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS SISTEMAS MODULARES
PARA EL ESTUDIO DE SENSORES DE FUERZA Y PESO PARA
EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DEL NORTE”**

AUTORES: SALAZAR SARANGO VÍCTOR XAVIER

TULCÁN GÜIZ KEVIN ROLANDO

DIRECTOR: ING. PABLO MÉNDEZ

IBARRA – ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA	100294452-6
APELLIDOS Y NOMBRES:	SALAZAR SARANGO VÍCTOR XAVIER
DIRECCIÓN:	IBARRA, PARROQUIA ALPACHACA, BARRIO LAS PALMAS
E-MAIL:	veto1942@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	062603002
TELÉFONO MÓVIL:	0986249661
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS SISTEMAS MODULARES PARA EL ESTUDIO DE SENSORES DE FUERZA Y PESO PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
AUTOR:	SALAZAR SARANGO VÍCTOR XAVIER
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2016
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.
DIRECTOR:	ING. PABLO MÉNDEZ

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040153373-2
APELLIDOS Y NOMBRES:	TULCÁN GÜIZ KEVIN ROLANDO
DIRECCIÓN:	PANAMERICANA NORTE, C. GRAL. JOSÉ MA. CÓRDOBA. CONJUNTO LOS ALISOS
E-MAIL:	kevintlcn@gmail.com
TELÉFONO MÓVIL	0998117288
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS SISTEMAS MODULARES PARA EL ESTUDIO DE SENSORES DE FUERZA Y PESO PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
AUTOR:	TULCÁN GÜIZ KEVIN ROLANDO
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2016
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.
DIRECTOR:	ING. PABLO MÉNDEZ

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, Salazar Sarango Víctor Xavier, con cédula de identidad No 100294452-6 y Tulcán Güiz Kevin Rolando con cédula de identidad No 040153373-2 en calidad de autores y titulares de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIA

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.



Salazar Sarango Víctor Xavier
C.I.: 100294452-6



Tulcán Güiz Kevin Rolando
C.I.: 040153373-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Nosotros, Salazar Sarango Víctor Xavier, con cédula de identidad No 100294452-6 y Tulcán Güiz Kevin Rolando con cédula de identidad No 040153373-2 manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS SISTEMAS MODULARES PARA EL ESTUDIO DE SENSORES DE FUERZA Y PESO PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIEROS EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**, en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

Salazar Sarango Víctor Xavier
C.I.: 100294452-6

Tulcán Güiz Kevin Rolando
C.I.: 040153373-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de Trabajo de Grado titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS SISTEMAS MODULARES PARA EL ESTUDIO DE SENSORES DE FUERZA Y PESO PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**”, presentado por los señores SALAZAR SARANGO VÍCTOR XAVIER y TULCÁN GÜIZ KEVIN ROLANDO, para optar por el título de Ingenieros en Mantenimiento Eléctrico, certifico que dicho trabajo fue realizado por mi supervisión.

Ing. Pablo Danilo Méndez

DIRECTOR DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Nosotros, **SALAZAR SARANGO VÍCTOR XAVIER** y **TULCÁN GÜIZ KEVIN ROLANDO**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado calificación profesional; y certifica la verdad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Salazar Sarango Víctor Xavier
C.I.: 100294452-6

Tulcán Güiz Kevin Rolando
C.I.: 040153373-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a aquel ser celestial que con su infinita bondad ha llenado de bendiciones a mi familia y en especial a su servidor, quien ha superado todo tipo de pruebas que la vida apuesto y lo seguirá haciendo para alcanzar su propósito en la vida.

A mis padres y hermanos quienes estuvieron brindándole su apoyo incondicional para lograr uno de los objetivos de mi vida.

A mis compañeros quienes lograron estar hasta el final en el lugar que me encuentro en este momento para bríndame su apoyo.

VÍCTOR XAVIER SALAZAR SARANGO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a DIOS Todopoderoso por darme la vida, gracias a Él por darme la fuerza para lograr cada uno de mis objetivos. Gracias a dios y a mis padres: **José Tulcán** y **Edilma Güiz** por haberme apoyado en este camino siendo un soporte fundamental llegando hasta donde estoy y a pesar de los problemas presentados sus bendiciones han sido mucho más grandes, y a mis hermanos **Anderson** y **Elvis Tulcán** por ser un apoyo incondicional.

También dedico este proyecto a una persona muy especial que desde el cielo ha sabido guiarme y darme mucho valor y fortaleza para seguir adelante y cumplir mi objetivo **Maite Tulcán**.

KEVIN ROLANDO TULCÁN GÜIZ



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios por darme la oportunidad de seguir vivo hasta el día hoy y poder alcanzar las metas propuestas, y seguir cuidándome en cada paso que doy y senderos que caminaré, para poder hacer y ser felices a las personas que más quiero.

A mi madre **María Lucrecia Sarango la** mujer y ser más maravillosos de este mundo quien no dudo en realizar todo tipo sacrificio por cada uno de sus hijos para sacarlos adelante inculcando valores y respeto a los demás sin importar la adversidad que siempre asechaba, por eso y más agradezco al tener este ser tan extraordinario a mi lado.

A mis hermanos **Carlos Salazar, Isabel Salazar y Vicente Sarango** quienes comparten su vida, sabiduría, experiencias para conmigo y ser un soporte de felicidad para la familia. A mi sobrino **Ariel Sarango** que con su resplandeciente sonrisa, carisma y pureza nos llena de bendiciones.

A mis amigos y compañeros con quienes compartimos todos nuestros sueños y metas de llegar a ser lo que hoy he alcanzado.

A la Universidad Técnica del Norte que me brindó la oportunidad de estar y ser parte de la comunidad universitaria y poder alcanzar la formación profesional. Al Ingeniero Pablo Méndez director de este proyecto quien con apoyo y guía he alcanzado mi meta.

VÍCTOR XAVIER SALAZAR SARANGO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y cumplir esta meta.

A todos mis familiares que me han apoyado en el transcurso de esta meta y apoyarme para crecer como profesional.

A la persona que estuvo apoyándome incondicionalmente durante todo este tiempo y así poder alcanzar y cumplir con mi objetivo. A ti Jeniffer Bastidas un eterno agradecimiento.

A la UNIVERSIDAD “TECNICA DEL NORTE”, Por brindarme sus conocimientos y permitirme poder crecer día a día como profesional.

Al Ingeniero Pablo Danilo Méndez por su acertada asesoría.

KEVIN ROLANDO TULCÁN GÚIZ

RESUMEN

El presente proyecto está dirigido hacia la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico (CIMANELE), especialmente para el laboratorio de automatización y control, para esto el propósito está en la implementación de dos módulos didácticos, que utilizan la capacidad mecánica combinada con la parte eléctrica para medir la resistencia de materiales. Para lo cual el proyecto incorpora cinco capítulos descritos a continuación: Capítulo 1 se planteó, se formuló y se delimitó el problema de investigación para lograr una mejor comprensión de las necesidades de los estudiantes con respecto a capacitación técnica profesional. Es así que el capítulo dos se encuentra la información necesaria de equipos implementados como motor, variador, PLC S7-120, sensores, entre otros incluidos en los módulos didácticos, así como la especificación eléctrica del tablero de control. En el capítulo tres se matiza como se utilizó la información tecnológica para integrar los conocimientos propios y ajenos con el objetivo de exteriorizar nuevos conocimientos que posteriormente se aplicaran, y también se manifiesta la investigación documental para la compilación de información múltiple con el fin de obtener criterios propios en la toma de decisiones. El capítulo cuarto describe el diseño y construcción de los dos módulos didácticos de peso y de fuerza, así como la selección, especificación y justificación de los elementos que conforman la parte de control y de fuerza basados en criterios de expertos. Para finalizar en el capítulo cinco se menciona las recomendaciones que se obtuvieron de este proyecto basadas en las conclusiones obtenidas por parte de los autores además de ser fundamentadas en base a fuentes bibliográficas, anexos y fotografías.

ABSTRACT

This project is directed toward the Engineering in Electrical Maintenance degree (CIMANELE), especially for the laboratory of automation and control, for this, the purpose is the implementation of two didactic modules, using the mechanical capacity combined with the electric part for measuring the resistance of materials. To which the Project includes five chapters below: Capítulo 1 was arisen, was formulated and was delimited the research problem to achieve a better understanding of the needs of students regarding professional technical training. It's so that in chapter two is the necessary information of the equipment deployed as motor, inverter, PLC S7-1200, sensors, among others included in the didactic modules as well as the electric specification of the control board. In chapter three qualifies as the technological information was used to integrate themselves and non-knowledge in order to externalize new knowledge that later was applied, and documentary research for multiple information gathering in order to obtain their own criteria in decision making. The chapter fourth describes the design and construction of the two didactic modules of weight and strength, as well as the selection, specification of the elements that make up the part of control and force based on criteria of experts. Recommendations based on the conclusions drawn by the authors in addition to being informed on the basis of bibliographic sources, annexes and photographs obtained from this Project is mentioned in Chapter five.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	V
CERTIFICACIÓN	VI
DECLARACIÓN	VII
DEDICATORIA	VIII
DEDICATORIA	IX
AGRADECIMIENTO	X
AGRADECIMIENTO	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS	XXIII
CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL	4
1.4.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	4
1.5 OBJETIVOS:.....	4
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4

1.6 JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 MÁQUINAS SERVOHIDRÁULICAS.....	6
2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS SERVOHIDRÁULICAS	6
2.1.2 MOTORES ELÉCTRICOS	8
2.1.3 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	9
2.1.3.1 APLICACIONES.....	10
2.2 GATO.....	10
2.2.1 CLASIFICACIÓN	10
2.2.1.1 GATO HIDRÁULICO	10
2.2.1.2 GATO MECÁNICO.....	12
2.3 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE PLC.....	13
2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PLC.....	13
2.3.1.1 PROGRAMACIÓN	17
2.3.1.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	18
2.3.1.3 LENGUAJES GRÁFICOS.	18
2.3.1.4 LENGUAJES TEXTUALES.	19
2.3.1.5 APLICACIONES.....	20
2.3.1.6 TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION TÍA PORTAL SIMATIC STEP 7.	20
2.4 SENSORES DE PESO Y FUERZA.....	22
2.4.1 ELEMENTOS MECÁNICOS.	23
2.4.2 ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS.....	23
2.4.3 CELDA DE CARGA TIPO AMI Y CELDA DE CARGA TIPO “S”	24
2.4.4 CELDA KELI TIPO AMI PARA EL PESO.	24
2.4.4.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	25
2.4.4.2 CELDA KELI TIPO S.....	26

2.4.4.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	26
2.4.5 ACONDICIONADOR DE CIRCUITOS.....	27
2.4.5.1 MÓDULO DE PESAJE PARA S7-1200 SIWAREX WP231.....	27
2.4.5.2 MÓDULO DE PESAJE PARA S7-1200 SIWAREX WP241.....	28
2.4.5.3 TRANSDUCTOR O TRANSMISOR DE PESAJE TIPO KM02A	29
2.4.6 SENSOR FIN DE CARRERA.....	30
2.4.7 VARIADOR DE FRECUENCIA.....	31
2.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE MADERA.....	32
2.5.1 ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA.....	33
2.6 LABVIEW.....	35
2.7 OPC SERVER	37
2.7.1 OPC SERVER NATIONAL INSTRUMENTS.....	37
2.7.2 OPC MATRIKON	38
CAPÍTULO III.....	40
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.1. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL O BIBLIOGRÁFICA.....	40
3.1.2. INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA	40
3.2 MÉTODOS.....	40
3.2.1. MÉTODO ANALÍTICO - SINTÉTICO.....	40
3.2.2. MÉTODO INDUCTIVO – DEDUCTIVO	41
3.2.3. EL TECNOLÓGICO	41
3.2.4. MÉTODO CIENTÍFICO	41
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	41
3.3.1. CRITERIOS DE EXPERTOS	41
CAPÍTULO IV	42
4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS	42

4.1 TEMA.....	42
4.2 PROPÓSITO	42
4.3 INTRODUCCIÓN	42
4.4 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA PARTE MECÁNICA DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS DE PESO Y FUERZA.....	44
4.4.1. ESTRUCTURA METÁLICA DE LOS MÓDULOS.	44
4.4.2. SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO	49
4.4.3. DIMENSIONAMIENTO VARIADOR DE FRECUENCIA.....	52
4.5. DISEÑO ELÉCTRICO DE LOS MÓDULOS	56
4.5.1. PARTE FRONTAL.....	56
4.5.2. PARTE INTERNA.....	59
4.5.3. CABLES DE ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES	72
4.6. PROGRAMACIÓN	72
4.6.1. TIA PORTAL.	73
4.6.1.1. PROGRAMACIÓN S7-1200.....	73
4.6.1.2. EL ACODICIONAMIENTO DE LOS SENSORES	75
4.6.2. LABVIEW	80
4.6.3. OPC SERVER DE NATIONAL INSTRUMENT	85
4.7. VERIFICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL.	91
4.7.1. OBJETIVO.	91
4.7.2. DESARROLLO.	91
4.7.3. MODO DE OPERACIÓN.	91
4.7.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
4.8. INTERFAZ HUMANO MAQUINA DEL CONTROL DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS DE PESO Y FUERZA.....	95
4.8.1. OBJETIVO.....	95
4.8.2. DESARROLLO.	95
4.8.3. MODO DE OPERACIÓN.	95

4.8.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
4.9. ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA PARA MADERA DE 10MM X 10MM X 200MM EN LOS MÓDULOS DE PESO Y FUERZA.....	99
4.9.1. OBJETIVOS.....	99
4.9.2. DESARROLLO.	99
4.9.3. MODO DE OPERACIÓN.	99
4.9.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
4.10. ENSAYO DE ESFUERZO EN LÍMITE PROPORCIONAL PARA MADERA DE 10MM X 10MM X 200MM EN LOS MÓDULOS DE PESO Y FUERZA.....	106
4.10.1. OBJETIVO.	106
4.10.2. DESARROLLO.	106
4.10.3. MODO DE OPERACIÓN.....	107
4.10.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
CAPITULO V	113
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
5.1 CONCLUSIONES	113
5.2. RECOMENDACIONES	114
5.3. BIBLIOGRAFÍA Y LINGÜÍSTICA.....	116
ANEXOS.....	120
ANEXOS Y FOTOGRAFÍAS	120

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1: Máquinas servohidráulicas	6
FIGURA 2. 2: Máquina servohidráulicas, Serie EFH.....	7
FIGURA 2. 3: Máquina servohidráulicas Serie HA.....	7
FIGURA 2. 4: Máquina servohidráulicas Serie HB.....	8
FIGURA 2. 5: Clasificación de los Motores Eléctricos.....	9
FIGURA 2. 6: Tipos de Gatos Hidráulicos.....	11
FIGURA 2. 7: Gato mecánico	12
FIGURA 2. 8: PLC CL series logic relays.....	14
FIGURA 2. 9: PLC Zelio logic	15
FIGURA 2. 10: PLC SIMATIC S7-1200.....	16
FIGURA 2. 11: PLC SIMATIC S7-1200 vista externa IMA.....	16
FIGURA 2. 12: Modulo de señales con salidas analógicas AQ2 x 14 bits.....	17
FIGURA 2. 13: Programación Ladder	18
FIGURA 2. 14: Diagrama de funciones.....	19
FIGURA 2. 15: Lenguaje estructurado.....	19
FIGURA 2. 16: Iniciar TIA Portal	21
FIGURA 2. 17: Ventana principal TIA Portal	22
FIGURA 2. 18: Elementos mecánicos	23
FIGURA 2. 19: Elementos Electromecánicos	24
FIGURA 2. 20: Celda de Carga tipo AMI	25
FIGURA 2. 21: Celda de Carga tipo S	26
FIGURA 2. 22: Módulo de pesaje para S7-1200 SIWAREX WP231	27
FIGURA 2. 23: Módulo de pesaje para S7-1200 SIWAREX WP241	29
FIGURA 2. 24: Sistema de Conexión del Transductor	30
FIGURA 2. 25: Características principales del Variador IG5A.....	32
FIGURA 2. 26: Flexión estática	33

FIGURA 2. 27: Esfuerzos producidos por las fuerzas	34
FIGURA 2. 28: Ejemplo de Labview	36
FIGURA 2. 29: Ventajas del OPC Server	38
FIGURA 2. 30: Comunicación del MatrikonOPC	39
FIGURA 4. 1: Diseño de los módulos.....	43
FIGURA 4. 2: Diagrama de diseño mecánico.....	44
FIGURA 4. 3: Diagrama de diseño estructura metálica.....	45
FIGURA 4. 4: Conexión eléctrica del motor.....	51
FIGURA 4. 5: Variador de velocidad.....	53
FIGURA 4. 6: Parámetros de variador.....	54
FIGURA 4. 7: Conexión eléctrica del variador.....	55
FIGURA 4. 8: Diagrama de diseño eléctrico.....	56
FIGURA 4. 9: Cara frontal del tablero eléctrico.....	56
FIGURA 4. 10: Conexiones de las salidas del transmisor hacia los conectores externos.....	58
FIGURA 4. 11: Parte interna del tablero eléctrico.....	59
FIGURA 4. 12: Sistema de Conexión del Transductor.....	60
FIGURA 4. 13: Sistema de Conexión del Transductor.....	61
FIGURA 4. 14: Forma física del sensor tipo S.....	62
FIGURA 4. 15: Conexión del sensor tipo S.....	62
FIGURA 4. 16: Representación gráfica del sensor celda de carga.....	63
FIGURA 4. 17: Conexión del sensor celda de carga.....	64
FIGURA 4. 18: Interruptor termomagnético.....	65
FIGURA 4. 19: Contactor trifásico de potencia.....	66
FIGURA 4. 20: Fusible 10*38 (2A).....	67
FIGURA 4. 21: Representación gráfica del PLC S7-1200.....	68
FIGURA 4. 22: SM1232 AQ2X14 bit.....	70

FIGURA 4. 23: SM1232 AQ2X14 bit.....	71
FIGURA 4. 24: Cableado parte interna de tablero.....	71
FIGURA 4. 25: Cable de alimentación del motor.....	72
FIGURA 4. 26: Esquema de programación.....	73
FIGURA 4. 27: Diagrama de bloque de programación.....	74
FIGURA 4. 28: Lenguaje LADDER.....	75
FIGURA 4. 29: Acondicionamiento del sensor.....	75
FIGURA 4. 30: Función retroalimentación.....	76
FIGURA 4. 31: Función de deformación.....	78
FIGURA 4. 32: Función ruptura.....	79
FIGURA 4. 33: Bloque principal MAIN.....	80
FIGURA 4. 34: Interfaz Labview.....	80
FIGURA 4. 35: Inicio del proceso.....	81
FIGURA 4. 36: Generación de datos.....	82
FIGURA 4. 37: Guardar datos.....	82
FIGURA 4. 38: Limites de funciones.....	83
FIGURA 4. 39: Configuraciones de Proceso.....	83
FIGURA 4. 40: Parámetros del motor.....	84
FIGURA 4. 41: Configuración graficar del motor.....	84
FIGURA 4. 42: Configuración del OPC Server NI.....	85
FIGURA 4. 43: Configuración del OPC Server NI.....	87
FIGURA 4. 44: Configuración del OPC Server NI.....	88
FIGURA 4. 45: Configuración del OPC Server NI.....	88
FIGURA 4. 46: Configuración del OPC Server NI.....	89
FIGURA 4. 47: Configuración del OPC Server NI.....	90
FIGURA 4. 48: desacople del motor trifásico.....	92
FIGURA 4. 49: Código de variación de velocidad de un motor trifásico.....	92

FIGURA 4. 50: Representación gráfica Labview.....	93
FIGURA 4. 51: variables creadas en el OPC.....	93
FIGURA 4. 52: Interfaz en Labview.....	96
FIGURA 4. 53: Botonera de operación.....	96
FIGURA 4. 54: Información del sistema.....	97
FIGURA 4. 55: Datos-Diagrama PESO-TIEMPO.....	97
FIGURA 4. 56: Probeta.....	100
FIGURA 4. 57: Colocación de la probeta.....	100
FIGURA 4. 58: Parámetros de programación.....	101
FIGURA 4. 59: Grafica de ruptura del laurel a 15 Hz. Sensor celda de carga.....	103
FIGURA 4. 60: Grafica de ruptura del laurel a 15 Hz. Sensor tipo S.....	103
FIGURA 4. 61: Grafica de ruptura del Pino a 15 Hz. Sensor celda de carga.....	104
FIGURA 4. 62: Grafica de ruptura del Pino a 15 Hz. Sensor tipo S.....	104
FIGURA 4. 63: Selección de práctica deformación.....	106
FIGURA 4. 64: Probeta.....	107
FIGURA 4. 65: Colocación de la probeta.....	107
FIGURA 4. 66: Parámetros de programación.....	108
FIGURA 4. 67: Parámetros de programación.....	109
FIGURA 4. 68: Parámetros de programación.....	109
FIGURA 4. 69: Grafica de ruptura del laurel a 8 Hz. Sensor celda de carga.....	110
FIGURA 4. 70: Grafica de ruptura del laurel a 8 Hz. Sensor Tipo S.....	111
FIGURA 4. 71: Grafica de ruptura del Pino a 8 Hz. Sensor celda de carga.....	111
FIGURA 4. 72: Grafica de ruptura del Pino a 8 Hz. Sensor tipo S.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1: Ventajas de los motores eléctricos de corriente alterna.....	10
TABLA 2. 2: Características celda tipo AMI	25
TABLA 2. 3: Características de la celda tipo S	26
TABLA 2. 4: Ventajas del sensor Final de carrera.	31
TABLA 2. 5: Tabla de propiedades mecánicas de maderas para el ensayo de flexión estática.	35
TABLA 4. 1: Características principales de los módulos didácticos.	43
TABLA 4. 2: Características y normas del acero implementado	45
TABLA 4. 3: Ejes de deslizamiento	46
TABLA 4. 4: Punta de prueba.....	47
TABLA 4. 5: formulas	48
TABLA 4. 6: Estructura externa del motor	50
TABLA 4. 7: Características del motor.....	50
TABLA 4. 8: Gato mecánico	51
TABLA 4. 9: Frecuencia vs Velocidad	52
TABLA 4. 10: Características principales Variador de velocidad.....	53
TABLA 4. 11: Parámetros de variación de frecuencia.....	54
TABLA 4. 12: Características del PLC S7-1200 1212C.....	69
TABLA 4. 13: Tabla de características del variador IG5A	77

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La medición de fuerza aplicada a un cuerpo ha sido un tema discutido desde la antigüedad, descrito en principios por Arquímedes que creía que el estado natural de los objetos materiales que se encuentran sobre la esfera terrestre era el reposo y dichos objetos permanecían en este estado hasta no aplicarse una fuerza o acción que actué sobre ellos.

Por otro lado, y de acuerdo con Aristóteles el cual describe que las fuerzas de fricción pueden pasar desapercibidas ya que la perseverancia del movimiento requiere de una causa eficiente y permanente.

Desde entonces los principios básicos y postulados acerca de la fuerza se empezaron a desarrollar paulatinamente; gracias a las investigaciones de ciertos científicos que han aportado de una forma u otra, para tener lo que hoy se conoce como fuerza. Entre el siglo XV y XVI Galileo Galilei da una definición opuesta a la de Arquímedes, estableciendo la ley de la inercia, afirmando que un cuerpo al cual no se le aplica ninguna fuerza se encuentra en movimiento inalterado. Esta ley, contradice lo postulado por Arquímedes.

Se considera que Isaac Newton, fue el primero en establecer la fórmula matemática que define lo que se conoce como fuerza. Además, postulo que las fuerzas gravitatorias variaban según la ley de la inversa del cuadrado de la distancia. A fines del siglo XVIII, Charles Coulomb comprobó que la interacción entre cargas eléctricas y electrónicas puntuales también variaba según la ley de la inversa del cuadrado de la distancia.

Poco después y en el mismo siglo, Henry Cavendish logro medir la fuerza de atracción gravitatoria entre dos masas, para lo cual utilizo una balanza de torsión y es así que gracias a esto pudo determinar el valor de la constante de la gravedad universal, ante esto fue posible calcular la masa de la tierra.

Se ha visto un gran desarrollo de esta magnitud en la robótica industrial desde 1961, ya que a medida que pasa el tiempo se pretende ir mejorando las características de robots o maquinas e integrar y desarrollar sensores de fuerza mucho más sofisticados, ya que son capaces de enviar información y realizar grandes esfuerzos de hasta 500 kilos, es así que se ha apreciado un avance de los sensores de fuerza en este ámbito.

La principal función que se pretende es que los sensores de fuerza permitan censar y controlar la cantidad de fuerza que un robot debe utilizar o está utilizando al momento de maniobrar con un determinado objeto, ya que cada objeto o cuerpo presenta un cierto nivel de resistencia u oposición a las fuerzas actuantes sobre ellos.

Estos sensores son también utilizados en otras aplicaciones como es: ensayos de pruebas en el control de calidad de materiales, investigación de nuevos materiales, materiales para la construcción, el modelado y ensamblaje de estructuras civiles y arquitectónicas.

Es importante tomar en cuenta la calidad del material y los ensayos a los que son sometidos, para conocer las capacidades del material y sus limitaciones, trabajando así al límite de sus capacidades, lo que influiría directamente en la selección del material correcto para una determinada aplicación, menor peso en lo que respecta a infraestructura, calidad, rendimiento y por su puesto el factor económico.

En consecuencia, es importante que los estudiantes de la CIMANELE estudien los principios de funcionamiento de los sensores de peso y fuerza, puesto que se tiene una amplia aplicación de este tipo de sensores en la industria, para lo que es necesario adiestrar al estudiante en este campo.

Por otra parte, se puede evidenciar la falta de equipamiento y materiales didácticos del laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, lo que es una desventaja tanto para tutores los cuales imparten los conocimientos y para los estudiantes, que no pueden poner en práctica los conocimientos teóricos.

Es por ello, que se ha pensado en la elaboración de módulos didácticos los cuales sirvan de mucha ayuda en el laboratorio para que los estudiantes cuenten con sistemas para el estudio de sensores de peso y fuerza.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática que se encontró en la formación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, es el escaso equipamiento en los laboratorios sobre los dispositivos de medición, sensores de control, máquinas industriales, automatismos, sistemas electrónicos de instrumentación y control de las variables de proceso para la implementación de sistemas automáticos; lo que impide una adecuada formación práctica de los estudiantes en áreas como: máquinas eléctricas, instalaciones industriales, redes eléctricas, sistemas eléctricos de potencia, electrónica de potencia, control de máquinas eléctricas, tecnología de materiales, subestaciones, protecciones eléctricas, mantenimiento eléctrico, automatismos e instrumentación industrial.

Es apreciable la necesidad de contar con un laboratorio mejor equipado que cuente con equipos necesarios acorde a las exigencias de la carrera que facilite el trabajo y desempeño tanto de estudiantes como de docentes. Por tal razón, es imprescindible la implementación del laboratorio de la CIMANELE, a través de sistemas para el estudio de sensores de peso y fuerza que posibiliten dar a conocer el manejo de este tipo de sensores, principio de funcionamiento, circuitos de acondicionamiento, ensayos de resistencias de materiales y la familiarización con nuevas tecnologías en lo que respecta al campo de sensores de peso y fuerza.

Los sistemas modulares serán diseñados en conformidad al espacio con el que se cuenta en el laboratorio, es decir serán sistemas normalizados y de dimensiones no mayores a las necesarias para realizar las distintas pruebas y ensayos de laboratorio. Para así obtener un conocimiento teórico-práctico de más alto nivel acorde a las exigencias competitivas de la industria de nuestro país, puesto que como podemos apreciar en la actualidad se exige profesionales más competitivos y con altos niveles académicos.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo aportaría la implementación de módulos didácticos para el estudio de peso y fuerza en el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte?

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La investigación, diseño e implementación se desarrollará en un lapso de un año, desde julio del 2015 a julio del 2016, este tiempo será el necesario para el diseño y construcción de dos módulos didácticos.

1.4.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El diseño y construcción se realizará en el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas que es parte de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la avenida Carchi y 17 de julio del sector el Olivo cantón Ibarra de la provincia de Imbabura.

1.5 OBJETIVOS:

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir dos sistemas modulares para el estudio de sensores de peso y fuerza para el laboratorio de automatización y control de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar módulos con sensores de peso y fuerza que a través de prácticas y ensayos nos permitan comprender el funcionamiento de ellos.
- Desarrollar un sistema de medición, envío, recepción de datos y control mediante la implementación de un PLC, que permita modificar la velocidad del motor de una forma manual y automática.
- Realizar una comunicación con el computador en un Interfaz Humano Máquina (HMI) para el control del sistema y obtención de datos.

- Elaborar un manual para el uso de los sistemas modulares con los datos de funcionamiento, aplicación y mantenimiento en el que incluyan las prácticas que se realizara para verificar el buen funcionamiento de los sistemas.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Debido a los avances tecnológicos de un mundo globalizado, industrializado y competitivo, que día a día se desarrollan nuevas tecnologías aplicadas al campo de la instrumentación, automatización y control, en consecuencia, el Ecuador pretende cambiar la matriz energética pasando de ser un país exportador de bienes primarios a un país exportador de productos de alta calidad, que satisfagan las necesidades de demanda y cumpla con las normas de calidad según las exigencias del mercado.

Por consiguiente y pese a que en nuestro país aun no se cuenta con una tecnología de primera mano como en los países del primer mundo, se ve la necesidad de adquirir mayor cantidad de conocimientos en lo que respecta a instrumentación industrial y los avances tecnológicos en esta rama. Es así, que se ha pensado en la implementación de dos módulos didácticos para prácticas de sensores de peso y fuerza dirigidos al laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte.

Se considera que los dos sistemas modulares didácticos para prácticas de sensores de peso y fuerza, serán indispensables para el aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes que conforman la carrera, gracias a ello podrán manipular, utilizar y realizar la práctica deflexión estática la que está conformada por la deformación y ruptura de dos tipos de madera como laurel y pino.

La implementación de los dos sistemas modulares para el estudio de sensores de peso y fuerza es muy importante porque se proporcionará un diseño práctico que mejorará las actividades teóricas y prácticas de los estudiantes. Además, permitirá cambiar la anterior metodología que se fundamentaba solamente en lo teórico garantizando la expansión del conocimiento y haciendo así de los futuros profesionales, personas competitivas y comprometidas con el desarrollo del país.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MÁQUINAS SERVOHIDRÁULICAS

Las máquinas servohidráulicas, figura 2.1, es la unión de las máquinas eléctricas e hidráulicas que permiten la medición de parámetros mecánicos y son utilizados en ensayos de fatiga que pueden ser en base a tracción, compresión, flexión que se definen de acuerdo con las necesidades del ensayo en cuanto a rango de fuerza, amplitud de desplazamiento, rango de frecuencias, velocidades de carga o deformación, etc.



FIGURA 2. 1: Máquinas servohidráulicas

Fuente: (INSTRON, 2016)

Las máquinas de ensayo servo hidráulicas tienen aplicaciones universales sobre los materiales, los cuales prueban los componentes bajo cargas pulsantes o alternas, con señales periódicas.

A continuación, se definirá el concepto y características principales de cada una de ellas.

2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS SERVOHIDRÁULICAS

Existen varios tipos de máquinas servohidráulicas a continuación se describe alguna de ellas.

- **Máquinas servohidráulicas, serie EFH**

MICROTEST S.A indica que: “Las maquinas servo hidráulicas de la serie EFH esta diseñadas para ensayos de fatiga y ensayos dinámicos, con demandas en tracción, compresión, flexión. Se define de acuerdo con las necesidades del ensayo en cuanto al rango de fuerza, amplitud de desplazamiento, rango de frecuencia, velocidades de carga o deformación.”



FIGURA 2. 2: Máquina servohidráulicas, Serie EFH

Fuente: (MICROTEST, S.A, 2012-2016)

- **Máquinas servohidráulicas Serie HA**

ZWICK ROELL dice que: “La serie se compone de máquinas de ensayo servohidráulicas clásicas con un actuador instalado en el travesaño inferior. Estas máquinas son especialmente adecuadas para la determinación de características de materiales bajo carga.



FIGURA 2. 3: Máquina servohidráulicas Serie HA

Fuente: (ZWICK ROELL, 2016)

- **Máquinas servohidráulicas Serie HB**

ZWICK ROELL menciona que: “En las máquinas de ensayo de la serie HB, el actuador se encuentra montado en el travesaño superior, lo que permite diferenciar aplicaciones. Especialmente en combinación con una placa de sujeción con ranuras en forma de T se pueden realizar además de ensayos estándar ensayos de componentes o de flexión.”



FIGURA 2. 4: Máquina servohidráulicas Serie HB

Fuente: (ZWICK ROELL, 2016)

A partir del concepto anterior y por facilidad económica se ve necesario la construcción del módulo en estudio mediante la utilización de dos máquinas una eléctrica que es el motor, y otra que efectúa elevación de peso como es el gato mecánico.

2.1.2 MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos se caracterizan por ser máquinas eléctricas, que poseen la capacidad de transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

(Motores, 2016) Afirma: “El motor eléctrico es la máquina destinada a transformar energía eléctrica en energía mecánica. El motor eléctrico combina las ventajas de la utilización de energía eléctrica, bajo costo, facilidad de transporte, no emiten contaminantes y simplicidad de comando.” En la figura 2.5 se observa una clasificación de los motores eléctricos.

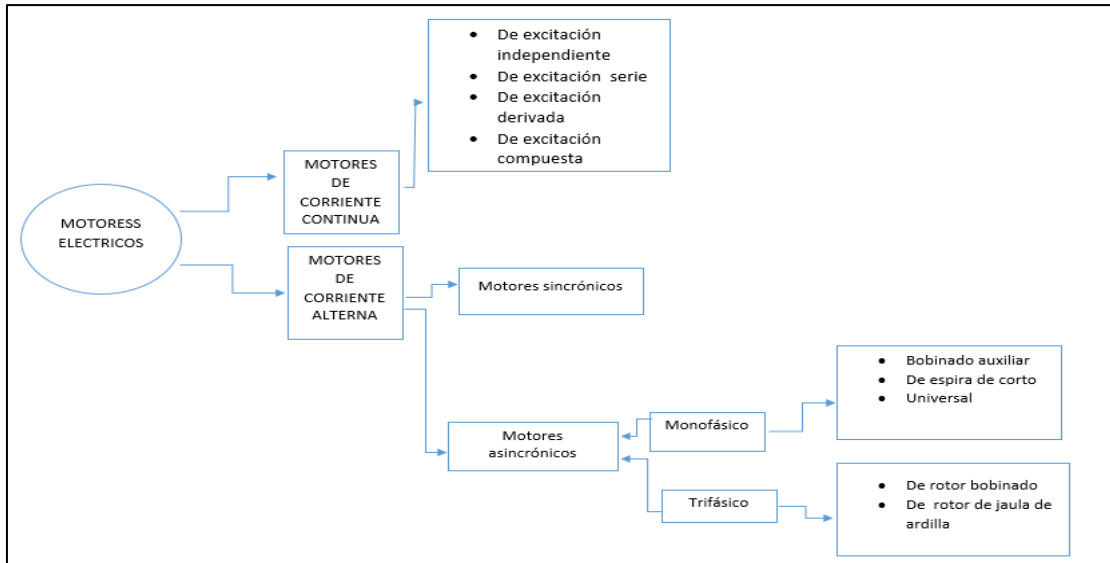


FIGURA 2. 5: Clasificación de los Motores Eléctricos

Fuente: Autores

2.1.3 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

(Chapman, 2012) Menciona que el motor de corriente alterna son precisamente aquellos que hacen uso de aquella alimentación eléctrica, además existen una clasificación de motores que son:

- **Motores Síncronos**

Según Nicolás Tesla el funcionamiento de estos motores depende tanto de la frecuencia y tensión a la que están sometidos, lo que hace que su eje de rotación gire exactamente igual a los ciclos positivos de C.A de ahí el nombre de motores síncronos.

