

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TEMA:

**Desarrollo de sistema mecánico-eléctrico a una válvula
convencional, que permita el control continuo del caudal.**

AUTOR:

Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac

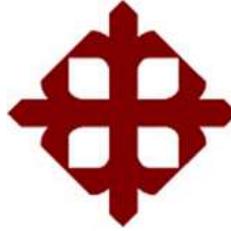
**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

TUTOR:

Ing. Vega Ureta, Nino Tello M. Sc.

GUAYAQUIL, ECUADOR

20 de marzo del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por el Sr. **Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**.

TUTOR

f. _____

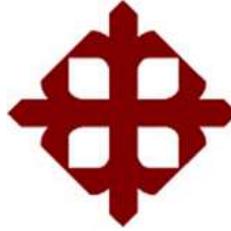
Ing. Vega Ureta, Nino Tello M. Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M. Sc.

Guayaquil, 20 de marzo del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac

DECLARO QUE:

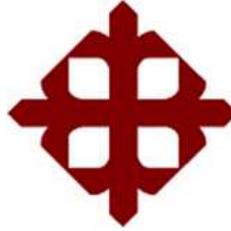
El trabajo de titulación “**Desarrollo de sistema mecánico-eléctrico a una válvula convencional, que permita el control continuo del caudal**”, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtual de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 20 de marzo del 2019

EL AUTOR:

Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de titulación: **“Desarrollo de sistema mecánico-eléctrico a una válvula convencional, que permita el control continuo del caudal”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 20 de marzo del 2019

EL AUTOR:

Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac

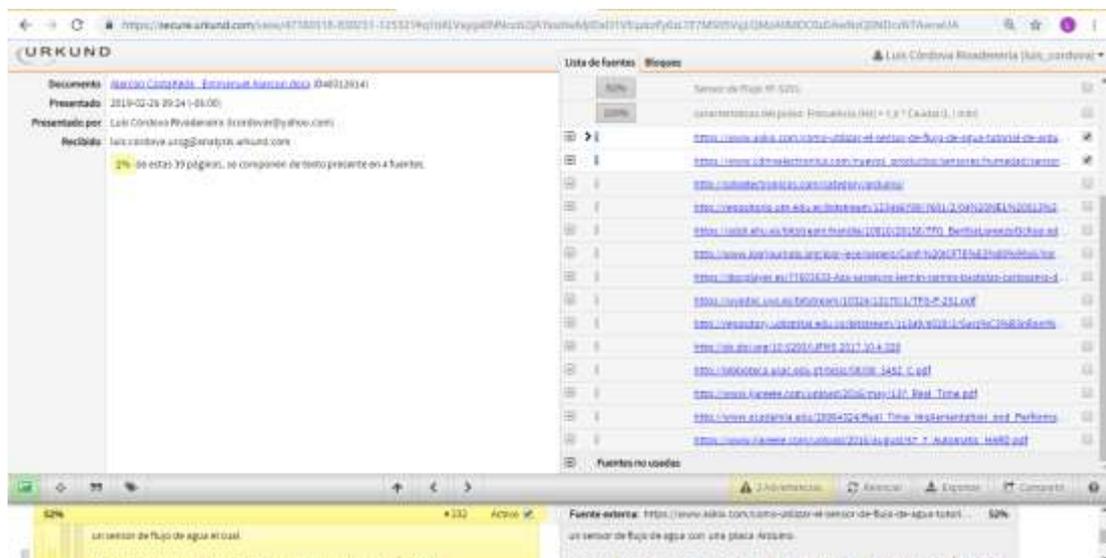
REPORTE DE URKUND

REVISIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN CON PROGRAMA ANTI- PLAGIO URKUND

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TÍTULO: “Desarrollo de sistema mecánico-eléctrico a una válvula convencional, que permita el control continuo del caudal”.

AUTOR: ALARCÓN CASTAÑEDA EMMANUEL ISAAC



El trabajo de titulación del estudiante: ALARCÓN CASTAÑEDA, EMMANUEL ISAAC, observa un porcentaje inferior al 2% de coincidencias con otros documentos encontrados en el internet.

f. _____
Ing. Vega Ureta Nino Tello
DOCENTE-TUTOR

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO:

Dios, gracias por darme sabiduría, fortaleza para superar todos los obstáculos y alcanzar esta meta académica.

A MIS PADRES:

José Alarcón Franco y Magaly Castañeda Reyna por su amor, sus consejos, su apoyo incondicional, gracias a ustedes por enseñarme a prevalecer y nunca rendirme en la vida, hoy se ve el fruto de su esfuerzo, oraciones en esta nueva meta alcanzada.

A MIS HERMANOS:

Stephanie y Doménica gracias por sus consejos, por su apoyo y palabras de ánimo.

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION:

Por su apoyo y los bellos momentos compartido durante este proceso académico.

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

Gracias por sus oraciones, cariño, amor y consejos, por demostrarme su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.

A MI TUTOR Y PROFESORES:

A todos mis profesores y mi tutor académico Ing. Nino Vega por poder compartir su tiempo, conocimientos enseñanza y colaboración brindada durante este proceso académico.

EL AUTOR

Emmanuel Isaac Alarcón Castañeda

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por bendecirme, fortalecerme, darme salud para poder llegar a este momento muy especial en mi vida académica y profesional.

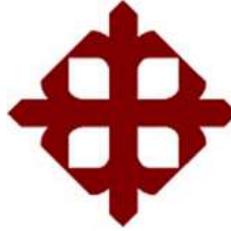
De igual forma, dedico esta tesis con mucho amor y cariño a mis padres José Alarcón Franco y Magaly Castañeda Reyna por ser el pilar, el apoyo incondicional, y el ejemplo a seguir, siendo ustedes mi mayor motivación.

A mis hermanas Stephanie y Doménica dedico esta meta alcanzada, ustedes forman parte de este triunfo académico.

Dedico este triunfo a todas las personas: familiares, amigos que son y fueron de bendición y de apoyo en este proceso académico.

EL AUTOR

Emmanuel Isaac Alarcón Castañeda



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS
DECANO

f. _____

M. Sc, HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMADO
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

M. Sc. CORDOVA RIVADENEIRA, LUIS SILVO
OPONENTE

Índice General

Índice de Figuras	XIII
Índice de Tablas.....	XVI
Resumen	XVII
Abstract.....	XVIII
Introducción	2
CAPÍTULO I: Marco referencia	3
1.1. Planteamiento de problema	3
1.2. Justificación	3
1.3. Delimitación	4
1.4. Objetivos del Problemas de Investigación	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Metodología de Investigación	6
CAPÍTULO II: Fundamentos teóricos.....	7
2.1. Estado del arte.....	7
2.1.1. Control automático de bucle de flujo de aire en quemador de gas industrial con LabVIEW	7
2.1.2. Estudio del diseño del flujo multidireccional del jet para un giroscopio fluido del triple-AXIS.....	7
2.1.3. Investigación sobre las características de la deriva de la temperatura prueba de la fuerza retroalimentación hidráulica de la válvula servo.	8
2.1.4. Implementación en tiempo real y análisis de rendimiento de un PID y un controlador difuso para un proceso lineal utilizando LabVIEW... ..	9
2.1.5. Controlador PID programado Gain basado en LabVIEW para una estación de proceso de nivel no lineal.....	9
2.1.6. El módulo de monitorización del caudal de agua	10
2.1.7. Inteligente Válvula de actuador para sistemas hidráulicos.....	11
2.1.8. Desarrollo del sistema de control de flujo basado en Arduino Implenting Fuzzy con controlador PID.....	11

2.1.9. Tiempo real aplicación y análisis de rendimiento de un PID y un controlador difuso para un proceso lineal usando LabVIEW	12
2.1.10. Diseño de Construcción de un Módulo Didáctico para el Control de Caudal de Líquidos	12
2.1.11. Prototipo de Exoesqueleto utilizados en Rehabilitación infantil con un grado de libertad.....	13
2.1.12. Equipamiento didáctico desarrollado con sistemas integrados para el aprendizaje de la ingeniería.	14
2.1.13. Control adaptativo implementado con sistemas embebidos	14
2.1.14. Configuración del alimentador y coordinación de protecciones para una subestación eléctrica.....	15
2.1.15. Algoritmo de control en cascada desarrollado con sistemas incrustados	15
2.1.16. Sistema de levitación magnética con interfaz para control de posición	16
2.2. Aplicación LabVIEW	16
2.2.1. Introducción.....	16
2.2.2. ¿Cómo podemos trabajar en LabVIEW?.....	18
2.2.3. El Panel Frontal:.....	18
2.2.4. El Diagrama de Bloques:.....	19
2.2.5. Paleta de Controles (Controls Palette):	19
2.2.6. Paleta de Funciones (Functions Palette):.....	19
2.2.7. Paleta de Herramientas (Tools Palette):	20
2.2.8. Elaboración a un SubVI.....	20
2.2.9. La Comunicación con Arduino	22
2.2.10. Labview Interface for Arduino.....	24
2.2.11. Funciones de SubVIs cierre e inicio de las comunicaciones	25
2.2.12. Funciones “LOW LEVEL”	25
2.2.13. Entradas analógicas.....	26
2.2.14. Entrada/Salida de Digitales	26
2.2.15. PWM	26
2.2.16. Serial Peripheral Interface (SPI).....	27
2.2.17. Funciones construidas para pantallas motores y sensores	27
2.2.18. Sensor IR, Fococélula y Termistor	28

2.2.19. Leds RGB.....	28
2.2.20. Display de 7 segmentos	29
2.2.21. Servomotores	29
2.3. Arduino	30
2.3.1. La historia de Arduino	30
2.3.2. ¿Qué es Arduino?	31
2.3.3. Las Placas de Arduino:	32
2.3.4. Los Módulos	32
2.3.5. El Arduino componentes internos.....	32
2.3.6. Características de tarjeta Arduino Nano.....	50
2.4. Medidores	51
2.4.1. Funcionamiento del medidor convencional	52
2.4.2. Chorro Único	52
2.4.3. Chorro Múltiple.....	53
2.4.4. Características generales de un medidor de agua	56
2.4.5. Interfaz Arduino Sensor De Flujo	56
2.4.6. Cómo funciona el sensor YF-S201.....	57
2.4.7. Características de sensor:.....	57
2.5. Válvula esférica	58
2.5.1. Descripción de los componentes de la válvula:.....	59
2.5.2. Características Técnicas Generales:.....	59
2.6. Las pérdidas en la carga de válvulas.....	60
2.6.1. La presión pérdida es debida a válvulas	60
2.6.2. La pérdida entre la velocidad y presión de flujo	62
2.6.3. La Coeficiente de resistencia K.....	63
2.6.4. Longitud equivalente	64
2.6.5. Coeficientes de flujo	65
CAPÍTULO III: Diseño, implementación y prueba.	67
3.1. Diseño.....	67
3.1.1. Diseño sistema mecánico de proceso.....	67
3.1.2. Plano de la caja de manera.....	67
3.1.2. Diseño del circuito eléctrico y de control	68
3.1.3. Diseño circuito eléctrico.....	69
3.1.3. Diseño de circuito control	69

