

Máquina universal de ensayos destructivos: instrumentación, control y supervisión de datos

Montalvo P. Anderson, Valencia C. Felito, Mosquera Washington.
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte.
aamontalvop@utn.edu.ec, frvalenciac@utn.edu.ec, wgmosquera@utn.edu.ec

Resumen— La Universidad Técnica del Norte, dentro de su programa de innovación tecnológica, busca tener las mejores herramientas para el aprendizaje de los estudiantes en los diferentes laboratorios que posee. El implemento de una máquina universal de ensayos destructivos, la cual sirve para comprobar la resistencia de un material a cierta fuerza aplicada, ayuda a las diferentes carreras de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) a la realización de varios proyectos. Este trabajo se enfoca en la automatización y control, mediante el uso de un PLC, además de la adquisición y supervisión de datos en una interfaz HMI diseñada en Labview. La metodología que se utilizó consiste en determinar el funcionamiento básico de la máquina mediante un diagrama de flujo para luego determinar los dispositivos que intervienen en el sistema, realizar el diagrama GRAFCET para luego llevarlo a la programación en Ladder. Se estableció la comunicación entre el PLC y HMI de Labview a través de OPC Server para el envío y recepción de datos. También se incorpora una base de datos, donde, los datos obtenidos en cada práctica se almacenan para próximos estudios. Ambos sistemas permitirán acoplarse a futuros elementos, en caso de ser necesario, para tener un mayor control sobre la máquina.

Palabras clave— Grafset, Labview, máquina de ensayos, OPC Server, Xinje, HMI.

I. INTRODUCTION

En la zona norte del país no se cuenta con un laboratorio de prueba de materiales que sirva para dar soporte a los experimentos realizados en materiales, y en todas las áreas de ingeniería, debido a los excesivos costos que este representa a pesar de existir rentabilidad en su uso, debido a que estas máquinas son utilizadas en la industria para el control de calidad de materiales metálicos y no metálicos.

En la actualidad la Universidad Técnica del Norte requiere la adquisición de una herramienta de trabajo que realice este tipo de pruebas que permitirá el desarrollo de ensayos destructivos, tracción, flexión, compresión, además de existir la necesidad de contar con una herramienta que permita fortalecer los conocimientos en el área de la mecánica de materiales para sus proyectos de investigación.

En la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas se han propuesto diversas pruebas de ensayo de materiales para trabajos de tesis o investigaciones, para las mismas es necesario contar con un laboratorio de

pruebas y ensayos de materiales y así poder cubrir las necesidades de la zona norte del país, las pruebas o ensayos se ha ejecutado fuera de la institución generando altos costos a las actividades elaboradas. Por tal razón existe la necesidad de construir una máquina que nos permita realizar los ensayos necesarios y brindar servicio para el desarrollo de distintos estudios.

Este proyecto pretende que el funcionamiento de la máquina sea automatizado de tipo industrial con el uso de un PLC y la instrumentación necesaria para controlar todos los componentes de la máquina, las señales y datos de esfuerzo y deformación serán visualizadas en el HMI, donde los datos simulados sean visualizados en tiempo real y a su vez sean almacenados para posteriores estudios. Además, el control directo desde una interfaz a los elementos de la máquina pasando por una comunicación con el PLC.

Se puede encontrar diversos medios para el control, la automatización, la mayoría de estas están programadas con el uso de componentes electrónicos y la visualización de los datos obtenidos en diferentes prácticas se puede realizar en varios software, tal es el caso de la tesis “Diseño e implementación de un sistema electrónico – informático para aplicaciones en ensayos en la máquina universal” [1] la cual utiliza el software LabView para seleccionar el tipo de ensayo que se va a realizar con el tipo de probeta y la visualización de los datos obtenidos, estos datos los obtienen mediante el uso de una tarjeta DAQ USB 6211, y mediante esta tarjeta realiza el sistema de control está realizado de manera electrónica con acondicionadores de señales y componentes a 5 VDC, para la adquisición de datos digitales y analógicos.

En la tesis “Diseño y construcción de una máquina básica de ensayos destructivos de tracción y torsión” también se usan dispositivos electrónicos, pero esta vez la programación la realizan con microcontroladores y haciendo uno de una LCD como HMI y visualizar los resultados del ensayo, se utilizan circuitos de acople para los circuitos de potencia.