- **Motores Asíncronos**

(Chapman, 2012). Estos motores también conocidos como de inducción no necesitan de corriente de campo DC para operar, además con su construcción simple y su gran versatilidad de adaptación a las cargas de los más diversos tipos, los cuales proporcionan mejores rendimientos. En diversas circunstancias presenta muchas ventajas con respecto a los motores eléctricos de corriente continua, continuación en la tabla 2.1 se muestra las principales ventajas.

TABLA 2. 1: Ventajas de los motores eléctricos de corriente alterna.

Ventaja	
1	A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
2	Se pueden construir de cualquier tamaño.
3	Su rendimiento aumenta dependiendo del aumento de potencia
4	Este tipo de motores no emite contaminantes
5	La mayoría de motores son reversibles y pueden trabajar como generadores
6	Son fáciles de manipular tanto en arranque como emparo.

Fuente: Autores

2.1.3.1 APLICACIONES

Las aplicaciones de estos motores vienen dadas por sus facilidades de uso, como pueden ser para aparatos domésticos, ejemplo ventiladores, lavadoras, taladros, entre otros. También se ha dado a conocer que la velocidad a plena carga, el aumento de temperatura, la eficiencia, el factor de potencia y la torsión de arranque han sido de interés al momento de acondicionarlos para alguna aplicación, dando a conocer las múltiples actividades que realizan los motores en el ámbito industrial como son de bombas, ventiladores, tornos, compresores, bandas transportadoras, prensas punzadoras, entré otros.

2.2 GATO

Esta máquina está diseñada de tal forma que con el debido acondicionamiento manual o asistido pueda ser empleada para la elevación de carga.

2.2.1 CLASIFICACIÓN

(QUIMINET, 2016) Se define dos tipos, según su principio de funcionamiento:

2.2.1.1 GATO HIDRÁULICO

El funcionamiento del gato hidráulico responde al principio de Pascal, que establece que la presión en un contenedor cerrado es siempre la misma en todos sus puntos.

“Se le da el nombre de gato *hidráulico* por la utilización de un líquido, generalmente un aceite, para ejercer presión sobre un cilindro que empujará a otro de diferente tamaño para lograr la elevación del brazo.” (QUIMINET, 2016).

Además, se clasifican en:

- **Gato Hidráulico de botella**

Se diseña en posición vertical y hace contacto directo entre la plataforma y el material que se va a levantar.

- **Gato Hidráulico de piso**

Este tipo de gato hidráulico se diseña en posición horizontal. Su brazo largo le permite hacer las elevaciones y aumentar la extensión de la elevación.

Ecuación

$$P = F/A \quad F = P/A$$

Donde:

- ✓ **P=** Presión
- ✓ **F=** Fuerza
- ✓ **A=** Área

En la figura 2.6 de la página siguiente se observa dos tipos de gatos hidráulicos.



FIGURA 2. 6: Tipos de Gatos Hidráulicos

Fuente: (TU TIENDA LLANTERA, 2016)

2.2.1.2 GATO MECÁNICO

El cual se basa en un eje cremallera que funciona como elevador que a su vez está unido a una pieza o rueda roscada y en un tornillo que ayuda a producir un desplazamiento lineal. En la figura 2.7 se muestra el tipo de gato mecánico



FIGURA 2. 7: Gato mecánico

Fuente: (ALIBABA, 2016)

Como parte de este estudio se analiza que estos gatos mecánicos suelen ser accionados mediante acoplamiento manual o motorizados.

Funcionamiento.

Según Richard Dudgeon, los gatos mecánicos están basados en reductores de sinfín corona, y están estudiados específicamente para soportar y transmitir esfuerzos de tracción y compresión que se generan a partir de movimientos lineales de un husillo o una tuerca colocado como elemento transmisor de par de dicho reductor.

Haciendo referencia al anterior concepto los gatos mecánicos se clasifican en:

- **Gato de trinquete**

Este gato es una variación de los gatos cremallera, su función es la de elevación, por medio de manipulación manual y además que soporta montaje de distintos tipos de carga.

- **Gato de tijera**

Este gato funciona como un amplificador de fuerza, función que permite realizar el movimiento de ascenso y descenso cuando se extiende el mecanismo en forma de tijera, manteniendo la elevación.

Por lo tanto, basándonos en los conceptos, características y funcionamiento de los sistemas de elevación, se procede a escoger un gato mecánico de cremallera para la construcción de los módulos didácticos el cual se ajusta mejor al sistema.

2.3 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE PLC

Norma IEC 1131(1992) menciona. “Es un sistema digital electrónico diseñado para uso industrial con memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones lógicas, secuencias, temporizadores, contadores y aritmética para controlar máquinas y/o procesos por medio de entradas y salidas de tipos digitales o analógicas”

Se conoce que el PLC es dispositivo de gran ayuda en los procesos industriales, su forma de trabajo es mediante él envío de señales que controlan a un sistema o planta, el complemento para este control se hace con dispositivos o elementos sensores como: válvulas, pulsadores, sensores de peso, sensores de temperatura, entre otros que se encarguen de emitir señales en los diferentes estados en variables.

Para la ejecución es necesario tener operaciones realizadas por el usuario que envían señales eléctricas, que darán disposiciones a elementos de tipo actuador como; relés, contactor, lámparas, motores, que realizan diferentes modificaciones en el sistema.

2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PLC

De todas las marcas de PLC existentes en el mercado se hace referencia a tres marcas reconocidas a nivel industrial para la parte de programación que se describen a continuación.

- **Marca ABB**

Los dispositivos de automatización de ABB proporcionan soluciones con un gran rendimiento y flexibilidad, siendo compatibles con una gran variedad de segmentos y aplicaciones incluyendo agua, infraestructuras, centros de datos, energías renovables, automatización de maquinaria, manipulación de materiales, marina y muchas más. (PLC A.).

Como ejemplo se menciona el **PLC CL series logic relays** que son adecuados para las tareas de control de pequeñas y medianas empresas que son capaces de efectuar tareas de manera rápida y sencilla. Se pueden utilizar para aplicaciones de control, así como para funciones de tiempo en edificios, sistemas de iluminación, sistemas de aire acondicionado y en módulos de control independientes para pequeñas aplicaciones.



FIGURA 2. 8: PLC CL series logic relays

Fuente: (PLC A.)

- **Marca Schneider Electric**

A medida que la tecnología avanza los sistemas de programación como los PLC Marca Schneider Electric han sido una solución para sistemas que necesitan de un sistema de multifunciones que afronte con sus necesidades es por eso que a continuación se hace mención a unos de los más usados en empresas eléctricas como es el Zelio logic.

El PLC Zelio logic es muy fácil de seleccionar, instalar y programar, además es adecuado para todas las aplicaciones permitiendo el control y el seguimiento de las instalaciones en cualquier situación ya sea en forma local o remota. Las aplicaciones suelen ser sistemas de control para pequeñas máquinas, sistemas de control centralizados, control de acceso, control de seguimiento y aire acondicionado de control.



FIGURA 2. 9: PLC Zelio logic

Fuente: (PLC s.)

- **Siemens**

La marca siemens ofrece muchos productos de acuerdo a especificaciones, dando flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos. Gracias a su facilidad de programación, compatibilidad y manejo, estos dispositivos han sido los más usados en el ámbito industrial, hoy en la actualidad existen una gran variedad de dispositivos de control siemens que facilitan el trabajo por eso se hace mención a uno de los más útiles como es el PLC S71200.

- **El PLC control lógico programable SIMATIC S71200**

El controlador lógico programable compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo compacto utilizado para automatización de funciones simples de pequeños sistemas de control debido a su tamaño idóneo para controlar tareas de usos más comunes de control de procesos industriales.

La CPU como se lo llama viene incorporado un micro procesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa del usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (Álvarez, 2007)

En la figura 2.10 se observa la vista superior frontal de un PLC SIMATIC S7-1200.



FIGURA 2. 10: PLC SIMATIC S7-1200

Fuente: (Siemens, 2009)

- **Identificación (Parte externa) SIMATIC S7-1200**

En la figura 2.11 de la página siguiente se indica cada una de las partes externas con las que cuenta el PLC SIMATIC S7-1200

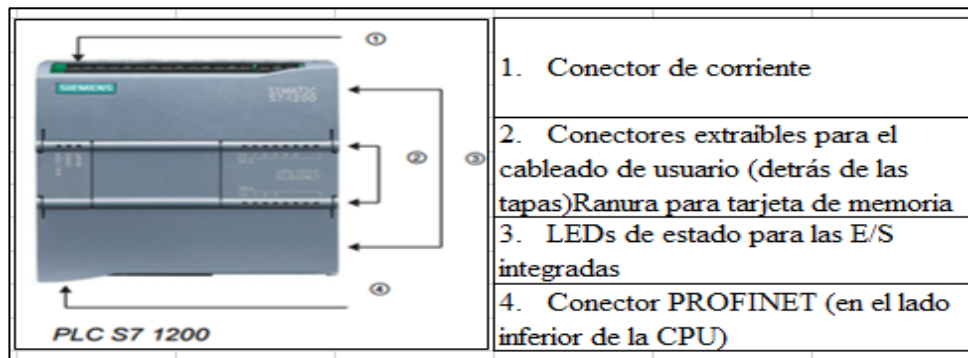


FIGURA 2. 11: PLC SIMATIC S7-1200 vista externa IMA

Fuente: (Siemens, 2009)

- **Módulo de señales o expansión.**

Un módulo de expansión o también conocido como módulo de señales se los utiliza para agregar señales al CPU, estos módulos se los instala a lado derecha del CPU.

Los PLCs de acuerdo a las necesidades del usuario poseen una serie de módulo de señales que ayuda a facilitar y solucionar con eficiencia las diversas aplicaciones. En la figura 2.12 se muestra al módulo de señales para el PLC S71200.

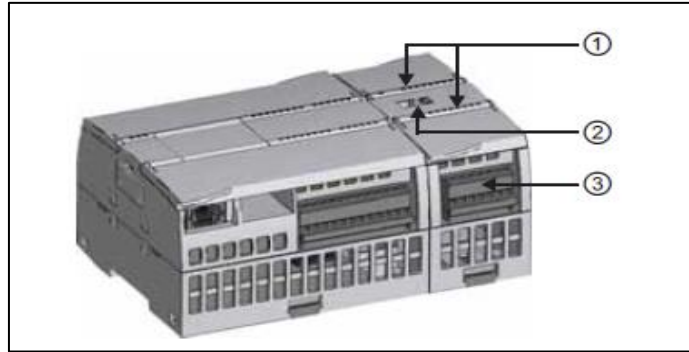


FIGURA 2. 12: Módulo de señales con salidas analógicas AQ2 x 14 bits

Fuente: (Siemens, 2009)

1. LEDS de estado para las E/S del módulo de señales.
2. Conector de bus.
3. Conector extraíble para el cableado de usuario.
4. Bloque de bornes enchufables.
5. Salidas de +/-10v.

2.3.1.1 PROGRAMACIÓN

(Álvarez, 2007) Programa es un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada. Los programas que los usuarios crean están orientados a ser ejecutados, por medio del controlador PLC.

2.3.1.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolló el estándar IEC 1131, en un esfuerzo para estandarizar los Controladores Programables. El estándar IEC 1131-3 define los lenguajes gráficos y dos lenguajes basados en texto, para la programación de PLCs.

2.3.1.3 LENGUAJES GRÁFICOS.

- **Lenguaje Ladder**

También denominado lenguaje de contactos o escalera, está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.

En la figura 2.13 de la página siguiente se observa un ejemplo de programación Ladder.

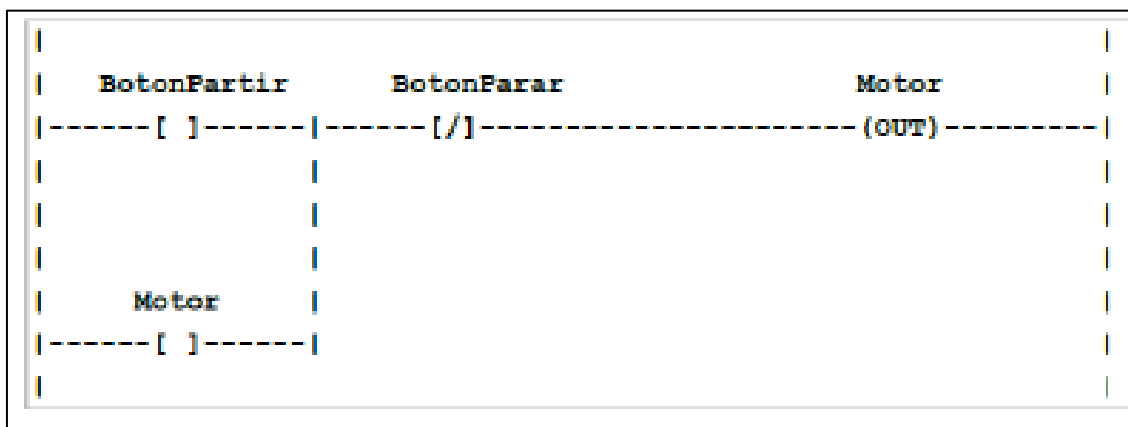


FIGURA 2. 13: Programación Ladder

Fuente: (IEC 1131-3)

- **Lenguaje de funciones**

(Molina, 2006) Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos en tal forma que ellos aparecen interconectadas al igual que un circuito eléctrico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función.

En la figura 2.14 se muestra un ejemplo de programación mediante diagrama de funciones

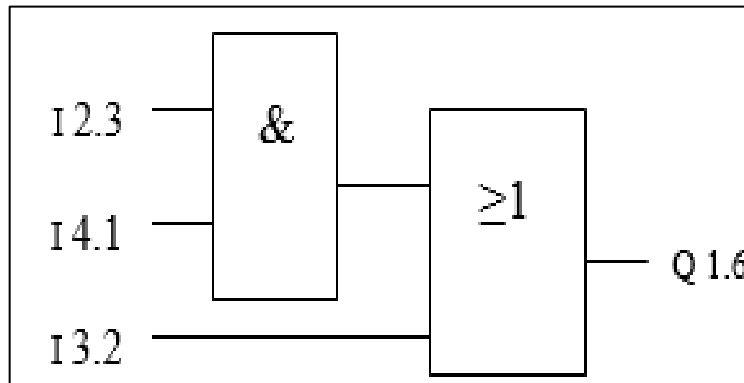


FIGURA 2. 14: Diagrama de funciones.

Fuente: (IEC 1131-3)

2.3.1.4 LENGUAJES TEXTUALES.

- **Lenguaje de Texto estructurado**

Es un lenguaje de alto nivel que permite la programación estructurada, lo que significa que muchas tareas complejas pueden ser divididas en unidades más pequeñas. Incluye estructuras de cálculo repetitivo y condiciones, tales como: FOR, TO; REPEAT, UNTIL X; WHILE X; IF, THEN, ELSE. Además, soporta operaciones booleanas (AND, OR, entre otras.) Y una variedad de datos específicos, como hora, fecha.” En la figura 2.15 se muestra en ejemplo del lenguaje estructurado.

```
IF Manual AND Alarm THEN
    Level = Manual_Level;
    Mixer = Start AND NOT Reset
ELSE IF Other_Mode THEN
    Level = Max_level;
ELSE
    Level = (Level_Indic X100)/Scale;
END IF;
```

FIGURA 2. 15: Lenguaje estructurado

Fuente: (IEC 1131-3)

2.3.1.5 APLICACIONES

(Moreno) La constante evolución de la tecnología ha hecho de los PLCs una herramienta fundamental en la industria, para todo tipo de control y automatización de procesos, su aplicación comprende desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo de instalaciones.

El PLCs con sus extensiones muy reducidas, facilidad al momento de acoplar, habilidad para guardar los programas para su posterior uso y poder ser modificados por el usuario, hace de su eficacia en la industria una herramienta fundamental para los procesos. A continuación, se menciona procesos en que se producen necesidades como:

- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Espacio reducido.
- Maniobra de instalaciones.
- Maniobra de máquinas.
- Chequeo de programas.
- Señalización del estado de procesos.

Todas estas necesidades hacen referencia al controlador lógico Programable PLC, que con la programación y posterior ejecución del programa se puede llegar a controlar todo lo antes mencionado, en procesos industriales.

2.3.1.6 TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION TÍA PORTAL SIMATIC STEP 7.

(SIMATIC, 2012) SETP 7 Professional es la herramienta de ingeniería más moderna para la configuración de todos los controladores SIMATIC.

(TIA PORTAL) es el sistema de ingeniería para cada fase de ciclo de vida de la producción que permite:

- Reducir el tiempo invertido en energía, puesta en marcha rápida con la localización de errores eficientes a través del diagnóstico del sistema integrado, del seguimiento en tiempo real y las funciones en línea.
- Menor tiempo de parada, gracias al mantenimiento a distancia sencillo y al diagnóstico con el servidor web.
- Seguridad de las inversiones, con la reutilización de componentes, las librerías y la compatibilidad.

TIA Portal, ayudará a solucionar las tareas de ingeniería de forma intuitiva y eficiente. Totally Integrated Automation Portal, convence en todos los pasos de trabajo y programación gracias a su claridad, a la guía inteligente del usuario y a los procesos cómodos.

En la figura 2.16 en la siguiente página podemos observar como iniciar el TIA Portal

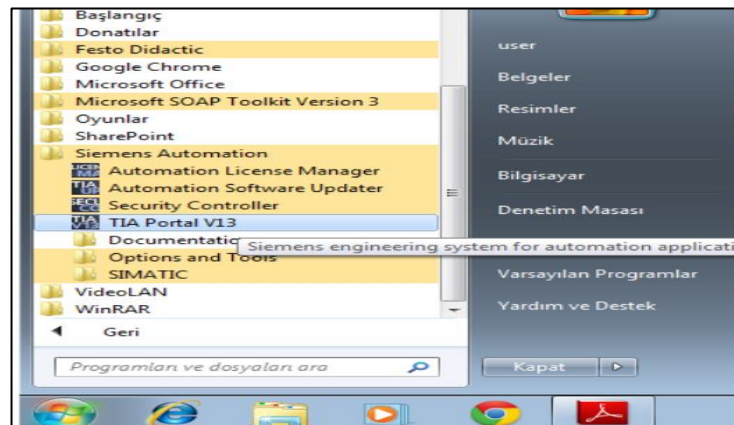


FIGURA 2. 16: Iniciar TIA Portal

Fuente: Autores

Por lo general el TIA Portal se abre con los últimos ajustes del proyecto que se esté diseñando o editando por el usuario, este programa es de mucha utilidad para el monitoreo de variables que se estén ejecutando en tiempo real en procesos industriales.

En la figura 2.17 se puede observar la pantalla de inicio del TIA Portal.

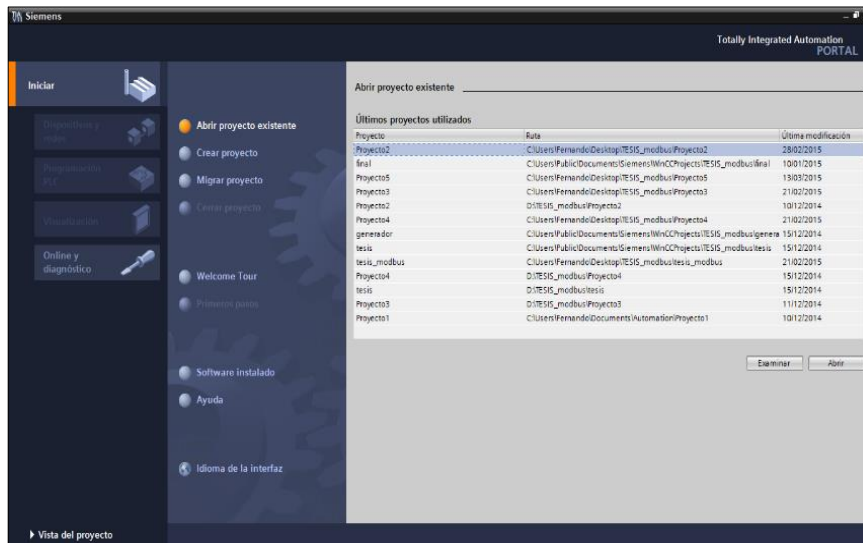


FIGURA 2. 17: Ventana principal TIA Portal

Fuente: Autores

El lenguaje de programación utilizado en el TIA Portal es el lenguaje Ladder o también denominado de contactos o escalera que hace referencia a los esquemas eléctricos de control clásicos.

2.4 SENSORES DE PESO Y FUERZA

Desde el punto de vista de la física estática, fuerza se define como aquella acción que, ejercida sobre un cuerpo, produce sobre él una deformación, que será tanto más grande como mayor sea la fuerza causante.

El valor numérico correspondiente a su intensidad, en el sistema internacional de medidas es el Newton (N) que equivale a la fuerza aplicada sobre un mismo objeto que producirá efectos distintos en función de la dirección sobre la que la fuerza actúa. (Solé, 2010)

La presión es la fuerza ejercida sobre una superficie que puede ser expresada en unidades como bar, atmosferas, pascal, kilogramos por centímetro cuadrado y libras por pulgada cuadrada (psi). La medida de fuerza, peso o presión es una de las variables más conocidas y utilizadas en los procesos de la industria.

2.4.1 ELEMENTOS MECÁNICOS.

Los elementos mecánicos o también conocidos elementos primarios elásticos de medición más utilizados son: el tubo de Bourdon, el helicoidal, el diafragma y el elemento en espiras.

(Solé, 2010) Afirma que: “El tubo de Bourdon cuando se aumenta la presión dentro del tubo, éste tiende a deformarse y produce un movimiento el cual es transmitido por un sector dentado y un piñón que esta alojados en el interior del tubo.” En la figura 2.18a se muestra

(Solé, 2010) Dice: “El diafragma consiste en una o varias cápsulas circulares conectadas rígidamente entre sí por soldadura, de forma que, al aplicar presión, cada cápsula se deforme y la suma del pequeño desplazamiento es amplificada por un eje de palancas.”

En la figura 2.18 se muestra

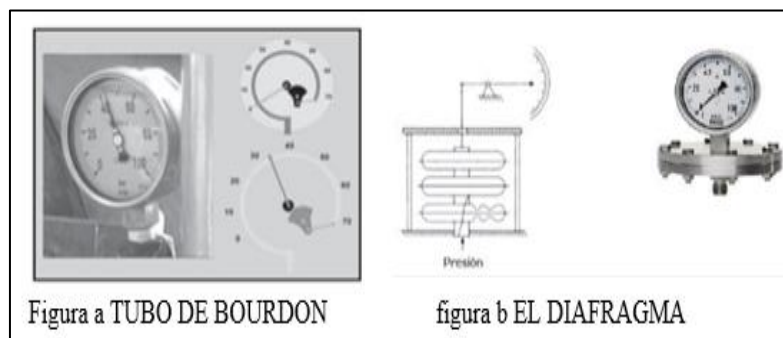


FIGURA 2. 18: Elementos mecánicos

Fuente: (Solé, 2010)

2.4.2 ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS.

Los elementos electromecánicos más utilizados son: elementos resistivos, galgas extensométricas, elementos piezoeléctricos.

(Solé, 2010) Comenta que: “Los elementos resistivos están constituidos de un elemento elástico que varía la resistencia óhmica de un potenciómetro en función de la presión, el potenciómetro puede adoptar la forma de un solo hilo continuo.” En la figura 2.19 se observa, elemento resistivo

“Las galgas extensométricas se basan en la variación de longitud y diámetro, y por tanto de resistencia, que tiene lugar cuando un hilo de resistencia se encuentra sometida a una tensión mecánica por acción de la presión.”(Solé, 2010).

En la figura 2.19 se observa. Galga extensométricas.

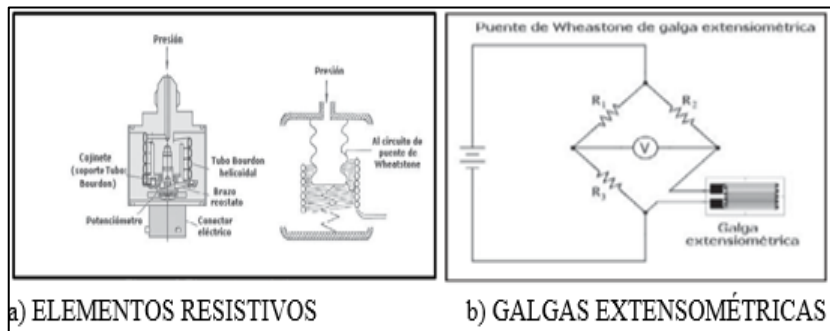


FIGURA 2. 19: Elementos Electromecánicos

Fuente: (Solé, 2010)

2.4.3 CELDA DE CARGA TIPO AMI Y CELDA DE CARGA TIPO “S”

(Solé, 2010). Las celdas de carga o sensores de peso son aquellos dispositivos electrónicos desarrollados con la finalidad de detectar los cambios eléctricos provocados por una variante en la intensidad de un peso aplicado sobre la báscula o balanza, información que a su vez transmite hacia un indicador de peso o controlador de peso.

2.4.4 CELDA KELI TIPO AMI PARA EL PESO.

La mayoría de estas celdas son fabricados de aluminio puede manejar capacidades de 3 kg a 100kg, y son precisas al enviar lecturas hacia dispositivos de control, para estas celdas de carga son idóneas en ciertas aplicaciones como son:

Basculas de plataformas, cintas trasportadoras, basculas de mesa, pesaje de control o donde se requiera una capacidad industrial con distintos fines. En la figura 2.20 se indica la celda de carga tipo AMI, es una celda de carga específica para peso y se utilizara las mediciones respectivas del módulo de estudio del peso.

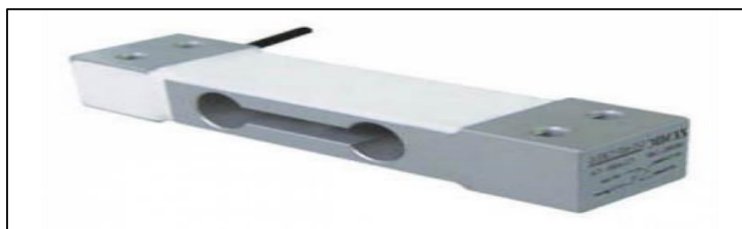


FIGURA 2. 20: Celda de Carga tipo AMI

Fuente: (KELI, 2016)

2.4.4.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

TABLA 2. 2: Características celda tipo AMI

Celda Keli tipo AMI	
Características Principales	
Capacidad nominal:	30kg
Sensibilidad:	$2.0 \pm 0.2\text{mV/V}$
Clase de presión:	OIML C3 (aprobatorio)
Error de Arrastre (30 min):	$\pm 166\text{ppm}$
Equilibrio Cero:	$\pm 3\% E_{\text{max}}$
TC Cero:	$\pm 17.5 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$
TC Lapso:	$+20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}, \pm 17.5 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$
Resistencia de Entrada:	$404 \pm 5\Omega$
Resistencia de Salida:	$350 \pm 3\Omega$
Resistencia de Aislamiento:	$\geq 2000 \text{ M}\Omega$ (50V DC)
Tamaño de la Plataforma Máxima:	300x300mm
Rango de Temperatura Compensado:	$-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
Rango de Temperatura en Operación:	$-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$
Sobrecarga Máxima Segura:	150% E_{max}
Sobrecarga Última:	300% E_{max}
Excitación Recomendada:	10V DC
Excitación Máxima:	15V DC
Clase de Protección:	IP65
Construcción:	Aluminio
Diámetro:	ϕ 5mm
Construcción:	Acero de Aleación Acero inoxidable

Fuente: (KELI, 2016)

2.4.4.2 CELDA KELI TIPO S

Son conocidas también como Z, los cuales se utilizan en procesos de pesaje donde requieren parámetros de compresión y tensión. Estos tipos de celda de carga complementan actividades de pesaje y cubre necesidades en entornos comerciales e industriales exigentes. En la figura 2.21 se observa una celda de carga tipo S, como su nombre lo indica es un transductor en forma de una letra ese.



FIGURA 2. 21: Celda de Carga tipo S

Fuente: (KELI, 2016)

2.4.4.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.

TABLA 2. 3: Características de la celda tipo S

Celda Keli tipo S	
Características Principales	
Capacidad nominal:	50kg
Sensibilidad:	$2.0 \pm 0.003\text{mV/V}$
Clase de presión:	C2~ C3
Equilibrio Cero:	$\pm 1\% \text{ F.S}$
TC Cero:	$\pm 0.02\text{F.S./}10^\circ\text{C}$
TC Lapso:	$\pm 0.02\text{F.S./}10^\circ\text{C}$
Resistencia de Entrada:	$400 \pm 20\Omega$
Resistencia de Salida:	$352 \pm 3\Omega$
Resistencia de Aislamiento:	$\geq 5000 \text{ M}\Omega$
Rango de Temperatura Compensado:	$-10^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$
Rango de Temperatura en Operación:	$-30^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$
Sobrecarga Máxima Segura:	120% F.S.
Sobrecarga Última:	200% F.S.
Excitación Recomendada:	10V~12V DC
Excitación Máxima:	15V DC
Clase de Protección:	IP65
Construcción:	Acero de Aleación Acero inoxidable
Diámetro:	$\phi 5\text{mm}$

Fuente: (KELI, 2016)

2.4.5 ACONDICIONADOR DE CIRCUITOS

(NATIONAL INSTRUMENTS.) “Las necesidades de acondicionamiento de las señales varían ampliamente dependiendo de la funcionalidad del sensor, por lo que ningún instrumento puede proporcionar todo tipo de acondicionamiento para todos los sensores.”

Para acondicionar los sensores y sus señales existen diversos tipos de dispositivos que realizan esta acción: entre los principales se tiene.

2.4.5.1 MÓDULO DE PESAJE PARA S7-1200 SIWAREX WP231

(SIEMENS, SIWAREX WP231 Sistema de pesaje electrónico). La tarea principal del sistema de pesaje electrónico es la medición y registro del valor de peso actual. La integración en SIMATIC le da la opción para procesar el valor de peso directamente en el PLC (Programador lógico Controlable). El SIWAREX WP231 se lo calibra en la fábrica. Esto permite la calibración automática de las escalas, sin necesidad de pesos de calibración y la sustitución de los módulos sin volver a calibrar las escalas. La interfaz Ethernet se puede usar para conectar un computador para la parametrización del sistema de pesaje electrónico o para la conexión a cualquier sistema de automatización. En la figura 2.22 se observa en forma física el módulo de pesaje para S7-1200 SIWAREX WP231



FIGURA 2. 22: Módulo de pesaje para S7-1200 SIWAREX WP231

Fuente: (SIEMENS, SIWAREX WP231 Sistema de pesaje electrónico)

Ventajas del módulo de pesaje.

- Diseño unificado y comunicación homogénea gracias a la integración en SIMATIC S7-1200.
- Cuatro entradas y salidas digitales, una salida analógica.
- Posibilidad de funcionamiento incluso sin CPU SIMATIC.
- Cambio del módulo sin necesidad de una nueva calibración de la báscula.
- Vigilancia de límites.
- La calibración automática es posible sin necesidad de pesas de calibración.
- Tiempo/velocidad de actualización 10ms/100Hz.
- Interfaz de comunicación.

2.4.5.2 MÓDULO DE PESAJE PARA S7-1200 SIWAREX WP241

(SIEMENS, Sistema de pesaje. Módulo de pesaje SIWAREX WP241) SIWAREX WP241 es un módulo de pesaje flexible y polivalente que puede utilizarse como báscula de cinta. El módulo electrónico de pesaje puede utilizarse en SIMATIC S7-1200 y ofrece todas las prestaciones de un sistema de automatización moderno, tales como la comunicación integrada, el manejo de la visualización, el sistema de diagnósticos y las herramientas de configuración del TIA Portal.

Asimismo, se puede utilizar sin CPU SIMATIC, gracias a las distintas interfaces, como Ethernet, es posible la conexión directa al módulo de paneles aptos para Modbus o controladores. El módulo electrónico de pesaje que se describe aquí es la solución ideal siempre que deben captarse y procesarse flujos de materiales con una báscula de cinta. El SIWAREX WP241 es un módulo electrónico de pesaje de alta precisión. En la figura 2.23 se observa en forma física el módulo de pesaje para S7-1200 SIWAREX WP241



FIGURA 2. 23: Módulo de pesaje para S7-1200 SIWAREX WP241
Fuente: (SIEMENS, SIWAREX WP231 Sistema de pesaje electrónico)

Ventajas del módulo de pesaje.

- Diseño unificado y comunicación homogénea gracias a la integración en SIMATIC S7-1200.
- Tres entradas digitales programables.
- Cuatro salidas digitales programables.
- Una salida analógica programable (0/4-20mA)
- Posibilidad de funcionamiento autónoma sin CPU SIMATIC.
- Alta velocidad de medición de 100/120Hz.
- Señal de impulso para sumador externo.
- Punto de restablecimiento para todos los parámetros.
- Adaptación flexible a diferentes exigencias.

2.4.5.3 TRANSDUCTOR O TRANSMISOR DE PESAJE TIPO KM02A

Este transductor está diseñado para control en la industria, se utilizará para el acondicionamiento de las señales, tanto en el módulo de fuerza como en el módulo de presión. “Es legible y ofrece la normalización de las celdas de carga y el conector de control, son poco afectados por el ruido, por lo que son muy aplicados en la industria.

Existen varias aplicaciones de uso, tales como transductor de temperatura, transductores de fuerza, transductor de humedad, transductor de pesaje, ofrecen la función de puente para transferir las distintas señales que depende de la celda de carga en la salida analógica que varía entre 4 y 20mA.” (MK SOLUTIONS (USA) CO. LTD, 2014, pág. 1)

En la figura 2.24 se puede observar el sistema de conexión con la interface para la recopilación de datos y con la celda de carga Keli tipo AMI.

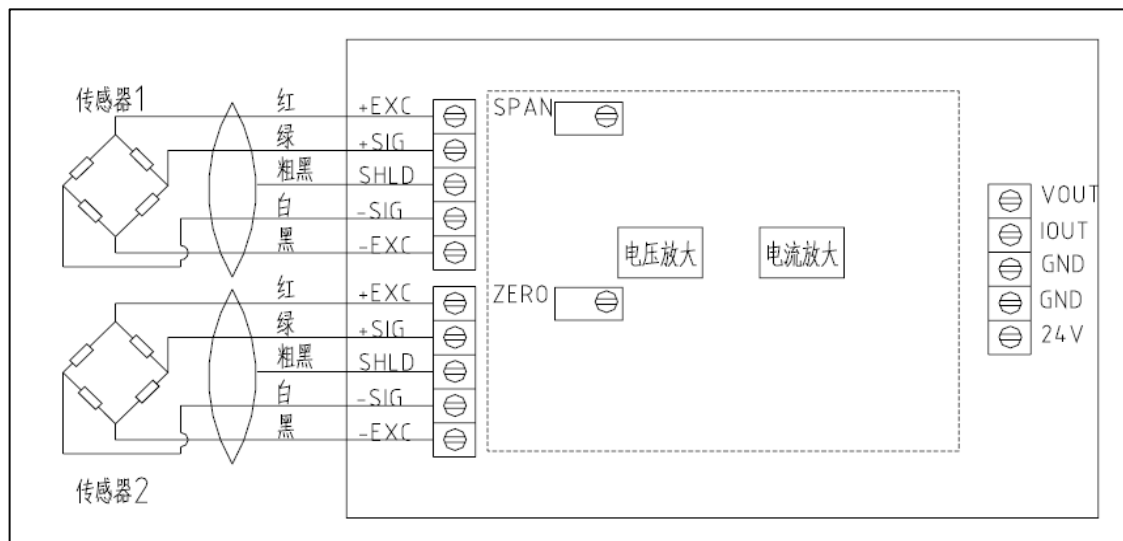


FIGURA 2. 24: Sistema de Conexión del Transductor
Fuente: (MK SOLUTIONS (USA) CO. LTD, 2014, pág. 1)

2.4.6 SENSOR FIN DE CARRERA.

Estos sensores son conocidos como interruptores de límite o contactos, los cuales son colocados al final de un circuito encargado de emitir una señal que varíen el estado del circuito.

