

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PRUEBAS PARA VÁLVULAS EN EL
SECTOR METALÚRGICO

HUGO ERNESTO RINCÓN ADAME.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ DC
2016

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PRUEBAS PARA VÁLVULAS EN EL
SECTOR METALÚRGICO

HUGO ERNESTO RINCÓN ADAME

TRABAJO DE GRADO DIRIGIDO DE PARA OPTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

Director: Carlos Andrés Quintero Peña
Ingeniero electrónico
Magister ingeniería Electrónica y de Computadores

Co-director: José Luis montes Torres.
Ingeniero electrónico y de telecomunicaciones.
Especialista gerencia de proyectos

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ DC
2016

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá 3 Febrero de 2016

Dedico este trabajo a mi madre y familia, y a todas aquellas personas que colaboraron de alguna manera en la elaboración de este documento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios gracias por brindarme la sabiduría, paciencia, entrenamiento y la capacidad de ejercer este proyecto.

A mi madre por su apoyo, comprensión y confianza.

A la Universidad Santo Tomás como institución para mi formación profesional.

A los profesores que brindaros sus conocimientos durante este proceso.

A la organización Instrumatic S.A.S y colaboradores por la oportunidad de desarrollar este documento.

CONTENIDO.

	pág.
INTRODUCCIÓN	3
1. PROBLEMA	4
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1 Antecedentes teórico PLC.....	5
2.2 Antecedente teórico HMI, programación gráfica.....	6
2.3 Antecedente de campo 1.	7
2.4 Antecedente de campo 2.	8
3. JUSTIFICACIÓN.....	10
4. OBJETIVOS.....	11
4.1 Objetivo general.	11
4.2 Objetivos específicos.	11
5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.	12
5.1 Factibilidad tecnológica.....	12
5.2 Factibilidad social.....	12
6. MARCO TEÓRICO.....	13
6.1 Los Automatas Programables.....	13
6.1.1 Los efectos de la automatización.....	16
6.2 Clasificación de los autómatas.....	17
6.3 Elementos básicos de un PLC.....	18
6.4 Programación Ladder.....	19
6.5 Interfaz Hombre Máquina - HMI.....	19
6.6 Máquinas de pruebas mecánicas para válvulas.....	21
6.6.1 Tipos de normas para la construcción de válvulas.....	22
7. DISEÑO METODOLÓGICO	24

7.1 Estrategia sobre el desarrollo de la automatización.	24
7.4 Requerimientos técnicos para el funcionamiento desde la pantalla HMI... ..	28
7.5 Descripción PLC + pantalla HMI Renu Electronics.	29
7.5.1 Descripción sensor inductivo tipo cilíndrico.	31
8 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	32
8.1 Aspectos relevantes para el desarrollo del proyecto.	32
8.2 Condiciones generales de las pruebas.	33
8.4 Componentes de un ciclo de trabajo.....	35
8.5 Diagrama general de la automatización.....	37
8.6 Descripción de los equipos del sistema.	37
8.7 Programación del PLC.	38
8.7.1 Funciones bloqueo y paro de emergencia.	41
9. ANÁLISIS Y CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS.	43
9.1 Supervisión y funcionamiento de las pruebas.....	43
9.2 Representación datos de producción.....	44
10. CONCLUSIONES	45
9.1 Recomendaciones.....	46
9. BIBLIOGRAFÍA	47
Anexos A.....	48
Anexo A – 1 instructivo de normas y pruebas homologadas en Colombia	48
Anexo A – 2 normas para la construcción de válvulas de compuerta elástica. .	49
Anexo B	50
Anexo B- 1 especificaciones técnicas de la pantalla táctil.	50
Anexo B- 2 Recursos oferta y servicios de ingeniería.	51
Anexo B – 3 válvulas de compuerta elástica.	52
Anexo C	53
Anexo C-1 Esquema eléctrico	53
Anexo D	54
Anexo D-1 Instalación del PLC al sistema eléctrico.....	54
Anexo D-2 Plataforma con motor trifásico.....	54
Glosario.....	55

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1: Actividad Económica Industrial en Chile	15
Figura 2: Clasificación de los controladores lógicos.....	17
Figura 3: Primera serie PLC-5 de Allen Bradley.....	18
Figura 4: Máquina de pruebas mecánicas.....	21
Figura 5: Estrategia de la Automatización.....	24
Figura 6: Tablero de Control y Motor trifásico.....	26
Figura 7: Esquema de Funcionamiento Propuesto.....	27
Figura 8: Dimensiones pantalla FP5043.....	30
Figura 9: Sensor inductivo tipo cilíndrico blindado.....	31
Figura 10: Ciclo de trabajo en las pruebas	32
Figura11: Mecanismo de conexión motor válvula.....	33
Figura12: Diseño HMI modo manual.....	35
Figura13: Algoritmo activación en modo manual.....	36
Figura14: Diseño HMI modo automático.....	37
Figura15: Diseño HMI durante la ejecución.....	37
Figura16: Diagrama modo automático.....	39

LISTA DE ANEXOS.

Anexos A.....	48
Anexo A – 1 instructivo de normas y pruebas homologadas en Colombia	48
Anexo A – 2 normas para la construcción de válvulas de compuerta elástica. .	49
Anexo B.....	46
Anexo B- 1 especificaciones técnicas de la pantalla táctil.	50
Anexo B -2 Recursos oferta y servicios de ingeniería	47
Anexo B – 3 válvulas de compuerta elástica.	52
Anexo C	53
Anexo C-1 Esquema eléctrico	53
Anexo D	54
Anexo D-1 Instalación del PLC al sistema eléctrico.....	541
Anexo D-2 Plataforma con motor trifásico.....	541

INTRODUCCIÓN

Como parte de la formación integral de la Universidad Santo Tomás. La labor del egresado permite fortalecer la identidad humanista en la vida social como profesional y responder de forma óptima ante la sociedad con un sentido ético al “deber ser “. Igualmente poder responder de forma crítica a la sociedad con base a los principios y valores institucionales ante las relaciones humanas. Además sobresale la capacidad de articular el conocimiento teórico con el experimental para producir respuestas al servicio de la vida humana, la ciencia y la tecnología.

Este documento representa la información sobre el trabajo de grado en modalidad de pasantía en la empresa Instrumentos y Automatismos S.A.S como institución patrocinadora. Dentro de su actividad económica durante 26 años la organización se especializa en comercializar instrumentación electrónica y equipos para el área de automatización, además de prestar servicios de ingeniería en proyectos para diferentes sectores industriales como el energético, cementeras, hidrocarburos, metalúrgico, alimentos y manufactura. Las actividades como pasante buscan solucionar problemas y requerimientos brindando soporte técnico para los clientes de la organización. Desde el área de proyectos y servicio posventa.

En relación con lo anterior este texto permite conocer una problemática industrial y el desarrollo de una solución mediante la automatización para Metacol S.A como cliente de la organización. Además presenta la información sobre la mejoras en las maniobras de operación de un sistema de apertura y cierre de válvulas mecánicas. Para realizar pruebas de repetibilidad en productos para fluidos como son válvulas y compuertas en hierro dúctil.

Para dar solución a la problemática se implementa la tecnología Renu Electronics que simplifica la automatización a través de un PLC con una interfaz gráfica en un mismo dispositivo, aumentando la capacidad operativa del trabajador a través de la tecnología, disminuyendo tareas peligrosas y repetitivas para conseguir un mejor desempeño por parte del operario en la manipulación de la máquina mediante una aplicación HMI (Interface Hombre Máquina).

1. PROBLEMA.

Metacol S.A como fabricante de válvulas y compuertas para redes de distribución en acueductos, realiza pruebas sobre sus productos bajo normas y especificaciones generales de construcción como; la AWWA C-509 y AWWA C-515 Para garantizar el buen desempeño en hermeticidad y pruebas de presión hidrostática en estructura y estanqueidad. El funcionamiento de las pruebas consiste en realizar repeticiones de apertura y cierre de las válvulas. El operario manipula pulsadores para realizar el cambio de giro de un motor eléctrico, de esta forma puede abrir y cerrar cíclicamente una válvula.

Considerando que este procedimiento es extenso y poco preciso, se deben realizar múltiples repeticiones las cuales aumentan el error humano en la actividad. Adicional a esto el operario debe tomar datos de las repeticiones porque la máquina no cuenta con un sistema de conteo; estas maniobras representan un riesgo para el proceso debido a que un mal conteo puede ocasionar rompimiento y destrucción de la válvula, causando fuga a alta presión donde el operario puede resultar lastimado.

Es necesario automatizar este procedimiento repetitivo mediante un PLC con interfaz gráfica, donde el operario podrá intervenir fácilmente la manipulación, sin añadir complejidad al desarrollo de las pruebas.

2. ANTECEDENTES

La investigación de diversas fuentes preliminares, permite conocer métodos y análisis para desarrollar una solución en automatización con un perfil académico desde varios puntos de vista. Se presentan trabajos que respaldan los principios y conocimientos teóricos de la programación de PLC e interfaces gráficas en arquitectura step7 y National Instruments, como los más utilizados en el desarrollo de aplicaciones de ámbito empresarial y principalmente en el académico. Al mismo tiempo se presentan experiencias de trabajo práctico mediante aplicaciones diseñadas para mejorar esta actividad industrial.

2.1 Antecedentes teórico PLC.

Los autores; Mandado [1], Acevedo, Fernández y Quiroga, mencionan en el libro *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización*, la relación de las diferentes herramientas para la programación sobre STEP7. Para implementar sistemas automáticos basándose en su experiencia en el diseño de sistemas de control.

Es importante mencionar que esta propuesta, conforma una secuencia ordenada de instrucciones que permite resolver una determinada tarea. En relación con las distintas variables de un sistema electrónico. Es necesario conocer las diferentes herramientas de lenguaje de programación propios de cada fabricante ya que todos ellos tienen una base en común como lenguajes propietarios. En la actualidad, coexisten sistemas de programación bajo normas amparadas por la IEC (International Electrotechnical Commission) uno de los sistemas de programación con mayor implementación industrial es STEP7, un entorno de desarrollo que está conformado por tres tipos de lenguajes: listado de instrucciones alfanumérico y simbología especial, lenguajes de tipo gráfico basado en el esquema de contactos en alemán KOP (Kontankts Plan) y por último el diagrama de funciones FUP (Funktionen Plan) que incluye diagramación basada en GRAFCET (grafo de control etapa-transición) de la sociedad francesa para cibernética Economía y técnica.

Los autores en el Capítulo 2 relacionan los tipos de programación en aplicaciones a manera de ejemplo. Indicando técnicas y conceptos de programación como KOP, FPU, GRAFCET en operaciones de contaje, conversión, bloques de datos, transferencias, y lógica de 8 bits.

En el capítulo 9 se concentran las comunicaciones industriales y estándares que los fabricantes de equipamiento de automatización ofrecen para diversificar estas tecnologías.

En efecto la investigación de este libro permite establecer un precedente valioso ya que la intención del presente documento está orientada a describir un sistema de programación propietario basado en Ladder Nativo. Para la manipulación de los diferentes tipos de datos, funciones y variables. El libro de Autómatas Programables y Sistemas de Automatización despierta el interés sobre las herramientas de programación de alto nivel como STEP7, comparadas con el entorno de desarrollo de FlexiSoft, ya que está estrechamente relacionado al concepto de simplificación de la automatización. De acuerdo a los planteamientos de este libro, el presente proyecto pretende desarrollar un sistemas HMI que proporcione información y permitan controlar equipos industriales como actuadores, motores, sensores.

2.2 Antecedente teórico HMI, programación gráfica.

El trabajo de Montenegro [2] edición 2013, Introducción a G con Aplicaciones permite conocer la programación gráfica mediante la plataforma National Instruments, un entorno de desarrollo gráfico que permite realizar sistemas de control y supervisión Industrial.

En el texto el autor presenta el potencial sobre labVIEW para aplicaciones de investigación de alto nivel con gran aplicación en la automatización. El software permite la manipulación de diversos tipos de datos, entre los que encontramos; numéricos, booleanos, cadenas de caracteres y arreglos, entre otros. Dentro de la característica de fluidez de datos que posee labVIEW permite emular el paralelismo de procesamiento de datos, el trabajo de Montenegro permite capacitar al programador en el manejo de objetos como de estructuras de programación, uno de los temas más relevantes es uso de arreglos y clusters de datos que optimizan el código, igualmente en cuanto a la adquisición de la información es uno de los atributos de esta plataforma, debido a la robustez de las señales que puede ser adquiridas mediante puertos de comunicación serial o Ethernet, incluso con módulos de adquisición de datos.

En consecuencia labVIEW permite la integración de múltiples instrumentos y herramientas de alto nivel de desarrollo orientado a objetos con los cuales se pueden crear interfaces con hardware o con aplicaciones web, bases de datos, comunicaciones TCP/IP con un poderoso procesamiento de la información.

La plataforma National Instruments tiene relación con las aplicaciones desarrolladas en este trabajo, con base en el diseño de una interacción hombre máquina sobre la adquisición de la información de un proceso o variables que intervienen en el desarrollo, se busca presentar una solución a bajo costo, es importante mencionar que la filosofía de programación en FlexiSoft, es simplificar la automatización en aplicaciones HMI y PLC con equipos propios de la marca o de otros fabricantes, una de las ventajas principales del software es libre de uso licencia de activación, puesto que es un software de bajo nivel cuenta con las herramientas suficientes para realizar una interfaz robusta y versátil, además comparte como cualquier entorno de desarrollo diferentes tipos de recursos para la depuración o construcción de un programa secuencial.

2.3 Antecedente de campo 1.

Los autores Chacón [3], Martínez, Torres, Evidencian la necesidad que tienen algunas empresas colombianas del sector industrial específicamente en la actividad manufacturera, para invertir recursos en reingeniería y tecnologías apropiadas para garantizar una producción con buenas características y de esta forma disminuir los costos en mantenimiento de las máquinas, optimizando procedimientos rudimentarios relacionados con el diseño, operación y control de equipos industriales.

Para el desarrollo de la automatización en una inyectora de plástico, los autores implementaron un sistema de control de movimiento y temperatura, además agregaron un ajuste proporcional del proceso de inyección; esta intervención no solo cuenta con monitoreo que unifica la supervisión de la máquina para generar señales de alarma y verificación, sino también relaciona un algoritmo que permite gobernar el proceso.

El objetivo principal del estudio es disminuir los costos en mantenimiento de maquinaria, causados por el alto número de incidentes que se presentan por ruptura de las piezas. La empresa cuenta con la tecnología necesaria para ejecutar la inyección de plásticos, este proceso se desea optimizar utilizando técnicas de automatización, de esta manera aumenta la producción de la planta.