3.1.4.	Diseño del Equipo	70
3.1.5.	Diseño de Hardware.....	70
3.1.6.	Circuito en Protoboard	71
3.1.7.	Diseño de controlado PID	72
3.1.8.	Presupuesto	72
3.2.	Implementación	73
3.2.1.	Sistema mecánico del Proceso de proyecto	73
3.2.2.	La caja de madera.....	74
3.2.3.	Implementación control y eléctrico	74
3.2.4.	Circuito eléctrico.....	75
3.2.5.	Circuito de control	76
3.2.6.	Prototipo de proyecto	77
3.2.7.	Desarrollo del software.....	78
3.2.8.	Programación gráfica de SCADA	80
3.2.9.	Plataforma de SCADA.....	81
3.2.10.	Controlador PID.....	81
3.3.	Prueba de funcionamiento.	81
3.3.1.	Resultado de caudal de los valores de los litros/minutos y litros /horas	82
3.3.2.	El resultado de controlador PID	82
3.3.3.	Software de Arduino.....	82
3.3.4.	Software de SCADA.....	83
CAPÍTULO IV: Conclusiones y recomendaciones		85
4.1.	Conclusiones	85
4.2.	Recomendaciones	86
Referencias.....		87
Anexos.....		91
Anexo A:	Hoja de datos de servo motor	91
Anexo B:	Hoja de datos de YF-S201	93
Anexo C:	Hoja de datos de llave esférica	95
Anexo D:	Hoja de datos de Arduino Nano	97
Anexo E:	Hoja de datos de bomba de agua es ½ hp la marca LEO.....	99

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1.LabVIEW.....	17
Figura 2. 2. Diagrama de bloques y Panel de Control.	18
Figura 2. 3. La Paleta de Controles.	19
Figura 2. 4. Paleta de Funciones.	19
Figura 2. 5.Paleta de Herramientas.	20
Figura 2. 6.Selecciones las dos bloques.....	21
Figura 2. 7. Sustituciones todos los bloques seleccionados por un SubVI. .	21
Figura 2. 8. La Edición del icono del SubVI.	22
Figura 2. 9. Diferentes patrones del panel conector.	22
Figura 2. 10. Herramienta de Arduino IDE.....	23
Figura 2. 11. “Bloques de cierre e inicio” de las comunicaciones.	25
Figura 2. 12. Las funciones de Low level.....	25
Figura 2. 13. Las funciones de motores y sensores.....	28
Figura 2. 14 Componentes principales de la tarjeta Arduino	32
Figura 2. 15 Componentes del medidor de agua.....	51
Figura 2. 16 Medidor de agua Chorro Único.....	52
Figura 2. 17 Componentes del medidor de agua Chorro Único.....	53
Figura 2. 18. Los líquidos de medidor con chorro.	53
Figura 2. 19. Componentes del medidor de agua Chorro Múltiple.....	54

Figura 2. 20. El numérico son indicador.....	54
Figura 2. 21. La aguja se Indicadores.....	55
Figura 2. 22.Indicador de aguja para decenas de litro.....	55
Figura 2. 23. Indicador de aguja para litros.....	55
Figura 2. 24.Indicador de aguja para decenas de litros.	55
Figura 2. 25. Indicador es de cientos de litros.	55
Figura 2. 26. Gráfico General de un medidor convencional de agua.	56
Figura 2. 27. Demostración dentro de un sensor.....	57
Figura 2. 28.válvula de esfera.....	59
Figura 2. 29. Medidas en milímetros.....	60
Figura 2. 30. Fuerza de flujo en tuberías	60
Figura 2. 31. La válvula de geometría y turbulencia	61
Figura 2. 32. La caída de presiones de tuberías sin válvula y con válvula ..	61
Figura 2. 33 La pérdida de la presión del agua y velocidad.....	63
Figura 2. 34 Las válvulas disponibles comerciales de acero.	64

Capítulo 3

Figura 3. 1. Diagrama de proceso.....	67
Figura 3. 2. Diseño de la caja de madera.	68
Figura 3. 3. Circuito de control y proceso convencional.....	68
Figura 3. 4. Diseño de eléctrico.	69

Figura 3. 5. diseño de control.....	69
Figura 3. 6. Diagrama de flujo.....	70
Figura 3. 7. Diagrama de bloques del circuito.....	71
Figura 3. 8. Sistema de control lazo cerrado con controlador PID.....	72
Figura 3. 9. Implementación de proceso.....	74
Figura 3. 10. Caja de madera.	74
Figura 3. 11.conexión de corriente.....	75
Figura 3. 12. Toma corriente y las dos conexiones.....	75
Figura 3. 13. Interruptor bomba de agua.	76
Figura 3. 14. Circuito y conexión.....	76
Figura 3. 15. conexión de servo.....	77
Figura 3. 16. Conexión de sensor.....	77
Figura 3. 17. El prototipo de proyecto.....	78
Figura 3. 18. Protoboard la conexiones.	71
Figura 3. 19. Protoboard sensor y servo.....	71
Figura 3. 20. Programación gráfica de bloque en visa serial	80
Figura 3. 21. Ventana de visualización en LabVIEW.	81
Figura 3. 22. prototipo de controlador PID.....	81
Figura 3. 23. Identificación de sistema en Arduino control PID.....	83
Figura 3. 24. Funcionamiento del control PID.....	83
Figura 3. 25. Resultado de control PID.....	84

Índice de Tablas

Capítulo 1:

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

Capítulo 2

Tabla 2. 1. Low level para entradas analógicas.	26
Tabla 2. 2. Low level para entrada/ salida de digitales.	26
Tabla 2. 3. Low level para PWM.	27
Tabla 2. 4. Low level a Serial Peripheral Interface.....	27
Tabla 2. 5. Funciones pre-construidas para termistor, fotocélula y sensor IR.	28
Tabla 2. 6. Funciones pre-construidas para LED RGB.	29
Tabla 2. 7. Funciones pre-construidas para Display de 7 segmentos.....	29
Tabla 2. 8. Funciones pre-construidas para servomotores.	30
Tabla 2. 9 Características de la placa Arduino	51
Tabla 2. 10. Característica de funcionamiento.....	58
Tabla 2. 11. Información de pérdida de presión.....	62
Tabla 2. 12. Factor de fricción para tubería comercial de acero.	65

Capítulo 3

Tabla 3. 1. Tabla de costo de proyecto.....	73
Tabla 3. 2. Valores obtenidos de interfaz.....	82

Resumen

En el mercado de electrónica localizado en el centro de Guayaquil, al querer adquirir una válvula de control continuo refleja algunos inconvenientes, como son: el rango de funcionamiento, los voltajes de alimentación, la rapidez de trabajo; así como la disponibilidad a la hora de comprar. En este trabajo de titulación se implementó un sistema de válvula que permita realizar control industrial, además de que disminuyan los costos. En el desarrollo de la propuesta se utilizó una válvula convencional de uso doméstico, a la cual se le aplicó un sistema tipo servo, conectándose en esta un sistema eléctrico que realice las variaciones del ángulo de posicionamiento, con el cual indirectamente modificó el caudal del líquido que pase por esta; durante este trabajo investigativo fue necesario alcanzar los objetivos de esta investigación; es decir, se observó la factibilidad que da este sistema, se realizaron pruebas experimentales, y el servo logró posesionar adecuadamente al prototipo, gracias a la buena calibración de las constantes de control PID que se probaron, se logró demostrar que gracias al caudal se puede interpretar la señal de lectura en el panel, logrando obtener ondas de frecuencia con la finalidad de llegar a una regulación de ambas cargas y mantener su gradiente de concentración en modo neutro.

Palabras claves: ARDUINO, MECANISMO, MECÁNICO-ELÉCTRICO, MICROCONTROLADORES, INTERFAZ DE USUARIO, CONTROL PID.

Abstract

In the electronics market located in the center of Guayaquil, when wanting to acquire a control valve continuous reflects some disadvantages, as are: the operating range, the supply voltages, the speed of work; as well as the availability at the time of purchase. In this work of qualification is implemented a valve system that allows industrial control, in addition to reduce costs. In the development of the proposal was used a valve conventional domestic use, to which you have applied a system servo type, connecting in this an electrical system that perform the variations of the position angle, with which indirectly changed the flow of the fluid that passes through this; during this investigative work was necessary to achieve the objectives of this research; that is to say, it was observed the feasibility that gives this system, were conducted experimental tests, and the servo managed to place Empire Soccer properly to the prototype, thanks to the good calibration of the constants of PID control that were tested, it was proved that thanks to the flow you can interpret the signal reading on the panel, obtaining frequency waves with the aim of reaching a regulation of both charges and maintain their concentration gradient in neutral mode.

Keywords: ARDUINO, MECHANISM, MECHANICAL-ELECTRIC, MICROCONTROLLERS, USER INTERFACE, CONTROL PID.

Introducción

En la necesidad humana de ejercer un control es necesario realizar la interface para registrar fácilmente el movimiento de trabajo diario, y sin alterar las máquinas e involucrar a personas en la producción. Este comportamiento asimétrico demostró a lo largo de los siglos procedimientos de control y recursos dados por el hombre. (González Iguualada, 2006)

El mecanismo de válvula permitirá controlar el caudal de tuberías a un bajo precio. Este sistema ofrece una medición correcta de la cantidad de líquido que pase en un ducto, para lo cual se ha utilizado aplicaciones electrónicas como los sistemas embebidos y un sensor de efecto Hall, el cual proporcionará una medida correcta de la cantidad de agua que pase sobre la tubería.