En la tesis denominada “Reparación y automatización de una máquina universal de ensayos” [2] usa el software LabView, para la visualización de la gráfica en tiempo real, almacenamiento de datos en un archivo de Excel e imprimir el resultado del ensayo, usan una tarjeta de adquisición de datos para la comunicación.

La mayoría de las máquinas utilizan este tipo de control combinado en electrónica y electricidad, en este caso, para evitar los acondicionamientos de señales y construcción de placas electrónicas la automatización será de tipo industrial a 110 VAC para el funcionamiento del circuito de potencia y 24

VDC para los dispositivos de control, ya que los sensores utilizados en esta máquina son de alimentación a 24 VDC. Para la lectura y control de señales se hará uso de un PLC y éste se comunicará con la interfaz HMI, mediante una comunicación 2323, que estará diseñada en el software Labview, para la visualización de resultados y control de varios componentes, en este caso no se usa tarjetas de adquisición de datos, y mediante el software LabView, visualizar el proceso en tiempo real, almacenamiento de datos en ACCESS, e impresión de un informe al término del ensayo respectivo.

En nuestra universidad y en la zona norte del país existe gran demanda en la implementación de herramientas de trabajo para obtener la validación de pruebas para distintos materiales, realizar ensayos de resistencia de metales y no metales obteniendo los análisis y resultados necesarios para dar solución a diversos problemas.

Por este motivo se desarrolla un sistema de automatización, control y supervisión de datos para la máquina universal de ensayos. Un sistema automatizado permite una mejor coordinación de los componentes acogiendo las diferentes señales de cada elemento dando paso a la siguiente secuencia del programa, además de ser un medio seguro para el funcionamiento de cualquier máquina y seguridad para los operadores.

II. IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

En nuestra universidad y en la zona norte del país existe gran demanda en la implementación de herramientas de trabajo para obtener la validación de pruebas para distintos materiales, realizar ensayos de resistencia de metales y no metales obteniendo los análisis y resultados necesarios para dar solución a diversos problemas.

Por este motivo se desarrolla un sistema de automatización, control y supervisión de datos para la máquina universal de ensayos. Un sistema automatizado permite una mejor coordinación de los componentes acogiendo las diferentes señales de cada elemento dando paso a la siguiente secuencia del programa, además de ser un medio seguro para el funcionamiento de cualquier máquina y seguridad para los operadores.

III. METODOLOGÍA

A continuación, se nombran los pasos para ejecutar para realizar el control de la máquina: descripción del sistema, diagrama de flujo, dispositivos que intervienen, selección del PLC, programación del PLC, celda de carga, extensómetro, cálculo de calibre de cables, cálculo de protecciones

A. Descripción del sistema

Para llevar a cabo la descripción del sistema o proceso se requiere recabar la siguiente información: procedimiento que se debe seguir en la operación (arranque, paro), dispositivos que intervienen en el proceso (sensores, transductores, motores, interruptores etc.), variables a medir, variables a controlar, variables a monitorear, rangos de operación, función de los dispositivos, entradas y salidas. [3]

La máquina universal de ensayos es una máquina con un proceso fácil de controlar. Es un sistema de lazo abierto en el que la salida no tiene efecto sobre la acción del controlador, es decir, la salida ni se mide ni se realimenta para compararla con la entrada. Por lo tanto, para cada valor de referencia corresponde una condición de operación fijada. [4].

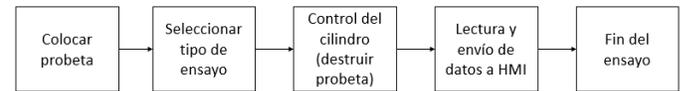


Fig. 1: Sistema de lazo abierto de la máquina

B. Diagrama de flujo

Como se mencionó anteriormente, el funcionamiento de la máquina universal de ensayos es un sistema de lazo abierto; el control y las acciones de la máquina son sencillas ya que no es necesario realizar una realimentación en el sistema.

