

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

INTEGRACIÓN DE SOFTWARE PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE PRUEBAS DE DURABILIDAD DE ACTUADORES UTILIZANDO LABVIEW

**SOFTWARE INTEGRATION TO AUTOMATE THE
DURABILITY TESTING PROCESS OF ACTUATORS USING
LABVIEW**

Claudia Anglés Barrios
Tecnológico Nacional de México

Verónica Farías Veloz
Tecnológico Nacional de México

Juan Manuel Bernal Ontiveros
Tecnológico Nacional de México

Isela Mendoza Lozano
Tecnológico Nacional de México

Luis Arturo Reyes Guerrero
Tecnológico Nacional de México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16988

Integración de Software para Automatizar el Proceso de Pruebas de Durabilidad de Actuadores utilizando Labview

Claudia Anglés Barrios¹

claudia.ab@cdjuarez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8935-0968>

Tecnológico Nacional de México, Campus
Ciudad Juárez

Verónica Farías Veloz

veronica.fv@cdjuarez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8147-1573>

Tecnológico Nacional de México, Campus
Ciudad Juárez

Juan Manuel Bernal Ontiveros

jbernal@itcj.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3819-5750>

Tecnológico Nacional de México, Campus
Ciudad Juárez

Isela Mendoza Lozano

isela.ml@cdjuarez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0005-1807-2744>

Tecnológico Nacional de México, Campus
Ciudad Juárez

Luis Arturo Reyes Guerrero

Largs1107@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-1138-7802>

Tecnológico Nacional de México, Campus
Ciudad Juárez

RESUMEN

En la actualidad los sistemas de información desempeñan un papel crucial en la automatización de tareas y procesos. Esta investigación tuvo lugar en una empresa ubicada en México dedicada a la industria automotriz, la cual exporta sus productos alrededor de Estados Unidos, países de Europa y Latinoamérica. El área de oportunidad surge al recibir un alto número de garantías de un producto previamente validado, que resultó que aún presentaba fallas, se determinó que la validación inicial ya no se estaba realizando de manera correcta, provocando realizar nuevamente las pruebas a esas piezas. Esta situación generó el incremento de trabajo del personal del Laboratorio de validación, aumentando los tiempos para la realización de este proceso y generando retrasos en las entregas. Para la optimización del trabajo se desarrolló un software utilizando LabVIEW y la metodología SCRUM con el objetivo de mejorar la confiabilidad de las pruebas de durabilidad de las unidades revisadas y obtener información más veraz sobre su comportamiento, logrando disminuir los tiempos hasta un 67 % por ciento.

Palabras clave: pruebas, actuadores, SCRUM, automatización, LabView

¹ Autor principal.

Correspondencia: claudia.ab@cdjuarez.tecnm.mx

Software Integration to Automate the Durability Testing Process of Actuators Using LabVIEW

ABSTRACT

Currently, information systems play a crucial role in the automation of tasks and processes. This research was conducted in a company located in Mexico dedicated to the automotive industry, which exports its products to the United States, European countries, and Latin America. The opportunity area arose when a high number of warranty claims were received for a previously validated product that was still presenting failures. It was determined that the initial validation was no longer being performed correctly, leading to the need for retesting those components. This situation increased the workload for the Validation Laboratory personnel, extended the time required for this process, and caused delivery delays. To optimize the workflow, software was developed using LabVIEW and the SCRUM methodology, aiming to improve the reliability of durability tests on the reviewed units and obtain more accurate information about their performance, achieving a reduction in processing time by up to 67%.

Keywords: testing, actuators, SCRUM, automation, LabVIEW

Artículo recibido 19 febrero 2025

Aceptado para publicación: 22 marzo 2025



INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa donde se realizó el estudio se encuentra en crecimiento buscando expandirse en el mercado global principalmente en Norte América y Europa, por ello su principal objetivo es mantener a sus clientes actuales y captar nuevos proporcionando productos de calidad, confiables y eficaces. La empresa ha automatizado varios de sus procesos con la finalidad de mejorar, obtener mayor productividad y mantenerse a la vanguardia diseñando y manufacturando productos de calidad orientados a las necesidades del cliente para convertirse en una de las opciones más competitivas del mercado automotriz.

De acuerdo a Salgado (2024), la transformación digital ha desencadenado una creciente necesidad de identificar y automatizar procesos repetitivos y rutinarios en entornos de sistemas de información, marcando un cambio paradigmático en la forma en que las organizaciones gestionan sus operaciones.

Por su parte Barragán Martínez & Zaldívar Almarales (2023), consideran que los grandes avances tecnológicos que la humanidad ha realizado han traído como consecuencia que las empresas ajusten sus estándares para satisfacer las necesidades de los clientes, entre ellos se encuentra la automatización de procesos en la industria, la cual se basa en la aplicación de maquinaria y equipos técnicos, los cuales pueden realizar de forma autónoma diversos procesos de producción, selección y control, y de esta manera evitar la menor participación manual posible.

Alcocer Quinteros, Calero Zurita, Cedeño Zambrano & Lapo Manchay (2020), señalan que el nivel de automatización industrial en las empresas constituye un pilar para la competitividad en el sector productivo, implicando el uso de diversas tecnologías a fin de controlar un sinnúmero de procesos industriales y que estos sean capaces de efectuar las operaciones deseadas limitando en lo mayor posible la intervención humana para ejecutar un servicio o fabricar un producto, suprimiendo los trabajos manuales y además solucionando problemas ergonómicos de operarios

Tomando como base las aportaciones anteriores la empresa decidió automatizar otro proceso. La empresa cuenta con el departamento de Laboratorio en donde realizan pruebas de durabilidad a los actuadores de los camiones con el fin de brindar calidad y eficiencia. Según Aguilar Quiñonez & Palacios Quiroz (2024), un actuador es un mecanismo electromecánico diseñado para generar movimiento o ejercer una fuerza sobre otro componente mecánico. Los actuadores pueden operar



mediante diferentes tipos de energías, tales como presión neumática, presión hidráulica o fuerza eléctrica motriz. Estos dispositivos convierten la energía de su fuente de alimentación en movimiento físico, permitiendo controlar y automatizar diversos procesos en sistemas mecánicos y electrónicos.

El proceso de prueba de durabilidad de los actuadores consistía en un timer el cual definía el tiempo de actuación. Para poder lograr que la unidad actuara se conectaba a través de un arnés a la fuente de poder que dependiendo de las características de la unidad a probar se configura a cierto voltaje y amperaje.

Este proceso se ha llevado de forma manual presentado problemas que han afectado la calidad, para minimizar el tiempo en que se realizaba la prueba el cual era aproximadamente de 8 horas y el tiempo de supervisión del técnico y/o ingenieros a cargo y a su vez garantizar que no se presentaran fallas o sean mínimas, la empresa decidió automatizar el proceso con un software que permita mejorar este proceso reduciendo tiempo, permitiendo realizar varias pruebas al mismo tiempo y minimizar las fallas que actualmente presenta como lo son el error en la medición, conexión e incompatibilidad del equipo de medición, entre otras.

Serna Martínez & Tamayo (2019), realizaron un estudio donde analizaron varios casos de la automatización de las pruebas y concluyeron que este proceso tiene los siguientes beneficios: mejora la calidad del producto, incrementa y mejora la cobertura de la prueba, reduce el tiempo de la prueba, es decir, ofrece la capacidad de ejecutar más pruebas en un lapso menor, y mejora la fiabilidad, porque maneja la repetición de acuerdo con el conocimiento adquirido.