Su definición fue la delimitación al plantear los objetivos y cumplir un trabajo pregrado. En el capítulo dos se describe el problema de la investigación y se procedió a detallar el marco teórico, en el cual se implementaron variables físicas de: estado del arte, Arduino, servoválvula, flujo de agua, programación virtual en Labview con todas sus características y aplicaciones.

La propuesta del trabajo fue en presentar costos del proyecto, circuitos de diagramas, proceso de diagrama, hardware, software de código o lenguaje C en Arduino, control PID, pruebas de funcionamientos básicos y diseño de ventana de interfaz. En último lugar se describe la información de datos técnicos que se usaron en el sensor y en el dispositivo para la implementación.

En Colombia, se presentó un simulador usando la herramienta Simulink de Matlab con el control PID de caudal y el sistema lineal. (Rodríguez Umaña, 2013).

En Ecuador, se desarrolló un prototipo para controlar variables de niveles y de flujo mediante HMI los cuales utilizan un sistema controlador de PID. (Vergara, Molina, & Machado, 2011).

CAPÍTULO I: Marco referencia

1.1. Planteamiento de problema

El presente trabajo pretende aportar una solución que permita con un caudalímetro medir la cantidad de agua que circula por una tubería y con el uso de una válvula controla en este parámetro.

Por tanto, la programación a utilizar será NI (National Instruments) del prototipo, se construye una comunicación de visa serial que se visualiza a través de una interfaz del usuario basada en el software NI LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench), mejorar el tiempo de respuesta, precisión y facilitar para controlar la válvula de agua. La servoválvula también ayudará a realizar el trabajo de movimiento, se controlará el parámetro que está ubicado de su eje en una posición o el ángulo del cero grado a noventa grados determinados.

Para realizar este proyecto se hará la construcción, el cual contará con una programación de lenguaje gráfico, el NI LabVIEW donde se crea una cuenta que permita el ingreso a la página web National Instruments (NI) (que es gratis), el usuario descarga la programación diseño gráfico, el software de Arduino IDE ("Integrated Development Environment" significa en el español "Entorno de Desarrollo Integrado") , es decir que no necesita ser comprada, se puede descargar directamente el software gratuito.

1.2. Justificación

Debido a la problemática de los medidores de agua que circulan en las tuberías se producen fallos ya sea por falta de mantenimiento o por daño de fábrica por lo cual se escogió el sensor caudalímetro dado su funcionalidad de controlar las interfaces y se lo toma en cuenta por su bajo costo. Posteriormente se logró reemplazar la válvula por el servo con base de llave esférica.

En el presente trabajo se llega a desarrollar un prototipo de escala realizando el servoválvula que puede circular a través de cañería de líquido y controlar el flujo de agua cumple en un lazo cerrado con la ayuda del controlador PID.

1.3. Delimitación

El presente trabajo de investigación, implementación y memoria técnica dan énfasis a todos los métodos, técnicas y medios que se enseñan en la educación superior; en este sentido se empleó toda la teoría relacionada con el control flujo de agua, sensor controlador PID, programación e instrumentación virtual

El viejo instrumento con el tiempo es cambiado de tecnología avanzada, y a lo electrónico, se puede decir que con cada elemento que usaron en el pasado, un mecánico reemplaza lentamente a electrónica. El componente que va usar la electrónica para mejorar el proceso industrial, como en la importancia de la ciencia caudalímetro y válvula, será el área que se enfocará para el proyecto titulación.

1.4. Objetivos del Problemas de Investigación

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema utilizando una válvula convencional que permita el control continuo del caudal en una tubería.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar el estado de arte de la construcción de las diferentes válvulas realizadas por la comunidad científica.
- Diseñar un sistema mecánico de una válvula para controlar de manera continua el caudal de una tubería.
- Determinar el hardware y software que permitirá controlar la apertura y cerrada de la válvula mecánica.
- Implementar los sistemas mecánicos y de control para colocar operativa la válvula diseñada.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema desarrollado para colocar operativa la válvula de control proporcional utilizando un control PID.

1.5. Metodología de Investigación

El presente trabajo de titulación es de nivel descriptivo observacional con un enfoque cuantitativo debido a que se basa en controlar lo proporcional integral, y es derivativo de manera auto-sintonizado por lo que dirige una solución caudalímetro en mediciones de cantidades de agua que estarán distribuidas en tuberías. Usando el parámetro del modelo discreto obtenido y la especificación de diseño, se obtendrán los parámetros del controlador.

CAPÍTULO II: Fundamentos teóricos

2.1. Estado del arte

2.1.1. Control automático de bucle de flujo de aire en quemador de gas industrial con LabVIEW

Año: 2016

Autores: Suguna. T. D, Sujatha. B.C, H. Prasanna kumar

Resumen: Este artículo se concentra en el control del lazo de la corriente de aire automático en el hornillo de gas industrial usando a un regulador de un esquema PI. La combustión en hornillos de gas industriales es conseguida usando una mezcla explosiva de gas natural licuado (LPG) y aire. La GPL es inyectada al hornillo de gas industrial con la presión constante del cilindro de almacenaje y el rendimiento es controlado usando el regulador atado a ello. Mientras que el aire requerido para la combustión es absorbido de la corriente atmosférica no regulada. La variación en la proporción de GPL al aire lleva a la perturbación en la combustión y la salida calorífica baja en hornillos de gas. Para evitar tal situación, es necesario controlar la corriente de aire con la presión fija de L.P.G. Esto es alcanzado usando un lazo de control de la reacción preferentemente con un esquema de control de la PI está diseñado en el ambiente del software LabVIEW. La medida CO₂/CO ppm es hecha usando el sensor de gas. El análisis de error es hecho para el regulador de la PI en cuanto a IAE, ISE. El análisis transitorio también se lleva a cabo en la estrategia de control del PI y el tiempo de subida, tiempo máximo se evalúa. (Suguna .T.D, Sujatha .B.C, & H.Prasanna kumar, 2016)

2.1.2. Estudio del diseño del flujo multidireccional del jet para un giroscopio fluido del triple-AXIS

Autores: Phan Thanh Hoa, Thien Xuan Dinh, & Van Thanh Dau

Año: 2015

Resumen: En este trabajo, se divulga el estudio del diseño de un dispositivo fluido que produzca cuatro flujos micro jet que abarcan dos pares perpendiculares de flujo y la aplicación de estos jets para un sensor de la tarifa angular. Los jets fueron creados en una red fluida cerrada sin una válvula de retención y pueden libremente desviarse en una cámara de detección confinada. La formación del flujo continuo en un espacio confinado ha sido confirmada por el experimento. Esto permitirá el estudio a un sensor de velocidad angular de triple eje cuyo principio de funcionamiento se basa en la desviación de un jet en un marco giratorio. En este trabajo, la formación de los jets se considera de tal manera que los jets tienen una propiedad asimétrica, es clave para superar el aparente desacoplamiento y la sensibilidad cruzada. El sensor de velocidad angular de triple eje se puede diseñar con sólo cuatro elementos sensores térmicos. La simulación transitoria del flujo bajo velocidad angular aplicada proporciona un diseño con tamaño pequeño y el número mínimo de hotwires, que es beneficioso para el desarrollo monopastilla y también mantiene compatibilidad con la tecnología a granel de la micro fabricación. Mientras que los funcionamientos de detección de los tres ejes están en el mismo orden de la magnitud, la sensibilidad cruzada es dos órdenes más pequeñas que está en los resultados publicados; además de la aplicación de detección de inercia, este documento puede adaptarse para ayudar a los investigadores a desarrollar rápidamente un prototipo o a integrar un componente de detección de inercia en sus propios sistemas de micro fluidos, microbio o Lab-on-a-chip. (Phan Thanh Hoa, Thien Xuan Dinh, & Van Thanh Dau, 2015)

2.1.3. Investigación sobre las características de la deriva de la temperatura prueba de la fuerza retroalimentación hidráulica de la válvula servo.

Autores: Lei Li, Hao Yan & Changchun Li

Año: 2017

Resumen: La válvula servo es el componente clave en el sistema servo eléctrico-hidráulico. El estado de la válvula de servo la temperatura se

derivan características del sistema de prueba, se estudia en este papel en primer lugar; puesto que la investigación en características se deriva de la válvula servo, de la temperatura que no ha formado teoría sistemática. En cuanto al método de la prueba de la posición cerrado-lazo, se analizaron los algoritmos de la teoría y del cálculo de la deriva de la temperatura de la válvula servo. La simulación y los experimentos demuestran la viabilidad de la prueba de la teoría, y por un gran número de experimentos, los resultados de la deriva de la válvula servo se ponen en la clasificación. Finalmente, se elabora el fenómeno correspondiente, señalando sus causas y las medidas preventivas apropiadas, con la esperanza de reducir el valor influido por la temperatura de la válvula de servo. (Lei Li, Hao Yan, & Changchun Li, 2017)

2.1.4. Implementación en tiempo real y análisis de rendimiento de un PID y un controlador difuso para un proceso lineal utilizando LabVIEW.

Autores: Rishi Raj Saikia & Ramesh H.R.