Los autores desarrollan técnicas para obtener información a partir de diseños algorítmicos que son adaptados al proceso, de esta forma la metodología científica se aplica ya que las propiedades y características del sistema son implementadas en el algoritmo de control que determina el comportamiento del sistema, por lo tanto en los resultados se obtiene una disminución considerable al 2% en intervenciones de mantenimiento, en esta actividad anteriormente requería el 15% de intervenciones. Se logra disminuir el tiempo que tarda un ciclo de 48 segundos a 31 segundos en la inyección de piezas, este beneficio permitió incrementar el número de moldes utilizados por la compañía para fabricación de plásticos, paso de utilizar 2 moldes a utilizar 10 moldes diferentes.

El artículo valida que al desarrollar diversos procesos de automatización los cuales optimizan los ya existentes, se tiene como resultado el mejorar los tiempos de producción y reducir costos de mantenimiento.

2.4 Antecedente de campo 2.

En enero de 2012 fue presentado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México el trabajo, Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable. Los autores; Quezada [4], Flores, Bautista, Quezada-Aguilar, muestran en su trabajo académico el desarrollo de una aplicación en automatización orientada a cumplir requerimientos necesarios para supervisión del sistema de abastecimiento de agua.

Para esta aplicación de tipo industrial los sistemas a intervenir son los dispositivos de campo como sensores, actuadores y máquinas que componen la planta. La instrumentación se encarga de adquirir las señales de las variables físicas de estos equipos como son la temperatura, los porcentajes de concentración o cualquier representación de la información en sus respectivas unidades (presión, caudal, etc), el procesamiento de las señales es direccionado a un PLC que gobierna el comportamiento de la maquinaria como de los instrumentos.

El desarrollo en software genera un código basado en un algoritmo de control que acondiciona las señales para el monitoreo de las variables, el monitoreo de los registros está diseñado para que el operario seleccione el instrumento virtual dentro de ambiente gráfico, permitiendo la consulta de las diferentes variables o eventos, como la temperatura de una PT 100, o una célula amperométrica para las mediciones del cloro. Además tiene en cuenta la medición del porcentaje de PH con relación al principio de comparación entre los rangos del sistema

internacional, dentro los instrumentos se encuentra flujómetro magnético el cual permite medir la cantidad de agua en litros por segundo.

Las tecnologías que permiten a los operadores la interpretación de procesos, la detección de fallas y la pronta solución de problemas presentados. Son la implementación de sistemas como los son los PLC manipulados con HMI donde se ven en tiempo real las variables que intervienen en estos.

3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto es de suma importancia para Metacol S.A dado que la máquina para realizar pruebas de los productos metalúrgicos necesita modernizarse. Esta máquina cuenta con más de 10 años de fabricación y durante este tiempo el funcionamiento operativo es de forma manual, aumentando así la probabilidad de pérdidas de tiempo por fallas. Es por esto que la empresa Metacol ve necesario la modernización la manipulación de la máquina y encarga a Instrumentos y Automatismos S.A.S la ejecución de este proyecto.

Atendiendo a las consideraciones mencionadas, la modernización permite mejorar la manipulación del motor eléctrico y confiabilidad en el funcionamiento de la máquina. Aumentado la eficiencia en las pruebas por medio de un sistema electrónico con procesamiento y capacidad de memoria. De esta forma el funcionamiento genera confianza para el operario en su actividad laboral, además de aumentar la seguridad durante las maniobras y disminuirá labores repetitivas del trabajador.

Por consiguiente la ejecución de este proyecto permite desarrollar competencias y habilidades para proponer una solución ante esta problemática del sector industrial mediante la integración de recursos tecnológicos y humanos. Como modelar, integrar e implementar sistemas de automatización aplicando nuevas tecnologías.

4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

- Implementar un sistema de automatización mediante una HMI en la operación de pruebas mecánicas de válvulas para modernizar la operatividad en el banco de pruebas en la empresa Metacol S.A.

4.2 Objetivos específicos.

- Realizar reconocimiento sobre el funcionamiento del sistema probador de válvulas.
- Identificar los requerimientos de los procesos a automatizar.
- Plantear un esquema de la automatización.
- Desarrollar de la aplicación integrando software y equipos.
- Supervisar el correcto funcionamiento de la aplicación desarrollada con la maquinaria.

5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

La implementación de un sistema automático en un banco de pruebas mecánicas para válvulas de compuerta flexible es factible, ya que el proyecto se encuentra estructurado para dar solución a los requerimientos del sistema mecánico, los equipos suministrados por Instrumatic S.A.S cuentan con el respaldo de la compañía y la inversión suministrada por el cliente genera beneficios tecnológicos y seguros en el desarrollo de las labores.

Instrumatic S.A.S como empresa prestadora de servicios de ingeniería y proveedor de tecnologías para industria, desarrolla sus actividades con el compromiso de gestionar soluciones confiables de manera responsable y puntual.

5.1 Factibilidad tecnológica.

La capacidad de los equipos suministrados y el desarrollo de la programación están dirigidos a modernizar la manipulación mecánica del sistema, para mejorar el funcionamiento de las pruebas, además adquirir datos para ser comparados con los ensayos de presión hidrostáticas que realiza el cliente.

5.2 Factibilidad social

La implementación de la automatización en la organización, tiene una participación en promover la productividad através de mejores condiciones para el operario y mejorar las condiciones de trabajo seguro para quien manipule la maquinaria promoviendo el bienestar social y aprovechamiento de los recursos tecnológicos, orientado a la responsabilidad social de la compañía

6. MARCO TEÓRICO.

6.1 Los Automatas Programables.

Los controladores lógicos programables son dispositivos electrónicos utilizados para controlar de forma autónoma diferentes procesos en las plantas productivas. Actualmente existe gran variedad de PLC,s en el mercado, hace más de cuarenta años inició el desarrollo de sistemas de control programable caso particular en la industria automotriz. Para 1968 la operación con sistemas de control robustos y confiables permitirían incrementar la capacidad de producción reduciendo los tiempos y acortando los costos de modificaciones en las líneas de ensamble para los vehículos. A finales de 1968 una de las empresas pioneras en el sector automotriz en Norteamérica desarrolla un modelo de sistema con el cual los coches se fabricarían en serie mediante un sistema automatizado. Estos nuevos sistemas de control para 1974 se conocerían como PLC una marca patentada por Allen – Bradley con procesadores de tecnología Intel.

Los autores [1] de Automatas Programables y Sistemas de Automatización en su obra resaltan el desarrollo de las diferentes tecnologías (Mecánica, eléctrica, química, etc.) a lo largo de la primera mitad del siglo XX, dio lugar a una paulatina elevación de la complejidad de los sistemas e hizo que fuesen muchas las variables físicas que tienen que ser vigiladas y controladas. Pero dicho control no puede ser realizado de forma directa por el ser humano debido a que carece de suficiente capacidad de acción mediante sus manos y de sensibilidad y rapidez de respuesta los estímulos que reciben sus sentidos.

Por todo ello se planteó el desarrollo de equipos capaces de procesar y memorizar variables físicas, que constituyen sistemas de tratamiento de información. En realidad, la necesidad de estos sistemas se remontan a los primeros estados del desarrollo de la Ciencia y Tecnología. Pero fue el descubrimiento de la Electricidad y su posterior dominio tecnológico a través de la electrónica el que permitió el desarrollo de sistemas con memoria y capacidad de procesamiento información mediante señales eléctricas con un consumo energético muy pequeño que han permitido reducir paulatinamente su tamaño y su costo. Estos sistemas reciben el nombre genérico de “electrónicos”.

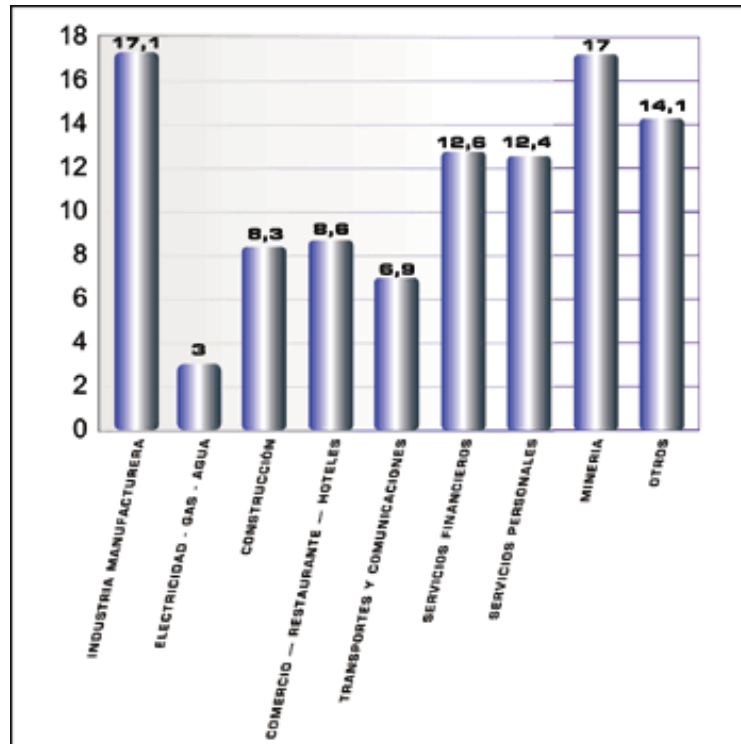
Por lo tanto tienen capacidad de recibir información procedente de otros sistemas externos. A partir de este desarrollo tecnológico se pueden dividir en dos grandes clases. Por ejemplo, los productos industriales que son sistemas que realizan una función determinada, como por ejemplo una lavadora, un televisor, un taladro. Por

otra parte los procesos industriales, que se pueden definir como un conjunto de acciones realizadas por una o más máquinas adecuadamente coordinadas. Que dan como resultado la fabricación de un producto. Una cadena de montaje de automóviles o una fábrica de bebidas son ejemplos donde las variables físicas a medir no son eléctricas entre ellas se pueden citar la temperatura, la presión, el nivel de un líquido o de un sólido, la fuerza, la radiación luminosa, la posición, la velocidad, aceleración o desplazamiento de un objeto.

En el artículo publicado por Luis Camilla [8] director de carreras de ingeniería del Duoc UC. Realiza un análisis sobre la automatización industrial, inicialmente relaciona la dependencia de la tecnología una vez que es aplicada a un proceso de producción, en consecuencia se convierte en un proceso dependiente y no puede realizarse si no está presente. Camilla además menciona en su publicación que los sistemas automáticos integrados en los procesos industriales proporcionan herramientas para la toma de decisiones en distintos niveles de complejidad del proceso productivo. Aumentando la flexibilidad en la fabricación de los productos permitiendo adecuarse a la demanda del mercado permitiendo integrar nuevas tecnologías de producción y desarrollar nuevos productos con mayor presteza y aumentar la calidad, además de las tradicionales tareas de control.

El autor de este artículo expone los avances tecnológicos representativos de su país en las últimas décadas. Luego como estos avances han incidido fuertemente en el aumento de la productividad y aprovechamiento de los recursos. Pudiéndose afirmar que casi el 100% de la producción industrial mundial es controlada por sistemas de controles automáticos o semiautomáticos. En la Figura 1 se muestra la actividad económica de Chile en los último tiempos. Suponiendo que la automatización participa activamente en los procesos productivos, es posible extrapolar cuán importante es para la economía del país. Asumiendo una participación directa en los rubros de Manufactura, Electricidad, Transporte y Minería, se deduce su importancia e incidencia en la actividad del país.

Figura 1: Actividad Económica Industrial en Chile



Fuente 1: Revista Electro Industria artículo Automatización industrial

Entre los cambios tecnológicos de las últimas décadas que contribuyeron al desarrollo de la automatización destacan la construcción de equipos electrónicos de alta densidad capaces de realizar funciones de control. La introducción de los PLC en reemplazo de los relés electromecánicos como elementos de control y la introducción de computadoras industriales como elemento de control y monitoreo mejoran la implementación de buses de campo.

Los avances en tecnologías de información y la comunicación son cambios significativos para las industrias en el control y análisis de datos. Se evidencia la evolución electrónica porque ha llevado a utilizar máquinas y equipos cada vez más sofisticados en los procesos industriales donde se requiere mayor precisión como la manufactura mecánica. Simplificando la estandarización de sistemas de comunicaciones dentro de la industria.

Cada una de estas tecnologías contribuyó al desarrollo de nuevas metodologías de automatización de los procesos, que van desde control centralizado y distribuido, jerarquizado y desde el uso de los tradicionales PID hasta técnicas de inteligencia artificial, redes neuronales y control predictivo. El desafío futuro de la tecnología es la industria totalmente automática. Con facilidades de transformación para la diversificación en la producción de bienes, con una utilización cada vez mayor de equipos electrónicos de alta densidad y equipos mecánicos con mayor precisión y manejo. Los desafíos para las empresas de automatización son grandes; quizás, el más relevante es tener el dinamismo para desarrollar las tecnologías y equipamiento adecuado a las demandas de producción.

