



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE PUEBLA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

INTERFAZ DE CONTROL PARA UNA CÁMARA DE PRUEBAS

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PRESENTA:

MAGDA KARINA ENRÍQUEZ MENDOZA

ASESORES:

DR. LEOPOLDO ALTAMIRANO ROBLES

M.C. PEDRO BELLO LÓPEZ

H. PUEBLA DE ZARAGOZA, PUE.

FEBRERO 2015

Interfaz de control para una cámara de pruebas

Magda Karina Enríquez Mendoza

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ASESOR

Dr. Leopoldo Altamirano Robles

LABORATORIO DE VISIÓN POR COMPUTADORA
INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

ASESOR

M.C. Pedro Bello López

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Agradecimientos Especiales

Dr. Leopoldo Altamirano Robles

Coordinador del Laboratorio de Visión por Computadora

Líder de Proyecto

M.C. Raúl Reyes Ruíz

Líder Técnico de Proyecto

Ing. José de Jesús Domínguez Aburto

Asesor de desarrollo de Proyecto

M.C. Pedro Bello López

Asesor de Proyecto de tesis

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Laboratorio de Visión por Computadora

Patrocinador del Proyecto

Dedicatorias

Primeramente quiero dedicar mi trabajo a Dios por darme esta maravillosa vida y rodearme de gente espectacular de quienes he aprendido muchísimas cosas, por regalarme el don de la vida y por darme unos padres y hermana espectaculares.

A mis padres Lucy y Germán, por darme los mejores regalos y bendiciones que cualquier hijo podría recibir: esta vida, mi familia, educación, mi carrera profesional. Por todos y cada uno de sus sacrificios y esfuerzos, pero sobre todo por todo su amor y confianza.

A mi hermana Itzel, quien es a su vez mi mejor amiga, mi aliada, mi consejera, mi cómplice y mi mejor impulso en la vida.

A mis tíos, primos, abuelitos y todos los que estuvieron detrás de mi siempre alentándome.

A ti Serapio, que compartiste conmigo cada desvelo, que estuviste a mi lado como maestro, compañero, amigo, pareja y apoyo durante todo este proyecto.

A los fantásticos amigos que la vida me ha dado la fortuna de conocer: Claudia, Alejandra, Miguel Ángel, Mariana, Mauricio, Iván, Gerardo, Gonzalo. Gracias por su apoyo.

A esos grandes amigos que conocí gracias a este proyecto y que han hecho más placentera mi estancia en él: Javier, César, Aldo.

A mi jefe y gran amigo que me llamó a participar en este proyecto: José de Jesús.

A mis sinodales, profesores y tutores por todas sus enseñanzas.

A todos y cada uno de ustedes...

¡Gracias por estar!

Índice

Agradecimientos Especiales.....	I
Dedicatorias	II
Índice	1
Índice de figuras.....	4
Índice de tablas	6
Resumen	7
Introducción.....	8
Antecedentes del proyecto.....	8
Planteamiento del problema.....	8
Objetivos de la investigación	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos.....	9
Justificación	10
Metodología de trabajo	10
Organización de la tesis.....	12
Marco Teórico	14
Cámaras de pruebas	14
Cámaras de pruebas de estanqueidad en la actualidad.....	15
Cámara de estanqueidad al polvo, modelo ST [13].....	15
Cámaras de prueba de estanqueidad al polvo DTC Series [14].....	17
Cámaras de prueba de estanqueidad al polvo EDC Series [15]	18
Cámaras de asentamiento de polvo ESPEC [16].....	19
Cámaras de asentamiento de polvo ESPEC EDC [17]	21
Cámara para ensayos de estanqueidad al polvo Ineltec [18]	22
DUNES - Cámaras para pruebas con polvo [23].....	23
Estanqueidad.....	25
Envolvente.....	26

Grados de Protección IP.....	26
Código IP	27
Automatización Eléctrica	32
Automatismo.....	32
Dispositivos usados en la automatización	35
Controlador Lógico Programable	36
Tipos de autómatas programables (PLC)	36
Estructura de un PLC	36
Fuente de alimentación:	36
Procesador o Unidad Central de Proceso (CPU)	37
Memoria	37
Módulos de entradas	38
Módulos de salidas	38
Módulos periféricos.....	38
Bits internos o marcadores.....	40
Bits sistema	40
Bits etapa	40
Funciones o bloques de función	41
Ventajas del uso de un PLC.....	41
Programación de un PLC	41
Por lista de instrucciones.....	42
Lenguaje Ladder, a contactos o escalera.....	42
Lenguaje Grafcet	43
Interfaz de usuario.....	44
Clasificación de las interfaces de usuario	45
Características de una GUI	47
Análisis y Diseño de la interfaz.....	48
Análisis de requisitos.....	48
Análisis del sistema.....	49
Diseño del sistema	50

Características de la Interacción Humano - Computadora.....	50
Diagrama de requisitos.....	52
Diagrama de Flujo de datos	53
Variables.....	60
Entradas.....	61
Procesos y Salidas.....	63
Prototipo de la interfaz.....	66
Programación de la interfaz de control.....	71
Programación por eventos.....	72
Selector de eventos	73
Manejador de eventos	73
Programación del PLC.....	79
Implementación de la interfaz de control.....	80
Aportaciones del proyecto	80
Instrumentación de la cámara de pruebas.	81
Marcha blanca	81
Costos y Justificación de la cámara de pruebas.....	84
Requerimientos del personal de operación	85
Capacitación del personal	85
Instalación y puesta en marcha de la cámara de pruebas	86
Resultados obtenidos y conclusiones.....	88
Resultados Esperados.....	88
Impacto Socioeconómico de la interfaz.....	88
Resultados obtenidos	89
Conclusiones	99
Bibliografía	100
Referencias web	101
Apéndices.....	104

Índice de figuras

Figuras

Fig. 1.1	Cámara de pruebas de estanqueidad al polvo, modelo ST.....	15
Fig. 1.2	Cámara de estanqueidad al polvo DTC Series.....	18
Fig. 1.3	Cámara de prueba de estanqueidad al polvo EDC Series.....	19
Fig. 1.4	Cámaras de asentamiento de polvo ESPEC.....	20
Fig. 1.5	Cámara de asentamiento de polvo ESPEC EDC.....	21
Fig. 1.6	Cámara para ensayos de estanqueidad al polvo Ineltec.....	22
Fig. 1.7	DUNES - Cámaras para pruebas con polvo.....	24
Fig. 1.8	Estructura del Código IP.....	27
Fig. 1.9	Partes que componen un proceso automático.....	33
Fig. 1.10	Automatismo Eléctrico.....	33
Fig. 1.11	Automatismo Electrónico.....	34
Fig. 1.12	Conexión de elementos externos a entradas y salidas de un PLC.....	39
Fig. 1.13	Ejemplo de programación por lista de instrucciones.....	42
Fig. 1.14	Contactos NA y NC.....	43
Fig. 1.15	Circuito de terminación en Lenguaje Ladder.....	43
Fig. 1.16	Ejemplo de diseño en Lenguaje Grafcet.....	44
Fig. 2.1	Diagrama de requisitos.....	53
Fig. 2.2	Diagrama de flujo del software.....	55
Fig. 2.3	Diagrama de flujo de datos, subrutina de ejecución de programa.....	56
Fig. 2.4	Diagrama de flujo de datos, subrutina de paro de emergencia.....	57
Fig. 2.5	Diagrama de flujo de datos, subrutina de fin de ejecución de programa.....	58
Fig. 2.6	Diagrama de flujo de datos, interfaz de control.....	59
Fig. 2.7	Cadena de control para el PLC.....	60
Fig. 2.8	Prototipo de inicio de sesión.....	60
Fig. 2.9 a)	Prototipo de configuración de encendido de ventilador.....	67
Fig. 2.9 b)	Prototipo de configuración de encendido de ventilador.....	67
Fig. 2.10 a)	Prototipo de configuración de apagado de ventilador.....	68
Fig. 2.10 b)	Prototipo de configuración de apagado de ventilador.....	68
Fig. 2.11 a)	Prototipo de configuración de tiempo.....	68
Fig. 2.11 b)	Prototipo de configuración de tiempo.....	69
Fig. 2.12	Prototipo de ejecución de prueba.....	69
Fig. 2.13	Prototipo de opciones de paro de emergencia.....	70
Fig. 2.14	Prototipo de continuar de paro de emergencia.....	70
Fig. 2.15	Prototipo de activación de seguro de puerta.....	71
Fig. 2.16	Prototipo de fin de prueba.....	71
Fig. 2.17	Cadena de sincronización de datos Interfaz - PLC.....	74
Fig. 2.18	Cadena de control para accionar el motor de la escobilla.....	75
Fig. 2.19	Cadena de control para accionar el motor del ventilador.....	75
Fig. 2.20	Envío de estado semáforo verde.....	75

Fig. 2.21 Sentencias donde se guarda el avance del tiempo total de ejecución.....	76
Fig. 2.22 Paro de emergencia en acción.....	77
Fig. 2.23 Inicialización de variables a cero.....	77
Fig. 2.24 Temporizador de seguridad en acción.....	78
Fig. 2.25 Diagrama de contactos para el PLC de la cámara de pruebas.....	79
Fig. 3.1 a) Marcha blanca de la cámara de pruebas.....	82
Fig. 3.1 b) Marcha blanca de la cámara de pruebas.....	82
Fig. 3.1 c) Marcha blanca de la cámara de pruebas.....	83
Fig. 3.1 d) Marcha blanca de la cámara de pruebas.....	83
Fig. 3.2 a) Instalación de la cámara de pruebas.....	86
Fig. 3.2 b) Instalación de la cámara de pruebas en laboratorio HUF.....	87
Fig. 4.1 Ventana Principal de la interfaz de control.....	89
Fig. 4.2 Ventana de Ingreso al sistema - Administrador.....	90
Fig. 4.3 Ventana de Opciones - Administrador.....	90
Fig. 4.4 Ventana de Usuario nuevo - Administrador.....	91
Fig. 4.5 Ventana de Eliminar usuario - Administrador.....	91
Fig. 4.6 Ventana de Visualización de Usuarios - Administrador.....	92
Fig. 4.7 Ventana de Actualizar Datos - Administrador.....	92
Fig. 4.8 Ventana de Inicio de sesión - Usuario.....	93
Fig. 4.9 Ventana de orden de prueba.....	94
Fig. 4.10 Ventana de Configuración de prueba.....	95
Fig. 4.11 Ventana de Inicio / Cancelación de prueba.....	95
Fig. 4.12 Ventana de prueba en funcionamiento.....	96
Fig. 4.13 Ventana de paro de emergencia.....	97
Fig. 4.14 Ventana de opciones de paro de emergencia.....	97
Fig. 4.15 Ventana de ingreso de datos para continuar ejecución de prueba.....	98

Índice de tablas

Tablas

Tabla 1.1 Grados de protección indicados por la primera cifra característica.....	28
Tabla 1.2 Grados de protección indicados por la segunda cifra característica.....	29
Tabla 1.3 Descripción de la protección proporcionada por las letras adicionales.....	30
Tabla 1.4 Símbolos utilizados normalmente para los grados de protección.....	31
Tabla 3.1 Evaluación de costos.....	84

Resumen

Todo elemento, envolvente o sistema instalado a la intemperie, en algún momento de su vida útil, ha de estar sometido a efectos de lluvia y/o polvo. Teniendo en cuenta que la presencia de estos materiales en el interior de los aparatos, así como sus componentes eléctricos y electrónicos resulta nocivo para el correcto funcionamiento del mismo, ha dado origen a la necesidad de realizar investigaciones, pruebas, ensayos de control de calidad y verificaciones apropiadas de aplicación general, para establecer los diferentes grados de estanqueidad IP y sus correspondientes formas de protección [25].

Según la Directiva de Máquinas 2006/42/CEE¹, los ensayos de Grado IP² son obligatorios para equipamiento eléctrico y aplicables en múltiples elementos de instalación o uso exterior, como sensores, medidores, controladores, puertas y armarios eléctricos, paneles fotovoltaicos o componentes de automoción [31].

La idea principal del desarrollo de este proyecto es crear una interfaz que sea capaz de facilitar el manejo del control a los usuarios a cargo de una cámara de pruebas de resistencia al polvo con la finalidad de cumplir con los estándares de calidad que hoy en día son requeridos en los productos eléctricos y electrónicos.

Este proyecto se realiza bajo el entorno de desarrollo integrado³ de nombre QT Creator, el cual funciona bajo la programación en C++. Así mismo se incluye la interacción del uso de Controladores Lógicos Programables⁴ con el fin de obtener valores seriales que son leídos por la interfaz, la cual a su vez es capaz de respaldar toda la información generada enviando los datos generados hacia concentradores especializados vía Ethernet.

¹ La Directiva de Máquinas es una guía cuyos objetivos son: armonizar los requisitos de salud y seguridad que se aplican a las máquinas sobre la base de un nivel elevado de protección de la salud y seguridad, y al mismo tiempo, garantizar la libre circulación de las máquinas de la UE.

² Los niveles de protección están indicados por un código compuesto por dos letras constantes "IP" y dos números que indican el grado de protección.

³ IDE por sus siglas en inglés *Integrated Development Environment*. Es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación.

⁴ PLC (en inglés *Programmable Logic Controller*). Se trata de un dispositivo que se utiliza para automatizar procesos electromecánicos.

Introducción

Antecedentes del proyecto

Siguiendo la línea de investigación sobre las pruebas que se realizan para el control de calidad de los productos del ámbito automotriz, sobresale en el área de cámaras de pruebas, un Probador de Llaves desarrollado por el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) para la empresa de productos automotrices HUF⁵. La finalidad principal del probador de llaves es probar la resistencia y efectividad de los botones de las llaves para automóviles, dicha cámara es capaz de probar hasta 5 clases de llaves diferentes. Entre las funciones principales que posee este probador están:

- Permite programar el número de ciclos de prueba por efector. Un efector es un pistón que a través de un mecanismo presiona el botón de la llave.
- Admite programar el tiempo de activación de cada efector, es decir, el tiempo que se activa un efector para probar la llave por medio de presión sobre alguno de sus botones.
- Posibilita programar la secuencia de encendido, lo que quiere decir que se permite configurar el momento en que se prende un efector.

El software que se desarrolla a través de éste proyecto tiene bases en el probador de llaves, buscando tener cierta uniformidad en los productos que se desarrollan por el Instituto para la empresa en cuestión.

Planteamiento del problema

Ante la velocidad con la que se desarrollan nuevas tecnologías, los requerimientos en las empresas se vuelven cada vez más exigentes y el compromiso con la satisfacción de sus clientes a través de la calidad de sus productos y/o servicios es aún mayor. HUF, empresa a nivel mundial encargada del desarrollo y producción de sistemas de cerraduras mecánicas y electrónicos para la industria del automóvil se ve ante la necesidad de adquirir tecnología cada vez más reciente y efectiva que le permita seguir ofreciendo productos de calidad,

⁵ Empresa reconocida mundialmente por el desarrollo y producción de sistemas de cierres mecánicos y eléctricos, sistemas de monitorización de presión de neumáticos y sistemas telemáticos para la industria automotriz.

verificándolos a través de pruebas de resistencia climática así como de eficiencia y durabilidad [10].

Por esta razón, dentro de la industria eléctrica y electrónica se han desarrollado diversos tipos de estándares y normas de calidad a lo largo del tiempo, buscando asegurar el correcto funcionamiento de sus equipos y componentes. Las cámaras para pruebas de estanqueidad al polvo permiten evaluar la resistencia al polvo y clasificar el grado de protección IP de los envases de los aparatos eléctricos [11]. El grado de protección IP hace referencia al estándar internacional IEC 60529 *Degrees of Protection* utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico o electrónico [12]. Especifica un efectivo sistema para clasificar los diferentes grados de protección aportados a los mismos por los contenedores que resguardan los componentes que constituyen al equipo [20].

La finalidad del desarrollo de éste trabajo es tener una interfaz capaz de llevar a cabo el control de las operaciones realizadas por una cámara de pruebas de estanqueidad al polvo, así como tener la capacidad de respaldar la información que es generada a partir de las pruebas de dicha cámara.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una interfaz apta para manejar el control de una cámara de pruebas de estanqueidad al polvo para sistemas de cerraduras mecánicas, así como electrónicos de la industria automotriz.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos para el control de una cámara de pruebas son:

- Recopilar información acerca del funcionamiento de las cámaras de pruebas de estanqueidad al polvo, así como el tipo de software que se utiliza en ellas.
- Diseñar un software específico de acuerdo a las necesidades que la empresa HUF está planteando para la interfaz de la cámara de pruebas.
- Implementar una interfaz que sea capaz de coordinar el manejo de los diferentes tipos de pruebas: resistencia, eficacia y durabilidad de los productos que desarrolla la empresa HUF.

- Implementar un control software-hardware que permita la activación y desactivación de componentes eléctricos y electrónicos como motores, switch, lámparas, etc. controlados a través de la interfaz de la cámara de pruebas.
- Realizar diversas pruebas de los prototipos para realizar los ajustes necesarios en el funcionamiento de la cámara de pruebas.

Justificación

Ante la velocidad con la que se desarrollan nuevas tecnologías, los requerimientos en las empresas se vuelven cada vez más exigentes y el compromiso con la satisfacción de sus clientes a través de la calidad de sus productos y servicios se vuelve aún mayor. HUF, empresa reconocida a nivel mundial en el desarrollo y producción de sistemas de cerraduras mecánicas y electrónicos para la industria automotriz se ve ante la necesidad de adquirir tecnología más reciente y efectiva que le permita seguir ofreciendo productos de alta calidad, verificándolos a través de pruebas de resistencia climática, así como de eficiencia y durabilidad.

Haciendo frente a esta situación y a pesar de existir hoy en día distintos modelos de cámaras de prueba de estanqueidad al polvo, la empresa requiere adquirir una cámara que vaya de acuerdo a necesidades específicas de los productos que desarrolla. Es por eso que la finalidad de éste proyecto es implementar una interfaz que sea capaz de controlar y coordinar el manejo de pruebas que permitan medir la resistencia, durabilidad y eficacia de sus productos antes de que éstos salgan al público.

Metodología de trabajo

Siguiendo la metodología de investigación, nuestro proyecto se irá guiando de las siguientes fases:

1. Recolectar información sobre el estado del arte actual:

La finalidad de ésta etapa es consultar diversas fuentes para poder tener un primer acercamiento con la teoría relacionada a nuestro tema, recolectar información para poder aclarar, afinar, delimitar y enfocarnos concretamente a lo que queremos solucionar.

- Recabar información que existe actualmente sobre las cámaras de pruebas de estanqueidad al polvo que se ofertan comercialmente.
- Considerar las posibles mejoras o aportaciones que se pueden sumar a lo que ya es ofertado hoy comercialmente.
- Tener más claro el concepto de lo que se quiere hacer.

2. Recolección de información:

En esta parte de la metodología es necesario recabar información relevante y específica sobre la interfaz que se va a realizar.

- Describir las especificaciones que tendrá la interfaz, así como los requerimientos del usuario y la empresa.
- Informarse y ser capaz de manipular los dispositivos que se usan a lo largo del desarrollo de nuestro proyecto (PLC⁶, IDEs de programación⁷, envío de información vía Ethernet a servidores especializados, etc). [1][2][7][8][9][27]

3. Diseño de la interfaz de control:

Esta etapa constará de preparar lo que será el diseño de la interfaz que llevará el control de la cámara de pruebas de estanqueidad al polvo, tomando en cuenta que ésta debe facilitar el manejo del control a los usuarios de dicha cámara y además adecuándonos a los requerimientos especificados en la anterior fase de la metodología.

- Probar las funcionalidades del entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés *Integrated Development Environment*) de nombre Qt Creator [26], el cual funciona bajo la programación en C++, que para nuestro caso específico es el que se utilizará para el desarrollo de la interfaz de control. [7][8][9]
- Definir clases, variables y formas en que éstas serán utilizadas en la parte de la programación de la interfaz. [3][4]

⁶ Un autómata programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales

⁷ Un entorno de desarrollo integrado, llamado también IDE (sigla en inglés de integrated development environment), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Puede dedicarse en exclusiva a un solo lenguaje de programación o bien puede utilizarse para varios.

- Definir el diseño físico que tendrá la interfaz, así como los datos que se van a manejar. [5][6]
- Definir la forma en que se usarán y enviarán los datos (PLC) [1] [2].

4. Implementación y pruebas:

En esta parte de la metodología ya tendríamos una interfaz en funcionamiento que instalaremos para verificar su correcto funcionamiento.

- Instalar y preparar la interfaz en el equipo en el que se va a manejar finalmente.
- Hacer pruebas del correcto funcionamiento de la interfaz, de acuerdo a los requerimientos iniciales.
- Corregir los posibles errores que se vayan presentando en la práctica.
- Implementar mejoras, con respecto a los errores que hayamos detectado.

5. Documentación:

Finalmente, el producto está listo.

- Documentar la información recabada, requerimientos, las pruebas, así como la experiencia adquirida durante el proceso que lleva este proyecto.

Organización de la tesis

Este trabajo se encuentra dividido en 4 capítulos que comprenden las características generales del proyecto de origen, descripción de las herramientas utilizadas para la implementación del sistema, así como los resultados obtenidos a través del desarrollo del proyecto.

En el capítulo 1 se describen los aspectos generales del proyecto que dan origen a este trabajo de tesis, algunos conceptos generales sobre el mismo, así como parte de la investigación que se ha hecho sobre trabajos similares existentes en la actualidad.

Del mismo modo éste capítulo abarca todo lo relacionado con el Controlador Lógico Programable: qué es, modo de trabajo y funciones principales en el uso de la automatización de procesos, así como toda la teoría referente al diseño y desarrollo de una interfaz de usuario.

En el capítulo 2 se engloba la teoría en general que fue utilizada para el diseño, desarrollo y programación de la interfaz que se encarga de llevar el control del funcionamiento del PLC y por lo tanto, en su mayoría, de la cámara de pruebas.

El capítulo 3 abarca todo el proceso de implementación de la interfaz, sus especificaciones técnicas, así como el o los algoritmos que se utilizaron en el desarrollo de la interfaz de control.

Finalmente, en el capítulo 4 encontraremos las pruebas realizadas, algunos de los resultados obtenidos del funcionamiento final de la interfaz, su interacción con el PLC y finalmente, de la cámara de pruebas.

El desarrollo de este trabajo de tesis se encuentra enfocado para trabajar bajo el entorno Linux versión Ubuntu 13.10, sin embargo debido a la portabilidad con la cuenta el software, éste puede ser utilizado en versiones posteriores con el fin de mantenerse a la vanguardia tecnológica. Cabe mencionar también que dentro del desarrollo del proyecto se utilizó STEP 7, como software para programar y configurar los sistemas de automatización SIMATIC (específicamente el Controlador Lógico Programable). Dicho software se compone de una serie de aplicaciones y herramientas que permiten implementar soluciones parciales como: configurar y parametrizar el hardware; crear y comprobar los programas de usuario; y configurar segmentos y enlaces.

Capítulo 1

Marco Teórico

En este primer capítulo de este trabajo de tesis se describen los aspectos más importantes del proyecto de origen que serán útiles para entender el funcionamiento, así como la aplicación del mismo, de igual forma se pretende que a través de éste capítulo se comprendan los fundamentos sobre las pruebas de funcionalidad que deben ser aplicadas a los productos, así como la importancia que tienen las cámaras de pruebas en la calidad que se ofrece al usuario final. Del mismo modo en este capítulo se abarca la teoría básica sobre interfaces de usuario, qué son, su clasificación y parte de su funcionamiento, de manera que pueda ser mejor comprendido el desarrollo de este proyecto.

El origen de este trabajo de tesis reside en la necesidad que existe hoy en día de, como empresa, ofrecer productos y/o servicios de calidad a los usuarios finales. En busca de cubrir este factor tan importante, algunas empresas (señalando específicamente a HUF) realizan exámenes, ensayos de control, verificaciones y pruebas de resistencia, eficacia y durabilidad de sus productos antes de que estos salgan al mercado.

Cámaras de pruebas

A lo largo de los años y con la cada vez mayor introducción de estándares y normas de calidad para los productos dentro de la industria en general, ha sido necesario buscar la manera de realizar todo tipo de pruebas a dichos productos (exámenes de control, verificaciones, pruebas de toda índole), buscando combatir todos los requerimientos necesarios que deben cubrir los productos desarrollados en la actualidad para ser calificados o considerados productos de calidad.

Dentro de las investigaciones que han surgido en el área de la industria eléctrica y electrónica una de las soluciones que sobresalen ante esta situación son las cámaras de pruebas, éstas se crearon con el objetivo principal de simular ambientes o condiciones a las que un producto puede estar expuesto durante su vida útil, buscando comprobar qué tan efectivo puede resultar su modo de producción, así como la efectividad de sus componentes, lo que se traduce a medir su grado de calidad como producto final [11]. Uno de los factores que se estudian en el área de producción es la efectividad de un envase o envoltente frente a

la estanqueidad al polvo, a través de estas pruebas se logra definir y medir el grado de protección IP que requiere aplicarse a dicho producto [25].

Cámaras de pruebas de estanqueidad en la actualidad

Las cámaras de pruebas de estanqueidad al polvo se realizaron con el principal objetivo de probar los componentes electrónicos bajo condiciones ambientales extremas. Muchas de ellas se parecen en funcionamiento y/o en las normas bajo las cuales se rigen las pruebas a las que se someten los productos. Algunas de las cámaras de pruebas que hoy en día están comercialmente ofertadas y que fueron utilizadas para complementar la investigación de este trabajo de tesis son las siguientes:

Cámara de estanqueidad al polvo, modelo ST [13]

En este modelo de cámara el polvo está lleno en el embudo por debajo del espacio de ensayo. La formación de polvo dentro del espacio de ensayo se efectúa por inyección de aire comprimido a través de cuatro boquillas especiales. El polvo es soplado y arremolina en el espacio de análisis superior por el movimiento del aire intensivo (Véase Figura 1.1)



Figura 1.1 Cámara de pruebas de estanqueidad al polvo, modelo ST.

Aplicación:

Pruebas del polvo se realizaron principalmente con el funcionamiento de prueba de los componentes electrónicos en condiciones ambientales extremas.

Varias normas especifican por ejemplo, la duración del ensayo y la composición de polvo utilizado. El estándar SAE J 575 se realiza con tres a cinco kilogramos sin quemar cemento Portland (de acuerdo con la norma ASTM C 150-77). El cemento Portland es especialmente caracterizado por su tamaño de grano fino. Este polvo se llena en el embudo por debajo del espacio de ensayo. La formación de polvo dentro del espacio de prueba se efectúa por inyección de aire comprimido a través de cuatro boquillas especiales. El polvo se sopla y se arremolina en el espacio de análisis superior por el movimiento del aire intensivo.

El tiempo de impulso para esta acción es de 2 a 15 segundos, con un freno de 15 minutos entre los impulsos individuales.

Características:

- De acuerdo con la producción del estado de la técnica, los gabinetes de la prueba son de un diseño modular y están listas para ser instaladas.
- Todo el sistema está diseñado para ser utilizado en condiciones extremas y garantiza un funcionamiento fiable y una larga vida útil.
- Independiente de diseño y condiciones de la prueba que muestran una densidad de polvo constante alcanzada debido a las boquillas especiales de alta capacidad de aire comprimido, lo que lleva a resultados fiables.

Ventajas especiales de un vistazo:

- Fácil operación
- El diseño modular y listo para ser instalado
- Armario de distribución en el tipo de protección IP 54
- Componentes del sistema de fácil acceso garantizan un servicio y mantenimiento menor tiempo
- Bajo requisito de energía
- Pies ajustables individualmente en altura
- Acabado exterior de grandes dimensiones, la puerta de carga de usuario amigable con sellado especial.

- Independiente de diseño y condiciones de la prueba, muestra una densidad de polvo constante se alcanza debido a la especial de alto boquillas de aire comprimido de capacidad, lo que lleva a unos resultados fiables

Sistema de control:

- S!MPAC* es un auto-monitoreo, digital de medición de 32 bits y sistema de control y ha sido diseñado especialmente para el uso de cámaras de prueba. Gracias a su eficiencia de computación S!MPAC* cumple los requisitos del proceso tecnológico y facilita la entrada debido al panel táctil que ha sido especialmente desarrollado por Weiss Umwelttechnik.
- El sistema funciona a través de la pantalla táctil a color integrada. La pantalla proporciona información sobre el tiempo de la prueba actual. Sus teclas de función están disponibles para la conmutación directa dentro y fuera de la prueba. Dispone de una pantalla de alarma y una alarma acústica. El sistema de diagnóstico se activa en la pantalla táctil con el toque de un botón.
- El control se rige por el sistema S!MPAC* de 32 bits de E/S con un Soft-PLC integrado. Un servidor web puede colocar la prueba, el diagnóstico y la información de mantenimiento de la intranet a través de Ethernet, si se desea.
- Sin embargo, ya que la interfaz USB se enruta hacia el exterior todavía presenta un cierto potencial de peligro, de manera que, teóricamente, el sistema informático puede ser puesto en peligro por la instalación y activación de programas maliciosos.
- Con el fin de evitar este riesgo potencial le recomendamos la desactivación de la interfaz USB.

Cámaras de prueba de estanqueidad al polvo DTC Series [14]

Cámara que sirve para comprobar la protección contra objetos externos sólidos, para verificar los grados de la protección IP5X “Protección al polvo” e IP6X “Hermético al polvo.”



Figura 1.2 Cámaras de prueba de estanqueidad al polvo DTC Series.

Fabricada de tubos y hojas de acero rectangulares, con 4 carros bloqueables (ruedas), el gabinete de control con control y los elementos de la supervisión establecidos en el lado derecho, los voltajes y/o las frecuencias según necesidades del cliente. En la figura 1.2 se puede observar con más detalle esta cámara.

Cámaras de prueba de estanqueidad al polvo EDC Series [15]

Cámaras con cabinas diseñadas para efectuar ensayos de aspiración, suspensión o circulación de polvo, exponiendo la muestra al estudio de la resistencia de penetración de polvo sobre la estructura, más o menos estanca, de la misma (Véase la Figura 1.3).



Figura 1.3 Cámara de prueba de estanqueidad al polvo EDC Series.

Dependiendo de la Norma, la suspensión del polvo puede ser:

- Aspiración y suspensión del polvo mediante aire comprimido o ventilador soplante. El aire pasa a través de un aro porta-boquillas que permite que el polvo pueda ser impulsado y esparcirse por todo el mueble interior. La granulometría de polvo suele ser de cemento (ASTM C 150-84).
- Suspensión del polvo mediante envolvente a través de bomba de circulación. La granulometría de polvo suele ser de talco, debidamente tamizado (UNE 20-324-89).

Cámaras de asentamiento de polvo ESPEC [16]

Las cámaras de polvo ESPEC EDC proporcionan una solución lista para usar con los estándares de prueba de polvo común para los requisitos de la automoción y del gabinete electrónico. A menudo se especifica para su uso con "polvo fino de Arizona", estas unidades también se pueden utilizar con talco o polvo de hormigón. La cámara posee un tipo de puerta / tapa que facilita la carga frontal, en comparación con las cámaras de carga superior. Puertos de guantes extendidos opcionales que permiten girar la muestra de prueba sin tener que abrir la puerta (véase la imagen completa en la Figura 1.4).



Figura 1.4 Cámaras de asentamiento de polvo ESPEC.

Normas de ensayo que cumplen:

- SAE J575 (Rev. Nov2006), Sección 4.5 [22]
- ISO 20653 (2006-08-15), Sección 8.3.1: se aplica a los grados de protección (IP-Code) proporcionados por las envolventes de los equipos eléctricos de vehículos de carretera. En él se especifica lo siguiente:

Denominaciones y definiciones de los tipos y grados de protección proporcionados por las envolventes de material eléctrico (IP-Codes) para la protección de equipos eléctricos dentro de la envolvente contra la penetración de cuerpos extraños, incluyendo el polvo (protección contra objetos extraños), la protección de los equipos eléctricos en el interior de la envolvente contra los efectos debidos a la penetración de agua (protección contra el agua), la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas en el interior del recinto (protección contra el acceso); [28]

1. Los requisitos para cada nivel de protección.

2. Las pruebas que se llevarán a cabo con el fin de confirmar que el recinto cumple con los requisitos de la medida de protección correspondiente.

- DIN 40050, Parte 9, Códigos IP 5K y 6K, de flujo de polvo vertical: norma sobre presentaciones tabulares de características del artículo para los circuitos integrados digitales.
- IEC EN 60529 (IEC 529), IP-5 y, el flujo de polvo vertical de IP-6 (con el modo de baja presión opcional): la protección de la envolvente contra la entrada de suciedad o contra la entrada de agua se define en IEC529. [12][24]

- IEC EN 60068-2-68 (IEC 68-2-68), LA2, el flujo de polvo verticales [12][21]

Características:

- Acero inoxidable interior y exterior
- Interior en forma de W para la recogida y dispersión mejorada de polvo.
- Puerta de fácil acceso de la cubierta con ventana y puertos de guantes opcionales.
- Malla de validez del producto.
- Puerto de cable de dos pulgadas.
- Temporizadores para la agitación y los períodos de sedimentación.