Año: 2016

Resumen: Este trabajo propone dos métodos diferentes de control de nivel de agua en caso de un tanque lineal. Los métodos son un controlador PID convencional y un controlador difuso. El método defuzzificación utilizado es el método Mamdani. El elemento de control de flujo utilizado aquí es una bomba de alimentación; tanto el controlador Fuzzy como el PID se implementan utilizando LabVIEW y Arduino Mega2560. Finalmente se evalúan las actuaciones de ambos sistemas de control con respecto al IAE, el ISE, el tiempo de subida y el tiempo pico. (Rishi Raj Saikia & Ramesh H.R., Real Time Implementation and Performance, 2016)

2.1.5. Controlador PID programado Gain basado en LabVIEW para una estación de proceso de nivel no lineal.

Autores: Aparna.R & Vishnu Mohan

Año: 2011

Resumen: El objetivo principal de este trabajo es obtener ventaja del sistema basado en la computadora. El PID del hardware se substituye por el PID suave que tiene capacidades de control iguales como el del instrumento. Instrumentación virtual el controlador PID se implementa usando software llamado LabVIEW desarrollado por National Instruments. Hemos utilizado una tarjeta de adquisición de datos (DAQ) para la interfaz con el hardware. Esta tarjeta DAQ es producto de la misma compañía nacional Instruments. El proceso es un amaestrador multi-Loop instalado montado con un tanque cuyo nivel tiene que ser controlado usando un lazo del control de la regeneración. El flujo de la ejecución del proyecto es: las entradas medidas al PID diseñado serán proporcionadas por el transmisor llano. El PID diseñado va a generar la señal electrónica de control necesario. Esta señal será adquirida por la tarjeta DAQ. La tarjeta DAQ la transfiere al convertidor I/P que convertirá los impulsos eléctricos 4-20mA en la señal neumática 3-15psig para accionar la válvula de control. Este PID virtual puede substituir el PID atado con alambre duro. Mediante la implementación de PID virtual se obtiene la libertad de reconfiguración y flexibilidad de la estrategia de control. (Aparna.R & Vishnu Mohan, 2011)

2.1.6. El módulo de monitorización del caudal de agua

Autor: Rahul Ramesh Iyengar

Año: 2016

Resumen: A medida que la población mundial está experimentando continuamente un aumento exponencial, la capacidad de fuente de agua potable se está convirtiendo en una preocupación apremiante. El consumo de agua promedio del mundo por persona se estima en algún lugar entre 120 – 140 litros. Por lo tanto, se convierte en un desafío para generar constantemente la cantidad requerida de agua con el fin de sostener a la población y satisfacer sus necesidades. Este papel apunta al desarrollo de lo no costoso, portátil y en el enchufe ir en la clase del mecanismo de un Módulo del Monitor del Flujo de agua para supervisar el precio de uso del agua por casa y guardar un métrico de ello a fin de cuidar del uso del agua

en un semanario, mensualmente o una base anual métricas como caudal de agua por minuto, por segundo y el total de litros de flujo de agua desde el inicio del día pueden ser capturados por este módulo y se puede obtener una representación gráfica de estas métricas que harán que la interpretación de los datos sea mucho más fácil. Por tanto, se registrará, una conciencia social sobre el desperdicio y el consumo ineficiente de agua puede ser llevada a la sociedad para que se adopten los remedios necesarios y se puedan acoger a medidas para reducir el uso incontrolado e ineficaz de las fuentes de agua. (Rahul Ramesh Iyengar, 2016)

2.1.7. Inteligente Válvula de actuador para sistemas hidráulicos

Autores: D. Garzón, J. López &, A. Escobar

Año: 2015

Resumen: Este artículo presenta la implementación y el desarrollo de un actuador inteligente basado en norma IEEE 1451 y complementándolo con un estado del arte actual. La implementación se desarrolló con elementos electrónicos de bajo costo. La norma IEEE 1451 especifica que como los elementos principales de un actuador inteligente deben ser un actuador, una unidad de procesamiento y un sistema de comunicación, como actuador se utilizó una válvula de bola o esférica la cual es accionada por medio de un servomotor el cual a su vez es accionado por el sistema de desarrollo Arduino, la parte principal del control es la raspberry la cual se comunicó con el Arduino a través del protocolo SSH, la raspberry permite la comunicación a través de Ethernet o una red local a cualquier dispositivo; además el Arduino tiene una comunicación directa a una tarjeta de National Instruments para hacer control análogo de los actuadores y poder controlarlos desde una interfaz. (D. Garzón, J. López, & A. Escobar, 2015).

2.1.8. Desarrollo del sistema de control de flujo basado en Arduino Implenting Fuzzy con controlador PID.

Autores: Godhini Prathyusha & B. Ramamurthy

Año: 2015

Resumen: El objetivo del control de flujo es controlar el rendimiento y el nivel del tanque en un sistema hasta el valor delimitado, después sostener esto a ese nivel y rendimiento de líquido del tubo en la manera asegurada. Fuzzy con controlador PID es la mejor manera en que este tipo de control puede lograrse por el controlador. Aquí hemos desarrollado el sistema de control de flujo usando FPID. La respuesta deseada de la salida puede ser garantizada por el controlador de retroalimentación. (Godhini Prathyusha & B.Ramamurthy, 2015).

2.1.9. Tiempo real aplicación y análisis de rendimiento de un PID y un controlador difuso para un proceso lineal usando LabVIEW

Autores: Rishi Raj Saikia & Ramesh H.R.

Año: 2016

Resumen: Este artículo propone dos métodos diferentes en el control del nivel acuático en caso de un tanque lineal. Los métodos son un regulador PID convencional y un regulador rizado. El método defuzzification usado es el método de Mamdani. El elemento de control del flujo usado aquí es un feed-bomba. Tanto el controlador Fuzzy y PID se implementan utilizando LabVIEW y Arduino Mega2560. Finalmente, los resultados tanto de los esquemas de control son evaluados en cuanto a IAE, ISE, tiempo de subida y la hora pico. (Rishi Raj Saikia & Ramesh H.R, 2016)

2.1.10. Diseño de Construcción de un Módulo Didáctico para el Control de Caudal de Líquidos

Autores: Aza Saraguro Lennin Ramiro, Bastidas Carlosama Danilo Ramiro

Año: 2015

Resumen: El presente trabajo describe el diseño y la construcción de un módulo didáctico para el control de caudal de líquidos, empleando un

control local y remoto por medio de un PLC Allen Bradley MicroLogix 1100, un sistema de bombeo y una interfaz gráfica en el programa de LabVIEW2014. La interfaz gráfica permitirá la visualización de los datos más relevantes, así como también la generación de reportes en hojas de cálculo de Microsoft Excel. La medición de caudal se realiza por medio de un medidor de área variable (rotámetro) y por un medidor de flujo de efecto hall (sensor de paletas rotativas). El control del sistema de bombeo se efectúa por medio de un variador de velocidad Schneider ATV312HU11M2. El controlador PI es desarrollado tanto en el PLC como en la interfaz gráfica, que fue calculado mediante el análisis de los datos obtenidos del medidor de flujo de efecto hall y del setpoint en lazo abierto, por medio del método de Ziegler-Nicholsy con ayuda del system identification toolbox y del simulink blocks del programa de MATLAB R2015a. Para la comprobación del correcto funcionamiento del controlador PI, se utilizó una llave de bola de ¾" de accionamiento manual para el ingreso de perturbaciones al sistema. (Aza Saraguro & Bastidas Carlosama, 2015)

2.1.11. Prototipo de Exoesqueleto utilizados en Rehabilitación infantil con un grado de libertad.

Autores: Pablo Parra, Jomayra Jiménez, Kleber Nuñez & Nino Vega

Año: 2017

Resumen: Este artículo analiza las características y las funciones de los sistemas de la rehabilitación situados en exoesqueleto, detallando los motivos por qué una persona tiende a usar la prótesis y los riesgos a los cuales una persona es expuesta sufriendo una amputación en su cuerpo. Nos muestran el desarrollo de un exoesqueleto prototipo con ajustable medida para niños de 2 a 4 años de edad, utilizando sistemas electrónicos incorporados para el control de movimiento de la prótesis. En este artículo, un estado de la técnica se desarrolla en prótesis y órtesis, abordando el tema de la parálisis cerebral infantil. También se describe la estructura de un prototipo para un

exoesqueleto diseñado para pruebas experimentales con un bebé. (Vega , Parra, Jiménez, & Nuñez, 2017)

2.1.12. Equipamiento didáctico desarrollado con sistemas integrados para el aprendizaje de la ingeniería.

Autores: Nino Vega, Pablo Parra & Daniel Martillo

Año: 2017

Resumen: En este escrito se presenta el desarrollo de una labor didáctica planta, de bajo coste, en el cual es posible hacer prácticas de control clásicas y avanzadas. La variable de control es la intensidad luminosa, este equipo fortalecerá a los alumnos conocimientos de la práctica de las carreras relacionadas con el sector industrial área de control. La implementación cuenta con un circuito eléctrico, que tiene un sensor inteligente, un sistema integrado y, como elementos de actuador, diodos LED, se ha desarrollado una interfaz de monitoreo y control utilizando la herramienta Matlab Simulink. Finalmente, está la parte física donde se realiza el control de la iluminación. El equipo fue probado, aplicando un controlador tipo PID, que verifica el nivel de factibilidad del uso de la planta como instrumento para probar los algoritmos de control. (Vega, Martillo, & Parra, 2017)

2.1.13. Control adaptativo implementado con sistemas embebidos

Autores: Nino Vega, Pablo Parra, Luis Córdova, Joselyne Andramuño & Víctor Navarrete.

Año: 2018

Resumen: En este trabajo de investigación, describimos la implementación de un algoritmo de control adaptativo para ganancias programadas, aplicado a una señal de nivel de líquido. El controlador ha sido integrado en una tarjeta de visita ARDUINO. Se usó una planta de prueba para realizar las pruebas de control. Se obtuvieron dos modelos diferentes para la planta y se llevó a cabo el análisis de rendimiento de los dos modelos, en comparación con el rendimiento de la planta de prueba. Finalmente, se muestran los

diagramas y resultados obtenidos en las simulaciones, así como en la planta real. (Vega, Córdova, Parra, Navarrete, & Andramuño, 2018)

2.1.14. Configuración del alimentador y coordinación de protecciones para una subestación eléctrica.

Autores: Pablo Parra, David Cárdenas, Nino Vega, Esteban Valencia & Ervin Solano.

Año: 2018

Resumen: El presente trabajo realiza la distribución de carga y el estudio de coordinación de protección de la Subestación Sambocity. Después de realizar el estudio eléctrico de las redes de media tensión y recopilar los datos del sistema, el análisis del flujo de potencia se realiza en las condiciones actuales y futuras, tanto en la demanda máxima como en la mínima, que proporcionará información relevante sobre los niveles de tensión en las barras, El consumo y la capacidad de carga de los elementos del sistema, el análisis de cortocircuito en 69kV bar y 13.8kV de la subestación se lleva a cabo, proporcionando corrientes de falla trifásica, línea de línea, línea-línea-tierra, línea-tierra, lo que Sirven para realizar los ajustes y coordinación de protecciones de la subestación, todo ello a través del Software ETAP, que permite realizar estudios de ingeniería para la alimentación de sistemas eléctricos. (Vega, Cárdenas, Parra, Solano, & Valencia, 2018)

2.1.15. Algoritmo de control en cascada desarrollado con sistemas incrustados

Autores: Nino Vega, Pablo Parra, Luis Córdova, Joselyne Andramuño & Johnny Álvarez.