6.1.1 Los efectos de la automatización.

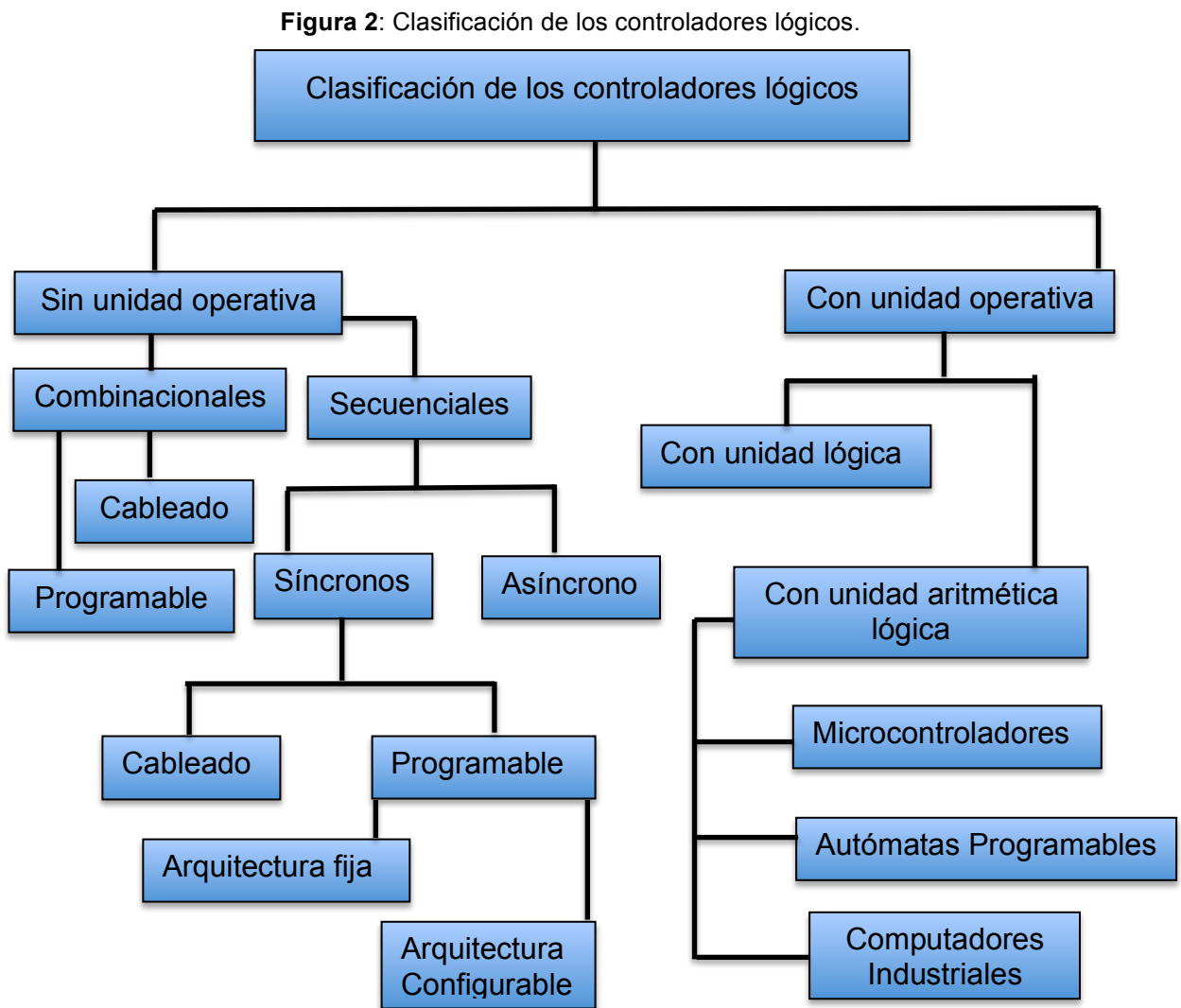
La presión a la que está expuesta la industria por ser competitiva y agregar valor a sus productos para satisfacer la demanda de los mercados, impone una búsqueda permanente por agregar nuevas prestaciones a los productos y aumenta la prioridad para optimizar la producción. Es aquí donde la automatización cumple un rol fundamental de mejorar la calidad de los productos y la oportunidad con que llega al consumidor, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

Sin embargo, uno de los efectos de la automatización es reducir la utilización de mano de obra no calificada, ya que el manejo de los operadores de máquinas "inteligentes" multiplica en muchas veces la productividad individual, medida en unidades producidas por actividad humana. En ese sentido, una persona es capaz de supervisar la operación de unidades dentro de una planta que anteriormente requerían el concurso de muchas personas, logrando un mayor número de productos a un menor costo y con mejor calidad.

Este amplio tema se encuentra inmerso en todas las actividades industriales modernas, que buscan una mayor eficiencia y aprovechamiento de los recursos disponibles, además de mayores ganancias. También plantea nuevos desafíos a los industriales y personal, exigiendo una mayor preparación y un dominio de conocimientos y habilidades de manejo de sofisticadas maquinaria y tecnología.

6.2 Clasificación de los autómatas.

La Figura 2 representa la clasificación de los autómatas programables desde dos principales estructuras, controladores lógicos con unidad operativa y los que no contiene una unidad operativa. Debido a la evolución de la electrónica la definición de controladores lógicos no es suficiente para describir en detalle la funcionalidad de un equipo dirigido a la automatización industrial, la estructura jerárquica de la figura es tomada del libro de autómatas programables y sistemas de automatización.

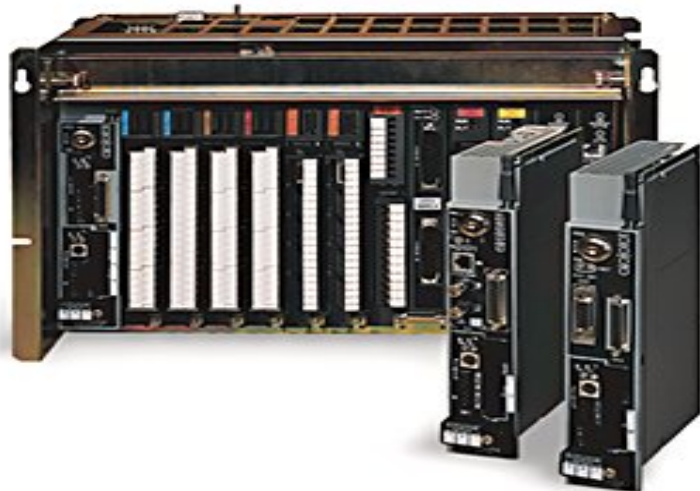


Fuente 2: Libro autómatas programables y sistemas de automatización página 6.

6.3 Elementos básicos de un PLC.

Un producto con bastante relevancia conocido como el PLC-5 con tecnología Motorola desarrollado en 1986. Permitió introducir mejoras con capacidades de procesamiento y almacenamientos más potentes. El desarrollo de estos dispositivos ha venido de la mano con las innovaciones de los procesadores que hoy en día diferentes fabricantes pueden diseñar con el objetivo de hacerlos más pequeños y potentes. Básicamente en la estructura de cualquier PLC se pueden identificar, tres elementos principales, el primero son indudablemente las tarjetas de entrada que permiten convertir señales de sensores externos en formato binario, para que el procesador pueda manipular estas señales. A partir esto se pueden obtener mediciones en voltaje o corriente según la instrumentación que se requiera. El segundo elemento característico es el procesador (CPU) que interpreta la información y ejecuta instrucciones almacenadas que permiten tomar decisiones en función de las variables de entrada. El tercer elemento son las tarjetas de salida donde su principal función es convertir los valores lógicos en señales que puedan accionar elementos de control. En la Figura 3 se puede observar uno de los primeros modelos de Allen Bradley el cual integro un procesador Motorola 68000 con alto nivel de procesamiento con beneficiando en comunicaciones orientadas a internet.

Figura 3: Primera serie PLC-5 de Allen Bradley.



Fuente 3: sitio web <http://plcbrands.com/c/allen-bradley-plcs-3>

6.4 Programación Ladder.

Para la programación de un PLC es necesario considerar el funcionamiento del código con el sistema hardware, ya que el comportamiento en todos los sistemas es similar. Un ciclo de programación está basado en cuatro estados que se ejecutan varias veces en un segundo o iteración dentro del programa. El primer estado es la lectura de entradas, donde el sistema toma las señales y las envía a una memoria. El segundo estado es el barrido, donde el código se ejecuta y son procesados los datos de las entradas y salidas durante la ejecución; una vez el sistema cuenta con los datos almacenados realiza el tercer paso en donde la memoria del PLC envía esta información a las tarjetas de salida para activar cualquier elemento de campo. Como sensores, actuadores y motores, el último paso es el diagnóstico del sistema del PLC, en esta parte del ciclo las operaciones con funciones programadas realizan un barrido de datos en la memoria de los registros internos. Esto permite actualizar las entradas y salidas de la tarjetas de adquisición de la información.

Los diagramas Ladder o de contactos son similares a los diagramas lógicos de relé que representan los circuitos de control de relé. Las principales diferencias entre los dos son las siguientes características en la programación.

- Todas las entradas están representadas por símbolos de contactos.
- Todas las salidas están representadas por símbolos de bobinas.
- Las operaciones numéricas están incluidas en el conjunto de instrucciones de Ladder gráficas.

6.5 Interfaz Hombre Máquina - HMI

Los sistemas HMI pueden definirse como la ventana de un proceso, pueden estar adaptados en paneles especiales de operación o en una pantalla de una PC procesando monitoreo o control de supervisión. Las señales del proceso proviene de sistemas de adquisición como tarjetas industriales, PLC, señales RTU o Drive, los dispositivos de adquisición de variables o de información están sujetos a protocolos de comunicación compatibles con el software HMI.

Actualmente existen dos tipos de Interface Hombre Máquina. La primera configuración conocida como terminal-operador, los dispositivos están fabricados para soportar condiciones de manipulación en ambiente fuertes y entornos agresivos. Generalmente estos dispositivos permiten ingreso de información mediante despliegues alfanuméricos o gráficos.

La segunda configuración está basada en PC + Software en esta opción permite alta funcionalidad de herramientas y robustez en el procesamiento de datos. Una de las funciones más destacadas es la interacción del proceso mediante los gráficos, el registro en tiempo real de datos y manejo de eventos. El diseño de estas aplicaciones es desarrollado en un entorno gráfico de herramientas con el objetivo de vitalizar la información de un proceso.

Las diversas tareas que cumple un software de supervisión siempre están cumpliendo con un patrón de procesamiento. Ya que permiten mantener la comunicación con dispositivos en periferia, actualizar una base de datos dinámica con las variables de proceso, presentar las variables y animación durante la evolución. Al usuario se le permite manipular esta información mediante los periféricos del PC o mediante la manipulación directa de la pantalla. A continuación se presentan los principales desarrolladores de sistemas de monitoreo más destacados en la industria.

- National Instruments con (LABVIEW)
- Siemens con (WinCE)
- GE Fanuc con (IFIX/ Cimplicity)
- Omron con (SCS)
- Allen - Bradley (RS-View)
- Wonderware con (InTouch)

La Interface Hombre Máquina, genera confiabilidad de la información del proceso sin exposición directa de un humano ante las variables físicas y electrónicas de un proceso industrial, además permite flexibilidad en la manipulación de la información, con las herramientas de desarrollo. Es escalable y robusto permitiendo sencillez en el diseño.

6.6 Máquinas de pruebas mecánicas para válvulas.

Las máquinas en la industria responden a las necesidades que surgen de modernizar procesos, son denominadas como herramientas tecnológicas automatizadas, actualmente existe gran cantidad de gama de maquinarias con sistemas altamente complejos con potentes sistemas hidráulicos y neumáticos capaces de realizar un sinnúmero de labores robustas y peligrosas. Aportando beneficios de factor humano, la electrónica permite simplificar tareas aumentando el aporte digital en la gran mayoría de los procesos industriales.

Figura 4: Máquina de pruebas mecánicas.



Fuente 4: <http://www.bvalve.es/servicios/sat-en-nuestras-instalaciones/banco-de-pruebas-para-valvulas>.

Los sistemas de pruebas mecánicas permiten evaluar diferentes variables que comprometen el funcionamiento de una pieza o un conjunto de piezas ensambladas ya que permiten someter materiales a ensayos para medir sus propiedades. En la industria metalúrgica la fabricación de válvulas requiere realizar ensayos de presión hidrostática en condiciones reales de trabajo, estas pruebas mecánicas en las compuertas determinan la hermeticidad de los componentes internos de una válvula sometidos a pruebas con fluidos.

6.6.1 Tipos de normas para la construcción de válvulas.

La Tabla 1 relaciona las normas con las cuales se realizan pruebas de presión hidrostática y hermeticidad en los sellos. En la industria colombiana de fabricación de válvulas aplica las normas internacionales o procedimientos según las características del producto o tipo de material con el que se fabrique el producto.

Tabla 1: Normas aplicables en la prueba de válvulas.

Norma	Características relevantes.
AWWAC509.	Esta norma describe las características técnicas mas importantes para pruebas hidrostáticas, con rangos de presión mayor a 2.5 veces 200 psi con la compuerta abierta. Para pruebas de fugas hidrostáticas con la compuerta cerrada 2 veces la presión nominal de 200 psi, durante 500 ciclos con el cual el fabricante busca cumplir los estándares.
ISO 7259.	La norma clasifica las compuertas de hierro dúctil con llave para trabajos subterráneos, como requisito para dos tipos de válvulas tipo obturador en paralelo metálico y obturador elastómero. Tipo A son válvulas de operación T-clave, válvulas de tipos B son para la llave del anillo y la operación en barras.
AWWA C550.	Esta norma describe los revestimientos interiores especiales de protección de válvulas e hidrantes utilizados para el suministro de agua, durante la fabricación de los materiales del revestimiento.
ANSI B16.1.	Esta clasificación permite normalizar las bridas y accesorios fundidos en tuberías de 25, 125 250 y 800 lbs, en dimensiones de 96" para clase 25 hasta 48" para 125 y 250, hasta 12" en clase 800. Dimensionalmente las bridas de las clases 25 y 125 coinciden con ANSI B16.1 y MSSP-SP 44 serie 150 en diámetro exterior, resaltado y plantillas de perforar.
ASTM D2000.	Esta norma permite mencionar los requisitos para la clasificación de los productos de caucho para realizar pruebas de dureza, resistencia a la tensión y elongación, de esta forma determinar como un compuesto de caucho funciona en condiciones especiales.

6.6.2 Partes de una válvula y sus materiales.

La Tabla 2 muestra las partes mecánicas que conforman una válvula de tipo "elástica vástago no ascendente", cada parte está fabricada con un material específico el cual debe estar amparado ante una norma. Durante las pruebas el operario revisa cada uno de estos elementos móviles bajo una presión de trabajo de 200 PSI.

Tabla 2: Listado materiales válvula tipo elástica.