Grant Maloy (2025), menciona que las pruebas de durabilidad son un proceso en el que los productos se llevan al límite para garantizar que funcionen según lo previsto en condiciones operativas del mundo real. Las pruebas de durabilidad ayudan a los ingenieros a identificar errores de diseño, defectos estructurales, debilidades en los materiales y fallos en la fabricación que podrían causar fallas. Además, la naturaleza acelerada de algunas pruebas de durabilidad permite obtener esta información crítica en cuestión de horas o días, en lugar de semanas o años. Detectar fallas y corregirlas antes de la producción permite a los fabricantes ofrecer productos de mejor calidad y mayor confiabilidad.

Para desarrollar la aplicación de pruebas de durabilidad de actuadores se utilizó LabVIEW y el Lenguaje G obteniendo excelentes resultados tanto en la reducción del tiempo como en la capacidad de realizar diferentes pruebas de manera simultánea.



Según National Instruments (2024) el código G suele ser más fácil de entender para los ingenieros y científicos porque están familiarizados con la visualización e incluso el modelado esquemático de procesos y tareas en términos de diagramas de bloques y diagramas de flujo. En general, el flujo de datos y los pasos involucrados en este programa son fáciles de comprender en el diagrama de LabVIEW.

El Lenguaje G representa un lenguaje de programación de extremadamente alto nivel cuyo propósito es aumentar la productividad de sus usuarios ejecutándose a casi la misma velocidad que los lenguajes de programación de niveles inferiores como FORTRAN, C y C++.

National Instruments (2025), por su parte describe LabVIEW como un entorno de programación gráfica que proporciona aceleradores de productividad únicos para el desarrollo de sistemas de pruebas, como un enfoque intuitivo para programación, conectividad con cualquier instrumento e interfaces de usuario completamente integradas.

Con LabVIEW se puede construir rápidamente sistemas de pruebas automatizadas y ofrece las siguientes ventajas:

- Puede conectarse a cualquier instrumento, independientemente del proveedor
- Tiene una interfaz de usuario nativa para monitorear y controlar las pruebas
- Tiene miles de funciones de análisis de ingeniería
- Funciona con lenguajes de programación populares, como Python, C y .NET

Basado en los aportes anteriores se decidió utilizar para el proyecto de pruebas de durabilidad de actuadores LabVIEW, ya que el objetivo es disminuir los tiempos, realizar varias pruebas al mismo tiempo pero sobre todo se busca la calidad y confiabilidad de los productos que maneja la empresa y LabVIEW es una excelente herramienta que permitió los resultados esperados.

No existen estudios sobre pruebas de durabilidad de actuadores de otros investigadores sin embargo hay otras investigaciones que utilizan LabVIEW para automatizar procesos, realizar pruebas o producir patrones para mejorar los procesos que también sirvieron de fundamento para utilizar esta herramienta.

Altamirano González, Manotoa Balseca, Rodríguez Escobar & Hidalgo Calero (2022), trabajaron con las máquinas de ensayo universal que determinan las propiedades mecánicas de un material en específico, el uso tradicional de estos equipos es manual, y debido a la importancia de los resultados de estas pruebas de ensayo tomaron la decisión de crear un sistema de control automatizado que descartar



el factor del error humano. Utilizaron PLC, celda de carga, extensómetro, diagramas de flujo y diagrama de bloque de lazo cerrado, logrando construir una propuesta factible para dicha automatización y concluyendo que la interfaz de usuario más apropiada sería una creada con el software LabVIEW.

Serrani Villegas & Espino Román (2018) mencionan “LabVIEW es una herramienta de programación para adquisición de datos, que se pueden aplicar en instrumentación y en sistemas de control, el ambiente de desarrollo basado en programación gráfica, se basa en símbolos gráficos en lugar de lenguaje textual”, esto hace mucho más fácil su implementación y la comprensión de los resultados proporcionados por esta herramienta al desarrollar las pruebas de durabilidad de los actuadores de los camiones

Altamirano González, Manotoa Balseca, Rodríguez Escobar & Hidalgo Calero (2022), consideran que la mejor interfaz gráfica es LabVIEW porque permite una integración sencilla con sensores, controladores o equipos de instrumentación en general, además de estar pensado para su uso en entornos de laboratorio.

Castillo Anaya, Jiménez Lizárraga & Osorio Cordero (2024), utilizaron un monitoreo SCADA, el cual consiste en supervisar, regular y adquirir datos en tiempo real. Es una herramienta indispensable en la automatización y vigilancia de procesos industriales modernos. La incorporación del software LabVIEW en la creación de estas redes es muy compleja pero eficaz. Llegaron a la conclusión de que el uso de LabVIEW en la automatización de procesos industriales es muy eficiente.

Jacobo Ruíz, Peralta León, Rodríguez Blanco, Duran & Vázquez Avila (2018), desarrollaron un banco de pruebas automatizado controlado por el software de LabVIEW, el cual a partir de la activación de un botón de inicio, habilita actuadores (relevadores) y sensores (medidor de voltaje y corriente) para llevar a cabo tres secuencias de prueba que son: Prueba de corriente continua, Prueba en vacío y Prueba a rotor bloqueado; obteniendo con ello ciertos datos por cada prueba y posteriormente, con los valores obtenidos, resolver un conjunto de ecuaciones que permiten finalmente obtener los valores de los parámetros del motor de inducción. Los valores de los parámetros obtenidos son validados a través de la comparación de la corriente del estator experimental y de simulación

El problema principal era que los parámetros del modelo en la vida real son distintos a los que pudiera ofrecer el fabricante, por lo que la simulación con esos parámetros en cualquier plataforma será errónea pero con la aplicación en LabVIEW se logró resolver.



La metodología que se utilizó en esta investigación fue la de SCRUM que es una metodología ágil muy eficaz para proyectos de desarrollo de software donde no están involucradas muchas personas y que sirvió perfectamente para que el cliente pudiera dar seguimiento a los resultados que se iban obteniendo. Armijos Ortega, Vélez Maca & Lojan Cueva (2024), realizaron un estudio donde analizaron el uso de las metodologías ágiles y concluyeron que son una alternativa efectiva para afrontar los desafíos presentes en el entorno empresarial actual. Las metodologías ágiles, en comparación con las metodologías tradicionales, se destacan por su enfoque en el valor del negocio, su adaptabilidad, su flexibilidad ante los cambios y por fomentar la colaboración y el trabajo en equipo. Se concluye que la metodología Scrum es la más utilizada en las empresas, debido a su enfoque en la entrega de valor, su estructura de roles y responsabilidades bien establecidas, seguido están la metodología XP y Kanban. De acuerdo a Hernández Salazar & Beltrán (2020), Scrum es una metodología de trabajo colaborativa entre las áreas involucradas en el desarrollo de nuevos productos, trabajar de manera holística para lograr mejor comunicación, mayor integración y conocimiento por parte de todos los roles para así hacer del trabajo más ágil, con productos efectivos y mayor satisfacción de los clientes. Scrum se centra en conocer lo mejor posible el equipo de trabajado identificando fortalezas y debilidades.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en una empresa internacional ubicada en México específicamente en Cd. Juárez, Chihuahua dedicada a la industria automotriz, la cual exporta sus productos alrededor de Estados Unidos, Europa y Latinoamérica.

Actualmente es una empresa en crecimiento que busca expandirse en el mercado global principalmente en Norte América y Europa, su principal objetivo es mantener sus clientes actuales y captar nuevos proporcionando productos de calidad, confiables y eficaces.