Su funcionamiento es básicamente, actuar cuando el dispositivo a controlar tiene una tarea, que hace que se desprenda del eje del sensor manteniéndose normalmente cerrado, al regresar el dispositivo al inicio del proceso choca con el eje o filamento del sensor, colocándolo en normalmente abierto, dependiendo de la disposición del usuario podría terminar el proceso o reiniciar. En la tabla 2.4 se muestra las ventajas del sensor Final de carrera.

TABLA 2. 4: Ventajas del sensor Final de carrera.

Ventajas	Figura
<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad en la instalación • La robustez del sistema • Es insensible a estados transitorios • Trabaja a tensiones altas • Debido a la inexistencia de imanes es inmune a la electricidad estática. 	

Fuente: (Autores)

2.4.7 VARIADOR DE FRECUENCIA.

(Jacques, 2002) Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive), es un sistema que se utiliza para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia), los variadores de frecuencia operan bajo el principio de: la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna que está determinada por la frecuencia de CA (corriente alterna) suministrada y el número de polos en el estator.

En el mercado existen una gran variedad de marcas que ofrecen variadores de frecuencia (*Siemens, ABB, LS, Schneider*) entre otros de los cuales se incluyen en procesos industriales de acuerdo a las necesidades del usuario. Es por eso que a continuación se hace referencia a una de estas marcas como es **LS Industrial Systems**.

El cual que proporciona variadores de frecuencia con gran capacidad de monitoreo, control y facilidad de programación como lo es el V-IG5A, que en la imagen 2.25 se muestra las características principales de este dispositivo.

Marca	Grafico		Aplicaciones
LS INDUSTRIAL SYSTEMS		<ul style="list-style-type: none"> • Control Seleccionable V/f • Sintonización automática: Auto-ajuste de parámetros del motor • Elevado torque en todo el rango de velocidad • Salida de frecuencia 0,1~400Hz • Frecuencia portadora 1~15kHz • Historial de fallos: Últimos 5 fallos • Protección IP20 • Refuerzo de torque Manual/Automático • Señal de entrada seleccionable PNP/NPN • Control de proceso PID avanzado • Comunicación RS485 integrada (LS Bus / Modbus RTU) • Ventilador de enfriamiento con control On/Off • Control remoto usando teclado externo *RJ5 cable (Opcional) • Función de Sleep & Wake-up (Suspensión y Reactivación): Ahorro de energía • Monitoreo y parametrización mediante PC 	<ul style="list-style-type: none"> • Cintas transportadoras • Transportadores de rodillos • Transportadores de cadena • Mecanismos elevadores • Ascensores • Escaleras mecánicas • Puentes grúa • Propulsión naval entre otros.

FIGURA 2. 25: Características principales del Variador IG5A

Fuente: (Autores)

2.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE MADERA.

Según (JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1989) “Es el conjunto de tejidos orgánicos que forman la masa de los troncos de los árboles, desprovistos de corteza y hojas. La madera es uno de los elementos constructivos más antiguos que el hombre ha utilizado para la construcción de edificaciones e instrumentos.”

Estructura de la madera

- Médula: Parte central del tronco. Constituido por tejido flojo y poroso. De ella parten radios medulares hacia la periferia.
- Duramen: Madera de la parte interna, de mayores resistencias.
- Albura: Madera de la sección externa del tronco, de color más claro. Es la zona más viva, saturada de sabia y sustancias orgánicas. Se transforma con el tiempo en duramen.

- Cambium: Constituye la base del crecimiento en espesor del árbol. Formado por células de paredes delgadas que se transforman por divisiones sucesivas en nuevas células formando en la parte interna del árbol la xilema y en la externa el líber o floema que es la parte interior de la corteza de poca resistencia.
- Corteza: Capa exterior que sirve para proteger los tejidos.

(JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, MANUAL SECADO DE MADERAS, 1989)

Composición Química de la Madera

La madera está compuesta principalmente por:

- Carbono \Rightarrow 50 %
- Hidrogeno \Rightarrow 6 %
- Oxigeno \Rightarrow 43 %
- Nitrógeno \Rightarrow 1 %
- Cenizas \Rightarrow 0,5 %

2.5.1 ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA.

(NONNAST, 1993) “Un cuerpo está sometido a flexión cuando actúan sobre las dos fuerzas iguales con una separación, y otra en sentido contrario en el centro de las dos, igual a la suma de estas.” Como se observa en la figura 2.26

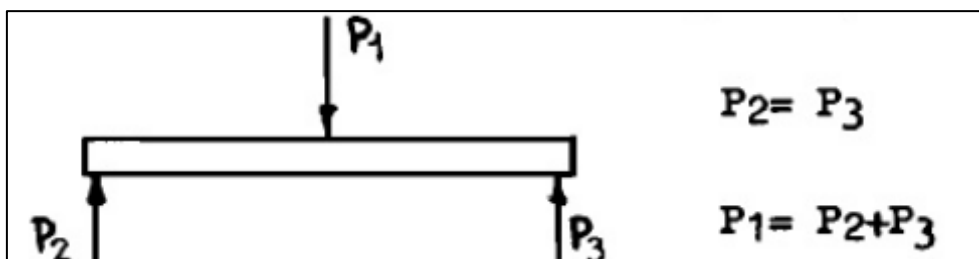


FIGURA 2. 26: Flexión estática

Fuente: (NONNAST, 1993)

“Cuando se somete a flexión una probeta se produce en ella esfuerzos de compresión, tracción y cortadura.” (NONNAST, 1993) Como se muestra en la figura 2.27.

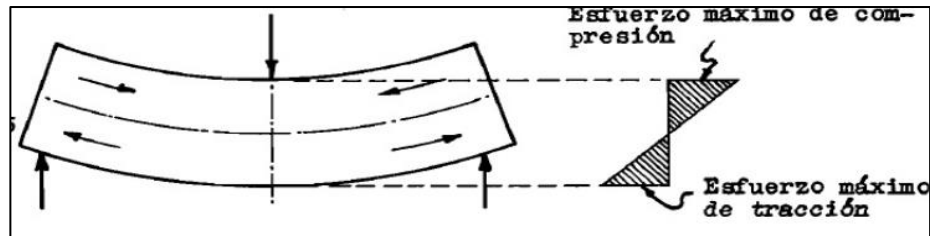


FIGURA 2. 27: Esfuerzos producidos por las fuerzas

Fuente: (NONNAST, 1993)

En la probeta su mitad superior se comprime y la parte inferior se alarga quedando en el centro la fibra neutra la cual no es sometida a ningún esfuerzo de compresión o tracción.

Cálculo del esfuerzo en el límite de proporcional (ELP).

Con la figura 2.25 se puede relacionar la fórmula de esfuerzo en el límite de proporcional

Ecuación

$$ELP = \frac{3 \cdot P_p \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

- **ELP=** Esfuerzo en limite proporcional (ELP)
- **Pp=** La carga en el límite de proporcionalidad en kilogramos fuerza.
- **L=** La luz de la probeta o la distancia de separación entre apoyos en cm.
- **b=** ancho de la probeta en cm.
- **h=** altura de la probeta.
- **Cálculo del esfuerzo de ruptura (MOR).**

Es el punto más alto de la curva, corresponde al límite que soporta la probeta para romperse

Ecuación

$$MOR = \frac{3*Pr*L}{2*b*h^2}$$

- **MOR=** Esfuerzo de ruptura (MOR)
- **Pr=** La carga máxima que soporta la probeta en kilogramos fuerza.
- **L=** La luz de la probeta o la distancia de separación entre apoyos en cm.
- **b=** ancho de la probeta en cm.
- **h=** altura de la probeta.

Los datos proporcionados como base para el estudio de los parámetros antes mencionados son del acuerdo de Cartagena de 1981 de especies de maderas. En la tabla 2.5 se describe los parámetros de las maderas.

TABLA 2. 5: Tabla de propiedades mecánicas de maderas para el ensayo de flexión estática.

Nombre común	Flexión estática	
	ELP (Kg/ cm ²)	MOR (Kg/ cm ²)
EUCALIPTO	509	1068
GUAYABON	678	1246
CHILIALDE	655	928

Fuente: Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador, junta de acuerdo de Cartagena, 1981.

2.6 LABVIEW

(Roncancio, 2001) Menciona: “Labview (Laboratorio Virtual instrumento de ingeniería Workbench) es un lenguaje de programación grafico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, Instrumentación y control. Labview permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactivo basado en software.”

Labview es un programa con instrumentos virtuales, o VI, que en su funcionamiento imitan instrumentos físicos, tales como osciloscopios y multímetros. Labview contiene un amplio conjunto de herramientas para la adquisición, análisis, visualización, y almacenamiento de datos.

“Labview tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto puede ser sistemas de monitoreo en transportación, laboratorios para clases en universidades, procesos de control industrial.” (Roncancio, 2001)

- **Los instrumentos virtuales**

(NATIONAL INSTRUMENTS) Cada VI se compone de dos partes principales: El panel Frontal (front panel) o interfaz con el usuario y diagrama de bloques (block diagram) o también conocido como código fuente y una tercera parte el icono de conectar (icon and connector)”

En la figura 2.28 (a) se observa el panel frontal y en la figura 2.28 (b) se visualiza el diagrama de bloques.

Figura a) Panel frontal

Figura b) Diagrama de bloques

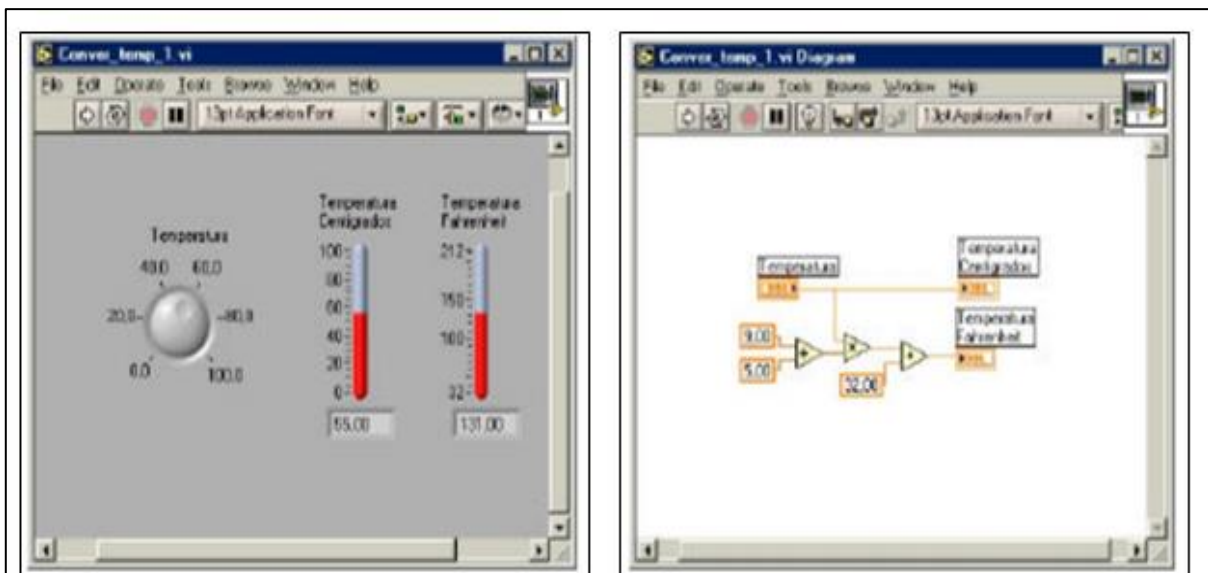


FIGURA 2. 28: Ejemplo de Labview

Fuente: (NATIONAL INSTRUMENTS, pág. 2)

- El panel frontal es el interfaz de usuario con el VI, en el tendremos controles de entrada, visualizadores de salida, entre otros.
- El diagrama de bloques es el código gráfico del VI. En el ejemplo se simula una temperatura entre 0 y 100° C, el cual lo podemos observar en el visualizador tipo termómetro.

2.7 OPC SERVER

2.7.1 OPC SERVER NATIONAL INSTRUMENTS

El software NI Labview puede comunicarse con cualquier controlador lógico programable (PLC) de diferentes formas. OPC (OLE for Process Control) define el estándar para comunicar datos en tiempo real entre los dispositivos de control de una planta y las interfaces hombre-máquina (HMI). (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

En la actualidad las industrias utilizan los sistemas SCADAS, que pueden ser monitoreados, visualizados y controlados en tiempo real por medio de datos de PLCs. National Instruments dispone de software de supervisión y control de procesos industriales Labview, el cual, mediante de OPC Servers desarrollado por N.I. permite el enlace y, por tanto, el intercambio de datos entre cualquier “Cliente/Servidor” sin ningún tipo de restricción.

(PÉREZ, FERNANDO) Dice que: “un cliente OPC podrá conectarse, por medio de una red a Servidores OPC proporcionados por uno o varios fabricantes sin ningún tipo de restricción debido al software utilizado.”

En la figura 2.29 se muestra las ventajas del OPC Server.

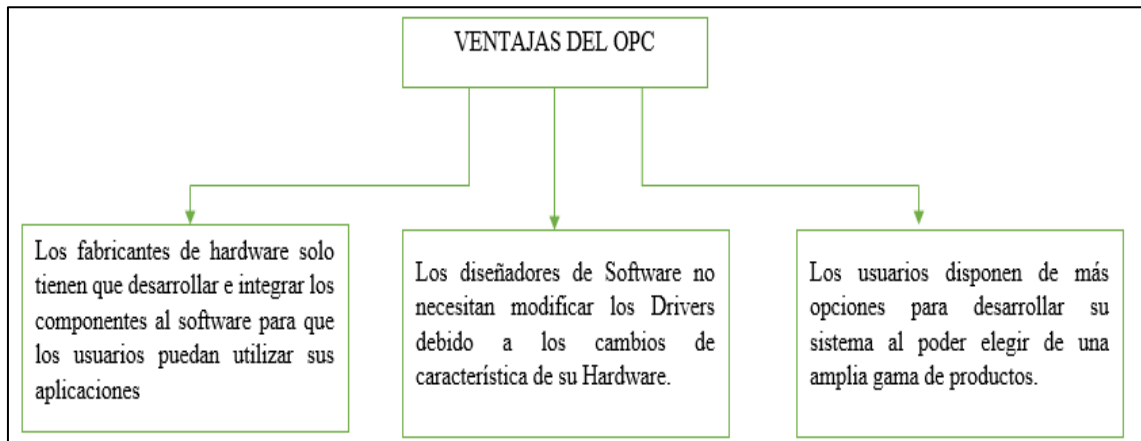


FIGURA 2. 29: Ventajas del OPC Server

Fuente: Autores

2.7.2 OPC MATRIKON

(MatrikonOPC, 2016) Es un servidor OPC es una aplicación de software que cumple con una o más especificaciones definidas por el OPC foundation. El servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolos nativos (típicamente PLCs, Módulos I/O, controladores) y por el otro lado clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes generadores de gráficos).

Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC son bidireccionales, lo que significa que los clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del servidor OPC.

Existen cuatro tipos de servidores OPC definidos por la OPC foundation.

- **Servidor OPC DA:** Especialmente está diseñado para la transmisión de datos en tiempo real.
- **Servidor OPC HDA:** Basado en la especificación de Acceso de datos Historizados que provee el cliente OPC HDA de datos históricos.

- **Servidor OPC A&E Server:** Basado en la especificación de alarmas y eventos, transfiere Alarmas y Eventos desde el dispositivo hacia el Cliente OPC A&E.
- **Servidor OPC UA:** Fundamentado en la especificación de Arquitectura unificada, basado en el set más nuevo y avanzado de la OPC Foundation, permite a los servidores OPC trabajar con cualquier tipo de datos.

En conjunto, los tres primeros tipos de servidores OPC se conocen como servidores OPC “Clásicos” para distinguirlos de OPC UA que se convertirá en la base de las futuras arquitecturas OPC. En la figura 2.30 se puede observar una comunicación del MatrikonOPC



FIGURA 2. 30: Comunicación del MatrikonOPC

Fuente: (MatrikonOPC, 2016)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

En la ejecución del presente proyecto, se manejará un sondeo documental o bibliográfico, la exploración tecnológica y la investigación práctica, mismas que permitirán un elemental proceso del mismo, aportarán al desarrollo y ejecución que el proyecto necesite.

3.1.1. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL O BIBLIOGRÁFICA

Este método de investigación se fundamenta en la compilación de información de múltiples principios como son: libros, revistas científicas, páginas de web, catálogos, manuales; mediante los cuales se obtuvo ideas más claras, y concretos sobre los diferentes temas de la investigación en especial de fuerza y peso.

3.1.2. INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Este tipo de investigación se integrará los conocimientos científicos y tecnológicos, propios o ajenos, con el objetivo de exteriorizar nuevos conocimientos que posteriormente se aplicaran para crear o acrecentar un proceso industrial, producto, equipo o maquinaria; los cuales fundamentaran con el diseño de los módulos didácticos de Peso y Fuerza, que ayudara acrecentar el conocimiento en los estudiantes.

3.2 MÉTODOS

Los métodos que se empelaron en la indagación y la ejecución del proyecto son los métodos teóricos y empíricos.

3.2.1. MÉTODO ANALÍTICO - SINTÉTICO.

Con este método se busca distinguir y adquirir todas las partes que contemplan el desarrollo de los módulos didácticos, y proceder a la revisión ordenada de cada

una de sus elementos que lo constituyen, así también como la parte de programación en el software.

3.2.2. MÉTODO INDUCTIVO – DEDUCTIVO

Este método va de lo general a lo particular y recíprocamente, y se debe tomar en cuenta que este método está basado en datos teóricos y reales. Este método ayudó a deducir varias suposiciones. Con esto se busca que el estudiante adquiera el conocimiento, identifique y aplique según las variables que sean requeridas en la investigación para la manipulación de los módulos de sensores de fuerza.

3.2.3. EL TECNOLÓGICO

Este método se aplicará mediante la observación de videos, talleres y prototipos similares para la asimilación de la tecnología y para determinar las características del módulo didáctico y de todos los elementos que lo constituyen.

3.2.4. MÉTODO CIENTÍFICO

Se aplicó este método para poder asimilar los conocimientos tecnológicos mediante la observación y experimentación, para lo cual se realizará una guía de prácticas con los módulos didácticos y sus componentes.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Existen varios tipos de técnicas e instrumentos de investigación, pero en especial para este tipo de proyecto se va a usar los criterios de expertos.

3.3.1. CRITERIOS DE EXPERTOS

La implementación del proyecto se llevó a cabo con el apoyo, consulta a expertos o especialistas que se delimitan en la obtención de características específicas para la construcción de los módulos de peso y fuerza.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS

4.1 TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS SISTEMAS MODULARES PARA EL ESTUDIO DE SENSORES DE FUERZA Y PESO PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

4.2 PROPÓSITO

Mediante el diseño y construcción de dos sistemas modulares para el estudio de sensores de fuerza y peso se pretende realizar prácticas de medición de parámetros mecánicos de dos tipos de maderas como son laurel y pino.

4.3 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se refiere a la manipulación de sensores de fuerza y peso, mediante el diseño de módulos de los mismos que serán entregados al laboratorio DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Para cumplir con este propósito se implementa dos módulos con un grupo mecánico - eléctrico formado de un motor y un gato mecánico que posee un sistema de elevación tipo tornillo que simulara a aquellas máquinas de esfuerzo que miden parámetros mecánicos como son las servohidráulicas del tipo industrial. Y apoyados de un sistema de control que censará los parámetros eléctricos como el PLC SIMATIC S7-1200 CPU 1212C AC/DC/RLY.

Para la debida conservación de los módulos estos cuentan con un manual de uso que consta de las prácticas realizadas y funcionamiento. A continuación, en la figura 4.1. Se muestra el modulo a implementar.

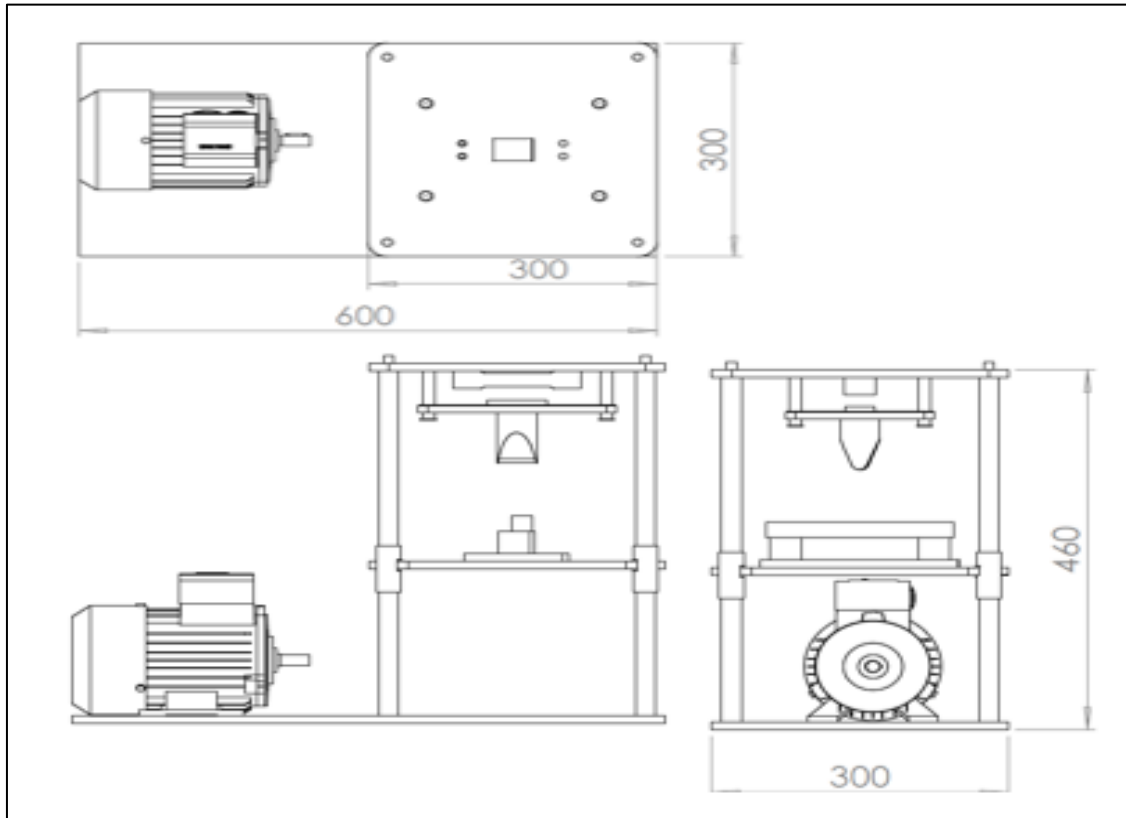


FIGURA 4. 1: Diseño de los módulos

Fuente: (Autores)

En la tabla siguiente se hace una mención a la descripción y las características de los principales elementos de los módulos didácticos de Peso y Fuerza.

TABLA 4. 1: Características principales de los módulos didácticos.

Código	Descripción	Características
M1	Motor	1HP
M2	Motor	1HP
G.M.1	Gata mecánica	2T
G.M.2	Gata mecánica	2T
SC	Celda de carga	30Kg
SC1	Celda de carga S	50Kg
F.1	Sensor	Final de carrera
F.2	Sensor	Final de carrera

Fuente: (Autores)

4.4 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA PARTE MECÁNICA DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS DE PESO Y FUERZA.

En esta sección se realiza el estudio de las partes más relevantes que constituyen los módulos didácticos, tanto como el diseño y la construcción. El diseño mecánico de los módulos de fuerza y peso, constan de una estructura metálica de acero de transmisión y de un conjunto electromecánico como es un gato mecánico y un motor.

A continuación, en la figura 4.2 se puede observar un diagrama de la constitución de la parte mecánica de los módulos didácticos.

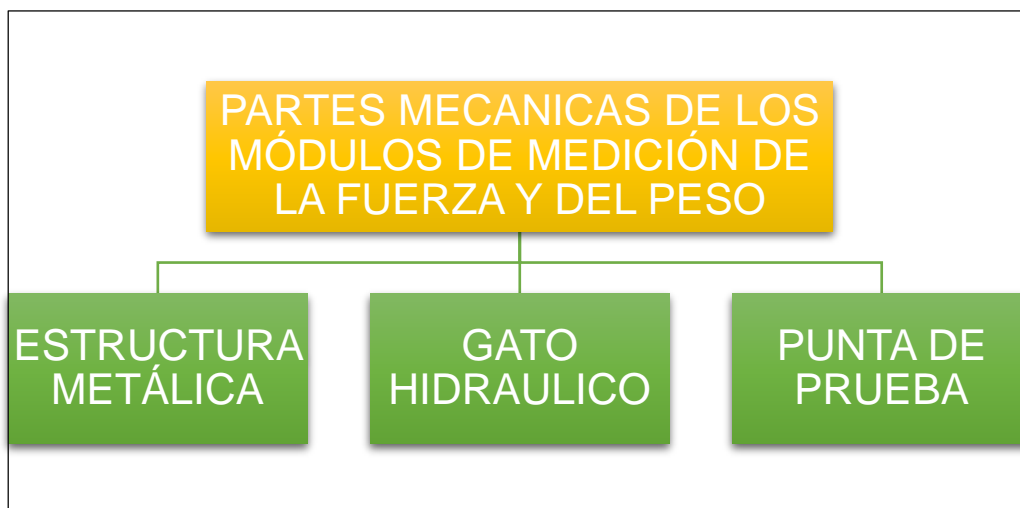


FIGURA 4. 2: Diagrama de diseño mecánico

Fuente: Autores

4.4.1. ESTRUCTURA METÁLICA DE LOS MÓDULOS.

La estructura está basada en una prensa vista en forma vertical que está formada tres placas metálicas de acero tipo INEN 114, dos barras de Acero de Transmisión tipo AISI 1018, como se muestra en tabla 4.2, y un piñón que a su vez realiza la función de ascenso y descenso (gato mecánico), como se muestra en la figura 4.3.

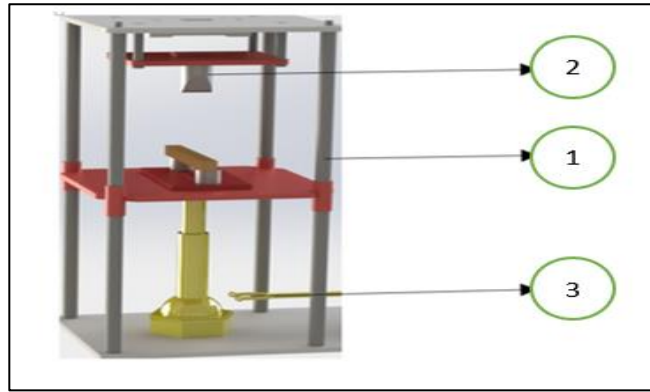


FIGURA 4. 3: Diagrama de diseño estructura metálica.

Fuente: (Autores)

TABLA 4. 2: Características y normas del acero implementado

NORMAS	CARACTERÍSTICAS
AISI	Suave soldabilidad
	Mejor maquinabilidad
	Calidad estructural y calidad estructural soldable.
INEN	Estándares de calidad
	Ensayos a los que deben someterse

Fuente: (AISI)

1. Ejes de deslizamiento

Los ejes de transmisión esta elaborados en acero AISI SAE 1018 cuyas características mecánicas son las siguientes:

Propiedades Mecánicas:

- Dureza 126 HB (71 HRb)
- Esfuerzo de fluencia (53700 PSI)
- Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)
- Elongación máxima 15% (en 50 mm)

- Reducción de área 40%
- Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
- Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

De acuerdo a las características anteriores se ha visto la necesidad de implementar barras de acero de transmisión de un diámetro y longitud que se detallan continuación:

Módulo 1 sensor celda de carga

Diámetro1: 3 cm

Longitud1: 50 cm



Módulo 2 sensor tipo S

Diámetro 2: 3 cm

Longitud 2: 60 cm

En la tabla 4.3 se muestra el diseño y la implementación de los ejes, los mismos que son de las siguientes dimensiones por tratarse de un diámetro adecuado

TABLA 4. 3: Ejes de deslizamiento

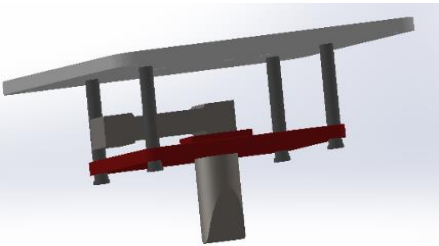

Imagen del diseño solidwords	Imagen implementado
	

Fuente: (Autores)

2. Punta de prueba

La elaboración de la punta de pruebas se toma como base al acero de transmisión ANSI 1018 que presenta características de dureza que nos servirá para realizar las distintas pruebas sin perder sus propiedades y sin afectar físicamente al elemento sensor. En la tabla 4.4 se muestra la adaptación físicamente de la punta de prueba.

TABLA 4. 4: Punta de prueba

Imagen del diseño solidwords	Imagen implementado
	

Fuente: (Autores)

3. Gato mecánica

Para la selección del gato elevador se tomó en cuenta que se va a elevar una masa de nueve kilogramos (9.085Kg), que se obtiene de la suma de los pesos (M1, M2, M3 y M4), y sabiendo que una tonelada es igual a mil kilogramos (1000kg) se procede a realizar el cálculo para encontrar la masa, el peso total que debería soportar y elevar el gato mecánico.

Datos:	Formulas	Cálculos
$T = 10000Kg$	$Mt = M1 + M2 + M3 + M4$	$Mt = 9.085 kg$
$M1 = 2.8 g = 0.028kg$	$x = \frac{Mt \times 1Ton}{1000Kg}$	$x = \frac{9.085Kg \times 1Ton}{1000Kg}$ $x = 0.009085T$
$M2 = 7.52 kg$		
$M3 = 01.54kg$		
$M4 = 0.023kg$		

Donde:

M1= peso de probeta

M2= peso de la placa deslizamiento

M3=placa de ajuste

M4= puntos de apoyo de probeta

Mt=masa total

T=toneladas

Investigado en el mercado local la inexistencia de un sistema elevador de peso de 0.0090 toneladas y con la capacidad de acople al proceso a realizarse, se ha visto la necesidad de adquirir un sistema amplificador de elevación por tornillo con capacidad de dos toneladas que viene dado por el gato mecánico de tornillo. Se realiza las pruebas pertinentes con el objetivo de dimensionar el motor a utilizar, el cual ejecuta el trabajo necesario para elevar el gato mecánico, en la Tabla 4.5 se observa las formulas a utilizar.

TABLA 4. 5: formulas

TABLA			
Formulas	Descripción	Unidad	Descripción
$P = M \cdot G$	PESO	Kg m/s	Kilogramos metros por segundo
$T = P \cdot d$	TRABAJO	J	Energía
$P_t = \frac{T}{t}$	POTENCIA	W	Vatios
$W = \frac{2\pi r}{t}$	VELOCIDAD ANGULAR	m/s	Metros por segundo
$M = \frac{P}{W}$	MOMENTO	W	Vatios

Fuente: (Autores)

Cálculos

$$P = M \cdot G$$
$$P = 9.058 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
$$P = 89.03 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$T = P \cdot d$$
$$T = 89.03 \text{ kg} * 0.15 \text{ m}$$
$$T = 13.13 \text{ J}$$

$$Pt = \frac{T}{tv}$$
$$Pt = \frac{13.35 \text{ J}}{0.015 \text{ s}}$$
$$Pt = 890 \text{ W}$$

$$W = \frac{2\pi r}{tv}$$
$$W = \frac{2\pi r}{0.015}$$
$$W = 418.87 \text{ m/s}$$

$$M = \frac{P}{W}$$
$$M = \frac{890 \text{ W}}{418.87 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$
$$M = 2.12 \text{ W}$$

Donde:

D_r = distancia de recorrido

P = potencia del motor

M = masa de elevacion

G = gravedad

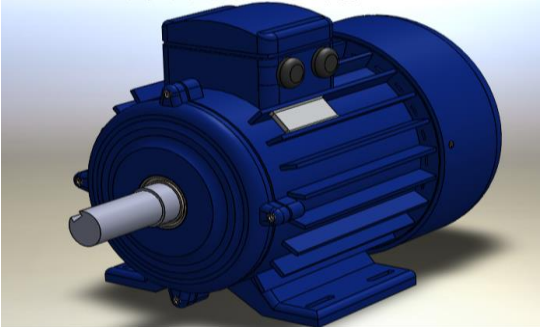

r = radio eje del motor

tv = tiempo en dar una vuelta

4.4.2. SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

Luego de haber realizado los cálculos respectivos se tomó la decisión de optar por un motor eléctrico que cumple las siguientes carteristas mostradas en la tabla siguiente:

TABLA 4. 6: Estructura externa del motor

Imagen del diseño solidwords	Imagen implementado
	

Fuente: (Autores)

Las características del motor se muestra en la tabla 4.8

TABLA 4. 7: Características del motor

Características del motor de 1hp trifásico.		
1	<input type="checkbox"/>	Velocidad del motor: 3320 rpm
2	<input type="checkbox"/>	Potencia: 1Hp
3	<input type="checkbox"/>	Amperaje: 1.75 A
4	<input type="checkbox"/>	Voltaje: 220V-440V
5	<input type="checkbox"/>	Eficiencia del 69%
6	<input type="checkbox"/>	Torque de arranque y nominal. $T_n = 2.15 \text{ Nm}$ y $T_a = 5.3 \text{ Nm}$
7	<input type="checkbox"/>	Factor de potencia $FP = 0.89$
8	<input type="checkbox"/>	Consumo 1.12 KW
9	<input type="checkbox"/>	Amperaje 220 (3.5 A)
10	<input type="checkbox"/>	Amperaje 440 (1.75)A
11	<input type="checkbox"/>	Frecuencia. 60Hz
12	<input type="checkbox"/>	Peso del Motor: 6 Kg
13	<input type="checkbox"/>	Grado de protección IP55

Fuente: (Autores)

Para este motor existen dos tipos de conexiones definidas por el fabricante como bajo voltaje (YY) y alto voltaje (Y), para este caso se utilizó la conexión (YY) por tratarse de un voltaje de entrada de 220v tal como se muestra en la figura 4.4.