Año: 2018

Resumen: En este artículo, se presentan los resultados obtenidos de varias pruebas de simulación y experimentación real con algoritmos de control en cascada. Se utilizó una planta piloto para controlar dos variables, una de

flujo y otra de nivel. Se obtuvieron dos modelos para la planta de prueba y el algoritmo de control se implementó como un sistema integrado en una tarjeta electrónica comercial. Las respuestas obtenidas muestran un sistema de control efectivo, gracias a su capacidad de anticipación. (Vega, Córdova, Parra, Álvarez, & Andramuño, 2018)

2.1.16. Sistema de levitación magnética con interfaz para control de posición

Autores: Nino Vega, Pablo Parra, Teddy Negrete, Pablo Fuentes & Josep Peñafiel

Año: 2018

Resumen: Este trabajo expone el desarrollo de un sistema de levitación magnética planta e interfaz para controlar la posición de una suspensión de imán permanente y para monitorizar la señal de control. Su interfaz tiene un propósito didáctico para que los estudiantes puedan observar cómo la variable de control del sistema cambia con las perturbaciones, así como el diseño de un controlador PD para una aproximación lineal de un sistema no lineal. La implementación se compone del circuito del controlador (sensor OPAMP y Hall Effect), el circuito de alimentación (transistor y electroimán) y un microcontrolador para comunicarse con la interfaz gráfica a través del ordenador. La interfaz gráfica fue desarrollada con el editor GUI de MATLAB. Se han realizado diferentes pruebas con el prototipo, y verificaron que el controlador diseñado funcionaba correctamente manteniendo el objeto levitante en la posición deseada. (Vega, Fuente, Peñafiel, Negrete, & Parra, 2018)

2.2. Aplicación LabVIEW

2.2.1. Introducción

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) Es una herramienta básica de programación con la finalidad de diseñar sistemas de lenguajes utilizando gráficos como medios de trabajo. Este

programa fue creado por el National Instruments para esquematizar aplicaciones como bases de datos, análisis, control y adquisición. En la siguiente figura 2.1 se puede observar el logo del programa “LabVIEW”.



Figura 2. 1.LabVIEW.
Fuente: *(Instruments National, 1986)*

Las ventajas del LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Los usuarios dan la posibilidad de crear soluciones complejas y completas.
- La aplicación escrita tiene la posibilidad de incorporar en otros lenguajes.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, actualizaciones tanto del hardware como del software y permitiendo cambios.
- Determinar los incrementos de sistemas que incorpora funciones de presentación usando como medios: datos, análisis y adquisición.
- Analizar la disminución en cuanto a aplicaciones menores a 4 y 10 veces, es fácil de aprender, y ya es muy intuitivo.

Con LabVIEW se explican los programas de desarrollo comerciales en aplicaciones de programas de lenguajes con el objetivo de crear códigos. Por otra parte, el SCADA dispone de estilos de gráficos para diseñar diagramas en bloques.

Al apoyarse los símbolos gráficos en su lugar de lenguaje escrito, su elaboración va hacer más imaginativa a la hora de realizar dichos programas, y facilita el uso de programadores profesionales que van hacer dirigidos a personas que desconozcan el tema.

2.2.2. ¿Cómo podemos trabajar en LabVIEW?

Se trabaja con una herramienta de gráficos, el sistema interpreta lenguajes G (gráficos) que van a facilitar su desempeño por lo que presenta una variedad de bloques pre-diseñados, el sistema de aprendizaje se hará más sencillo al momento de realizar el proyecto por lo que el consumidor invertirá poco y su tiempo será menor la transmisión en el interfaz gráfico y su interacción con el usuario será mayor.

Los programas se creados de mediante LabVIEW se los denominó “Instrumentos Virtuales” (VIs), el funcionamiento se imita de un instrumento real y por su aspecto. En la siguiente figura 2.2. se muestra apreciar en cada consta de las dos partes:

2.2.3. El Panel Frontal:

Se puede trabajar con el interfaz gráfico del VIs con usuario. Se puede usar para interactuar con él cuando se está ejecutando el programa de forma que pueda ver los documentos o datos se actualiza con el tiempo real. En esta interface se explica cómo se puede emplear las entradas e indicadores de las salidas. Se muestra en la figura 2.2. cómo usar el diagrama y panel.

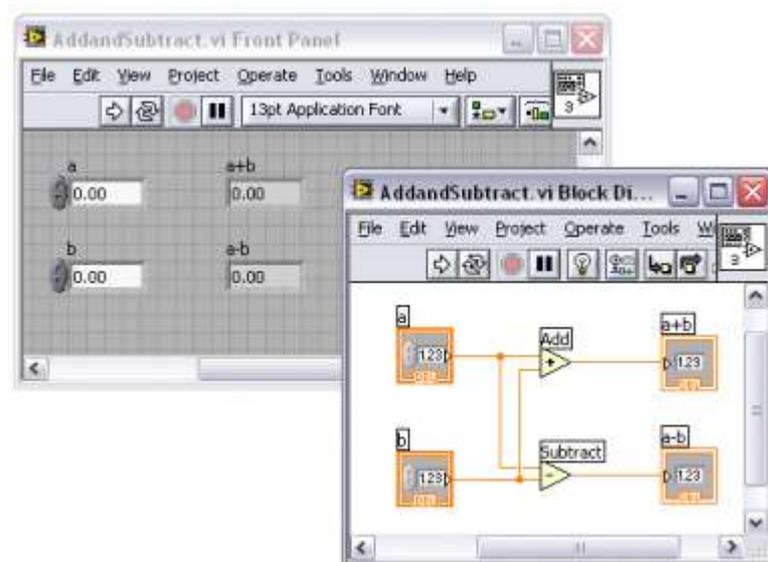


Figura 2. 2. Diagrama de bloques y Panel de Control.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.4. El Diagrama de Bloques:

Se organiza el código se dirige al VI. Aquí es donde se realizará la implementación o se realizarán los procesos de las salidas y entradas para el Panel Frontal. En los indicadores y controles que se colocaron posteriormente, se presenta el Diagrama de Bloques mediante los terminales. Se unen todos diferentemente los elementos y se arma el diagrama del programa.

Las Paletas nos seleccionan las herramientas, para modificar y crear todos los elementos necesarios, indicados en los siguientes numerales:

2.2.5. Paleta de Controles (Controls Palette):

En la figura 2.3. Se utiliza sólo el Panel Frontal que contiene todos los indicadores y controles que se emplea para crear la interface del VIs con el usuario.



Figura 2. 3. La Paleta de Controles.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.6. Paleta de Funciones (Functions Palette):

En la figura 2.4. Se usa el cuadro para contener todos objetivos que se emplean en este proyecto del programa del VIs, ya sean funciones aritméticas, de salida/entrada de señales, operación de datos, etc.



Figura 2. 4. Paleta de Funciones.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.7. Paleta de Herramientas (Tools Palette):

En la figura 2.5. Se usa para modificar y operar los objetos tanto en el panel frontal en el diagrama de bloques.

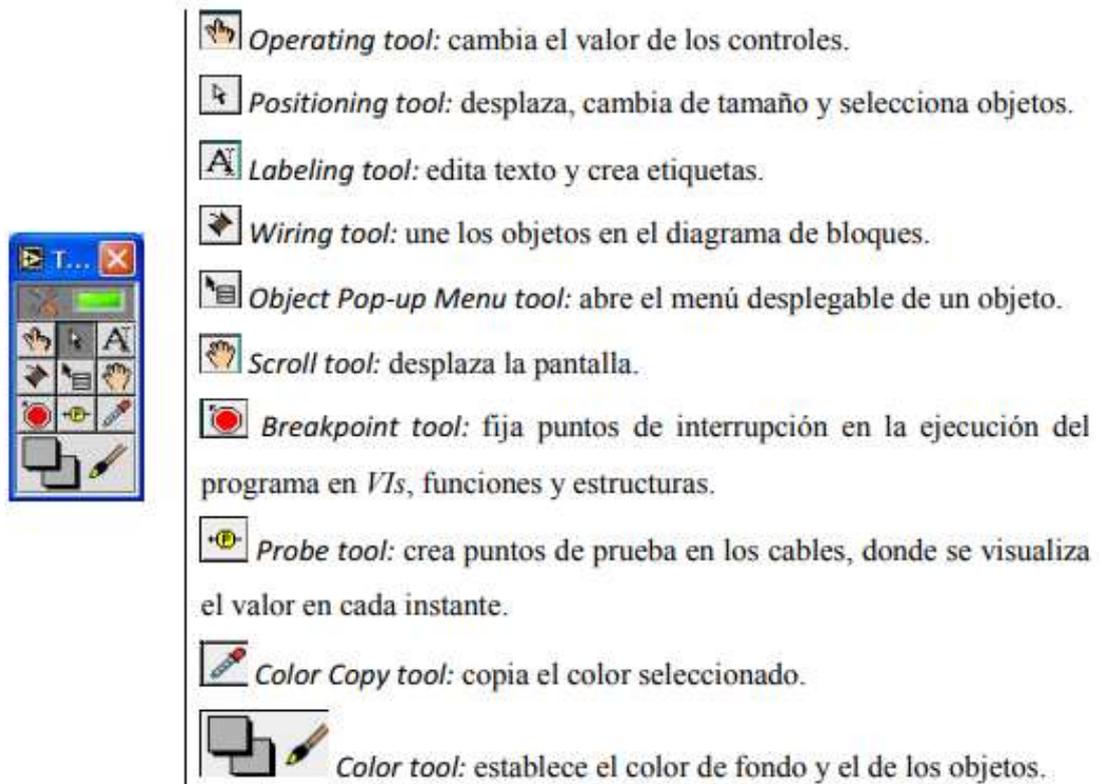


Figura 2. 5.Paleta de Herramientas.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.8. Elaboración a un SubVI

Un SubVI es otro VI de LabVIEW se puede colocar cualquier lugar de un programa del Diagrama de Bloques, los elementos son igual de las paletas. Los métodos equivalentes o funciones de los lenguajes de programación, parecido a Java y C++, con la exclusión que se puede obtener mucho de una salida. El SubVI tiene las tres partes de los principales; el código real (Diagrama de Bloques y Panel Frontal), de un icono personalizado, y panel conector. En las siguientes ventajas:

- Reutilizable.
- Requiere menos memoria.