Esta investigación es de tipo aplicada porque busca resolver un problema mediante el uso de un software que automatice el proceso. Se considera experimental porque medirá el comportamiento de las variables de estudio en el proceso manual y en el automatizado mediante el software LabVIEW y determinará las mejoras o desventajas que resulten de la aplicación. Para su desarrollo se utilizó la metodología SCRUM Los Instrumentos de Recolección de Datos que se utilizaron a lo largo del desarrollo del proyecto fueron:

Entrevistas: Se realizaron a los ingenieros de validación, para obtener la información requerida para el



desarrollo del programa de LabVIEW, las funciones necesarias para poder efectuar la prueba de manera correcta, los estándares de prueba requeridos y las diferentes mediciones que se deben considerar.

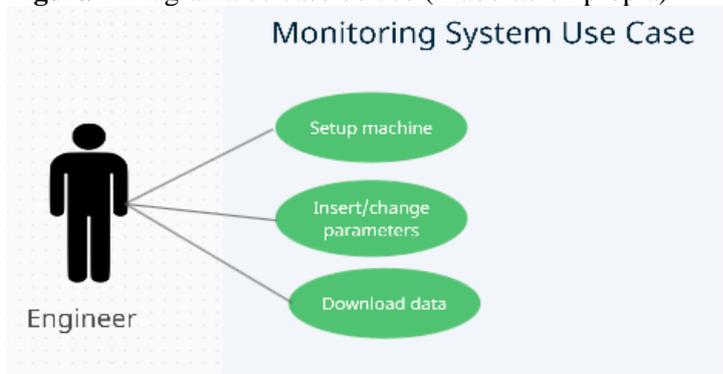
Requerimientos Funcionales

- El software debe ser capaz de leer 12 corrientes en un tiempo determinado.
- El software debe de ser capaz de mostrar gráficas de corriente.
- El software exportará en un archivo Excel la información de salida.

Diagramas de Casos de uso

La Figura 1 muestra las funciones que tiene un ingeniero de prueba, esto incluye darle mantenimiento a la configuración, insertar o cambiar parámetros y recopilar los datos de la prueba.

Figura 1 Diagrama de caso de uso (Elaboración propia)



Metodología SCRUM

Descripción del cliente

Se trabajó en el Laboratorio de Validación, este departamento se encarga de la verificación de hardware de los productos que ofrece la empresa.

Descripción de roles

- **Cliente:** El cliente de este proyecto es directamente la empresa que tiene como encargado al Ing. Roberto D. quien recibirá todos los avances y estará a cargo del desarrollo del proyecto.
- **Product owner:** La persona a cargo de la visión del proyecto, Ingeniero Luis R.
- **Equipo de desarrollo:** conformado por el equipo de programación

Product Backlog

En la segunda etapa del proyecto, fue necesario ejecutar el Product Backlog. Se enumeraron todas las

actividades planificadas para la realización de este proyecto y prioridades como se muestra en la tabla

1.

Tabla 1 Actividades y su prioridad (elaboración propia)

Actividad a realizar	Prioridad
Comunicacion con el cliente.	ALTA
Recopilacion de informacion y detalles.	ALTA
Requerimientos de implementacion.	ALTA
Definir y describir el proceso actual.	MEDIA
entender y definir la implementacion del nuevo proceso.	ALTA
Diseño y desarrollo del programa.	ALTA
Preparacion de todos los equipos necesarios.	MEDIA
Pruebas del programa en funcion con los equipos de prueba necesarios.	ALTA

Sprint

El proyecto se contempló para ser terminado en un periodo de 4 meses teniendo un total de 8 semanas de trabajo, en la tabla 2 se observa cómo se administraron los Sprint:

Tabla 2 Sprints y prioridades (elaboración propia)

SPRINT	MES	ACTIVIDADES A REALIZAR	PRIORIDAD
SPRINT 1 2 SEMANAS 18 DE AGOSTO - 1 DE SEPTIEMBRE DE 2022	1	Comunicacion con el cliente	ALTA
SPRINT 2 2 SEMANAS 2 DE SEPTIEMBRE - 16 DE SEPTIEMBRE DE 2022		Recopilacion de informacion y detalles de la solucion del programa	ALTA
SPRINT 3 2 SEMANAS 17 DE SEPTIEMBRE - 1 DE OCTUBRE DE 2022	2	Requerimientos de implementacion	ALTA
SPRINT 4 2 SEMANAS 2 DE OCTUBRE - 16 DE OCTUBRE DE 2022		Definir y describir el proceso	MEDIA
SPRINT 5 2 SEMANAS 17 DE OCTUBRE - 31 DE OCTUBRE DE 2022	3	Entender y definir la implementacion del nuevo proceso	ALTA
SPRINT 6 2 SEMANAS 1 DE NOVIEMBRE - 15 DE NOVIEMBRE DE 2022		Diseño y desarrollo del programa	ALTA
SPRINT 7 2 SEMANAS 16 DE NOVIEMBRE - 30 DE NOVIEMBRE DE 2022	4	Preparacion de todos los equipos necesarios.	MEDIA
SPRINT 8 2 SEMANAS 1 DE DICIEMBRE - 15 DE DICIEMBRE DE 2022		Pruebas del programa en funcion con los equipos de prueba necesarios	ALTA

Sprint 1 y 2 – Comunicación con el cliente, recopilación de información sobre los estándares de calidad de prueba que se utilizan y los requerimientos para trabajar dentro de la empresa así como detalles de la solución del programa para lograr resultados confiables y satisfacer las necesidades de los diversos clientes

En base a las observaciones planteadas por los ingenieros, se determinó que el proyecto debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Desarrollar un programa que le permita obtener información sobre el comportamiento que tienen los distintos productos que la empresa ofrece a sus clientes
- Generar reportes con los resultados obtenidos durante la prueba.

Sprint 3 y 4 – Requerimientos de implementación

Recursos hardware

- Computadora Dell Precision 3460 Small Form Factor Workstation
- NATIONAL INSTRUMENTS NI SCXI-1000 4-SLOT CHASSIS
- Fuente de Poder

Recursos software: LabVIEW licencia por 1 año

Se utilizó una computadora compatible con un SCXI-1000 para poder adquirir toda la información necesaria, así como accionar y desactivar los diferentes tipos de productos que se someten a pruebas.

Definición y descripción del proceso

El proceso que maneja la empresa en primera instancia requiere una especificación por parte del cliente que ayude a entender cuál es el proceso que se requiere para accionar los productos y el funcionamiento y/o comportamiento que se calificara como una unidad que funciona correctamente.

- **Definir los parámetros de prueba.**
- **Preparar Set-Up.** El técnico o ingeniero a cargo debe preparar el Set-Up que se conforma de:
 - Computadora con el programa.
 - NI SCXI-1000.
 - Fuente de poder.

Cuando se tienen conectados estos componentes se introducen todos los parámetros que solicita el



programa para poder realizar las pruebas las cuales consisten en actuar y desactivar el producto acorde a la especificación del cliente.

Terminación de la prueba y obtención de la información.

Al finalizar la prueba se detiene automáticamente al cumplirse los parámetros de la misma, se puede extraer el archivo con la información de los resultados obtenidos durante la prueba almacenada en la carpeta C:\

Sprint 5 Y 6 – Diseño, desarrollo e implementación del programa

En la interfaz de inicio_ el usuario debe proporcionar los datos requeridos para la ejecución de la prueba.