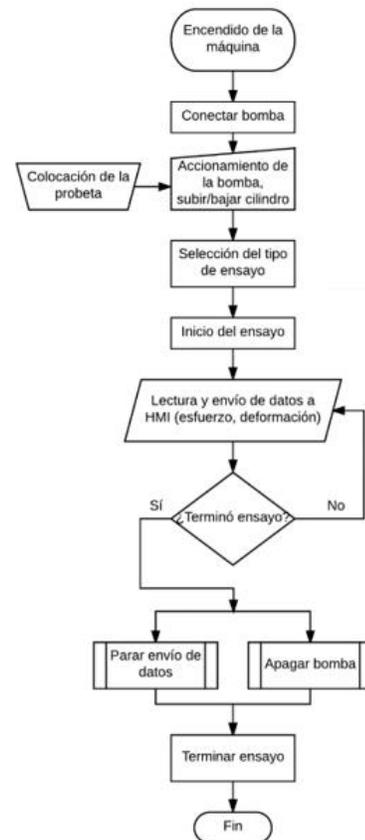


Fig. 2: Diagrama de flujo

C. Dispositivos que intervienen

Dispositivos necesarios para el funcionamiento básico de la máquina universal de ensayos.

Tabla 1: Dispositivos que intervienen

Dispositivo	Descripción
Bomba hidráulica y motor.	Usada para el accionamiento de la parte móvil de la máquina universal de ensayos. Se utilizan para colocar la probeta en la máquina y ejercer la presión necesaria para destruir el

	material.
Celda de carga	Mide la fuerza ejercida en el ensayo.
Extensómetro	Mide la deformación de la probeta o material al cual se realiza el ensayo.
Finales de carrera	Determinan el límite de recorrido del cilindro de la bomba hidráulica.

D. Selección del PLC

Seleccionar el PLC adecuado para una máquina o proceso implica evaluar no solamente las necesidades actuales, sino también los requerimientos futuros. Si los objetivos presentes y futuros no son apropiadamente evaluados, el sistema de control podría quedar rápidamente inadecuado y obsoleto. [5]

Determinar el número de entradas y salidas requeridas es el primer paso en la selección de un controlador. Luego de que se haya detallado el funcionamiento de la máquina o proceso, la determinación de la cantidad de entradas y salidas es simplemente una tarea de contabilizar los dispositivos discretos y analógicos que serán monitoreados o controlados. Esta contabilización ayudará a identificar el tamaño mínimo del PLC. Se debe recordar que el controlador debería permitir futuras expansiones y reposiciones, en el orden del 10% al 20%. [5].

Con un requisito mínimo de 8 entradas digitales, 2 entradas analógicas; y, 7 salidas digitales, se procede a la selección del PLC. Una matriz de selección con una valoración de 5 puntos de acuerdo a las ventajas desventajas señaladas de las diferentes alternativas en los incisos (costo, costo de software, capacidad de ampliación, entradas y salidas mínimas, intercomunicación) se tomó en cuenta los datos obtenidos en la matriz de decisión y considerando las necesidades de la máquina universal de ensayos se puede determinar la opción más viable, se determinó que la opción más viable es el PLC XINJE XC3- 24R-C por las características antes mencionadas.

E. Programación del PLC

Existen dos formas de programación para el PLC: el método heurístico o informal (función memoria) y el método formal (GRAFSET). El método grafset es el que mejor se acopla a la programación por procesos.

Antes de realizar el diagrama GRAFCET se deben describir las entradas y salidas que intervienen en el programa para tener una mejor visualización del mismo. Se debe tener en cuenta realizar un diagrama de ambiente; como se ve en la figura, tenemos las entradas las cuales entregan la información necesaria para que el sistema de control inicie el proceso y por ende brinde salidas al sistema de control que se maneja.

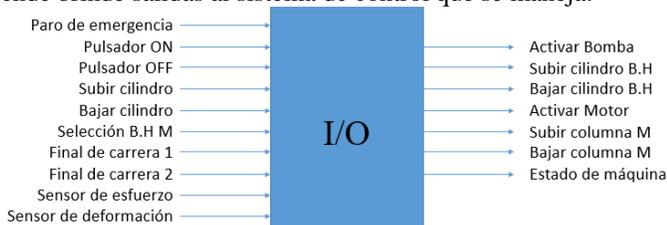


Fig. 3: Diagrama de ambiente

F. Diagrama GRAFCET

Es un grafo, o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acción es a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. En la figura 4 se muestra el diagrama grafset del sistema.