Cámaras de asentamiento de polvo ESPEC EDC [17]

Las cámaras de polvo de ESPEC EDC proporcionan una solución confeccionada a los estándares comunes de la prueba del polvo para los requisitos automotores y del electrónico-gabinete. Especificado a menudo para el uso con polvo fino del Arizona, estas unidades se pueden también utilizar con talco o polvo concreto. El compartimiento tiene un tipo de puerta/tapa para hacer más fácil el cargamento delantero, comparada con otro tipo de compartimiento. Opcional alcanzar-en puertos del guante permita el rotar de la muestra de la prueba sin abrir la puerta (Véase Figura 1.5).



Figura 1.5 Cámara de asentamiento de polvo ESPEC EDC.

Pruebe los estándares resueltos:

- SAE J575 (inversor de corriente el NOV DE 2006), sección 4.5 [22]
- ISO 20653 (2006-08-15), sección 8.3.1 [28].
- Estruendo 40050, parte 9, códigos 5K del IP y 6K, flujo vertical del polvo
- EN 60529 (IEC 529), IP-5 e IP-6, flujo vertical del IEC del polvo (con modo opcional del underpressure) [20]
- EN 60068-2-68 (IEC 68-2-68), LA2, flujo vertical del IEC del polvo [12][21]

Cámara para ensayos de estanqueidad al polvo Ineltec [18]

Las cámaras para ensayos de estanqueidad al polvo de Ineltec están diseñadas para realizar ensayos y determinar el grado de Protección IP según normativas internacionales sobre muestras (La Figura 1.6 ilustra mejor este modelo de cámara).



Figura 1.6 Cámara para ensayos de estanqueidad al polvo Ineltec.

Características:

- Pantalla táctil.
- Mirilla de observación.
- Pasamuros de 50mm.
- Comunicación Wifi / Ethernet / USB.

- Conexión remota.
- Software: PROCAM-WIN.
- Modelo CEP.
- Volumen 1000 litros.

Normativas:

- IEC 60529 [20]
- UNE 20324-1993:
- ISO 20653: [28]
- UEC 60068-2-68 [21]
- JIS 5500:
- MIL-STD 810G
- Protección IP5X:
- Protección IP6X:

DUNES - Cámaras para pruebas con polvo [23]

Las cámaras de polvo serie DUNES son resultado de la mejora continua de los sistemas ambientales NAE de más de 25 años en el cumplimiento de la variedad de expectativas y los requisitos de los distintos clientes.

Desarrollado con las mejores prácticas de ingeniería que mejoran la inherente confiabilidad en los sistemas de cámaras de polvo DUNES que están exclusivamente diseñados para realizar pruebas de protección bajo algunas normas como CEI, JIS, MIL, ES. Etc.

La serie de Cámaras de Polvo DUNES están disponibles en diferentes rangos de parámetros así como capacidades específicas de acuerdo a requisitos de prueba y de todos los estándares y tamaños disponibles para satisfacer las pruebas de acuerdo a las necesidades de las diversas industrias.

Singular diseño de construcción monobloque, con un interior de acero inoxidable con acabado de espejo y exterior de acero laminado en frío con recubrimiento de polvo

electrostático. El espacio de ensayo interno tiene un techo inclinado, con una tira de conductos de polvo en las paredes laterales para la distribución uniforme de polvo (véase Figura 1.7).



Figura 1.7 DUNES - Cámaras para pruebas con polvo.

La puerta de acero inoxidable interior está forrada con un anillo de goma de silicona continua doble. La puerta se puede cerrar con un micro interruptor proporcionando un sistema de enclavamiento. La puerta está provista de visualización de cristal templado, una ventana y un limpiaparabrisas.

La cámara es capaz de moverse con facilidad en diferentes ubicaciones mediante ruedas giratorias. Diseño modular con construcción monobloque.

Prueba de acondicionamiento del espacio:

La instalación para la prueba de acondicionamiento del espacio para la temperatura y su requerida uniformidad se simula utilizando un montaje de motor / soplador adecuado y envainando calentadores de capacidad adecuada.

Agitación flotante de polvo:

Motor RPM variable con eje agitador y cuchilla que proporcionan a la cámara la capacidad de hacer circular el polvo en el área de trabajo, así como las recolecciones de polvo requeridas.

Protección de entrada según IEC:

Una bomba de vacío se proporcionará con una manguera flexible y filtro de polvo. La capacidad de la bomba de vacío será adecuada para evacuar el recinto bajo de la prueba. Un indicador de tubería vacía adecuada con una conexión de bengala y una manguera flexible se proporciona para hacer la succión a la caja.

Agitación actual aérea

El tamiz se proporciona con una vibración correcta para permitir el flujo libre de polvo. El motor variable RPM del ventilador es proporcionado para controlar la recolección de polvo requerida. El soplador con motor es proporcionado para rociar el polvo en el interior de la cámara. El ventilador succiona el aire de la cámara a través del tamiz de malla de alambre.

Estanqueidad

Tomando en cuenta que en su mayoría los productos desarrollados por HUF se encontrarán expuestos con mucha facilidad al polvo, una de las verificaciones que dicha empresa realiza a los mismos son pruebas de estanqueidad, ésta es una de las características más importantes con la que debe contar cualquier sistema eléctrico / electrónico en la actualidad.

Unificando las definiciones de estanqueidad a las que se puede tener acceso, ésta se define como “la cualidad de lo que es estanco, cerrado e incomunicado” - RAE, WordReference⁸.

Ésta es una propiedad que resulta idónea para los productos con elementos eléctricos / electrónicos, se trata de la capacidad que posee un envase (envolvente) para aislar sus componentes internos de material que pueda resultar nocivo para su correcto funcionamiento, como es el caso del polvo; que es el objetivo principal que se quiere abordar en el desarrollo de éste proyecto.

⁸ RAE (Real Academia de la lengua Española).

Envolvente

“Se refiere a todo elemento que proporciona la protección del material contra la influencia de cuerpos extraños en cualquier dirección, contra los contactos directos.” [32]

Los envolventes de los equipos eléctricos constituyen preventiva y funcionalmente un elemento importante ya que proporcionan también la protección de las personas contra el acceso a partes que pueden resultar peligrosas y la protección del material contra los efectos nocivos de impactos mecánicos y funcionales. Se considera parte de dicho envolvente, todo accesorio o tapa que sea solidario con o forme parte de ella y que impida o limite la penetración de objetos en el envolvente.

Para cada una de las características que combate un envolvente, se establece un índice de protección en función al nivel de estanqueidad que proporcione la misma, mediante códigos fáciles de interpretar y que deben estar indicados en los aparatos.

Grados de Protección IP

Se trata del nivel de protección proporcionado por un envolvente contra el acceso a partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos que resulten extraños, contra la penetración de agua y/o polvo, así como contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.

Los equipos electrónicos son utilizados en diversas aplicaciones y tienen que trabajar de forma segura durante su periodo de vida bajo condiciones ambientales adversas que no se pueden evitar como es el caso específico del polvo. Las diversas clases de protección fijan, en qué medida se puede exponer un componente eléctrico en condiciones ambientales hostiles sin ser dañado o sin representar algún riesgo de seguridad o de salud.

Existen dos tipos de grados de protección y cada de uno de ellos, tiene un sistema de codificación diferente, el Código IP y el Código IK. Cada uno de éstos códigos se encuentran descritos en una norma, en las que además se indican la forma de realizar los ensayos para su verificación.

- Código IP: UNE 20324, equivalente a la norma europea EN 60529.
- Código IK: UNE-EN 50102.

Código IP

Es un sistema de codificación que se utiliza para indicar los grados de protección proporcionados por un envoltorio con el acceso a partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar información adicional sobre dicha protección.

Se compone principalmente de dos números de una cifra cada uno, situados inmediatamente después de las letras constantes “IP” y que son independientes uno del otro, como se muestra en la figura 1.8.

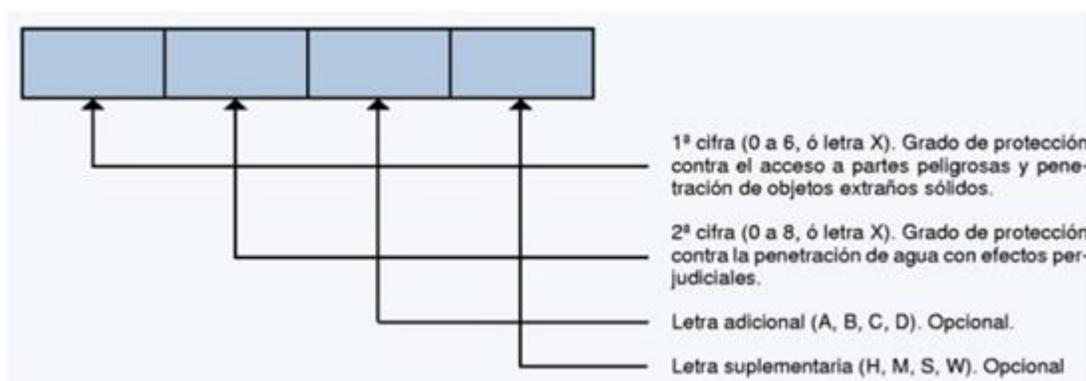


Figura 1.8 Estructura del Código IP

El primero de los números, denominado como “primera cifra característica”, indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas (por ejemplo, aquellas partes que se encuentran bajo tensión o piezas con movimiento), limitando la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto que pueda ser tomado por una persona, garantizando simultáneamente la protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

Esta primera cifra está graduada por números que van desde 0 (cero) hasta 6 (seis) y que a medida que éste va aumentando va garantizando que el envolvente es más difícil de penetrar. (Véase Tabla 1.1).

Grado de Protección		
Cifra	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar el envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm.
2	Protegida contra los cuerpos de más de 12 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.
3	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 2,5 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1 mm.
5	Protegida contra la penetración de polvo.	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sí que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo.	Ninguna entrada de polvo.

Tabla 1.1 Grados de protección indicados por la primera cifra característica.

El número que va en segundo lugar, conocido como “segunda cifra característica”, indica la protección del equipo en el interior del envolvente contra los efectos perjudiciales resultado de la penetración de agua. Esta cifra se encuentra graduada de manera similar a la primera, desde 0 (cero) hasta 8 (ocho). A medida que su valor aumenta, la cantidad de agua que intentar penetrar al interior del envolvente es mayor y también se proyecta en más direcciones (cifra 1: caída de gotas en vertical y cifra 4: caída de agua en todas direcciones), la tabla 1.2 muestra la forma en que se clasifica esta segunda cifra característica.

Grado de protección		
Cifra	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por el envoltente
0	No protegida	Sin protección particular.
1	Protegida contra la caída vertical de agua.	La caída vertical de gotas de agua no deberá tener efectos perjudiciales.
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°.	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando el envoltente está inclinado hasta 15° con respecto a la posición normal.
3	Protegida contra lluvia fina (pulverizada).	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales.
4	Protegida contra las proyecciones de agua.	El agua proyectada en todas las direcciones sobre el envoltente no deberá tener efectos perjudiciales.
5	Protegida contra los chorros de agua.	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre el envoltente, no deberá tener efectos perjudiciales.
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa.	Bajo los efectos de fuertes chorros o con mar gruesa, el agua no deberá penetrar en el envoltente en cantidades perjudiciales.
7	Protegida contra los efectos de la inmersión.	Cuando se sumerge el envoltente en agua en unas condiciones de presión y con una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior del envoltente en cantidades perjudiciales.
8	Protegida contra la inmersión prolongada.	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante.
<p>Los procedimientos especializados de limpieza no están cubiertos por los grados de protección IP. Se recomienda que los fabricantes suministren, de ser necesario, una adecuada información en lo referente a los procedimientos de limpieza. Esto, de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la CEI 60529 para los procedimientos de limpieza especiales.</p>		

Tabla 1.2. Grados de protección indicados por la segunda cifra característica.

Adicionalmente, de manera opcional y con objeto de proporcionar información complementaria sobre el grado de protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, puede añadirse al código IP una letra colocada inmediatamente después de las dos cifras características (mostradas en la tabla 1.3). Estas letras adicionales (A, B, C o D), a diferencia que las primeras cifras características que proporcionan información de cómo el envoltente previene de la penetración de cuerpos sólidos, proporcionan información sobre la accesibilidad de determinados objetos o partes del cuerpo a las partes peligrosas en el interior del envoltente.

Letra	El envoltente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
A	Una gran superficie del cuerpo humano tal como la mano.
B	Los dedos u objetos análogos que no excedan en una longitud de 80 mm.
C	Herramientas, alambres, etc. con diámetro o espesor superior a 2,5 mm.
D	Alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm.

Tabla 1.3. Descripción de la protección proporcionada por las letras adicionales.

En ocasiones, algunos envoltentes no tienen especificada una cifra característica, bien porque no es necesaria una aplicación concreta, o bien porque no ha sido ensayada en ese aspecto. En este caso, la cifra característica correspondiente se sustituye por una “X”, que indica que el envoltente proporciona una determinada protección contra la penetración de cuerpos sólidos, pero que no ha sido ensayada en lo referente a la protección contra la penetración del agua.

El marcado del grado de protección IP en los envoltentes suele adoptar la forma de las mismas cifras. No obstante, en algunas ocasiones las cifras características pueden sustituirse por símbolos como se indica en la tabla siguiente (Véase Tabla1.4) [33].

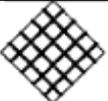
Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros
NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tienen símbolo para su representación.			

Tabla 1.4. Símbolos utilizados normalmente para los grados de protección.

Automatización Eléctrica

Hasta hace pocos años atrás usada solamente en las industrias más avanzadas y sofisticadas, ha ido entrando progresivamente en el medio industrial, prácticamente en todas las áreas, pues el avance tecnológico tan continuo y acelerado, en un mundo eminentemente industrializado, se hace cada día más imprescindible la necesidad de optimizar los procesos, a fin de obtener una rápida información sobre el estado de un sistema, ahorrar tiempo, etc.

Los progresos en la automatización se deben particularmente a que éstos dan respuestas efectivas a necesidades técnicas, económicas y humanas, para eliminar las tareas difíciles y peligrosas, mejorando al mismo tiempo la productividad y seguridad e incrementando el control, la calidad, la eficiencia y la rapidez de los procesos de producción.

Automatismo

Se dice del dispositivo que sustituye las operaciones secuenciales realizadas manualmente por un operario, por otras acciones automáticas (no dependientes del operario), para garantizar el correcto funcionamiento de una máquina. Éste puede realizarse mediante técnicas de lógica cableada y/o lógica programada.

En todo proceso automático encontraremos

- La parte operativa: compuesta por la máquina y los accionadores.
- La parte de comando o automatización: la obtención y tratamiento de datos, y los preaccionadores.
- El diálogo hombre-máquina: en la cual el operario vigila y aporta sus propios datos a los ya adquiridos.

(Para mayor detalle, véase la Figura 1.9)[1]

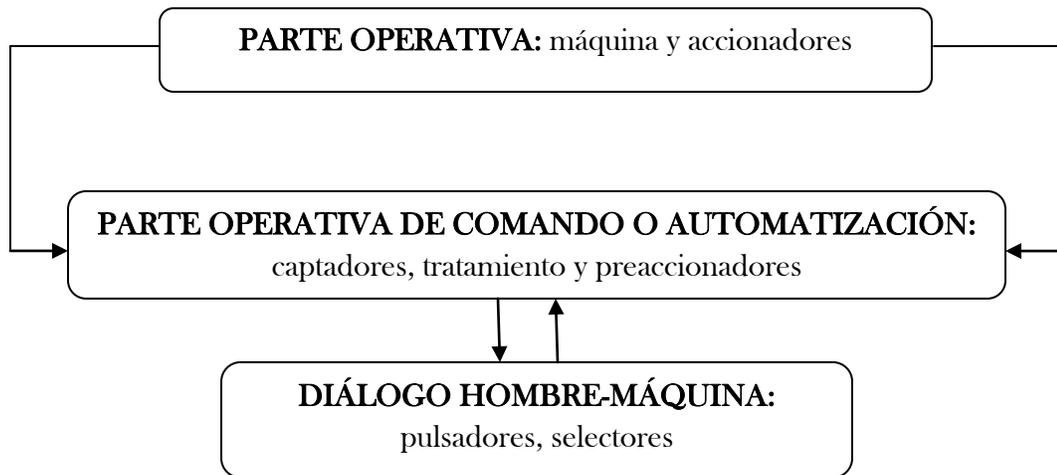


Figura 1.9 Partes que componen un proceso automático

Dependiendo de la diversidad que haya entre los elementos que se usen, encontraremos diversos tipos de automatismos. (Figuras 1.9 y 1.10)

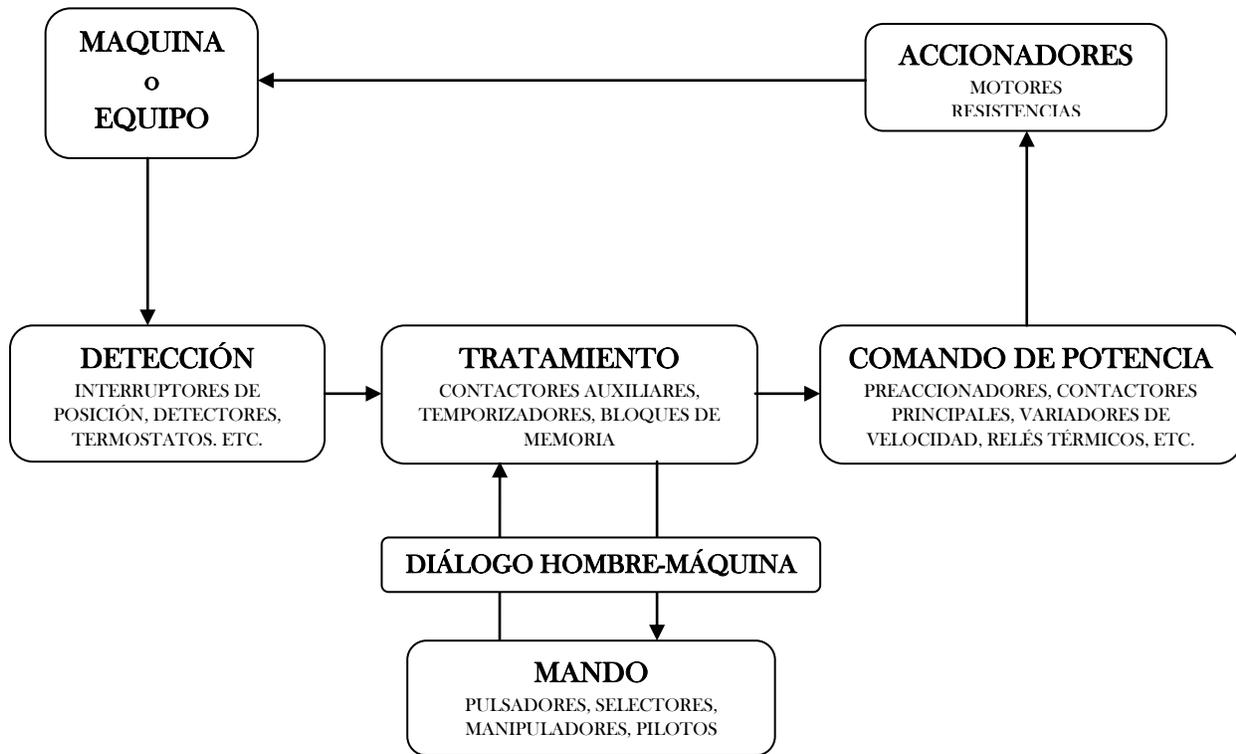


Figura 1.10 Automatismo Eléctrico

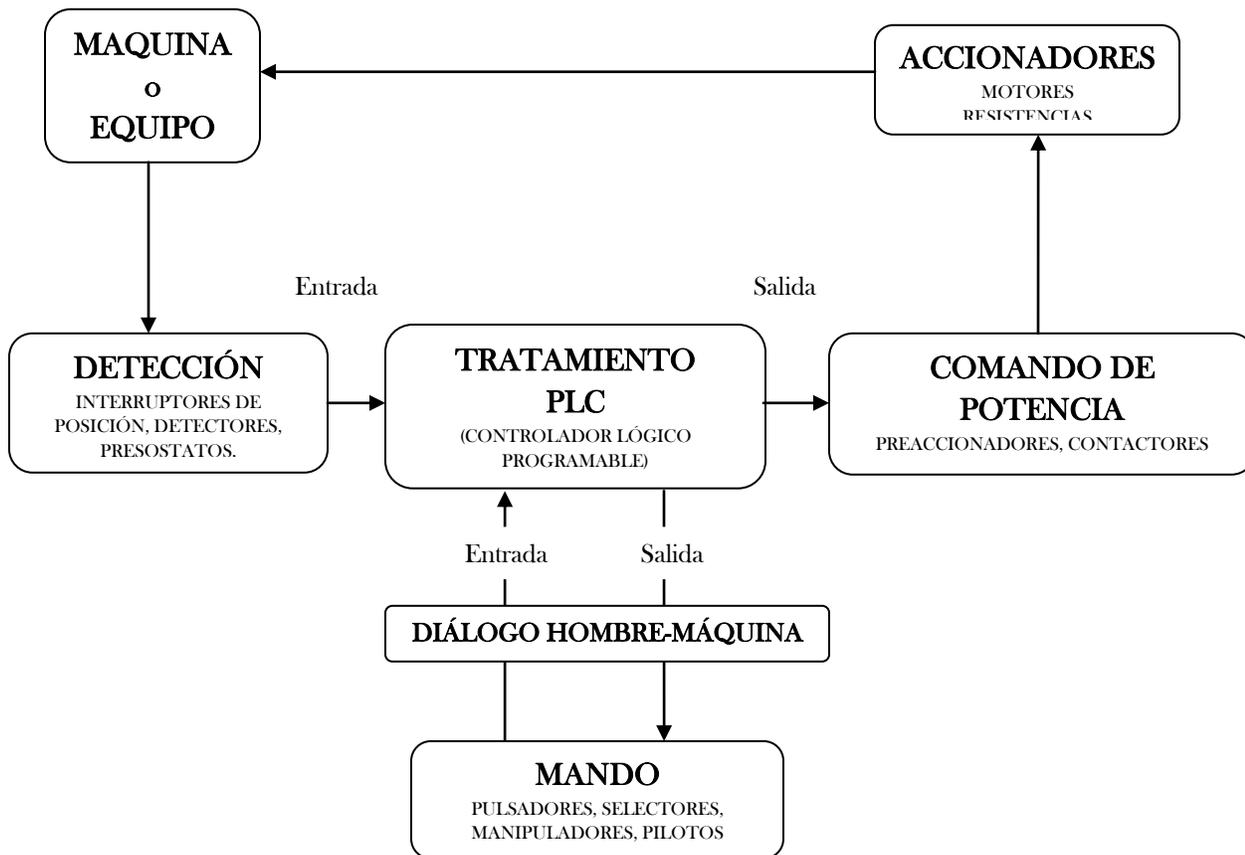


Figura 1.11 Automatismo Electrónico

En los gráficos anteriores (Figuras 1.10 y 1.11) podemos observar que la diferencia principal entre el automatismo eléctrico y el electrónico se encuentra en la etapa de tratamiento, sin embargo no existe diferencia en las etapas de adquisición de datos, en los comandos de potencia o de accionadores.

El autómatas o PLC no sólo sustituye todos los contactores auxiliares⁹, temporizadores y bloques de memoria sino que además, por sus características y funciones puede realizar procesos más complejos. Su capacidad está dada entre otros factores por:

- Número de entradas: señales que pueden llegar de la etapa de detección o de mando.

⁹ Un contactor forma parte de los aparatos de maniobra automáticos con poder de corte. Es un interruptor accionado a distancia por medio de un electroimán.

- Número de salidas: señales que se pueden enviar básicamente a las bobinas de los contactores principales.
- Capacidad para procesar la información adquirida y entregarla ya procesada.
- Memoria para almacenar las instrucciones del programa realizado.

Dispositivos usados en la automatización

- Los dispositivos de maniobra son aquellos que permiten o interrumpen el paso de corriente de red a una carga (ya sea motor, bobina, piloto, etc). Se clasifican en:
 - Dispositivos sin poder de corte: son lo que deben ser maniobrados sin carga.
 - Dispositivos con poder de corte: los que pueden maniobrarse bajo carga.
- Manuales: accionados directamente por un operario, o parte de la instalación eléctrica, en casos de reparaciones o mantenimiento. Estos se dividen a su vez en: interruptores, pulsadores, seleccionadores.
- Automáticos: no requieren la acción del operario, sino que actúan por efecto de otros factores, tales como temperatura, presión, tiempo, luz, etc. Actualmente existe una gama amplia de estos aparatos como son: temporizadores, interruptores de posición, detectores fotoeléctricos, detectores inductivos, presostatos¹⁰, etc.
- Aparatos de protección: son todos aquellos elementos destinados a proteger todo o parte del circuito, separándolo de las líneas de alimentación, cuando se presentan irregularidades en su funcionamiento, particularmente por sobrecargas y cortocircuitos. Dentro de estos se encuentran los fusibles y aparatos de protección automáticos (relés¹¹ térmicos, termomagnéticos y electromagnéticos).
- Aparatos de señalización: elementos destinados para indicar si el contactor está o no funcionando, y por consiguiente si la carga está o no en funcionamiento.

¹⁰ Los presostatos son aparatos que abren o cierran un circuito eléctrico al detectar cambios de presión en sistemas neumáticos o hidráulicos.

¹¹ Los relés o temporizadores con aparatos en los cuales se abren o cierran determinados contactos, llamados contactos temporizados, después de cierto tiempo, debidamente preestablecido, de haberse abierto o cerrado su circuito de alimentación.

Controlador Lógico Programable

También conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es un dispositivo electrónico capaz de almacenar, estructurar y procesar la información que recibe a través de una serie de elementos conectados a las entradas del mismo o en forma de programa, para entregar una nueva información en sus salidas, permitiendo el funcionamiento automático de una secuencia o proceso, así como su optimización.

El PLC o autómatas programable (como también se le conoce), sustituye los elementos electromecánicos o electrónicos empleados en la etapa de tratamiento, en un automatismo eléctrico, y además es posible programarlo o modificarlo, sin alterar el cableado existente, de acuerdo con las necesidades y procesos requeridos, mediante una computadora, si se tiene el software e interface adecuados [1].

Tipos de autómatas programables (PLC)

Un autómatas programable o PLC puede ser de diversos tipos, los más conocidos:

- **Compactos:** estos tipos de autómatas están constituidos por su fuente de alimentación, CPU, entradas y salidas digitales.
- **Semimodulares:** A este tipo de autómatas se les puede integrar módulos de entradas y salidas digitales y analógicas.
- **Modulares:** estos PLCs se montan sobre un rack y la CPU es independiente de la fuente de alimentación, así como de las entradas y salidas digitales y analógicas. Este tipo de autómatas se arma de acuerdo a las necesidades de un cliente y por su estructura suelen ser más flexibles que los anteriores [2][27].

Estructura de un PLC

Un Controlador Lógico Programable se compone por: (Para ilustrar mejor las partes que conforman un PLC, dirjase a la Figura 1.12)

Fuente de alimentación: proporciona la energía que se requiere para alimentar al CPU y módulos de expansión, entradas digitales, pantalla de operador. Comercialmente las fuentes son fabricadas con alimentación de 80 a 240 VAC y salida de 24 VCD, la potencia de estas

es variable, según la aplicación y la cantidad de entradas y salidas, así como módulos de expansión a usar.

Procesador o Unidad Central de Proceso (CPU): se trata de un microprocesador que se encarga del tratamiento de la información o de las instrucciones que contiene el programa, relativos al funcionamiento de la aplicación deseada. Es el cerebro del autómata, ya que en él se programan la secuencia de control, además dirige las salidas digitales y analógicas del sistema, según los estados de las entradas.

La CPU es un conjunto de memorias, contadores, temporizadores que permiten realizar la secuencia de control almacenada en una de las memorias. Permite realizar operaciones lógicas, aritméticas y de control, cuenta con una ALU (Unidad Aritmética Lógica), UC (Unidad de Control) y organiza las tareas del microprocesador.

Memoria: capacidad que tiene el PLC para almacenar un determinado programa o una cantidad determinada de instrucciones. Al igual que en una PC sirven para almacenar información. La memoria podemos clasificarla en:

- **RAM:** es la memoria principal o de trabajo, a la que se puede acceder en forma rápida y eficiente. Ésta puede ser del autómata o de la computadora, por lo que es posible transferir el programa de una aplicación de una memoria a otra.
- **EEPROM:** se trata de una memoria de sólo lectura, que es programable y borrrable eléctricamente. Es una zona de almacenamiento secundario o de seguridad del PLC. De igual forma que en la memoria RAM, es posible realizar transferencias del PLC a la memoria EEPROM y viceversa.
- **ROM:** en esta memoria se almacena el firmware¹², el sistema operativo, módulos integrados y los datos o instrucciones, todo esto almacenado por el fabricante. El usuario no tiene acceso a modificar nada en esta memoria.

¹² Se trata de un bloque de instrucciones de máquina para propósitos específicos, grabado en una memoria, normalmente de lectura/escritura que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

Módulos de entradas: son aquellos que permiten introducir señales al PLC, éstas pueden ser analógicas o digitales y son de corriente alterna o directa, de 4 a 20 mA, o mV. Son fabricados de 4, 8, 16 y 32 bits de entradas según el fabricante; mientras que los módulos analógicos se fabrican de entradas a termopar¹³, de RTD¹⁴, o de propósito general. Éste es uno de los primeros factores que deben tomarse en cuenta para la correcta elección de un PLC, pues éstas permiten conocer la capacidad que se tiene en cuanto al número de señales externas que se puede recibir. Las entradas sirven para recibir señales eléctricas procedentes de elementos empleados en la etapa de detección (Sensores, interruptores de posición, presostatos, etc.), mando (pulsadores, selectores) y protección (contactos de los relés) para convertirlas en señales comprensibles para el PLC.

Módulos de salidas: se trata de los elementos a través de los cuales se transmiten las instrucciones de mando y señalización, provenientes del tratamiento y ejecución del programa, a los preaccionadores (normalmente a las bobinas de los contactores principales). Éste es otro factor importante que se debe considerar para la elección correcta de un autómatas programable. Un PLC dispone de módulos de salida digitales o analógicos, estos pueden ser salidas a relevador, a transistor o a triac¹⁵, las salidas a relevador y a triac son salidas que varían entre los 90 y los 230 VAC (Voltaje de corriente alterna), mientras que las salidas a transistor son de corriente directa para el sensor que se instala. Dentro de los módulos de salida existen salidas analógicas que van en señales de 4 a 20 mA y señales en mV y V con rangos de -10 a 10 VCD (Voltaje de corriente directa), las cuales se usan generalmente para controlar dispositivos que requieren movimientos graduales.

Módulos periféricos: son herramientas que se utilizan para la realización de operaciones de conteo, control de posición y comunicación.

- Contadores de alta velocidad: son aquellos que permiten introducir señales digitales que tienen alta frecuencia, los cuales se encuentran acoplados a motores y permiten realizar un control de posición.
- Módulos de control de posición: son los que permiten realizar el control de movimiento preciso de un sistema mecánico, a través de dispositivos llamados

¹³ También llamado termocupla, es un sensor de temperatura que consiste en dos conductores metálicos diferentes, unidos en un extremo. No mide temperaturas absolutas, sino la diferencia de temperatura entre el extremo caliente y el extremo frío.

¹⁴ Del inglés Resistance Temperature Detector, es un detector de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

¹⁵ Triodo para Corriente alterna.

Bits internos o marcadores: equivalentes a los contactores auxiliares. Memorizan los estados intermedios de un proceso y se utilizan para y durante la ejecución de un programa.

Bits sistema: son los que se encargan de controlar el correcto funcionamiento del PLC, así como el desarrollo y correcto funcionamiento del programa de aplicación. Algunos son controlados exclusivamente por el sistema, otros por el usuario y otros más por ambos. Existe un extenso número de bits sistema.