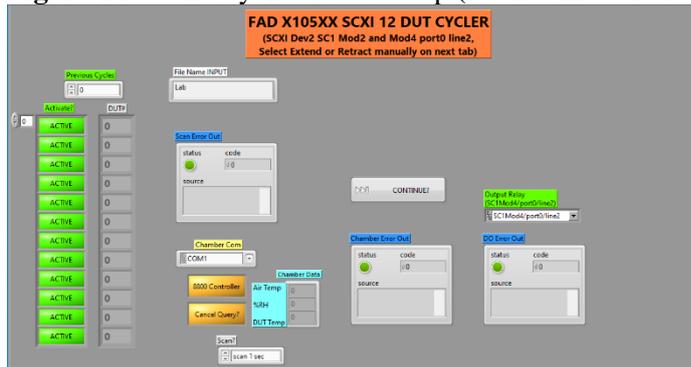
El diseño del programa comprende desde la administración de las interfaces gráficas hasta la lógica de programación, la distribución del programa quedo de la siguiente manera:

Cycles Test Set-Up

En la pestaña que se muestra en la Figura 2 se realiza una pre-configuración sobre los productos bajo prueba o DUT (por sus siglas en inglés, Device Under Test), las opciones disponibles son:

- Se puede activar o desactivar el canal en específico para la lectura de la información durante la prueba de dicho DUT.
- Se da el nombre del archivo que contiene toda la información sobre cada pieza que está bajo prueba.
- Se debe especificar el puerto al que está conectada la cámara de temperatura de la cual se obtienen los datos de temperatura y humedad, estos parámetros además se pueden configurar.
- Se define el tiempo en que se realiza la lectura de información sobre la cámara de temperatura
- Cuenta con un apartado que se encarga de notificar los errores que se producen durante la ejecución del programa, esta función permite identificar señales de advertencia o errores que se producen durante la ejecución del programa.

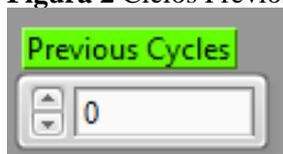
Figura 2 Pestaña Cycles Test Set-Up (Fuente: Elaboración propia)



Previous Cycles

Es un control de tipo Long que permite ingresar un número entero de la cantidad de ciclos previos completados En la Figura 3 se observa esta opción

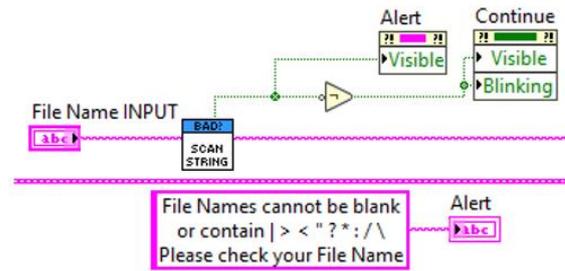
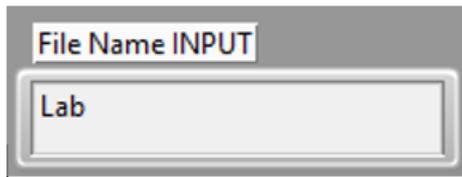
Figura 2 Ciclos Previos (Fuente: Elaboración propia)



File Name INPUT

En la Figura 4a; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Se observa esta opción que permite ingresar un String con el que se nombrará el archivo que almacenará la información obtenida durante la prueba. No admite caracteres especiales, esto se demuestra en la Figura 4b; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Figura 4a y 4b Nombre de archivo y mensaje de error (elaboración propia)



El diagrama de bloques de File Name INPUT trabaja con el nombre como parámetro de entrada y una sub rutina de LabView (sub vi) se encarga de verificar que no se hayan ingresado caracteres que no son permitidos, en caso de ser así se muestra una alerta avisando del error como se

Cuando se corrige el título del archivo el sub vi arroja un valor booleano falso indicando que no hay caracteres y con la ayuda de un NOT se habilita una función que hace que parpadee el botón de continuar indicando que se puede continuar a la siguiente fase de configuración.

Activar/Desactivar canal de lectura

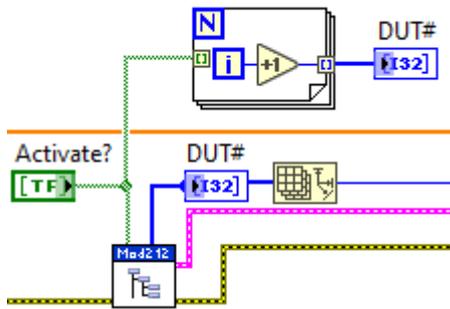
La Figura 5 es un arreglo de una dimensión de valores booleanos que determina si un canal este habilitado para permitir que se lea la información que pasa a través de los canales análogos que otorga el SCI-1000.

Figura 3 Arreglo para activar o desactivar canales de lectura (Fuente: Elaboración propia)



Como se observa en la Figura 6 existe un arreglo de valores booleanos que en caso de encontrarse en el valor “ACTIVE” se mostrara el número de unidad en “DUT #”. El DUT# está conectado al segundo panel para poder identificar a que valor corresponde a cada unidad.

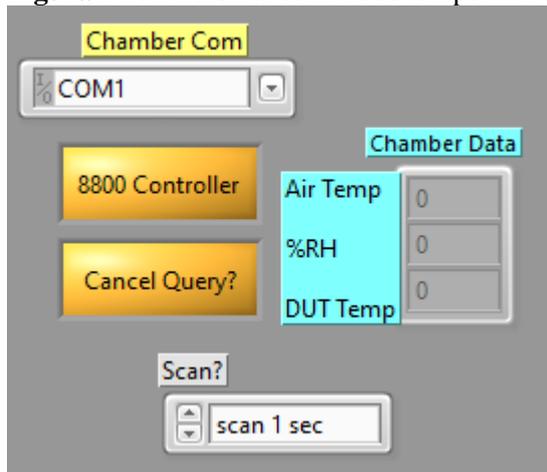
Figura 4 Arreglo para activar o desactivar canales de lectura (Fuente: Elaboración propia)



Indicador de cámara de temperatura

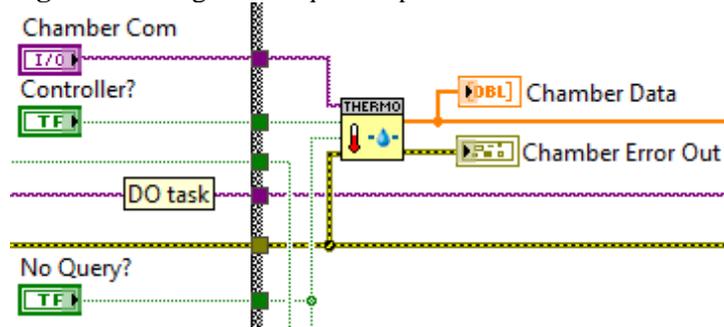
El indicador de la cámara de temperatura permite seleccionar el puerto donde se conecta la cámara de temperatura a la PC y debe ingresarse cada cuanto tiempo estará haciendo lectura de la información que se muestra a la derecha (Chamber Data). Ejemplo en la Figura 1.

Figura 5 Panel frontal cámara de temperatura (Fuente: Elaboración propia)



Para poder sincronizarse con la cámara de temperatura es necesario seleccionar el puerto mediante la conexión SERIAL - USB que se encuentra en un lado posterior de la cámara y un sub vi permite obtener la información que será almacenada en una variable tipo numérica que también estará conectada al siguiente sub vi encargado de agregar estos datos al reporte, así como se observa en la Figura 8.

Figura 6: Código de bloques de panel frontal de cámara de temperatura (Fuente: Elaboración propia)



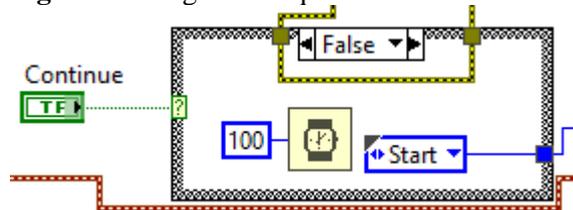
Continuar

Una vez que se configura las variables de entrada correctamente el botón de continuar comenzara a parpadear, lo que indica que se tienen valores de configuración válidos y que se puede seguir con la configuración de las variables.