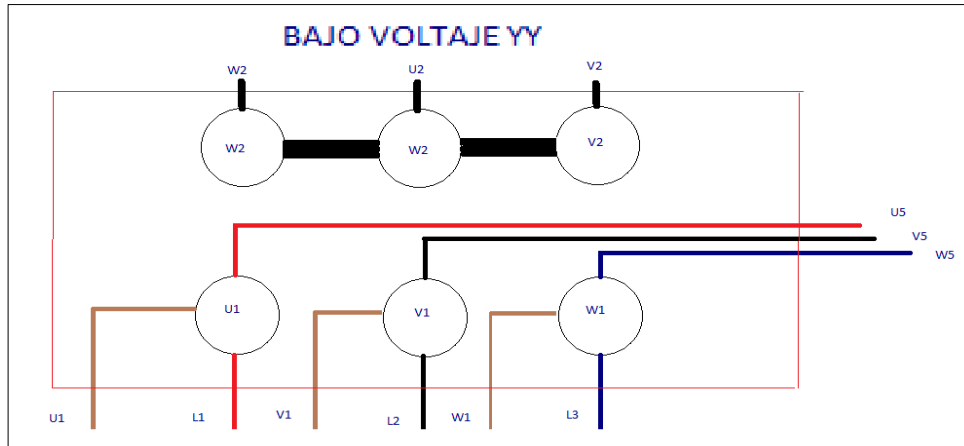


FIGURA 4. 4: Conexión eléctrica del motor
Fuente: (Autores)

Con la obtención del motor y los cálculos del peso a utilizar se seleccionó, de una gran variedad de gatos de elevación, uno de tipo mecánico que hace la función de multiplicar la fuerza el cual está constituido por un sistema de elevación por tornillo que facilita el acople al motor eléctrico.

En la tabla 4.8 se observa el gato mecánico utilizado.

TABLA 4. 8: Gato mecánico

Imagen del diseño solidwords	Imagen implementado

Fuente: (Autores)

4.4.3. DIMENSIONAMIENTO VARIADOR DE FRECUENCIA

Para la realización de la práctica del módulo se debe tomar en cuenta el ascenso y descenso de la gata por tal motivo es necesario implementar el variador de frecuencia, el cual permitirá variar la frecuencia y por ende la velocidad que es directamente proporcional.

El variador de frecuencia seleccionado es un variador iG5A es un variador que tiene funcionamiento trifásico de 220-230 (V), además el variador trabaja con motores de 1hp y nos permite variar la frecuencia para poder reducir la velocidad y realizar la prueba a cabalidad. La frecuencia que se utilizara varía desde los 3hz hasta el 12 Hz véase en la tabla 4.9 donde se muestra la velocidad obtenida y en la en la figura 4.5 se observa el variador de velocidad

TABLA 4. 9: Frecuencia vs Velocidad

Frecuencia (Hz)	Velocidad (rpm)
12	664
9	498
6	332
3	166

Fuente: (Autores)

Datos:	Cálculos	Velocidad
$Vn = 3320 \text{ rpm}$	$V2 = \frac{fr2 \times Vn}{frn}$	$V2 = \frac{12\text{Hz} \times 2.15Nm}{60\text{Hz}}$
$Frn = 60\text{Hz}$		$V2 = 664 \text{ RPM}$
$Fr2 = 12\text{Hz}$		
$V2 = ?$		
Donde:		
$Vn = \text{velocidad nominal } M$		
$Frn = \text{frecuencia nominal}$		
$Fr2 = \text{frecuencia baja}$		
$V2 = \text{Velocida baja}$		



FIGURA 4. 5: Variador de velocidad

Fuente: (Autores)

Las características se pueden observar en la tabla 4.10

TABLA 4. 10: Características principales Variador de velocidad

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL iG5A	
Control V/F, volteje y frecuencia.	
Frecuencia de salida 0,1 - 400 Hz	
Entrada analógica: 0 a 10 VCC / -10 a +10 VCC	
Protección IP20 como estándar, Tipo UL 1 (NEMA 1)	
Ventilador de enfriamiento con control ON/OFF	
Voltaje de funcionamiento	200-230V
Potencia 1hp	
Corriente de entrada	6.6 A
Corriente de salida	5 A

Fuente: (LS CONTROL, 2016)

Para la programación del variador se debe modificar los parámetros internos del mismo, que servirán para el accionamiento y la configuración general del motor. Para eso se debe primero conocer cuáles son los parámetros que existen en él. Hacemos referencia al grupo de acondicionamiento en donde está asentado la programación del variador para el control del motor eléctrico, definiendo las medidas de referencia de frecuencia y tiempo de aceleración y desaceleración. Mismos que se muestran en la figura 4.6.

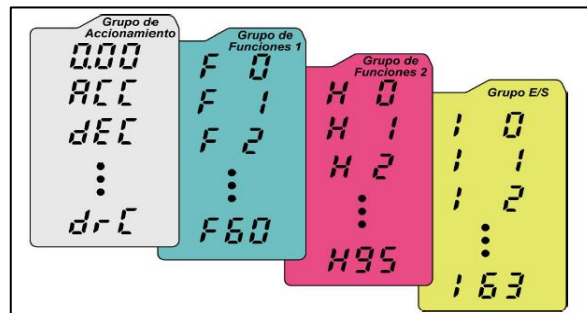


FIGURA 4. 6: Parámetros de variador

Fuente: (LS CONTROL, 2016)

En los parámetros de accionamiento, se programa que el motor funcione tanto de ascenso como de descenso, y también que su velocidad sea variable, mediante los bornes, para ellos se modifica los siguientes parámetros que se observa en la. Tabla 4.11.

TABLA 4. 11: Parámetros de variación de frecuencia

1		Conecte la alimentación de Ca al variador
2	0.00	Cuando aparezca 0.00 pulse la tecla subir (▲) cuatro veces
3	FRQ	Se visualiza Frq, el modo de definición de la frecuencia es seleccionable pulse la tecla intro (●) una vez
4	0	El valor actual está definido en 0 según el método de definición de frecuencia con el teclado. Pulse la tecla (▲) subir tres veces
5	3	Cuando llegue a 3 (definición de la frecuencia con el potenciómetro) pulse la tecla intro (●) una vez.
6	FRQ	Se vuelve a visualizar Frq cuando el 3 deja de parpadear. Mueva el potenciómetro para definir en 10.00Hz, en la dirección Máxima o Mínima indistintamente.

Fuente: (LS CONTROL, 2016)

Las conexiones del variador de frecuencia para su alimentación energética y control según la capacidad de este variador están dirigidas desde el PLC S7-1200 específicamente en el (1) lógico entrada analógica hacia el voltaje positivo del variador (V+), en cuanto a las entradas analógicas RA, RC e IN los cuales funcionan como interruptores en este caso de acenso y descenso para el motor son conectados a las salidas de relés 2L, 5 y 6 respectivamente hacia el PLC. Las salidas del módulo de señales OM y 0 analógico son conectados a los contactos del variador (+), AI y 0 que se los utilizara para variar la velocidad del motor. La alimentación general vendrá dada por las salidas de 24V del PLC. Así como se muestra en la figura 4.7.

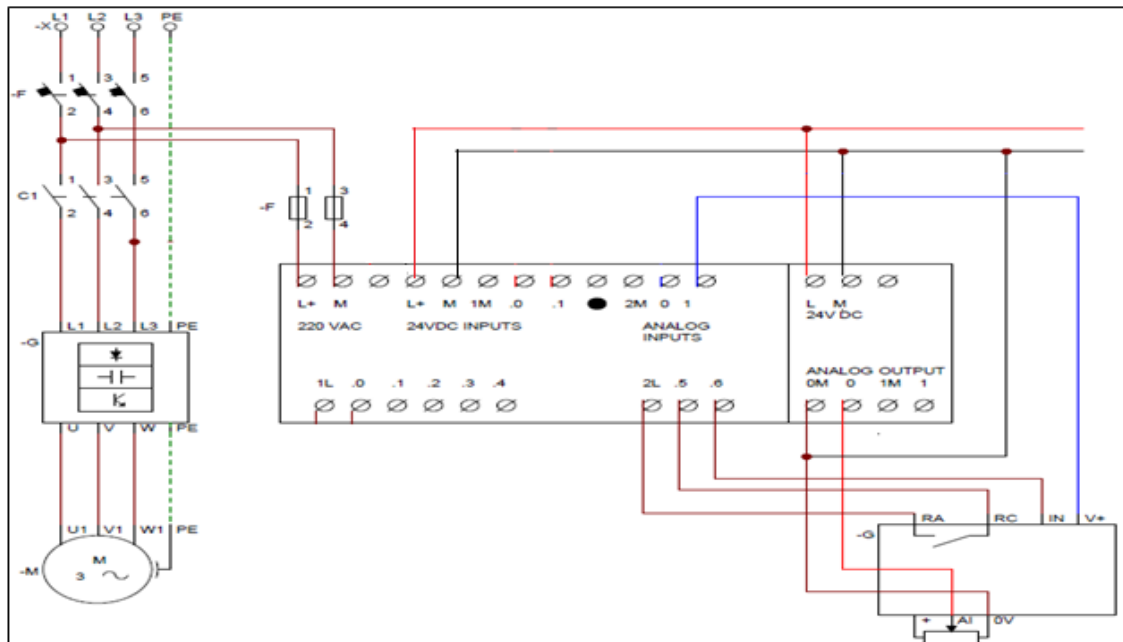


FIGURA 4. 7: Conexión eléctrica del variador

Fuente: (Autores)

4.5. DISEÑO ELÉCTRICO DE LOS MÓDULOS

El diseño del tablero está formado por dos partes parte frontal y parte interna que se detallan a continuación en el diagrama de bloque la figura 4.8.

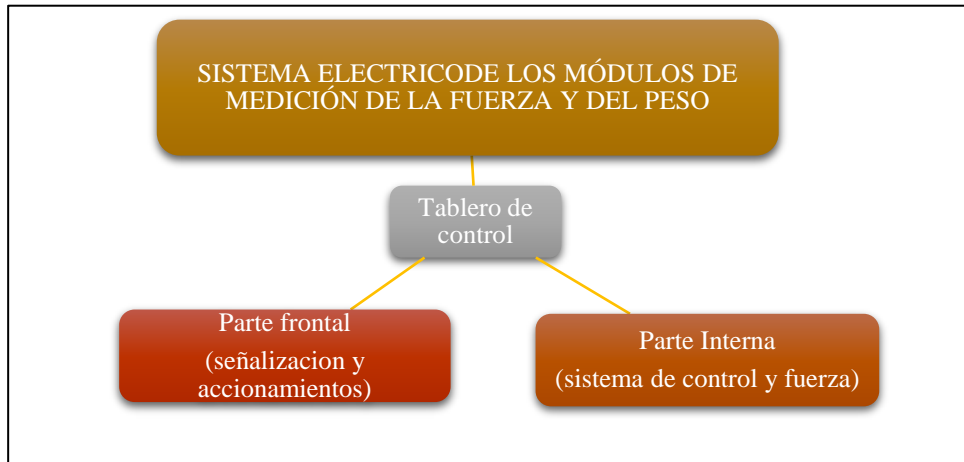


FIGURA 4. 8: Diagrama de diseño eléctrico

Fuente: (Autores)

4.5.1. PARTE FRONTAL

Señalización y accionamientos

En la parte externa del tablero se encuentra lo relacionado para la activación-desactivación, selección de módulos didácticos, en la figura 4.9 se observan todas las partes que serán de utilizadas en la cara frontal del tablero.

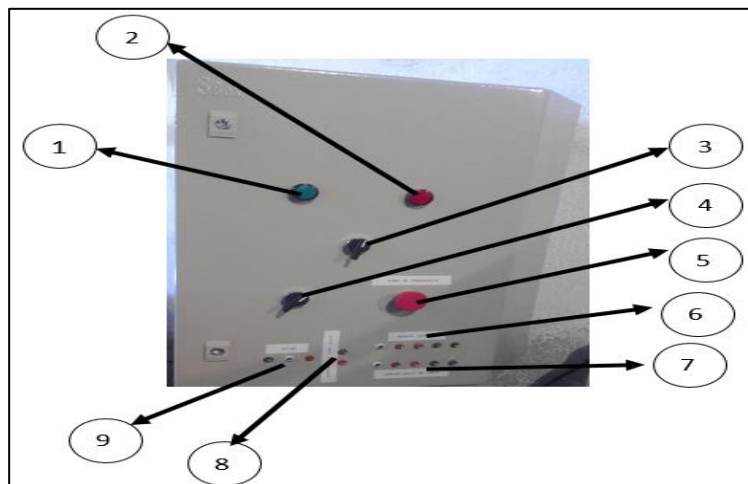


FIGURA 4. 9: Cara frontal del tablero eléctrico

Fuente: (Autores)

1. La luz piloto inicio de proceso.
2. Luz piloto funcionamiento del proceso.
3. Selector de posiciones módulo de peso o módulo de fuerza.
4. Selector de posiciones ON-OFF general del tablero y módulos didácticos.
5. Pulsador de paro de emergencia.
6. Conectores para sensor tipo S.
7. Conectores para sensor celda de carga.
8. Conectores para sensor fin de carrera.
9. Conectores para motor trifásico.

El tipo de cable que se utilizó para el cableado interno de todos estos elementos está basado por la corriente que circula que no es mayor a los 2A por línea es por esta razón se ha utilizado cable AWG 16 y 18 que usa para el cableado de circuitos control y fuerza que soporta 600V con una corriente no mayor de 20A y temperatura hasta los 60 grados.

La luz piloto inicio de proceso

Este señalizador de color verde indica el inicio del proceso al atravesar por el un voltaje 220 VAC y soporta una corriente de hasta 20mA al momento que el selector realice su función de encendido.

Luz piloto funcionamiento del proceso

La luz piloto está conectado a la alimentación de 220 VAC y conectado en serie hacia el puerto Q.0 del PLC, el cual se activará en el instante de realizar el proceso.

Selector de posiciones módulo de peso o módulo de fuerza

El selector de posiciones que se encuentra físicamente en la parte frontal del tablero ayuda a seleccionar el módulo de peso y fuerza el momento de prueba.

Pulsador de paro de emergencia

El pulsador de paro de emergencia es el encargado de parar el proceso al momento de ser accionado cuando se visualice una falla en el proceso.

Conectores para sensor tipo S. y celda de carga

En la parte frontal del tablero se encuentran los conectores para los sensores tipo S y celda de carga que se encuentran identificados con las letras correspondientes a cada uno de los contactos de las salidas del transmisor. Se muestra a continuación en la figura 4.10 dichas conexiones.

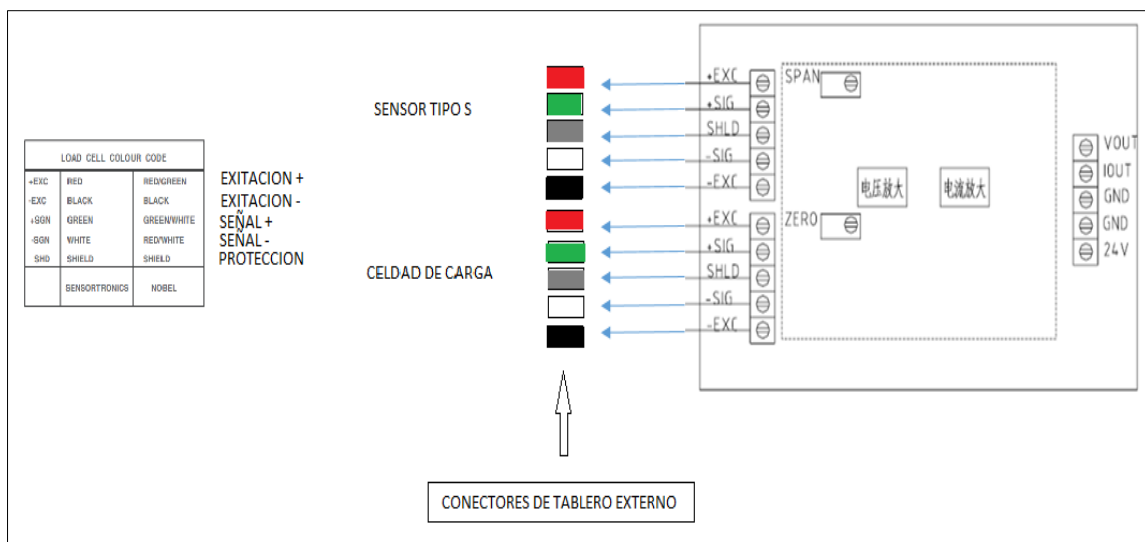


FIGURA 4. 10: Conexiones de las salidas del transmisor hacia los conectores externos

Fuente: (Autores)

Conectores para sensor fin de carrera.

Los conectores dispuestos en la parte frontal del tablero de control son dos que hacen la conexión física para el sensor fin de carrera colocado internamente en la entrada I.0 del PLC y alimentado por este con 24VDC.

Conectores para motor trifásico

Estos facilitan la conexión externa trifásica para el motor sin la necesidad de conectarse directamente hacia el interruptor termo magnético.

4.5.2. PARTE INTERNA

Sistema de control y fuerza

La parte interna del tablero consta de elementos que serán los encargados de realizar la parte de control para los módulos didácticos de peso y fuerza, como se muestra en la figura 4.11.

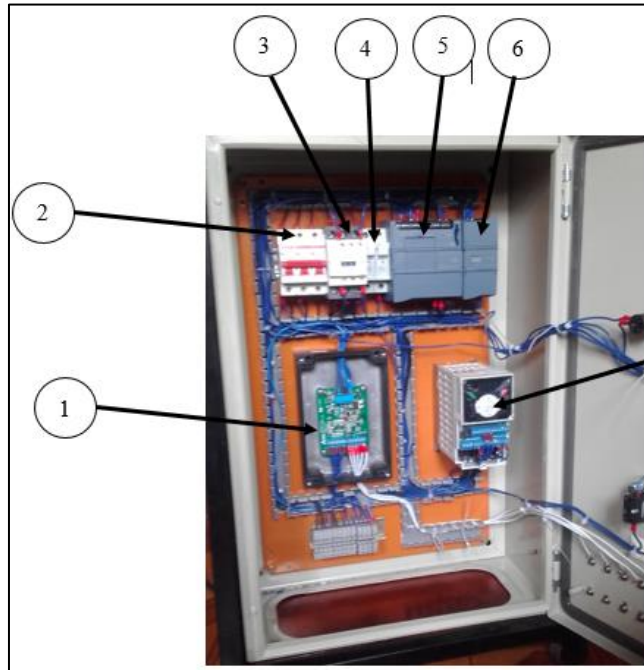


FIGURA 4. 11: Parte interna del tablero eléctrico

Fuente: (Autores)

1. Transmisor de pesaje tipo KMO2A

En la industria se utiliza una variedad de dispositivos de control para procesos ya sean para la variación de temperatura, humedad, entre otros; que se valen de elementos que faciliten el acondicionamiento de señales lo más preciso posible. Es por eso que, para el control del proceso de envío y recepción de señales, su capacidad de lectura es rápida, y no son afectados por el factor del ruido que es muy común en algunos mecanismos de control, entre distintos motivos se escogió por la gran capacidad de adaptación a varios sensores, lo cual nos ayudara en la comunicación entre el trasmisor de pesaje tipo KMO2A y los sensores de peso y fuerza tanto del tipo celda de carga AMI y del tipo S de los módulos didáctico respectivos.

En la figura 4.12 se puede observar el sistema de conexión con la interface para la recopilación de datos y con la celda de carga Keli tipo AMI.

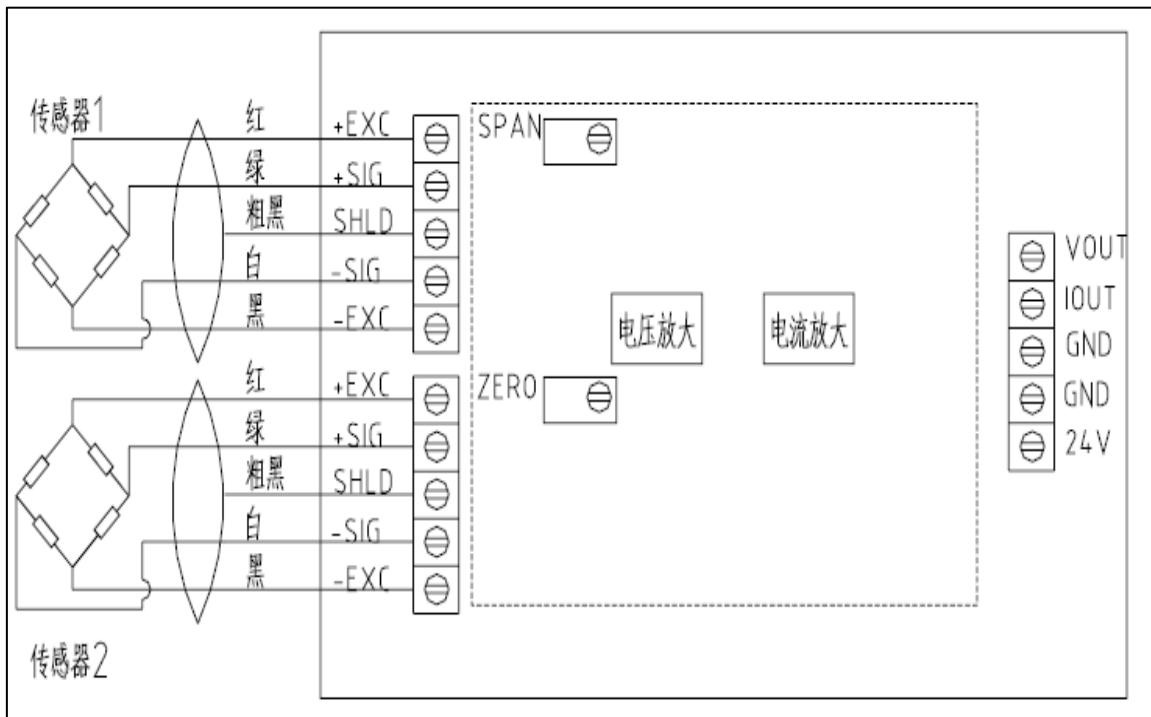


FIGURA 4. 12: Sistema de Conexión del Transductor
Fuente: (MK SOLUTIONS (USA) CO. LTD, 2014, pág. 1)

Para conexión de alimentación tenemos que utilizar rangos que van entre los 15V y 24V que valores normados por el fabricante en temperaturas no mayor a los 60 grados centígrados, además posee dos opciones ya sea salida analógica de tensión o corriente en nuestro caso se ha utilizado la salida analógica de voltaje.

Al momento de la depuración para el ajuste de precisión, que se realiza con mucho cuidado puesto que al no hacerlo puede provocar el mal funcionamiento del transmisor de pesaje, para esto tenemos dos potenciómetros de precisión en la parte interna el potenciómetro de ajuste a ZERO y el potenciómetro de reajuste negativo SPAN, con los cuales se realizara la calibración para los sensores de peso y fuerza correspondientes. En la figura anterior 4.12 se muestra los potenciómetros de calibración.

El ajuste por voltaje del transmisor de pesaje va desde (0 -5V o de 0 -10 V) en este caso se tomará la referencia de 0-10V para la programación como se menciona en los siguientes pasos:

- 1) Medir la tensión de salida cuando no exista carga.
- 2) Ajusta el potenciómetro ZERO hasta llegar al valor de 10V.
- 3) Girar hacia la derecha o la izquierda para el aumento o disminución de la salida voltaje.
- 4) Para el ajuste en plena carga gire el potenciómetro SPAN hacia la derecha o izquierda para el aumento de voltaje salida entre cero y diez voltios.
- 5) Se repite el paso dos y tres hasta llegar a la calibración desea.

En la figura 4.13 muestra la conexión eléctrica del transmisor de pesaje.

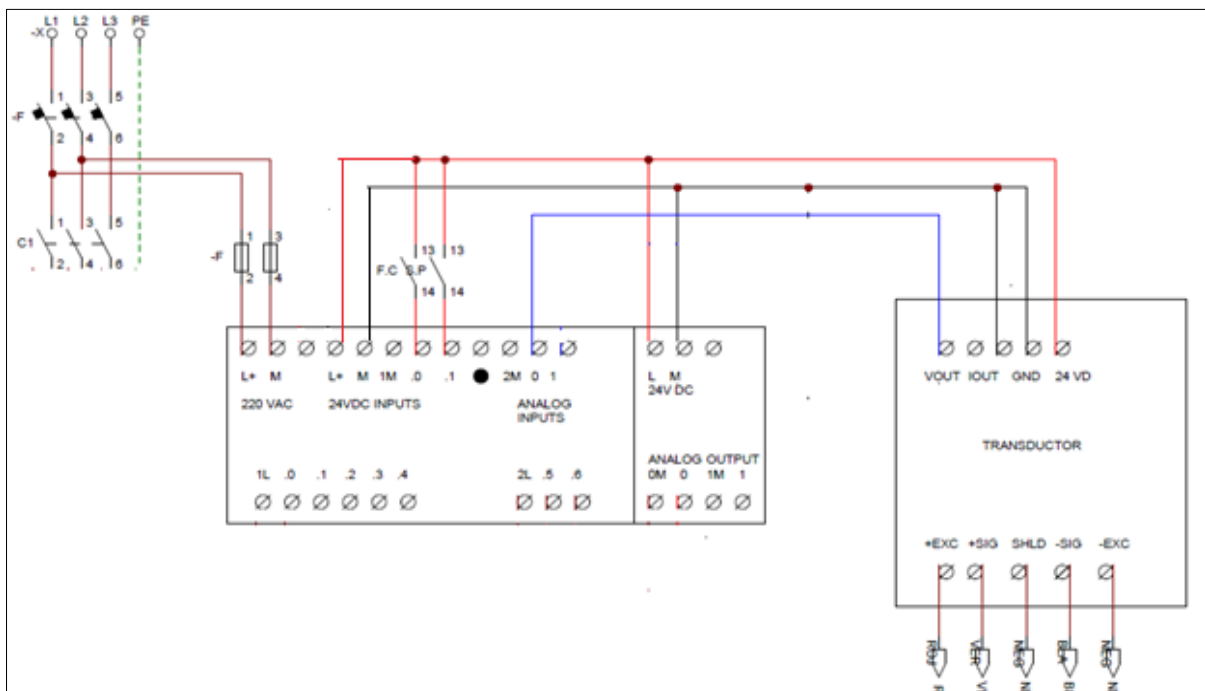


FIGURA 4. 13: Sistema de Conexión del Transductor

Fuente: (Autores)

1.1. Sensores de fuerza tipo S

Para realizar prácticas con este tipo de sensor se diseñó una estructura metálica que se adapta a las características físicas del sensor.

Funcionamiento

El sensor tipo S aplicado para el módulo didáctico mide parámetros mecánicos mediante la compresión y tensión del mismo al ser sometido bajo una fuerza o peso predeterminado.

En la figura 4.14 se muestra la forma física del sensor tipo S



FIGURA 4. 14: Forma física del sensor tipo S

Fuente: (KELI, 2016)

La forma de conexión del sensor se realiza en forma directa al transmisor de pesaje en cualquiera de sus dos salidas, en la figura 4.15 se muestra el tipo de conexión.

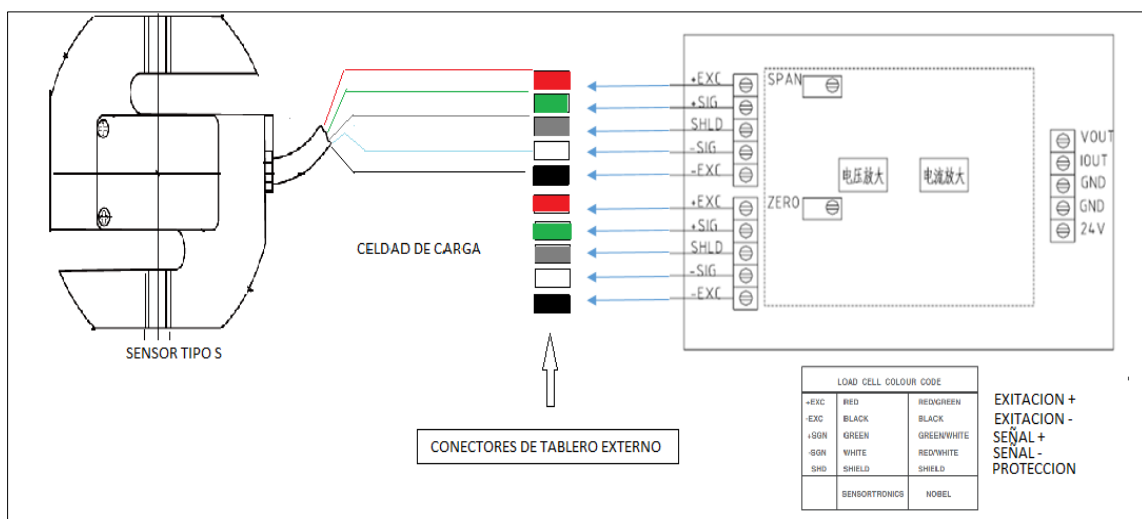


FIGURA 4. 15: Conexión del sensor tipo S

Fuente: (Autores)

1.2. Sensor celda de carga

El sensor está debidamente acoplado a la estructura metálica con lo cual nos ayuda a realizar las diferentes prácticas de medición.

Funcionamiento

Al igual que el anterior sensor este nos permite medir parámetros mecánicos, pero con la diferencia que este sensor permite medir aplicando una determinada presión. La capacidad de medición se restringe al máximo valor de 30 Kg que se detalla en las características del sensor expuestas en capítulo 2, a continuación, en la figura 4.16 se muestra la forma física del sensor celda de carga.

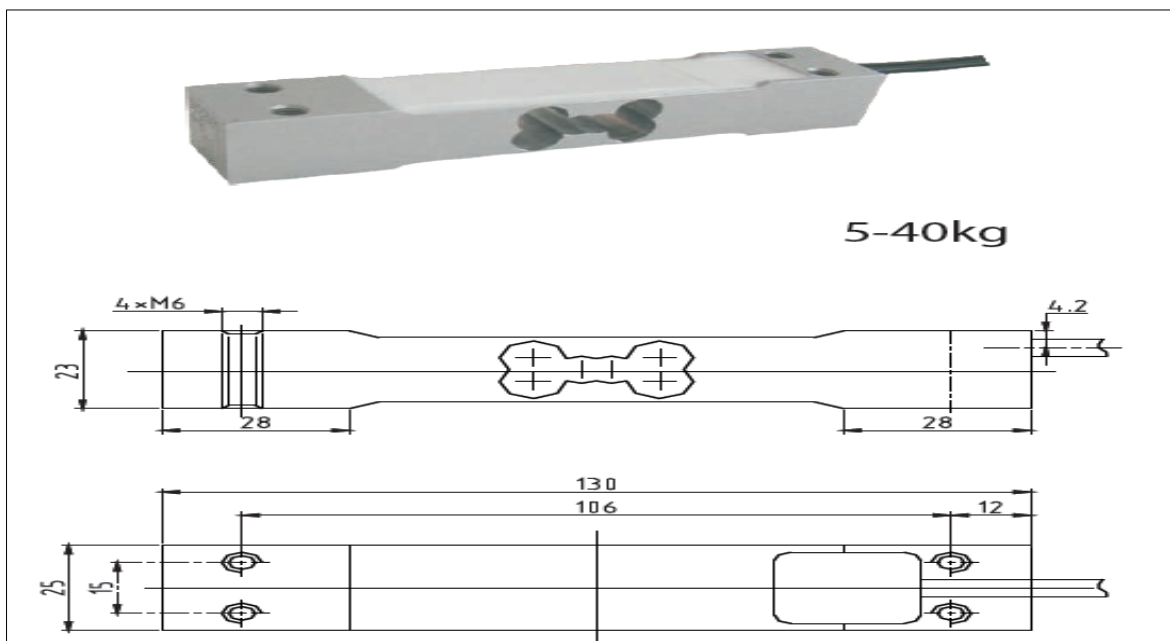


FIGURA 4. 16: Representación gráfica del sensor celda de carga

Fuente: (KELI, 2016)

La conexión del sensor está establecida de forma que este permita su funcionamiento óptimo en la figura 4.17 se da un ejemplo de su conexión.

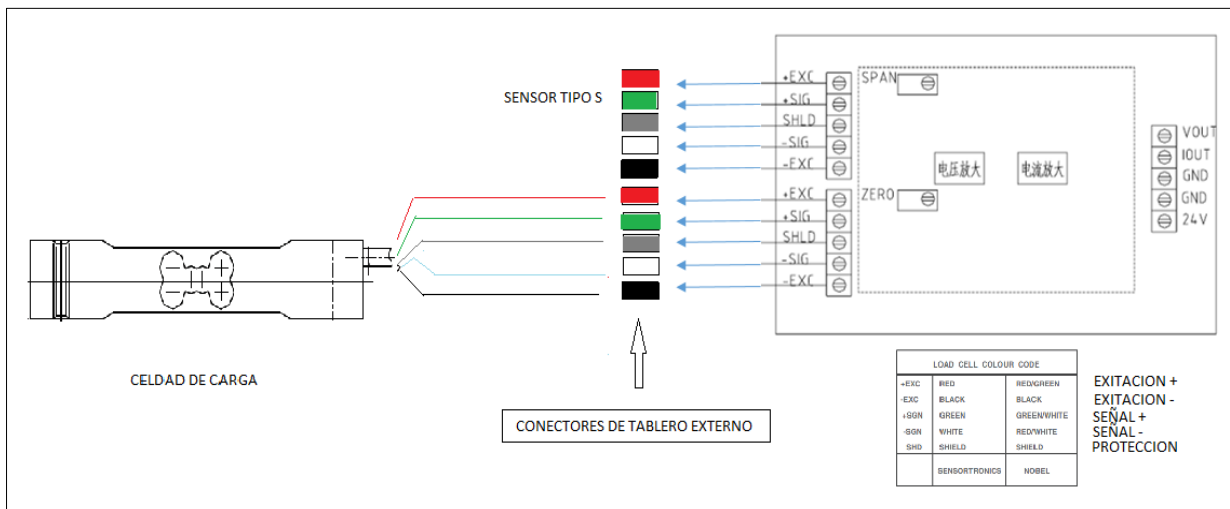


FIGURA 4. 17: Conexión del sensor celda de carga

Fuente: (Autores)

2. Interruptor termomagnético

El interruptor termomagnético para el circuito eléctrico se lo selecciono de acuerdo a los cálculos siguientes:

Datos:	Formulas	Cálculos de la corriente de protección
$P = 1492$	$I_F = \frac{P}{V}$	$I_p = \frac{P}{V}$
$V = 220$		$I_p = \frac{1492}{220}$
		$I_p = 6.78 A$

$P =$ Potencia Total, del circuito

$V =$ Voltaje de entrada

$I_p =$ Corriente de proteccion

Mediante los cálculos obtenidos y sabiendo que en el mercado no existe una protección de 6.78A se encontró una protección de 10A que cumple con las necesidades de corriente. En la figura 4.18 se muestra la representación gráfica del interruptor termomagnético.

- 1) Capacidad de ruptura de Icu 6 KA.
- 2) Corriente nominal de In 10 A.
- 3) Protección para hilos y cables eléctricos.
- 4) Protección contra corto circuitos y sobre cargas de corrientes.
- 5) IEC 60898-1



FIGURA 4. 18: Interruptor termomagnético

Fuente: (Autores)

3. Contactor trifásico

La función del contactor trifásico es la de proporcionar el control de arranque del motor eléctrico, ya que el motor implementado tiene las características de 1Hp y funciona a 220V-440V, además posee una corriente de 1.75A por fase. En la Figura 4.19 se observa el contactor trifásico y las características son:

- 1) Voltaje de entrada de 220V-440V
- 2) Corriente trifásica AC3 25.
- 3) Corriente monofásica AC1 40.
- 4) Contactos auxiliares 1NA+1NC.



FIGURA 4. 19: Contactor trifásico de potencia

Fuente: (Autores)

4. Fusibles

Para dimensionar el fusible del circuito se realizó lo siguiente.

Datos:	Formulas	Cálculos de la corriente del fusible.
$P = 1492$	$I_F = \frac{P}{V}$	$I_F = \frac{P}{V}$
$V = 220$		$I_F = \frac{1492}{220}$
		$I_F = 6.78 A$

$P = Potencia$

$V = Voltaje$

$I_F = Corriente de proteccion de fusibles$

Con la respuesta obtenida en el cálculo de la corriente de protección de fusible se ajustó a una protección de 6A que cuenta con facilidad de instalación y gran capacidad de protección. En la figura 4.2 se observa el Fusible 10*38 (6A).