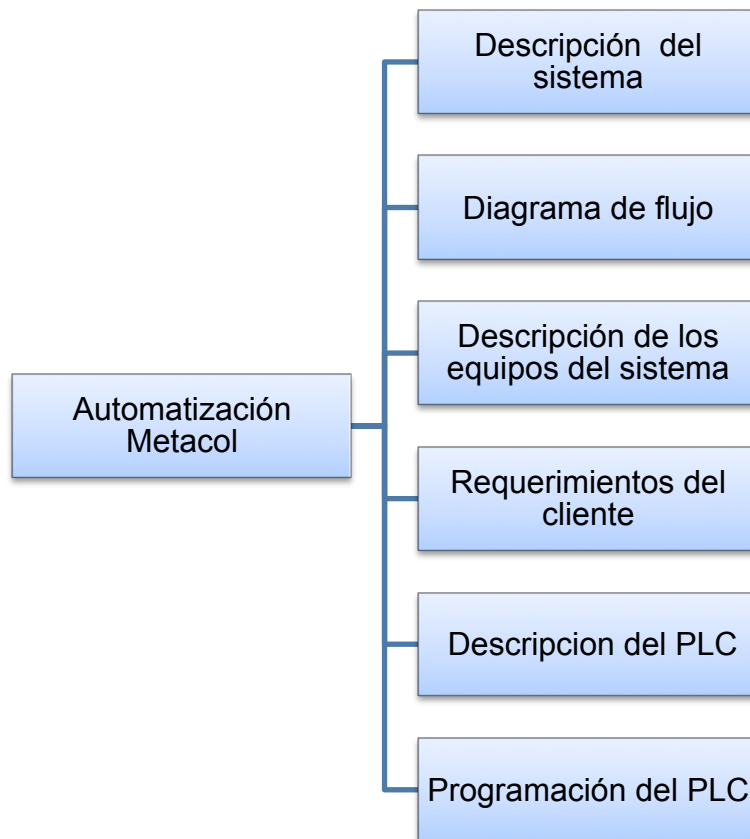
TIPO DE PARTE	MATERIAL ESPECIFICO Y NORMA
TUERCA PORTA O´RING	Hierro Dúctil ASTM A - 536
DADO DE OPERACIÓN	Hierro Dúctil ASTM A-536
RETENEDOR VÁSTAGO	Bronce ASTM B-124
ANILLO DE RETENCIÓN	Hierro Dúctil ASTM A - 536
VÁSTAGO	Acero inoxidable ASTM A -276
SELLO TRASERO	Elastómero.
EMPAQUE ENTRE CUERPOS	Elastómero en forma tórica
CUERPO SUPERIOR	En hierro Dúctil ASTM A-536
INSERTO OBTURADOR	Bronce ASTM B- 62/B-124
TORNILLERÍA	En Acero inoxidable ASTM -A 276.
NÚCLEO OBTURADOR	Hierro Dúctil ASTM A-536
CUERPO INFERIOR	En hierro Dúctil ASTM A - 536
COMPUERTA REVESTIDA	Elastómero según ASTM D - 2000 /
TOTALMNETE	NTC 2536 adherencia según ASTM D- 429.
PINTURA EPÓXICA	Autoimprimante de alto contenido de Sólidos, termo aplicada según AWWA C-550.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 Estrategia sobre el desarrollo de la automatización.

Para determinar la metodología de automatización en cualquier proceso es necesario asignar un esquema de trabajo, el cual permita organizar las condiciones en las que se encuentra el proceso, con la finalidad de recolectar datos y determinar el nivel de automatización a implementar. Con esta estrategia metodológica se logra una visión amplia de lo que se puede hacer en la ejecución de proyecto y considerar las características con las que debe contar la aplicación HMI.

Figura 5: Estrategia de la automatización.



Fuente 5: Diseño autor.

7.2 Descripción del Sistema.

7.2.1 Visita de campo planta Metacol S.A Tocancipá.

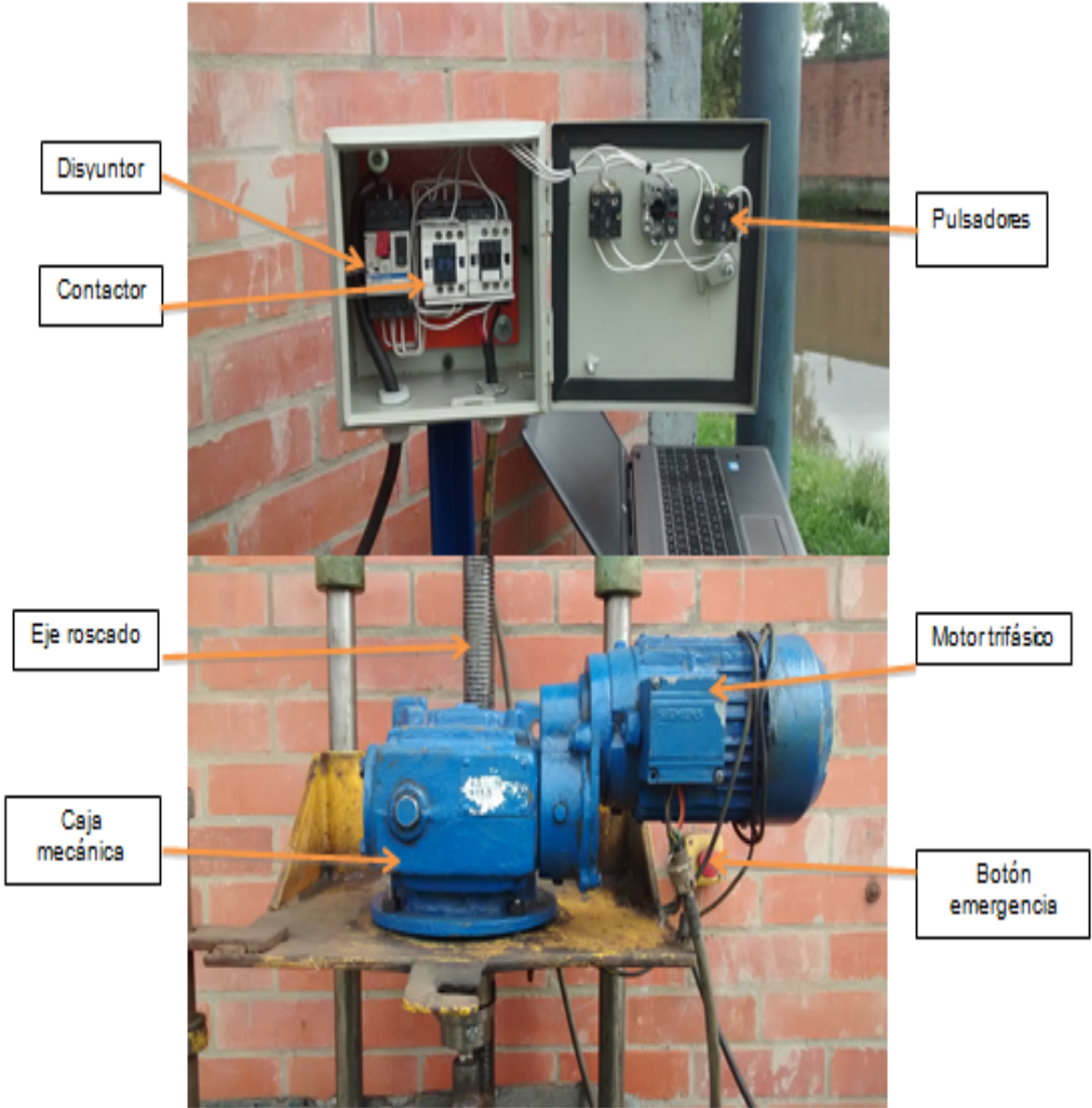
Para desarrollar la descripción del sistema es necesario obtener la información sobre el procedimiento a seguir durante la operación. “Arranque y parada” Además de analizar los equipos que intervienen en el proceso como, (sensores, transductores, motores). Para determinar la operacionalización de las variables que se relacionan con los equipos. La entrevista se lleva a cabo entre los operarios de las máquinas y el jefe de mantenimiento. Además del representante de Instrumatic con el objetivo de determinar las dimensiones y el alcance del proyecto.

7.2.2. Reconocimiento sistema probador de válvulas.

El mando para realizar la operación de la máquina está ensamblado en un tablero eléctrico, cuenta con dos pulsadores para accionar el giro a izquierda y derecha como se evidencia en la Figura 6. El operario realiza la manipulación del motor mediante los pulsadores. Esta operación permite realizar un ajuste en la posición y altura del eje de forma manual, el operario identifica la posición y cuenta la cantidad de giros que son necesarios para abrir y cerrar la válvula.

Al conectar una válvula sobre la plataforma, los operarios realizan las maniobras ajustando el dado de operación, imagen superior Figura 7. Una vez verificada esta conexión entra en marcha el motor eléctrico, permitiendo el movimiento vertical de la compuerta, sobre esta maniobra se debe revisar con atención el cierre de la compuerta ya que accidentalmente el operador podría aumentar el avance y ocasionar la ruptura de una pieza mecánica. Claramente se evidencia una situación de riesgo en la maniobra, desde un enfoque técnico la intervención de un sensor inductivo permite solventar esta situación.

Figura 6: Tablero de Control y Motor trifásico.



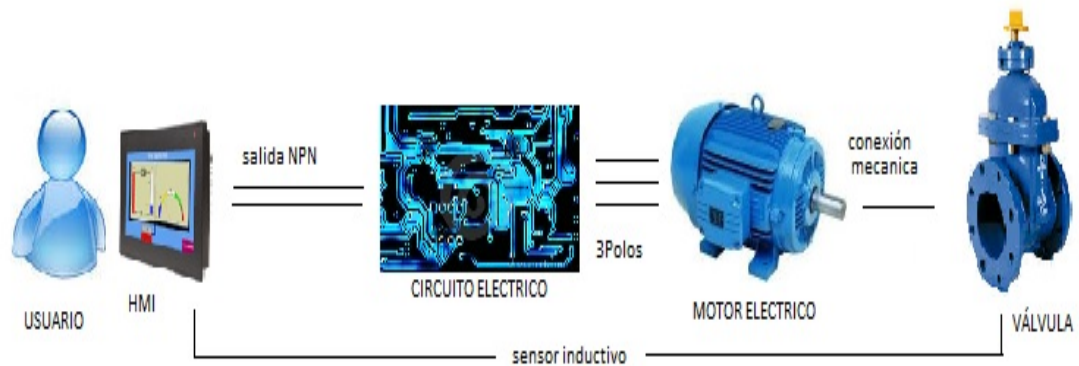
Fuente 6: Autor.

7.3 Diagrama general de la solución.

El objetivo principal del proyecto busca automatizar una máquina para satisfacer las necesidades y requerimientos del cliente. Se quiere optimizar la manipulación en apertura y cierre automática programando la cantidad de ciclos deseados para el proceso.

La Figura 7 muestra el esquema de funcionamiento de la propuesta de automatización para el proceso, el operario por medio de la interfaz HMI controla el sentido de giro del motor.

Figura 7: Esquema de funcionamiento propuesto.



Fuente 7: Autor.

La pantalla + PLC envía una señal por medio de un modulo de salida PNP hacia el circuito eléctrico, cuenta con las siguientes características. Alimentación eléctrica AC de tres polos a 230 voltios, 60 HZ para una capacidad 45 KW. Este motor esta ensamblado en una caja de relaciones mecánicas a un tornillo sin fin de 1.50 cm que proporciona el desplazamiento de la plataforma a lo largo de la estructura para cerrar o abrir una válvula. El circuito eléctrico y las protecciones están disponibles en un armario eléctrico propio de la máquina y funcionan correctamente, por lo tanto no es necesario modificar este circuito.

7.4 Requerimientos técnicos para el funcionamiento desde la pantalla HMI.

- El sistema debe funcionar en modo manual y automático.
- Cuando el sistema esté en proceso automático es imposible pasar al proceso manual, solo es posible cuando el proceso sea detenido totalmente.
- Los pulsadores que se usarán en esta solución se controlaran a través de una pantalla Touch Screen, a no ser que el cliente indique lo contrario.
- Debe tener un botón de pausa en el sistema automático y uno para continuar, el proceso debe seguir su ejecución una vez se presione el botón de continuar.
- Debe existir un pulsador de parada total “detener” el cual resetea valores de contadores, temporizadores y detiene totalmente la máquina.
- Físicamente tiene un sensor con salida digital tipo NPN, de tipo inductivo el cual permite realizar el conteo de los giros y envía la información al PLC.
- Dos salidas que activaran contactores para el avance y retroceso del motor además las salidas son digitales con lógica NPN.

Los requerimientos mencionados son suministrados por parte del departamento técnico de la empresa Metacol S.A.S, los cuales fueron estudiados con el fin de adaptarse al sistema electrónico del motor y mecanismos de seguridad existentes para el sistema prueba de válvulas.

7.5 Descripción PLC + pantalla HMI Renu Electronics.

Es un micro PLC que contiene una pantalla, versátil para desarrollar tareas de control en la industria, esta versión ofrece la capacidad de expansión con módulos de adquisición de señales, dentro de sus capacidades puede incluir salidas de control analógico y comunicación Modbus además de interpretar diferentes protocolos de comunicación industrial, además su diseño permite soportar condiciones de ambiente hostil, la principal ventaja de esta tecnología radica en la combinación de herramientas virtuales, la programación del lenguaje Ladder puede interactuar con alta capacidad con el desarrollo y las herramientas del HMI en un mismo software.

La interfaz de operación permite mostrar las instrucciones de manejo y configuración interna del mismo dispositivo, el operador utiliza la pantalla táctil para ingresar la información y modificar los parámetros de las funciones programadas además de visualizar tales como valores de proceso, para esta implementación es necesario realizar una aplicación que permita gestionar y controlar los datos de ingreso a los registros del PLC desde una pantalla este módulo cumple con las características suficientes para realizar la aplicación adicionando un módulo de entradas digitales para usar un sensor tipo capacitivo para la detección de la posición del vástago.