El código de bloques de este botón presenta una estructura case, cuando arroje un valor falso, el programa está esperando la configuración de los parámetros en la pestaña

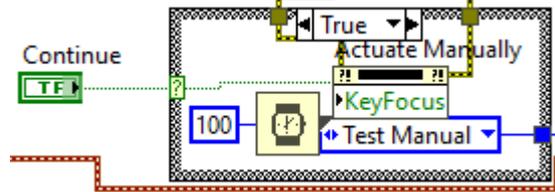
Cycles Test **Set-Up** y su tasa de refresco es de cada 100 ms. Se observa en la figura 9.

Figura 7 Código de bloques del botón continuar en estado FALSE (Fuente: Elaboración propia)



En el caso de un valor verdadero, como se puede observar en la Figura 10 entrara a la pestaña Cycler Test Data donde se continúa con la configuración. En caso de que no sea necesario ejecutar toda la prueba, también se permite actuar los productos de manera individual, en caso de que sea necesario verificar su funcionalidad.

Figura 8 Código de bloques del botón continuar en estado TRUE (Fuente: Elaboración propia)



Cycler Test Data

Después de configurar la prueba y seleccionar el hardware adecuado, se procede a la siguiente ventana.

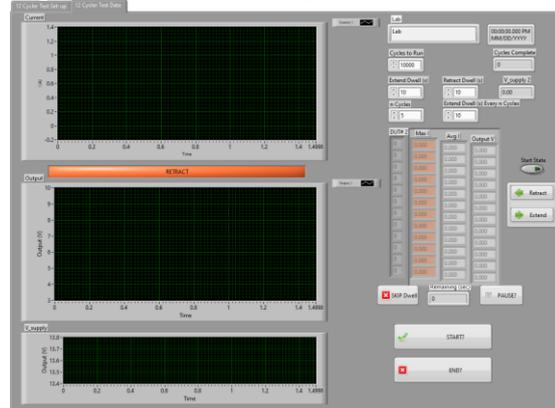
En la Figura 11 se muestra el panel frontal donde se podrá observar las gráficas de los diferentes parámetros obtenidos por medio de la lectura de canales análogos, los cuales son: corriente, voltaje de salida de la unidad y el voltaje de la fuente de poder.

Del lado derecho se encuentran los parámetros que se configuran en base al estándar que trabaja la unidad. Por debajo se encuentra el valor individual de la lectura de cada unidad ya sea del máximo de corriente, el promedio de corriente y el voltaje de salida.

Al centro de la lateral derecha se puede activar de manera manual la/s unidad/es si solamente se requiere una activación de manera rápida sin necesidad de completar una prueba.

En la esquina inferior derecha está el botón que inicia la prueba de durabilidad en las unidades.

Figura 9 Panel frontal Cycler Test Data (Fuente: Elaboración propia)

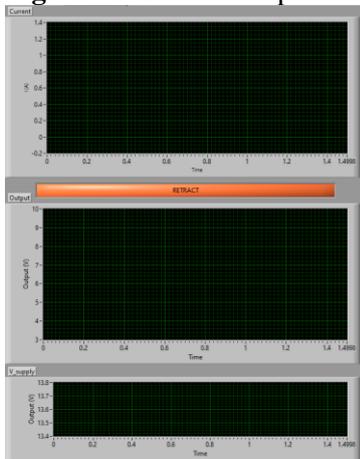


Gráficas

En la Figura 12 se encuentran tres WaveForm que muestran la corriente, el voltaje de salida y el voltaje de la fuente de poder respectivamente. Estos WaveForm muestran las gráficas de los datos que son

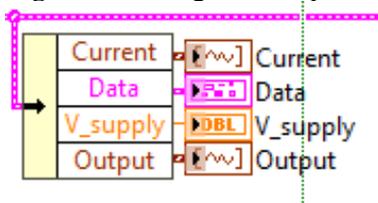
extraídos de los canales análogos previamente activados en la pestaña anterior, permitiendo interpretar los datos de funcionamiento.

Figura 10 Gráficas en panel frontal (Fuente: Elaboración propia)



La Figura 13 pertenece al panel frontal de la Figura 12, es un clúster que contiene la información con los valores de corriente y voltaje de salida de los productos y la salida que entrega es la información de entrada que necesita la gráfica para mostrar todos los elementos.

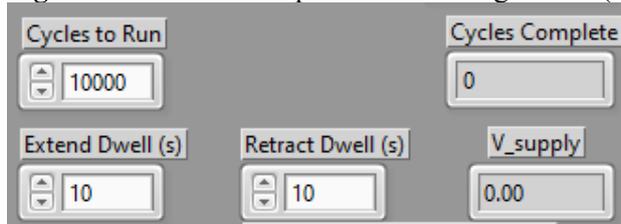
Figura 13 Código de bloques de las gráficas en panel frontal (Fuente: Elaboración propia)



Parámetros de entrada y salida

Los parámetros que se encuentran en la Figura 14 son los que se encargan de configurar el valor o duración en segundos de cada tiempo de actuación y cuantos ciclos se correrán durante la prueba. A la derecha se encuentran dos indicadores de tipo Long que indican el número de ciclos completados y el valor del voltaje en la fuente de poder.

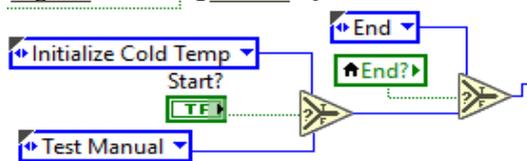
Figura 14 Panel frontal parámetros configurables (Fuente: Elaboración propia)



Iniciar

Al presionar el botón Figura 15 en el código de bloques se puede observar un Select para decidir cuál será el siguiente paso dependiendo del valor del botón “START?”, es decir, cuando no se ha presionado el botón, permite realizar pruebas manuales, pero si se presiona el botón, este comenzará la prueba con los valores por default o los que se hayan ingresado.

Figura 15 Código de bloques del botón iniciar (Fuente: Elaboración propia)



Para finalizar el programa, puede ser automáticamente al finalizar las pruebas, o bien, se puede finalizar antes de tiempo cuando presionando el botón llamado “END?”.

Sprint 7 y 8 Preparación de todos los equipos necesarios y pruebas.

Equipo de Prueba

Los componentes que se necesitan para este software están enlistados de la siguiente manera:

- Computadora Dell Precision 3460 Small Form Factor Workstation
- National Instrument SXCI-1000

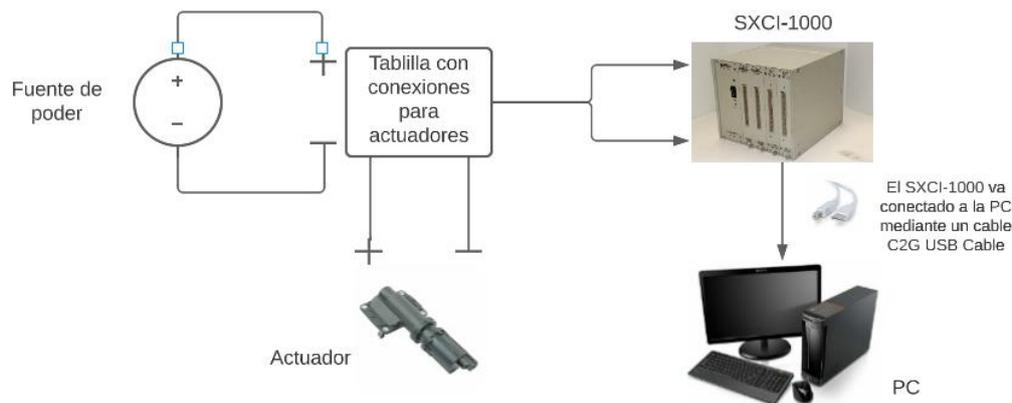
El NI SCXI 1000 es un chasis duradero y de bajo ruido para módulos SCXI, que se encarga de toda la planificación, iniciación y enrutamiento de señales entre diferentes módulos y los módulos SCXI.