FIGURA 4. 20: Fusible 10*38 (2A)

Fuente: (Autores)

5. PLC SIMATIC S7-1200

Este PLC SIMATIC S7-1200 se empleó por su gran capacidad de maniobra en sistemas de automatización de procesos además de contar con ranuras para el acoplamiento tanto de módulo de señales como de módulo de comunicación y la facilidad de conectar *PLCS* en serie, además de proporcionar una entrada de comunicación *profinet (Ethernet)* que ayuda a mejorar la comunicación entre el CPU y el PC.

La actualización de datos durante la programación no se ve afectada o limitada ya que esta mantiene una sincronización con la memoria, que ayuda a la actualización inmediata en tiempo real. También incluye una tarjeta de memoria que almacena datos de los proyectos realizados, programas, datos de sistema, registro de datos y archivos, a continuación:

Se muestra la representación gráfica, figura.4.21.

PLC S7-1200



FIGURA 4. 21: Representación gráfica del PLC S7-1200

Fuente: (Autores)

El PLC S7-1200 emplea un voltaje interno (24VDC) para la alimentación de todos y cada uno de los elementos que a este le acople, por consiguiente, de este se derivaran voltajes mínimos que requieran los elementos por ejemplo sensores, bobinas de relé entre otros.

Entre o tras ventajas contiene bloques lógicos que admiten estructurar el programa al usuario que permitirán definir la estructura del programa, realizar tareas específicas y el acopio de datos que pueden ser usados por los bloques de programa.

Además, contiene una memoria de imagen que actúa de forma síncrona actualizando los parámetros de las entradas y salidas analógicas. A más de poseer lo anterior contiene estados operativos que indican el estado de operación, como por ejemplo el detener la ejecución del programa para posibilitar la carga de un nuevo proyecto (stop), la activación del proyecto mediante el (ARRANQUE) se da una vez se verifique que todo el sistema no presente alarmas o inconvenientes, mientras que el estado de (RUM) no dejara que se inicie el proyecto una y otra vez hasta que se verifique el estado de arranque.

Por estas y muchas otras ventajas y capacidades que presenta el PLC S7-1200ACDC RELAY se avistó la necesidad de implementarlo, a continuación, se presenta las características del PLC S7-1200 1212C.

En la siguiente tabla 4.12 se muestra las características del PLC S7-1200 1212C

TABLA 4. 12: Características del PLC S7-1200 1212CZ

Características del PLC S7-1200 1212C		
1	MEMORIA DEL USUARIO	
	memoria de trabajo	25KV
	memoria de carga	1MB
	memoria remanente	2KB
2	E/S INTEGRALES LOCALES	
	Digitales	8 entradas / 6 salidas
	Analógicas	2 entradas
3	Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)
4	Área de marcas (M)	4096 bytes
5	Ampliación con módulos de señales	2
6	Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)
7	Signal Board	1
8	Contadores rápidos	4
	Fase simple	3 a 100 kHz , 1 a 30 kHz
	Fase en cuadratura	3 a 80 kHz, 1 a 20 kHz
9	Salidas de impulsos	2
10	Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)
11	Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C
12	PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet
13	Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción

Fuente: (Autores)

6. Módulo de expansión de datos AQ2X14BIT-1

El módulo de expansión de salidas analógicas **AQ2X14BIT-1** se lo implemento para realizar el control de velocidad del motor trifásico, cuyo valor de velocidad está dado mediante la interfaz de Labview.

La salida analógica está conectada en QA0.0 la misma que varía de 0 a 10VCD figura 4.22.

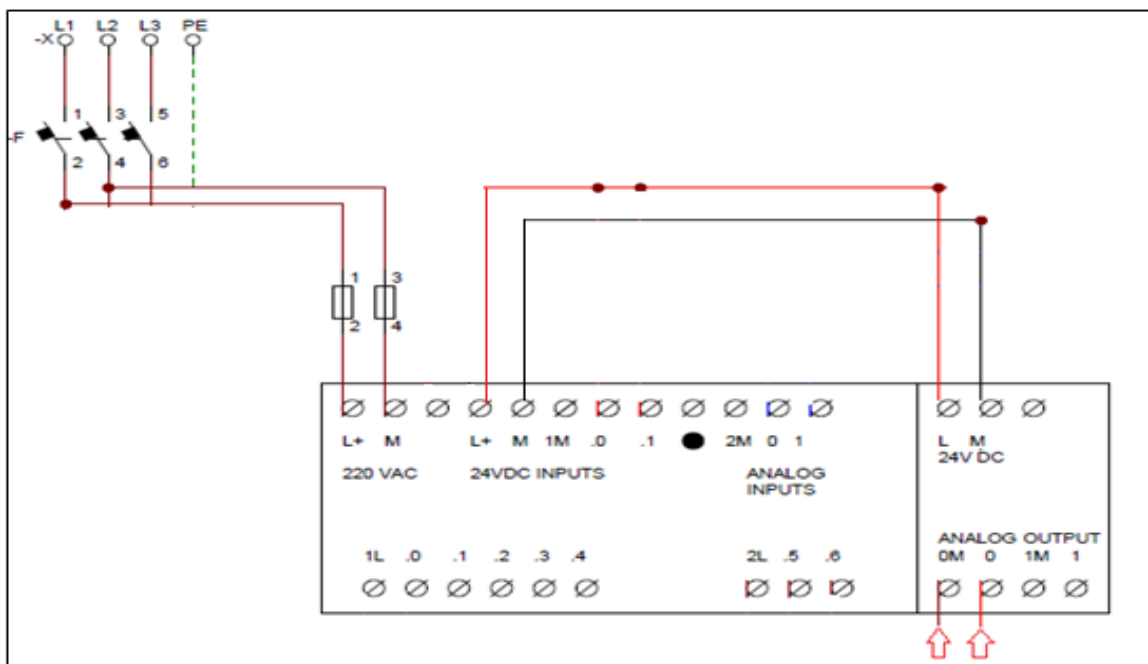


FIGURA 4. 22: SM1232 AQ2X14 bit

Fuente: (Autores)

Para alimentar el módulo de señales, tiene que pasar rigurosamente por las entradas L+ y M del PLC que se encuentran alimentados por la red eléctrica, a través de contactos internos del PLC se derivan a las salidas de 24V del mismo y mediante cableado de control flexible 18 AWG los cuales se conectan en forma externa hacia las entradas de voltaje del módulo de señales de (24V).

El módulo de señales posee dos salidas analógicas para realizar la alimentación del variador de frecuencia que serán conectados al motor. La figura 4.23 muestra la estructura física del módulo de expansión.



FIGURA 4. 23: SM1232 AQ2X14 bit

Fuente: (Autores)

7. Cable de la parte interna del tablero

Para el cableado del tablero eléctrico de los dispositivos de control se utilizó un cable flexible #16 AWG, y para la parte de alimentación con cable flexible #12 AWG. En la figura 4.24 se observa la parte interna de tablero.



FIGURA 4. 24: Cableado parte interna de tablero


Fuente: (Autores)

4.5.3. CABLES DE ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES

Para realizar las conexiones del motor al tablero de control y a sus derivaciones en el interior de este siguiente paso:

- 1) Para la parte de potencia o de fuerza se utilizó el conductor flexible 3/12 AWG, el cual se lo utiliza para distribución de energía de baja tensión, además tiene muchas aplicaciones como iluminación, aparatos de protección, *motores*, equipos, tableros de control, entre otros, donde la temperatura del conductor no exceda los 60 grados Celsius

Poseen un IP de aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la humedad y no propaga la llama. En las siguientes figuras 4.25 se muestran los tipos, características de los cables que se usa para fuerza y control y la conexión del motor trifásico.



CABLES DE FUERZA - CONTROL 600V -105°C

CONDUCTOR											
CALIBRE	SECCION APROX.	CONSTRUCCION		DIAMETRO	PESO Cu TOTAL APROX.	ESPESOR DEL NUCLEO	DIAMETRO DEL NUCLEO	ESPESOR DE CHAQUETA	DIAMETRO EXTERIOR APROX.	PESO TOTAL APROX.	CAPACIDAD CONDUC.
		CLASE J	#								
AWG o MCM	mm ²	Hilos	mm	mm	Kg/Km	mm	mm	mm	mm	Kg/Km	Amp
TRIPOLARES											
3 x 18	0.82	10	0.32	1.22	22.93	0.76	5.90	1.14	8.18	89.91	9
3 x 16	1.31	16	0.32	1.52	37.27	0.76	6.55	1.14	8.83	113.01	12
3 x 14	2.08	26	0.32	1.98	58.77	1.14	9.18	1.14	11.46	186.3	14
3 x 12	3.31	41	0.32	2.57	93.19	1.14	10.45	1.14	12.73	243.65	18
3 x 10	5.26	65	0.32	3.20	149.09	1.14	11.81	1.52	15.85	382.04	24
TETRAPOLARES											
4 x 18	0.82	10	0.32	1.22	30.57	0.76	6.61	1.14	8.89	113.14	8
4 x 16	1.31	16	0.32	1.52	46.69	0.76	7.34	1.14	9.62	143.58	10
4 x 14	2.08	26	0.32	1.98	78.36	1.14	10.28	1.14	12.56	240.12	13
4 x 12	3.31	41	0.32	2.57	124.26	1.14	11.71	1.52	14.75	339.96	16
4 x 10	5.26	65	0.32	3.20	198.79	1.14	13.23	1.52	17.27	486.91	22

FIGURA 4. 25: Cable de alimentación del motor

Fuente: (CABLE)

4.6. PROGRAMACIÓN

La programación y la comunicación de los módulos se sustentan en el uso de programas de software confiables como son Labview, que es un lenguaje de programación gráfica para el diseño de adquisición de datos, OPC server define estándares de comunicación de datos en tiempo real entre dispositivos de control y una interfaz humana máquina y el Tía portal ofrece la posibilidad de intercambiar datos de proyecto entre distintos proyectos o copiarlos a aplicaciones externas.

La figura 4.26 nos muestra el esquema de programación de este proyecto.

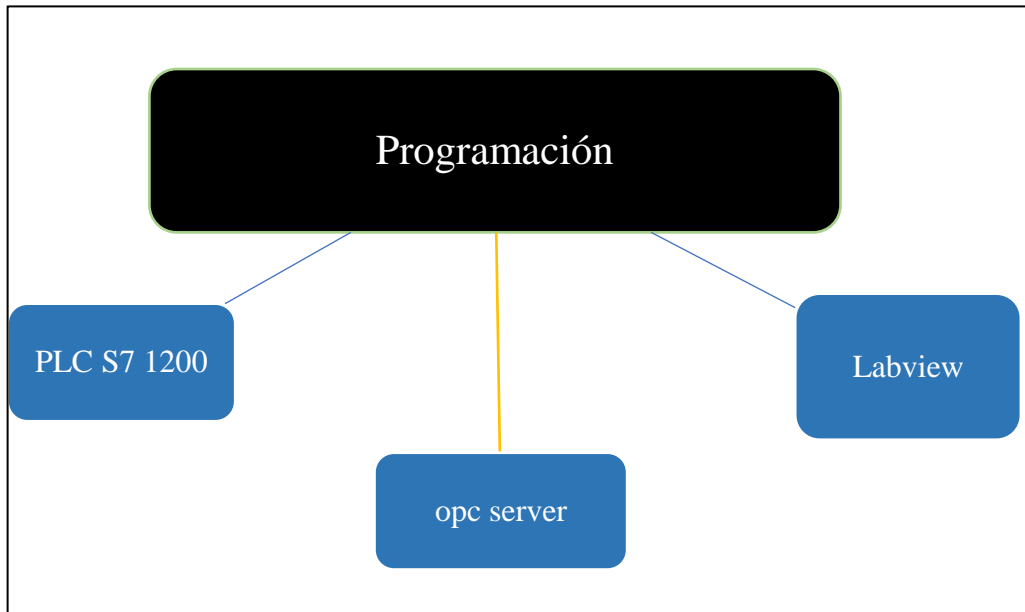


FIGURA 4. 26: Esquema de programación

Fuente: (Autores)

4.6.1. TIA PORTAL.

4.6.1.1. PROGRAMACIÓN S7-1200

Para la automatización del módulo de prácticas, se implementa un código de programación en TIA PORTA en lenguaje LADDER. A continuación,

Se detalla el diagrama de flujo de la programación implementada en el PLC.
 Figura 4.27.

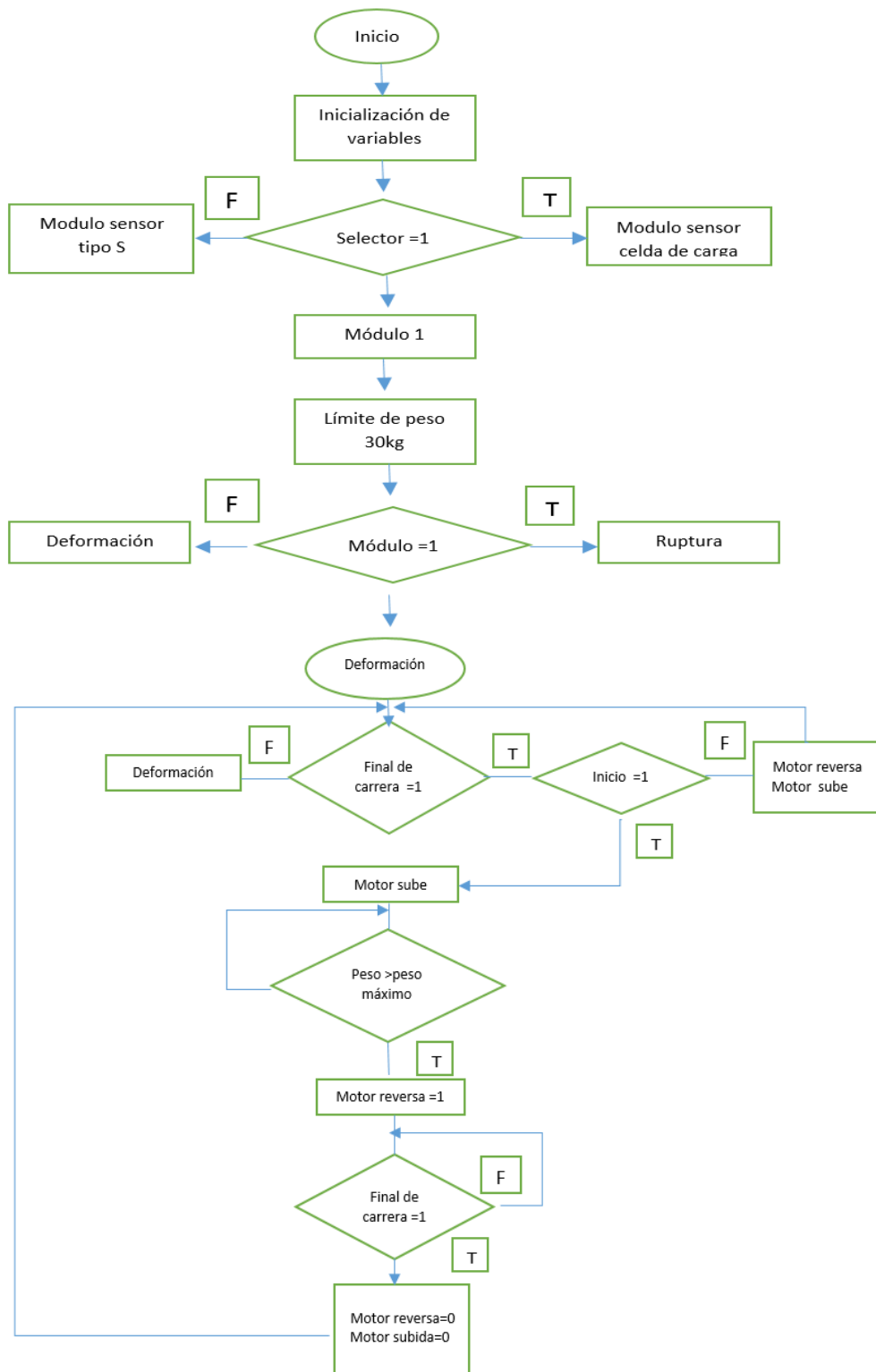


FIGURA 4. 27: Diagrama de bloque de programación
Fuente: (Autores)

Para implementar en lenguaje LADDER como se muestra en la imagen siguiente 4.28 consta de cinco funciones, una interrupción cíclica y el startup.

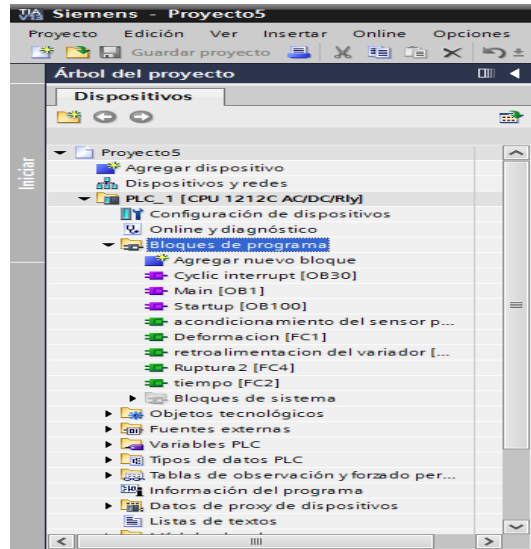


FIGURA 4. 28: Lenguaje LADDER

Fuente: (Autores)

4.6.1.2. EL ACODICIONAMIENTO DE LOS SENSORES

Para el acondicionamiento de los sensores de peso y fuerza se utiliza la funcion FC3 "acondicionamiento del sensor". figura 4.29.

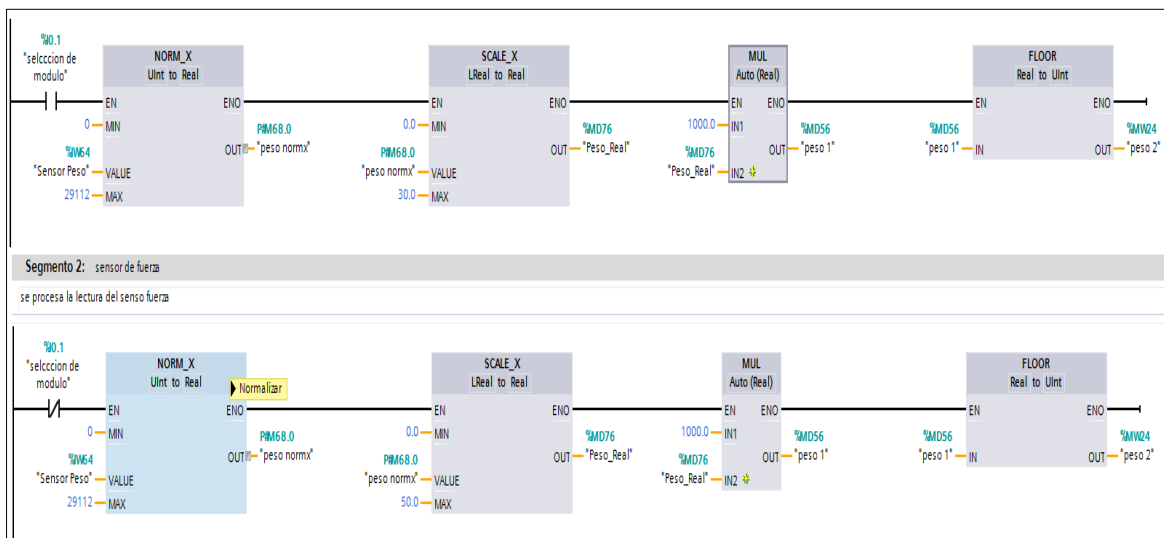


FIGURA 4. 29: Acondicionamiento del sensor

Fuente: (Autores)

Cuyo proceso es el siguiente:

- 1) Leer el sensor de peso y fuerza en el canal IW64 “**Sensor Peso**” y pasa a por el bloque NORM_X el cual devuelve el valor porcentual de la señal en la variable peso normx entre 0-1.
- 2) A esta señal normalizada se procede a escalar su valor entre 0-30/0-50kg respectivamente
- 3) Para realizar un envío de datos con mayor exactitud del sensor a labview se realiza una multiplicación por 1000 y a su vez logramos reducir el exceso de decimales.
- 4) Todo este proceso se habilita dependiendo del módulo a usar.

En la siguiente función se detalla la función *retroalimentación del variador*. figura 4.30.

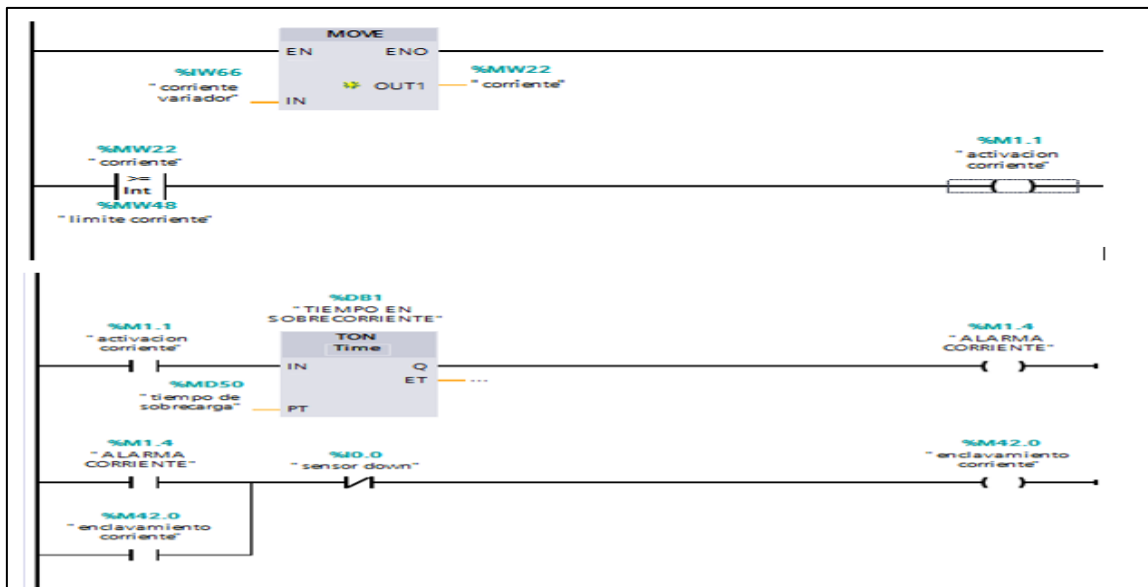


FIGURA 4. 30: Función retroalimentación

Fuente: (Autores)

En la entrada IW66 se conecta la retroalimentación del variador la cual nos ayuda a limitar el proceso cuando exista una sobre carga, para ello se procedió de la siguiente manera.

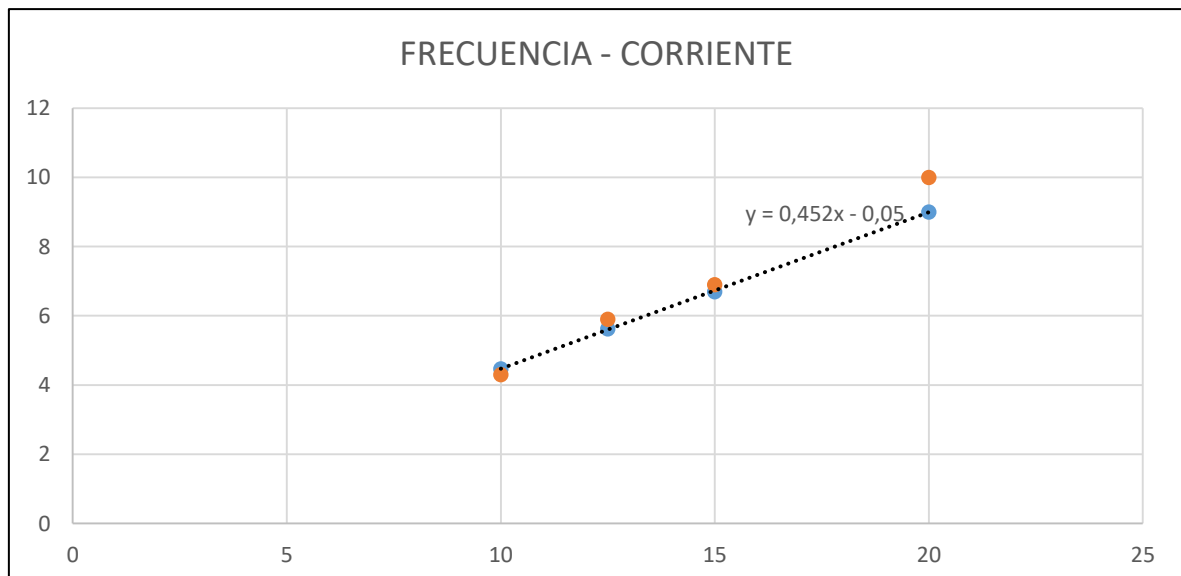
- 1) Con la función **MOVE** lo que se hace es mover la lectura del sensor a la variable corriente para su proceso y comparación
- 2) Comparamos si la lectura del sensor es mayor a la establecida mediante la variable límite de corriente, la misma que se envía mediante la interfaz de Labview, que se obtuvo de datos experimentales den el modulo.

Seguidamente de muestra la toma de datos y el grafico de cómo se estableció el valor de límite de corriente.

TABLA 4. 13: Tabla de características del variador IG5A

FRECUENCIA	CORRIENTE	
	Prueba 1	Prueba 2
10	4,47	4,3
12,5	5,62	5,9
15	6,7	6,9
20	9	10

Fuente: (Autores)



Dándonos como resultado la ecuación $y=0.452x-0.05$, que es la función de comportamiento de la frecuencia-corriente.

- 1) Si la corriente obtenida es mayor o igual a la establecida por la variable limite corriente se activa la marca, si pasa un tiempo determinado en sobre corriente el proceso se detiene por sobre corriente.
- 2) Las funciones deformación se estableció para la programación de las condiciones de la práctica de su mismo nombre que ya implementado en lenguaje ladre queda de la siguiente manera
- 3) El objetivo principal de la práctica deformación, es ver el comportamiento de la probeta a una determinada carga, por lo cual mediante la interfaz de Labview se establece el valor de la máxima carga a la cual va a ser sometida la probeta.

La implementación del código para lograr esto se detalla a continuación en la figura 4.31.

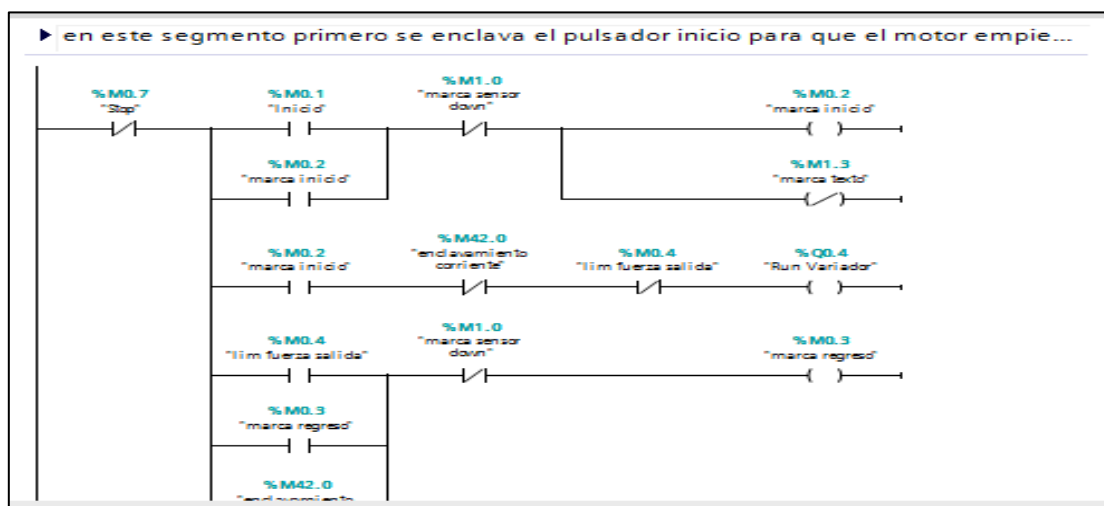


FIGURA 4. 31: Función de deformación

Fuente: (Autores)

Al accionar el pulsador inicio de la interfaz de Labview se inicia el proceso con lo cual el motor empieza a subir presionando la probeta contra el sensor, el cual se detiene ya sea por haber alcanzado el valor de la carga seleccionado o bien por una sobre corriente, el cual hace que le motor empieza a descender hasta censar el final de carrea el cual está situado en la parte inferior del módulo limitando la distancias a descender.

Función ruptura, como su nombre lo indica en esta práctica vamos a establecer la carga máxima en la cual la probeta entra en ruptura, para ello se implementa el siguiente código, para validar si la probeta llego o no a romperse. Figura 4.32.

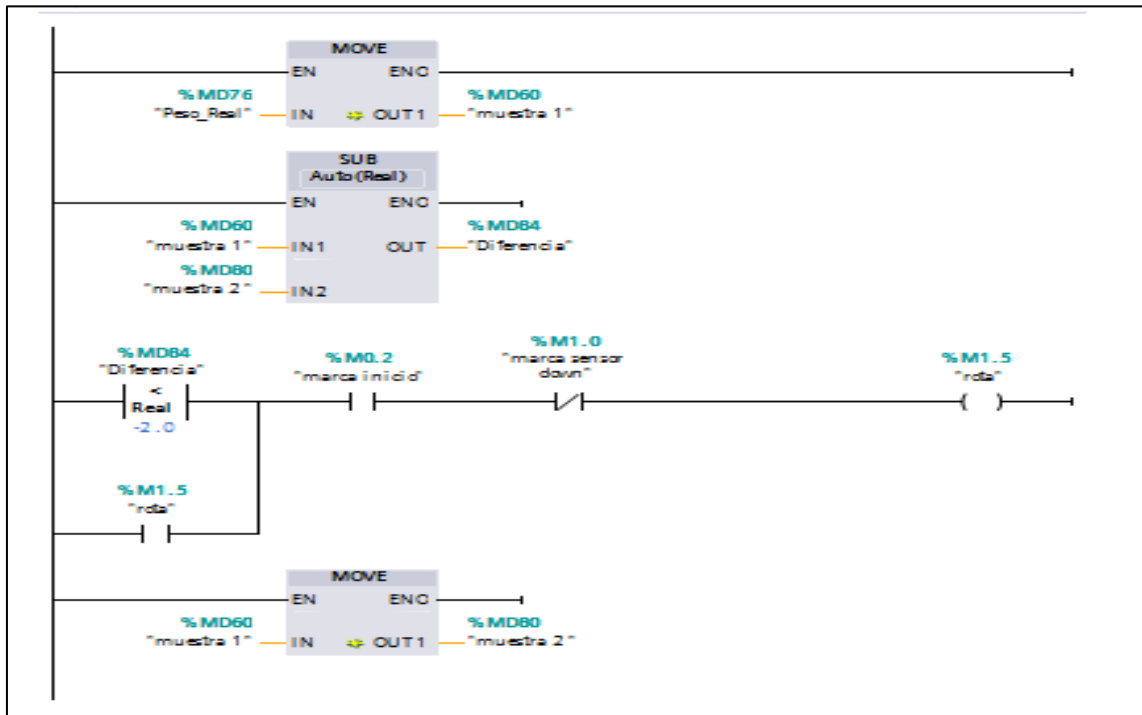


FIGURA 4. 32: Función ruptura

Fuente: (Autores)

En la figura 4.32 se muestra el código para saber si la probeta se rompió o no en la práctica, Para ello se realiza una lectura en una función especial de Tía portal *ciclic interrupt*, que es una interrupción para obtener una lectura cada 10ms de sensor.

Se procedió a realizar una diferencia entre el dato actual y el anterior dándonos como resultado un valor positivo, el mismo que cambia a negativo el instante en que la probeta se ha roto, esto a su vez es validado y activando la marca de **rota** que hace a su vez detener el proceso y regresar el motor, para empezar una nueva práctica.

Para llamar a todas las funciones anteriormente mencionadas en el bloque principal MAIN se implementa el código siguiente. Figura 4.33.

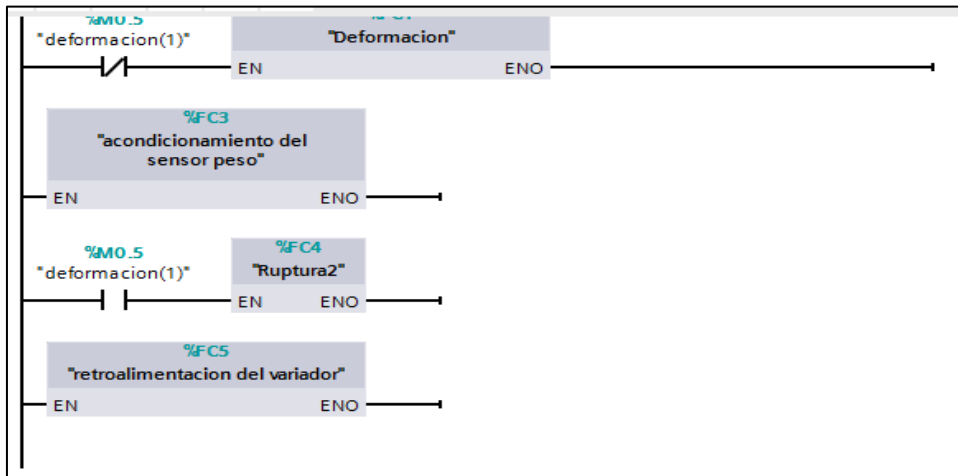


FIGURA 4. 33: Bloque principal MAIN

Fuente: (Autores)

4.6.2. LABVIEW

Para la implementación de la INTERFAZ HUMANO MAQUINA (HMI) se la realiza mediante programación grafico en la cual se simulan algunos instrumentos físicos que son de mucha ayuda al momento de realizar nuestras prácticas.

En la figura 4.34 se observa la interfaz realizada en la Labview, con esta HMI se controla, se monitores es estado el proceso.



FIGURA 4. 34: Interfaz Labview

Fuente: (Autores)

Para efectuar la comunicación se escribe directamente mediante el OPC desde Labview al PLC y viceversa, entonces para este proceso se describe uno a uno los bloques de programa especificando su relación de proceso.

En este bloque tenemos la parte que da el inicio, que es el encargado de enclavar al PLC el cual genera el comando de apertura del proceso. Además, este envía los datos al bloque llamado registro de desplazamiento el cual guarda los datos en dos posiciones la actual y la anterior cuando es actual se guarda datos en una tabla de datos mientras empieza el ciclo, al finalizar la práctica y empezar la otra

Se repite el procesó del registro de desplazamiento. Figura 4.35.