- Modular.
- Rápida comprobación y eliminación de errores.

Podemos definir un SubVI, creamos en la conversión un basado de grado Celsius a grado Fahrenheit.

1) En la figura 2.6. Se Define en la sección de código del Diagrama de Bloques que queremos convertir a un SubVI:

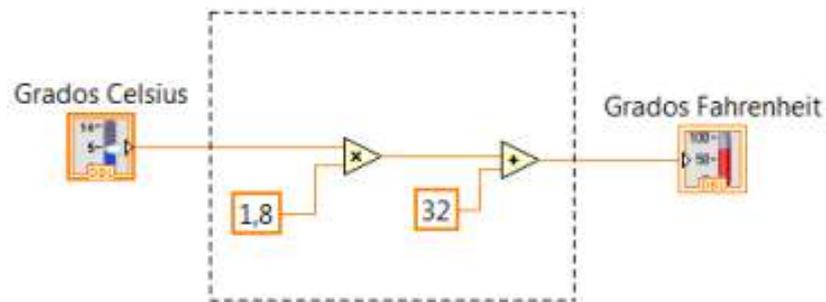


Figura 2. 6. Seleccionamos los dos bloques.
Fuente: (Borja, 2015)

2) Las herramientas seleccionan la barra de Edit se Create SubVI. En la sección que se elige ser reemplazada por un bloque a una salida y una entre un panel y un icono es predeterminado de un conector. Se muestra en la figura 2.7. indica como seleccionar



Figura 2. 7. Sustitución de todos los bloques seleccionados por un SubVI.
Fuente: (Borja, 2015)

3) **La Personalizar el icono:** debe crear un nuevo icono que se puede definir con las funciones del VI se utilizan las herramientas del editor. Para pulsar dos veces del bloque, y se aparece en la nueva pantalla, seleccionamos el Edit Icon haciendo click la mano derecha con el mouse de icono en la esquina de superior derecho. En la siguiente figura 2.8. se ha creado un icono al distinto predeterminado se indica en la operación que realizado el nuevo bloque.

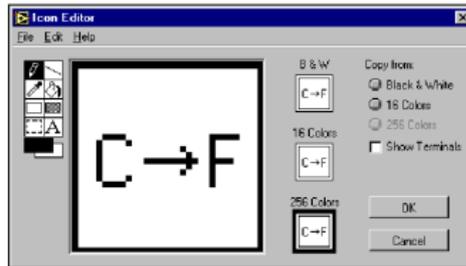


Figura 2. 8. La Edición del icono del SubVI.
Fuente: (Borja, 2015)

- 4) Construcción del panel conector:** el panel se representa visual de las salidas y entradas que estén conectadas en la llamada. En la figura 2.9. Haga click en mano derecho en icono en el superior derecho del Panel Frontal y seleccionemos Show Connector. Veremos los patrones que se pueden elegir de la variable, la salida y entrada depende el número que solo tenga el SubVI.

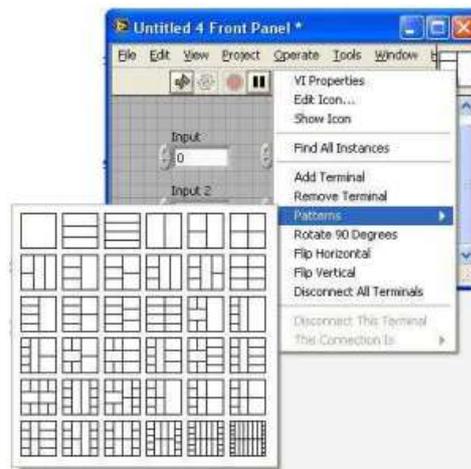


Figura 2. 9. Diferentes patrones del panel conector.
Fuente: (Borja, 2015)

- 5) Insertar de SubVI dentro el VI principal:** La paleta de Funciones, elegir la opción Select a VIs, navegar hasta que se haya guardado el VI y hacer doble click para añadirlo al Diagrama de Bloques.

2.2.9. La Comunicación con Arduino

(Borja, 2015) Debe conectar el Arduino en la placa de trabajo en SCADA y para empezar cualquier tipo de desarrollar el proyecto, solo necesita una

herramienta creado por National Instruments, así como le llamamos LIFA significa LabVIEW Interface for Arduino.

En la figura 2.10. se observa una herramienta que permite al usuario poder leer las entradas analógicas, en control las salidas/ entradas de digitales y se usa para otras características del software de Arduino.



Figura 2. 10. Herramienta de Arduino IDE.
Fuente: (Borja, 2015)

La configuración LabVIEW Interface for Arduino solo es de seis pasos del proceso:

1. Instalar LabVIEW

Se necesita tener LabVIEW 2009 o la versión de superior para que los VIs se reconozca la librería de una herramienta LIFA que funcionen correctamente.

2. Instalar los controladores NI-VISA

La NI-VISA para LabVIEW, Arduino aparece el instrumento conectado a un puerto serie (RS-232), se necesita instalarlo la última versión de NI-VISA.

3. Instalar el IDE de Arduino y controladores

En la página web se puede descargar Arduino en este enlace es totalmente gratuita:

www.arduino.cc/en/Main/Software

Es la primera vez que usa Arduino de la placa al PC mediante de un cable USB, el sistema operativo se avisa con la existencia el nuevo dispositivo y debe instalar el controlador que pueda reconocer las conexiones. Se encuentran en una subcarpeta de drivers.

4. Installer JKI VI Package Manager (VIPM)

VI Package Manager es un gestor que se permite instalar las nuevas herramientas y librerías en LabVIEW de la forma sencilla y rápida. Descarga de su página a través oficial:

vipm.jki.net/get

5. Instalar el Interfaz de LabVIEW para Arduino (LIFA)

Abrimos el VI Package Manager, nos buscamos en la herramienta Instalar el Interfaz de LabVIEW para Arduino y pulsaremos el botón para Instalar.

Después de estos seis pasos de LabVIEW en la comunicación y estar perfecto la tarjeta Arduino, para empezar la implementación el programa por ejemplos básicos es incluidos Instalar el Interfaz de LabVIEW para Arduino, gracias la ayuda de los bloques.

2.2.10. Labview Interface for Arduino

Las herramientas es un conjunto de instrucciones que son totalmente gratuitas que se permite el usuario para adquirir y controlar datos que pueda dar información a través de un microcontrolador Arduino y en el retorno se procesa en la programación gráfica.

Labview Interface for Arduino se proporciona a un poderoso y simple API las salidas es PWM, controla las salidas/entradas de digitales, en las entradas Analógicas, y donde las comunicaciones SPI y I2C, que se permite al desarrollador en la aplicación a la vez en la implementación a un bajo de nivel.

Características:

- VIs de LabVIEW y el firmware son código abierto que permite una completa configuración personalizada.
- Las Velocidades es 200Hz con USB y de 50Hz en las conexiones inalámbricas.
- Ejemplos para tareas básicas y sensores.

- Comunicación mediante Bluetooth, USB o XBee.

2.2.11. Funciones de SubVIs cierre e inicio de las comunicaciones

Los módulos son de cualquier el programa de Arduino, que permiten cerrar e iniciar “la comunicación” con la ayuda tarjeta de la forma de segura, en él incluso nos avisa para surgir algún problema en la transferencia de los datos entre el Arduino y ordenador. En la figura 2.11. Se indican a los parámetros que se vienen por defecto una breve en cada uno se presenta los módulos que se proporcionada con la ayuda de LabVIEW.

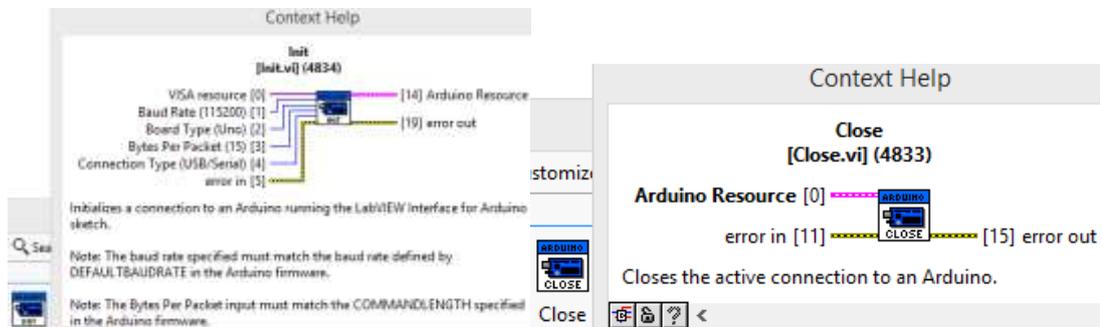


Figura 2. 11. “Bloques de cierre e inicio” de las comunicaciones.
Fuente: (Ni LabView, 2018)

2.2.12. Funciones “LOW LEVEL”

Es un icono de una paleta donde se encuentra en la figura 2.12 de la configuración de los pines de Arduino.

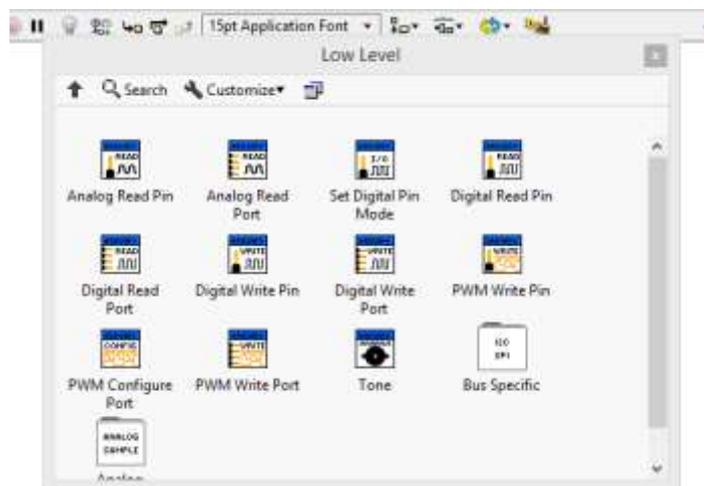


Figura 2. 12. Las funciones de Low level.
Fuente: Autor

2.2.13. Entradas analógicas

Esta instrucción es utilizada para la lectura de una señal analógica de los pines de entrada de la placa Arduino. En la tabla 2.1. de instrucción se le configura el número de pin que se quiere usar.