- Fuente de poder
- LabVIEW

Pruebas

Para realizar pruebas es necesario conocer cómo es la conexión entre los componentes mencionados anteriormente, en la Figura 16, se observa un diagrama más detallado sobre la conexión de los componentes para realizar de manera efectiva las pruebas del software:

Figura 11 Conexión entre componentes (Fuente: Elaboración propia)



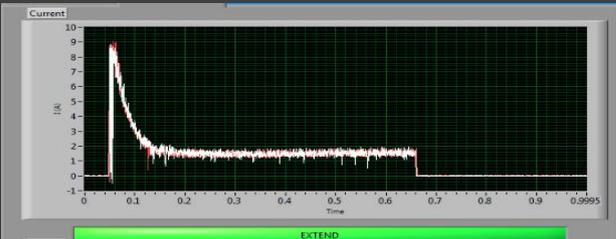
La fuente de poder en sus terminales de salida va conectada hacia una tablilla acondicionada con el cableado adecuado para conectarse al SXCI-1000 y a los distintos productos que ofrece la empresa, es decir que la tablilla es el que permite que el SXCI-1000 controle a los productos que están bajo prueba y el SXCI-1000 va conectado hacia la computadora con un cable USBTMC (por sus siglas en inglés USB Test and Measurement Class).

Una vez conectado se procede a realizar distintas pruebas del software, las cuales son:

- Funcionamiento de los productos.
- Mal funcionamiento o producto defectuoso.
- Bajo amperaje de salida en la fuente de poder.
- SXCI-1000 no conectado a la PC

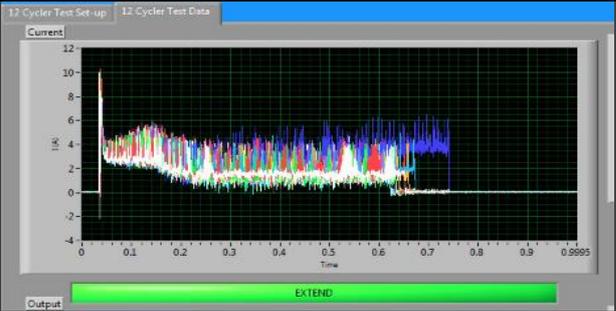
La Tabla 3 muestra los resultados de la primera prueba que se realizó, aquí se observó que las unidades funcionan con normalidad.

Tabla 2 Prueba 1 (Fuente: Elaboración Propia)

PRUEBA 1	BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS PRODUCTOS
ESCENARIO	Los productos son probados
RESULTADO ESPERADO	Lectura adecuada y precisa con la información de producción
PRE-CONDICIONES	El producto es previamente verificado en producción
POST-CONDICIONES	El correcto funcionamiento del producto
FLUJO PRINCIPAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar las piezas a probar a los arneses de la tablilla. 2. Configurar la fuente de poder a 13.8 V y 20 A 3. Configurar los parámetros del programa a 5 seg por ciclo y 5 ciclos totales. 4. Exportar y verificar la información obtenida
RESULTADO	APROBADO
RESULTADO DE PRUEBA	

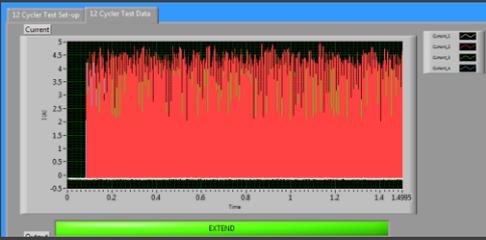
En la Tabla 4, se muestran los detalles de la prueba dos, que se enfoca en el consumo de corriente en las unidades que presentan anomalías en su funcionamiento.

Tabla 3 Prueba 2 (Fuente: Elaboración Propia)

PRUEBA 2	MAL FUNCIONAMIENTO DE LOS PRODUCTOS
ESCENARIO	Los productos son probados
RESULTADO ESPERADO	Lectura adecuada y precisa con la información de producción
PRE-CONDICIONES	El producto es previamente verificado en producción
POST-CONDICIONES	El mal funcionamiento del producto
FLUJO PRINCIPAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar las piezas a probar a los arneses de la tablilla. 2. Configurar la fuente de poder a 13.8 V y 20 A 3. Configurar los parámetros del programa a 5 seg por ciclo y 5 ciclos totales. 4. Exportar y verificar la información obtenida
RESULTADO	APROBADO
RESULTADO DE PRUEBA	

La prueba tres se muestra en la tabla 5 es para verificar el funcionamiento correcto cuando la fuente de poder llegue a estar mal configurada, ya sea voltaje o corriente, teniendo un comportamiento muy errático e inexacto al obtener los datos de cada unidad

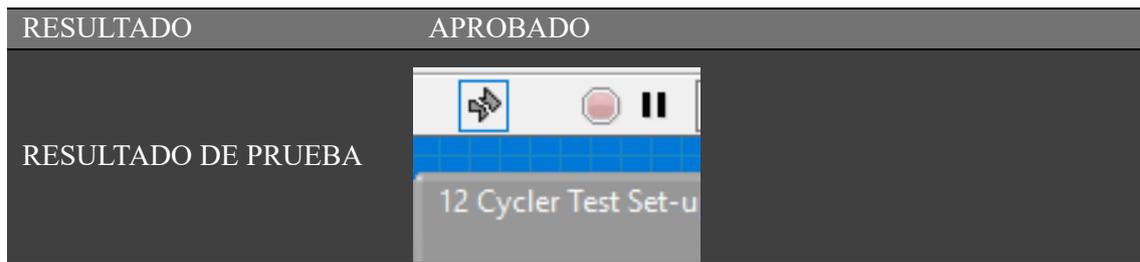
Tabla 4 Prueba 3 (Fuente: Elaboración Propia)

PRUEBA 3	BAJO AMPERAJE DE SALIDA EN LA FUENTE DE PODER
ESCENARIO	Los productos son probados a bajo amperaje
RESULTADO ESPERADO	Lectura adecuada y precisa con la información de producción
PRE-CONDICIONES	El producto es previamente verificado en producción
POST-CONDICIONES	El correcto funcionamiento del producto
FLUJO PRINCIPAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar las piezas a probar a los arneses de la tablilla. 2. Configurar la fuente de poder a 13.8 V y 3 A 3. Configurar los parámetros del programa a 5 seg por ciclo y 5 ciclos totales. 4. Exportar y verificar la información obtenida
RESULTADO	APROBADO
RESULTADO DE PRUEBA	

La cuarta prueba se muestra en la Tabla 6, completó al no conectar de manera correcta el SXCI-1000 al PC teniendo una mala comunicación y que no habría respuesta alguna por parte del programa

Tabla 5 Prueba 4 (Fuente: Elaboración propia)

PRUEBA 4	SXCI-1000 NO CONECTADO A LA PC
ESCENARIO	El SXCI-1000 no se conectó a la PC
RESULTADO ESPERADO	El programa no corre por falta de comunicación entre la PC y el SXCI-1000
PRE-CONDICIONES	No se conecta el cable C2G USB a la PC
POST-CONDICIONES	N/A
FLUJO PRINCIPAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar las piezas a probar a los arneses de la tablilla. 2. Configurar la fuente de poder a 13.8 V y 20 A 3. No conectar el C2G USB a la PC 4. Configurar los parámetros del programa a 5 seg por ciclo y 5 ciclos totales.