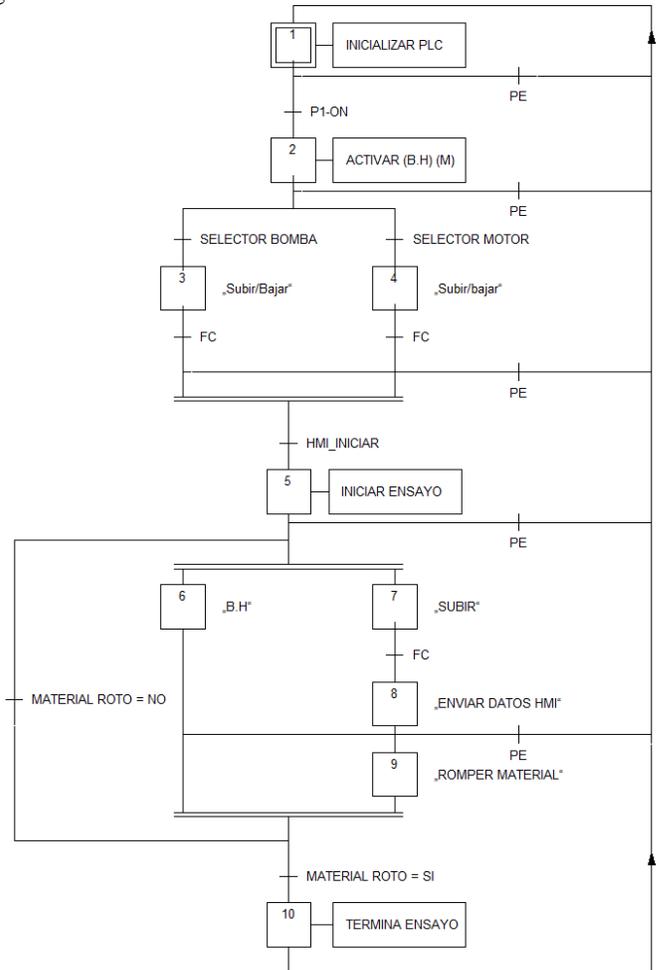


Fig. 4: Diagrama grafset del sistema

G. Programación en el software XCP PRO

Para programar el PLC XINJE XC3- 24R-C de 24 I/O se utiliza el software gratuito denominado "XCP PRO" en su versión 3.3. El modo de programación del software es el "Ladder" o también llamado "programación gráfica", muy popular dentro de los autómatas programables, aunque también tiene la opción de programarlo en lenguaje tipo "C".

H. Comunicación PLC Xinje y Labview 2014

Para la comunicación del PLC Xinje con Labview se utiliza uno de los módulos de Labview llamado Datalogging and Supervisory Control (DSC), en su versión 2014 para este caso.

DSC es un complemento de LabVIEW, ideal para desarrollar su HMI/SCADA o aplicaciones de registro de datos de muchos canales. Con LabVIEW DSC, usted puede desarrollar de manera interactiva un sistema de monitoreo y control distribuido que va desde docenas hasta decenas de miles de etiquetas. [4]

I. NI OPC Servers

Software para Establecer Interfaz a Dispositivos de Automatización Industrial. El puente de Servidores NI OPC convierte protocolos industriales a los protocolos abiertos. La combinación de los Servidores NI OPC y LabVIEW ofrece una sola plataforma para brindar medidas y control de alto rendimiento a sistemas industriales. [7]

Una de las características más importantes de esta extensión de Labview es que incluye controladores para PLCs, que van desde PLCs de legado basado en serial hasta los últimos PLCs basados en Ethernet.

J. Celda de carga

Es un dispositivo electrónico desarrollado con la finalidad de detectar los cambios eléctricos provocados por una variante en la intensidad de un peso. La celda de carga en la máquina universal de ensayos mide la fuerza aplicada a la probeta hasta y nos ayuda a calcular la fuerza máxima soportada por el material.

K. Extensómetro

Este dispositivo mide la deformación producida por la fuerza aplicada en la probeta o material a ensayar. Existen muchos tipos de extensómetros, pero su principio de funcionamiento es el mismo.

L. Adquisición de datos

Medición de la fuerza aplicada.

En este caso, la máquina universal de ensayos se basa en ensayos para materiales bajo la norma ASTM 50, se tomará como base una celda de carga de 50 Toneladas para las simulaciones.

Este tipo de celda de carga posee una sensibilidad de 2mV/V y la fuente de voltaje del tablero es de 24 V. Dados los datos se calcula la respuesta a la sensibilidad de la celda de carga.

$$V_{out} = \text{sensibilidad} * V_{alimentación}$$

Ecuación 1: Respuesta a la sensibilidad

Esto quiere decir que, si la celda de carga tiene una alimentación de 24V y no se le coloca peso o fuerza, el sensor tendría una salida de 0mV. Si se coloca un peso o fuerza de 50T, se tendría una salida de 48mV. Debido a que el voltaje es muy bajo, se necesita el uso de un amplificador de señal especial para celdas de carga.