Sobre la plataforma de Renu Electronics el software de programación se puede obtener de forma gratuita en <http://www.renuelectronics.com>

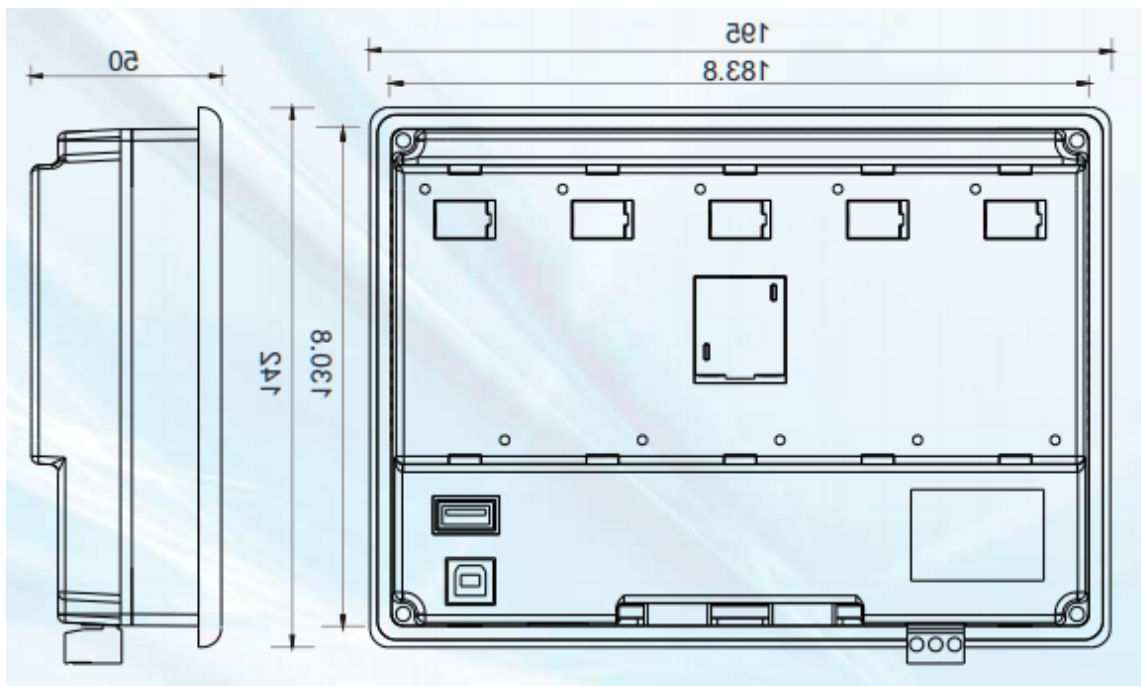
Características técnicas

- FP5043TN:480x272 WQVGA, 4.3" Color TFT, with Ethernet.
- Un puerto de comunicación serial
- Alimentación de 24 voltios DC
- Pantalla de 4.3 pulgadas
- TFT Color Touch Screen
- Resolución 480 * 272 WQVGA
- OS interno
- Consumo de energía 3W 6W

Módulo de expansión

- Alimentación 24 voltios DC
- Tipo de entrada NPN
- 8 entradas Bi-direccionales 4 de estas son tipo high speed max 25kHz
- Mínimo voltaje 15 Voltios DC
- Max voltaje 30 voltios DC
- entrada de corriente nominal 5mA
- Impedancia 4.9 K Ohm
- 8 salidas digitales NPN 2 para altas velocidad
- Voltaje de salida 22 Voltios y max 24 voltios

Figura 8: Dimensiones pantalla FP5043



Fuente 8: <http://www.cyberneticbe.com/nieuw/FlexiPanels-NEW-MODELS.pdf>

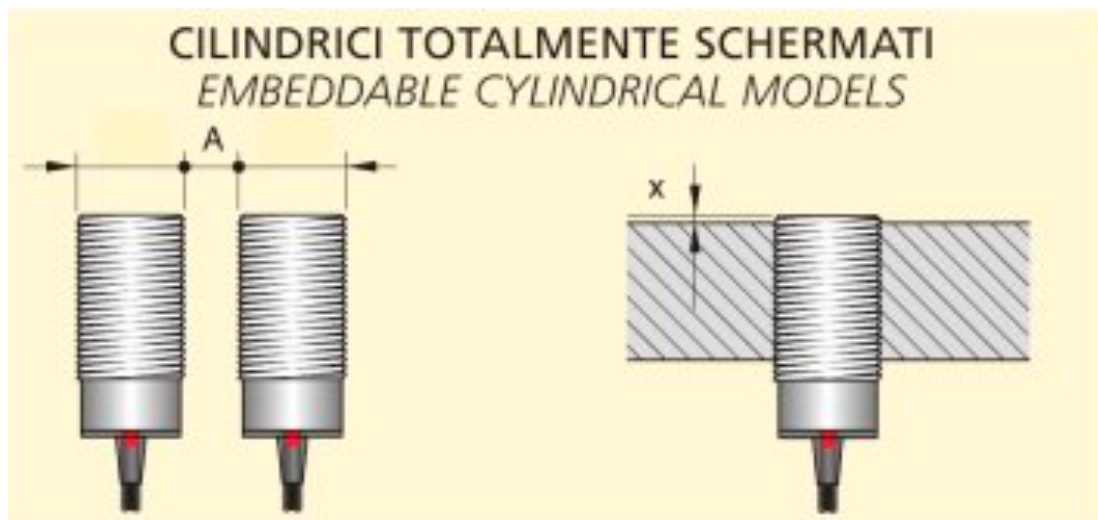
7.5.1 Descripción sensor inductivo tipo cilíndrico.

Con la selección de este tipo de sensor se establece una configuración de interruptor ya que al detectar la pestaña del eje de la máquina envía una señal al PLC, la detección se realiza para metales ferrosos y no ferrosos mediante la inducción electromagnética para generar y detectar las corrientes de pérdidas que se generan es ideal para esta aplicación ya que la pestaña donde se realiza la detección es de hierro dúctil, a una distancia de cinco milímetros.

Se determinó por la naturaleza de la máquina y la aplicación que debe ser de tipo blindado es decir el campo de detección está dirigido hacia el frente, esto permite focalizar la detección sobre el objeto metálico de forma más precisa y repetitiva de la posición en que se detecta el objeto, esta configuración es ideal para aplicaciones de posicionamiento.

Cuando el sensor detecta un objeto metálico el campo magnético induce corrientes parásitas, las corrientes absorben energía del circuito oscilador bajando la amplitud del campo magnético, cuando la amplitud del oscilador baja indicando la presencia del metal al sensor, este emite una señal para un sistema de control.

Figura 9: Sensor inductivo tipo cilíndrico blindado.



Fuente 9: <http://pdf.directindustry.es/pdf-en/aeco/inductive-seor>

8 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Este proyecto se desarrollo con el propósito de suplir la necesidad de la empresa Metacol S.A.S y de mejorar el procedimiento de pruebas para lograr disminuir la intervención del personal en la operación de pruebas hidrostáticas. La empresa fabricante de válvulas cuenta con diversos sistemas mecánicos y electrónicos para el desarrollo de las pruebas, este sistema se caracteriza por integrar diversos instrumentos analógicos y digitales para la adquisición y análisis de múltiples variables además de un software robusto para el análisis de los datos en tiempo real.

Cuando se habla de mejorar el procedimiento de pruebas hidrostáticas en fábrica se hace referencia a intervenir un componente dentro del proceso de las pruebas como es el motor eléctrico, en particular este sistema originalmente fue diseñado para estar operativo en tramos de tubería rígida es decir la naturaleza de la prueba no requería repetición debido a esto los bancos de pruebas siempre están sometidos a modificaciones y mejoras.

8.1 Aspectos relevantes para el desarrollo del proyecto.

Realizar una descripción del sistema para este proyecto permite referenciar los indicadores claves para el desarrollo de este documento, con base en los objetivos planteados a continuación se realiza una descripción detallada de la operación en las pruebas de válvulas con compuerta elástica teniendo en cuenta la normatividad aplicable AWWA C509 y procedimientos realizados en fábrica sin la intervención de la automatización del motor.

Durante las maniobras intervienen dos operarios quienes son los encargados de realizar el montaje mecánico de la válvula al sistema hidráulico de pruebas, para esto se debe tener en cuenta las condiciones de trabajo en busca de identificar alguna situación insegura.

8.2 Condiciones generales de las pruebas.

Una vez las condiciones de seguridad son revisadas el operario realiza un ajuste del cierre de la válvula, este procedimiento se realiza como condición para la seguridad en todos los productos para fluido, este procedimiento es supervisado por el líder de mantenimiento y se describe a continuación.

- El operario debe estar capacitado para manejar el equipo y debe estar familiarizado con las herramientas para operar el tablero de control, debe asegurarse que todos los mandos eléctricos de encendido, apagado y parada de emergencia funcionan correctamente.
- Debe asegurarse que la entrada de agua este inundada para garantizar el suministro del fluido, además de revisar las entradas de aire las cuales no deben presentar fugas u obstrucciones.
- El operario debe estar alerta para verificar los acoples mecánicos y accesorios de la tubería para examinar desgastes mecánicos o fisuras en los materiales.
- Para el inicio de las pruebas es preciso que la válvula se encuentre totalmente cerrada, el dado de operación debe estar conectado al sistema de conexión mecánico del motor como se puede apreciar en la Figura 11.
- El sentido de giro del motor debe ser verificado antes del uso del equipo.
- Se debe identificar el alcance de la prueba de acuerdo con el tipo de válvula a evaluar y la normatividad aplicable, el tipo de norma establece claramente las prácticas de cómo realizar el procedimiento de evaluación.
- El fabricante define el número de ciclos para las pruebas, entre 200 y 500 ciclos por válvula.
- Los instrumentos deben estar calibrados y verificados antes de realizar las pruebas.
- El tiempo de prueba para una válvula debe ser de una hora como mínimo.

8.3 Aspectos generales del proyecto.

La información presente en la Figura 10 muestra los indicadores importantes durante las maniobras en 4 diferentes tipos de válvulas, una vez la válvula es instalada en la tubería un solo operario toma el control de la prueba mientras se realiza un ciclo que tarda entre 15 a 30 minutos.

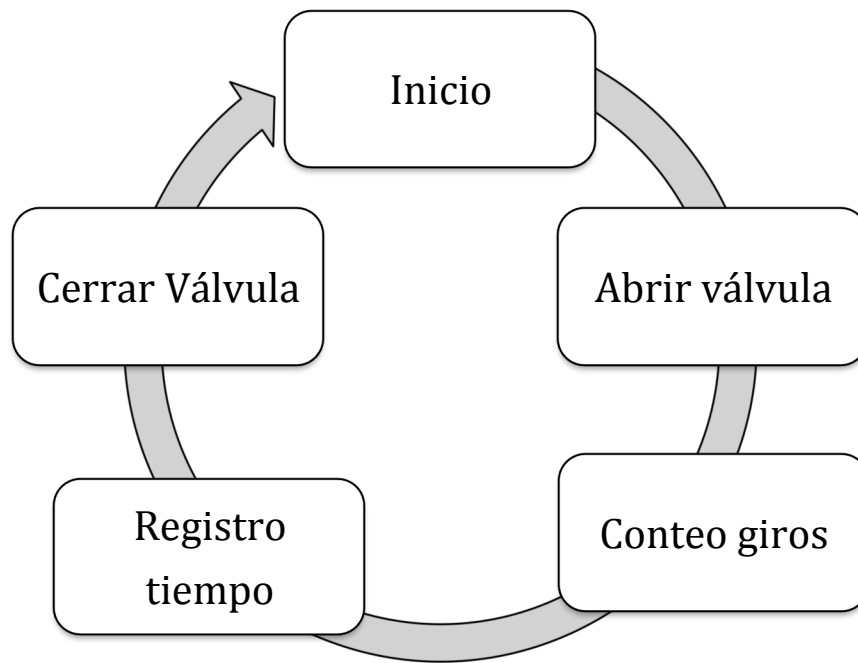
Figura 10: indicadores del proceso antes de la automatización.

Indicadores del proceso sin intervención automática						
Válvulas en prueba	Número de operarios	Tiempo min de la prueba	Numero de ciclos	Promedio # de giros por ciclo	Velocidad de apertura	Tipo de válvula o compuerta
1	1	15 min	1	18	8 RPM	Elástica Vástago no Ascendente.
1	1	20 min	1	19	8 RPM	Sello de bronce Vástago Ascendente
1	1	20 min	1	14	8 RPM	Elástica de extremos multicampana
1	1	30 min	1	22	8 RPM	Hidrante Tipo Boston

Fuente 10 : Autor

8.4 Componentes de un ciclo de trabajo

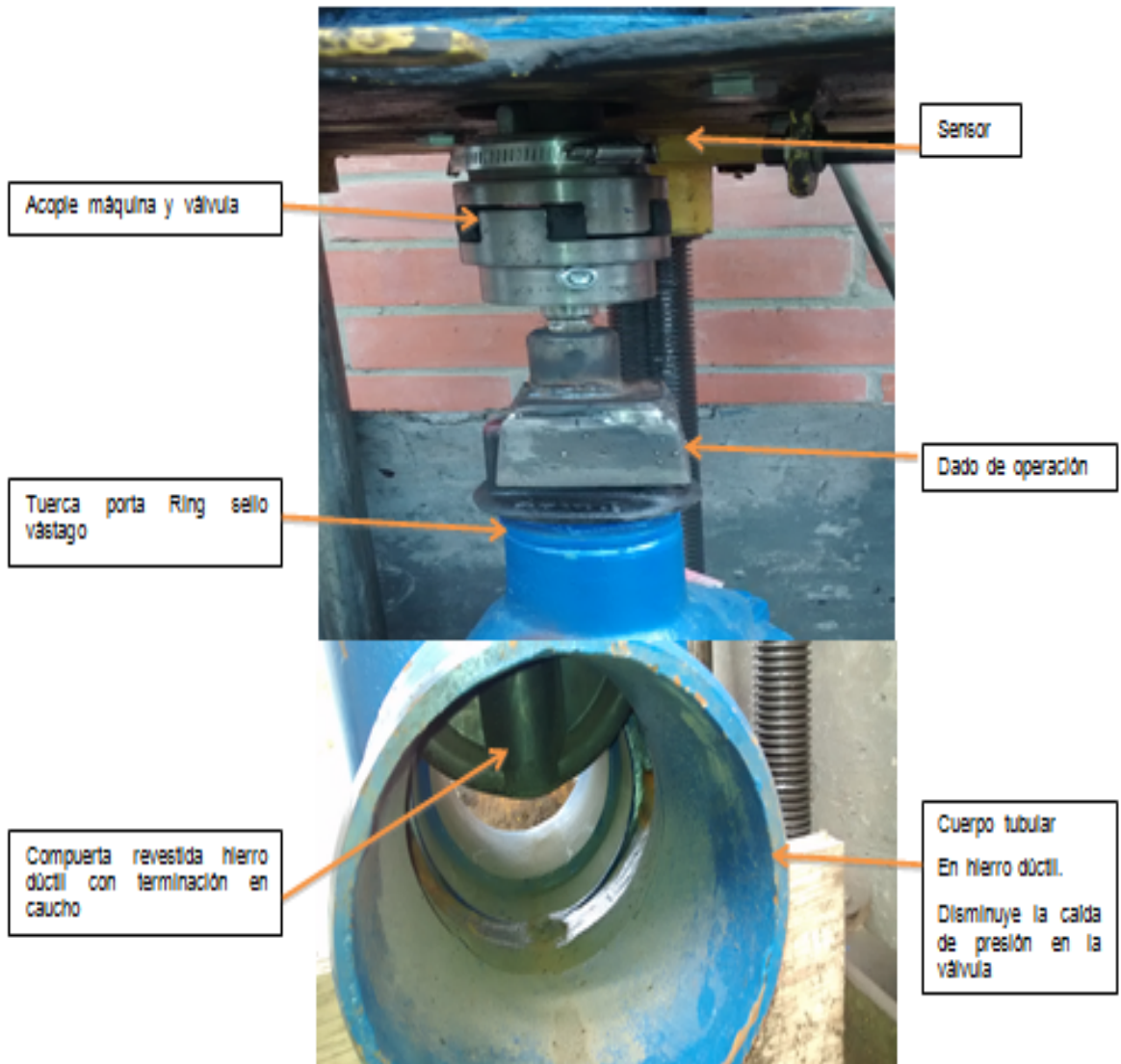
Figura 11: Ciclo de trabajo en las pruebas.