Algunos de los más utilizados son:

- **%S6:** bit cuyo cambio de estado temporiza un reloj interno, para que envíe un pulso eléctrico cada segundo.
- **%S21:** bit empleado para inicializar el grafcet. Normalmente se encuentra en estado 0, y pasa al estado 1 únicamente en el tratamiento preliminar, mediante la instrucción S o la bobina Set, inicializando el grafcet: las etapas activas se desactivan y las iniciales se activan. Vuelve nuevamente a 0 por acción del sistema, una vez inicializado el grafcet.
- **%S22:** es el bit que se emplea para poner el grafcet a 0. Normalmente el bit se encuentra en estado 0 y puede ponerse en estado 1 solamente por medio del programa, en el tratamiento preliminar, provocando la desactivación de todas las etapas activas del grafcet. Es puesto nuevamente en estado 0 por el sistema, una vez iniciada la ejecución del tratamiento secuencial.
- **%S23:** es un bit que se emplea para preposicionamiento e inmovilización del grafcet. Normalmente se encuentra en estado 0 y únicamente pasa a estado 1 mediante el programa del usuario, en el tratamiento preliminar, permitiendo validar el preposicionamiento del grafcet. SI se mantiene en el estado 1 se provoca la inmovilización del grafcet (interrumpiendo el proceso). Cuando vuelva a estado 0. Por acción del sistema, continúa el grafcet a partir de la etapa en que había sido inmovilizado.

Bits etapa: son aquellos bits que permiten indicar el estado de activación o desactivación de las diferentes etapas del grafcet.

Funciones o bloques de función: en los autómatas programables encontramos diversas funciones complementarias, que permiten realizar una serie de aplicaciones mucho más complejas que las que se realizan normalmente con la lógica cableada. Funciones como temporizadores, relojes-calendarios, contadores y descontadores, programadores cíclicos, contadores paso a paso y registros de desplazamiento.

Ventajas del uso de un PLC

Entre las ventajas más sobresalientes que se encuentran al utilizar un PLC para la automatización de procesos tenemos:

- Un PLC sustituye en gran cantidad de contactores auxiliares y temporizadores, por lo que se reduce en gran cantidad el volumen y las dimensiones de los tableros de control. Además de la ausencia de piezas electromecánicas aumenta la confiabilidad del automatismo.
- El cableado es mucho más simple que con lógica cableada, ya que solamente se cablean los elementos que van a las entradas (pulsadores, sensores, etc.) y salidas (boninas de los contactores principales) del PLC. En ocasiones se emplean además contactores auxiliares o relevos, que se conectan a manera de interfaces entre el PLC y los contactores principales.
- Otra ventaja notable del uso de un PLC es la gran facilidad que existe para la modificación o cambios en los procesos, debido a que no se necesitan volver a hacer el cableado del circuito, sino que basta con modificar e incluso cambiar completamente el programa de la aplicación que se está usando y esto se hace de manera fácil y sencilla con el uso de una computadora que cuente con ciertos requerimientos necesarios.

Programación de un PLC

Programar es introducir una serie de instrucciones literales o gráficas para que el PLC las ejecute, está conformado por funciones lógicas que tratan la información recibida en las entradas para elaborar nueva información en las salidas. La programación en sistema booleano sólo reconoce dos estados: **nivel lógico 1** (activado, presencia, cerrado) y **nivel lógico 0** (desactivado, ausencia, abierto).

Existen diferentes lenguajes de programación empleados para programar un PLC, los más usados actualmente:

Por lista de instrucciones

Es un lenguaje de texto de tipo booleano. Cada renglón o etiqueta está compuesto por dirección, instrucción y operando. (Véase el ejemplo de la Figura 1.13)

Dirección	Instrucción	Operando
000	LD	%I0.1
001	OR	%Q0.1
002	ANDN	%I0.2
003	ST	%Q0.1

Figura 1.13 Ejemplo de programación por lista de instrucciones.

La programación por listas implica el conocimiento de una serie de instrucciones que se emplean para introducir un programa. Aparentemente este sistema es el que presenta mayores diferencias y dificultad para implementar, cosa que se supera de manera rápida con la práctica.

Los esquemas a contactos o grafcet se pueden introducir en el PLC mediante este lenguaje.

Lenguaje Ladder, a contactos o escalera

Es un lenguaje booleano basado en circuitos gráficos. El esquema gráfico es muy similar al esquema de funcionamiento horizontal: las líneas de alimentación se representan verticalmente, y las líneas en las cuales se ubican los contactos y bobinas son horizontales.

En este tipo de lenguaje se utilizan contactos NA y NC¹⁹, debidamente identificados en la parte superior del símbolo (Figura 1.14).

¹⁹ Un circuito de conmutación estará compuesto por una serie de contactos que representarán las variables lógicas de entrada y una o varias cargas que representarán las variables lógicas o funciones de salida. Los contactos pueden ser normalmente abierto (NA) o normalmente cerrados (NC). Los primeros permanecerán abiertos mientras no se actúe sobre ellos. Los contactos NC funcionarán al contrario.

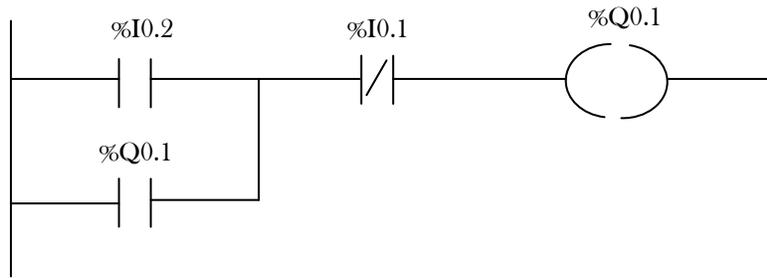


Figura 1.14 Contactos NA y NC

Todo circuito parcial debe concluir necesariamente en un operando (bobina) o bloque de función.

Una vez realizado el esquema de una aplicación también conocido como diagrama de contactores, se debe concluir el esquema con un circuito que indica el fin del mismo. (Véase Figura 1.15)

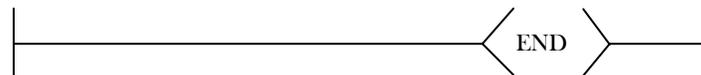


Figura 1.15 Circuito de terminación de Lenguaje Ladder

Para la introducción de un programa gráfico en el PLC se puede usar el esquema de escalera o por lista de instrucciones, dependiendo de la decisión del programador y/o software empleado.

Lenguaje Grafcet

Se trata de un sistema gráfico muy funcional que facilita el diseño de automatismos, especialmente en procesos secuenciales. El diseño se realiza en función de un proceso secuencial, descomponiéndolo en una serie de etapas sucesivas y asociadas entre sí mediante determinadas transiciones hasta formar un proceso cerrado y/o cíclico, de tal forma que la

última etapa en este proceso debe retornar siempre a la primera etapa o a alguna de las etapas anteriores. (Véase la figura 1.16) [1].

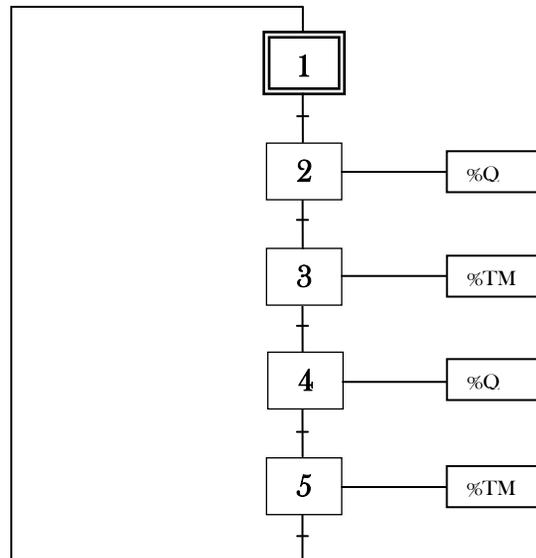


Figura 1.16 Ejemplo de diseño en Lenguaje Grafset

Para la programación del Controlador Lógico Programable utilizado en este proyecto de tesis se utilizó el método de Escalera o Ladder, éste fue el método de programación con el que se conectó el PLC a la interfaz que lleva el control de la cámara de pruebas.

Interfaz de usuario

La continua convivencia que tenemos hoy en día con las computadoras, han orillado al hombre a crear medios con los que pueda facilitar la comunicación e interacción entre dos sistemas que hablan lenguajes distintos, en este caso, Humano y Computadora; lo cual es la idea fundamental de una interfaz de usuario.

Técnicamente una interfaz de usuario se define como:

“Conjunto de componentes empleados por los usuarios para comunicarse con las computadoras. El usuario dirige el comportamiento de la máquina mediante instrucciones, denominadas entradas, las cuales se introducen mediante diversos dispositivos que se convierten en señales electrónicas que pueden ser procesadas por las computadoras. Esas

señales se transmiten a través de circuitos que se conocen como bus²⁰, los cuales son coordinadas y controladas por la unidad de proceso central y por un soporte lógico conocido como Sistema Operativo.”

Si resumimos todo lo anterior, entendemos que una interfaz de usuario es la parte de una aplicación o programa que el usuario es capaz de ver y a través de la cual es posible interactuar con los datos de dicho software; incluye las pantallas, botones, controles, menús, documentación, etc. Debe ser fácil de aprender a usar y se diseña específicamente para un área específica de personas que la usarán.

Clasificación de las interfaces de usuario

Dentro de las interfaces de usuario que existen en la actualidad, se distinguen básicamente dos tipos:

- Una interfaz de hardware, a nivel de los dispositivos que se utilizan para el ingreso, manipulación y visualización de los datos; esto es teclado, ratón y monitor.
- Una interfaz de software, cuyo principal propósito es mostrar información sobre los procesos y herramientas de control de dicho software.

De dicha clasificación, a su vez se van desprendiendo otras, según su evolución por ejemplo, las cuales se van dando a la par con que evolucionan algunos Sistemas Operativos, entre las que destacan:

- Interfaces de línea de mandatos (command-line user interfaces, CUIs): este tipo de interfaz es característico de DOS, en las CUIs el usuario escribe órdenes utilizando un lenguaje formal con un vocabulario y sintaxis propia del programa. Comúnmente se usa un teclado para enviar órdenes y éstas realicen una acción determinada. Entre las desventajas que existen en este tipo de interfaz es que el usuario tiene que memorizar los comandos, muchas veces los significados de éstos son mal entendidos, no siempre adecuados, tienen significados muy similares que muchas veces confunde al usuario; está básicamente diseñado

²⁰ Un bus permite la conexión entre diferentes elementos (o sub sistemas) de un sistema digital principal, y envía datos entre dichos elementos. Estos “datos” se encuentran en formas de señales digitales que pueden ser precisamente de “datos”, de “direcciones” o de “control”.

para usuarios experimentados o con cierto nivel de conocimientos al respecto del tema, la sintaxis es estricta, aunque suele ser una interfaz potente a la hora de trabajar.

- Interfaces de menú. Un menú es una lista de opciones que se muestran en pantalla o en una ventana de la pantalla para que los usuarios puedan elegir la opción que deseen que la interfaz realice. Las interfaces de este tipo se han subdividido, de acuerdo al tipo de menú en:

- Menú de pantalla completa (Norton Utilities). Los menús de barra, situados en la parte superior de la pantalla, es uno de los más utilizados en la actualidad, contienen un menú con una lista desplegable que realizan acciones.

- Menú de barra y menú desplegable. Esta clase de menú lleva a otra clasificación más de menús: los de cascada. Esta clase de menú cambian dinámicamente y deshabilitan las opciones que no estén disponibles en determinados momentos.

- Paletas o barras de menús: son menús gráficos con acciones, herramientas y opciones que se pueden colocar en pantalla, se utilizan mucho en la actualidad en programas gráficos.

- Menús contextuales o también conocidos como pop-up, se llaman así porque el contenido del menú depende del contexto de trabajo del usuario, contienen solamente las opciones que son aplicables al objeto que es seleccionado en determinado momento.

- Menú contextual de ícono. Esta clase de menú es la más fácil de utilizar para los usuarios, gracias a su simplicidad de aprendizaje. Existen menús simples o avanzados, de acuerdo al nivel de conocimientos que posee el usuario, se acoplan a la clase de usuario que los utilizan.

- Interfaces gráficas (Graphical User Interfaces GUIs). Estas fueron originalmente desarrolladas por XEROX²¹ y popularizadas por Apple²². Existen tres estilos comunes de esta clase de interfaces:

- Lo que ves, es lo que puedes conseguir (WYSIWYG, what you see is what you get).

- Manipulación directa.

- Interfaces de usuario basados en íconos.

²¹ XEROX Corporation es una empresa reconocida a nivel mundial de gestión de documentación y de procesos empresariales.

²² Empresa multinacional estadounidense que diseña y produce equipos electrónicos y software.

Una GUI es la representación gráfica en pantalla de la interacción existente entre programas, objetos y datos dada una determinada aplicación computacional.

- Interfaces orientadas a objetos, éstas como su nombre lo indica están orientadas a trabajar bajo el concepto de objeto, aunque su aspecto es muy similar a las GUIs. Su objetivo es trabajar bajo una colección de objetos que interaccionan y cooperan entre ellos, cada ícono que visualizamos en pantalla son objetos que proporcionan los materiales y herramientas necesarias para realizar determinadas tareas, se requieren pocos objetos que son utilizados para la realización de muchas tareas.

Características de una GUI

Entre las características principales que sobresalen en una GUI se encuentran:

- Posee un monitor gráfico de alta resolución.
- Posee un dispositivo apuntador, que comúnmente es un ratón o mouse.
- Procura la consistencia de la interfaz entre programas.
- Los usuarios pueden visualizar en pantalla los gráficos y textos tales y como se verían impresos.
- Trabaja bajo el paradigma objeto-acción.
- Permite la transferencia de información entre programas.
- Se puede manipular en pantalla directamente los objetos y la información con la que el usuario está trabajando.
- Provee de elementos de interfaz estándar como menús y diálogos.
- Proporciona respuesta visual a las acciones que el usuario realiza.
- Existen controles gráficos que permiten la selección e introducción de información.

Capítulo 2

Análisis y Diseño de la interfaz

En este capítulo se abarcará el área de análisis necesario para el diseño y desarrollo de una interfaz de usuario idónea para el usuario final. Dentro de este capítulo se busca abordar las especificaciones técnicas que serán requeridas para esta interfaz en especial, se analizarán también los requisitos de usuario que deben tomarse en cuenta a la hora de diseñar la interfaz, características en la interacción Humano-Computadora que deben ser tomadas en cuenta, entre otros factores que influyen en el diseño y desarrollo de la interfaz de usuario y sobre todo, que deben ser considerados para satisfacer las necesidades que el usuario presenta.

Dentro de las investigaciones que se hicieron como parte del estado del arte, se esperaba encontrar específicamente algo que se relacionara con el funcionamiento del software que utiliza cada cámara de pruebas pero la única información que se encontró fue el que manejan las cámaras de Ineltec, éstas utilizan un software de nombre PROCAM-WIN [19], y es ahí, en la falta de existencia de un software que cubra necesidades exactas en donde radica el hecho de crear una interfaz que sea a la medida de los requerimientos de la empresa HUF: fácil manejo, idioma Español y funcionalidades específicas enfocadas a pruebas de resistencia al polvo de productos del ámbito automotriz.

Análisis de requisitos

Este es uno de los puntos más importantes a tomar en cuenta en el desarrollo de toda clase de proyectos, se comenzará por definir lo que es un requisito o requerimiento:

Un requerimiento es una característica del sistema o una descripción de algo que el sistema será capaz de hacer con un objeto capaz de satisfacer el propósito del sistema. [4]

Esto, quiere decir que esta es la parte primordial en el desarrollo de un proyecto, debido a que es aquí de donde se parte, es finalmente el objetivo que se quiere cumplir una vez que el proyecto se encuentre terminado.

Dentro de los objetivos que al final del desarrollo de este proyecto específicamente debemos cubrir se encuentran, por mencionar algunos:

- Una interfaz fácil de manipular por el usuario.
- La interfaz se espera sea simple.
- Una interfaz que sea capaz de llevar el control y correcto funcionamiento de una cámara de pruebas de estanqueidad al polvo para uso de la industria de automoción. Específicamente deberá ser capaz de coordinar el manejo de los diferentes tipos de pruebas que son realizadas por HUF a sus productos: resistencia, eficacia y durabilidad.
- La interfaz debe implementar el control software-hardware de una cámara de pruebas y permita la activación / desactivación de componentes eléctricos y electrónicos de dicha cámara.

Análisis del sistema

Durante el análisis se construye un modelo en el dominio de la aplicación sin tener en cuenta la implementación que se deberá efectuar posteriormente. Deberá incluir aquella información que sea significativa desde el punto de vista del mundo real, presentando el aspecto externo del sistema, resultando comprensible para el cliente del sistema, proporcionando una buena base para extraer los verdaderos requisitos (congruentes y realizables) del sistema.

El análisis comprende los pasos siguientes:

1. Se establece la definición del problema.
2. Se construye un modelo de objetos.
3. Se desarrolla un modelo dinámico.
4. Se construye un modelo funcional.
5. Se verifican, iteran y refinan los tres modelos [4].

Diseño del sistema

El modelo de diseño debe ser razonablemente eficiente y práctico a la hora de codificar, tratando detalles de bajo nivel que se omiten en el modelo de análisis. La metodología de Rumbaugh²³ sugiere algunas ideas generales:

1. Organizar el sistema en subsistemas.
2. Identificar la concurrencia inherente en el problema.
3. Asignar los subsistemas a procesadores y a tareas.
4. Seleccionar la estrategia básica de implementación de los almacenes de datos, en términos de estructuras de datos, archivos y bases de datos.
5. Identificar los recursos globales y determinar los mecanismos para controlar el acceso a tales recursos.
6. Seleccionar una aproximación para implementar el control del software.
7. Consideraciones de condiciones de contorno.
8. Establecimiento de prioridades de compensación [4].

Características de la Interacción Humano - Computadora

A la hora de diseñar interfaces de usuario, se debe tomar en cuenta las habilidades cognitivas y de percepción de los usuarios, para de algún modo adaptar la aplicación o programa a ellos, quienes finalmente son los que convivirán continuamente con la interfaz y el programa en sí. Es por esta razón que una de las cosas más importantes que se toma en cuenta para el diseño de una interfaz es reducir la dependencia del usuario de su propia memoria, es decir, no forzar al usuario de la interfaz a recordar cosas innecesarias (por citar un ejemplo, la información que aparecía en una pantalla anterior) o repetir muchas veces la misma operación (como la inserción de datos). Debemos considerar que una persona tiene habilidades muy distintas a las que posee una computadora y es por ese motivo que la computadora debe trabajar conjuntamente con el usuario para subsanar esos detalles [5].

²³ Científico de la computación y metodologista de objetos.

Entre los detalles que consideraremos importantes en el diseño de esta interfaz de control estarán presentes:

- Velocidad de aprendizaje

A través de este punto pretenderemos que el usuario tenga la oportunidad de aprender a usar el sistema de manera fácil, lo que conllevará a que su aprendizaje sea rápido y con esto se logrará que la interfaz se acople fácilmente a las tareas que comúnmente el usuario realizaría de otra forma, lo que a su vez hará que su trabajo sea más eficiente.

- Velocidad de respuesta

En este punto que debemos tomar en cuenta, se pretende que el tiempo necesario para realizar una operación en el sistema sea óptima, de acuerdo a la necesidad que presente el personal que utilizará la interfaz de control.

- Tasa de errores

Dentro de este punto, se pretende buscar la forma de reducir los errores que el usuario podría cometer en determinado momento mientras se encuentre trabajando con la interfaz.

- Presentación

Una de las características más importantes en el desarrollo de una interfaz es la presentación adecuada al usuario. En caso concreto, en este proyecto usaremos una interfaz GUI, este tipo de interfaz tiene la ventaja de que no sólo presenta la información, sino que también permite la manipulación de la misma en pantalla, lo que en este caso particular será un punto importante a considerar.

- Retención

Al hablar de retención, nos referimos a que dentro de las características que debemos tomar en cuenta a la hora del diseño, es la cantidad de información que un usuario es capaz de recordar sobre el uso del sistema en un determinado periodo de tiempo, es decir, recalcar que la interfaz debe ser de fácil uso y hasta recurrir a imágenes o gráficos que permitan la fácil retención del modo de uso de la interfaz.

- Satisfacción

Ésta es una de las características en la que más nos enfocaremos dentro del diseño y desarrollo de la interfaz: la satisfacción del cliente, qué tan a gusto resulte al usuario utilizar la interfaz para la realización de sus actividades diarias.

- Características físicas

Debemos tomar en cuenta que cada persona tiene diferentes características físicas, por lo que se busca dentro del planteamiento del diseño de la interfaz, que se pueda estandarizar su diseño, de forma que podamos acomodar su uso más fácilmente a un determinado número de características físicas que se evaluaron.

- Ambiente

El ambiente en el que va a ser utilizado el sistema es otro factor a tomar en cuenta, el sistema debe adecuarse al tipo de ambiente.

- Visibilidad

Se debe tomar en cuenta la cantidad de iluminación que se usará en la pantalla, por ejemplo el brillo que se refleja en pantalla de acuerdo a su ubicación.

- Personalidad

Este es otro factor a considerar, lo que incluye: edad del usuario, nivel socio-económico, cultura, entre otros [6].

Otro de los puntos que se consideraron en el desarrollo de este proyecto fue el hecho de que este sistema ayudará a aumentar la productividad dentro de la empresa, por esa razón podrán vender más sus productos ofreciendo calidad en ellos.

Diagrama de requisitos

El modelo de requisitos tiene como objetivo delimitar el sistema y capturar la funcionalidad que debe ofrecer desde la perspectiva del usuario. Este modelo puede funcionar como un contrato entre el desarrollador y el cliente o usuario del sistema, y por lo tanto, proyecta lo que el cliente desea según la percepción del desarrollador. Por lo que es esencial que los clientes puedan comprender este modelo.

El modelo de requisitos es el primer modelo a desarrollarse, sirviendo de base para la formación de todos los demás modelos en el desarrollo de software. En general, el cualquier cambio en la funcionalidad del sistema es más fácil de hacer, y con menores consecuencias, a este nivel que posteriormente [3].

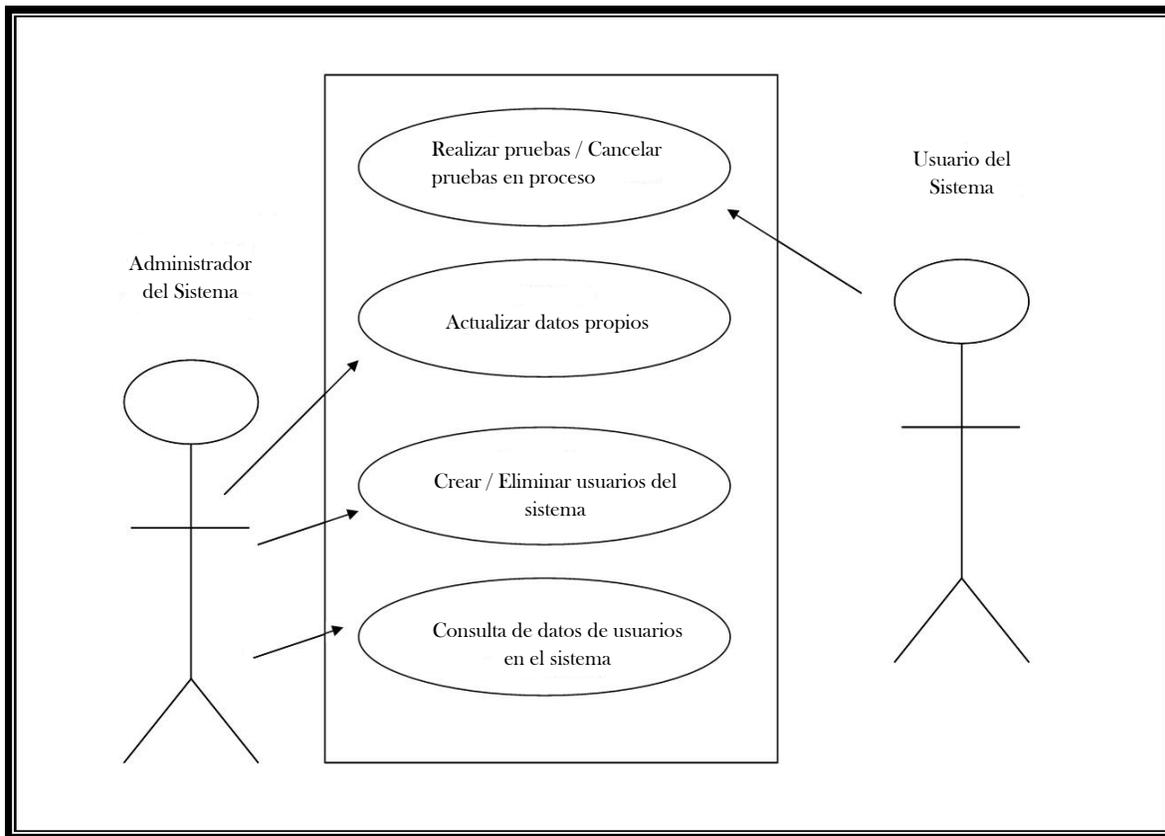


Figura 2.1 Diagrama de requisitos.

A grandes rasgos, y a pesar de que en el diseño y desarrollo de este proyecto no utilizaremos el Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés Unified Modeling Language) como base para el diseño y desarrollo de este proyecto, utilizamos la parte del diagrama de requisitos para tener claro qué tareas debían ser consideradas para cada actor dentro de este proyecto (Véase Figura 2.1)[29].

Diagrama de Flujo de datos

Un diagrama de flujo de datos es un gráfico lógico del plan de trabajo que se ejecutará para la solución de un determinado problema. A través de él, se planifica la solución del problema independiente del lenguaje de programación a utilizar. De esta manera, se separa las instrucciones de un lenguaje determinado con todas las reglas que se deben seguir en la elaboración y desarrollo de una solución a un determinado problema [30].

Objetivos de un diagrama de flujo de datos:

- a. Estructurar la solución del problema, independiente del lenguaje a utilizar.
- b. Separar la solución lógica de programación de la parte de reglas y sintaxis de codificación. Con esta división del trabajo se obtiene mayor eficiencia.
- c. Dar una visión completa del problema al programador ya que pierde en un programa ya codificado.
- d. Permitir una comprensión más rápida del programa a otros programadores [30].

El diagrama de flujo de datos que se utilizó en el desarrollo de la interfaz de control para iteraciones de una cámara de pruebas se puede observar más adelante en la Figura 2.2.

El diagrama de flujo muestra cuál será el funcionamiento a nivel general de la interacción entre el autómata programable y el software que llevará parte del control de la cámara de pruebas de estanqueidad al polvo, pero para el desarrollo de una interfaz de control idónea, cada subrutina que marca la Figura 2.2 se desglosó en partes más pequeñas, a manera de que fuera más fácil planear las actividades que debe realizar cada parte del diagrama.

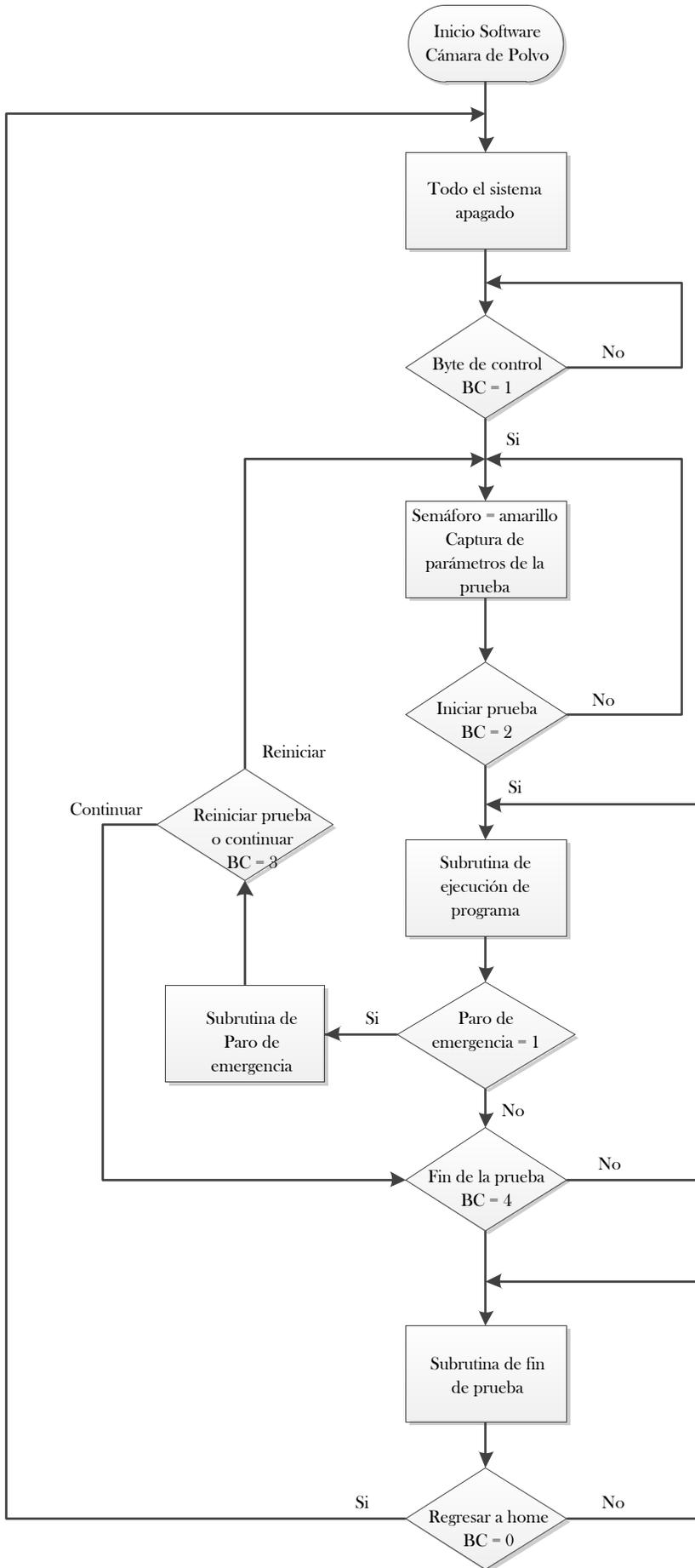


Figura 2.2 Diagrama de flujo de datos del software.

Dentro de la parte operativa del PLC, obtuvimos los siguientes diagramas de flujo de datos, a partir de los cuales nos guiaremos para su programación.

- Para la subrutina de ejecución del programa, se debe seguir el orden de la Figura 2.3.

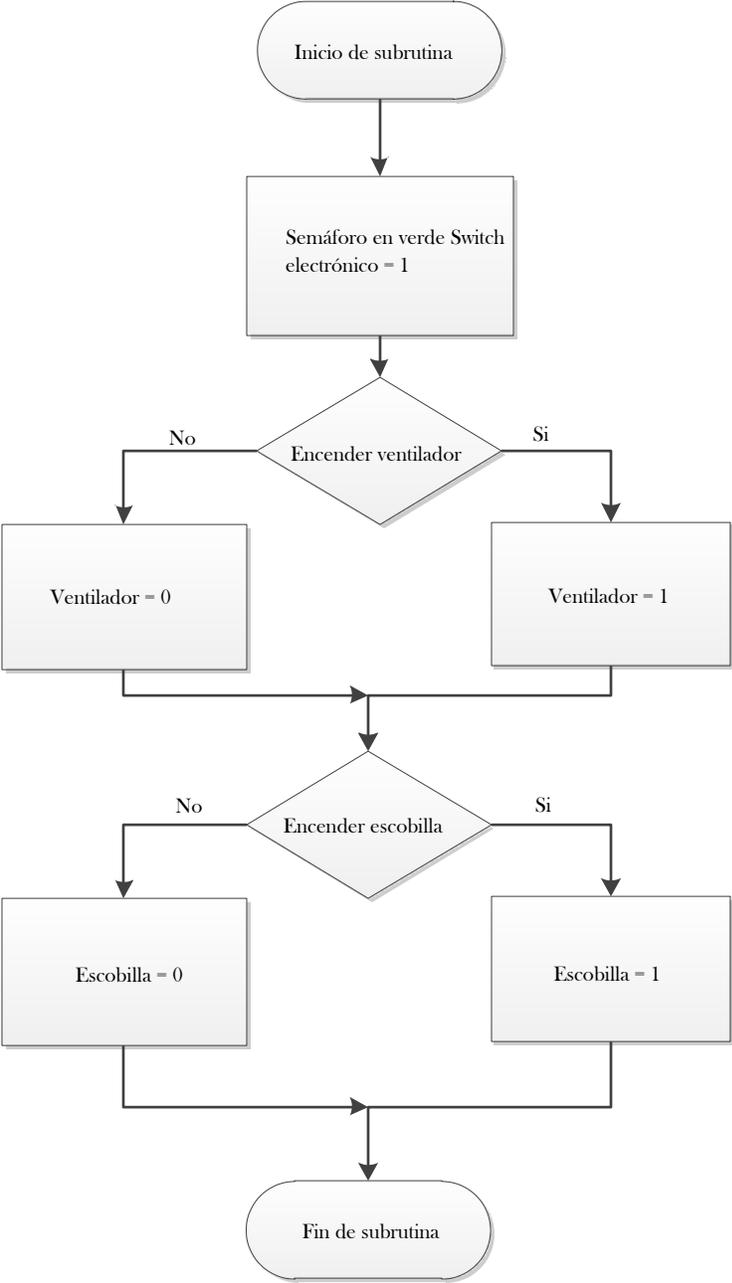


Figura 2.3 Diagrama de flujo de datos, subrutina de ejecución de programa.