Los valores de voltaje leídos por el PLC y son transformados a bits, se puede observar la relación entre voltaje de entrada y los bits de lectura del PLC en la siguiente figura:

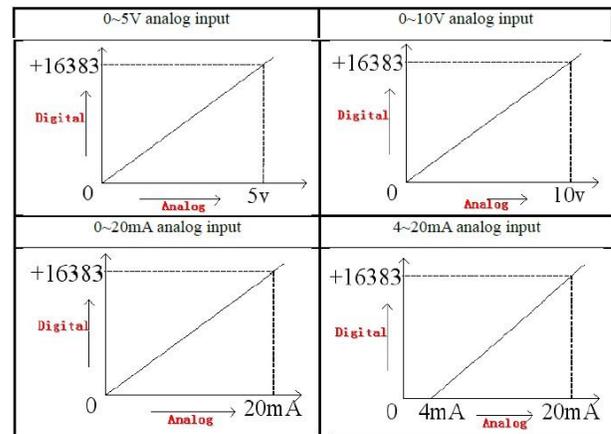


Fig. 5: Relación entre el voltaje de entrada y los bits de lectura

Fuente: Xinje

La conversión del voltaje a los bits que reconoce el PLC es lineal, en la simulación se utilizó la configuración de la entrada analógica de 0-10V para probar la comunicación y el funcionamiento de la programación.

$$Y = 1638,3 * V_{in}$$

Ecuación 2: Conversión de voltaje a bits de lectura del PLC

Medición de la deformación del material

La lectura de la deformación del material se lo realiza mediante un extensómetro, este sensor posee una salida de señal analógica de 2 a 4mV/V. El principio de funcionamiento del extensómetro es similar al de la celda de carga, en ambos casos se necesita amplificar y acondicionar dichas señales para que puedan ser recibidas por el PLC. De igual manera que en la celda de carga, se utilizó la configuración de 0-10V para la lectura de datos.

M. Diseño del tablero de control

Como se dijo anterior mente, este sistema permitirá futuros elementos en caso de ser necesario, por ello, el tamaño del tablero de control está sobredimensionado. Se decidió llevar el diseño del tablero a un software donde se tomaron los dispositivos medidas reales para darnos una idea del diseño final del tablero.

1. Panel frontal

Para el panel frontal se tomó en cuenta las recomendaciones dadas por el encargado del laboratorio, el HMI estará instalado en una computadora portátil la cual estará guardada en el laboratorio y se conectará al PLC cuando se dé uso a la máquina. La mayoría de los indicadores están ubicados en el HMI por lo que en el panel frontal del tablero solo se colocaron controles e indicadores básicos del estado de la máquina incluido un paro de emergencia.

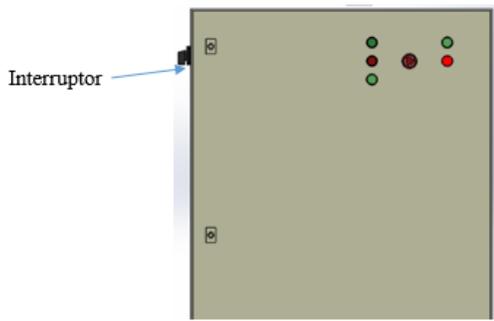
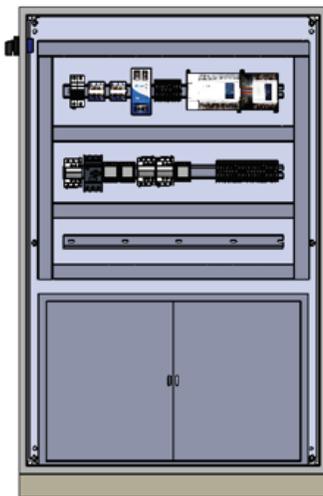


Fig. 6: Panel frontal

Pulsadores
Indicadores
Paro de emergencia

2. Panel interno

Para el diseño de la parte interior se tuvo varias consideraciones para la colocación de los dispositivos en una disposición jerárquica. En la parte superior se tiene las protecciones de alimentación, borneras de alimentación y fuente de poder y el sistema de control, en este caso el PLC, el cual realiza todo el proceso. A continuación, se dispuso de los dispositivos de accionamiento como el control de encendido de la bomba hidráulica, guardamotor, relés de activación para las electroválvulas del cilindro y borneras de conexión las cuales tienen las conexiones exteriores al tablero.