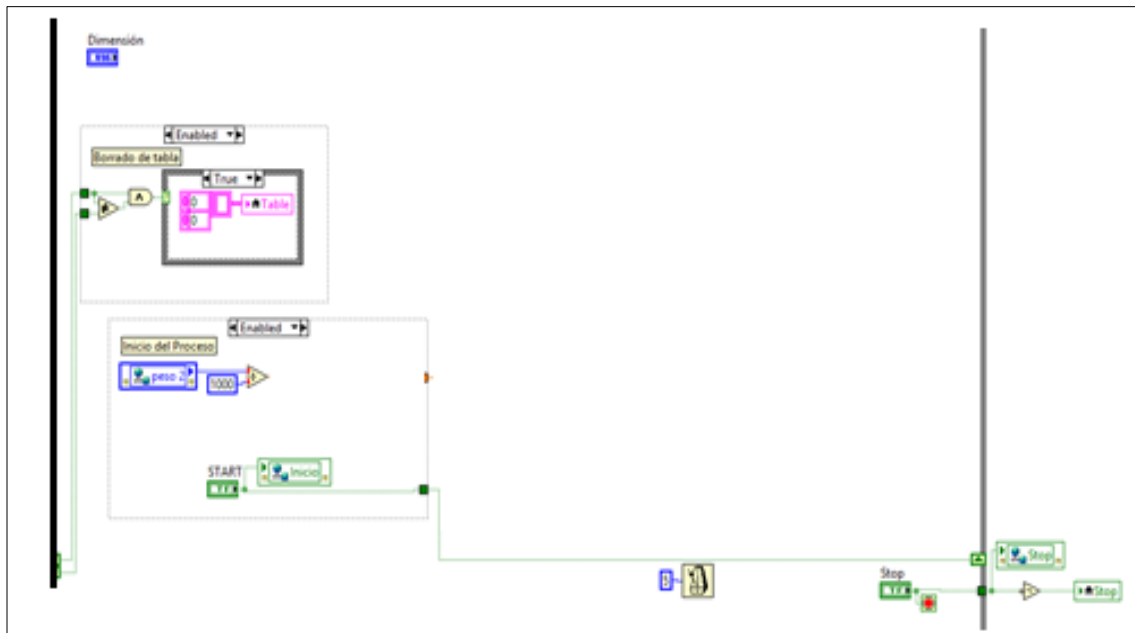


FIGURA 4. 35: Inicio del proceso

Fuente: (Autores)

Cuando se genera el inicio, figura 4.6 de programa se comienza a generar datos en el bloque del mismo nombre, este se activa si tenemos encendido el motor y si este se desplaza ascendente o descendente si este valor es verdadero se guardan los datos caso contrario no.

Al haber un proceso que no se haya efectuado se activa el bloque límite de corriente que devuelve al motor a su estado inicial.

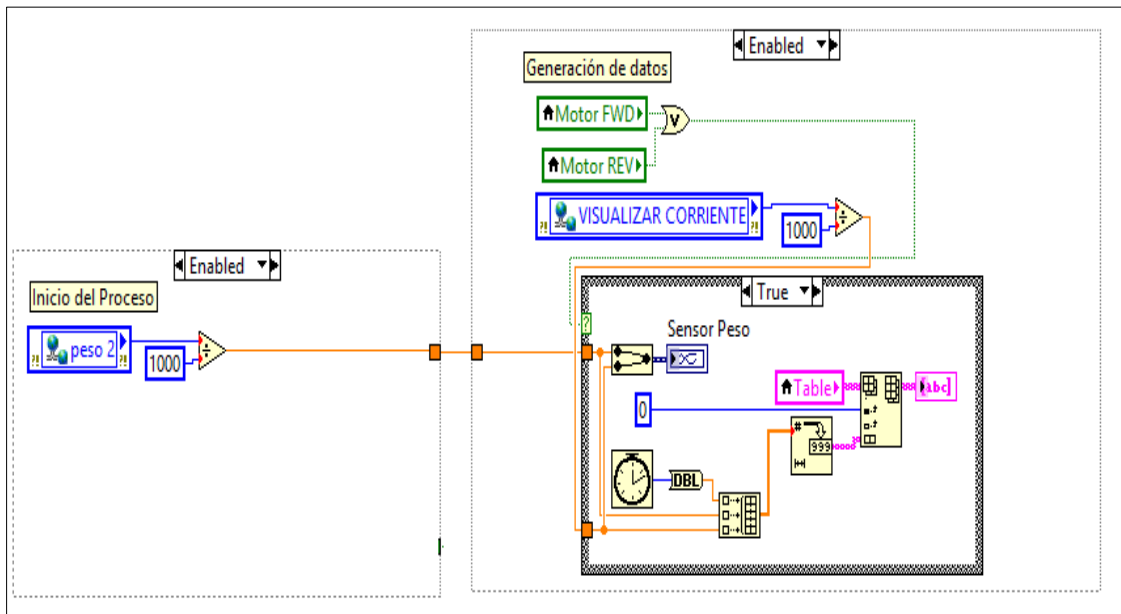


FIGURA 4. 36: Generación de datos

Fuente: (Autores)

Para el fin de proceso ver figura 4.37 se denota el bloque guardar de datos de simulación el cual guarda datos en una tabla de Excel que se guarda con la dirección del computador. La misma funcionalidad que el inicio que posee código de detección de pulsador.

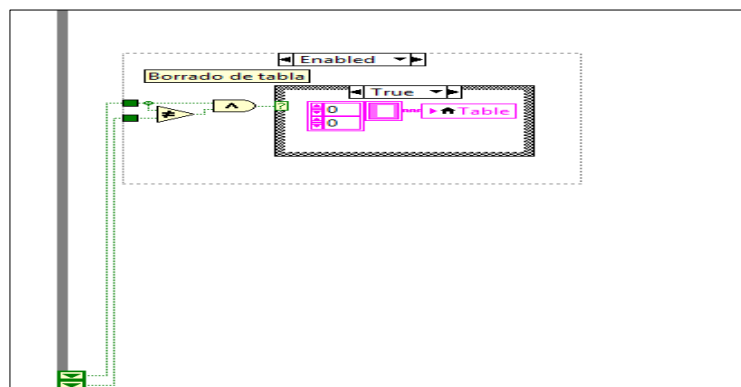


FIGURA 4. 37: Guardar datos

Fuente: (Autores)

El bloque máximo peso, se realizó para controlar varios elementos como el slider de peso (Kg), frecuencia (Hz), revoluciones (RPM) y tiempo (MM/S), dentro del bloque podemos integrar limitaciones de máximo o mínimo de frecuencia, la selección del proceso en este caso deformación como el de ruptura, ver figura 4.38.

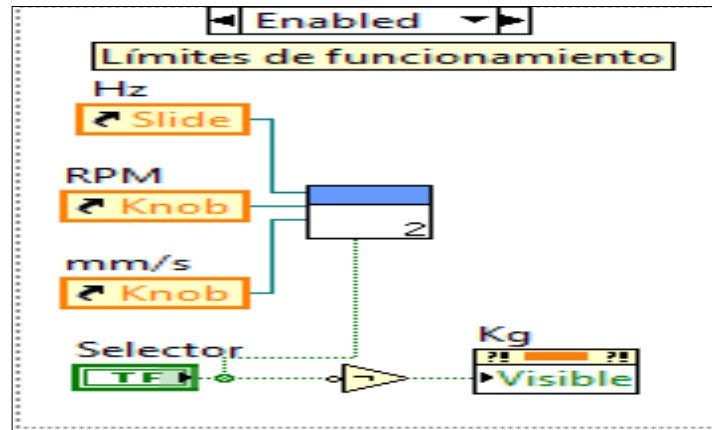


FIGURA 4. 38: Límites de funciones

Fuente: (Autores)

En los parámetros de funcionamiento se escriben los datos para la visualización de los RPM Y MM/S, también se envía los datos del STOP del procesó directamente al PLC, además la recepción de los datos para selección de los módulos de peso y de fuerza, distancia total de recorrido del motor, el tiempo de sobrecarga, velocidad, y límite de corriente que se envían directamente hacia el PLC, en la siguiente figura 4.39 se halla la configuración de proceso.

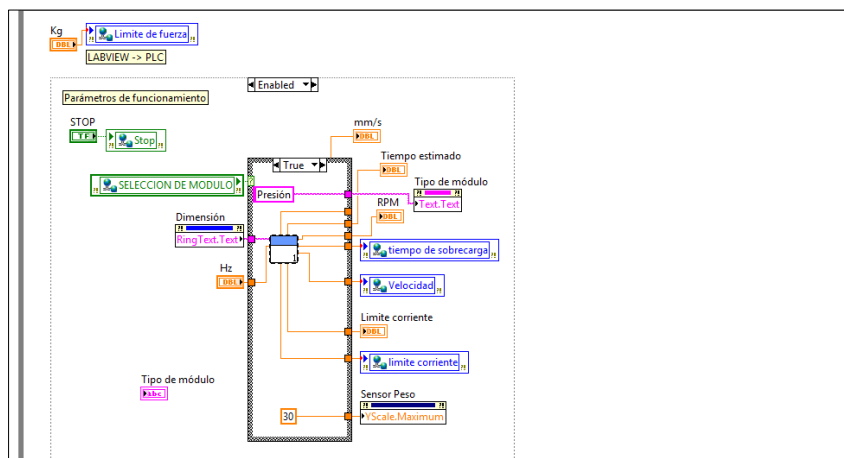


FIGURA 4. 39: Configuraciones de Proceso

Fuente: (Autores)

Luego tenemos parámetros que los envía el PLC como:

- 1) Retroceso
- 2) Sobre corriente
- 3) Avance del motor

Los cuales se comunican con el bloque de generación de datos, para saber cuándo se empiezan a guardar los datos en la tabla. Ver figura 4.40.

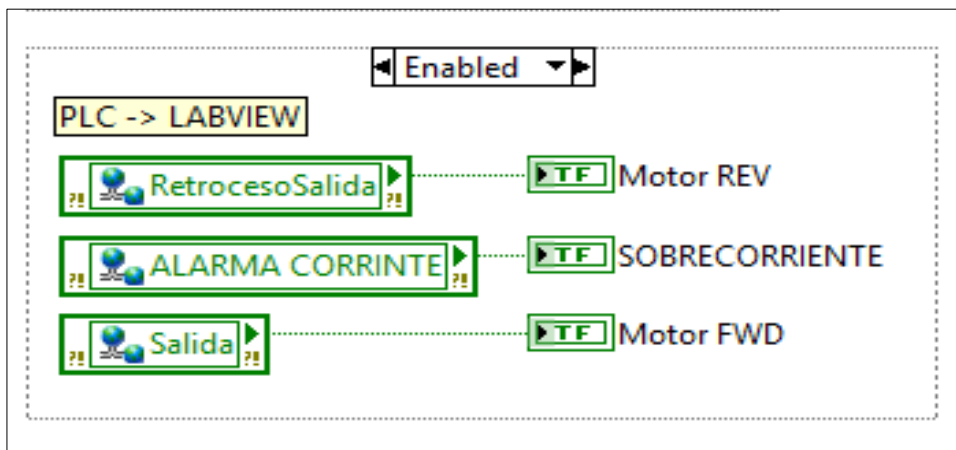


FIGURA 4. 40: Parámetros del motor

Fuente: (Autores)

Este bloque de la figura 4.41 nos muestra los gráficos en el panel frontal del movimiento del motor según la frecuencia que se emite.

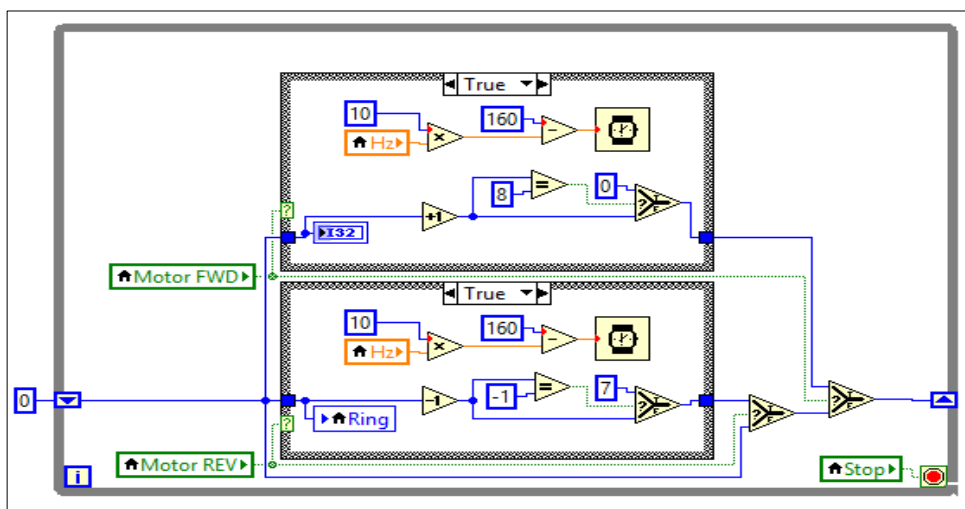


FIGURA 4. 41: Configuración graficar del motor

Fuente: (Autores)

El conjunto de todos los bloques antes mencionados y descritos forman parte del proceso de la programación que se realizó para el control y operación de los módulos didácticos de Fuerza y peso.

4.6.3. OPC SERVER DE NATIONAL INSTRUMENT

Para comunicarnos entre el Tía portal y Labview tenemos que tener un sistema de comunicación llamado OPC Server. A continuación, se detalla cómo realiza este tipo de comunicación. Primero debemos tener instalado el OPC server, el Tía portal y Labview, para poder crear un nuevo proyecto.

Debemos abrir el OPC server y generamos un nuevo canal figura 4.42 con el nombre que queremos para este proyecto lo llamaremos S7-1200, luego damos clic en siguiente y buscamos el tipo de comunicación en este caso será el siemens TCP IP Ethernet sirve para comunicarnos con el PLC.

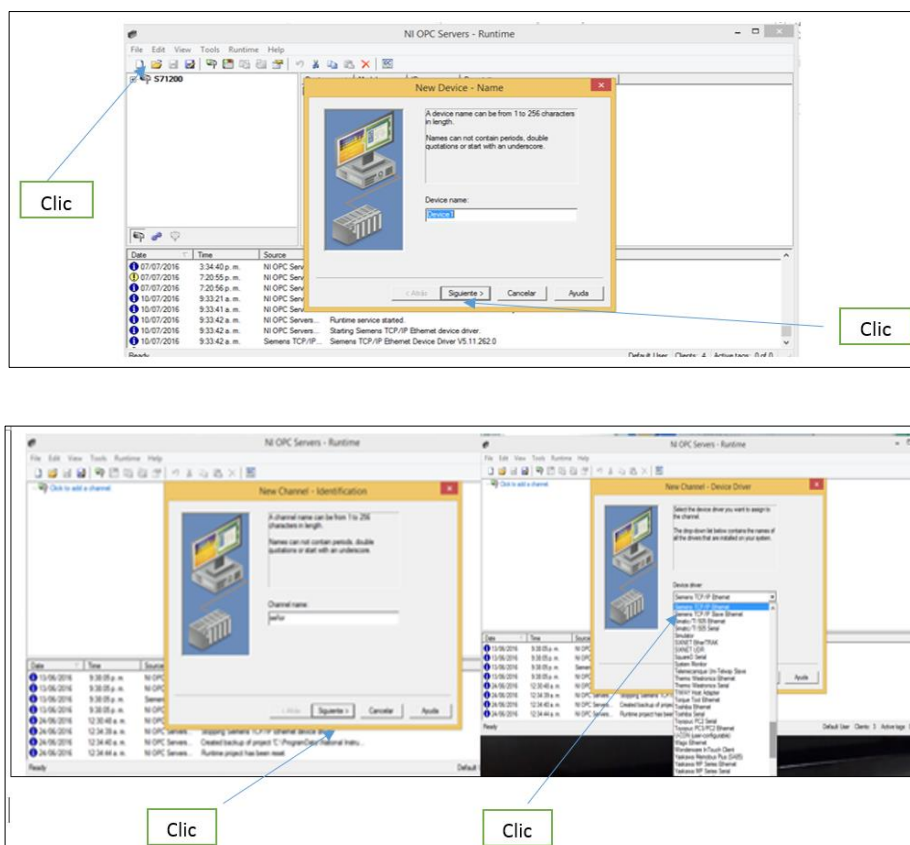
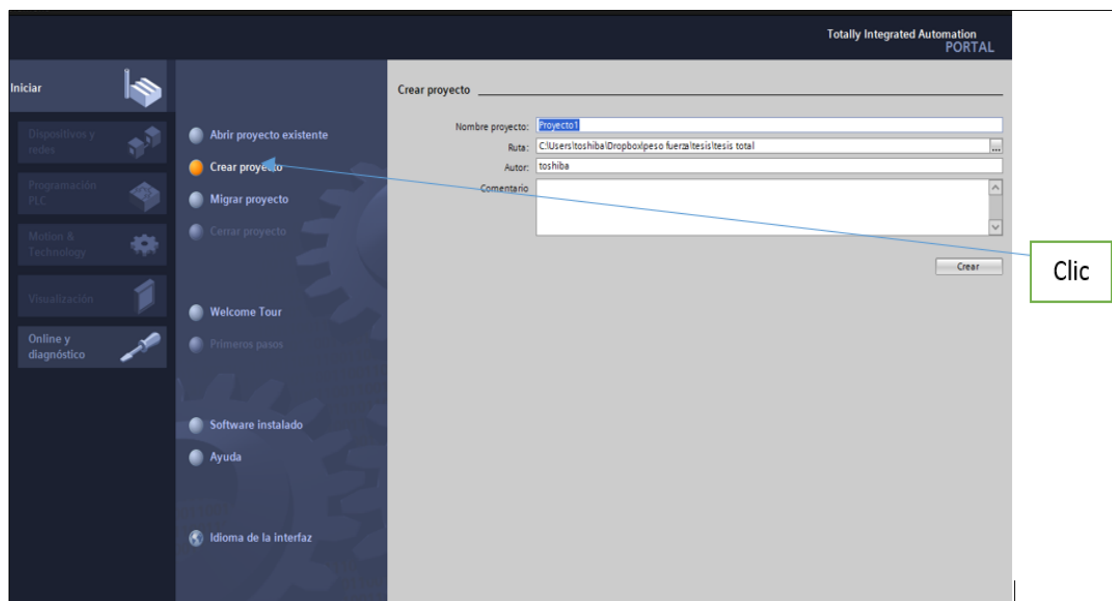
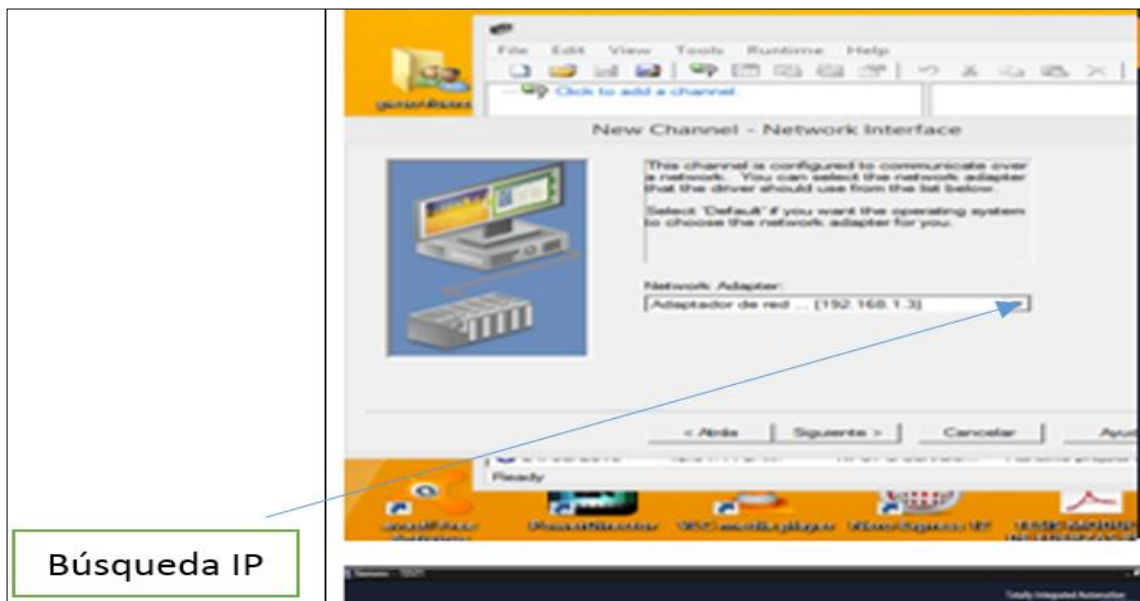


FIGURA 4. 42: Configuración del OPC Server NI
Procedimiento

Fuente: (Autores)

Luego partimos del canal creado, siguiente y buscamos el IP del PLC para eso ejecutamos el Tía portal, al abrirlo podemos crear un nuevo proyecto o establecemos un proyecto ya creado, posteriormente al abrir el bloque agregar dispositivo, escogemos el PLC que estamos usando en este caso sería el s7-1200, y abrimos el CPU y escogemos la memoria de trabajo que se especifica en la parte física del PLC. A Continuación, en la figura 4.43 se observa la configuración del OPC.



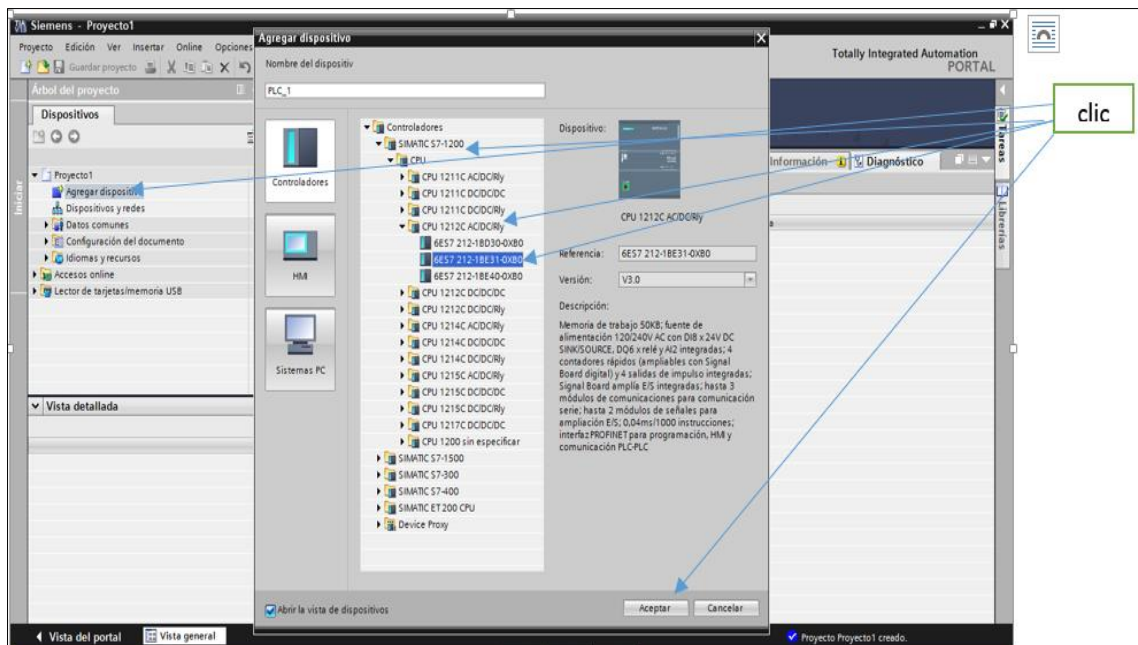
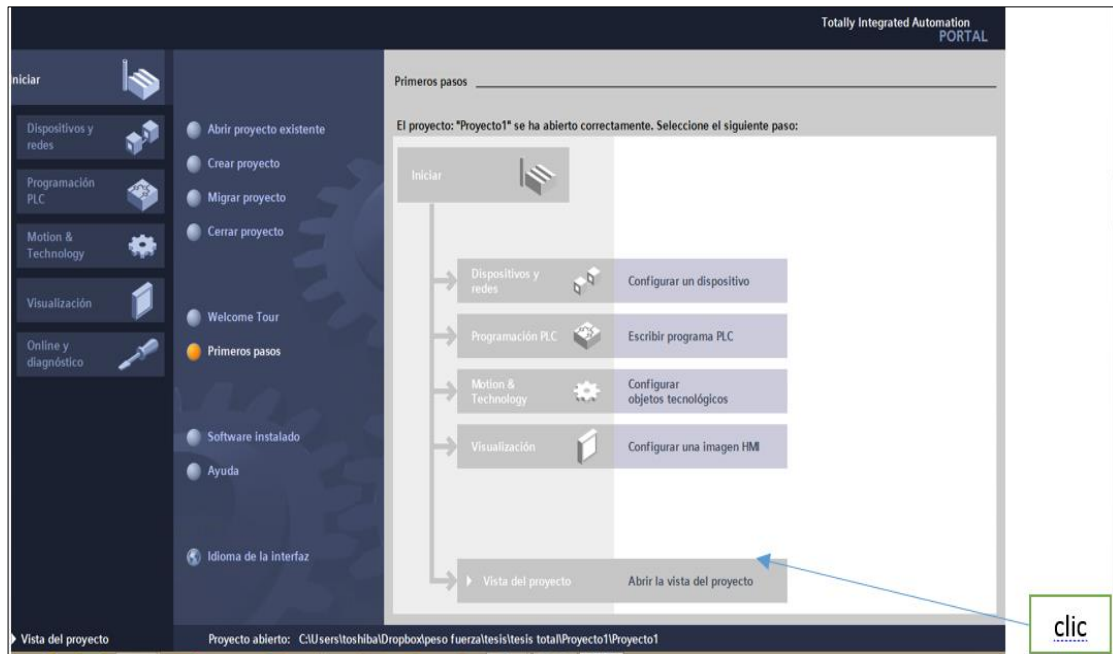
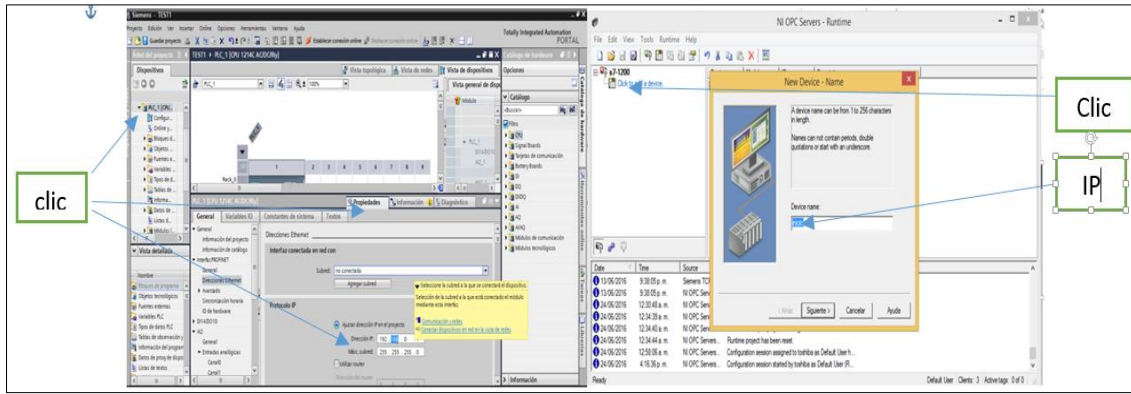


FIGURA 4. 43: Configuración del OPC Server NI
 Procedimiento
 Fuente: (Autores)

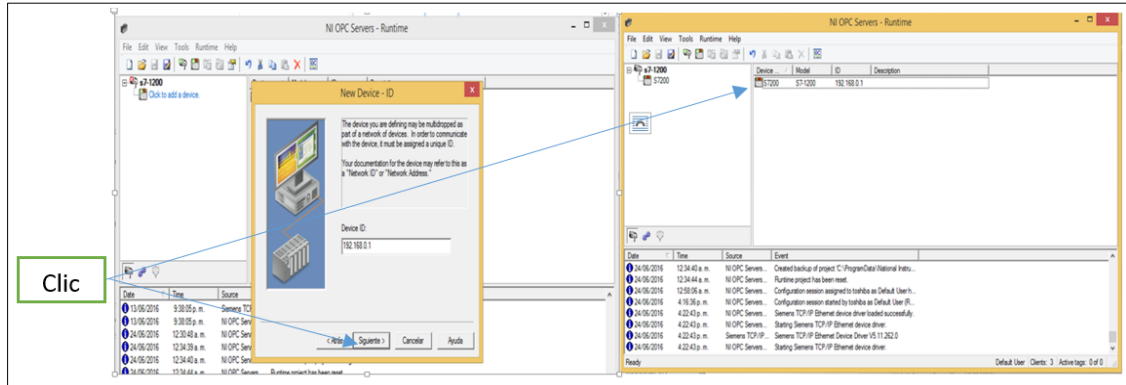
En la pantalla de la figura 4.44 se muestra el PLC vamos a propiedades y buscamos el IP del PLC y lo copiamos en el canal creado anteriormente del OPC y todo default, luego lo abrimos y creamos las variables



Clic

Clic

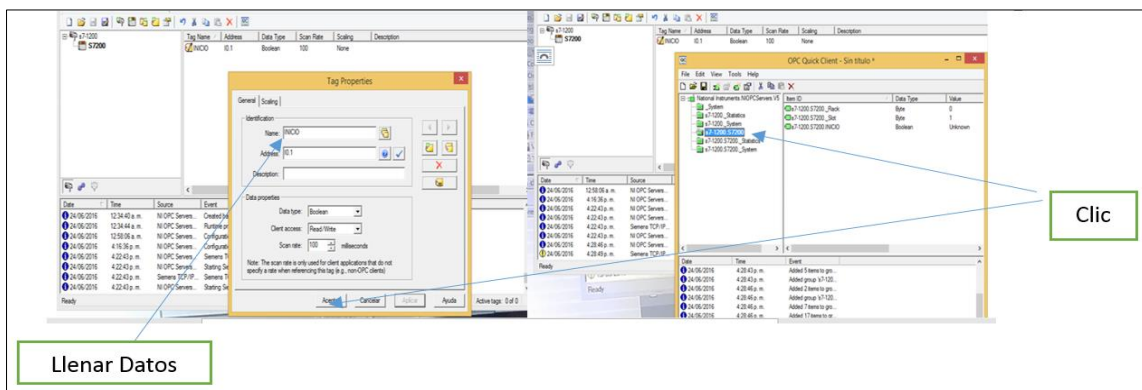
IP



Clic

FIGURA 4. 44: Configuración del OPC Server NI
 Procedimiento
 Fuente: (Autores)

Para crear las variables vamos al tía portal y abrimos el bloque MAIN que se crea automáticamente y se abrirán los segmentos en los cuales creamos tipos de variable que ejecutara el PLC, ver figura 4.45. Además, se debe crear las variables en el OPC Server y direccionamos a la memoria del PLC en donde se guardará.



Llenar Datos

Clic

FIGURA 4. 45: Configuración del OPC Server NI
 Fuente: (Autores)

Una vez creados las variables en el tía portal debemos compilar y cargar el proyecto para esto debemos tener conectado el PLC con el ordenador si no presenta problemas nos dirigimos a Labview y creamos un nuevo proyecto. En la figura 4.46 se muestra la configuración.

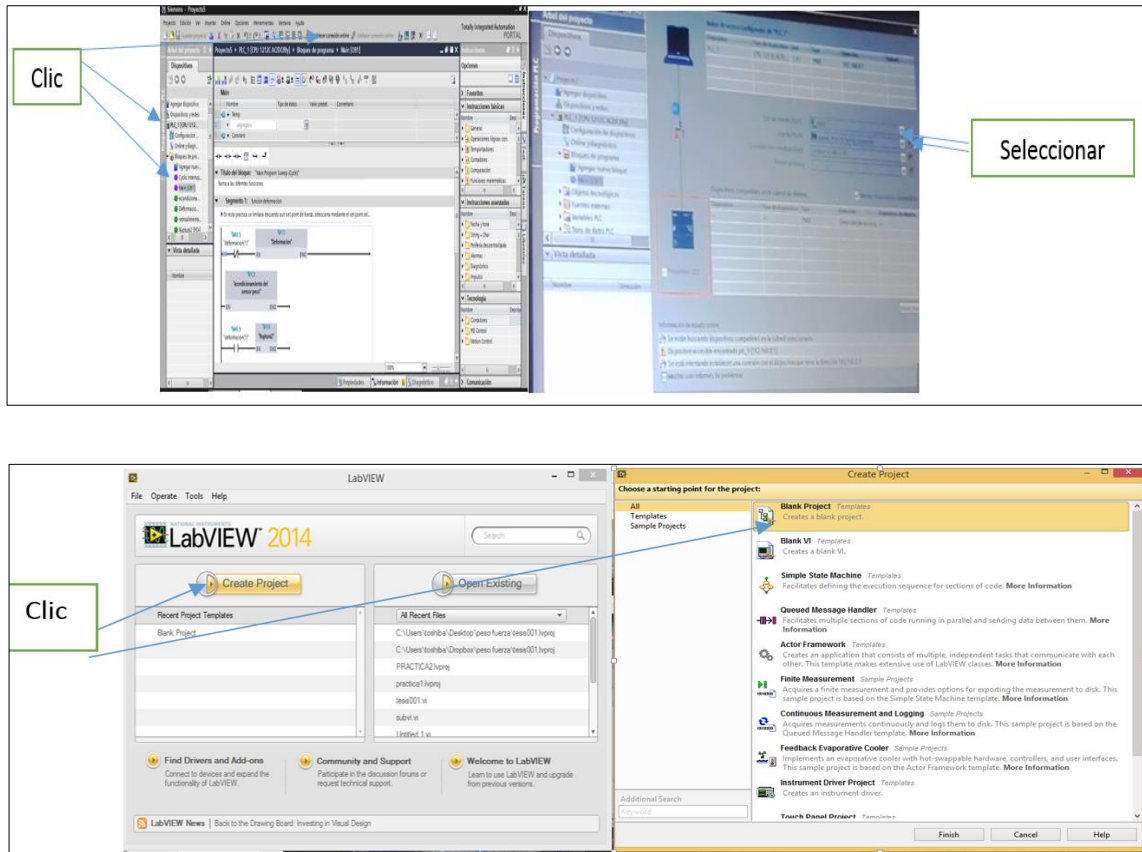


FIGURA 4. 46: Configuración del OPC Server NI
Fuente: (Autores)

Creamos nuevo i/o server para crear el opc cliente luego creamos las variables que necesitamos en nuestro caso tenemos que hacer referencias a las ya creadas anteriormente verificamos con el buscador al opc y damos clic en las variable que necesitamos así tenemos el opc repetimos el proceso para crear las variables que queramos luego creamos las variables que necesitamos en las pantallas de labview y las direccionamos tanto en la pantalla de bloques como en la pantalla de programación.

Figura 4.47. se muestran los pasos para la creación de las variables.