El pin de lectura de entrada analógico	
El puerto de lectura de entrada analógico	

Tabla 2. 1. Low level para entradas analógicas.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.14. Entrada/Salida de Digitales

La instrucción sirve para configurar los pines digitales. En la configuración se le asigna el número de pin que se quiere usar y de qué tipo va a ser, si de entrada o de salida, lee la señal que está entrando por el pin que ha sido previamente configurada como entrada y para enviar una señal por el pin que ha sido previamente configurado como salida. En la tabla 2.2 se muestran los cuadros correspondientes cada entradas y salidas.

Configuración el modo pin digital como entrada o salida	
El pin de Lectura o escritura digital	
El puerto de lectura o escritura digital	

Tabla 2. 2. Low level para entrada/ salida de digitales.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.15. PWM

En la tabla 2.3. se indica el cuadro correspondiente cada su función: Pin de escritura PWM se escribe un valor entre 0-255 en la salida especificada en el pin. PWM la configuración el puerto se indican los pines y devuelve el valor de los puertos configurados. Puerto de escritura PWM se controla las tres salidas PWM cuyo número de pines los recoge del valor PWM pines. Los

valores de cada señal se suministran en los pines de entrada PWM 0, PWM1 y PWM 2.

Pin de escritura PWM	
PWM Configuración el puerto y el puerto de escritura PWM	

Tabla 2. 3. Low level para PWM.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.16. Serial Peripheral Interface (SPI)

Es la comunicación que nos permite usar principalmente para la transferencia de información para el bloque. Se muestra en la tabla 2.4. en cada su PSI

“Master, escritura/lectura y cierre del bus SPI”	 SPI Init	 SPI Send Receive	 SPI Close
“Configuración del orden de bits” (MSBF, LSBF)	 SPI Set Bit Order		
“Soporte para múltiples velocidades de reloj”	 SPI Set Clock Divider		

Tabla 2. 4. Low level a Serial Peripheral Interface.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.17. Funciones construidas para pantallas motores y sensores

Es un icono de una paleta donde se encuentra la configuración de los pines de Arduino. En la figura 2.13. se muestra el contenido de las siguientes instrucciones.



Figura 2. 13. Las funciones de motores y sensores.
Fuente: Autor

2.2.18. Sensor IR, Fotocélula y Termistor

El sensor nos permita seleccionar en cada su estructura de proyecto, que pueda crear bloque para que pueda trabajar con su prototipo. Se muestra en la tabla 2.5. de varios sensores.

"Termistor configurable para leer temperaturas"	
"Fotocélula para leer intensidades de luz"	
"Sensor IR de proximidad para detectar objetos"	

Tabla 2. 5. Funciones pre-construidas para termistor, fotocélula y sensor IR.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.19. Leds RGB

La configuración de pin de la salida y el otro para escritura del color en cada pin selecciona. Se muestra en la tabla 2.6. son construida para led de vario color.

“Configuración de los pin para la salida de cada color”	
“Escritura del color en cada pin seleccionado”	

Tabla 2. 6.Funciones pre-construidas para LED RGB.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.20. Display de 7 segmentos

El Display son la que se su configuración para pin de salida, el carácter debe ser la escritura. Se muestra en la siguiente tabla 2.7. es construir para el Display.

los pines de configuración salida	
un carácter de escritura	
un string de escritura	

Tabla 2. 7. Funciones pre-construidas para Display de 7 segmentos.
Fuente: (Borja, 2015)

2.2.21. Servomotores

En estas funciones de vario se indican, el puesto de pin, número de servo, lectura de grado, la entrada y salida de servo, etc. Se muestra en la tabla 2.8. son las funciones de servos.

Definición de servomotores del número conectados	
La Asignación de la salida a cada motor se define un pin	

Eliminación del servo asignado a un pin	
La Definición del ángulo el servo que debe tomar	
La lectura del último escrito de motor en grados	
Define el ancho de pulso, que se enviar al servo, en μ s	
Lectura del último ancho μ s de pulso	

Tabla 2. 8.Funciones pre-construidas para servomotores.
Fuente: (Borja, 2015)

Se muestra las funciones de algunas librerías se puede usar para cualquier proyecto. LIFA también posee varios ejemplos para contruidos o facilitar el desarrollo de los nuevos programas.

Los bloques están perfectamente explicados su ayuda de LabVIEW, y arteramente recomendable se analizar sus entradas y salidas se puede qué tipos de datos utilizar.

2.3. Arduino

2.3.1. La historia de Arduino

Se comienzo en Italia, en el instituto se dedicaba la enseñanza de cómo diseñar interactivo, uno de los docentes, proponer a diseñar su propia placa de hardware para poder trabajar con sus estudiantes, ya está disponibles en el mercado con los precios prohibitivos.

Los fundadores que siguieron del proyecto, de Massimo Banzi y David Cuartielles, varios con los otros colaboradores, se decidieron publicar avances en la red, liberando los diferentes implementos del hardware y software, por tanto, que sea libre. Con la parte del fabricante se publica sus librerías para que sus compilaciones sean libres.

“Debido la gran acogida son la parte de la comunidad de desarrolladores” (Borja, 2015), el Arduino se ha ido creciendo, y tan actualmente se posee a una gran cantidad de los productos, por lo tanto, las placas de accesorios y módulos.

2.3.2. ¿Qué es Arduino?

Arduino, según Massimo Banzi, uno de sus creadores, es una plataforma de computación física de código abierto basada en un simple tablero de E/S y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de procesamiento. Personalmente, se da por aceptada la posición de Richard Stallman y Free Software Fundación sobre cómo nombrar un software que respeta las libertades del usuario para ejecutar, estudiar, cambiar y distribuir el programa de software original y modificado por el usuario. Así que por lo general prefiero referirme a dicho software, en lugar de usar la denominación de Software Libre Aburrido, con el término Software Libre o Software Libre para que el lector pueda comprender claramente que se da importancia a las libertades, no sólo al acceso del código fuente.

Teniendo en cuenta las consideraciones hechas para el software y las de trasladar al mundo del hardware, se prefiere usar el término “libre hardware” en lugar de Open Source Hardware para que quede claro que estamos más preocupados por las libertades dadas al usuario usando libre hardware en lugar del acceso abierto a los diseños de hardware.

Así mismo se señala el hecho de que la mayor parte del éxito de Arduino se debe a una emocionante comunidad de desarrolladores, hackers, aficionados que aportan código, documentos guías en el arduino.cc y otros sitios web. Por lo tanto, en mi opinión, una mejor definición de *Arduino* sería:

un hardware físico libre basado en una simple tarjeta de entrada / salida (E / S), un desarrollo en que implementa el lenguaje de procesamiento y una comunidad de usuarios que comparten sus conocimientos y experiencias en sus proyectos basados en Arduino.

2.3.3. Las Placas de Arduino:

Hay varias las placas, pero solo voy a mencionar a cinco Arduino.

- Uno
- Nano
- Mega 2560
- Leonardo
- Pro Micro

2.3.4. Los Módulos

Los desarrolladores de aplicaciones electrónicas han difundido una gran variedad de módulos que permiten realizar proyectos Arduino, es por eso que a continuación se describirán una lista de sensores:

- GSM
- The Ethernet
- El WiFi
- Motor
- TWireless SD

2.3.5. El Arduino componentes internos

Al dar un vistazo a la placa, lo que hay dentro son los componentes de un Arduino Uno. (fig. 2.13). que se encuentra enumerado los componentes internos los más importantes del tablero y se describen en la siguiente:

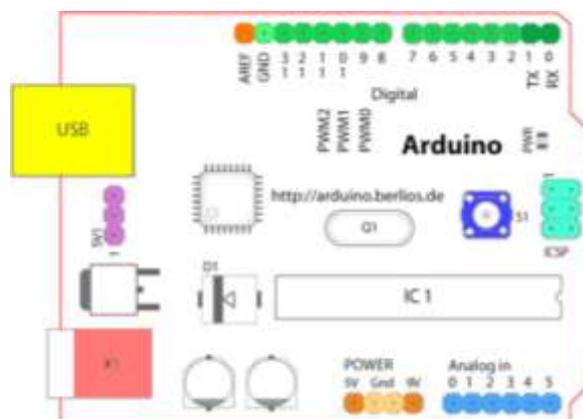


Figura 2. 14 Componentes principales de la tarjeta Arduino
Fuente: (Banzi, y otros, 2012)

- Pin analógico (celeste).
- Tierra digital (crema naranja).
- Pernos digitales 2-13 (verde).
- Pines digitales 0-1 / TX / RX (verde oscuro): los pines no pueden usar para la entrada / salida de digital (“digitalRead y digitalWrite”) también se utiliza en la comunicación en serie (Serial.begin)
- Botón de reinicio - S1 (azul oscuro y el centro blanco).
- Programador serial en circuito (azul-verde).
- Analog In Pins 0-5 (Azul Clara).
- Pasadores de potencia y tierra (potencia: naranja, motivos: naranja claro).
- Fuente de alimentación externa (9-12 VCC) - X1 (rosa).
- Alterna la alimentación externa y la alimentación USB (coloque el puente en los dos pines más cercanos al suministro deseado) - SV1 (púrpura).
- USB (amarillo)

2.3.6. Características de tarjeta Arduino Nano

La tarjeta Arduino nano es llamada así porque se utiliza en los proyectos de robótica, una pequeña placa es muy poderosa y está basada en un microcontrolador ATmeda328, tiene 32 KB de memoria flash para almacenar códigos, así como también dispone de 2 KB de SRAM y 1KB de EEPROM, cuenta con 14 entradas y salidas/ digitales de los cuales 6 son utilizados como salidas PWM aparte tenemos 6 entradas analógicas, un cristal oscilador de 16 M Hz. Se muestra en la tabla 2.9. con la característica de la placa Arduino.