RESULTADOS

Las primeras versiones cumplieron con las pruebas de manera exitosa, logrando así un programa capaz de cumplir con diversos estándares de prueba. Los resultados obtenidos antes, durante y después del desarrollo abren un camino y una nueva visión de cómo se puede implementar ciertas mejoras para lograr un software más robusto y eficiente.

Documentos o reportes generados

El reporte generado se exporta de manera automática en el disco C: con el nombre que se le dio en el apartado de "File Name". La extensión del archivo exportado fue .txt. En la tabla 7 se muestra el reporte que se genera de la lectura de corriente máxima que se realizó en cada ciclo cuando se efectúa el movimiento a la posición Retract.

Tabla 6 Reporte de corriente máxima en Retract Position (Fuente: Elaboración propia).

1Ret Max I	2Ret Max I	3Ret Max I	4Ret Max I	5Ret Max I	6Ret Max I
-0.065	-0.082	-0.095	-0.082	-0.06	-0.09
7.98	7.367	8.393	9.031	9.832	8.001
8.499	7.626	8.271	8.787	9.435	8.627

La tabla 8 muestra la parte del reporte donde se indica la cantidad de corriente más constante que haya tenido el DUT en cada lectura cuando se realiza el movimiento a la posición Retract.

Tabla 7 Reporte de promedio de corriente en Retract Position (Fuente: Elaboración propia).

1Ret Avg I	2Ret Avg I	3Ret Avg I	4Ret Avg I	5Ret Avg I	6Ret Avg I
0	0	0	0	0	0
1.498	1.65	1.514	1.48	1.67	1.222
1.51	1.629	1.501	1.457	1.661	1.218
1.524	1.638	1.503	1.449	1.67	1.204
1.527	1.638	1.51	1.443	1.674	1.212

En la tabla 9 se puede observar la salida de voltaje que tiene el DUT cuando su movimiento es hacia la posición Retract.

Tabla 8 Reporte de voltaje de salida en Retract Position (Fuente: Elaboración propia).

1Ret Out	2Ret Out	3Ret Out	4Ret Out	5Ret Out	6Ret Out
-0.328	-0.013	-0.013	-0.328	-0.327	-0.012
-0.329	-0.013	-0.013	-0.328	-0.327	-0.012
-0.329	-0.013	-0.013	-0.328	-0.327	-0.013
-0.329	-0.013	-0.013	-0.328	-0.328	-0.012

Se observa en la tabla 10 información adicional como lo es la temperatura, la humedad, el voltaje que brinda la fuente de poder y por último el número de ciclo de la lectura.

Tabla 9 Reporte de información adicional (Fuente: Elaboración propia).

Air T	%RH	V _{sup}	Cycle
0	0	13.851	0
0	0	13.019	1
0	0	13.02	2

En la tabla 11 se puede ver el comportamiento de la corriente máxima que hizo en cada ciclo cuando se realiza el movimiento a la posición Extend.

Tabla 10: Reporte de corriente máxima en Extend Position (Fuente: Elaboración propia).

1Xtnd Max I	2Xtnd Max I	3Xtnd Max I	4Xtnd Max I	5Xtnd Max I	6Xtnd Max I
7.934	7.229	8.499	9.092	9.481	7.985
7.888	7.092	8.362	8.97	9.344	8.031
7.888	7.275	8.286	9.398	9.496	8.092
8.117	7.275	8.164	9.001	9.603	8.245

Esta sección dentro del reporte tabla 12 se indica la cantidad de corriente más constante que presentó el DUT en cada lectura cuando se realiza el movimiento a la posición Extend.

Tabla 11 Reporte de promedio de corriente en Extend Position (Fuente: Elaboración propia).

1XtndAvg I	2XtndAvg I	3XtndAvg I	4XtndAvg I	5XtndAvg I	6XtndAvg I
1.742	1.901	1.802	1.852	1.91	1.49
1.748	1.883	1.784	1.823	1.88	1.468
1.749	1.874	1.774	1.807	1.884	1.456
1.76	1.881	1.776	1.804	1.895	1.449

En la tabla 13 Muestra la salida de voltaje que tiene el DUT en la posición Retract.

Tabla 12 Reporte de salida de corriente en Extend Position (Fuente: Elaboración propia)

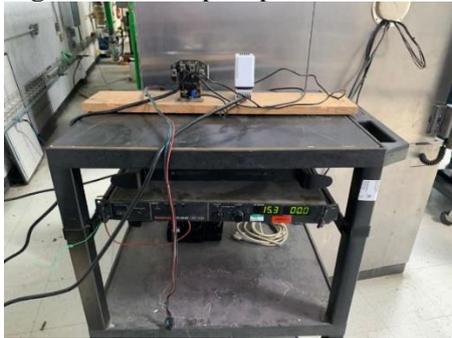
1Xtnd Out	2Xtnd Out	3Xtnd Out	4Xtnd Out	5Xtnd Out	6Xtnd Out
8.659	12.341	12.334	8.652	8.654	12.329
8.659	12.341	12.334	8.651	8.653	12.328
8.659	12.341	12.334	8.651	8.653	12.328
8.659	12.341	12.333	8.651	8.653	12.328

Los fragmentos de reportes en las tablas anteriores permiten ver como la medición de corriente y voltaje fue estandarizada, ya que la variación dentro de las diferentes DUT en una misma prueba es mínima.

Evidencia de implementación y pruebas.

Durante el uso de un setup como el de la figura 17 se observa que está compuesto por 3 elementos, fuente de poder, temporizador y un arnés.

Figura 12 Set-Up de prueba anterior (Fuente: Elaboración propia).



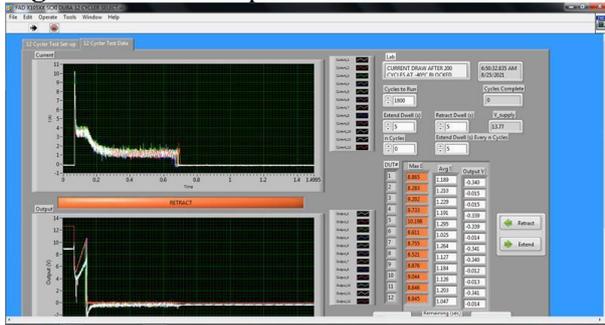
En la implementación del software se observa figura 18 que se requieren más componentes, computadora con el software, fuente de poder, un NI SXCI-1000, una tablilla con relevadores y arneses

Figura 13 Set-Up actualizado (Fuente: Elaboración propia).



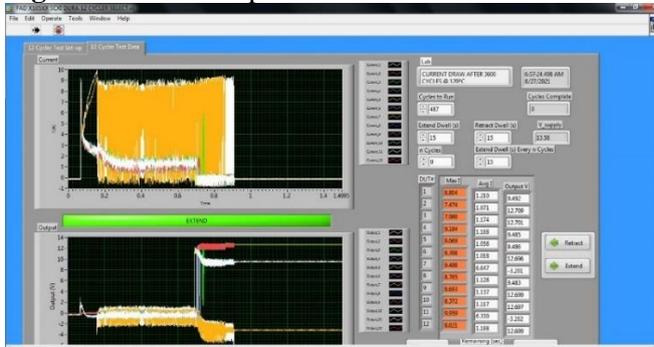
Se observa en la figura 19 el comportamiento de las unidades cuando los son probadas con el software y además son funcionales.

Figura 14 Software probando unidades funcionales (Fuente: Elaboración propia)



El comportamiento errático y no funcional de las unidades se observa en la figura 20 con las gráficas que presenta el software.