- La subrutina del funcionamiento de paro de emergencia, se rige bajo el diagrama de flujo que muestra la Figura 2.4:

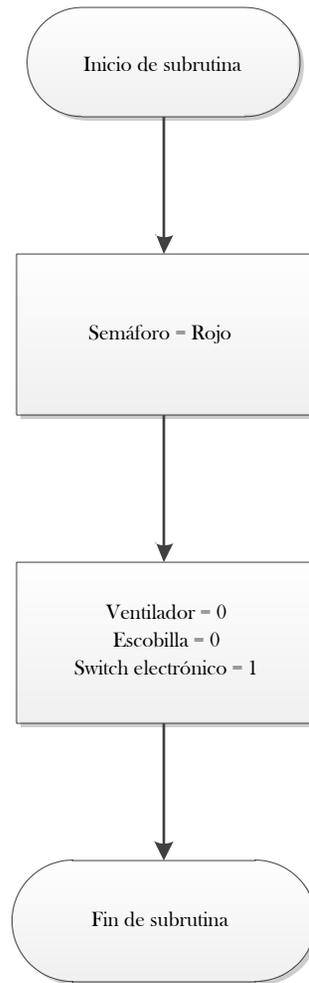


Figura 2.4 Diagrama de flujo de datos, subrutina de paro de emergencia.

- La Figura 2.5 muestra el diagrama de flujo de datos de la subrutina de fin de ejecución del programa que debe contemplarse en el software.

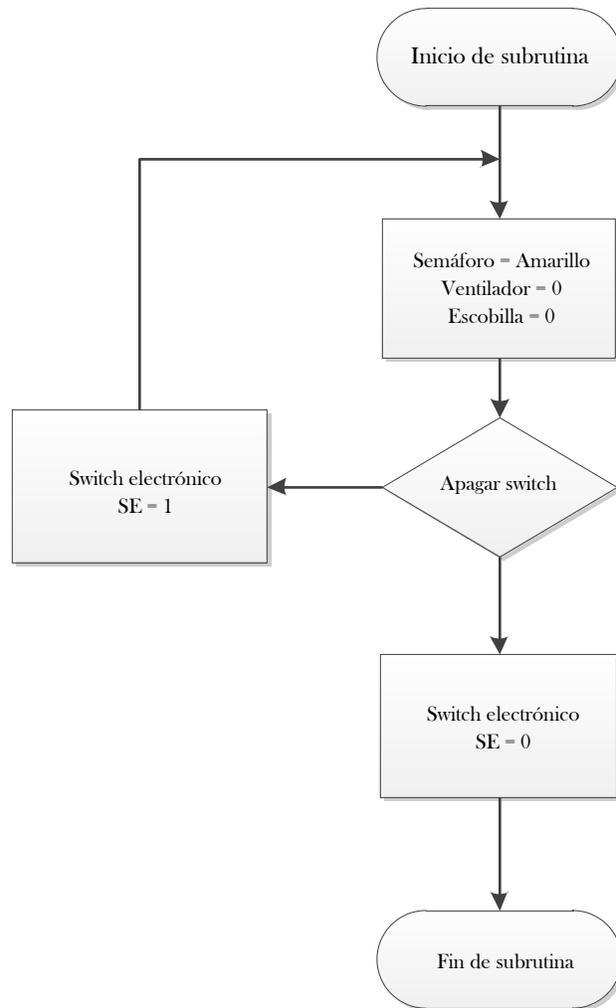


Figura 2.5 Diagrama de flujo de datos, subrutina de fin de ejecución de programa.

A partir de los diagramas de flujo de datos anteriores (Figuras 2.2, 2.3 y 2.4) que fijan el patrón que debe seguir el funcionamiento del Controlador Lógico Programable (PLC), resulta un nuevo diagrama de flujo de datos que va a regir la forma en que debe reaccionar la interfaz de control a cada resultado que va a arrojar el autómata programable durante cada iteración. En la Figura 2.6 se muestra el patrón de conducta que debe llevar a cabo la interfaz.

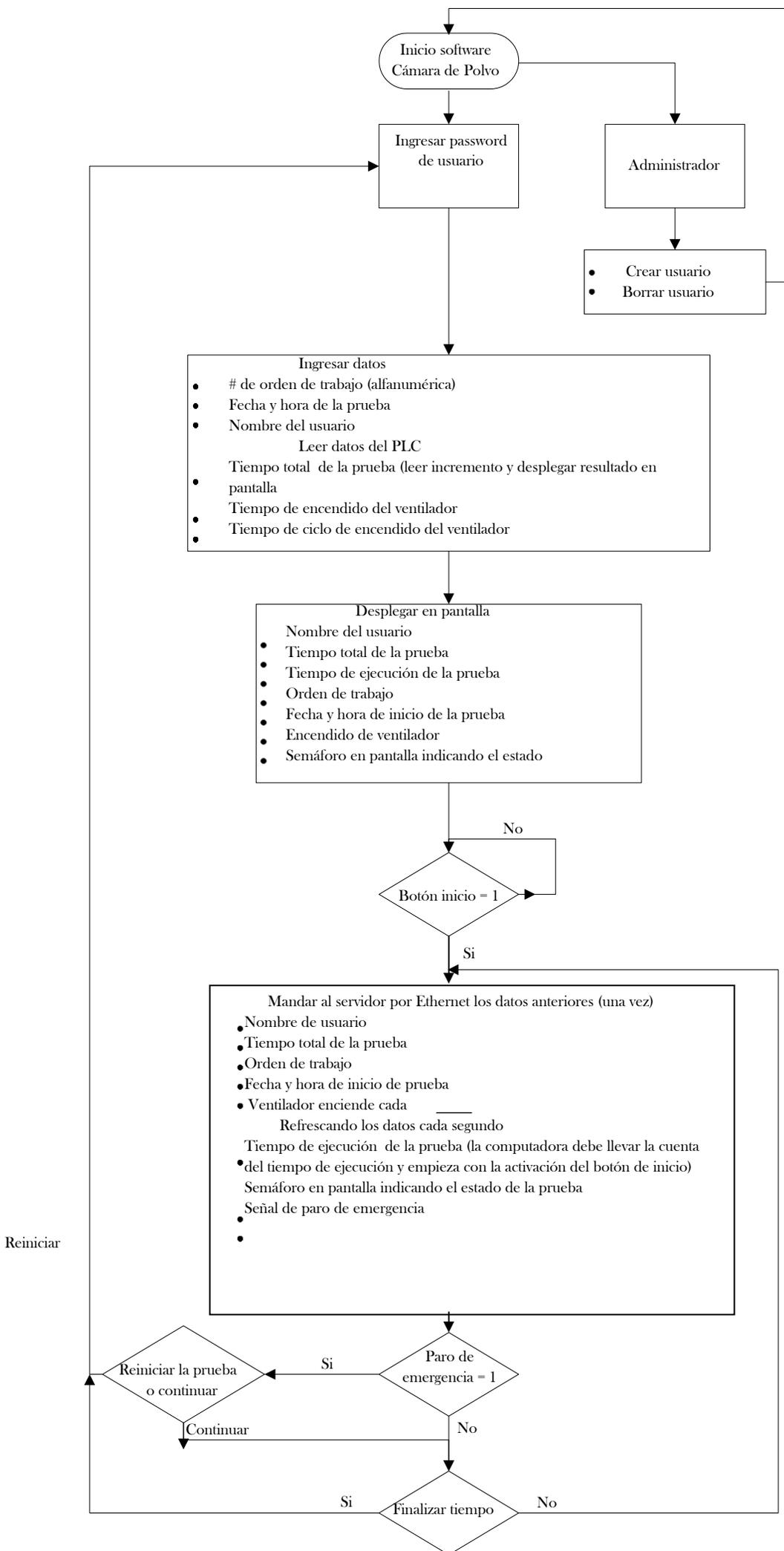


Figura 2.6
Diagrama de flujo de datos, interfaz de control.

El diagrama de flujo de datos anterior fue hecho basándonos en las especificaciones solicitadas por HUF para la interfaz de control y será precisamente la base que se utilizará para la programación que se hará en el proceso de desarrollo de la interfaz para la cámara de pruebas.

Variables

Una variable, hablando computacionalmente, es un espacio de la memoria de una computadora a la que podemos asignar un contenido que puede ser un valor numérico o alfanumérico. Cada variable se identifica por un único nombre, el cual comenzará por una letra, pudiendo a continuación contener números o letras.

Esta es una de las herramientas más importantes a la hora de programar algo, debido a que las variables son precisamente quienes van registrando los datos y nos permiten manipularlos para así lograr un objetivo específico.

Por la forma en que se desarrolla este tipo de proyecto, se tuvo que planificar la comunicación entre nuestra parte de programación, que realiza todo el trabajo lógico que existe detrás de la interfaz de control, y el Controlador Lógico Programable, que se encarga de leer el estado actual de las estradas y enviar, mediante una cadena (Véase Figura 2.7) y vía serial, la información al procesador.

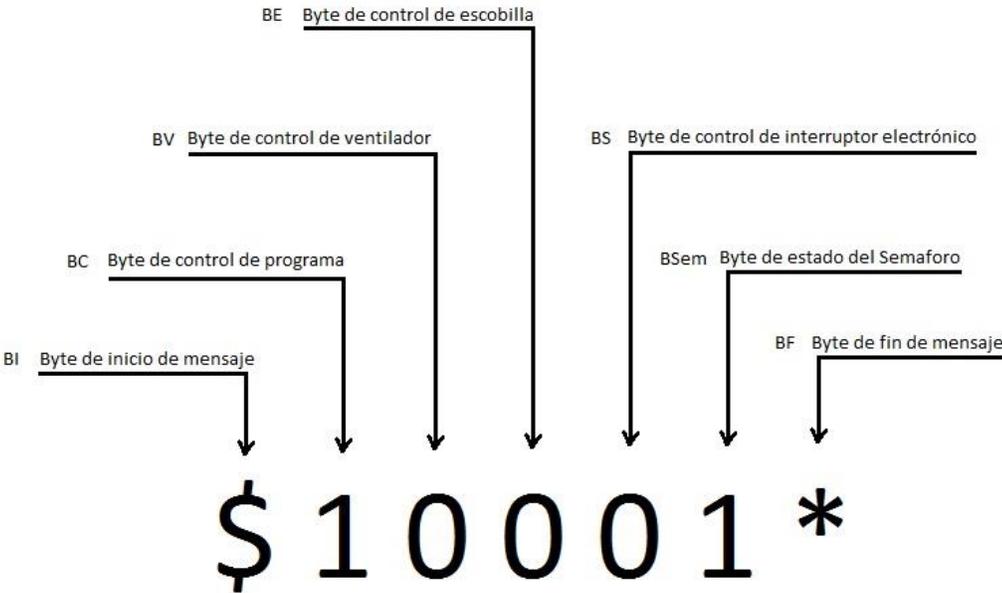


Figura 2.7 Cadena de control para el PLC

A través de la cadena de la Figura 2.7, el PLC recibe instrucciones por parte de la programación que se encuentra detrás de la interfaz de control, una vez analizadas las entradas y de acuerdo a los requerimientos de la prueba el procesador envía una cadena de datos al PLC, mediante la cual activará o desactivará las salidas correspondientes que se verán reflejadas físicamente en la cámara de pruebas.

Según la estructura que se presentan en el diagrama de flujo de la Figura 2.6, a la hora de programar la parte lógica de la interfaz de control se deben tomar en cuenta datos de entrada y de salida, así como los procesos que se deben llevar a cabo con dichos datos. A continuación nos adentraremos a detallar cada una de esas partes.

Entradas

Una parte importante dentro del flujo de datos que debe seguir el funcionamiento de la interfaz de control, son las entradas. Esta información es la que permitirá que la programación de la interfaz logre realizar su trabajo adecuadamente. Dentro de los datos que esta interfaz debe recibir como entrada para ordenar la ejecución de una prueba se encuentran:

- Nombre de usuario. Una cadena de caracteres que identifica de manera única a cada usuario dentro de la base de datos del sistema, sólo los usuarios que se encuentren registrados en ella podrán acceder al sistema para ordenar ejecuciones de prueba a la cámara.
- Contraseña de usuario. Un cadena de caracteres alfanuméricos que en conjunto con el nombre de usuario, permiten que la programación de la interfaz valide una sesión de usuario, de acuerdo a los registros con los que cuenta en su base de datos. A la hora del registro del nombre de usuario y contraseña del mismo, el usuario debe tomar en cuenta que la programación respeta el uso de mayúsculas y minúsculas, por lo que debe tener especial cuidado en recordar con exactitud cómo se están ingresando sus datos en el sistema, así como recordar que los campos no deben quedar vacíos, ni tampoco se recomienda usar espacios en blanco en estos casos.
- Orden de trabajo. Es una cadena de caracteres alfanuméricos que debe ingresar el usuario y sirve para identificar a cada una de las órdenes de trabajo que se realizan a diario con la cámara de pruebas.

- Fecha y hora de prueba. Datos que la interfaz tomará a partir de la configuración del sistema y que funcionará para llevar el registro del tiempo de cada prueba. Del mismo modo, estos datos servirán para identificar las pruebas que se están generando y respaldando vía Ethernet.
- Tiempo total de la prueba. Se trata de un valor numérico que puede estar dado en horas o minutos y como su nombre lo indica, corresponde al tiempo total que se ocupa para la ejecución de una prueba. Se debe considerar que este valor deberá ser distinto de cero para que se pueda realizar la ejecución de una prueba.
- Tiempo de encendido de ventilador. Dentro de la forma de funcionamiento de la cámara de pruebas, se ocupa este tiempo para encender el ventilador que se encuentra en el interior de la cámara y de esta forma hacer que el polvo fluya dentro de ella. Este valor no debe ser mayor al tiempo total de ejecución de la prueba y a su vez deberá ser distinto de cero para ser considerado válido.
- Tiempo de apagado de ventilador. Se trata de un valor numérico dado en horas o minutos, el cual será el indicador del tiempo en que el ventilador en el interior de la cámara permanecerá apagado en cada ciclo. Un ciclo se compondrá de la suma de los tiempos de encendido + tiempo de apagado del ventilador, por lo que este valor tampoco debe sobrepasar al tiempo establecido como el total de ejecución de la prueba, ni ser igual a cero.
- Tiempo de alimentación de polvo. Este dato es conformado por un valor numérico dado en horas, minutos o segundos, menor o igual al tiempo de apagado de ventilador, diferente de cero y por consecuencia, menor al tiempo total de ejecución de la prueba. En este tiempo es cuando la escobilla que se encuentra en el interior de la cámara se activa para recolectar el polvo que posteriormente se utilizará para hacer fluir durante el encendido del ventilador en la realización de un ciclo en una prueba de ejecución.
- Tiempo de espera al término de la ejecución de la prueba. Es un valor numérico dado en horas o minutos y que indicará al sistema el tiempo que deberá esperar el usuario antes de que se desactive el seguro de la puerta de la cámara una vez que haya transcurrido el total de la ejecución de la prueba. Este valor deberá ser mayor o igual a 30 minutos para que la interfaz lo considere como válido y permita continuar a la hora de configurar la ejecución de la prueba. Esta restricción se realiza como medida de seguridad para el usuario, debido a que es en este tiempo en el que el

polvo se asienta y no representa un riesgo para el usuario a la hora de abrir la puerta de la cámara después de una ejecución.

- Sincronización de inicio de prueba con el PLC. Este es una cadena de caracteres alfanuméricos predefinidos en la programación del autómata que la programación de la interfaz enviará al PLC para que éste último sepa que iniciará alguno de los procesos predefinidos en su programación.

Procesos y Salidas

Una vez que se obtienen los datos de entrada tanto en el PLC como en la interfaz de control, se deben realizar con estos, procesos para obtener salidas que se traducirán en acciones que se reflejarán en el funcionamiento de la cámara de pruebas. Dentro de la parte de los procesos que se deben realizar se encuentran:

- Validación de inicio de sesión. Este proceso, como su nombre lo indica, debe verificar que el nombre usuario y contraseña coincidan realmente con el registro que existe de él en la base de datos del sistema. En esta parte se implementará un algoritmo de búsqueda para permitir o denegar el acceso según sea el caso. Si por algún motivo el usuario ingresara de forma incorrecta sus datos, la interfaz muestra un cuadro de diálogo que le indica el error y elimina los datos del cuadro de texto para que vuelvan a ser ingresados, ahora de forma correcta.
- Validación de configuración de orden de prueba. En este proceso se realiza la validación de los rangos de los datos numéricos de entrada como total de ejecución de la prueba, tiempo de encendido / apagado de ventilador, tiempo de alimentación del polvo y tiempo de espera una vez que la prueba termina. Dentro de las especificaciones que deben ser tomadas en cuenta en este proceso se encuentran:
 - Un ciclo está conformado por el tiempo de encendido del ventilador + el tiempo de apagado, por lo que éste será un determinante en los tiempos que se van a establecer.
 - El tiempo de encendido y apagado del ventilador no debe rebasar el tiempo total de ejecución que se establece.
 - El valor que se ingresa en el tiempo de alimentación de polvo puede ser igual al tiempo de apagado del ventilador pero no mayor que éste.
 - El tiempo de alimentación de polvo no debe ser mayor al tiempo que se establece como tiempo total de ejecución de una prueba.

- Cualquiera de los campos configurables de tiempo no deben quedar vacíos o tener un valor igual a cero.
- Por cuestiones de seguridad del usuario, el valor que se configura en el campo de espera al terminar la ejecución prueba debe ser como mínimo igual a 30 minutos.

Todas estas validaciones se harán en el momento en que el usuario se encuentra en el área de configuración de prueba, en caso de que por alguna razón el usuario hiciera caso omiso a éstas, la programación se encarga de verificar los datos ingresados en cada caja de texto mostrando un cuadro de diálogo con una breve referencia al campo que tiene información que no permite hacer válida la configuración de una prueba, borra la información incorrecta y solicita al usuario ingresar datos distintos a los establecidos con anterioridad. Si el usuario establece los datos correctamente de acuerdo a como se le solicitan, la interfaz corrobora con un cuadro de diálogo donde pregunta si los datos son correctos para continuar, esto con la intención de no enviar una prueba con datos incorrectos.

- Cálculo de tiempo de ciclo y número de ciclos en una ejecución. Una vez que se han ingresado y validado a través de la interfaz las entradas correspondientes a la configuración de una orden de prueba, la programación en la interfaz se encarga de realizar el cálculo del número de ciclos que se podrán realizar durante el tiempo de ejecución total que el usuario configuró, así como el tiempo que durará cada uno de ellos. Para este proceso, se toman los valores que se ingresaron en los cuadros de texto de tiempo de encendido y apagado del ventilador, se realiza la suma de estos tiempos para obtener el valor de un ciclo y posteriormente se divide el tiempo total de ejecución entre el valor de tiempo de un ciclo para obtener el número de ciclos o veces que la cámara ejecutará el proceso de encendido y apagado del ventilador, así como el tiempo de alimentación de polvo.
- Creación de cadenas válidas para la comunicación con el PLC. En este proceso se definen las cadenas que el PLC recibirá para activar o realizar alguna acción. A través de éstas, se mantendrá la comunicación entre las indicaciones que el usuario solicita mediante la interfaz y que se verán reflejadas en acciones dentro de la cámara de pruebas.
- Definición de estados del PLC. De acuerdo a la programación que se establece en el autómatas en relación con las cadenas que recibe dentro de la comunicación que se

mantiene con la programación de control de la interfaz, el PLC se encargará de mostrar físicamente:

- El encendido / apagado del ventilador de acuerdo a los tiempos que se establecieron.
 - El encendido / apagado de la alimentación de polvo, es decir, el funcionamiento de la escobilla.
 - El estado del semáforo en pantalla y la sincronización con el semáforo que la cámara tiene integrado físicamente.
 - La señal de paro de emergencia en caso de ser necesario.
- Paro de emergencia. Durante este proceso, la interfaz ofrecerá al usuario las opciones de continuar o terminar la prueba que se encontraba en ejecución. Si el usuario elige continuar, la interfaz pedirá validar de nueva cuenta sus datos de usuario para continuar con la prueba; en este punto se debe considerar que de acuerdo a la programación que se realizó el mismo usuario que configuró de inicio la ejecución de la prueba, es el mismo que deberá identificarse para continuar una prueba después de detectar un paro de emergencia. Si el usuario elige terminar la prueba, se termina todo el proceso y tanto el PLC como la interfaz, pasan por alto el filtro de seguridad que se configura al inicio de una prueba para la apertura de la puerta de la cámara y permite su apertura a partir de que se termina la ejecución de la prueba.

Una vez realizados los procesos anteriormente mencionados, tanto la interfaz como el autómatas deben reflejar las salidas en forma de:

- Funcionamiento de ventilador. Apagado / Encendido de éste de acuerdo a los tiempos que se configuraron para la prueba.
- Funcionamiento de escobilla. Activación / Desactivación de su ejecución durante una prueba.
- Funcionamiento de semáforo de estado. Muestra un color en el semáforo dependiendo del estado en el que se encuentra la cámara de pruebas, por ejemplo si la cámara se encuentra en reposo mientras el usuario configura una orden de prueba o la cámara se encuentra en modo de espera de seguridad, el semáforo mostrará el color amarillo; si ésta se encuentra en la ejecución de una prueba, el semáforo mostrará el color verde y en caso de un paro de emergencia o fin de prueba el semáforo reflejará el color rojo.

- Visualización de proceso en pantalla. Los datos que se van mostrando en la interfaz van modificándose de acuerdo al proceso que se esté ejecutando en ese instante en el funcionamiento de la cámara de pruebas. Mientras una prueba se encuentra en ejecución, se visualizará en pantalla un GIF con los valores que se configuraron previamente, dos botones indicadores del estado del ventilador y la alimentación del polvo, así como un temporizador que se inicializa con el valor configurado como tiempo total de ejecución de la prueba y un semáforo que se encargará de mostrar el estado en que se encuentra la cámara de pruebas, el cual se encuentra sincronizado con el semáforo integrado físicamente a la cámara.
- Tiempo de espera. Una vez que el temporizador de ejecución de una prueba ha vencido, entrará en función un nuevo temporizador con el valor que se configuró como tiempo de espera, mientras esto sucede el seguro de la puerta de la cámara de pruebas se encuentra activado y el usuario no podrá abrir la misma.
- Paro de emergencia. Si por algún motivo se da el caso de utilizar este proceso, la interfaz mostrará una ventana donde indica la interrupción del proceso de ejecución de una prueba, mismo que se reflejará parando la prueba que se encuentre en acción en ese momento en la cámara.

Prototipo de la interfaz

Con lo que hasta este momento se conoce sobre los requerimientos de la interfaz de control para iteraciones de una cámara de pruebas, se realizó un prototipo de la interfaz de acuerdo a la función que debía cumplir en determinado momento.

Para la parte del inicio de sesión de un usuario, se elaboró un bosquejo como el que se muestra en la Figura 2.8. Lo que solo mostraba una ventana donde el usuario podía colocar sus datos para validar su inicio de sesión dentro del sistema.

Usuario: 123
 Contraseña: ****

Figura 2.8 Prototipo de inicio de sesión.

Una vez que el usuario ha iniciado sesión en el sistema, el siguiente paso que puede realizar es la configuración para la ejecución de una prueba. Lo que físicamente se traduciría a algo como lo que nos muestran las figuras siguientes. Donde la Figura 2.9 en el inciso a) y b) muestra la configuración del encendido del ventilador, en el primero revela el campo donde el usuario debe realizar ese registro en minutos y en la siguiente figura se muestra como el usuario hace lo que se le indica.

Usuario: 123 Orden de prueba: 4034
 Tiempo total de prueba: 0 min
 Tiempo de ejecución prueba: 00:00:00
 Ventilador se enciende cada min

30/10/2013 09:37:39

Figura 2.9 a) Prototipo de configuración de encendido de ventilador.

Usuario: 123 Orden de prueba: 4034
 Tiempo total de prueba: 0 min
 Tiempo de ejecución prueba: 00:00:00
 Ventilador se enciende cada min

30/10/2013 09:40:09

Figura 2.9 b) Prototipo de configuración de encendido de ventilador.

Posteriormente, en la Figura 2.10 inciso a) se muestra el campo donde el usuario debe ingresar la configuración en minutos del apagado del ventilador. En la siguiente figura (Véase Figura 2.10 inciso b)) se ve cómo el usuario ingresa el dato correspondiente.

Usuario: 123 Orden de prueba: 4034

Tiempo total de prueba: 0 min

Tiempo de ejecución prueba: 00:00:00

Ventilador se enciende 1 cada 0 min



30/10/2013 09:53:29

Figura 2.10 a) Prototipo de configuración de apagado de ventilador.

Usuario: 123 Orden de prueba: 4034

Tiempo total de prueba: 0 min

Tiempo de ejecución prueba: 00:00:00

Ventilador se enciende 1 cada 1 min



30/10/2013 10:03:20

Figura 2.10 b) Prototipo de configuración de apagado de ventilador.

Del mismo modo que las figuras anteriores, las Figuras 2.11 incisos a y b muestran la indicación del campo donde el usuario debe registrar el tiempo total de ejecución de una prueba y cómo el usuario ingresa ese dato.

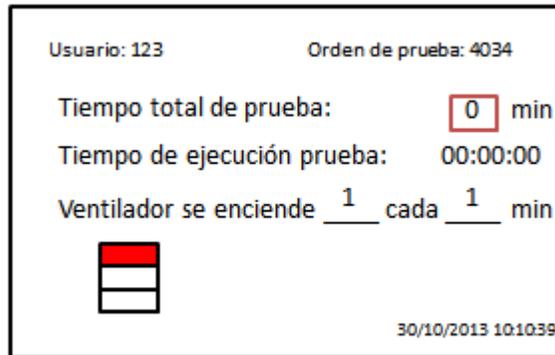


Figura 2.11 a) Prototipo de configuración de tiempo total de la prueba.

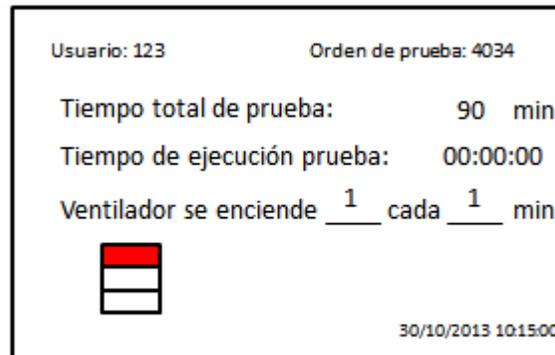


Figura 2.11 b) Prototipo de configuración de tiempo total de la prueba.

Una vez que el usuario ha ingresado los datos solicitados para la configuración de la ejecución de una prueba, lo siguiente que verá en pantalla, será la orden ejecutándose junto con los datos que ha ingresado previamente, como lo muestra la figura 2.12.

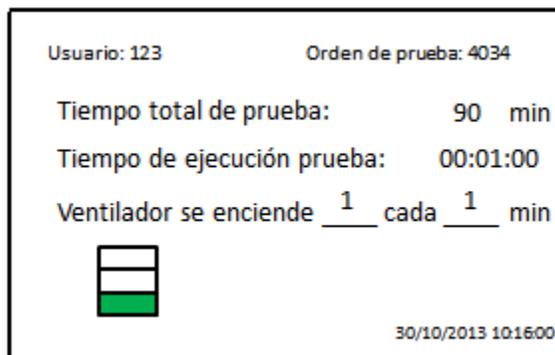


Figura 2.12 Prototipo de ejecución de prueba

Si el usuario detecta un error por algún motivo, puede parar la prueba durante su ejecución a través de un paro de emergencia que daría las siguientes opciones, como se puede observar en la figura 2.13.

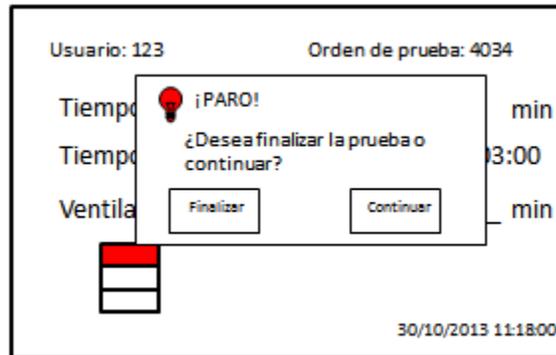


Figura 2.13 Prototipo de opciones de paro de emergencia

Si de entre las opciones que brinda el menú de paro de emergencia, el usuario decide continuar con la prueba, se mostrara una ventana como la figura 2.14, donde se muestra la prueba corriendo, o es lo que se intenta mostrar.

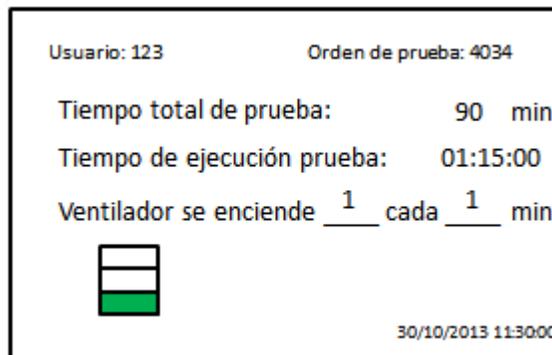


Figura 2.14 Prototipo de continuar de paro de emergencia

Si el usuario elige Finalizar la prueba, el programa termina completamente.

Por el contrario, si durante la ejecución de la prueba no se activa el paro de emergencia y se deja a esta ejecutarse durante el tiempo preestablecido en el área de configuración de la prueba, al término de esta se activa un seguro en la puerta por determinado tiempo para seguridad del usuario y se muestra una pantalla como se visualiza en la figura 2.15, donde el semáforo se muestra en amarillo pero la puerta de la cámara no puede abrirse aún.

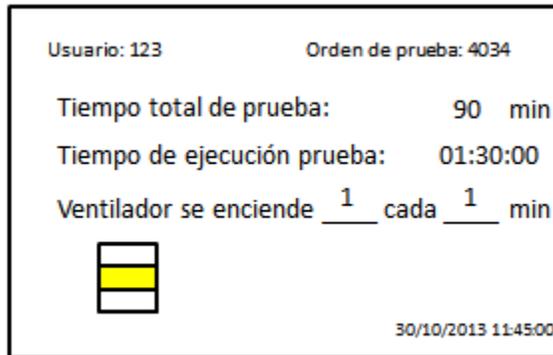


Figura 2.15 Prototipo activación de seguro de puerta.

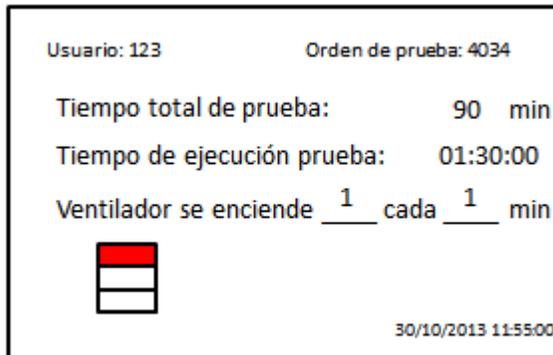


Figura 2.16 Prototipo de fin de prueba.

Finalmente cuando este tiempo de seguridad finalice, el semáforo cambiará a rojo (véase ejemplo en la figura 2.16), la puerta se podrá abrir y el usuario podrá configurar una nueva prueba.

Programación de la interfaz de control

En la búsqueda de un modelo de programación que se adecuara a las necesidades del usuario, y tomando en consideración la forma de trabajo del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, la planeación sobre el modo de programación utilizada en este proyecto fue a través de la programación por eventos.

Programación por eventos

La programación dirigida por eventos es un paradigma de programación en el que el flujo del programa está determinado por eventos, mensajes desde otros programas o hilos de ejecución. Tanto la estructura, como la ejecución de los programas se determinan por los sucesos que ocurran en el sistema, mismos que son definidos por el usuario o que ellos mismos provoquen.

Las aplicaciones desarrolladas con programación dirigida por eventos implementan un bucle principal donde se ejecutan las dos secciones principales de la aplicación: El selector de eventos y el manejador de eventos. El creador del programa debe definir los eventos que manejarán su programa (selector de eventos) y las acciones que se realizarán al producirse cada uno de ellos, lo que se conoce como el administrador o manejador de eventos. Los eventos soportados por cada aplicación están determinados por el lenguaje de programación utilizado, por el sistema operativo e incluso por eventos creados por el mismo programador.