Protecciones, fuente, sistema de control.

Accionadores, guardamotor, borneras.

Línea libre.

Cajoneras

Como el proyecto va a ser modificable a futuro, se dejó una línea libre para colocar más componentes de control, en la parte inferior se dispuso de unas cajoneras para guardar los materiales de la máquina universal de ensayos como: probetas, cables, destornilladores, mordazas, etc.

N. Selección de cables

Para la parte de potencia y de alimentación desde el tomacorriente alterno de 120V se alimentará a: la fuente de poder de 24V/5A, bomba hidráulica, motor y 2 electroválvulas.

Tabla 2: consumo de corriente de los elementos

Elemento	Corriente (A)
Fuente 24V/5A	1 A
Bomba hidráulica	10,2 A
Motor	14 A

Total 15 A

NOTA: la bomba y el motor son elementos que no se activarán al mismo tiempo ya que habrá un selector para determinar qué elemento se desea usar (el motor será para mover las columnas y la bomba para el cilindro). Tomando esta referencia, se tomará el elemento que posea mayor consumo de corriente, en este caso el motor, para el cálculo de la protección general.

Tabla 3: Características y selección de cables AWG

TIPO	CALIBRE		CONDUCTOR			AISLAMIENTO			PESO TOTAL APROX		CAPACIDAD CORRIENTE	
			# H	DIÁMETRO		PESO APROX	ESP PROM	DIAM APROX	PESO APROX	Kg/Km	-	**
				HILO	COND							
TF	18	1	1,02	1,02	7,32	0,76	2,54	5,96	13,28	6	7	
TF	16	1	1,29	1,29	11,62	0,76	2,81	6,85	18,47	8	10	
TWS	14	1	1,63	1,63	18,51	0,76	3,15	7,98	26,49	20	25	
TWS	12	1	2,05	2,05	29,40	0,76	3,57	9,40	38,80	25	30	
TWS	10	1	2,59	2,59	46,76	0,76	4,11	11,19	57,96	30	40	
TWS	8	1	3,26	3,26	74,39	1,14	5,54	22,08	96,47	40	60	
TWS	6	1	4,12	4,12	118,23	1,14	6,40	26,35	144,58	55	80	
TWC	8	7	1,23	3,70	75,91	1,14	5,98	27,10	103,01	41	62	
TWC	6	7	1,55	4,66	120,39	1,52	7,70	45,80	166,19	57	82	
TWC	4	7	1,96	5,88	191,71	1,52	8,92	56,61	248,32	70	105	
TWC	2	7	2,47	7,42	305,13	1,52	10,46	71,12	376,25	95	140	

O. Cálculo de protecciones

Guardamotor. Se escogió un guardamotor para la bomba hidráulica que opere entre en rango de 10,2A que es la corriente nominal de la bomba. Se escoge el valor comercial del guardamotor en el rango de protección de 10 a 16 Amps.

Protección general Para el cálculo de la protección general se tomó en cuenta el consumo de corriente de cada uno de los dispositivos de la Tabla 12. Una vez obtenida la corriente total se estableció un 30% extra para el cálculo de la protección general.

$$\text{Protección} = 15 \times 1,3 = 19,5A$$

Ecuación 3: Fórmula de cálculo de la protección general

P. Diagrama de flujo HMI

Para iniciar un ensayo hay que cumplir parámetros en la interfaz los cuales están basados en la elección de tipo de ensayo, tipo de probeta, datos de la probeta, activación de la bomba, entre otros. Al cumplir esto, la interfaz nos permitirá realizar la simulación de ensayos y posteriormente la visualización de resultados, almacenamiento, e impresión de los resultados.