Figura 15 Software probando unidades no funcionales (Fuente: Elaboración propia)



Antes de la implementación del software era imposible la realización continua de las pruebas debido a que requerían ser monitoreadas por los técnicos e ingenieros durante 8 horas en promedio que duraban, con la finalidad de detectar fallas mecánicas, sin saber si hubo un fallo electrónico o funcional durante la prueba ya que se basaban solamente en lo que se observaba mecánicamente y no podían medir exactamente corrientes y voltajes que se requerían, debido a que era necesario detener la prueba, para obtener las mediciones necesarias y después reanudarla, lo cual requería de mucho tiempo.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**²¹ se observa como mejora el rendimiento de una prueba de las más cortas en cuestión de ciclos, los cálculos hechos arrojaron que se disminuyó el tiempo de realización de la prueba un 67% y aumentó la confiabilidad un 200% debido a que la monitorización en el software permite observar exactamente a que ciclo, a que temperatura, que voltaje y a que corriente se presentó alguna falla, aumentando con éxito el porcentaje de pruebas efectivas y optimizando el tiempo del personal encargado.

Figura 21 Gráfica comparativa de resultados de una prueba, (elaboración propia)



CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Esta investigación buscaba automatizar un proceso que requería mucho tiempo y además estaba presentando fallas por lo que se optó por realizar un software de pruebas utilizando LaVIEW obteniendo excelentes resultados permitiendo realizar pruebas paralelamente eficientando el tiempo del personal a cargo y realizando las pruebas de manera segura con todos los parámetros que se deben de seguir y evitando hasta en un 200% errores de las mismas. Con estos resultados se podrá alcanzar la competitividad en el mercado como lo señala Alcocer, Calero, Cedeño & Lapo (2020), quienes menciona que el nivel de automatización industrial en las empresas constituye un pilar para la competitividad en el sector productivo. Por su parte, Serna & Tamayo (2019), en su estudio concluye que la automatización de las pruebas mejora la calidad del producto, incrementa la cobertura de la prueba, reduce el tiempo de la prueba, es decir, ofrece la capacidad de ejecutar más pruebas en un lapso menor, mejora la fiabilidad, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación. Además el uso de LabVIEW permitió lograr que el software fuera capaz de leer 12 corrientes, mostrar gráficas de corriente y producir un archivo con los resultados obtenidos comprobando lo que menciona Castillo, Jiménez & Osorio (2024), que el uso de LabVIEW en la automatización de procesos industriales es muy eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Quiñonez, M. S., & Palacios Quiroz, W. V. (2024). Aplicación de la técnica de diagnóstico por imágenes para la evaluación funcional de actuadores en el sistema de inyección electrónica. *Revista Social Fronteriza*, 16. doi: [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(4\)341](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(4)341)
- Alcocer Quinteros, P., Calero Zurita, M., Cedeño Zambrano, N., & Lapo Manchay, E. (2020). Automatización de los procesos industriales. *Journal of Business and entrepreneurial*, 4(2), 123-131. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTAL_TODO=Automatizaci%C3%B3n+de+los+procesos+industriales
- Altamirano González, M. G., Manotoa Balseca, F. L., Rodríguez Escobar, P. L., & Hidalgo Calero, A. d. (2022). Desarrollo de un sistema de control para la automatización de una máquina de ensayo universal. *Dominio de las Ciencias*, 190-205. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383441>
- Armijos Ortega, L., Velez Maca, C., & Lojan Cueva, E. (2024). Estudio de la adopción de metodologías ágiles en proyectos de desarrollo de software en la región 7 del Ecuador. *Espacios*, 45(4), 73-89. doi:DOI: 10.48082/espacios-a24v45n04p06
- Barragán Martínez, L. A., & Zaldivar Almarales, D. A. (2023). Automatización de procesos en la industria 4.0. *Revista de Investigación Formativa: Innovación y Aplicaciones Técnico - Tecnológicas*, 5(1), 51-56. Retrieved from <https://ojs.formacion.edu.ec/index.php/rei/index>
- Castillo Anaya, F., Jiménez Lizarraga, M., & Osorio Cordero, A. (2024). Monitoreo y control en LabView de un exoesqueleto de aumento de fuerza en la articulación del codo. *Ciencia UANL*, 56-61. doi: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.127-7>
- González , E. I., López, A., Trujillo, V., & Rojas, R. (2018). Estrategia didáctica de enseñanza y aprendizaje para programadores de software. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. doi:10.23913/ride.v9i17.402
- Grant Maloy, S. (2025, 02 11). ¿Qué son las pruebas de durabilidad y por qué debería realizarlas? Retrieved from DEWESoft: <https://dewesoft.com/es/blog/que-son-las-pruebas-de-durabilidad-y-por-que-deberia-realizarlas>



Hernández Salazar, E., & Beltran, C. A. (2020). SCRUM, Un enfoque práctico de metodología ágil para.

Revista TIA, 8(2), 61-73. Retrieved from

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/15702>

Instruments, N. (2024, 05 17). Los Beneficios de la programación gráfica en NI LabVIEW. Retrieved

from

[https://www.ni.com/es/shop/labview/benefits-of-programming-graphically-in-ni-](https://www.ni.com/es/shop/labview/benefits-of-programming-graphically-in-ni-labview.html?srsId=AfmBOop3NnsRBKpnzbPCJvO3v3aEOoJ-8By9dpWjXrcHtpHhjlQRR6G)

[labview.html?srsId=AfmBOop3NnsRBKpnzbPCJvO3v3aEOoJ-](https://www.ni.com/es/shop/labview/benefits-of-programming-graphically-in-ni-labview.html?srsId=AfmBOop3NnsRBKpnzbPCJvO3v3aEOoJ-8By9dpWjXrcHtpHhjlQRR6G)

[8By9dpWjXrcHtpHhjlQRR6G](https://www.ni.com/es/shop/labview/benefits-of-programming-graphically-in-ni-labview.html?srsId=AfmBOop3NnsRBKpnzbPCJvO3v3aEOoJ-8By9dpWjXrcHtpHhjlQRR6G)

Instruments, N. (2025). ¿Qué es NI LabVIEW? Retrieved from

[https://www.ni.com/es/shop/labview.html?srsId=AfmBOopgQnlnEkPsYcb5L5dOKLRtOpB](https://www.ni.com/es/shop/labview.html?srsId=AfmBOopgQnlnEkPsYcb5L5dOKLRtOpBnCBpjUP18IXsRVIFzM8rOMeoi)

[nCBpjUP18IXsRVIFzM8rOMeoi](https://www.ni.com/es/shop/labview.html?srsId=AfmBOopgQnlnEkPsYcb5L5dOKLRtOpBnCBpjUP18IXsRVIFzM8rOMeoi)

Jacobo Ruíz, C. E., Peralta León, F., Rodríguez Blanco, M. A., Duran, I., & Vázquez Avila, J. L. (2018).

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EXTRACCIÓN DE PARÁMETROS DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN. Pistas Educativas, 40(130), 638*655.

Retrieved from <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/1712>

Salgado, N. (2024). Automatización de tareas en sistemas de información: implementación de.

FIPCAEC, 9(1), 104-115. doi: <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v9i1.935>

Serna, E., Martínez, R., & Tamayo, P. (2019). Una revisión a la realidad de la automatización de las

pruebas de software. Computación y Ssistemas, 23(1), 169-183. doi:

<https://doi.org/10.13053/cys-23-1-2782>

Serrani Villegas, J., Mora, C., & Espino Román, P. (2018). Diseño de una aplicación en LABVIEW

como parte de una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del tema circuitos serie y paralelo. Latin-American Journal of Physics Education, 12(3), 3309-3312.

Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6957414>