En este tipo de programación, al comenzar la ejecución del programa se llevan a cabo las inicializaciones y demás código inicial, para a continuación el programa permanecer bloqueado hasta que se produzca algún evento. Cuando alguno de los eventos esperados por el programa tenga lugar, el programa pasará a ejecutar el código del correspondiente administrador de evento. La programación dirigida por eventos es la base de lo que llamamos interfaz de usuario.

En los primeros tiempos de la computación, los programas eran secuenciales, también llamados Batch. Un programa secuencial arranca, lee parámetros de entrada, procesa estos parámetros, y produce un resultado, todo de manera lineal y sin intervención del usuario mientras se ejecuta. En contraposición al modelo clásico, la programación orientada a eventos permite interactuar con el usuario en cualquier momento de la ejecución. Esto se consigue debido a que los programas creados bajo esta arquitectura se componen por un bucle exterior permanente encargado de recoger los eventos, y distintos procesos que se encargan de tratarlos. Habitualmente, este bucle externo permanece oculto al programador que simplemente se encarga de tratar los eventos.

La programación orientada a eventos supone una complicación añadida con respecto a otros paradigmas de programación, debido a que el flujo de ejecución del software escapa al control del programador. En cierta manera podría decirse que en la programación clásica el flujo estaba en poder del programador y era este quien decidía el orden de ejecución de los procesos, mientras que en programación orientada a eventos, es el usuario el que controla el flujo del programa y decide sobre el mismo.

La arquitectura cliente-servidor es claramente una implementación del patrón de diseño de manejadores de eventos. Podemos pensar en el servidor como un disparador de eventos que espera a la escucha de una petición de un cliente que envía un evento y entonces el servidor lo reenvía a un manejador que lo procesa y devuelve un resultado. El servidor implementa el bucle de eventos que escucha de forma continua y procesa las peticiones reenviándolas a partes más especialistas del servidor donde son procesadas y devueltas al cliente como respuesta. Si el bucle de eventos recibe una petición extraña, sencillamente la descarta y emite un mensaje de error al cliente emisor [7][8][9].

A fin de apegarnos al modo de programación por eventos, buscamos el modo de adaptar los datos de entrada, las visualizaciones de cada acción que debe cubrir la programación, así como los resultados esperados, de la siguiente forma:

Selector de eventos

Dentro de esta parte de la programación se definen los eventos que se manejarán en la ejecución del programa, como son:

- Sincronización de datos Interfaz - PLC.
- Encendido / Apagado del ventilador.
- Encendido / Apagado de escobilla.
- Estado de semáforo.
- Temporizador de fin de prueba.
- Paro de emergencia.

Manejador de eventos

- Sincronización de datos Interfaz - PLC.

Durante la ejecución de este evento se inician los hilos principales que se encargarán de mantener la comunicación entre la interfaz y el PLC durante el tiempo en que el sistema se encuentre encendido, estos serían básicamente el hilo que lleva el tiempo de ejecución de la prueba y el hilo de envío de datos, quienes estarán bajo el esquema de cliente-servidor a cada segundo consultando o enviando datos según el proceso que se encuentra en ejecución en determinado momento.

Para que se defina la configuración correcta de los tiempos que se solicitan para la ejecución de una prueba, se va verificando que la información que el usuario ingresa concuerde con las validaciones que solicita HUF para seguridad y correcto funcionamiento de la cámara de pruebas, todo esto a través de comparar los datos de referencia que se programaron con los datos que el usuario se encuentra configurando para poder iniciar la ejecución de una prueba.

Una vez que el usuario define e ingresa los parámetros iniciales que se necesitan en una prueba, se calcula el número de ciclos dividiendo el valor de tiempo total de ejecución de una prueba entre el tiempo que se asigna a un ciclo, así como la duración de los mismos sumando los valores de tiempos de encendido y apagado del ventilador para inmediatamente guardar esa información en una clase de datos comunes a la que otras clases en el programa puede acceder para trabajar de manera conjunta. Es en este momento cuando la clase que controla la interfaz envía una cadena (Véase Figura 2.17) para indicar el inicio de la ejecución de una prueba.

```
char mensaje[ 10 ];  
mensaje[ 0 ] = '$';  
mensaje[ 1 ] = '1';  
mensaje[ 2 ] = '0';  
mensaje[ 3 ] = '0';  
mensaje[ 4 ] = '0';  
mensaje[ 5 ] = '0';  
mensaje[ 6 ] = '*';
```

Figura 2.17 Cadena de sincronización de datos entre Interfaz - PLC.

- Puesta en marcha del motor de la escobilla.

De acuerdo a los valores definidos en la parte de tiempo total de la prueba y alimentación de polvo que se encuentra en la Configuración de la ejecución de una prueba en la Interfaz, y una vez que se han establecido los cálculos pertinentes para obtener un número de ciclos y la duración de éstos, el hilo que se encarga del control del funcionamiento del PLC va verificando segundo a segundo el momento en que debe enviar la orden de encendido o apagado del motor de la escobilla según sea el caso, tal y como se muestra en la Figura 2.18 .

```
mensaje[ 0 ] = '$';
mensaje[ 1 ] = '2';
mensaje[ 2 ] = '0';
mensaje[ 3 ] = '1';
mensaje[ 4 ] = '0';
mensaje[ 5 ] = '0';
mensaje[ 6 ] = '*';
```

Figura 2.18 Cadena de control para accionar el motor de la escobilla

- Puesta en marcha del motor del ventilador.

Del mismo modo que actúa el evento de poner en marcha el motor de la escobilla, funciona la puesta en marcha del ventilador, con la excepción de que este evento toma en cuenta los tiempos de encendido y apagado del ventilador que el usuario ingresa en la Configuración de una prueba, y es entonces cuando el hilo de control para el funcionamiento del PLC envía una cadena para accionar o desactivar el motor del ventilador, según sea el caso (Véase el ejemplo en la Figura 2.19).

```
mensaje[ 0 ] = '$';
mensaje[ 1 ] = '2';
mensaje[ 2 ] = '1';
mensaje[ 3 ] = '0';
mensaje[ 4 ] = '0';
mensaje[ 5 ] = '0';
mensaje[ 6 ] = '*';
```

Figura 2.19 Cadena de control para accionar el motor del ventilador

- Envío de estado de semáforo.

Mientras la cámara de pruebas se encuentre encendida el hilo principal que ejecuta el control del PLC emite los cambios en el estado del semáforo de acuerdo a la acción que se encuentra realizando en ese instante, lo que se traducirá en un estado verde, amarillo o rojo en los semáforos que se encuentran tanto físicamente en la cámara como en la interfaz.

```
if(controls->tipoh == 1 && controls->estado == 1)
{
    controls->estado_semaph = 1;
    emit ActualizarSem();
}
```

Figura 2.20 Envío de estado de semáforo verde.

- Paro de emergencia.

Dentro de los botones que físicamente se pueden localizar en la cámara de pruebas, se encuentra el de paro de emergencia, el cual al ser presionado provoca la interrupción de la ejecución de una prueba, lo que desencadena que el hilo que controla las funciones del PLC envíe una cadena como la que se muestra en la Figura 2.21 al autómata, el programa guarda los datos en la clase de datos comunes para tener el registro de la fracción de tiempo del total en que la prueba funcionó correctamente y todo esto se refleja en la interfaz a través de una ventana como la que se puede observar en la Figura 2.22, donde entra en acción la clase que controla las acciones del paro de emergencia.

```
qDebug() << "paro de emergencia 1";
PEM = controls->seg;
controls->PAEME = 1;
controls->CONPRUE = 1;
m = controls->min+1;
controls->CONTPAEME = 1;
controls->stat = controls->PAEME;
controls->scod = controls->PAEME;
emit paroEmergencia();
```

Figura 2.21 Sentencias donde se guarda el avance del tiempo total de ejecución.

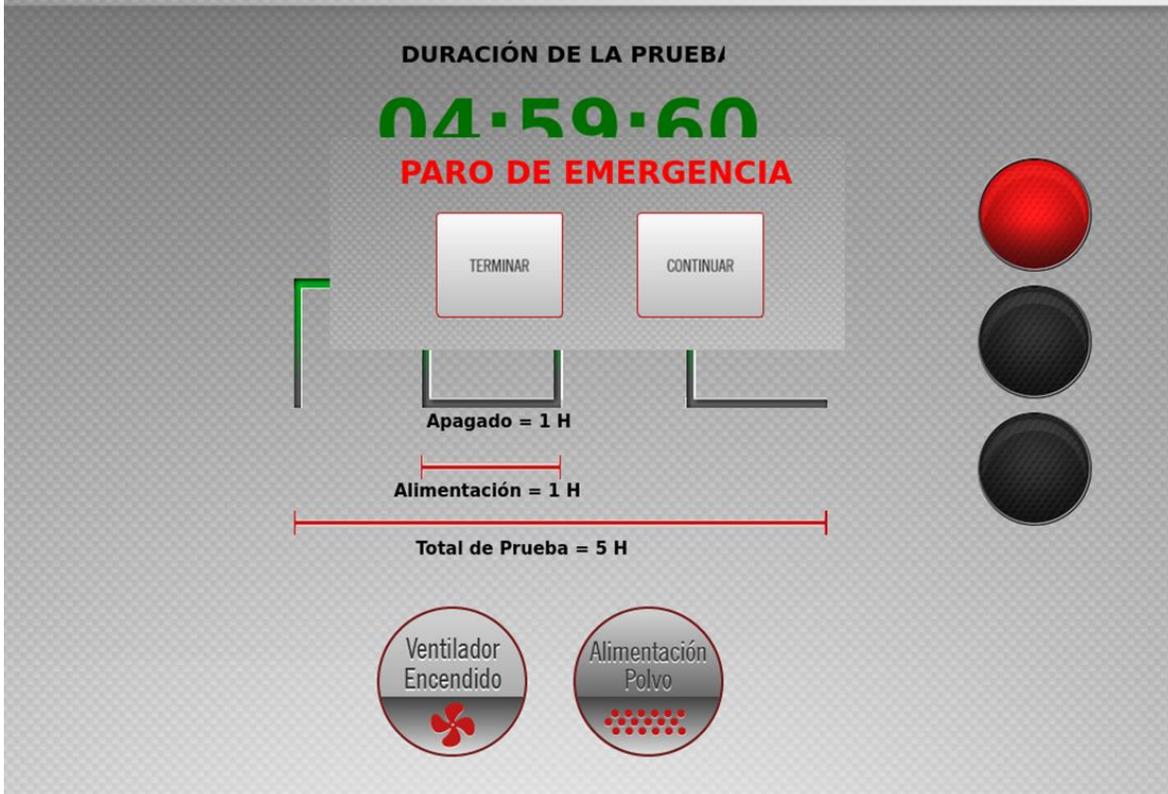


Figura 2.22 Paro de emergencia en acción

- Temporizador de fin de prueba.

Cuando el hilo de control del PLC detecta que la prueba ha finalizado exitosamente, inicializa los valores de tiempo a cero (véase Figura 2.23) y emite una señal de fin de prueba, que desencadena que entre en acción una clase que fue creada para controlar el temporizador de seguridad que se activa en la puerta de la cámara de pruebas para evitar que el polvo que se localiza en el interior pueda afectar al usuario.

```
controls->hora = 0;
controls->min = 0;
controls->seg = 0;
controls->stat = 2;
emit Fin_prueba();
```

Figura 2.23 Inicialización de variables a cero.

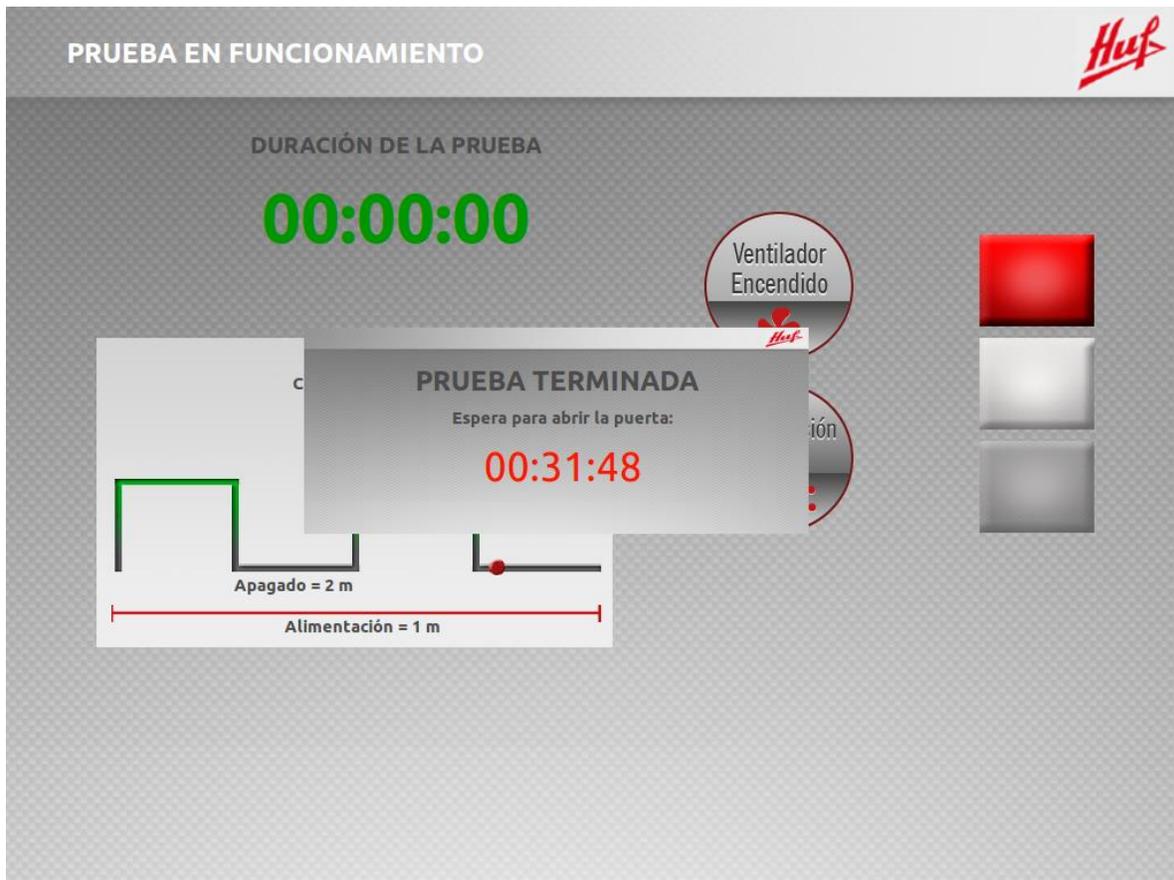


Figura 2.24 Temporizador de seguridad en acción

Durante el tiempo que se activa el seguro en la puerta de la cámara, la interfaz se encarga de mostrar dicho temporizador (Visto en la Figura 2.24) y la programación de la interfaz se inicializa para que una vez que venza el temporizador de espera, pueda configurarse una nueva orden de prueba.

Programación del PLC

La programación de un PLC se realiza a través de los puertos periféricos del autómata, comienza con la ejecución de un Grafcet²⁴ o diagrama de mando del procesador a controlar.

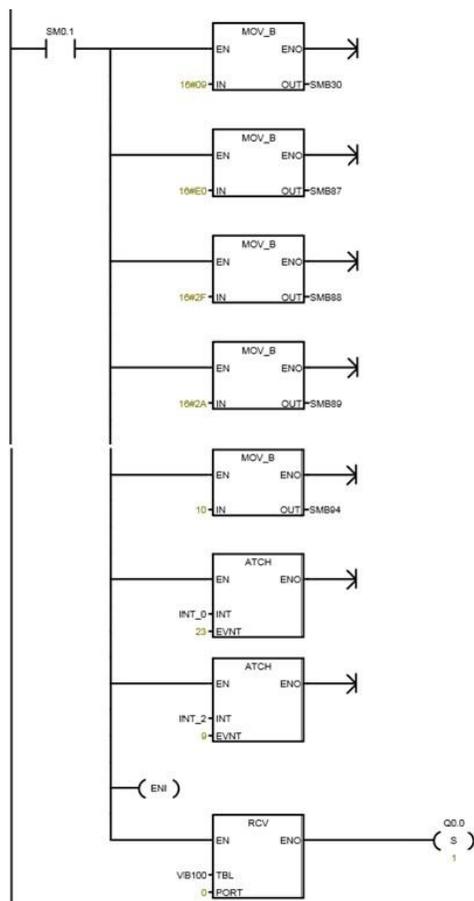


Figura 2.25 Diagrama de contactos para el PLC de la cámara de pruebas

Basándonos en lo anteriormente mencionado se realiza el diagrama de relés o esquema de contactos²⁵, que permite realizar una representación lógica de control similar a un sistema electromecánico. Para este caso específico, obsérvese el diagrama que se presenta en la Figura 2.25.

²⁴ Diagrama funcional que describe la evolución del proceso que se quiere automatizar. Se encuentra definido por elementos gráficos y reglas de evolución que reflejan la dinámica del comportamiento del sistema.

²⁵ El diagrama de escalera fue uno de los primeros lenguajes utilizados para programar PLCs debido a su similitud con los diagramas de relés que los técnicos ya conocían. Este lenguaje permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso, con ayuda de símbolos de contactos normalmente cerrados (N.C.) y normalmente abiertos (N.A.), relés, temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, etc.

Capítulo 3

Implementación de la interfaz de control

En este capítulo se abarcará todo el proceso que se requirió para detectar errores, realizar correcciones, evaluar y capacitar al personal de la empresa, instalar la cámara de pruebas, así como para toda clase de pruebas al sistema a manera de asegurar el correcto funcionamiento y desarrollo del proyecto.

Aportaciones del proyecto

Dentro de las aportaciones que se pueden considerar que esta cámara de pruebas de estanqueidad al polvo posee por encima de otras que se conocen comercialmente en la actualidad podemos mencionar los siguientes:

- El PLC será capaz de llevar el control para regular la intensidad de la nube de polvo en cada prueba que se realice, detalle con el que las cámaras de pruebas comerciales actuales no cuentan.
- En cuanto a diseño: Es una cámara de pruebas de estanqueidad al polvo que cuenta con luz.
- En el ámbito computacional es una cámara que tiene configuración flexible para pruebas específicas. Actualmente no existe mucha información respecto al software que se utiliza en las cámaras de prueba comerciales.

Hablando específicamente del rubro de Interfaz Humano-Computadora: se está desarrollando una nueva interfaz que sea de fácil uso para nuestro usuario final, además es una interfaz que se encuentra en idioma Español, a diferencia de las que actualmente existe y se encuentran desarrolladas en Inglés. Cabe mencionar también que no existe una cámara de pruebas de este estilo desarrollada en nuestro país.

Instrumentación de la cámara de pruebas.

Una vez elaborados los correspondientes diagramas eléctricos y electrónicos para el funcionamiento de los componentes de la cámara de polvo, se procede a realizar el cableado entre dichos componentes. Los elementos principales de la cámara de polvo son:

- **PLC (Controlador Lógico Programable).** Recibe los datos de la interfaz de usuario y activa los relevadores.
- **Fuente de poder (24V).** Se encarga de convertir el voltaje de AC (Corriente Alterna) en voltaje de DC (Corriente Directa), que es el voltaje con el que se alimenta el PLC y los relevadores.
- **Relevadores.** Se usan como una etapa de acoplamiento entre las salidas del PLC y los actuadores (por ejemplo el ventilador) ya que algunos de estos elementos trabajan con corriente directa y otros con corriente alterna.

La cámara de polvo posee un área específica destinada para la colocación de una platina de acero inoxidable sobre la cual se montan los dispositivos electrónicos antes mencionados.

Marcha blanca

Esta área de la Implementación de un proyecto, se relaciona con el hecho de que los elementos de software desarrollados deben ser sometidos a pruebas exhaustivas antes de ser puestos en producción, con la finalidad de determinar con antelación si el sistema o producto funcionará cumpliendo con lo esperado, no fallará durante su operación normal y además no afectará el correcto desempeño de otros sistemas con los que se relacione.



Figura 3.1 a) Marcha blanca de la cámara de pruebas.



Figura 3.1 b) Marcha blanca de la cámara de pruebas.



Figura 3.1 c) Marcha blanca de la cámara de pruebas.

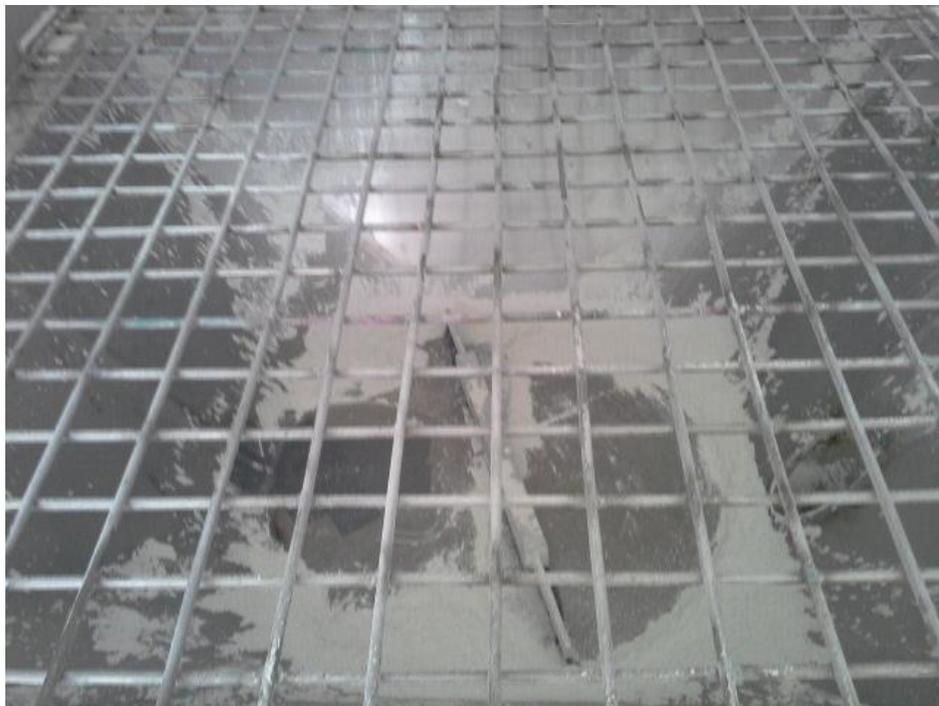


Figura 3.1 d) Marcha blanca de la cámara de pruebas.

Para cumplir con este punto se realizaron intensas pruebas con diversos usuarios para corroborar el correcto funcionamiento de la interfaz y detectar posibles errores en la programación de los eventos del sistema, como se pudo observar en las Figuras 3.1 a), b), c) y d).

Costos y Justificación de la cámara de pruebas

Durante el desarrollo del marco teórico no se pudo obtener el costo de ninguna de las cámaras referenciadas en esta investigación, por tal motivo se desglosa un aproximado del costo de los elementos principales de la cámara de pruebas. (Véase Tabla 3.1)

Descripción	Costo Aproximado
Manufactura de la estructura	\$70 000
PLC	\$20 000
Computadora	\$10 000
Ventilador	\$8 000
Componentes electrónicos generales	\$15 000
Ingeniería de desarrollo	\$50 000
Total	\$173 000

Tabla 3.1 Evaluación de costos.

Considerando que el desarrollo de todas las cámaras investigadas es realizado en el extranjero se concluye que el costo de este proyecto es inferior a los antes mencionados.

La selección de los materiales se llevó a cabo considerando el corto tiempo para el desarrollo del proyecto, ya que algunos elementos demoraban mucho en poder ser adquiridos (concretamente el PLC y la pantalla táctil). Por otro lado, también había que considerar que dicho PLC contara con comunicación serial.

Requerimientos del personal de operación

Entre las características con las que debe contar el personal que operará la cámara de pruebas tenemos:

- Saber leer correctamente.
- Tener conocimientos básicos en electrónica.
- Tener conocimientos básicos en electricidad.
- Tener conocimientos básicos en computación y el manejo de pantallas táctiles.
- Conocer información acerca del tipo de prueba que realiza la cámara.
- Contar con un usuario y contraseña registrados en el sistema para poder operar.

Con esto se concluye que no es necesario tener conocimientos avanzados en el área para operar el sistema desarrollado.

Capacitación del personal

A pesar de que la interfaz de control para la cámara de pruebas fue desarrollada para un fácil manejo en la configuración de las mismas, se realizó una capacitación básica al personal de HUF sobre el correcto uso de la cámara de pruebas para evitar fallas en la operación.

Entre los puntos que se abarcaron durante la capacitación, se hace énfasis en los siguientes:

- Correcto encendido de la cámara de pruebas.
- Verificar que la interfaz ha cargado debidamente.
- El uso del polvo adecuado.
- Corroborar que los seguros se encuentran en la posición correcta.
- Verificar que los tiempos de control sean los adecuados para la prueba.

Al término de la capacitación se aseguró que los usuarios de la cámara de pruebas comprendieran los riesgos que podrían existir al no conocer esta información.

Instalación y puesta en marcha de la cámara de pruebas

Se trasladó la cámara de pruebas desde el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica hasta la empresa HUF, para posteriormente colocarla e instalarla en su lugar de operación final (Véase Figura 3.2 a) y b)).



Figura 3.2 a) Instalación de la cámara de pruebas.



Figura 3.2 b) Instalación de la cámara de pruebas en laboratorio HUF.

Se realizaron además, algunas pruebas con el personal ya capacitado con el fin de asegurar un correcto funcionamiento.

Capítulo 4

Resultados obtenidos y conclusiones

En este capítulo nos centraremos en presentar los resultados que habían sido contemplados al inicio de este proyecto, así como las metas alcanzadas, algunas de las gráficas, tablas y/o pantallas que se obtuvieron durante el proceso de implementación y el impacto socioeconómico que el desarrollo de este proyecto trajo consigo. De igual manera se exponen algunas de las aportaciones o mejoras que este trabajo brinda al crecimiento de la investigación en materia de calidad de los productos en la industria del automóvil.

Resultados Esperados

Entre los resultados que se esperaban obtener al concluir este proyecto:

- Un prototipo de interfaz de fácil manejo de la cámara de estanqueidad al polvo, a través del cual los trabajadores de la empresa y ella como tal puedan seguir generando y ofreciendo sus productos para apertura, arranque y cierre de vehículos de la más alta calidad.
- Manual de usuario que especifique cada una de las funcionalidades que tiene la interfaz de la cámara de polvo.
- Manual técnico que contenga la forma lógica con la que se desarrolla la aplicación.

Impacto Socioeconómico de la interfaz

Hablando en el sentido socioeconómico que traerá consigo éste proyecto, el único beneficiado directamente a corto, mediano y largo plazo es la empresa HUF, que es quien está adquiriendo el equipo.

En primera instancia, es posible que la adquisición de la cámara de pruebas resulte con un coste un poco más elevado en comparación con otras cámaras ofertadas comercialmente, sin embargo dicha cámara cuenta con los requerimientos idóneos que la empresa está solicitando, lo que a la larga se verá reflejado en ahorros, tomando en cuenta que si la

empresa en estos momentos llegara a adquirir una cámara de pruebas comercial con menor costo, a la larga generaría costos adicionales intentando cubrir los requerimientos que necesitan como empresa y que las cámaras comerciales actualmente no poseen.

Resultados obtenidos

De acuerdo a los resultados esperados y siguiendo la metodología indicada al inicio de este proyecto de tesis, se obtuvieron los resultados que a continuación se describen:

- **Ventana inicial de la interfaz:** donde se encuentran las principales opciones entre las que un usuario puede elegir, dependiendo de la jerarquía que posee dentro del sistema. (véase Figura 4.1)

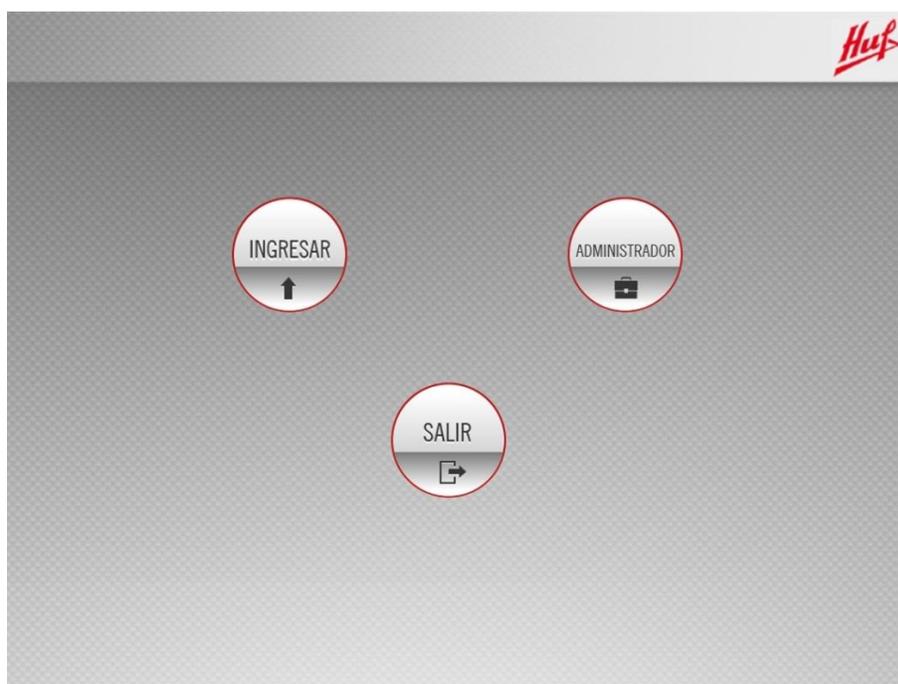


Figura 4.1 Ventana principal de la interfaz de control.

- **Administrador de usuarios:** dentro de ésta área de la interfaz se encuentran una serie de opciones aplicables a los usuarios del sistema (Véase Figura 4.3) entre las que el administrador puede elegir una vez que ha ingresado al sistema (véase Figura 4.2)

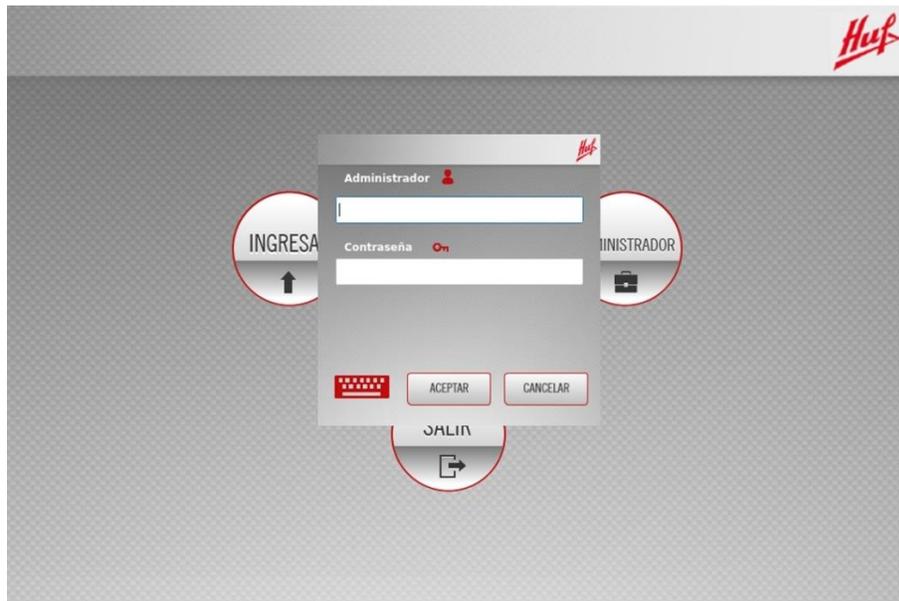


Figura 4.2 Ventana de Ingreso al sistema - Administrador.

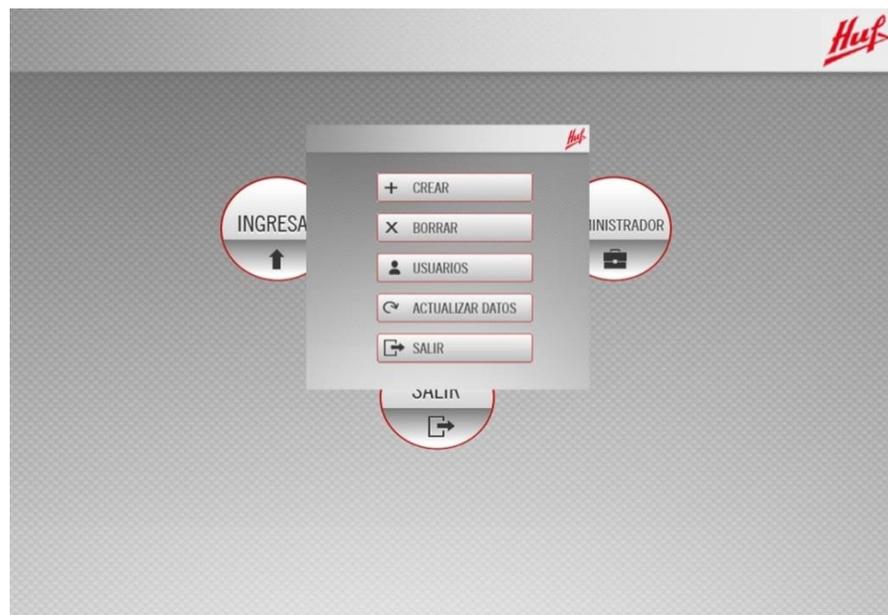


Figura 4.3 Ventana de Opciones - Administrador.