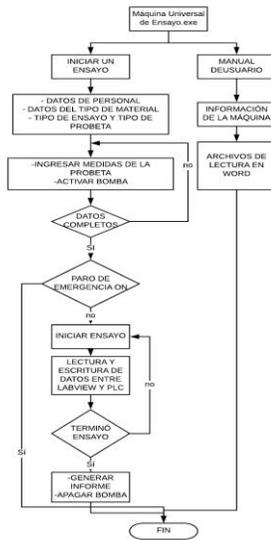


Fig. 7: Diagrama de flujo HMI

Q. Selección de la PC

Para la selección de una PC portátil para el uso de LabView 2014, debe tener los siguientes requerimientos:

Tabla 4: Características de LabView y la PC

CARACTERÍSTICAS DE LA PC		
	Mínimo	Recomendado
Procesador	Core i3	Core i5, Core i7
RAM	4 MB	8 GB, 16 GB
Resolución de la pantalla	1024 x 768 pixeles	1024 x 768 pixeles
Sistema Operativo	Windows 7,8,10	Windows 10
Espacio en Disco	75 GB	80 GB (Nota: Incluye drivers por default en el CD NI Device Drivers)

R. Inicio de un ensayo

Al iniciar un nuevo ensayo debemos determinar el tipo de ensayo a realizar, al igual que el tipo de probeta, además, de la elección del tipo de material o el ingreso de los datos de un material que no se encuentre en la base de datos.

También es necesario ingresar los nombres de la persona quien solicita y elabora el ensayo



Fig. 8: Ingreso de datos iniciales.

Para iniciar un ensayo se debe de tener en cuenta el tipo de probeta que se vaya a utilizar con las medidas en (mm), para así proceder a realizar el trabajo.

S. Pantalla de ensayo

En el HMI tenemos varios indicadores ya sean de los cálculos realizados con el programa, como la lectura de las señales enviadas del PLC.

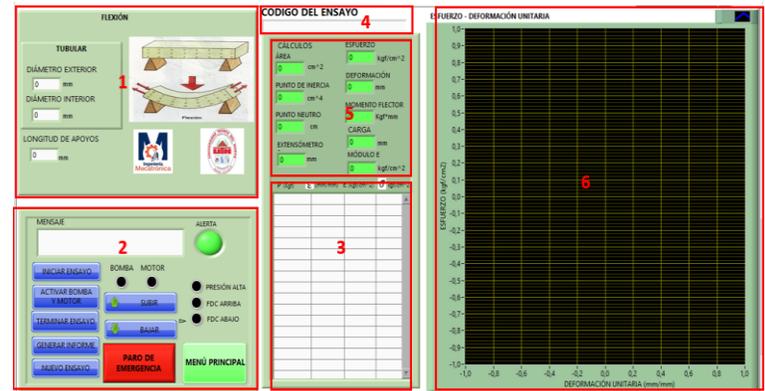


Fig. 9: Representación de la pantalla para la simulación de ensayos

1. Indicador del tipo de ensayo y probeta con las medidas que debe de ingresar el usuario
2. Se tiene los controladores para la bomba y motor y la simulación del ensayo como botones de seguridad e indicadores del estado de la máquina y finales de carrera.
3. Tabla de valores para la simulación de los ensayos.
4. Indicador del código del ensayo con el cual se guardan los datos en la base de datos.
5. Tabla de valores de los cálculos realizados
6. Esquema de la gráfica ESFUERZO-DEFORMACIÓN UNITARIA.

T. Base de datos

La base de datos fue creada en Access, con la finalidad de reducir el espacio en cuanto a la cantidad de archivos que se puedan generar si se usara las hojas de cálculo de Excel, esto

en la pantalla, la gráfica de esta simulación se encuentra a continuación.

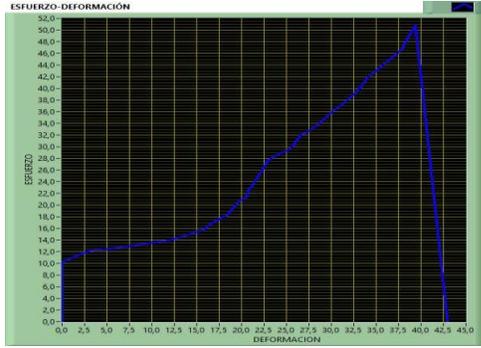


Fig. 16: Gráfica obtenida de la simulación de un ensayo a compresión:

Los valores que se obtienen en la tabla se guardan automáticamente en una base de datos en Access, la cual se encuentra en el escritorio y podemos acceder sin ninguna dificultad y se debe buscar por el código, que se le haya designado automáticamente, en esta simulación el código es el siguiente: LUIEDIRECCOM07052018.

A continuación, se puede observar que en el lado izquierdo tenemos la ubicación del código generado en la simulación, y al abrir este código se despliegan los valores que se han obtenido de dicha simulación.