Fuente 11: Autor.

Durante las maniobras algunos dispositivos intervienen en el proceso como el sensor “tipo inductivo”. La función es detectar el acoplamiento mecánico como se indica en la Figura 11, durante la detección envía una señal y se define como una variable de tipo ON-OFF. Una vez que el sensor detecte el paso de la pestaña, envía una señal al PLC indicando que ha realizado un giro.

Figura 12: Mecanismo de conexión motor válvula.



Fuente 11: Fotografía Autor.

8.5 Diagrama general de la automatización.

La Figura 7 es una representación gráfica del esquema de funcionamiento del proyecto, con el desarrollo de este objetivo se determina el comportamiento entre el PLC y la máquina. Identificando las entradas y salidas del sistema, a partir de esta representación se realizó el desarrollo lógico del PLC.

8.6 Descripción de los equipos del sistema.

En la Tabla 3, están los dispositivos que intervienen en el proceso, se describe su funcionamiento y proceso que realizan durante las pruebas, Esto ayuda a conocer con mayor detalle el sistema y las funciones para las cuales fueron seleccionados.

Tabla 3: Descripción de los equipos.

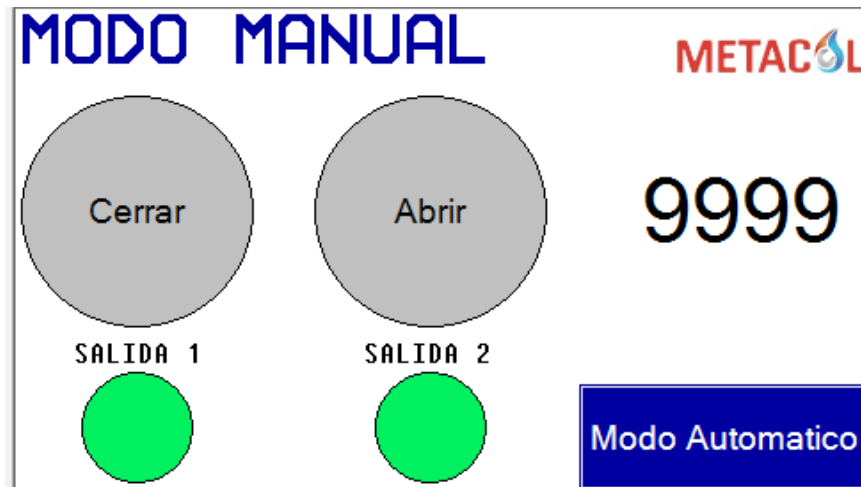
Dispositivo	Proceso	Función
Pantalla HMI FP4057	Entrada	Ingreso de información Digital por el Usuario.
Módulo digital FPED0808N	Entrada	Detección de la señal del sensor.
Módulos electrónicos salida Digital	Salida	Actuar sobre los accionamientos del circuito eléctrico.
Circuito eléctrico	Actuador	Realizar el cambio en el accionamiento cambio de giro.
Motor AC	Actuador	Proporcionar fuerza sobre el dispositivo mecánico.
Acoplamiento mecánico	Actuador	Transmisión de fuerza o Torque.
Sensor inductivo	Retroalimentación	Transmisor de la señal lógica.

8.7 Programación del PLC.

El desarrollo de programación y la interfaz HMI proporcionan una solución a las necesidades y requerimientos planteados en la sección 7.4. El modelo de programación está basado en un método heurístico o informal “funciones de memoria”. Integrando funciones entre los registros del PLC con las gráficas diseñadas para emular pulsadores, botones e indicadores virtuales.

La aplicación cuenta con dos modos de operación modo “manual” y “automático”. La Figura 12 indica el modo manual, en esta pantalla los gráficos “Cerrar” y “Abrir” son círculos de color gris y se comportan como pulsadores, mientras el operario mantenga oprimido el botón “Abrir” la salida 2 se activa. Igualmente cuenta con un indicador para visualizar el conteo de giros.

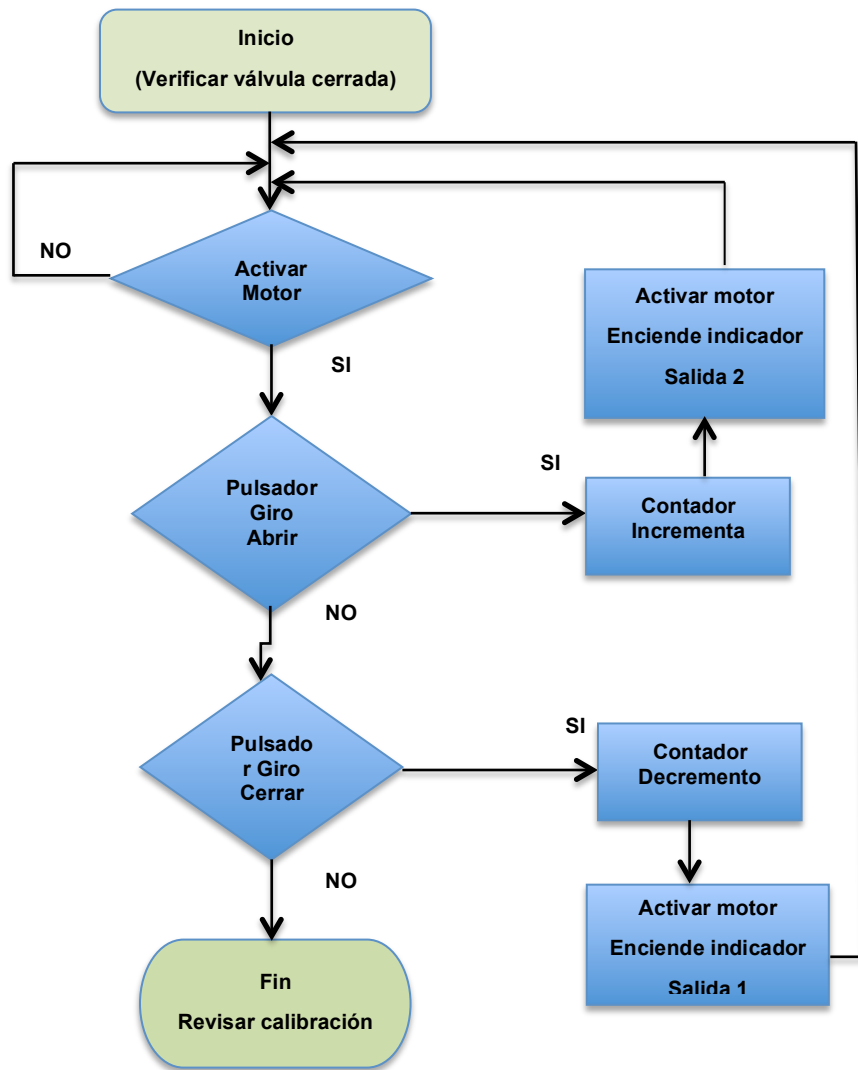
Figura 13: Diseño HMI modo manual.



Fuente 12: Diseño Autor.

La Figura 13. representa gráficamente el algoritmo sobre las operaciones específicas en modo manual, una vez se tienen en cuenta las condiciones iniciales de las pruebas, el concepto de la lógica está orientado a desarrollar una acción definida para accionar el movimiento del motor, con un comportamiento cíclico al estado de inicio, generando un comportamiento libre del botón virtual durante la operación y manipulable para ajustes finos similar a un pulsador en forma física.

Figura 14: Algoritmo activación en modo manual.



Fuente 13: Autor.

La Figura 14 representa el modo “automático”, para cumplir con este requerimiento la pantalla cuenta con tres entradas de datos como son, “número de vueltas” para ingresar la cantidad de giros para cerrar una válvula. El número de ciclos programados para las pruebas y el intervalo de tiempo entre los ciclos “tiempo cerrado”.

Figura 15: Diseño HMI modo automático.



Fuente 14: Diseño autor.

Mientras el operador se encuentre en esta pantalla tendrá la opción de regresar al modo “manual” o avanzar en la ejecución de las pruebas. La Figura 15 representa la ejecución de las pruebas.

Figura 16: Diseño HMI durante la ejecución.



Fuente 15: Diseño autor.

8.7.1 Funciones bloqueo y paro de emergencia.

El botón detener: el operario tendrá la opción de detener la operación de repente si es necesario cuando represente un riesgo o exista una para de emergencia. Cuando presione el botón “DETENER”. Los datos ingresados se borran y funciones del PLC se detendrán, la aplicación retorna a la pantalla de programación.

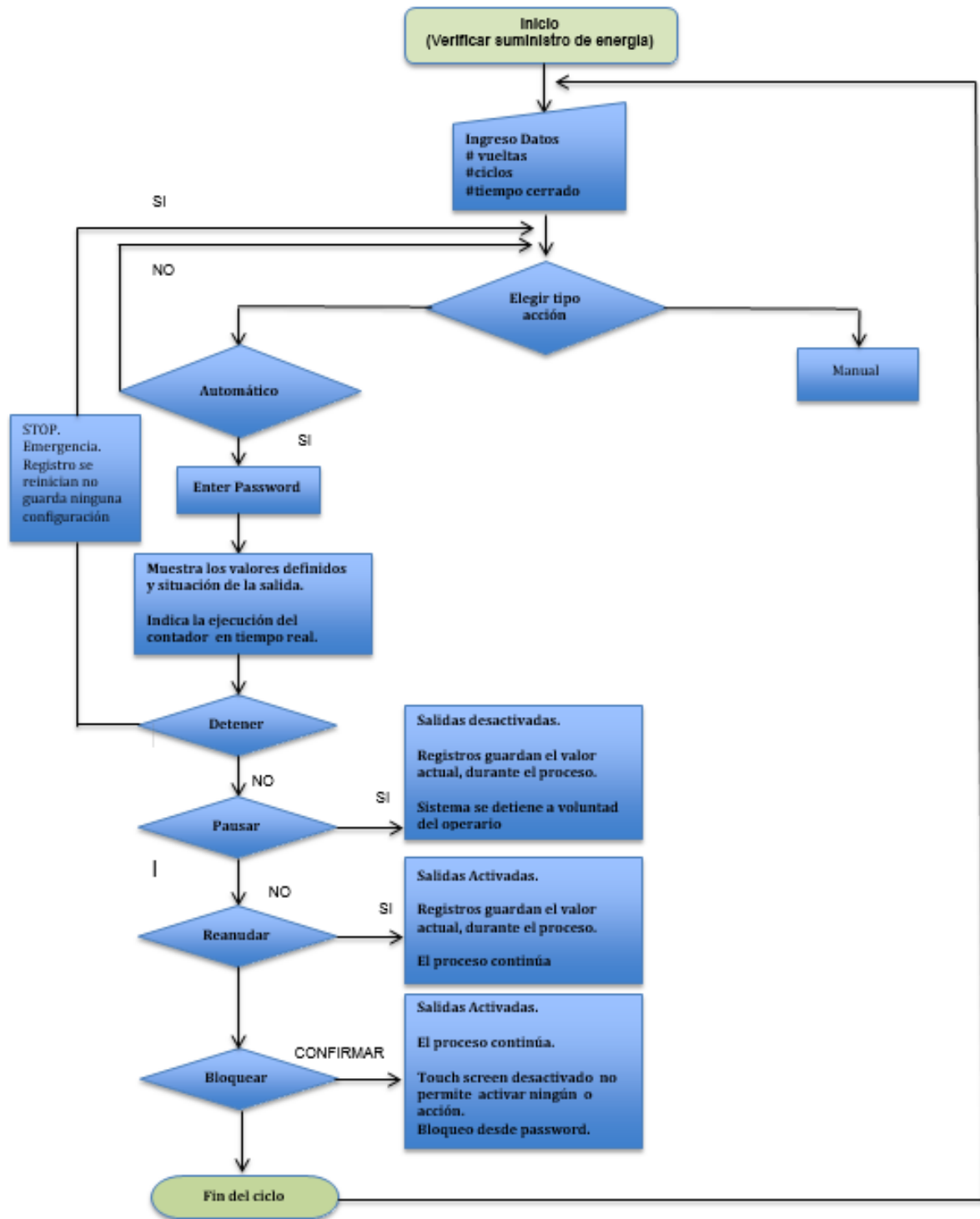
El botón de pausa: permitirá detener el progreso y las salidas del PLC, no estarán energizadas. Pero los datos no se perderán y aparecerá en la pantalla un mensaje intermitente con el texto “ !!!!PAUSADO!!! “. Para continuar solo basta con pulsar “REANUDAR” las salidas del PLC se energizan de nuevo y permitirá continuar.

El botón bloquear: De ser necesario al presionar el botón “Bloquear”. Permite desplegar un teclado para ingresar Password, para delimitar el acceso solo a personal autorizado.

El comportamiento automático y repetitivo en la programación está sujeto a las condiciones mecánicas y datos de ingreso del operador en función de intervenir y validar con las pruebas mecánicas del funcionamiento de las válvulas bajo las normas de fabricación que se deseen evaluar, como la validación normatividad AWWA C-509 y AWWA C-515, Para sistemas de compuerta expandible.

Sí durante el funcionamiento se detecta una anomalía que pueda comprometer el desempeño de las pruebas, el software integra eventos de emergencia para deshabilitar el motor durante la marcha, La Figura 16 permite conocer la jerarquía y el comportamiento del programa.

Figura 17: Diagrama modo automático.



Fuente 16: Diseño autor.

9. ANÁLISIS Y CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS.

9.1 Supervisión y funcionamiento de las pruebas.

En la tabla 4 se presentan los requerimientos de la normas AWWA C-509, AWWA C-515, ISO 7259 y la función desempeñada por la máquina con el fin verificar los diferentes tipos de pruebas y comprobar las condiciones de cierre y apertura en forma segura que es gobernada por PLC.

Tabla 4: Relación normas técnicas con el tipo de prueba.