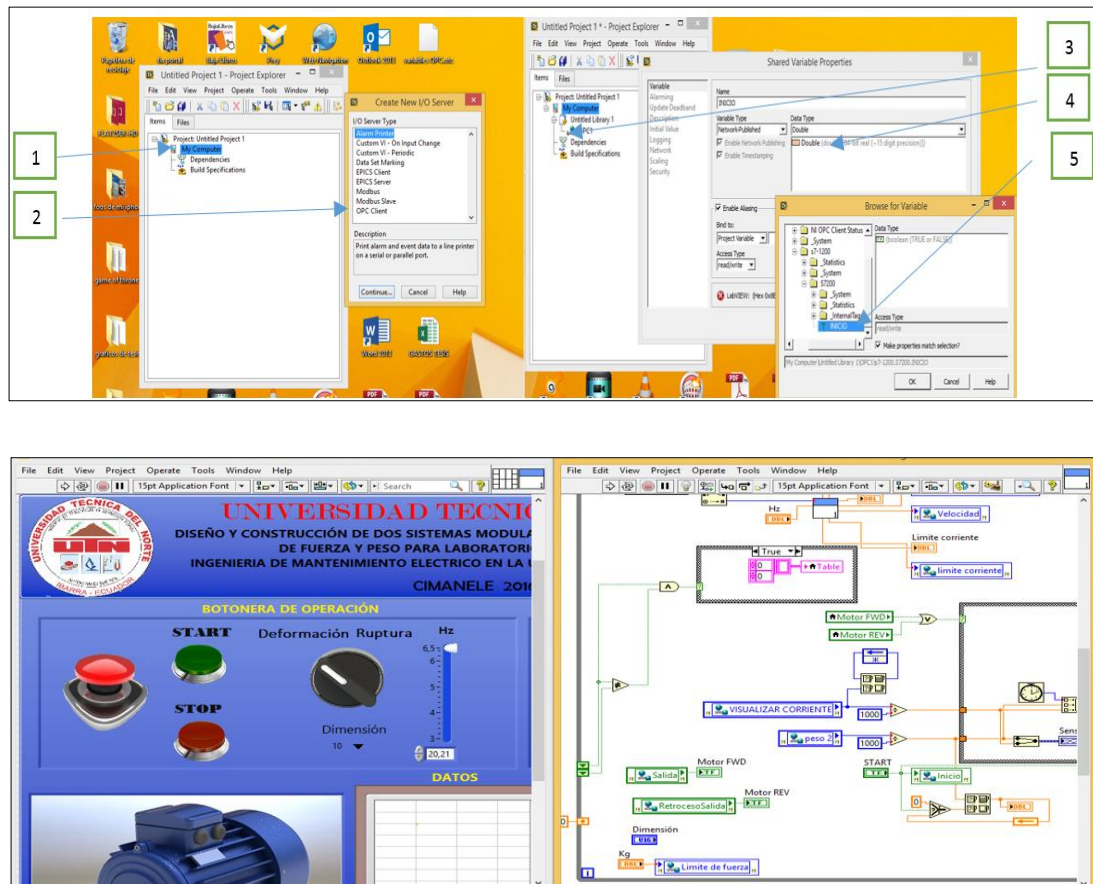


FIGURA 4. 47: Configuración del OPC Server NI

Procedimiento

Fuente: (Autores)

PRACTICAS

Por tanto, mediante la descripción de cada una de las grafica que explican toda la base de la comunicación y programación de este proyecto se puede acceder a la realización detallada de las siguientes prácticas con el fin de relacionar al estudiante con el funcionamiento de este trabajó.

PRACTICA N°1

4.7. VERIFICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL.

4.7.1. OBJETIVO.

1. Asociar al estudiante con el funcionamiento de la parte de fuerza y control del tablero.

4.7.2. DESARROLLO.

Antes de ejecutar el funcionamiento del tablero de control se debe tomar en cuenta los conceptos básicos para la manipulación de los equipos internos.

4.7.3. MODO DE OPERACIÓN.

El estudiante deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. Comprobar que el cable de alimentación y el voltaje de entrada sean los indicados. (red trifásica comunicación entre el PLC y la PC).
2. Verificar que el selector principal de encendido se encuentre en OFF.
3. Observar que el acople del motor que va al accesorio mecánico este posicionado correctamente.
4. Tener el espacio adecuado para la manipulación y el uso de estos módulos didácticos.
5. Poseer equipos de medición de parámetros eléctricos. (Voltaje y Corriente).

Realizadas todas las acciones antes mencionadas se procede a energizar el tablero de control y verificar que todo esté funcionando correctamente, observar que las luces indicadoras de los equipos se encuentren encendidas.

Para proceder con la práctica necesitamos el desacople del motor trifásico de la parte mecánica con la ayuda de herramientas de ajuste mecánico, como se muestra en la figura 4. 48.



FIGURA 4. 48: desacople del motor trifásico

Fuente: (Autores)

Para conectar el motor trifásico se debe verificar que las fases de salidas del motor estén con buen ajuste mecánico y las entradas en el tablero estén en el orden correcto, para que no presenten inconvenientes a la hora del arranque.

A continuación, mediante la utilización del cable Ethernet el cual se conecta en los puertos Ethernet del PLC y PC, accedemos al envío y recepción de datos para la comunicación. Después ingresamos a los programas que ejecutan los segmentos, variables, indicadores, controladores, entre otros. Después se realiza la comunicación entre el OPC y PLC, luego se carga el programa creado anteriormente, el mismo que se muestra en la figura 4.49.

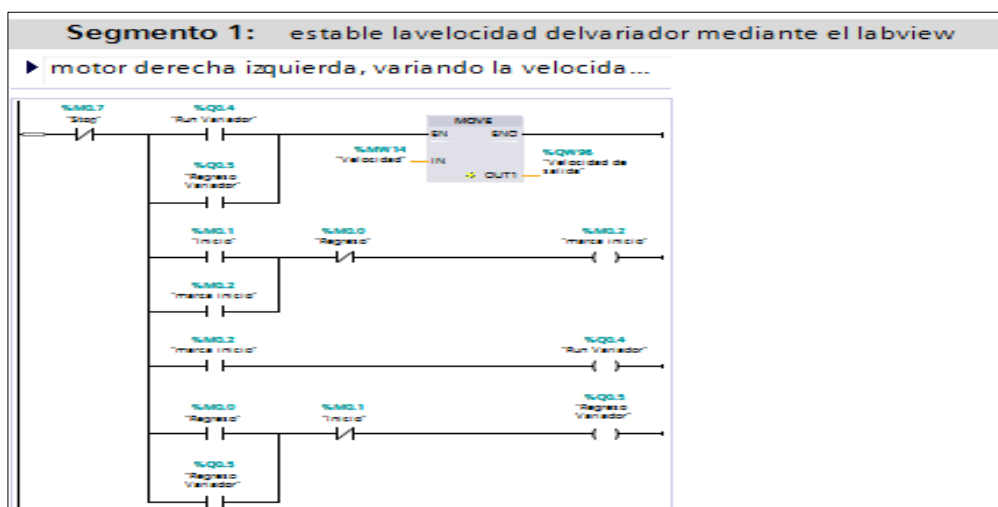


FIGURA 4. 49: Código de variación de velocidad de un motor trifásico

Fuente: (Autores)

En si el programa nos muestrea segmentos en donde se analiza de forma secuencial la variación de velocidad e inversión de giro del motor trifásico 1HP, que se detalla a continuación. La marca inicio cierra el contacto y abre la marca stop haciendo que el variador actué a una velocidad inicial (V_0) cero y la salida muestre otra velocidad que dependerá de la máxima velocidad nominal del motor.

Al hacer esto la retroalimentación también actuará haciendo que regrese a la posición inicial, además que por medio de pulsadores ubicados en la pantalla frontal de Labview, se invierte el giro tanto a la derecha como a la izquierda al finalizar la acción tiende a regresar a la posición de inicio, que se mantendrá en la velocidad hasta detenerlo con el stop. Como se muestra en la figura 4.50.



FIGURA 4. 50: Representación gráfica Labview

Fuente: (Autores)

En la figura 4.51 se muestra las variables creadas en el OPC.

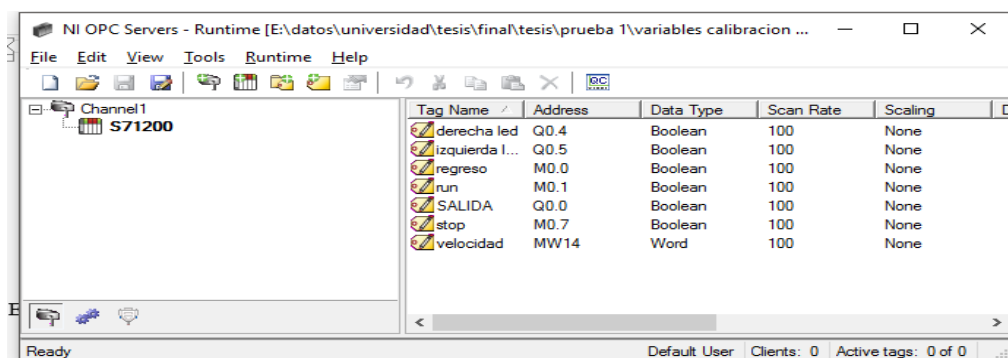


FIGURA 4. 51: variables creadas en el OPC

Fuente: (Autores)

4.7.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Conclusiones.

- En esta práctica se observa que la comunicación del PLC, motor, variador, e interfaz HMI no se presenta ningún inconveniente. Por otro lado, las vibraciones y ruidos de los motores no afectan comunicación.
- El variador IG5A presenta una sólida respuesta a la compensación de corriente que la estabiliza y normaliza.
- El cableado utilizado actuó de manera eficiente con el paso de voltaje y corriente.

2. Recomendaciones

- Para el manejo eficiente de los programas de comunicación, se debe recolectar información como: Documentos pdf, libros, páginas de internet entre otros.
- Siempre se debe utiliza el cableado de acuerdo a la corriente que circulara por el circuito.
- Por seguridad se debe desconectar el programa antes de apagar el PLC.

PRACTICA N°2

4.8. INTERFAZ HUMANO MAQUINA DEL CONTROL DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS DE PESO Y FUERZA.

4.8.1. OBJETIVO.

1. Relacionar al estudiante con el interfaz humano máquina.
2. Conocer el funcionamiento de los controladores realizados en el Interfaz Humano Maquina.

4.8.2. DESARROLLO.

Previamente antes de ejecutar el programa en el Interfaz Humano Maquina se debe asociar con el funcionamiento del programa.

4.8.3. MODO DE OPERACIÓN.

Para realizar la operación del programa HMI los estudiantes deberán tener en cuenta lo siguiente.

1. Abrir el programa TIA Portal en el cual se encuentra el programa del PLC S7-1200.
2. Continuamos abriendo Labview el cual tendrá la Interfaz Humano Maquina.

Una vez abierto y confirmado que los programas estén correctamente iniciados empezamos con el conocimiento de la Interfaz Humano Maquina. El HMI (Interfaz Humano Maquina) fue desarrollado en el programa Labview de tal manera que debemos asociarnos con los controladores utilizados.

A continuación, para encender la interfaz en Labview iniciamos con el ejecutable del proceso, verificando que el cable Ethernet esté conectado al PLC y haya sido reconocido por la PC, tendremos una ventana como muestra la imagen 4.52.



FIGURA 4. 52: Interfaz en Labview
Fuente: (Autores)

En el momento que damos run para que el proceso inicie debemos conocer el funcionamiento los comandos que se visualizan en el HMI.

En la botonera de operación encontraremos el botón START el que da inicio al proceso, el STOP botón detiene el proceso, el SELECTOR sirve para escoger el tipo de práctica si es Ruptura o Deformación, dos SLIDER en los que se puede escoger la Frecuencia y los kilogramos para las distintas prácticas, adicional existe un paro general que detiene todo el HMI de la interfaz que podemos observar en la figura 4.53.



FIGURA 4. 53: Botonera de operación
Fuente: (Autores)

En el siguiente bloque de información del sistema consta de, Motor FWD que es un indicador cuando el motor está haciendo la practica en este caso motor de subida, también tenemos Motor REV el cual nos indica que el motor está descendiendo o en reversa, tipos de módulos (peso o fuerza), los RPM – MM/S que son indicadores de revoluciones por minuto y la velocidad con la que el motor trabaja y por ultimo existe un tiempo estimado que nos indica cuanto se demora en realizar la práctica seleccionada.

Que se puede apreciar en la figura 4.54.

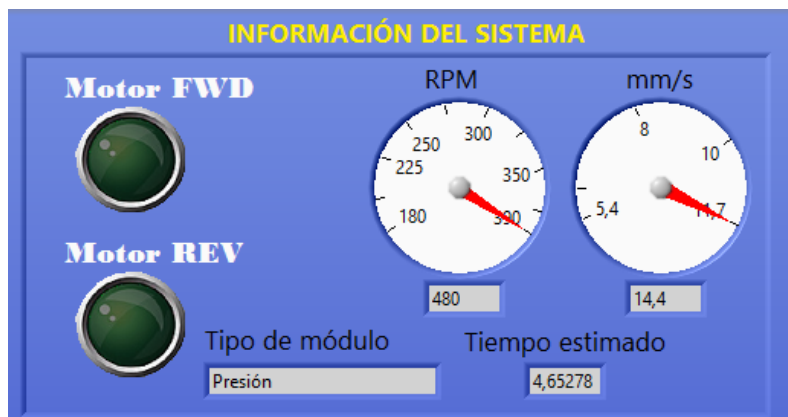


FIGURA 4. 54: Información del sistema

Fuente: (Autores)

Por último, podemos visualizar una tabla de datos que es la encargada de guardar los datos que el sensor nos va midiendo al momento de realizar la práctica seleccionada. Como indica la figura 4.55.

Diagrama PESO-TIEMPO es el que nos enseña la curva al momento que le sensor toma datos.

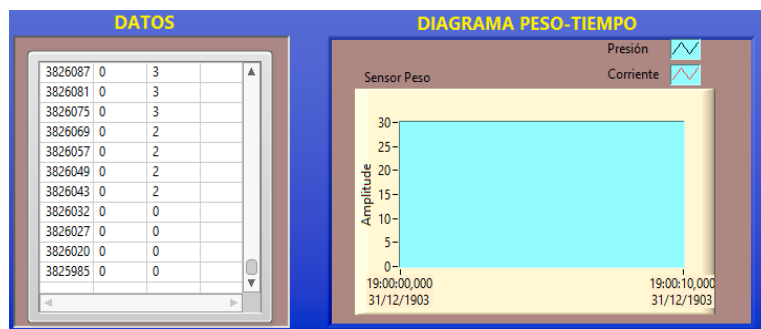


FIGURA 4. 55: Datos-Diagrama PESO-TIEMPO

Fuente: (Autores)

4.8.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Conclusiones.

- Una vez relacionados con el Interfaz Humano Maquina podemos hacer uso del programa y realizar posteriormente las prácticas.
- Con el conocimiento adquirido del funcionamiento de los botones, slider, indicadores se puede hacer uso de la Interfaz y comienzo del proceso.

2. Recomendaciones.

- En la interfaz existe un botón de STOP el cual sirve para detener el proceso de la práctica, para detener la ejecución de la interfaz se lo realiza mediante el paro con el botón de paro de emergencia.

PRACTICA N°3

4.9. ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA PARA MADERA DE 10MM X 10MM X 200MM EN LOS MÓDULOS DE PESO Y FUERZA.

4.9.1. OBJETIVOS.

1. Realizar la práctica mediante la ejecución del programa.
2. Conocer los parámetros de comportamiento del sensor.
3. Censando el final de carrera.
4. Colocar la probeta indicada para las prácticas.
5. Conectado cualquier de los sensores de peso o fuerza en el orden de las etiquetas preestablecidas.
6. Analizar el comportamiento del esfuerzo de ruptura de los dos tipos de madera (LAUREL Y PINO).

4.9.2. DESARROLLO.

Para la ejecución de la práctica de ensayo de flexión estática (RUPTURA) se debe seleccionar en la interfaz la práctica ruptura.

4.9.3. MODO DE OPERACIÓN.

La práctica de flexión estática se la realizo con probetas de 10x10x200 mm que se observaran en la figura 4.47, la normativa ASTM D143-09 indica que la probeta para este tipo de ensayos es de 50x50x760 mm. Para este tipo de modules didácticos se vio la necesidad de modificar la probeta de pruebas y realizar el ensayo y calcular los parámetros del ensayo en del esfuerzo de ruptura que suministra la máquina. Como lo indica la figura 4.56.

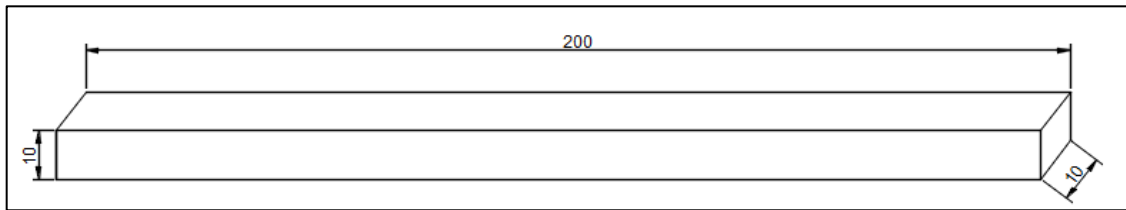


FIGURA 4. 56: Probeta.

Fuente: (Autores)

Para realizar esta práctica se escogió dos tipos de maderas (laurel y pino), que tiene como finalidad encontrar el esfuerzo de ruptura (MOR).

- **Procedimiento**

Medimos la altura (h) y el ancho (b) de la probeta, medimos la dimensión de la luz (L) entre los apoyos donde se vaya a colocar la probeta, este debe ser lo más centrado posible, en la figura 4.57 observamos la punta de prueba con la probeta de madera.

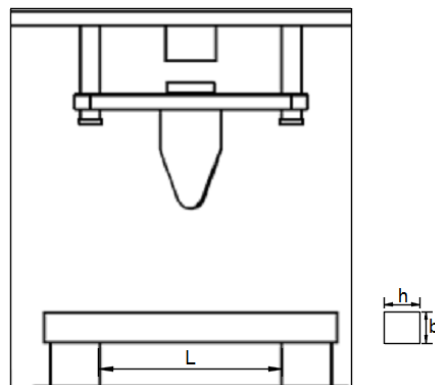


FIGURA 4. 57: Colocación de la probeta

Fuente: (Autores)

Una vez colocada la probeta en los apoyos del módulo didáctico, en el programa Labview en la parte de la interfaz se realiza los sesteos para el procedimiento de deformación de la madera, mientras que el TIA Portal se verifica la ejecución de la programación. En la imagen 4.58 se observa los parámetros de programación para que actúe esta práctica.

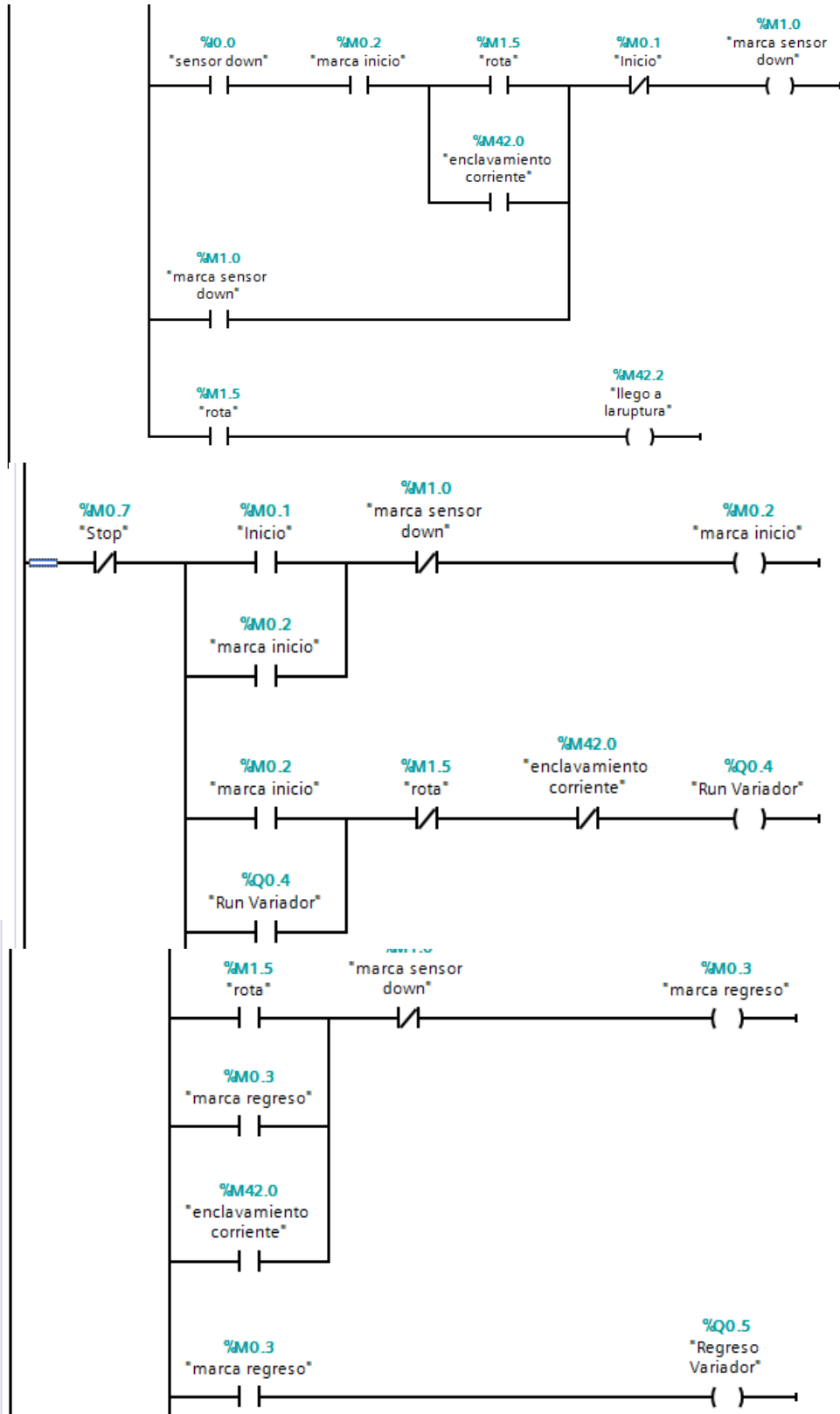


FIGURA 4. 58: Parámetros de programación.

Fuente: (Autores)

En esta práctica se detectará la fuerza máxima de la probeta, que hace que llegue a la rotura a su vez hace que el motor empiece a subir hasta detectar mediante el sensor que la probeta llegó a su ruptura, en este momento el motor empieza a descender, se detendrá el momento que llega al sensor que está ubicado en la parte inferior, limitando la distancia que recorre el motor

Una vez hechos los distintos ensayos con los dos tipos de madera se empieza a realizar los cálculos que se obtiene para este ensayo.

- Cálculo de esfuerzo de ruptura (MOR).

$$MOR = \frac{3 * Pr * L}{2 * b * h^2}$$

- **MOR**= Esfuerzo de ruptura (MOR)
- **Pr**= La carga máxima que soporta la probeta en kilogramos fuerza.
- **L**= La luz de la probeta o la distancia de separación entre apoyos en cm.
- **b**= ancho de la probeta en cm.
- **h**= altura de la probeta.

Para la madera laurel de 10x10x200mm se tiene los siguientes cálculos. Con el modulo didáctico de Peso.

$$MOR = \frac{3 * Pr * L}{2 * b * h^2}$$

$$MOR = \frac{3 * 30000g * 15cm}{2 * 1cm * 1cm^2} = 675 kg/cm^2$$

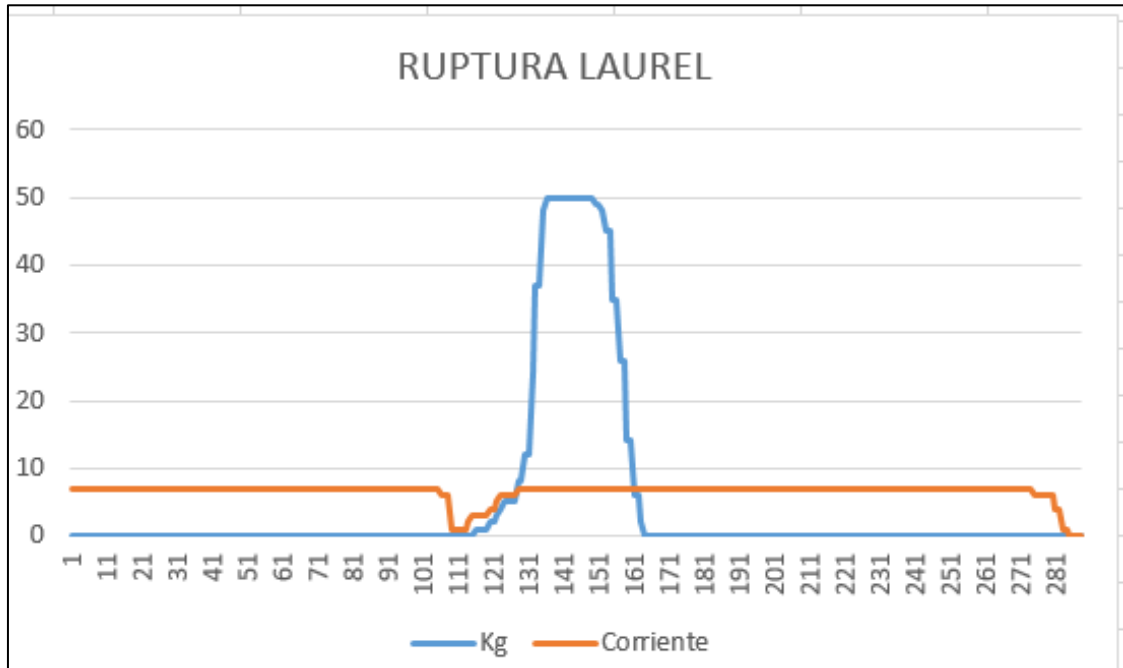


FIGURA 4. 59: Grafica de ruptura del laurel a 15 Hz. Sensor celda de carga
Fuente: (Autores)

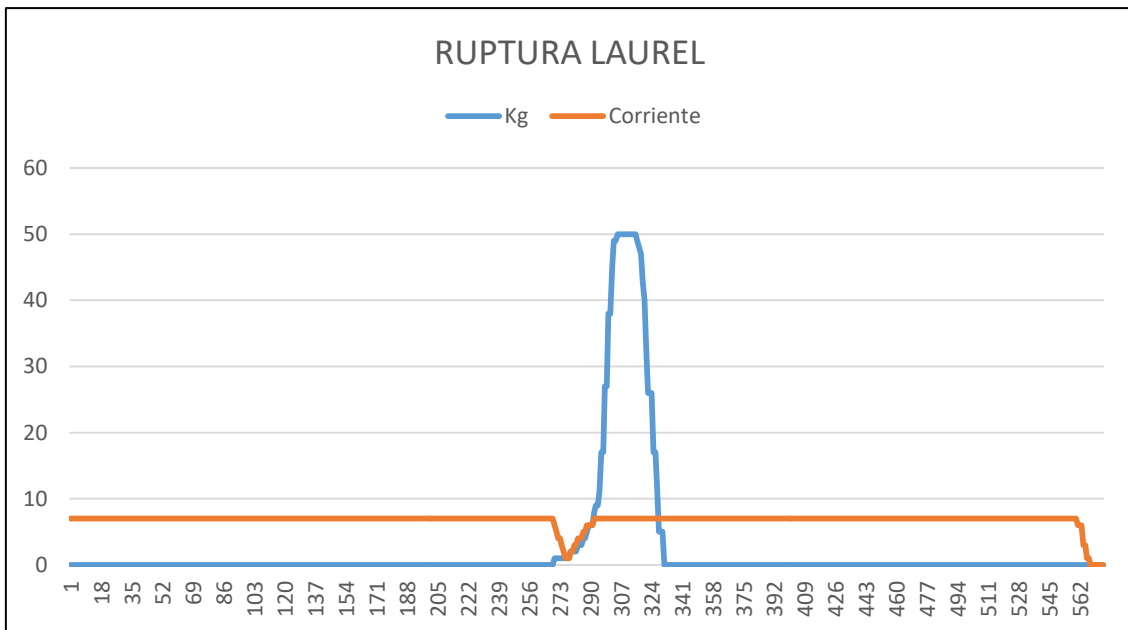


FIGURA 4. 60: Grafica de ruptura del laurel a 15 Hz. Sensor tipo S
Fuente: (Autores)

Cálculos para madera pino de 10x10x200 mm con el modulo didáctico de Fuerza.

$$MOR = \frac{3 * Pr * L}{2 * b * h^2}$$

$$MOR = \frac{3 * 20000g * 15cm}{2 * 1cm * 1cm^2} = 450 kg/cm^2$$

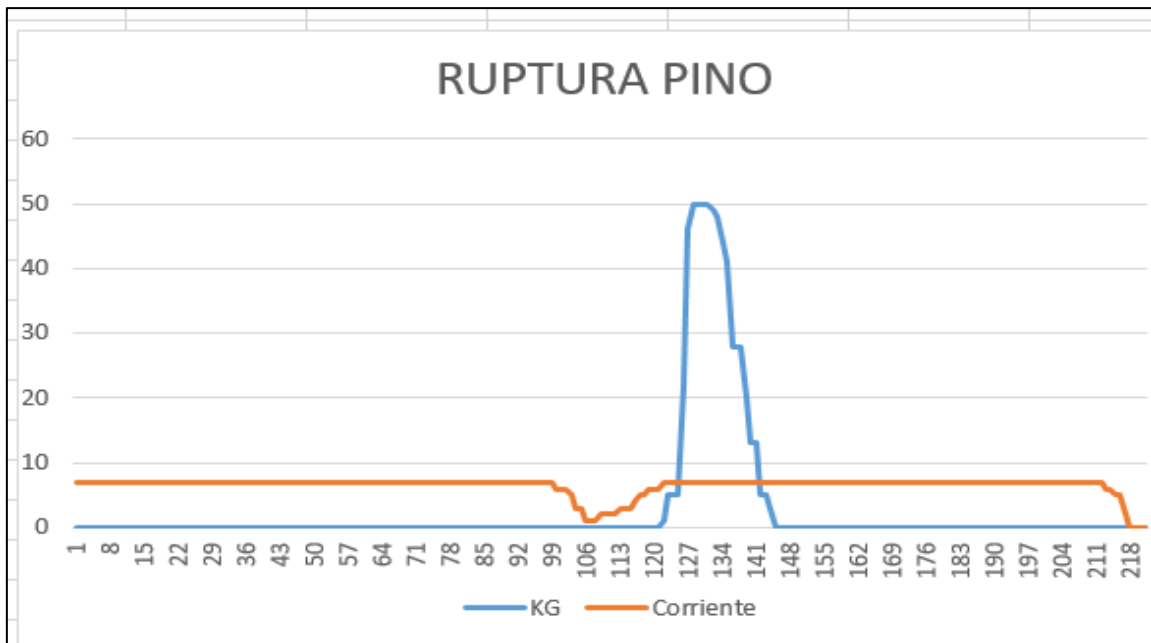


FIGURA 4. 61: Grafica de ruptura del Pino a 15 Hz. Sensor celda de carga

Fuente: (Autores)

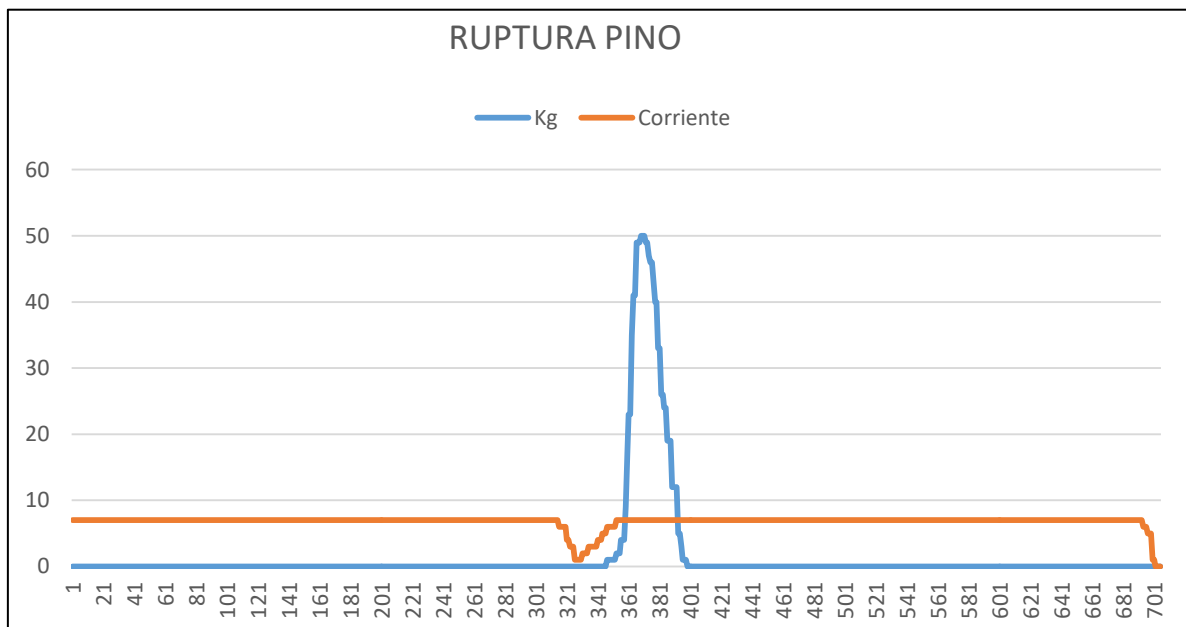


FIGURA 4. 62: Grafica de ruptura del Pino a 15 Hz. Sensor tipo S

Fuente: (Autores)

4.9.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

3. Conclusiones.

- Una vez relacionados con la práctica de ruptura en las maderas laurel y pino podemos observar el comportamiento del sensor celda de carga para el módulo didáctico de peso en el momento de ejercer la presión para romper la madera.
- Para el modulo didáctico de fuerza se observar el comportamiento y la curva característica del sensor tipo S al momento de realizar la ruptura en las maderas laurel y pino

Se puede realizar la comparación de las curvas de características en los módulos didácticos.

4. Recomendaciones.

- Antes de realizar la práctica se debe tener en cuenta que las conexiones de los terminales de los cables del motor, sensor final de carrera, sensor de peso (celda de carga) se encuentren conectados correctamente a las salidas del tablero.
- Para esta práctica se debe seleccionar el tipo de material menciona, maderas de laurel y pino de 10x10x200mm para no esforzar el módulo didáctico y producirle averías en las partes externas.

PRACTICA N°4

4.10. ENSAYO DE ESFUERZO EN LÍMITE PROPORCIONAL PARA MADERA DE 10MM X 10MM X 200MM EN LOS MÓDULOS DE PESO Y FUERZA.

4.10.1. OBJETIVO.

1. Realizar la práctica mediante la ejecución del programa.
2. Conocer los parámetros de comportamiento del sensor.
3. Censando el final de carrera.
4. Colocar la probeta indicada para las prácticas.
5. Conectado cualquier de los sensores de peso o fuerza en el orden de las etiquetas preestablecidas.
6. Analizar el comportamiento del esfuerzo en límite proporcional de los dos tipos de madera (LAUREL Y PINO).

4.10.2. DESARROLLO.

Para la ejecución de la práctica de esfuerzo en límites proporcional (DEFORMACION) se debe seleccionar en la interfaz la práctica deformación. Como se muestra en 4.63 la figura.



FIGURA 4. 63: Selección de práctica deformación

Fuente: (Autores)

4.10.3. MODO DE OPERACIÓN.

La práctica de flexión estática se la realizo con probetas de 10x10x200 mm que se observaran en la figura 4.64, la normativa ASTM D143-09 indica que la probeta para este tipo de ensayos es de 50x50x760 mm. Para este tipo de modules didácticos se vio la necesidad de modificar la probeta de pruebas y realizar el ensayo y calcular los parámetros del ensayo en del esfuerzo en el límite proporcional que suministra la máquina.

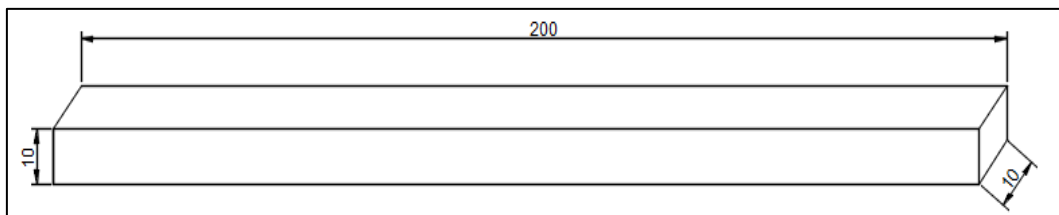


FIGURA 4. 64: Probeta.

Fuente: (Autores)

Para realizar esta práctica se escogió dos tipos de maderas (laurel y pino), que tiene como finalidad encontrar el límite de esfuerzo proporcional (ELP).

- **Procedimiento**

Medimos la altura (h) y el ancho (b) de la probeta, medimos la dimensión de la luz (L) entre los apoyos donde se vaya a colocar la probeta, este debe ser lo más centrado posible, en la figura 4.65 observamos la punta de prueba con la probeta de madera.