Dentro de las opciones entre las que el administrador del sistema puede trabajar, están:

- **Crear:** esta opción muestra una ventana que permite ingresar información para crear un nuevo usuario dentro de la base de datos del sistema (Figura 4.4).

Figura 4.4 Ventana de Usuario Nuevo - Administrador.

- **Borrar:** bajo esta opción en el menú al que tiene acceso el administrador del sistema, se encuentra la posibilidad de eliminar registros en la base de datos (Véase Figura 4.5).

Figura 4.5 Ventana de Eliminar Usuarios - Administrador.

- **Usuarios:** esta opción permite visualizar una lista que contiene a todos los usuarios con sus respectivas contraseñas y que se encuentran registrados en el sistema (Figura 4.6).

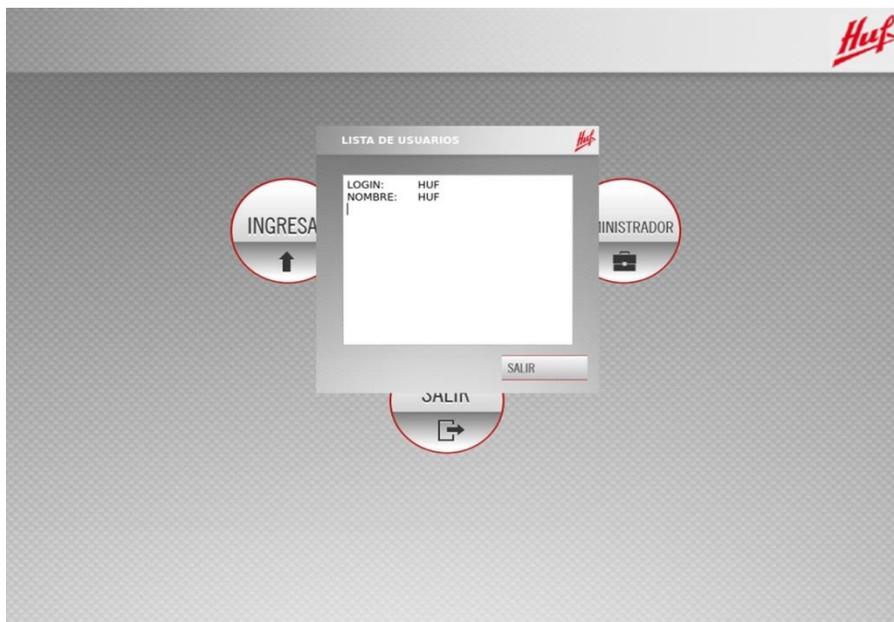


Figura 4.6 Ventana de Visualización de usuarios - Administrador.

- **Actualizar datos:** al elegir esta opción del menú, el administrador puede modificar sus datos en el sistema como: nombre de usuario y contraseña (Figura 4.7).

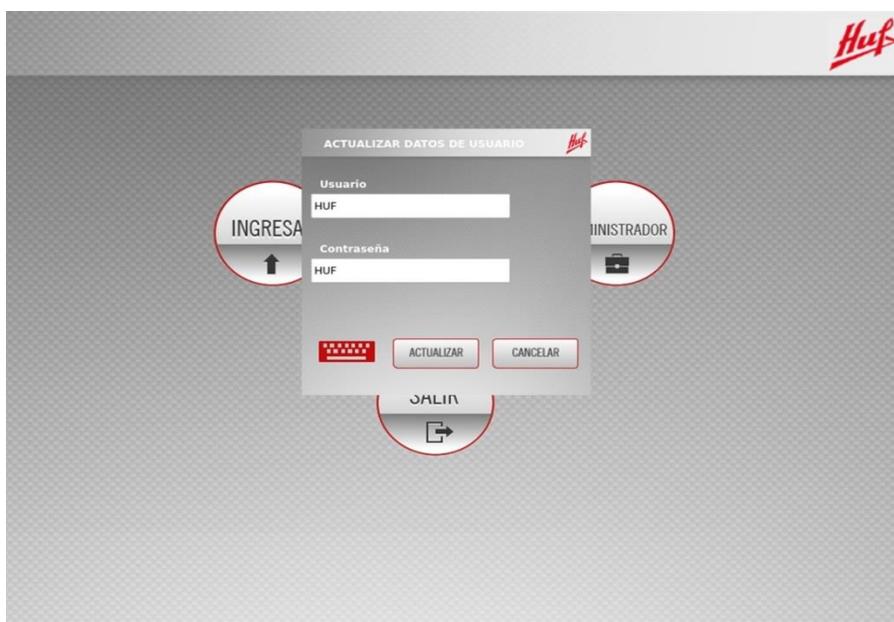


Figura 4.7 Ventana de Actualizar datos - Administrador.

- **Salir:** esta opción termina la sesión del administrador en el sistema, lo que debería trasladar al usuario a la ventana principal.

Para obtener acceso a la parte de ejecución de prueba, el usuario pasará por una ventana donde deberá comprobar que sus datos se encuentran guardados en la base de datos del sistema (Véase Figura 4.8).

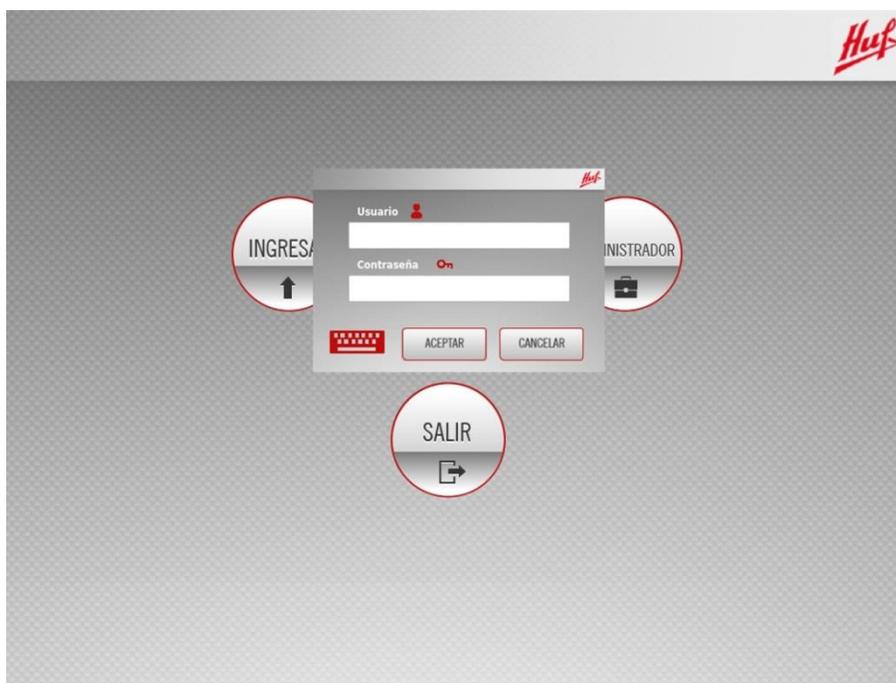


Figura 4.8 Ventana de Inicio de Sesión - Usuario.

- **Ejecución de prueba:** en esta parte de la interfaz, un usuario registrado en la base de datos tiene la opción de programar una orden de prueba para la cámara de estanqueidad, en la primera ventana que aparece luego de validar su sesión (Figura 4.9) se le solicita una clave que servirá como orden de trabajo durante una ejecución de la prueba.

ORDEN DE PRUEBA

USUARIO HUF

FECHA DE PRUEBA 22/mayo/2014 HORA DE PRUEBA 12:48

ORDEN DE TRABAJO |

ACEPTAR CANCELAR

Figura 4.9 Ventana de Orden de Prueba.

Una vez que el usuario ingresa la orden de prueba, la siguiente ventana (Figura 4.10) muestra primeramente los datos que ya han sido ingresados y/o recolectados previamente, como el nombre de usuario, la orden de trabajo, así como la fecha y hora en que se inició ejecución de la prueba y solicita los datos que servirán de configuración para la ejecución de la prueba.

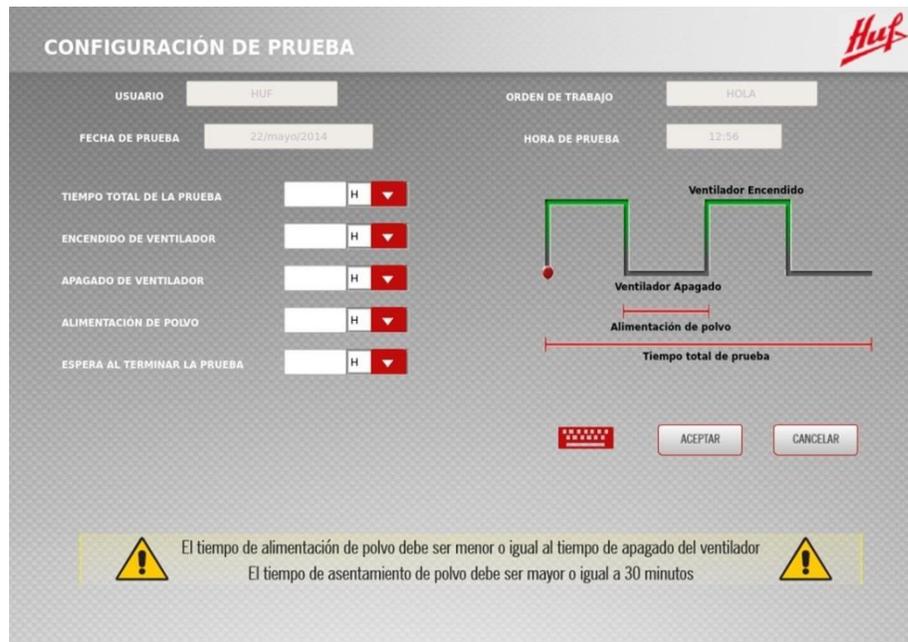


Figura 4.10 Ventana de Configuración de Prueba.

Una vez que el sistema recibe los datos que solicita, mostrará una ventana con opciones para comenzar la prueba o declinar la configuración antes ingresada (Véase Figura 4.11).

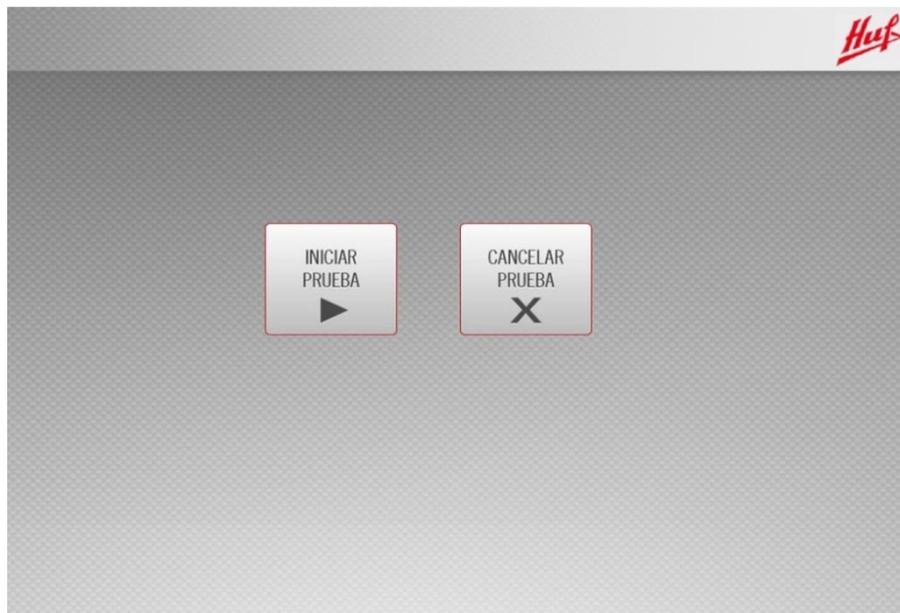


Figura 4.11 Ventana de Inicio / Cancelación de Prueba.

Una vez que el usuario toma la decisión de comenzar la prueba, la interfaz nos llevará a la ventana de la prueba en funcionamiento, donde existe un temporizador que se inicia con la ejecución de la prueba (Véase Figura 4.12).



Figura 4.12 Ventana de Prueba en funcionamiento.

En la parte frontal de la cámara de pruebas se encuentra ubicado un botón rojo que representa el paro de emergencia de una prueba que se encuentra en funcionamiento, al oprimir éste, la interfaz responde con la siguiente sección.

- **Paro de emergencia:** esta parte del sistema se utiliza, como su nombre lo indica, cuando existe un motivo para parar una prueba que se encuentra en funcionamiento, cuando un usuario oprime el botón que se menciona anteriormente, la interfaz responde con una ventana como la que se muestra en la Figura 4.13.



Figura 4.13 Ventana de Paro de emergencia.

Una vez que el usuario desactiva el botón de paro de emergencia de la cámara de pruebas, se muestra la ventana que contiene las opciones que el usuario puede tomar sobre la ejecución de la prueba actual (Figura 4.14).



Figura 4.14 Ventana Opciones de Paro de emergencia.

Dentro de la parte de Paro de emergencia, la interfaz nos da a elegir entre dos opciones:

- **Terminar la prueba**, que como su nombre lo indica termina la prueba y reinicia todos los datos que contenía a cero, incluyendo el tiempo de espera al término de la prueba, lo que indica que una vez seleccionada esta opción puede abrirse la puerta de la cámara. La interfaz se prepara para que el usuario inicie una nueva sesión.

- **Continuar la prueba**, lo que mostrará una ventana solicitando el nombre de usuario y contraseña del usuario (Figura 4.15), lo cual debe coincidir con los datos ingresados inicialmente cuando se configuró la prueba.

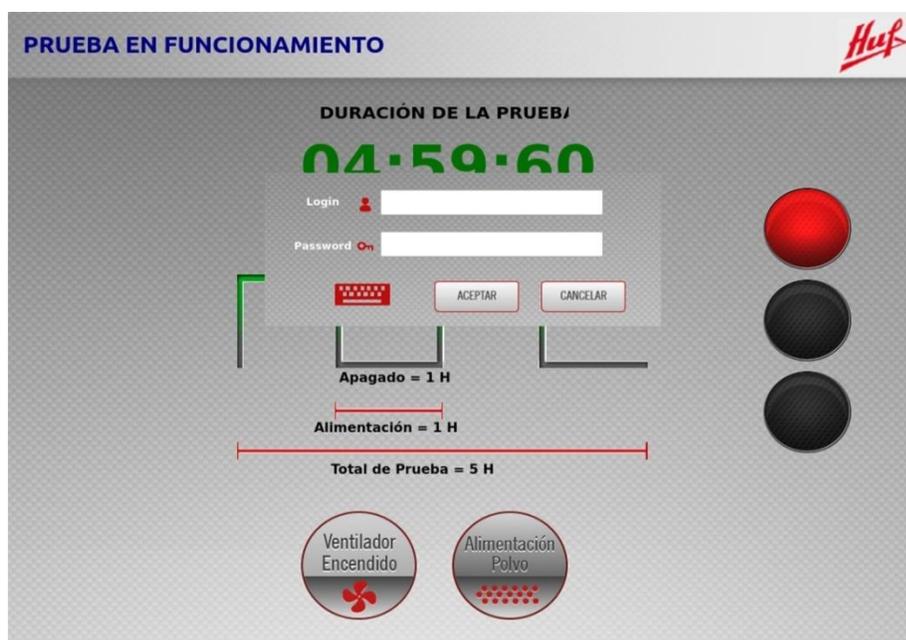


Figura 4.15 Ventana de Ingreso de Datos para continuar ejecución de prueba.

Cualesquiera que sean las decisiones que un usuario vaya eligiendo a lo largo de una sesión, serán las ventanas anteriores las que el sistema le mostrará y a través de las cuales podrá trabajar. (Para mayor detalle, consulte el Manual de usuario anexo en la parte de Apéndices de este documento).

Conclusiones

El propósito del presente trabajo de tesis estuvo basado desde el inicio en la creación de un software específico que pudiera llevar el control en la comunicación de un PLC que contiene el manejo principal de componentes eléctricos y electrónicos de una cámara de pruebas.

Entre las conclusiones que se lograron recabar al término del desarrollo de este proyecto se encuentran las siguientes:

- Se recopiló información acerca de las diferentes cámaras de prueba de estanqueidad al polvo en el mercado, sin embargo no logró cubrirse la parte de la investigación donde se explique el funcionamiento y programación de sus interfaces de control.
- Debido a las limitaciones del IDE que se usó en la programación de la interfaz, el diseño planteado por la empresa no se cubrió como ellos lo esperaban, sin embargo se hizo uso de otras herramientas de modo que se lograra el cometido de satisfacer al cliente.
- Se implementó una interfaz en el equipo correspondiente realizando pruebas de ejecución sin ningún componente electrónico conectado (PLC).
- Se implementó al funcionamiento de la interfaz la conexión del PLC para realizar pruebas de comunicación entre estos.
- Una vez validada la correcta comunicación entre la interfaz y el PLC se procedió a instrumentar y realizar pruebas con la finalidad de detectar y corregir errores en el funcionamiento.

Se cumplió el objetivo de desarrollar un algoritmo capaz de llevar el control de encendido y apagado de los componentes eléctricos y electrónicos de la comunicación serial de software a PLC.

Bibliografía

- [1] Flowers Leiva, Luis -; *Instalaciones Eléctricas. Diseño y Programación con Autómata Programable o PLC*; Alfaomega; Colombia, 1997. ISBN: 9789586826693.
- [2] Mengual, Pilar; *Step 7: una manera fácil de programar PLC de Siemens*. Alfaomega; Barcelona: Marcombo, 2010. ISBN: 9788426715005.
- [3] Beltrand Meyer; *Construcción de software orientado a objetos*. 2da edición; Prentice Hall; Madrid, 1999. ISBN: 84-8322-040-7.
- [4] Rumbaugh, James; *Modelado y diseño orientados a objetos* Prentice Hall; Madrid, 1996; ISBN: 013-240698-5.
- [5] Jenifer Tidwell; *Designing Interfaces*; O'reilly; Canadá, 2006; ISBN: 978-0-596-00803-1.
- [6] Shneiderman, Ben; *Diseño de interfaces de usuario. Estrategias para una interacción persona-computadora efectiva*. Pearson Educación; Madrid, 2006; ISBN-10: 84-205-4803-0.
- [7] Molketin, Daniel; *The book of Qt 4, the art of building at applications*; Open Source Press GmbH; Munich, 2006; ISBN: 978-3-937514-12-3.
- [8] Ezust Alan; *An Introduction to Desing Patterns in C++ with Qt*; second edition; Prentice Hall, 2011; Web ISBN-10: 0-13-282645-7.
- [9] Blanchette, Jasmin; *C++ GUI Programming with Qt 4*; Prentice Hall; Estados Unidos, 2006; ISBN: 0-13-187249-4.

Referencias web

[10] *Huf Hülsbeck & Fürst GmbH & Co. KG.* [en línea]. [Consultado 3 de febrero de 2014.] Disponible en: < www.huf-group.com >

[11] *CCI-Sociedad Española para el Control de Calidad e Instrumentación, S. L.* [en línea]. [Consultado 3 de febrero de 2014.] Disponible en: < www.cci-calidad.com/Pdf/camaras_estanqueidad.pdf >

[12] *International Electrotechnical Commission.* [en línea]. [Consultado 3 de febrero de 2014.] Disponible en: < www.iec.ch/about >

[13] *NEURTEK S.A.* [en línea]. [Consultado 3 de febrero de 2014.] Disponible en: < www.neurtek.com/catalogo/envejecimiento-y-corrosion/camaras-especiales/ip-polvo-y-agua/camara-de-estanqueidad-al-polvo-modelo-st >

[14] *Virtual Expo Company* [en línea] [Consultado el 4 de febrero de 2014.] Disponible en: < www.directindustry.es/prod/e-d-d/camaras-prueba-estanqueidad-polvo-35109-579043.html >

[15] *Virtual Expo Company* [en línea]. [Consultado el 4 de febrero de 2014.] Disponible en: < www.directindustry.es/prod/dycometal-equipos-control-calidad-sl/camaras-prueba-estanqueidad-polvo-57962-477272.html >

[16] *ESPEC NORTH AMERICA, INC.* [en línea]. [Consultado el 4 de febrero de 2014]. Disponible en: < http://www.espec.com/na/products/family/settling_dust/ >

[17] *Virtual Expo Company* [en línea]. [Consultado el 4 de febrero de 2014]. Disponible en: < www.directindustry.es/prod/espec-north-america/camaras-prueba-estanqueidad-polvo-25624-701843.html >

[18] *Virtual Expo Company* [en línea]. [Consultado el 4 de febrero de 2014] Disponible en: < www.directindustry.es/prod/ineltec-france/camaras-prueba-estanqueidad-polvo-123381-1399673.html >

[19] *Ineltec.* [en línea]. [Consultado el 4 de febrero de 2014.] Disponible en: < www.ineltec.es/es/productos/equipos-de-simulacion/estanqueidad-y-permeabilidad/polvo >

[20] *Electrical Engineering* [en línea]. IP Protection Degree (IEC 60529). [Consultado el 5 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://electrical-engineering-portal.com/ip-protection-degree-iec-60529-explained>

[21] *Commission Electrotechnique Internationale* [en línea]. [Consultado el 5 de febrero de 2014]. Disponible en: http://webstore.iec.ch/preview/info_iec60068-2-68%7Bed1.0%7Db.img.pdf

[22] *SAE international*. [en línea]. [Consultado el 5 de febrero de 2014]. Disponible en: http://standards.sae.org/j575_201204 >

[23] *CIENTEC* [en línea]. [Consultado el 5 de febrero de 2014] Disponible en: www.cientec.com.mx/productos-dunes---camaras-para-pruebas-con-polvo-1199

[24] *National Electrical Manufacturers Association*. [en línea]. [Consultado el 7 de febrero de 2014.] Disponible en: <http://www.nema.org/Standards/ComplimentaryDocuments/ANSI-IEC-60529.pdf>

[25] *Hellermannnyton* [en línea]. [Consultado el 25 de febrero de 2014] Disponible en: http://www.hellermannnyton.es/site/binaries/content/assets/downloads/es/el-catalogo-2011---2012/ht_es_chapter7.2.pdf >

[26] *Gitorious A.S.* [en línea]. Qt Project Hosting. Disponible en: <http://qt-project.org/search/tag/qt~creator> [Consultado el 1 de abril de 2014]

[27] *Rocatek S.A.S.* [en línea] [Consultado el 2 de abril de 2014] Disponible en: http://www.rocatek.com/forum_plc1.php >

[28] *International Organization for Standardization ISO*. [en línea] [Consultado el 4 de abril de 2014] Disponible en: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=58048

[29] Trabajo de investigación - Análisis de requerimientos [en línea] [Consultado el 16 de octubre de 2014] Disponible en: <http://es.slideshare.net/SergioRios/unidad-13-analisis-de-requerimientos>

[30] Trabajo de investigación - Diagrama de Flujo [en línea] [Consultado el 24 de octubre de 2014] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos60/diagrama-flujo-datos/diagrama-flujo-datos.shtml>

[31] Manual de referencia [en línea] [Consultado el 25 de octubre de 2014] Disponible en: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guide-appl-2006-42-ec-2nd-201006_es.pdf

[32] Definición de Envolverte [en línea] [Consultado el 31 de octubre de 2014] Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/envolverte>

[33] Envolvertes [en línea] [Consultado el 31 de octubre de 2014] Disponible en: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota139/envolvertes.htm>

Apéndices



MANUAL DE USUARIO

Huf

Cámara de Polvo



El presente software está pensado para facilitar el manejo y control de la cámara de polvo HUF.

Este software permite:

- Acceder a distintas funciones de manera fácil y rápida.

El usuario con el poder de administrador tiene la capacidad de:

- Dar de alta a usuarios y éstos puedan utilizar el sistema.
- Eliminar usuarios del sistema.
- Consultar el listado de usuarios dados de alta en el sistema.
- Modificar su propia información como: nombre de usuario y contraseña.

Los usuarios registrados pueden:

- Configurar pruebas de estanqueidad al polvo de los productos manejados en HUF.

Índice

Descripción general	1
Diagrama a bloques.....	2
Manejo del sistema	4
FUNCIONES BÁSICAS	4
MENÚ PRINCIPAL	5
ADMINISTRADOR	6
Crear	8
Borrar	9
Usuarios	10
Actualizar datos.....	11
Salir	11
INGRESAR	12
Configurar prueba.....	14
Iniciar prueba.....	16
PARO DE EMERGENCIA	18
Preguntas Frecuentes	21
Administrador	21
Usuarios.....	21
Componentes internos de recirculación de aire	22

Descripción general

La cámara de polvo simula el medio ambiente en condiciones extremas, obteniendo la validación de los componentes electrónicos y mecánicos. Permite verificar la calidad y defectos de hermeticidad y funcionamiento durante el ensayo. El equipo funciona bajo las normas internacionales SAE J575, DIN-40050 IP 5X y IEC-60529.

La cámara de polvo cuenta con una interfaz para facilitar la programación de las características de su funcionamiento.

El polvo de ensayo a utilizar en las pruebas es completamente fino de acuerdo a la norma ISO 12103 A2, especificación para el polvo Arizona A2.

La función de la cámara de polvo es llevar a cabo una prueba creando una nube de polvo controlada, tiene dos rejillas desmontables para colocar las muestras, un limpia parabrisas para quitar el polvo de la ventanilla y observar las muestras, una lámpara para observar mejor en el interior, una pantalla para ver las configuraciones del equipo y la botonería principal incluyendo el paro de emergencia.

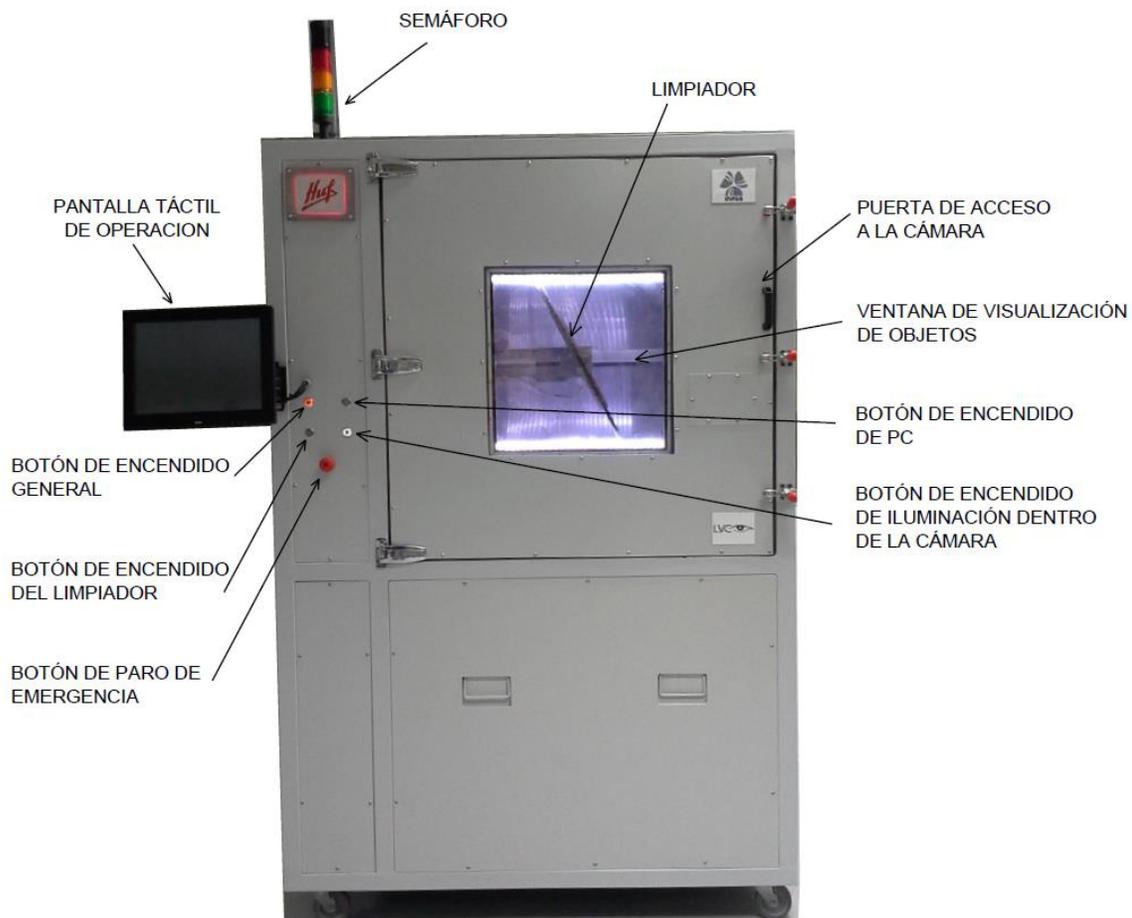


Diagrama a bloques

El hardware de la cámara de polvo se observa en la Figura 1 donde se muestra el diagrama a bloques del sistema.

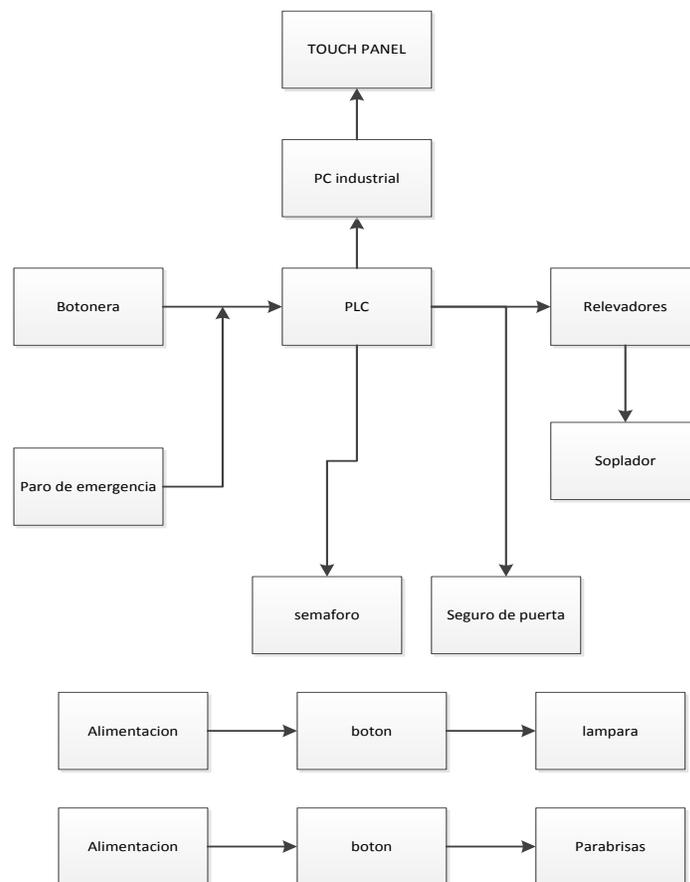


Figura 1. Diagrama a bloques de la cámara de polvo.

Para comenzar, se explican los bloques independientes. Primero el bloque de la lámpara, que consta de una lámpara led de alto brillo protegida por resina. La finalidad de este bloque es solamente iluminar, cabe destacar que el consumo de corriente es muy bajo. El circuito eléctrico solo pasa a través de un interruptor.

El bloque del parabrisas es similar al anterior. La finalidad de este elemento es la de limpiar la ventana del polvo para permitir la visibilidad de las muestras en el interior de la cámara. El parabrisas está formado por un cepillo de nylon suave que gira 360° formando un círculo y limpiando al mismo tiempo la lámpara de led para lograr la mayor visibilidad dentro de la

cabina cuando esté en funcionamiento; debido a que solo es necesario energizar el motor para que gire el motor y siendo el motor de poco amperaje solo es necesario contar con un *switch* para habilitarlo o deshabilitarlo.

El elemento que lleva a cabo la coordinación de las tareas y las acciones es el PLC, éste recibirá las configuraciones de los tiempos de encendido del ventilador y tiempo de duración de la prueba.

El sistema de la cámara de polvo cuenta con un seguro eléctrico el cual se activará automáticamente una vez puesta en marcha y permanecerá así hasta que la cámara de polvo termine su ciclo y se haya asentado el polvo del interior.

El semáforo controlado por el PLC indica los estados en los cuales se encuentra la cámara de polvo, al encender el verde significa que está en ejecución de la prueba, amarillo indica que la prueba ha finalizado pero que no se puede abrir la puerta de la cámara hasta que se asiente el polvo y el rojo anunciara la activación del paro de emergencia.