Tipo de prueba	Requerimiento de la Norma	Función que realiza la máquina automatizada
Cierre de la válvula	<ul style="list-style-type: none"> • La válvula cierra en sentido de las manecillas del reloj. • Topes mecánicos que impiden que el obturador avance cuando esté completamente cerrada o abierta 	Realiza un número ciclos programados de trabajo
Compuerta	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de adherencia la válvula completamente cerrada le es aplicada una fuerza controlada. • norma ASTM D429 	Cierre controlado de válvula, en modo manual y en modo automático
Hermeticidad	<ul style="list-style-type: none"> • completa hermeticidad al cerrar • entre los bujes y ejes deben o-rings para que exista hermeticidad 	En este caso la inspección la realiza el operario ya que tiene que verificar manualmente las fugas.
Hidrostática	<ul style="list-style-type: none"> • mínimo 1.5 veces la presión nominal 	Registro de lecturas de presión durante el tiempo de cerrado.
Estanqueidad	<ul style="list-style-type: none"> • mínimo 1.1 vez la presión nominal por ambos lados 	Registro de lecturas de presión durante el tiempo de cerrado.

9.2 Representación datos de producción.

La prueba hidrostática permite evidenciar al operador, si existen fugas o pérdidas de presión en los sellos y partes móviles de una válvula, con los datos obtenidos se puede determinar las repeticiones y la precisión durante una prueba en específico permitiendo revelar un evento de falla durante la trazabilidad de la prueba, La Tabla 4 indica la relación de las pruebas con los ciclos de trabajo.

Tabla 5: Datos de pruebas relacionadas.

Pruebas válvulas de compuerta elástica verificación de sellos						
Prueba hidrostáticas PSI						
Código Lote	ciclos	#1	#2	#3	#4	#5
0001-DN 2"	5	200	250	400	490	5000
0002-DN 4"	5	200	300	180	400	250
0003-DN 6"	3	180	300	500		
0006-DN 6"	4	200	250	500	510	
0005-DN 12"	5	200	400	500	180	100
0007-DN 10"	2	180	200			
0008-DN 8"	4	180	500	200	400	
0009-DN 4"	3	200	300	500		
0010-DN 2"	5	200	180	300	490	500
0011-DN 10"	4	300	500	510	180	200
0012-DN 6"	3	180	300	200		
0013-DN 8"	2	500	100			
0014-DN 12"	3	180	400	510		
0015-DN 3"	5	180	300	280	400	510
0016-DN 8"	4	300	180	400		
0017-DN 6"	2	180	500			
0018-DN 10"	4	180	500	200	400	
0019-DN 4"	5	200	250	400	490	5000

10. CONCLUSIONES

- la intervención de la automatización sobre la máquina permite lograr el desarrollo de las operaciones en las pruebas mecánicas de las válvulas, permitiendo una modernización tecnológica en el banco de pruebas, la integración del PLC al sistema controla el giro del motor eléctrico cumpliendo con las exigencias de la industria en cuanto al mejoramiento de los tiempos con respecto al anterior sistema, en donde el operario manipulaba al motor por medio de pulsadores, este procedimiento demanda más tiempo al verificar el cierre de la válvula, el operario al exceder el cierre daña partes mecánicas y puede resultar lastimado, la modernización genera ventajas en las tareas, ahorra tiempo y brinda eficiencia al proceso.
- La pantalla al poder almacenar datos permite mostrar y guardar información relevante durante las pruebas, el número de ciclos y el tiempo de cerrado son variables relevantes, ya que durante este tiempo se aplican diferentes rangos de presión, para la detección de un elemento de fallo o resistencia de materiales expuestos a las repeticiones programadas, el operario puede entregar información confiable sobre el estado de las pruebas.
- El aporte tecnológico permite beneficios en el entorno laboral del operario, la manipulación por medio de la pantalla aumenta la seguridad de las maniobras porque disminuye la exposición del sujeto durante las maniobras, las actividades repetitivas quedan en el pasado, generando confianza sobre el procedimiento durante las pruebas.
- Como valor agregado el operario cuenta con una herramienta tecnológica que le facilitara la interpretación del proceso e identificar los datos visualmente centralizados en una pantalla, la interacción hombre maquina es el mejor complemento en la modernización industrial.

9.1 Recomendaciones

- La modernización del banco de pruebas enfocado a los requerimientos de este proyecto funcionan de manera adecuada, el autómata programable controla el giro del motor en base a los datos ingresados por un humano pero una intervención más compleja de la automatización en el sistema mediante sensores de detección de fuerza y un control de velocidad permitirían mejor respuesta del proceso, ya que la velocidad controlado por modulación de ancho de pulso PWM, permite una desaceleración más suave cuando este al final del recorrido.
- Una integración total y centralizada de los instrumentos y equipos que intervienen permitirá en el futuro controlar el proceso con más eficiencia la tecnología de Renu Electronics permite simplificar la automatización con equipos multipropósito y expandir la adquisición de señales a bajo costo Renu Electronics es una marca que busca integrarse a las necesidades de la industria colombiana.
- De ser necesario el cliente en futuras actualizaciones podrá realizar cambios sobre la programación, el software se puede descargar de forma gratuita y para establecer la comunicación solo es necesario un cable USB, desde la plataforma es posible realizar cambios sobre esquema Ladder y manejo de grafios, además de establecer comunicación con otros equipos mediante protocolos industriales para agregarse a una red de trabajo.

9. BIBLIOGRAFÍA

[1] MANDADO, ACEVEDO, FERNADEZ, QUIROGA El libro de Autómatas Programables y Sistemas de Automatización. México D.F. : Editorial Alfa omega C.V México. P 103-105

[2] MONTENEGRO, Introducción a G con Aplicaciones. Edición Universidad Santo Tomás, año de edición 2012. P 12-15

[3] CHACÓN, MARTÍNEZ, TORREZ. Automatización de Procesos en el sector de plástico: el Caso de una Inyectoría. En: Revista Visión Eléctrica. Mayo de 2008. Vol 2, nro: 2 pág: 52-63.

[4] BAUTISTA, FLORES, QUEZADA, QUEZADA-QUEZADA, Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en un sistema HMI-PLC para un pozo de agua potable. En ingeniera Investigación, Enero Marzo 2014 Vol XV, artículo ISSN 1405-7743 FI-UNAM. P 42-43.

[5] Renu Electronics, Productos FlexiPanels Only touch screen Overview <<http://www.renuelectronics.com/FP-Touch-Screen-HMI-Pluggable-IO.htm>> [citado en 20 de abril 2016]

[6] Instrumatic, instrumentación electrónica industrial productos automatización, <<http://instrumatic.com.co/Home/producto/hmi-plc-con-pantalla-tactil/>> [citado en 30 de marzo 2016]


[7] LUIS CAMILLA, Artículo Automatización Industrial, publicado en Electro Industrial Julio 2006, <www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=515&edi=9> [Citado en 1 de septiembre 2015]

[8] Plcbrands.com, Allen Bradley PLC, sitio web <<http://plcbrands.com/c/allen-bradley-plcs-3>. > [citado 1 septiembre 2015]


[9] Industria Metalúrgica fabricación válvulas para fluidos <http://www.metacol.com>.

Anexos A

Anexo A – 1 instructivo de normas y pruebas homologadas en Colombia

	NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN	FECHA ACTUALIZACIÓN	CAPÍTULO 7
VÁLVULAS DE COMPUERTA ELÁSTICA		ESPECIFICACIÓN 702-1	
NORMATIVIDAD ASOCIADA: NEGC 700, NEGC 702, AWWA-C207, C509, C515; ASTM A126, A276, A307, A395, A536; ANSI B 16.5.			
<p>GENERALIDADES:</p> <p>Las válvulas de compuerta se utilizarán en redes de distribución y como acople a las Tees Partidas para realizar el empalme sin suspender el servicio de acueducto con la utilización del equipo de perforación lateral. Deberán ser diseñadas para soportar presión por ambos lados en forma simultánea o alternada y deberán tener completa hermeticidad cuando estén cerradas y estar diseñadas para permitir unas pérdidas mínimas de presión cuando estén abiertas.</p> <p>1. Presión de trabajo</p> <p>Las válvulas serán fabricadas para una presión de trabajo de 16PN (200Psi o 1,38 MPa) y probadas mínimo a 24PN (300 Psi). Las válvulas de compuerta se utilizarán en redes de distribución y deberán ser diseñadas para soportar presión por ambos lados, en forma simultánea o alternada. Las presiones de trabajo se determinarán en los planos anexos al formulario de características garantizadas de la propuesta. El PROPONENTE debe suministrar copia de los ensayos de prueba en fábrica de las muestras entregadas dentro del proceso de contratación y en caso de ser aceptada su propuesta, durante la ejecución del contrato debe entregar con cada lote, los resultados de los ensayos de prueba en fábrica (protocolos de prueba en fábrica) y LAS EMPRESAS se reservan el derecho de ensayar las válvulas que considere necesario</p> <p>2. Normas de fabricación</p> <p>LAS EMPRESAS requieren el suministro de válvulas de compuerta para ser utilizadas en la red de acueducto de la distribución secundaria del agua potable de LAS EMPRESAS.</p> <p>La fabricación de las válvulas deberá ser en hierro dúctil y cumplir con cualquiera de las tres siguientes normas:</p> <ul style="list-style-type: none">-Norma American Works Water Association AWWA C-509-Norma American Works Water Association AWWA C-515-Norma ISO 7259 última versión (NTC 4765) <p>El proceso de la fabricación y las dimensiones de los elementos de la válvula deberán cumplir con todo el contenido de la Norma Internacional bajo la cual se fabrica.</p> <p>Para el caso de válvulas fabricadas bajo norma AWWA C509 y AWWA C515, si alguno de los elementos componentes de la válvula ha sido modificado en las dimensiones originales que contiene la Norma, El PROPONENTE deberá presentar el diseño de tal variación por parte del fabricante y este diseño deberá ser elaborado y firmado por un diseñador que se encuentre certificado bajo la Norma NTC-ISO 9001-2000 como diseñador del elemento que sufre la modificación señalada.</p> <p>Para el caso de válvulas fabricadas bajo norma ISO 7259, el PROPONENTE deberá presentar el Certificado de Aseguramiento o Gestión de la Calidad ISO 9001 versión 2000 del Fabricante como diseñador o de quien le realiza el diseño de las válvulas al Fabricante. En este caso si la propuesta presentada es aceptada, durante la ejecución del contrato, el contratista deberá certificar a través de un Organismo Certificador cada lote que entrega, de conformidad con la norma de fabricación.</p> <p>Cierre de la válvula</p> <p>Será dextrógiro, es decir, que la válvula cerrará cuando eje (rueda de manejo o dado de manejo) sea girado en el sentido de las manecillas del reloj. Estarán provistas de topes que impidan que el obturador continúe avanzando cuando la válvula esté completamente abierta o cerrada. Las válvulas</p>			

Anexo A – 2 normas para la construcción de válvulas de compuerta elástica.

	NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN	FECHA ACTUALIZACIÓN	CAPÍTULO 7
VÁLVULAS DE COMPUERTA ELÁSTICA		ESPECIFICACIÓN 702-1	
<p>Hermeticidad</p> <p>Deberán tener completa hermeticidad cuando estén cerradas y estar diseñadas para permitir unas pérdidas mínimas de presión cuando estén abiertas.</p> <p>Esta se garantizara mediante o-rings de NBR o EPDM ubicados en los bujes, que sean resistente al agua potable con contenido de cloro.</p> <p>Para válvulas con presión nominal igual a PN10, o para diámetros nominal mayor o igual a DN80, entre la carcasa y cada buje, debe haber o-rings estáticos (que no tienen movimiento relativo entre piezas) para que exista hermeticidad bidireccional.</p> <p>Para válvulas con presión nominal igual o mayor a PN10, o para diámetros nominal mayor o igual a DN80, entre cada buje y el eje, deben haber o-rings dinámicos (donde una pieza tenga movimiento relativo con otra pieza) para que exista hermeticidad bidireccional.</p> <p>No se permiten empaques que sean diferentes a o-rings.</p> <p>Manufactura</p> <p>No se admiten elementos re-manufacturados y se debe entregar constancia de fábrica de su fecha de fabricación, fecha de prueba y descripción en español o en ingles.</p> <p>PRUEBAS Y CERTIFICADOS</p> <p>El Contratista deberá someter a pruebas de laboratorio en fábrica los lotes de producción de las válvulas para cada uno de los diámetros, de acuerdo con lo especificado en la Norma de fabricación bajo las cuales producirán los bienes a suministrar.</p> <p>Todas las válvulas deberán ser probadas en fábrica, y deberán realizarse según los procedimientos indicados en la norma, El sello debe cumplir la hermeticidad del sello el Tipo A. (DIN 3230), ANSI B16.34. Cada una de las válvulas deberá ser sometida a las siguientes pruebas en fábrica:</p> <p>Prueba hidrostática en el cuerpo: mínimo 1.5 veces la presión nominal Prueba de estanqueidad del asiento: mínimo 1.1 vez la presión nominal por ambos lados</p> <p>Una vez adjudicada la propuesta, el Contratista debe entregar un programa al Área Técnica de las Empresas con las fechas y actividades de la realización de las pruebas hidrostáticas en fábrica (mínimo dos meses y medio antes de la prueba), para que dos funcionarios de esta dependencia asistan a la realización de estas y en presencia del funcionario se hará la selección aleatoria de las muestras que serán sometidas a las pruebas.</p> <p>Si los funcionarios de las Empresas no llegan a tiempo o no se presentan a la realización de este evento, no será inconveniente para que el Contratista efectúe las pruebas tal como las tenía programadas.</p> <p>El contratista debe entregar un protocolo de prueba debidamente firmado por el fabricante de cada válvula ensayada. Si la válvula es con actuador eléctrico la prueba debe realizarse íntegramente con ella en las instalaciones del fabricante.</p> <p><u>El PROPONENTE deberá anexar en su propuesta al formulario de características garantizadas, el formato o modelo de protocolo de prueba en fábrica que presentará con la entrega de las válvulas en caso de ser aceptada su propuesta, indicando claramente cuales son las pruebas que serán realizadas en fábrica.</u></p>			

Anexo B

Anexo B- 1 especificaciones técnicas de la pantalla táctil.