DEFORMACION	ESFUERZO	MODULOS	CARGA
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
25,9	30,5833333333333	1,1808236802368	3670
26,4875	31,8166666666667	1,1808236802368	3818
26,4875	31,8166666666667	1,20119553248388	3818
26,5125	32,025	1,20119553248388	3843
26,575	32,1083333333333	1,20790279207921	3853
26,575	32,1083333333333	1,208212174161179	3853
26,65	32,1666666666667	1,208212174161179	3860
27,1125	32,2666666666667	1,19010296603658	3872
27,1125	32,2666666666667	1,19010296603658	3872
27,2	32,4	1,19117647058824	3888
27,2	32,4	1,19117647058824	3888
27,2	32,4	1,19117647058824	3888
27,2	32,4	1,19117647058824	3888
27,2	32,4	1,19117647058824	3888
27,2	32,4	1,19117647058824	3888
27,2	32,4	1,19117647058824	3888

Fig. 17: Resultados guardados en la base de datos

El informe, que se genera el ensayo me imprime los valores obtenidos por la simulación, así como la gráfica y los datos de las personas responsables del ensayo realizado.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
REPORTE DE ENSAYO

SOLICITADO POR: LUIS ORRAL ELABORADO POR: EDISON ORTIZ
TIPO DE ENSAYO: COMPRESIÓN CÓDIGO ENSAYO: LUIEDIRECCOM07052018
TIPO DE PROBETA: RECTANGULAR PRUEBA: 07052018
MATERIAL: HERRAMISÓN SIMPLE Y ARMADO

RESULTADOS DEL ENSAYO:

ESFUERZO MÁX	MODULOS	DEFORMACIÓN (mm)	CARGA MÁX (kgf)
32,025	1,20119553248388	42,875	18,000

HOJA 1

Diagrama ESFUERZO-DEFORMACION:

Observaciones:

SOLICITADO POR: LUIS ORRAL ELABORADO POR: EDISON ORTIZ
REVISADO POR: HOJA 2

Fig. 18: Informe del ensayo simulado

V. CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación se puede concluir que el funcionamiento de la máquina universal de ensayos destructivos no es complejo, señales on/off para controlar el

movimiento de las columnas, señales de entrada para finales de carrera, paro de emergencia y demás pulsadores, adquisición de datos analógicos del esfuerzo y deformación, son características para el funcionamiento básico de la máquina.

Los sensores recomendados en este trabajo se escogieron determinando las características que mejor se acoplan a nuestra máquina ya que se posee una fuente de 24VDC, especialmente en la selección de la celda de carga.

Para la simulación de los datos de esfuerzo y deformación, se tomaron varias muestras de ensayos ya realizados con el fin de crear la gráfica correcta y validar la ejecución del ensayo. Dentro de las pruebas también se simuló la ruptura de la probeta para la terminar el ensayo.

La creación de la base de datos, de los resultados de cada simulación realizada, en Access nos ayudó a tener toda la información en un solo archivo a los cuales podemos acceder sin ningún problema y con una mejor organización, contrario a las bases de datos creadas en Excel que generan un archivo diferente por simulación.

La creación de VIs para cada tipo de ensayo con su respectiva probeta nos ayudó a que cada uno obtenga la información de una manera más eficiente que cuando todos los ensayos y probetas se encontraban en un solo VI.

VI. REFERENCIAS

- [1] G. Colcha y M. Villa, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO - INFORMÁTICO PARA APLICACIONES EN ENSAYOS EN LA MÁQUINA UNIVERSAL, Riobamba, 2010.
- [2] J. Torres y J. Redondo, Reparación y Automatización de una máquina universal de ensayos, Táchira, 2008.
- [3] J. G. Castro Lugo, J. J. Padilla Ybarra y E. Romero, «Metodología para realizar una automatización utilizando PLC,» *Impulso, revista de electrónica, eléctrica y sistemas computacionales*, pp. 18-20, 2005.
- [4] Mario, Perez; Analía, Perez; Elisa, Perez, «INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE CONTROL Y MODELO MATEMÁTICO PARA SISTEMAS LINEALES INVARIANTES EN EL TIEMPO,» San Juan, 2008.
- [5] Yugsí, R, «Selección del PLC,» Quito, 2009.
- [6] National Instruments, «Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control,» 2014. [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/209851>.
- [7] National Instruments, «Servidores NI OPC,» 2014. [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/209059>.