El PLC utiliza un contactor para la habilitación del soplador, la habilitación del soplador depende de la configuración recibida por el usuario.

Para el envío de datos por Ethernet al servidor y comunicación con el PLC se utilizará una PC industrial y un monitor para visualizar las configuraciones de la cámara de polvo.

El PLC lleva a cabo todo el control de los periféricos y monitoreo de sensores.

Manejo del sistema

FUNCIONES BÁSICAS

Físicamente en la cámara de polvo se encuentran dos botones que regulan el control de la misma, uno de ellos activa el encendido general de la cámara y el otro, el encendido de la máquina de control. Se recomienda al usuario que para que funcione correctamente la cámara, ambos botones deben ser encendidos.

A continuación se muestran algunos de los botones que se utilizan dentro de la interfaz, explicando su funcionamiento para hacer más sencillo el uso de la misma.



Teclado: En cualquiera de las ventanas donde se encuentre este ícono, al presionar el botón se desplegará en pantalla el teclado que podrá ser utilizado.



Aceptar: como su nombre lo indica, al presionar el botón se acepta continuar con la configuración y/o situación que se está presentando en pantalla.



Cancelar: al oprimir este botón, se cancela la operación en pantalla.



Borrar en el teclado: Elimina todo lo que se encuentra escrito en el lugar seleccionado.



Enter en teclado: En algunas pantallas toma la función de Aceptar.

MENÚ PRINCIPAL

La imagen de la Figura 2 es la pantalla que inicialmente muestra el sistema. En ella se encuentran tres opciones a elegir, se puede seleccionar entre:

Ingresar: para todo usuario que posee un nombre y contraseña registrados dentro del sistema.

Administrador: su uso es exclusivo para aquellos usuarios que tienen el rango más alto dentro del registro del sistema.

Salir: abandona el sistema, provocando el apagado de la máquina que controla el software de la cámara de polvo.

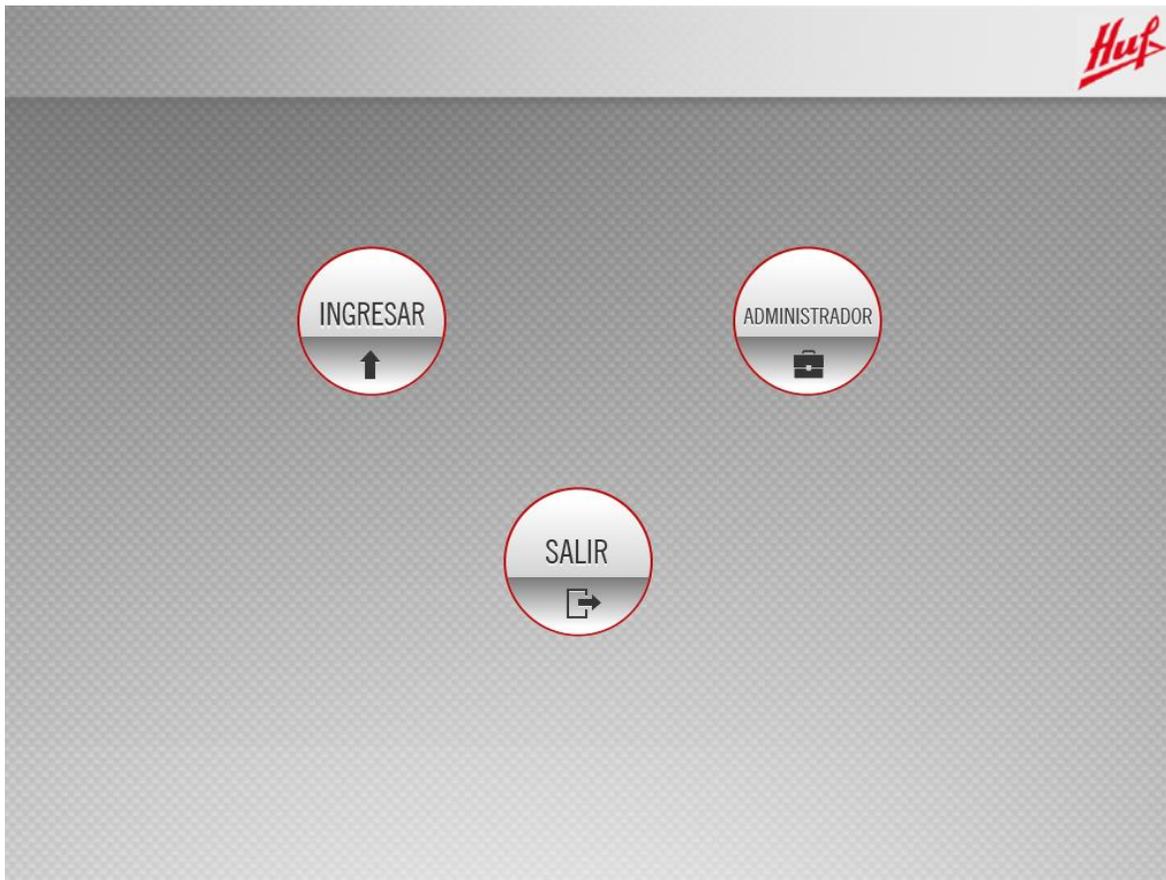


Figura 2. Menú principal

ADMINISTRADOR

Al presionar en el menú principal el botón de “ADMINISTRADOR” aparecerá la siguiente ventana (Figura 3), solicitando el nombre del administrador y su respectiva contraseña.

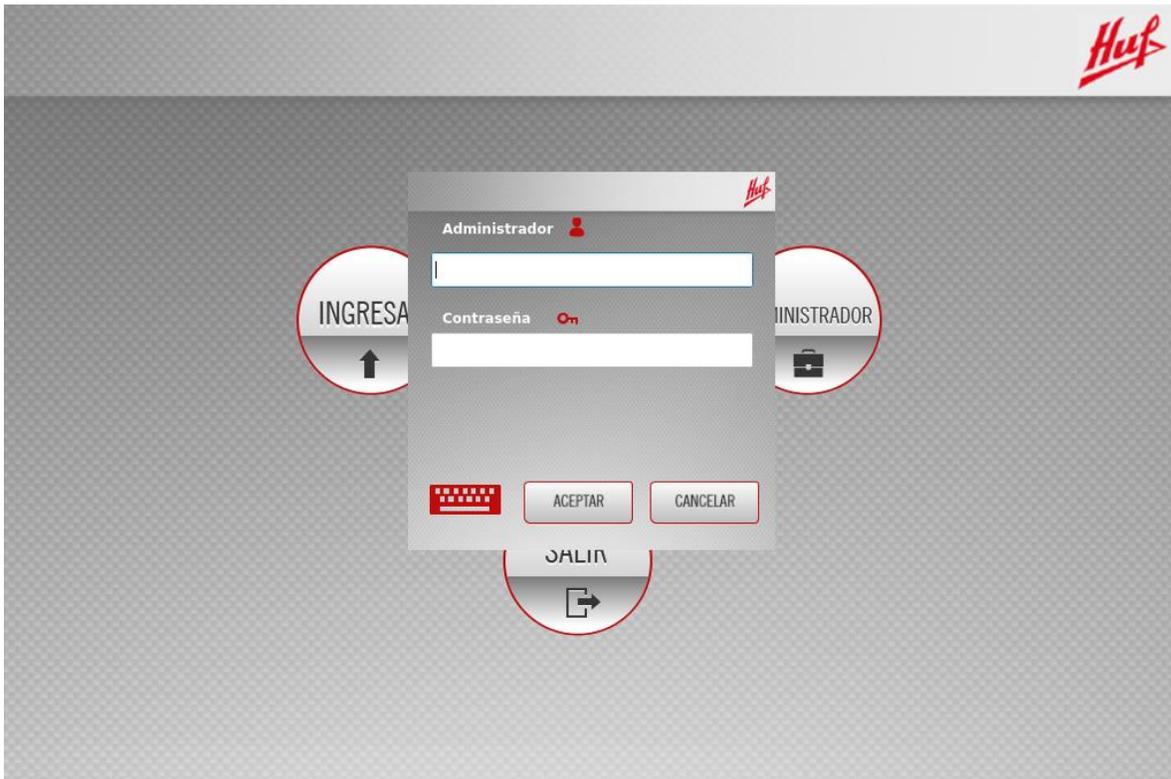


Figura 3. Pantalla para ingresar en modo administrador.

Una vez que se hayan ingresado los datos correctamente, aparecerá el siguiente menú de opciones (Figura 4), desde donde se podrá: crear, borrar y actualizar datos.

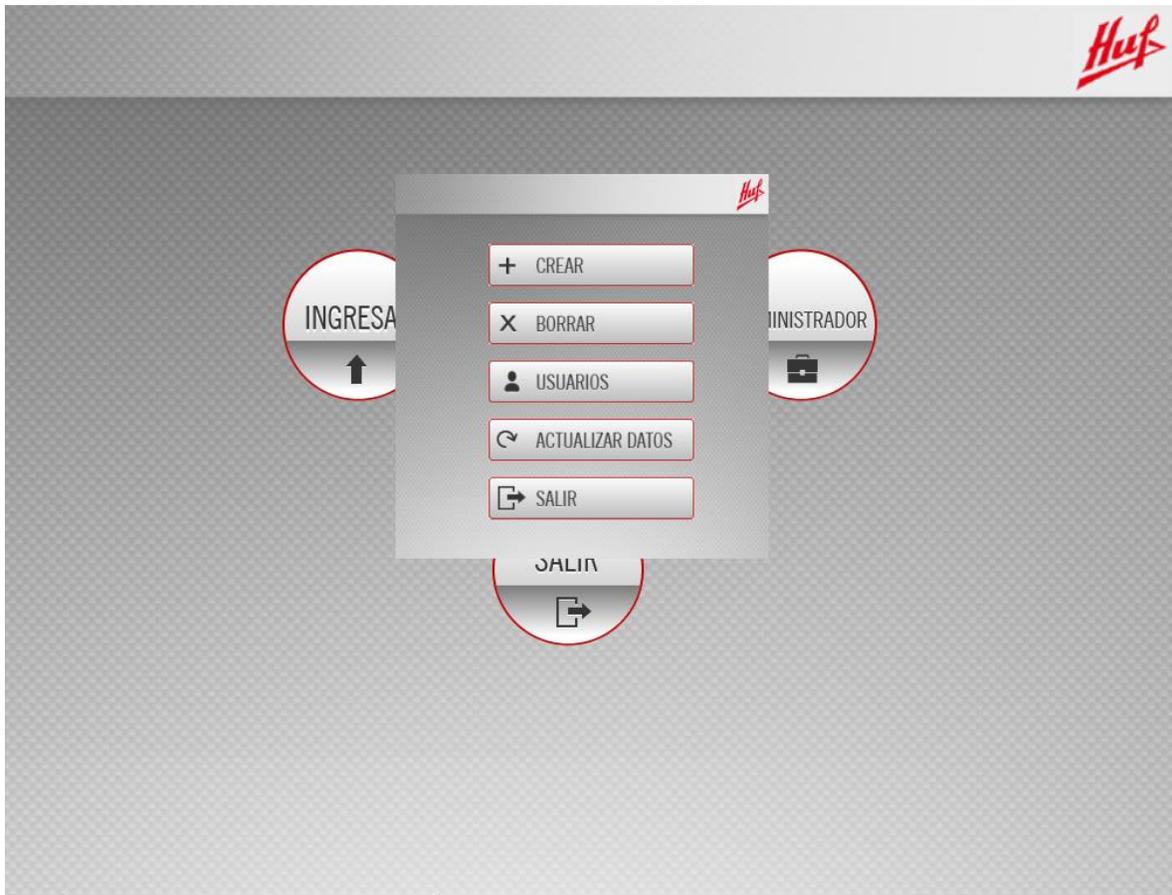


Figura 4. Menú de opciones en el modo administrador: Crear, borrar, usuarios, actualizar datos y salir.

Crear

Desde esta opción, el administrador crea nuevas cuentas de usuario con tan solo ingresar la información que el formulario solicita como se muestra en la Figura 5 y a continuación se describe:

- **Nombre completo:** en este campo se debe ingresar el nombre con apellidos del nuevo usuario.
- **Puesto o cargo:** se escribe, como lo indica el letrero, el rango o puesto que el nuevo usuario tiene dentro de la empresa.
- **Nombre de usuario:** es el nombre que servirá para más adelante, identificar al usuario de manera única en el registro del sistema.
- **Contraseña:** palabra, frase, letras o números que el usuario utilizará como contraseña para el acceso al sistema.

NOTA: Se recomienda no utilizar espacios en blanco para las contraseñas que se van a registrar.

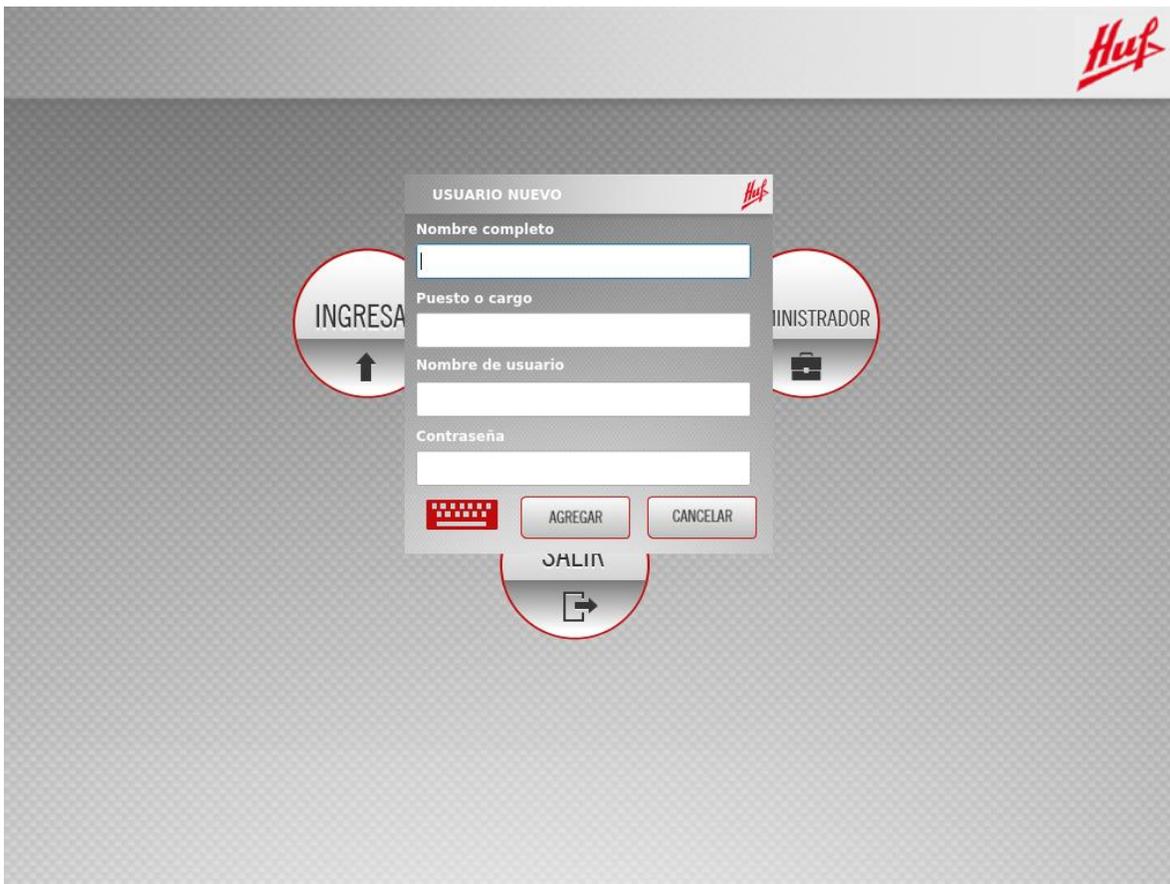


Figura 5. Datos a ingresar para el registro de usuario.

Borrar

Si se elige esta opción, aparecerá la ventana de la Figura 6, donde se teclea el nombre del usuario que se desea buscar para posteriormente ser eliminado. El sistema lo buscará en la base de datos y arrojará los datos en pantalla según lo que se haya ingresado.

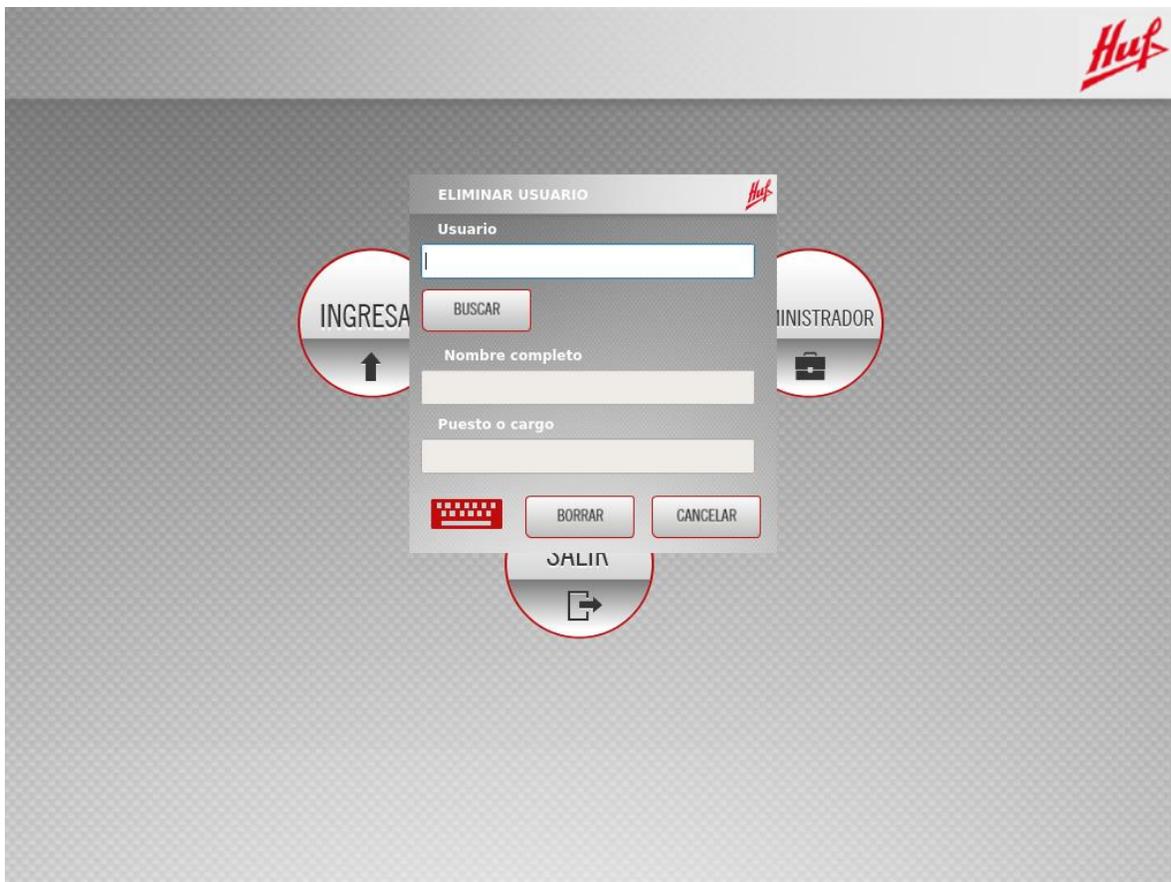


Figura 6. Ventana que se muestra al buscar un usuario que se desea borrar.

Una vez que el sistema haya localizado al usuario registrado con los datos que se ingresaron, aparecerá en pantalla para verificar que en efecto es el usuario que se buscaba, a continuación oprimir el botón “Borrar”, lo que lo eliminará del registro de usuarios y el sistema indicará si la acción se realizó correctamente.

En caso de no localizar los datos del usuario ingresado, aparece en pantalla un letrero que notifica que el usuario no se encuentra registrado en el sistema.

Usuarios

En este apartado, se despliega una lista con todos los nombres completos de usuarios registrados con su respectivo nombre que permite acceder al sistema.

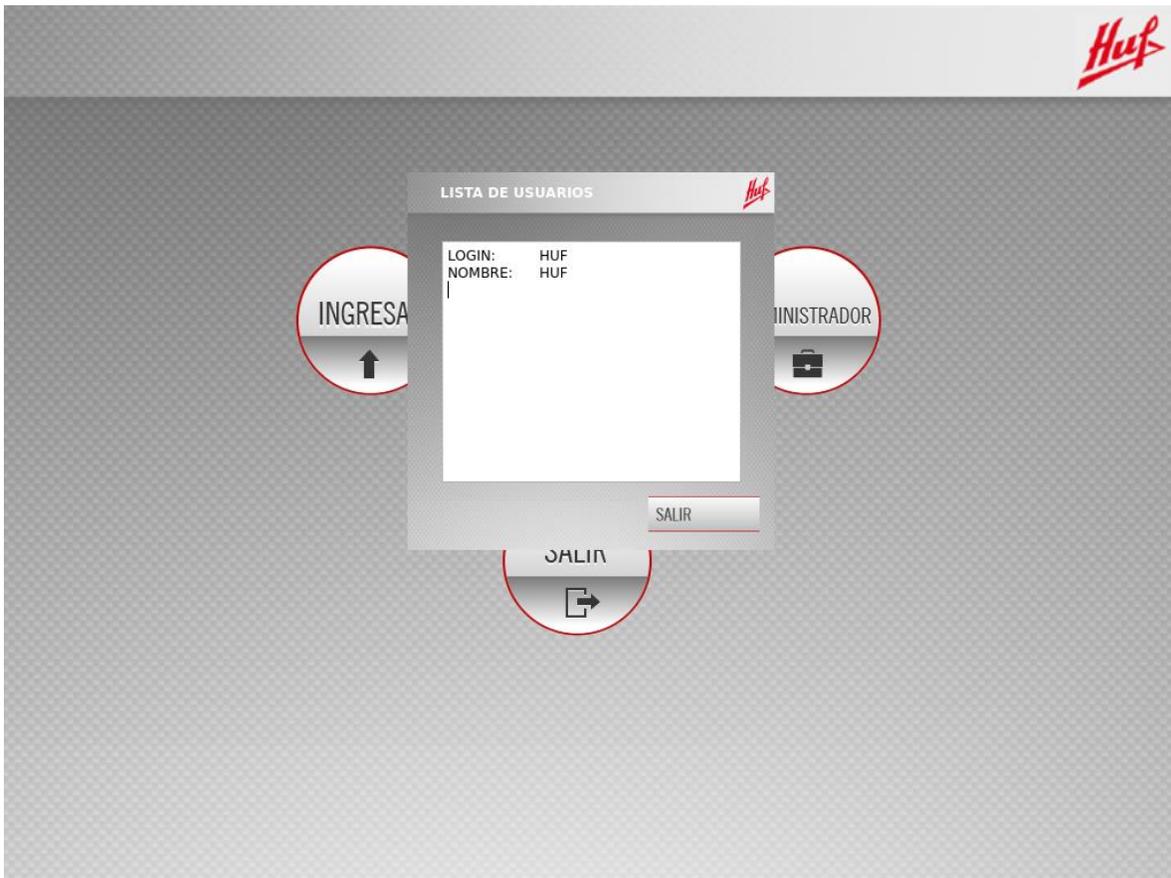


Figura 7. Pantalla en la que se muestran todos los usuarios registrados.

Actualizar datos

En este apartado el administrador tiene la capacidad de modificar sus datos, como son nombre de administrador y contraseña del mismo. (Figura 8)

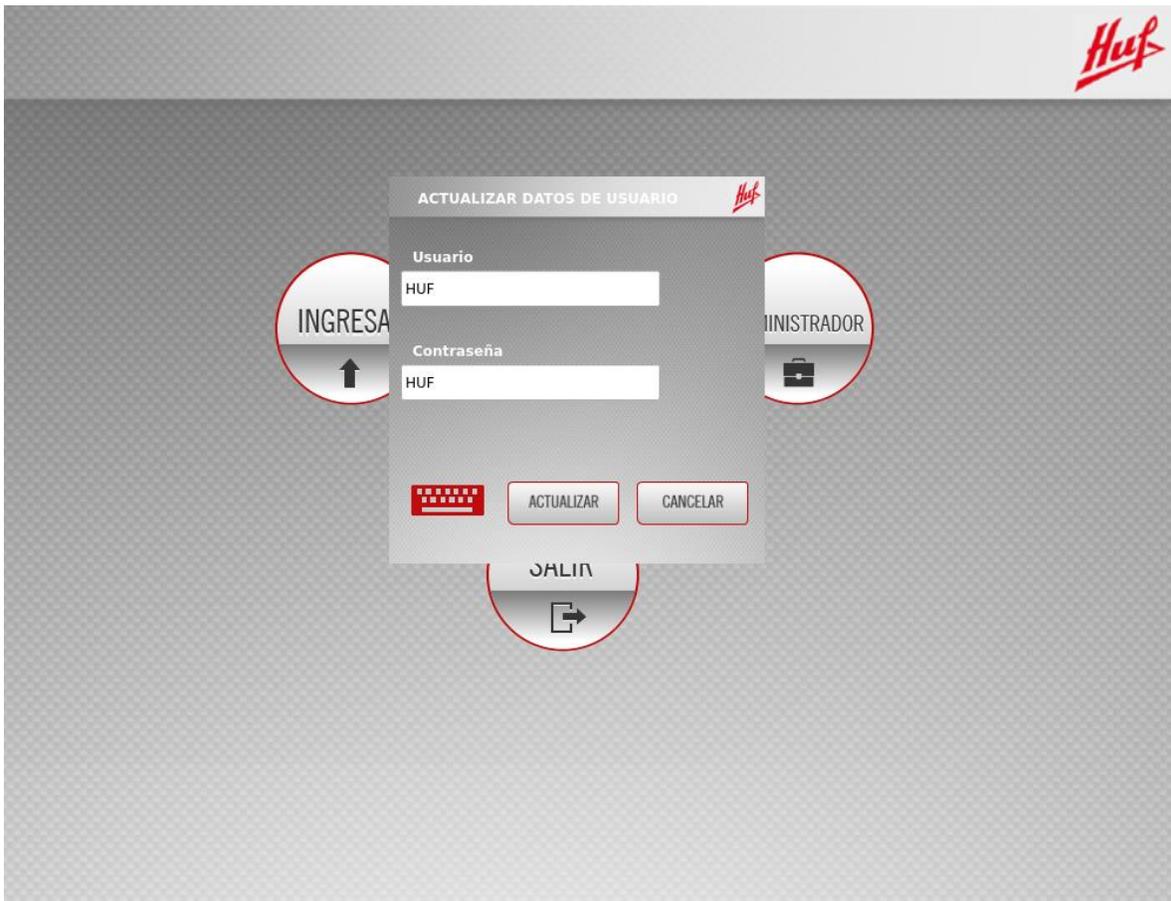


Figura 8. Ventana en la que se visualiza la opción de actualizar los datos del administrador.

NOTA: se recomienda que por seguridad y correcto funcionamiento del sistema no deje ninguno de los espacios en blanco.

Salir

Cierra la sesión de administrador y el sistema regresa al menú principal.

INGRESAR

Al elegir esta opción dentro de las que ofrece el menú principal, aparece una ventana como la de la Figura 9, solicitando nombre de usuario y contraseña.

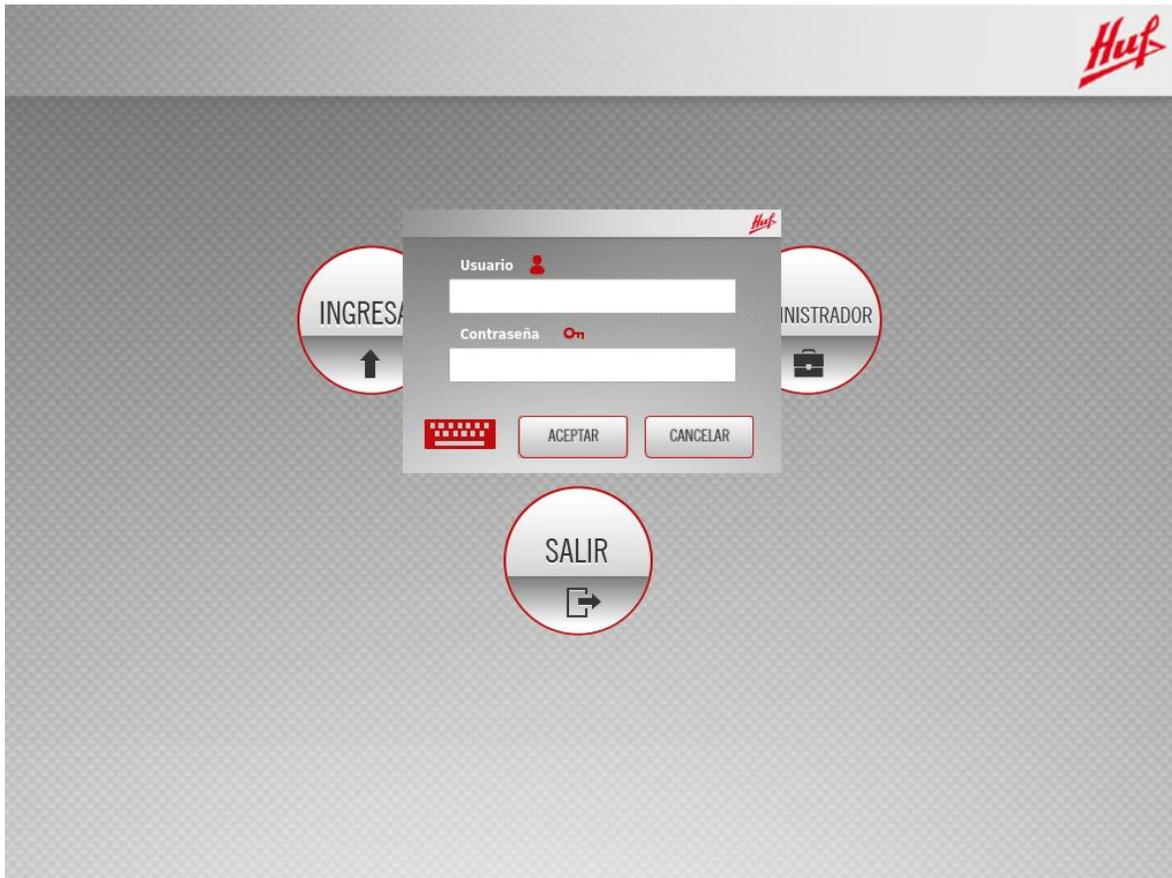


Figura 9. Ventana que aparece al entrar a la opción de "INGRESAR" del menú principal.