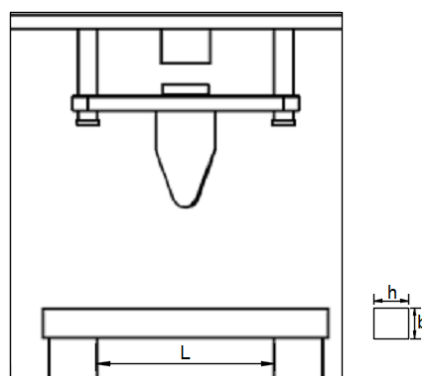


FIGURA 4. 65: Colocación de la probeta

Fuente: (Autores)

Una vez colocada la probeta en los apoyos del módulo didáctico nos dirigimos al programa Labview a la parte de la interfaz y así realizar el procedimiento para la ruptura de la madera, y podemos verificar el funcionamiento en el programa creado en el TIA Portal.

En la imagen 4.66 se observa los parámetros de programación para que actúe esta práctica.

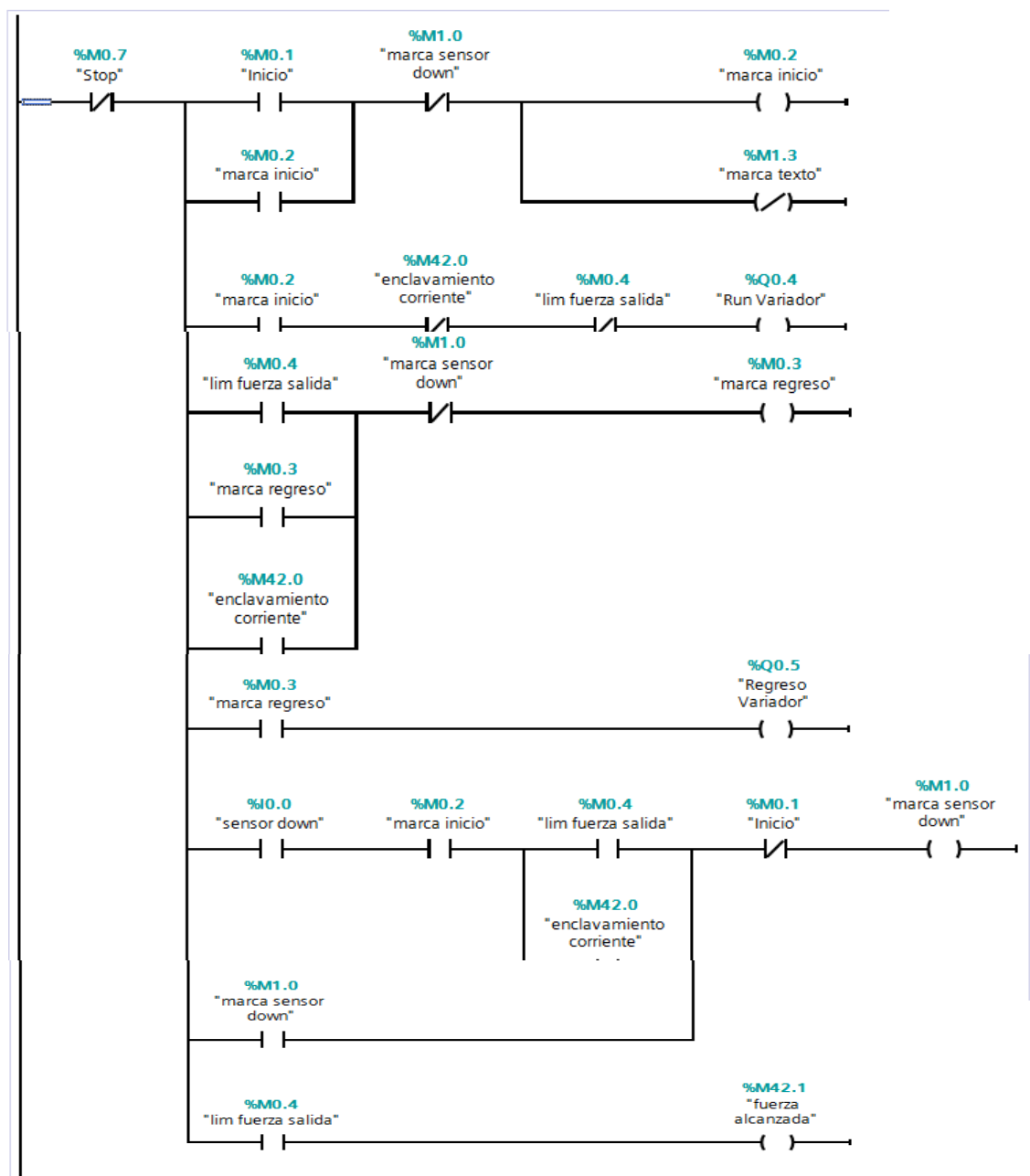


FIGURA 4. 66: Parámetros de programación.

Fuente: (Autores)

El objetivo de esta práctica es establecer un límite de fuerza, y realizar el análisis de la probeta, sometida a esta carga, en este segmento primero se enclava el pulsador inicio para que el motor empiece hacer el acenso, hasta llegar a medir el peso o fuerza prestablecido mediante Labview o a su vez se cense una sobrecorriente, en cualquiera de estas dos circunstancias el motor empezara a descender hasta topar el sensor final de carrera que está conectado en I0.0

La figura 4.67 se muestra el segundo segmento

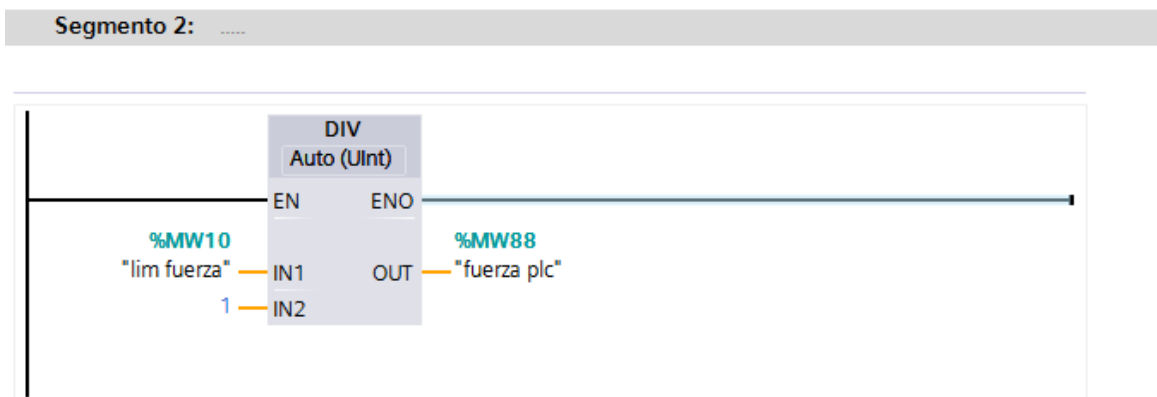


FIGURA 4. 67: Parámetros de programación

Fuente: (Autores)

Si el peso censado es mayor o igual al set point establecido se activará la marca límite de fuerza la misma que detiene el acenso del motor y a su vez retorna. Como se muestra en la figura 4.68.

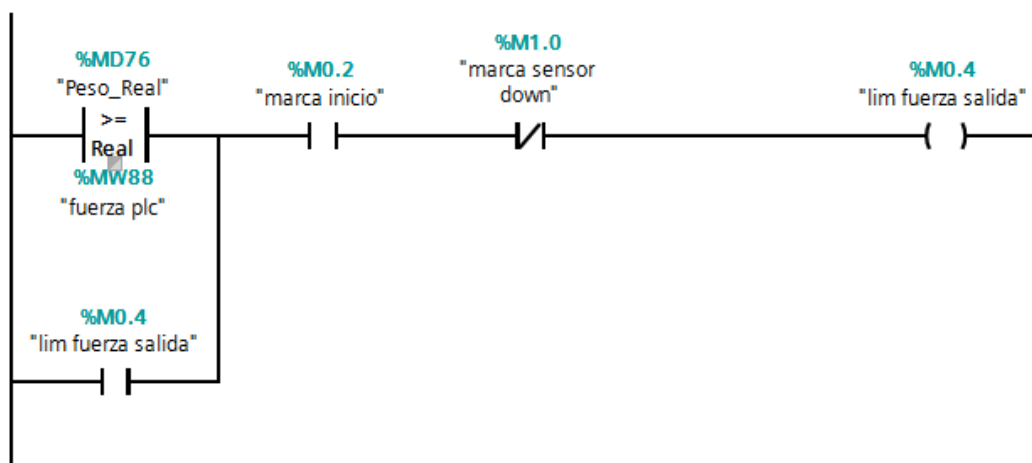


FIGURA 4. 68: Parámetros de programación.

Fuente: (Autores)

Una vez hechos los distintos ensayos con los dos tipos de madera se empieza a realizar los cálculos que se obtiene para este ensayo.

- Cálculo de esfuerzo en limite proporcional (ELP).

$$ELP = \frac{3 * P_p * L}{2 * b * h^2}$$

- **ELP**= Esfuerzo en limite proporcional (ELP)
- **P_p**= La carga en el límite de proporcionalidad en kilogramos fuerza.
- **L**= La luz de la probeta o la distancia de separación entre apoyos en cm.
- **b**= ancho de la probeta en cm.
- **h**= altura de la probeta.

Para la madera laurel de 10x10x200mm se tiene los siguientes cálculos con el modulo didáctico de Peso.

$$ELP = \frac{3 * P_p * L}{2 * b * h^2}$$

$$ELP = \frac{3 * 25000g * 15cm}{2 * 1cm * 1cm^2} = 5625 kg/cm^2$$

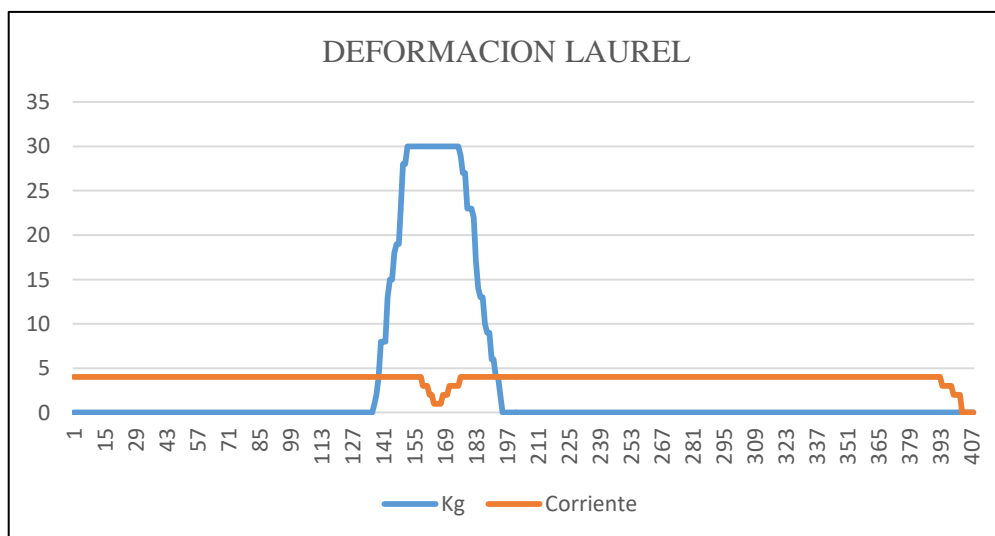


FIGURA 4. 69: Grafica de ruptura del laurel a 8 Hz. Sensor celda de carga

Fuente: (Autores)

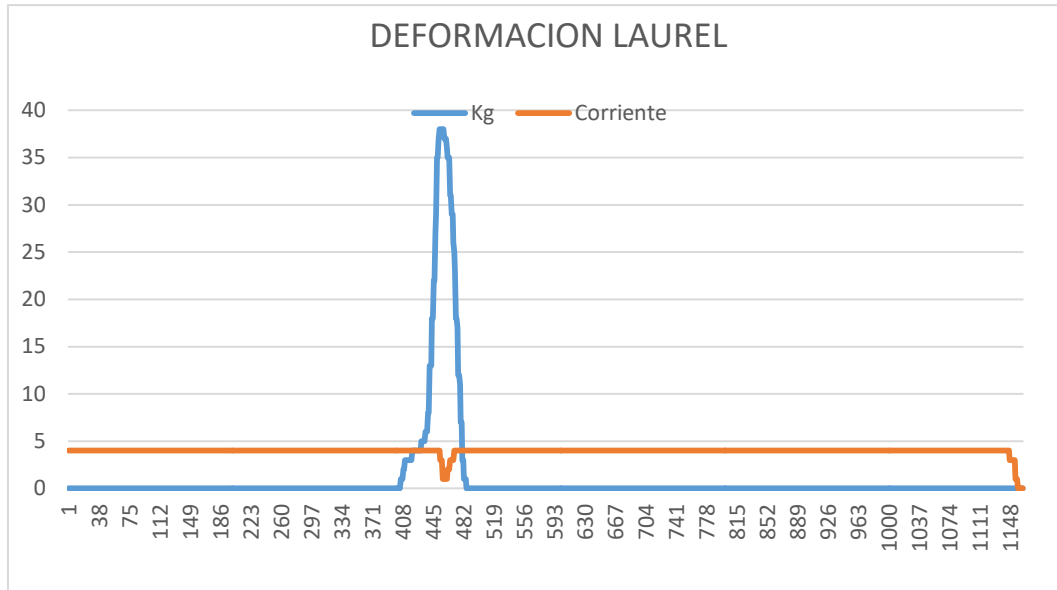


FIGURA 4. 70: Grafica de ruptura del laurel a 8 Hz. Sensor Tipo S

Fuente: (Autores)

Cálculos para madera pino de 10x10x200 mm con el modulo didáctico de fuerza

$$ELP = \frac{3 * P * L}{2 * b * h^2}$$

$$ELP = \frac{3 * 18000g * 15cm}{2 * 1cm * 1cm^2} = 405 kg/cm^2$$

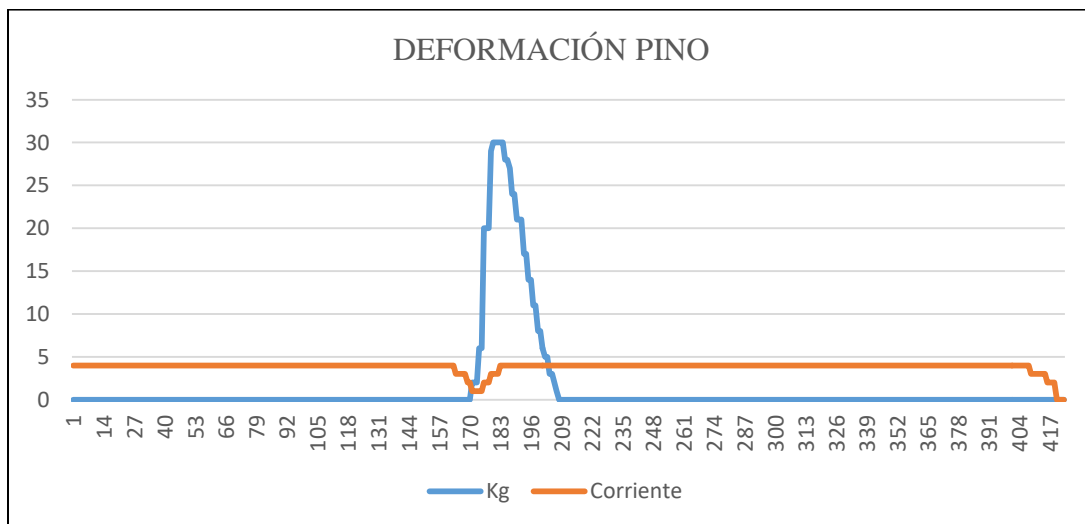


FIGURA 4. 71: Grafica de ruptura del Pino a 8 Hz. Sensor celda de carga.

Fuente: (Autores)

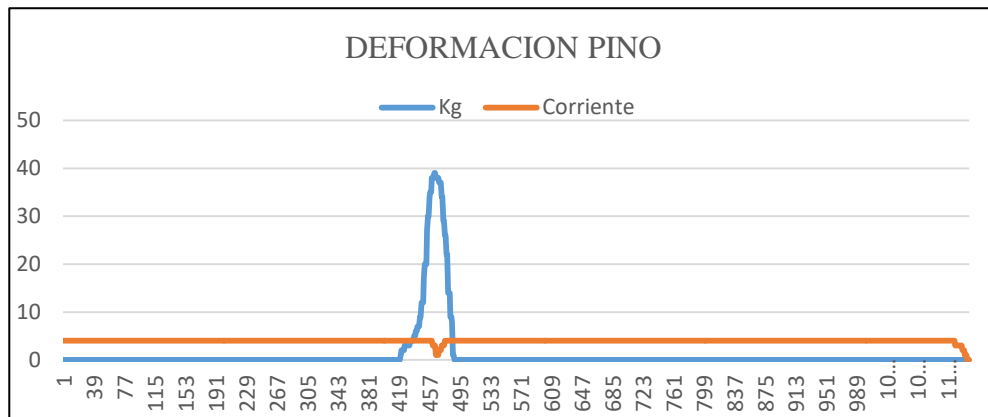


FIGURA 4. 72: Grafica de ruptura del Pino a 8 Hz. Sensor tipo S

Fuente: (Autores)

4.10.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Conclusiones.

- Para el modulo didáctico de fuerza se observar el comportamiento y la curva característica del sensor tipo S al momento de realizar el esfuerzo en limite proporcional en las maderas laurel y pino
- Una vez relacionados con la práctica de deformación en las maderas laurel y pino podemos observar el comportamiento del sensor celda de carga para el módulo didáctico de peso en el momento de ejercer la presión para deformar la madera.
- Se puede realizar la comparación de las curvas de características de los sensores en los módulos didácticos.

2. Recomendaciones.

- Antes de realizar la práctica se debe tener en cuenta que las conexiones de los terminales de los cables del motor, sensor final de carrera, sensor de peso (celda de carga) se encuentren conectados correctamente a las salidas del tablero.
- Para esta práctica se debe seleccionar el tipo de material menciona, maderas de laurel y pino de 10x10x200mm para no esforzar el módulo didáctico y producirle averías en las partes externas.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con la implementación de los módulos didácticos de peso y fuerza se dio a conocer el funcionamiento, curva de características, comportamiento de los sensores celda de carga y sensor tipo S, mediante los estándares de lectura de entrada analógica del voltaje 0 – 10v
- Los módulos didácticos de peso y fuerza están diseñados y es capaz de realizar el ensayo de flexión estática variando la velocidad del motor.
- Los módulos didácticos pueden realizar ensayos con un rango máximo de 50 Kg y 30 Kg ya que al momento de sobrepasar estos rangos podríamos dañar el sensor tipo “S” y celda de carga.
- Tras realizar pruebas con diferentes frecuencias se notó que la velocidad y fuerza de subida del conjunto de desplazamiento, sumado a la inercia del motor sobrepaso el límite de medición de los sensores, por esta razón se determinó que lo más óptimo para el buen funcionamiento del sensor es limitar el rango de frecuencia a valores bajos, para reducir la fuerza de impactó sobre los sensores de peso y fuerza.
- Con la información de los diferentes tipos de dispositivos de acondicionamiento descritos en el capítulo dos se pudo concluir que el Transductor o transmisor de pesaje tipo KM02 cumple con las especificaciones para el funcionamiento de los sensores sin necesidad de implementar otro tipo de dispositivos o configuraciones.
- Al realizar prácticas con una carga predeterminada se establece la fuerza, peso con que se llega a la deformación o ruptura de este y obtener un registro y comparar los límites de resistencia que poseen los materiales.

- Al realizar las prácticas con la madera de pino y laurel se pudo observar y comparar que el Esfuerzo en el límite proporcional (**ELP**) y el Modulo de ruptura (**MOR**) son diferentes al momento de sufrir esfuerzos, se realiza la comparación con las maderas que se encuentran en la tabla 2.5.
- En los módulos, para obtener el análisis de las variaciones de la fuerza y peso de las practicas se logró efectuar la comunicación Ethernet entre el PLC S7-1200, realizando la programación en el software Step7 TIA Portal y el OPC SERVER de National y controlar las variables en el software Labview.
- Se implementó el interfaz humano maquina HMI para visualizar en tipo real las variables de peso y corriente de los sensores.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la operación de los módulos didácticos de peso y fuerza se debe tomar en cuenta el orden de activación y comunicación de la Interfaz Humano Maquina (HMI).
- Para realizar prácticas que involucran materiales mucho más resistentes se recomiendan un cambio de sensor de mayor capacidad.
- Se recomienda no alterar la frecuencia establecida en el programa para no crear una fuerza de impactó que sobrepase lo soportado por los sensores.
- Para evitar daños en los módulos didácticos de peso y fuerza se recomienda una revisión externa de sus partes, poniendo atención en la placa de deslizamiento la cual debe estar en contacto con el sensor fin de carrara para dar inicio al proceso.
- Se recomienda conectar los elementos que se acoplan a la parte frontal del tablero de acuerdo a las etiquetas establecidas, y al módulo que esté funcionando en ese instante.

- Se recomienda utilizar las probetas ya establecidas para los módulos didácticos de peso y fuerza con el fin de no sobrepasar el límite de carga que admiten los sensores.
- Antes de iniciar practica verificar que esté conectado un solo sensor de peso a la vez.

5.3. BIBLIOGRAFÍA Y LINGÜÍSTICA

AISI, I. E. (s.f.). <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0114.1975.pdf>.

Obtenido de www.sumitec.com suministros tecnicos s.a.

ALIBABA. (2016). *ALIBABA.COM*. Obtenido de ALIBABA.COM.

Álvarez, M. P. (2007). *Controladores Lógicos*. Barcelona: Marcambo.

Autores. (s.f.).

CABLE, G. (s.f.). http://www.kywi.com.ec/files/GENERAL_CABLE.

Chapman, S. J. (2012). *Maquinas Electricas 5ED*. En S. Chapman, *Maquinas Electricas* (págs. 386-387). Mexico: McGraw-Hill.

Cruz, F. (28 de 11 de 2015). *Geocities*. Obtenido de Manometros:

http://www.geocities.ws/leon_df/manometros.html

Cruz, N. J. (14 de octubre de 2012). *Electricidad y electronica industrial Aplicaciones de electricidad y electronica*. Obtenido de Electricidad y electronica industrial Aplicaciones de electricidad y electronica:

<https://es.scribd.com/doc/109993081/Electricidad-y-Electronica-Industrial-Campo-de-Aplicacion#scribd>

Cruz, N. J. (14 de octubre de 2012). *Electricidad y electronica industrial Aplicaciones de electricidad y electronica*. Obtenido de Electricidad y electronica industrial Aplicaciones de electricidad y electronica:

<https://es.scribd.com/doc/109993081/Electricidad-y-Electronica-Industrial-Campo-de-Aplicacion#scribd>

DESCOM. (2016). *DESCOM, MAQUINAS Y EQUIPOS*. Obtenido de

<http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Maquinas%20y%20equipos/motores.htm>

ERHSA. (2016). *Erhsa*. Obtenido de

<http://www.erhsa.com/html/electronicos/variadores/lisis-ig5a.html>

INSTRON. (MARZO de 2016). *INSTRON*. Obtenido de <http://www.instron.com.ar/es-ar/products/testing-systems>

INSTRUMENTS, N. (2016). *NATIONAL INSTRUMENTS*. Obtenido de NATIONAL INSTRUMENTS.

Jacques, S. (2002). *Variadores de Velocidad*. Barcelona-España: Schneider Electric S.A.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. (1989). *Manual Secado De Maderas*. Cartagena: Grupo Andino.

KELI. (2016). *HOJA DE DATOS CELDA TIPO S*.

KELI. (2016). *Manual De Uso Celda Tipo AMI*.

LS CONTROL. (2016). *LSCONTROL*. Obtenido de <http://www.lscontrol.com.ar/index.php/productos/variadores/ig5a>

Maraña, J. C. (2005). Instrumentacion y Control de Procesos. En J. C. Maraña, *Instrumentacion y Control de Procesos* (pág. 11).

Maraña, J. C. (2005). Instrumentacion y Control de Procesos. En J. C. Maraña, *Instrumentacion y Control de Procesos* (págs. 19-20).

Maraña, J. C. (2005). Instrumentacion y control de procesos . En J. C. Maraña, *Instrumentacion y control de procesos* (pág. 11).

MatrikonOPC. (2016). *Que es un servidor OPC*. Obtenido de MatrikonOPC.

MK SOLUTIONS (USA) CO. LTD. (2014). *Manual de Usuario Transductor KM02A*. Las Vegas, Nevada.

Molina, J. (2006).

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9276/6/LENGUAJES%20DE%20PROGRAMACION%20DE%20PLC.doc>. Obtenido de Lenguajes de Programacion de PLC.

Moreno, M. (s.f.). *Controlador Logico Programable*. buenos aires, Argentina .

MOTH, R. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas* (Cuarta ed.). México: Pearson Educación.

Motores, w. U. (2016). *Guía de Especificación de Motores Eléctricos*. Brasil.

NATIONAL INSTRUMENTS. (s.f.). Introduccion a LABVIEW. En N. INSTRUMENTS, *Introduccion a LABVIEW* (págs. 1-2).

NONNAST, R. (1993). *El proyectista de estructuras metalicas 1*. Madrid: PARANINFO S.A.

OMEGA. (2016). *OMEGA*. Obtenido de <http://cl.omega.com/pptst/LC101.html>

PÉREZ, F. (s.f.). PÉREZ, FERNANDO. En F. P.-M. PÉREZ, *OPC-LABVIEW* (págs. 12-2).

PLC, A. (s.f.). <http://www.abbplc.com>. Obtenido de <http://www.abbplc.com>.

PLC, s. (s.f.). <http://www.schneider-electric.com>. Obtenido de <http://www.schneider-electric.com>.

QUIMINET. (2016). *QUIMINET.COM*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/gato-hidraulico-funcionamiento-y-tipos-2650085.htm>

Róbaló, Á. T. (2014). *Simatic S7-1200 Grado de ingenieria Electronica Industrial y Automatica*.

ROELL, Z. (2016). *ZWICK ROELL*. Obtenido de ZWICK ROELL.

Roncancio, H. A. (2001).

S.A, M. (2012-2016). *MICROTEST, S.A*. Obtenido de MICROTEST, S.A.

Siemens. (12 de 2009). *Software SIMATIC*. Obtenido de Software SIMATIC: https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/step7_s71200/pages/step7basicparas7-1200.aspx

SIEMENS. (2012). *SIWAREX WP231 Sistema de pesaje electrónico*.

SIEMENS. (s.f.). *Sistema de pesaje. Módulo de pesaje SIWAREX WP241*.

SIMATIC. (2012). *Manual del sistema S7 controlador programable*.

Solé, A. C. (2010). Instrumentación Industrial. En A. C. Solé, *Instrumentación Industrial* (pág. 94).

SOLIDWORKS CORPORATION. (2006). *Conceptos Básicos de SolidWorks*. Concord, Massachusetts.

Systems, L. I. (mayo de 2010). Manual de Variador IG5A.

TU TIENDA LLANTERA. (2016). *TU TIENDA LLANTERA*. Obtenido de <http://tutiendallantera.com/66-gatos-hidraulicos>

ANEXOS

ANEXOS 1

FOTOGRAFÍAS

1. Corte y ensamblado de los ejes de desplazamiento y placas fijas inferior y superior.



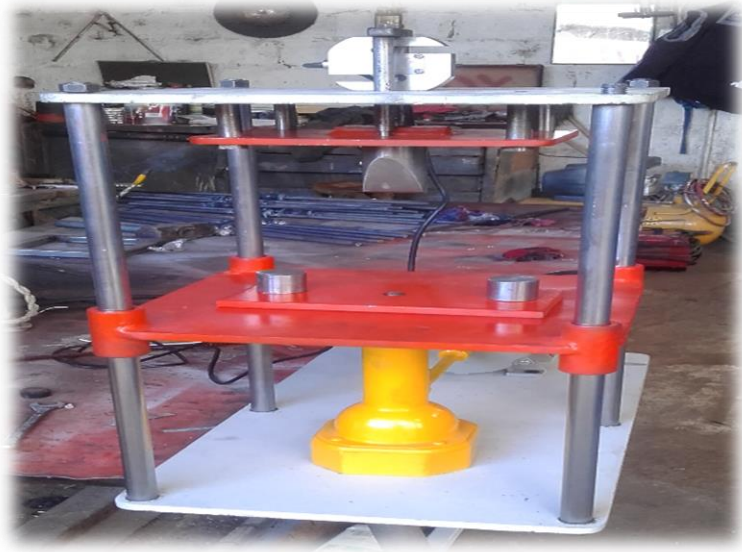
2. Corte y fijación de bocines a la placa de deslizamiento, y montaje de esta.



3. colocación y pintada de placa de deslizamiento.



4. Colocación y fijación de las partes que conforman la estructura mecánica.



5. Fijación del acople del motor con el gato mecánico



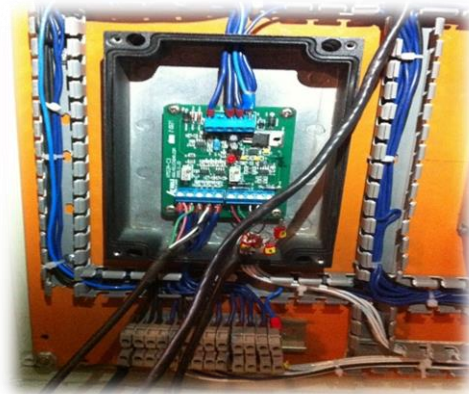
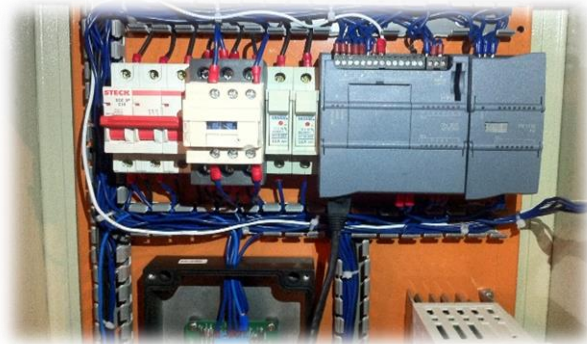
6. Presentación del armado eléctrico del tablero.



7. Inicio del cableado del tablero eléctrico.



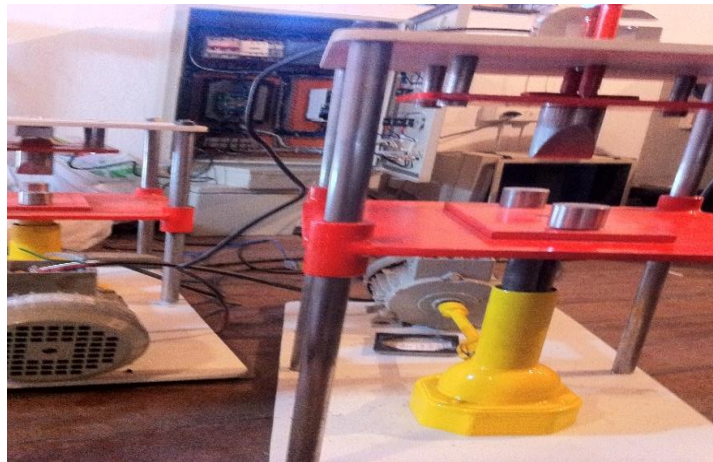
8. Cableado interno del tablero eléctrico (PLC, transmisor de pesaje, circuito de fuerza).



9. Señalización de la parte externa del tablero.



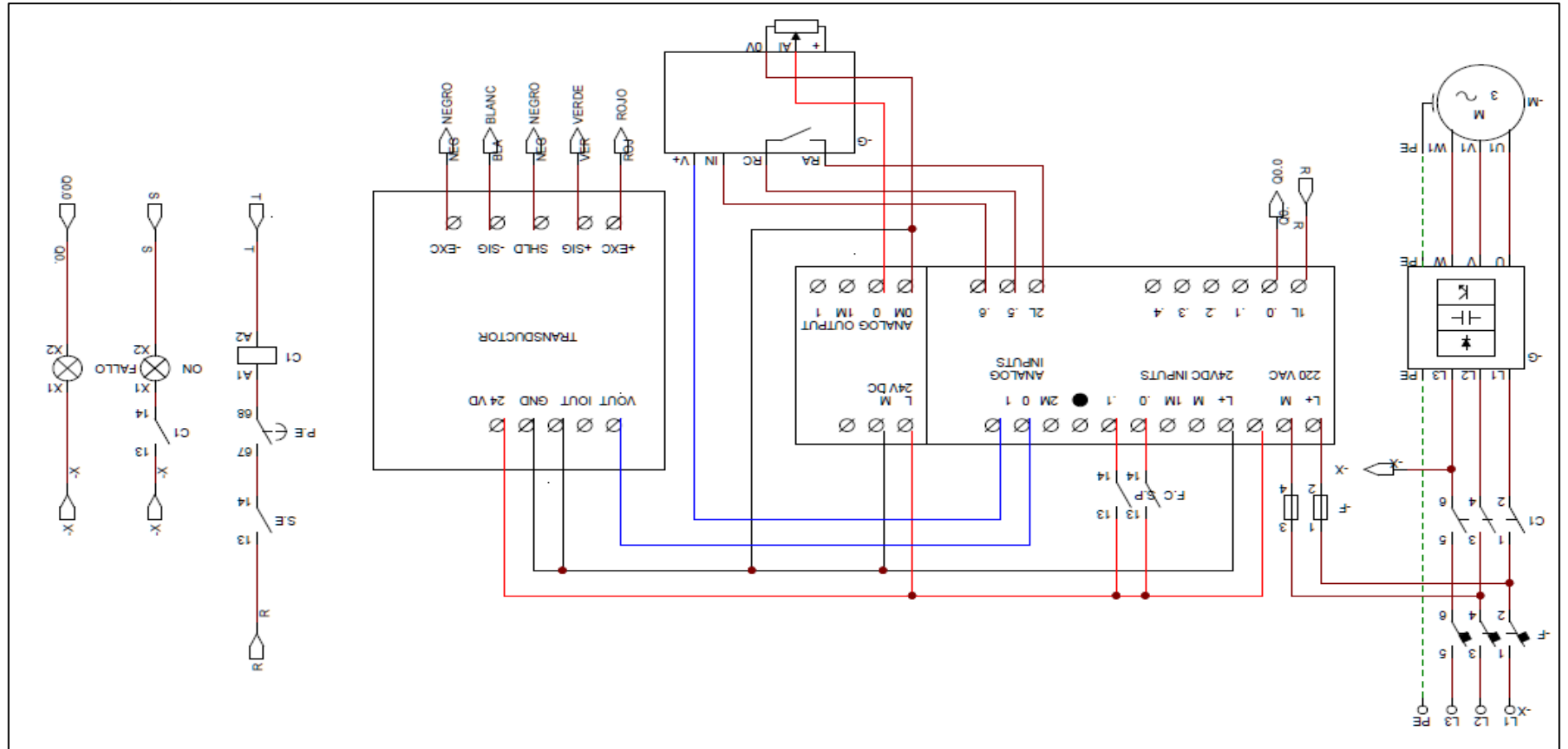
10. Prueba de funcionamiento de los módulos



11. Parte externa señalización y finalización del tablero eléctrico.



12. Diagrama eléctrico



ANEXOS 2

Manual de Operaciones (se encuentra en CD)

Manual tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador (se encuentra en CD)

Manual transmisor de pesaje km02a (se encuentra en CD)