Protocols Supported for :-					
Driver	FP4057	Driver	FP4057	Driver	FP4057
ABB	✓	GE SNP-X	✓	Omron Yaskawa Drive	✓
Allen Bradley DF1	✓	Idec	✓	Serial Monitor	✓
Aromat FP Series	✓	LG Master K series	✓	Siemens-S7-200	✓
Baldor	✓	LG Master-K 300S	✓	Siemens-S7-300	✓
Danfoss Drive	✓	Mitsubishi FX	✓	Toshiba Inverters	✓
Delta	✓	Mitsubishi Q series (Serial)	✓	Toshiba T1	✓
Fatek	✓	Modbus master	✓	Toshiba T2 Link port	✓
FlexiLogics***	✓	Modbus slave	✓	Twido	✓
GE Fanuc	✓	Omron Host Link	✓	Unitelway	✓
				Universal Serial (ASCII)	✓

***Supported with native programming environment.

Specifications :-	
Power	: + 24V DC \pm 15%, 10 W Max
Bezel	: IP66 rated Keypad and Touch Screen
Operating Temperature	: 0° to 50°C
Storage Temperature	: -20° to 80°C
Humidity	: 10% to 85% (Non condensing)
Communication Ports	: Two serial ports (RS232 / RS422 /RS485 levels supported)
USB Device Port	: As programming and monitoring port
USB Host port	: Supports USB Memory drive
Ethernet Port	: For connecting to a PLC, programming of FlexiPanels, a third party device, Drive or remote monitoring (10 / 100 MBPS).
Type of LCD	: TFT
LCD Life	: 60000 hrs at 25°C
Supported Colors	: 32K for bitmaps
Isolation	: Isolation between communication ports, power and I/O (if applicable) is 500 V DC for 1 Min.
Immunity to ESD	: as per IEC61000-4-2
Immunity to Fast Transients	: as per IEC61000-4-4
Immunity to Radiated electromagnetic field	: as per IEC61000-4-3
Immunity to Conducted disturbances	: as per IEC61000-4-6
Surge	: as per IEC61000-4-5
Radiated emission	: as per EN55011

Digital Inputs		
Rated Input Voltage		
Rated Input Voltage	For Normal Input 24 VDC (Max is 28 VDC)	For High Speed 24 VDC (Max is 28 VDC)
Impedance	4.7 k	2.3 k
Logic '0' Voltage : 0 to 5 V Logic '1' Voltage : 14 to 28 V		
Rated Input Current at (24 VDC)		
Rated Input Current	For Normal Input 4.89 mA	For High Speed 10 mA

Digital Outputs (Open Collector)	
Maximum Load current :	500 mA NPN or PNP Short circuit protected
Voltage drop at ON :	0.4 V or less
Digital Outputs (Relay)	
Relay Rating :	230 V AC, 2 Amp. (Max) 5 Amp per common

Anexo B- 2 Recursos oferta y servicios de ingeniería.

Recursos	Participación en (pesos Cop)			Implica desembolso	
	Pasante	Instumatic	Metacol	Si (Nuevo)	No (Existente)
Pantalla HMI	0	0	1.250.000	X	
Modulo	0	0	610.000	X	
Sensor inductivo	0	0	450.000	X	
Programación	0	0	1.000.000	X	
Soporte técnico	0	0	300.000	x	
puesta en marcha	0	300.000	0		x
SoftwareFlexiSoft	0	0	0		x
Transportes	0	150.000	0		x
Gastos de representación	0	0	0		x
Telecomunicación	0	70.000	0		x
Papelería	0	100.000	0		x
SUBTOTAL	0	620.000	3.610.000		
IMPREVISTOS (4%)	0	24.800	144.400		
TOTAL	0	644.000	3.754.400		

Tabla 4: presupuesto Metacol.

Anexo B – 3 válvulas de compuerta elástica.

VÁLVULA

Compuerta Elástica Vástago No Ascendente
DN 2"(50 mm) - 20" (500 mm)
AWWA C-515 / C-509 ó ISO 7259

EXTREMOS: BRIDA ANSI B 16.1 - ISO 2531 (ISO 7005-2), LISO PARA
TUBERÍA: PVC, ASBESTO CEMENTO Y HIERRO DUCTIL
JUNTA HIDRAÚLICA PARA TUBERÍA PVC Y HIERRO DUCTIL.



TUERCA PORTA O "RING"
Hierro Dúctil ASTM A-536.
Contiene los empaques o "ring",
garantizando el sello en el vástago de
la válvula, son intercambiables con la
línea presurizada y la válvula abierta
o cerrada.

RETENEDOR VÁSTAGO
Bronce ASTM B-124.
Garantiza la posición del vástago
para operación no ascendente.

SELLO TRASERO
Elastómero.
Permite hacer mantenimiento con
la válvula presurizada.

CUERPO SUPERIOR
En Hierro Dúctil ASTM A-536.
Garantiza alta resistencia y
durabilidad, permitiendo la
reparación de la válvula.

TORNILLERÍA
En Acero inoxidable ASTM -A 276.
Garantiza alta resistencia a la
corrosión.

CUERPO INFERIOR
En Hierro Dúctil ASTM A-536.
Tiene forma tubular continua
evitando acumulación de residuos
sólidos que impidan el sello de la
válvula y disminuye la caída de
presión de la válvula.

DADO DE OPERACIÓN
Hierro Dúctil ASTM A-536.
De forma triangular o cuadrado.

ANILLO DE RETENCIÓN
Hierro Dúctil ASTM A-536.
Evita que el vástago se desaloje
durante los procesos de
mantenimiento o reparación, para
seguridad del operador.

VÁSTAGO
Acero inoxidable ASTM A-276.
Proporciona alta resistencia al
torque, desgaste y corrosión.

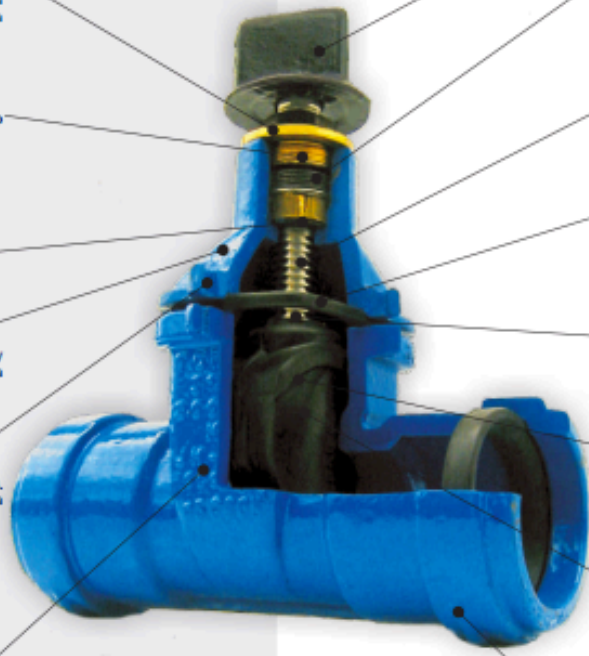
EMPAQUE ENTRE CUERPOS
Elastómero en forma tórica
encapsulado.
Garantiza la hermeticidad entre
cuerpo y borote.

INSERTO OBTURADOR
Bronce ASTM B-62/B-124 Integral
con el núcleo.
Reduce la fricción y el desgaste
con el vástago.

NÚCLEO OBTURADOR
Hierro Dúctil ASTM A-536.
Proporciona resistencia mecánica
al obturador.

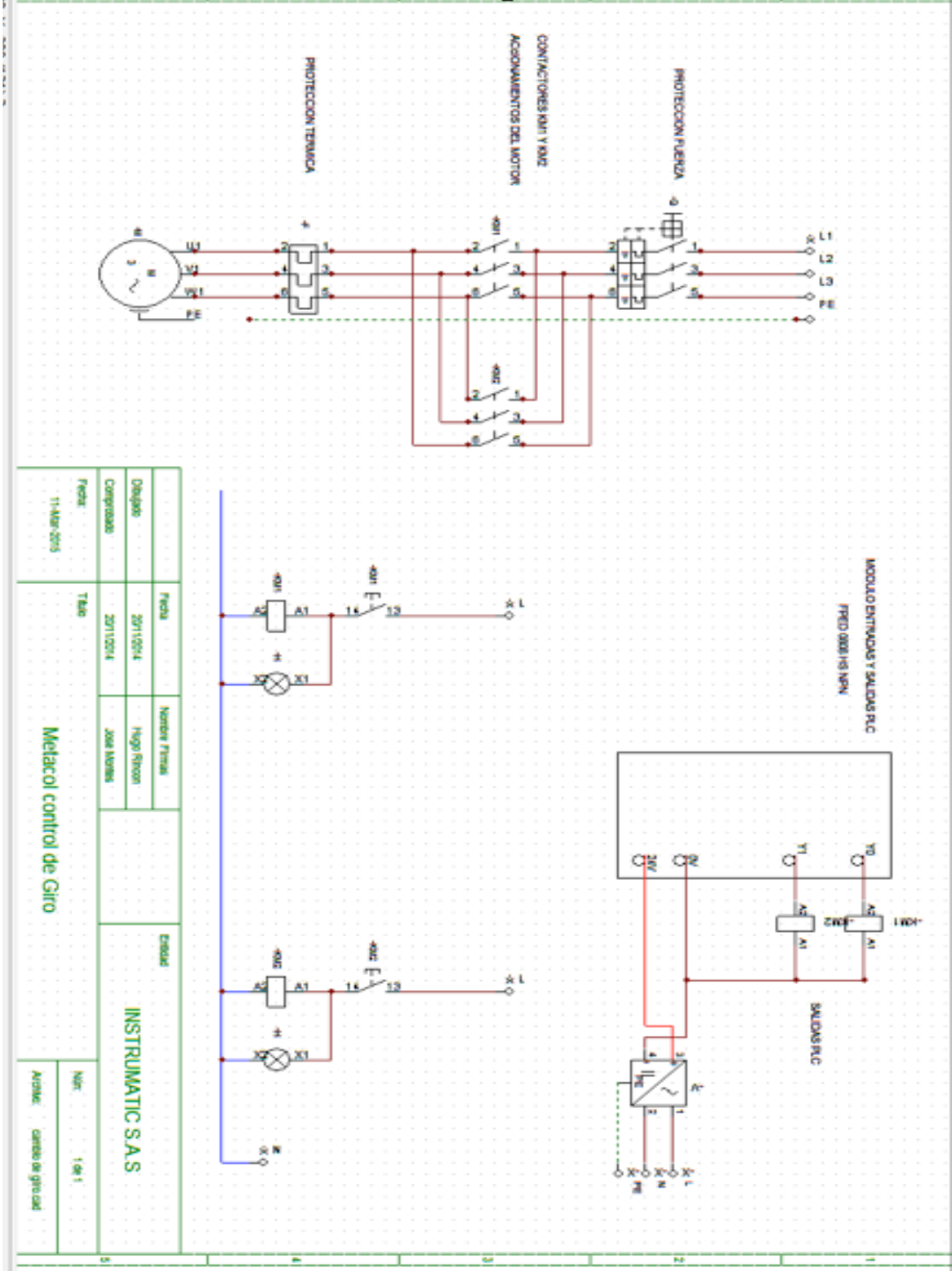
**COMPUERTA REVESTIDA
TOTALMENTE**
Elastómero según ASTM D-2000/
NTC 2536 adherencia según ASTM
D-429.
Evita la posibilidad de corrosión al
obturador y garantiza la adherencia
del caucho al metal.

PINTURA EPÓXICA
Autoimpriante de alto contenido
de sólidos, termo aplicada según
AWWA C-550.



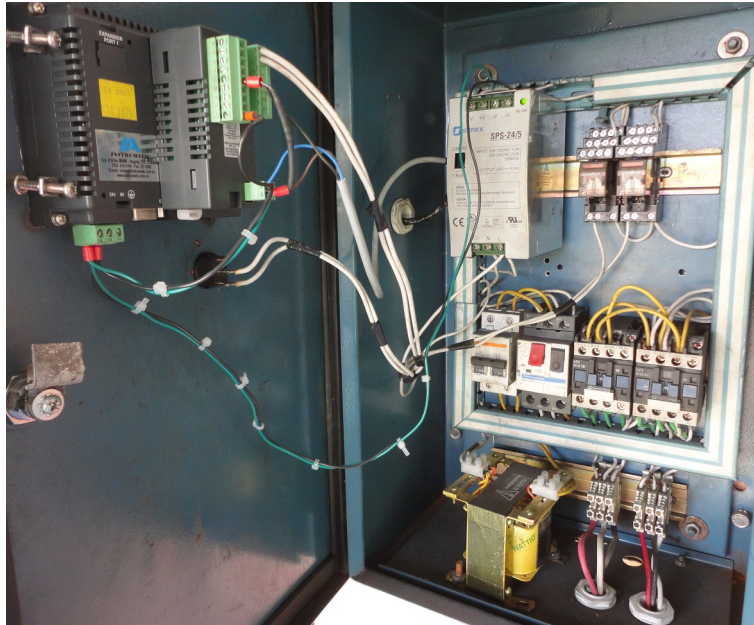
Anexo C

Anexo C-1 Esquema eléctrico



Anexo D

Anexo D-1 Instalación del PLC al sistema eléctrico



Anexo D-2 Plataforma con motor trifásico



Glosario

AC: (alternating current) corriente alterna.

Amperométrica: método mediante la relación de medidas es la corriente eléctrica a través de un circuito eléctrico.

AWWA: American wáter Works Association. Asociación científica y educativa para la mejora de la calidad de agua y de suministro.

Grado eléctrico encoder: determina la precisión de un encoder, determinada la división de división de un impulso generado por el encoder, en relación a los 360 grados de una rotación con respecto al número de impulsos.

HMI (Human Machine Interface): Sistema que permite la interacción Hombre-Máquina.

Movimiento angular: un cuerpo realiza un movimiento uniforme (m.c.u) cuando su trayectoria es angular es una circunferencia y su velocidad angular es constante.

Paralelepípeda: Sólido limitado por seis paralelogramos, cuyas caras opuestas son iguales y paralelas.

PLC: (programmable logic controller) autómatas programables, controla en tiempo real procesos secuenciales y señales industriales.

Polivalencia: es un adjetivo que se aplica a aquello que resulta valioso en diferentes situaciones o que ofrece varias presentaciones, útil en distintos contextos.

Repetibilidad. Es la capacidad de reproducción de las medidas o señales de salida del instrumento al medir repetidamente valores idénticos de la variable en las mismas condiciones de servicios y en el mecanismo de la variación.

Precisión: indica el grado en que una medición es legible o es especificada es la mínima medición de escala de un instrumento, esta relaciona en un instrumento en la capacidad para reproducir cierta lectura con exactitud.

Resolución: en un sistema es la variación mínima de la entrada con respecto con respecto a la variación salida, directamente relacionada con la escala de lectura.

Sensor inductivo: instrumento que genera un campo magnético cambiante mediante una bobina, si algún elemento metálico está dentro del campo se genera pérdidas de corriente proporcionando una señal de on/off en detección.

Software: conjunto de instrucciones que permiten realizar instrucciones, permite al equipamiento lógico realizar cálculos y funciones que permiten controlar el comportamiento de una máquina.

USB: Universal serial bus, esta conexión posibilita el envío y la recepción de información, tiene la finalidad de conectar dispositivos entre sí para facilitar el proceso de conexión y traslado de datos.