Una vez ingresados los datos que se solicitan, podrá visualizarse en pantalla lo siguiente (Figura 10):

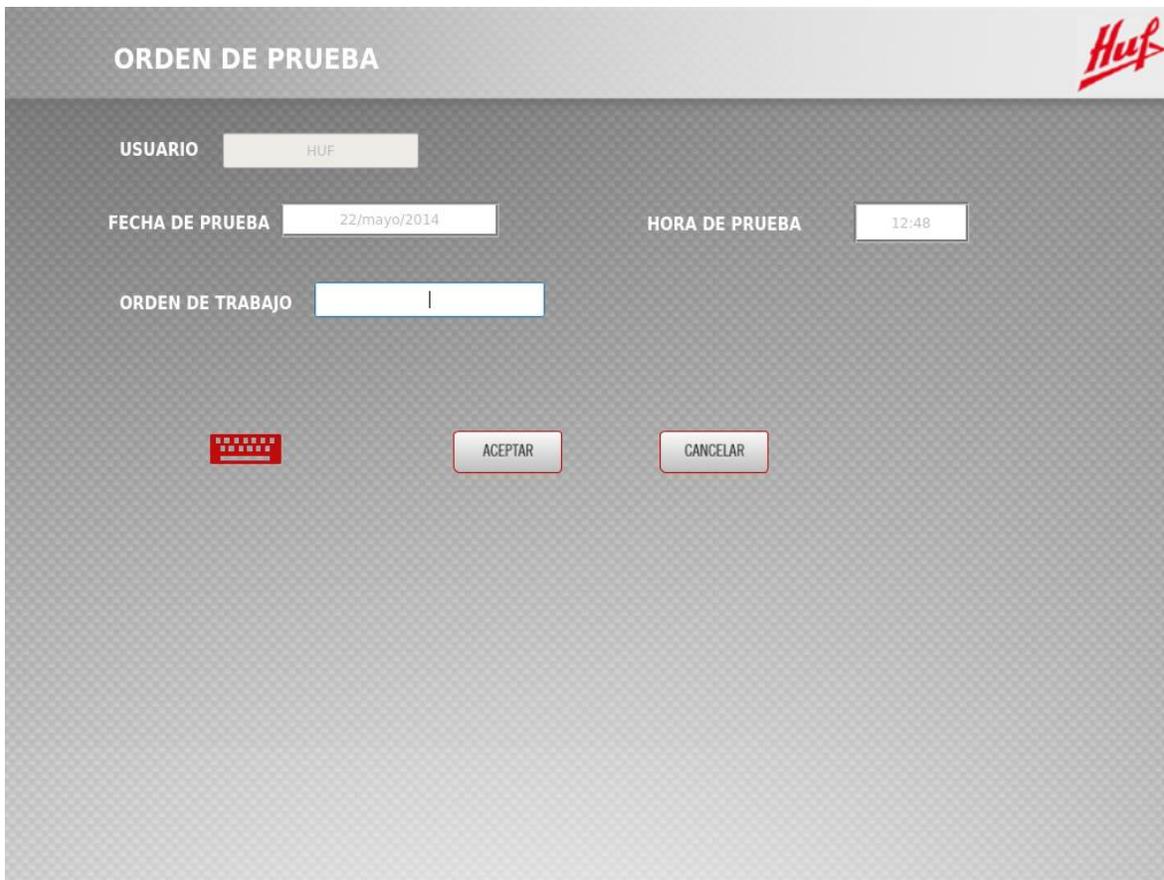
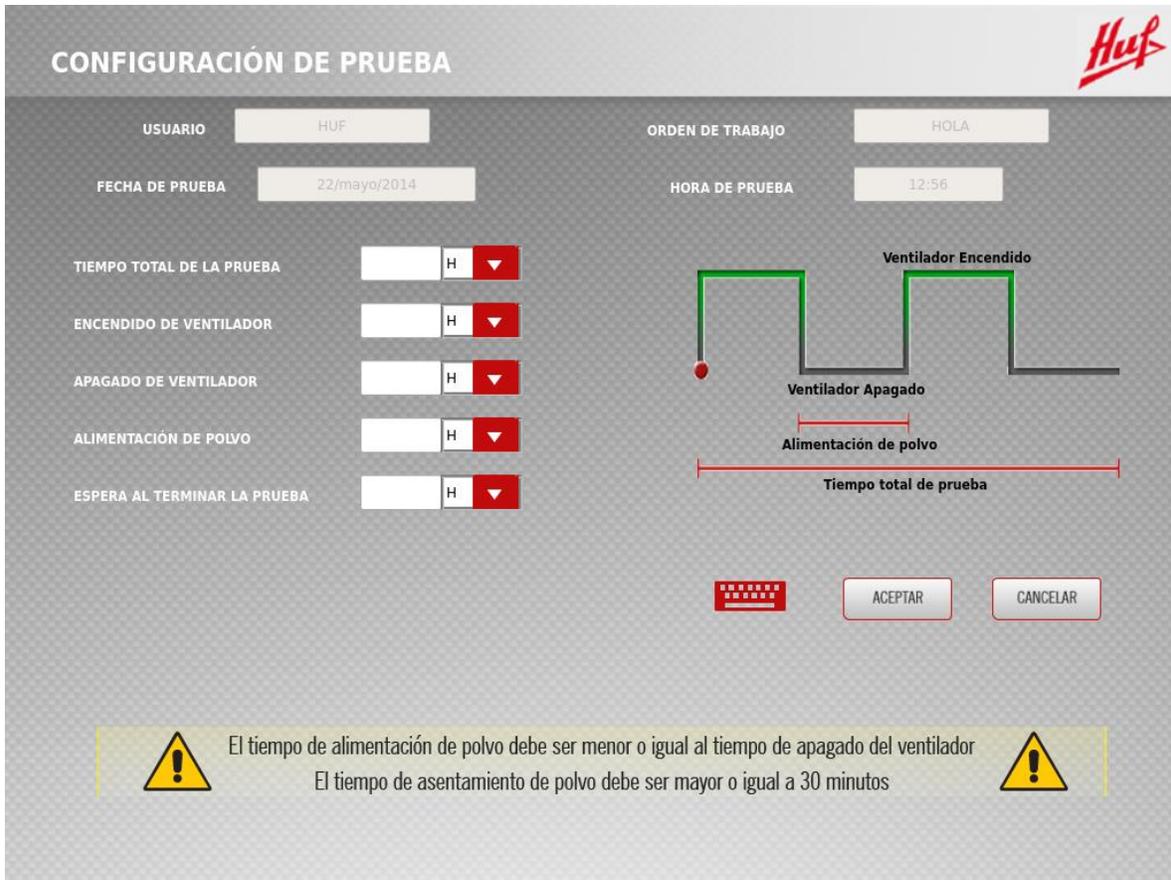


Figura 10. Datos a ingresar antes de iniciar una prueba.

En esta ventana, se visualiza el nombre de usuario con el que se identificó para entrar al sistema, así como la fecha y hora en que se ingresó al sistema. Se solicita el número o clave de orden de trabajo que identificará la prueba a realizar.

Una vez ingresado los datos solicitados, oprimir el botón “ACEPTAR”, el sistema muestra la pantalla de la Figura 11.

Configurar prueba



CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

USUARIO: HUF ORDEN DE TRABAJO: HOLA

FECHA DE PRUEBA: 22/mayo/2014 HORA DE PRUEBA: 12:56

TIEMPO TOTAL DE LA PRUEBA: [] H [v]

ENCENDIDO DE VENTILADOR: [] H [v]

APAGADO DE VENTILADOR: [] H [v]

ALIMENTACIÓN DE POLVO: [] H [v]

ESPERA AL TERMINAR LA PRUEBA: [] H [v]

Ventilador Encendido

Ventilador Apagado

Alimentación de polvo

Tiempo total de prueba

ACEPTAR CANCELAR

El tiempo de alimentación de polvo debe ser menor o igual al tiempo de apagado del ventilador
El tiempo de asentamiento de polvo debe ser mayor o igual a 30 minutos

Figura 11. Ventana para configurar la prueba.

A través de la pantalla de la Figura 11 se visualiza de manera automática el nombre de usuario, orden de trabajo, así como la fecha y hora en la que se está configurando la prueba.

Además, se solicitarán aquí los tiempos de configuración de prueba como:

- **Tiempo total de prueba:** es el tiempo total en Horas o Minutos que durará la prueba que se está configurando.
- **Encendido de ventilador:** se configura, de igual forma en Horas o Minutos, el tiempo que se desea hacer que la cámara encienda el ventilador para revolver el polvo que contiene la misma en un ciclo.
- **Apagado de ventilador:** es el tiempo que se desea mantener apagado el ventilador en un ciclo de la prueba.

- Alimentación de polvo: será el tiempo en el que el recolector de polvo de la cámara entra en acción y se encarga de recoger el polvo que se encuentra dentro de la cámara durante la prueba. Puede ser configurado en Horas, Minutos o Segundos.
- Espera al terminar la prueba: es el tiempo que se asignará como espera para que el sistema quite el seguro de la puerta y sea posible abrir la cámara. Por seguridad se recomienda que este dato no sea menor de 30 minutos, que es lo que tarda en asentarse el polvo dentro de la cámara.

Para evitar que el sistema marque errores en la configuración de la prueba, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Dentro de las configuraciones, ningún valor debe quedar en blanco o tomar el valor de cero.
- Un ciclo dentro del sistema es un periodo de realización de prueba, es decir, la suma de los tiempos de encendido y apagado del ventilador; y éste no debe ser mayor al tiempo total de la prueba.
- El tiempo de alimentación de polvo no debe ser mayor al tiempo de apagado de ventilador que se está configurando.
- Ningún tiempo de configuración debe ser mayor al tiempo que se está configurando como total de prueba.

Iniciar prueba

Una vez que se asignaron los datos solicitados y el sistema no marca ningún error en la configuración, al oprimir el botón “ACEPTAR” el sistema nos muestra la ventana de la Figura 12.

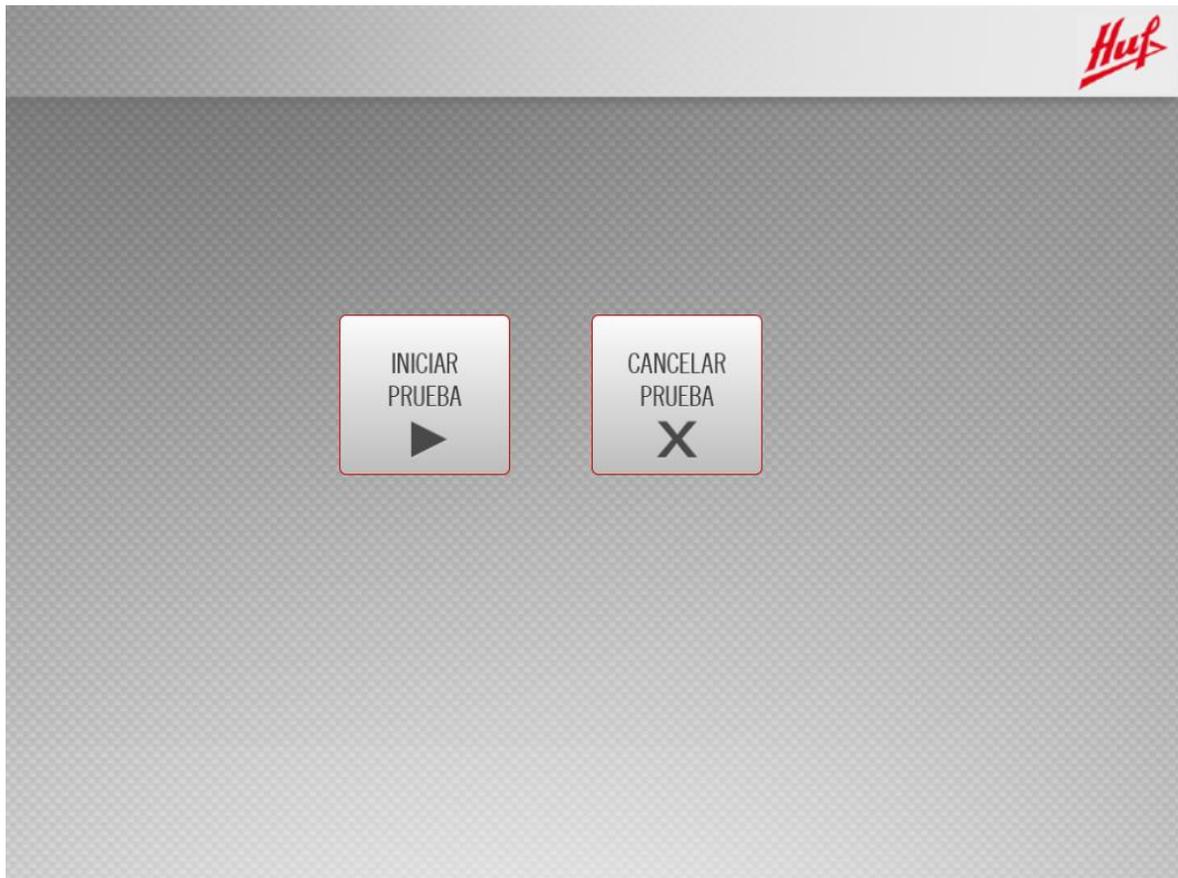


Figura 12. Ventana que se muestra después de la configuración de los datos para iniciar o cancelar la prueba.

En la Figura 12 se muestra la opción de Iniciar la prueba o cancelarla, esto último hará que se salga completamente de la configuración de prueba y se mostrará el menú principal.

Si se elige “INICIAR PRUEBA”, se mostrará una ventana como la de la Figura 13 que continuación se muestra.



Figura 13. Pantalla que se muestra al ponerse en marcha la prueba.

En la ventana (Figura 13) se muestran los tiempos de configuración que se ingresaron previamente y el estado en que se encuentra el ventilador y el alimentador de polvo, así como también se visualiza un semáforo que indica el estado en que se encuentra la prueba.

PARO DE EMERGENCIA

Se trata del botón rojo que se encuentra al frente de la cámara de polvo y como su nombre lo indica, es el único que puede detener la prueba durante su funcionamiento. Al oprimir este botón, el sistema identificará que debe parar de forma inmediata el funcionamiento de la prueba y se mostrará en pantalla lo siguiente (Figura 14).

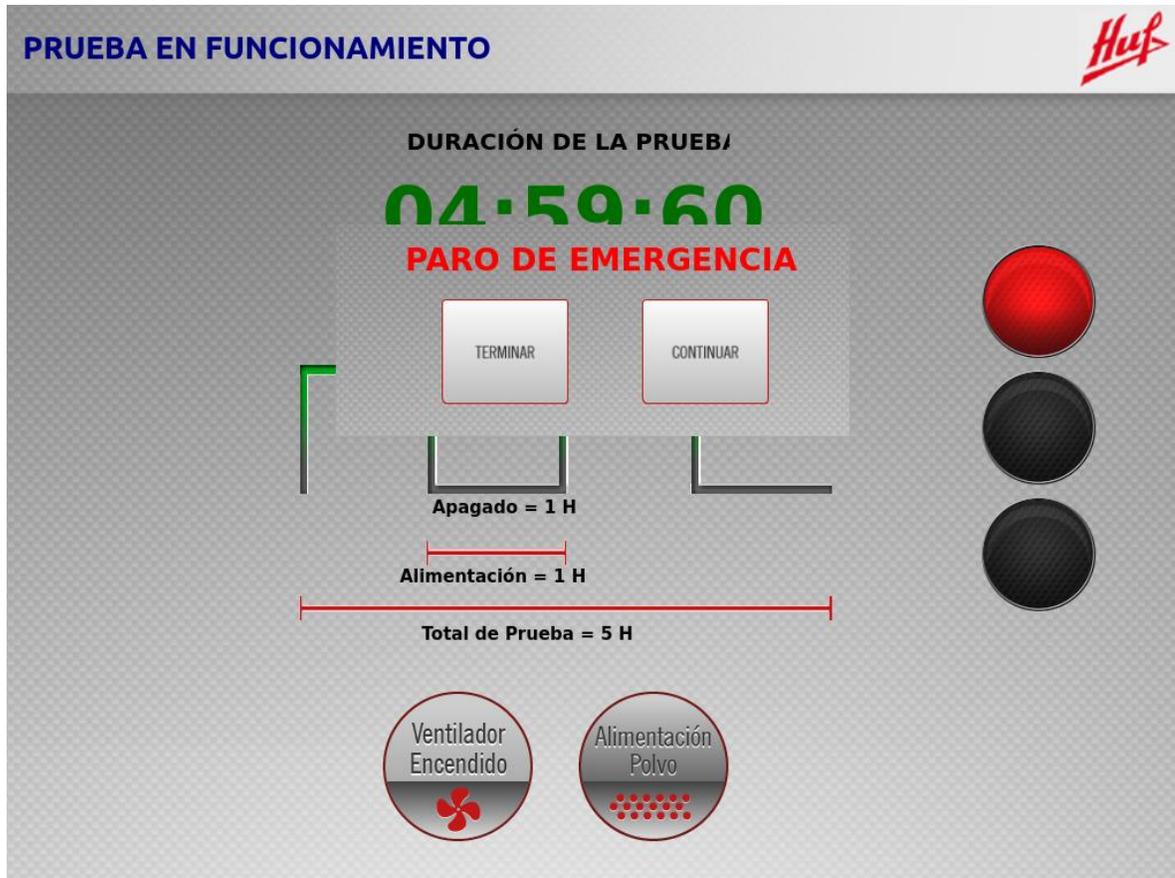


Figura 14. Ventana que se muestra al accionar el "Paro de emergencia".

En la pantalla de la Figura 14, el sistema da la opción de elegir entre terminar la prueba o continuarla.

NOTA: Se recomienda que para el correcto funcionamiento de estas opciones, se desactive el botón de paro de emergencia antes de elegir una opción.

- Terminar: al elegir esta opción el sistema da por terminada la prueba y pasa al tiempo de espera que se configuró previamente para quitar los seguros y permitir la apertura de la puerta de la cámara.
- Continuar: si se elige esta opción el sistema mostrará la pantalla de la Figura 15.

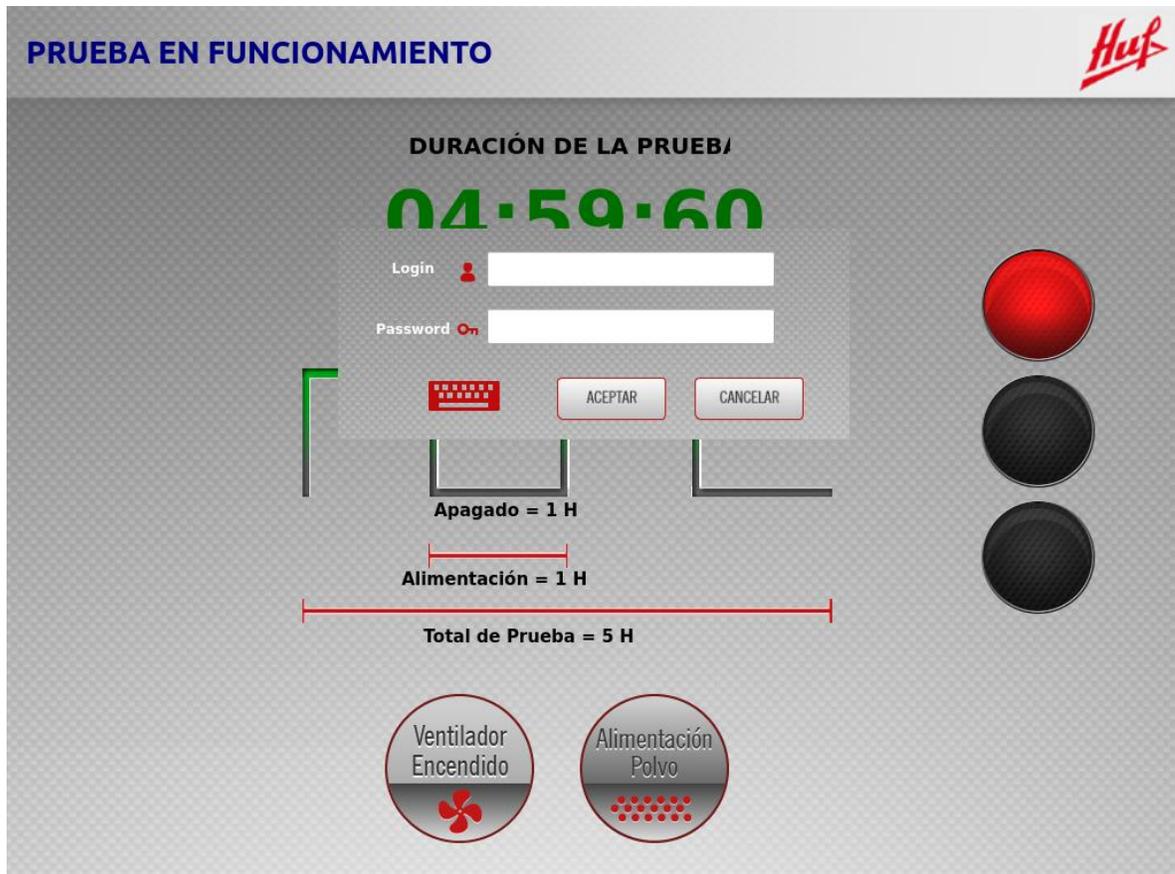


Figura 15. Pantalla que aparece al elegir continuar con la prueba después de accionar el paro de emergencia.

Donde se solicita que se vuelva a ingresar el nombre de usuario y contraseña.

NOTA: para que el sistema permita continuar con la prueba, el usuario que solicitó continuar con la prueba, deberá ser el mismo que previamente ingresó al sistema para la configuración inicial de la prueba.

Una vez que se ingresan los datos solicitados de forma correcta, la prueba continuará su funcionamiento a partir de donde se detuvo por el paro de emergencia.

En caso de que se ingresen sus datos, pero no haya desactivado el botón de paro de emergencia el sistema mostrará la siguiente pantalla (Figura 16) y la prueba no podrá continuar o terminar hasta que se desactive el botón de paro de emergencia.



Figura 16. Mensaje que se muestra cuando el “paro de emergencia” se encuentra activado.



Preguntas Frecuentes

Administrador

Dentro del registro del sistema, ¿Es posible registrar más de un usuario como administrador?

No, el sistema está pensado para que sólo un usuario registrado lleve el control de esta área.

¿Las contraseñas o nombres de usuario pueden llevar espacios en blanco?

No, por seguridad y para que el sistema funcione de manera correcta, se recomienda no utilizar espacios en blancos en las contraseñas y/o nombres de usuario.

¿El sistema detecta fallas?

No, el sistema no ha sido programado para detectar fallas físicas de la cámara de polvo.

Si un usuario pierde su contraseña, ¿Qué hacer?

A pesar de tener el poder de controlar los registros de los usuarios dentro del sistema, como administrador no es posible tener acceso a las contraseñas de los usuarios, por lo que lo más recomendable en casos como este es dar de baja al usuario y volver a registrarlo.

Usuarios

En caso de extraviar el nombre de usuario, ¿Qué hacer?

En caso de extraviar u olvidar el nombre de usuario, es posible solicitarlo al administrador del sistema siempre y cuando se recuerde la contraseña.

En caso de extraviar la contraseña, ¿Qué hacer?

En caso de extraviar u olvidar la contraseña para ingresar al sistema, se deberá reportar al administrador para realizar las acciones pertinentes.

Componentes internos

La nube de polvo dentro de la cámara se realiza por medio de un soplador y a través de unos tubos de PVC se tiene un circuito de recirculación de aire (**¡Error! No se encuentra el origen e la referencia.**), debido al polvo alimentado en uno de los ductos se genera una turbulencia expulsando y esparciendo el polvo en el interior de la cámara.

Los componentes principales del sistema de circulación de aire para generar la nube de polvo dentro de la cámara son:

Cámara interna

Filtro

Línea de succión

Línea de expulsión

- Superior
- Inferior

Soplador

Tolva

- Cavity de expulsión

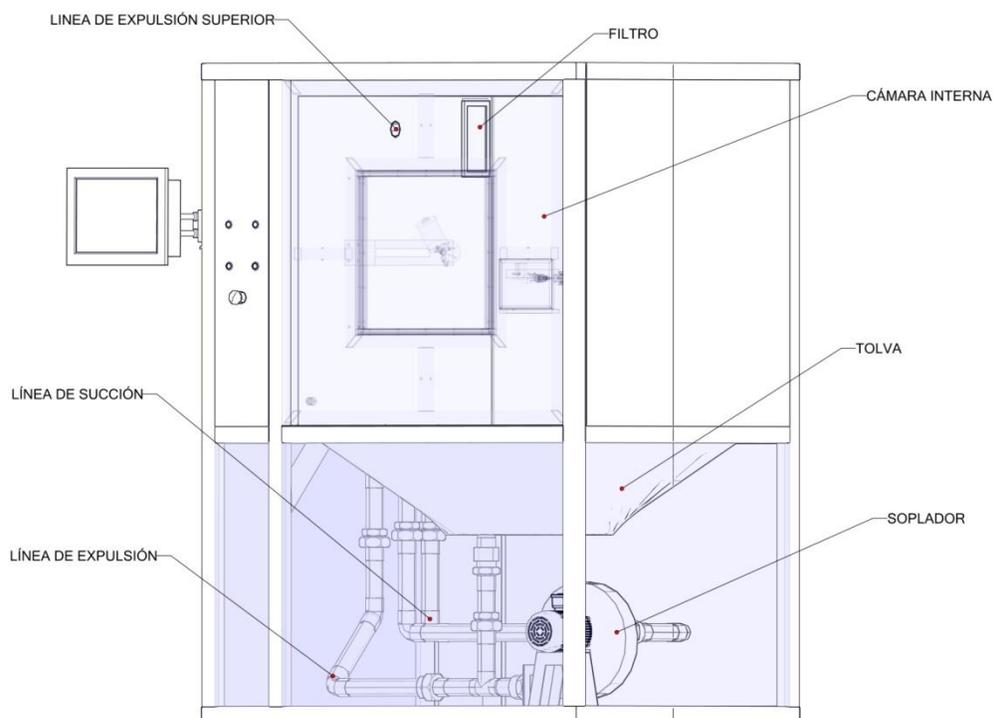


Figura 17 Componentes principales del sistema de circulación de aire

Limpieza de filtro

El propósito del filtro es proteger el soplador en la línea de succión del sistema, bloqueando todo el polvo posible, aunque sea tan pequeño que no sea visible al ojo humano.

Para realizar esta acción de limpieza, el técnico deberá protegerse debidamente estando el equipo en paro total.

El primer paso es realizar una limpieza superficial auxiliado con un paño seco ó un cepillo de cerda suave para remover la mayor cantidad de polvo antes de retirar el filtro, deberá golpear ligeramente el elemento filtrante para desalojar cualquier residuo de partículas de polvo.

De esta forma estaría dispuesto para desinstalar el filtro de la cámara interna quitando los tornillos y el marco de sujeción, una vez retirado de la cámara se le aplica aire comprimido para remover la mayor cantidad de impureza posible.

Se recomienda limpiar el área de instalación del filtro dentro de la cámara, cuando se haya cerciorado que se ha limpiado el filtro, podrá reinstalarlo en su posición dentro de la cámara interna. En la Figura 18 se aprecia el filtro y el marco de sujeción dentro de la cámara de polvo.

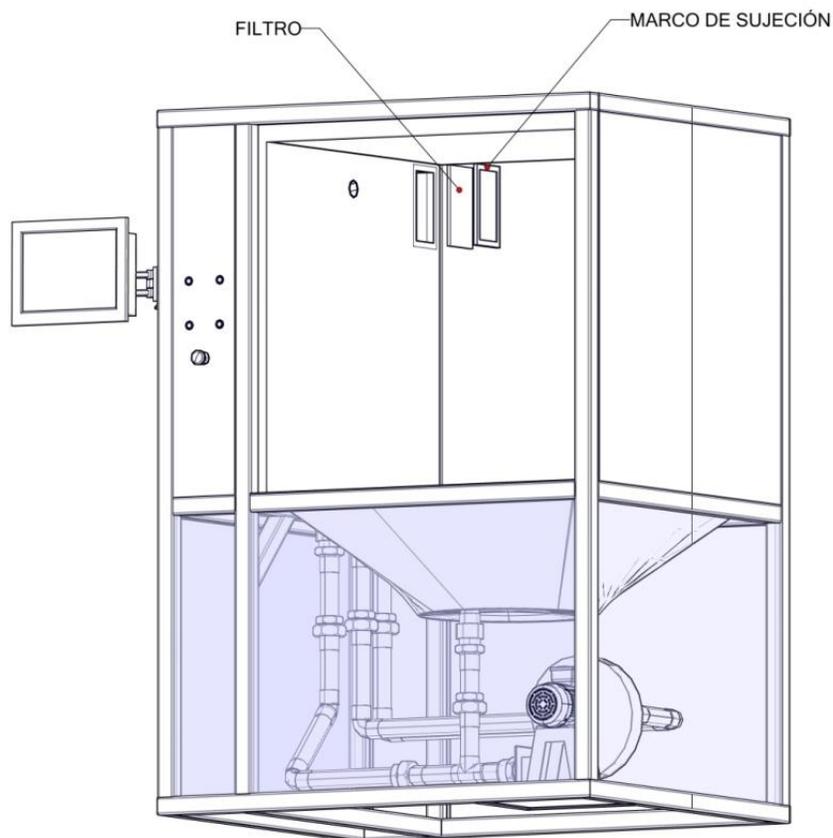


Figura 18 Filtro y marco de sujeción

Cambio de Polvo

Para realizar el cambio de polvo en la cámara todo el equipo deberá estar en paro total.

Se recomienda realizarlo en un lugar aislado previniendo que el polvo se propague y pueda contaminar el ambiente. El personal asignado deberá protegerse debidamente para realizar el reemplazo de polvo.

El proceso inicia realizando una limpieza interna de la cámara, dirigiendo el polvo con un cepillo de cerda suave a la cavidad de expulsión de la tolva, posteriormente se golpea ligeramente la tubería con sentido vertical para desprender residuos de polvo que pudieran permanecer acumulados en las paredes internas de la tubería. En la Figura 19 se muestra la ubicación de cavidad de expulsión en la tolva.

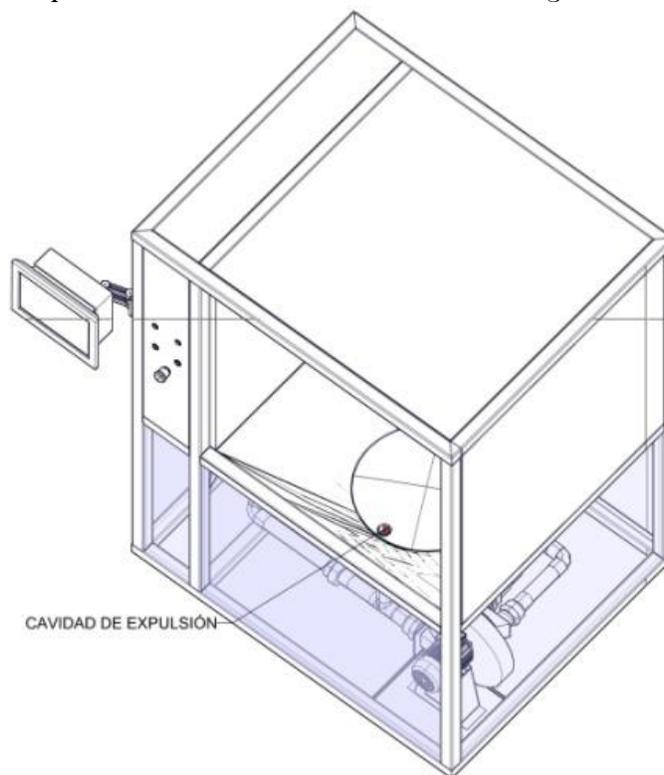


Figura 19 Cavidad de expulsión en la tolva

Se remueven las tuercas unión de PVC para tener la tubería por secciones.

Para retirar el tubo de expulsión se retiran las tuercas unión y la brida de montaje instalada en el soplador.(Figura 20)

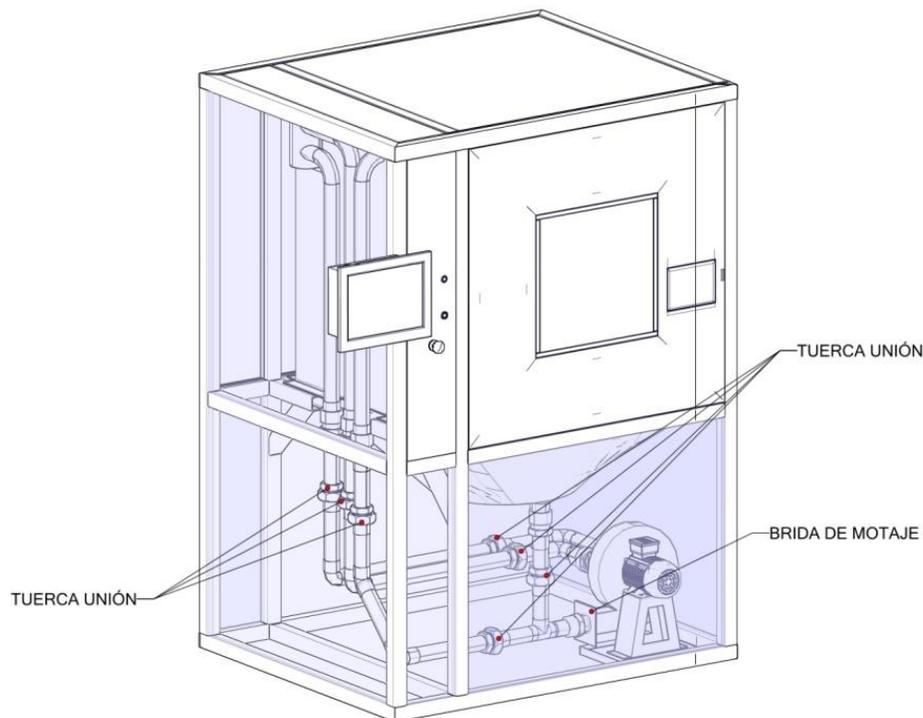


Figura 20 Ubicación de tuercas unión y brida de montaje

Para remover las secciones de tubo se recomienda contar con un depósito para recolectar el polvo que pudiera caer al piso. Controlando la caída del polvo, se procede a recaudar el polvo contenido en cada sección de tubo en un depósito asignado, este procedimiento se realiza a las tres secciones de tubo.

La tubería que permanezca instalada se le puede realizar una limpieza con aire comprimido, por medio de un paño seco ó con un cepillo redondo de cerda suave.

Cuando ya se haya realizado la limpieza de los tubos removibles y los que se quedan instalados, reinstale nuevamente los tubos en el lugar que le corresponda, se descarta la importancia del orden en que se instalen y se des-instalen, terminada la instalación de los tubos, proceda a alimentar de polvo la cámara interna, dirigiendo el polvo hacia la cavidad de expulsión de la tolva.