Microcontrolador	ATmega328
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V

Voltaje de entrada (límites)	6 – 20V
Digital pines I/O	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entra analógica	6
Corriente DC para pines de I/O	40 mA
Corriente DC para pin de 3.3V	50 mA
Memoria flash	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj	16 MHz

Tabla 2. 9 Características de la placa Arduino
Fuente: Autor

2.4. Medidores

Actualmente, el interés por la medición se ha desarrollado en muchos países en todo del mundo en industrias productoras de medidores de tipos volumétricos, velocidad e inferencial con gran variedad de mecanismo de trasmisión, de medida y registro, en la figura 2.15. se presentan los componentes del medidor son tres etapas: cuerpo, cámara y registro.



Figura 2. 15 Componentes del medidor de agua
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

2.4.1. Funcionamiento del medidor convencional

Su funcionamiento se deriva en los dos tipos que presenta a continuación:

2.4.2. Chorro Único

Es de uso doméstico, se lo usa principalmente como contador divisional y su funcionamiento es de agua, que actúa directamente en la turbina, cuya rotación por el medio de engranajes como relojería, se transforma en metros cúbicos tal como se presenta en la figura 2.16.

La cámara del medidor no sufre ningún desplazamiento, solo en forma vertical, facilitando así la eliminación de minúsculas impurezas para el agua; por regularidad de corriente del chorro por la carga de pérdida es baja. Se puede ver en la figura 2.17.

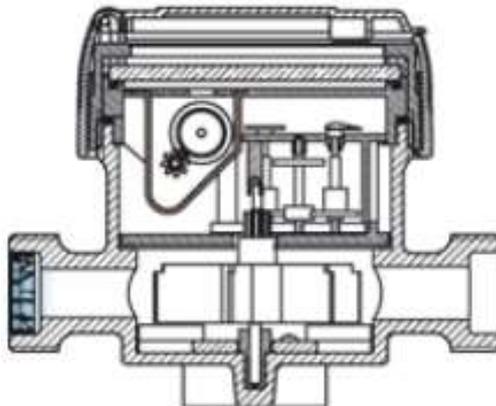


Figura 2. 16 Medidor de agua Chorro Único
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

El contador para agua de chorro único puede ser de tres tipos:

- Contador de esfera seca, con relojería separada del flujo del agua. En este caso la transmisión se produce a través de un acoplamiento magnético.
- Sumergida en el agua y rodillos protegidos contenidos en una cápsula sellada. Transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Completamente sumergida en el agua con transmisión directa desde la turbina a los engranajes.

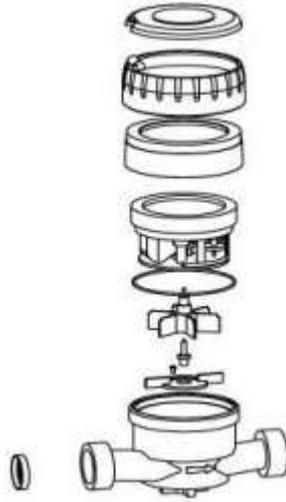


Figura 2. 17 Componentes del medidor de agua Chorro Único.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

2.4.3. Chorro Múltiple

El contador se utiliza tanto para el área doméstica e industrial contiene una serie de tubos que se encuentran en la parte inferior por el distribuidor en la figura 2.18. Antes de impactar con las turbinas de chorros simétricos se la mantienen en perfecto equilibrio, pues permite que el contador del agua se conserve a lo largo del tiempo y mejorar la prestación de hidráulicas con desgaste. En la figura 2.19.

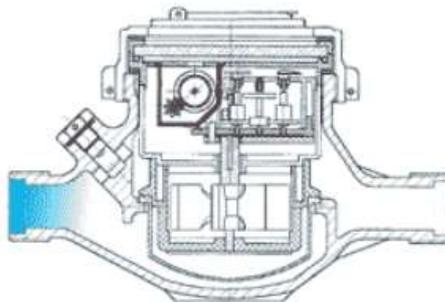


Figura 2. 18. Los líquidos de medidor con chorro.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

El contador con chorro múltiple puede ser de tres tipos:

- Contador de esfera seca, con relojería separada del flujo de agua. En este caso la transmisión se lleva a cabo a través de un acoplamiento magnético.

- Sumergida en rodillos y líquido protegidos en una cápsula con sellada.
- Se transmite directa de la turbina a los engranajes.
- Completamente sumergida en líquidos con transmitió directo en la turbina a los engranajes.



Figura 2. 19. Componentes del medidor de agua Chorro Múltiple.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

Los medidores poseen internamente un mecanismo para el paso de líquido, en este es el que las agujas se mueven continuamente y los números están ubicados por la parte superior del registro del medidor tipo caratula. El funcionamiento del medidor se basa en la entrada del líquido a la cámara de ser produciendo la medición por el movimiento de un pistón o una turbina por el empuje de agua.

- **Los números:** en la figura 2.20. el medidor este hecho de un código de colores por lo cual podemos usar los colores para que nos indique cada él metros cubico y el verde para los litros.



Figura 2. 20. El numérico son indicador.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

- **Las agujas:** en este proceso se debe para saber la cantidad de líquidos que este marcando con la ajuga como un reloj en este proceso en la

figura 2.21. se llama factores según será la cantidad que se indicará la
ajuga.

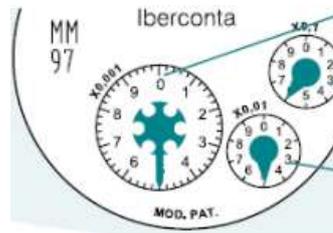


Figura 2. 21. La aguja se Indicadores.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

Hay que darse cuenta el indicador se trabaja de conjunto y el comienzo para
marcar un numero anterior no ha pasado de 0 a 9.

- (X0,0001): en la figura 2.22. se mide el paso del agua cada 100ml.



Figura 2. 22. Indicador de aguja para decenas de litro.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

- (X0,001): en la figura 2.23. el paso del líquido por un litro.



Figura 2. 23. Indicador de aguja para litros.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

- (X0,01): en la figura 2.24. marca el paso del agua por 10 litros.



Figura 2. 24. Indicador de aguja para decenas de litros.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

- (X0,1): en la figura 2.25. se va marcando los cientos de litros.



Figura 2. 25. Indicador es de cientos de litros.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

Todo el mundo de medidor se mide las cantidades de líquidos, no todo se leer en misma manera, por lo cual es necesario de conocer el medidor como solo los tipos de fabricante utilizados.

2.4.4. Características generales de un medidor de agua

En la figura 2.26. se muestra la característica de un medidor:

- Registro sellado al vacío
- Carcasa: Bronce
- Temperatura máxima 50°C
- Cumple con norma ISO 4064
- Válvula antiretorno opcional o Protección Magnética
- Niples y conectores incluidos – NPT
- Recubrimiento externo epóxido
- Filtro interno
- Máxima presión de trabajo 16 BAR

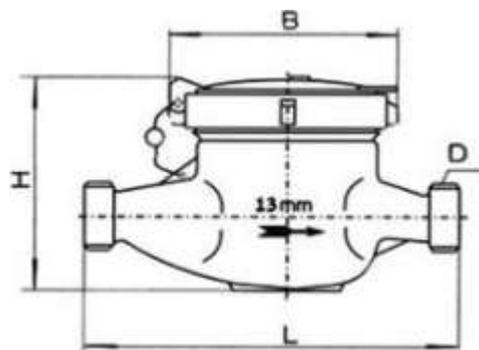


Figura 2. 26. Gráfico General de un medidor convencional de agua.
Fuente: (Lara Naranjo & Molina Salazar, 2011)

2.4.5. Interfaz Arduino Sensor De Flujo

El sensor de flujo de agua, también es llamado flujo metro o caudalímetro, se puede utilizar en varios proyectos con Arduino de cualquier tipo de placas que se utilice de donde tenga que mover líquidos y se necesita medir el

caudal que está pasando por nuestro sistema. Es muy fácil medir el flujo de agua o líquido utilizando el sensor de flujo de agua YF-S201 con Arduino.

2.4.6. Cómo funciona el sensor YF-S201

En la figura 2.27. se muestra que el método de trabajo es detallado, el YF-S201 es un sensor de flujo de agua el cual está constituido por un cuerpo de plástico, un rotor, y un sensor de efecto Hall, una rueda que se gira de turbina incrustada con un imán se coloca en una envoltura de plástico cerrada y se coloca un sensor de efecto Hall; y, por lo tanto, el flujo magnético interfiere con el sensor Hall, la tasa de interferencia depende de la velocidad del flujo de agua, por lo que el sensor de efecto Hall produce una salida de señal de pulso, esta salida de pulso se puede calcular como volumen de agua.

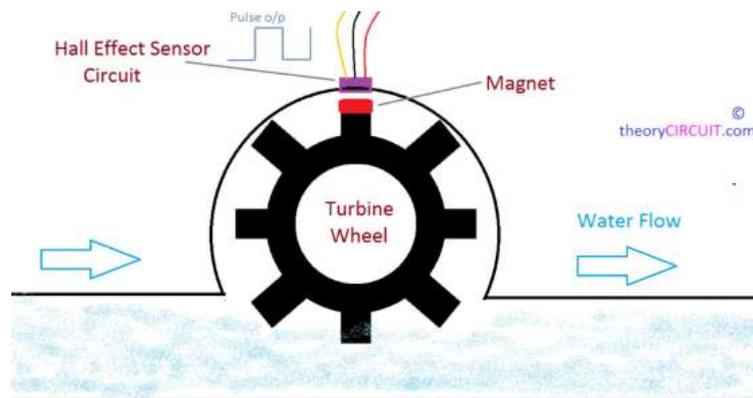


Figura 2. 27. Demostración dentro de un sensor.
Fuente: (*theorycircuit, 2013*)

2.4.7. Características de sensor:

Se muestran en la tabla 2.10. las características técnicas de sensor:

Sensor de Flujo YF-S201	
Tipo de sensor	Efecto Hall
Voltaje de funcionamiento	5 a 18 V DC

Max consumo de corriente	15 mA a 5 V
Tipo de salida	5V TTL
Trabajo Caudal	1 a 30 litros / minuto
Temperatura de funcionamiento	-25 a 80 °C
Humedad de trabajo Rango	35% -80% de humedad relativa
Precisión	± 2%
Velocidad de flujo características del pulso	Frecuencia (Hz) = 7,5 * Caudal (L / min)
Pulsos por litro	450
Detalle de los tres cables de conexión	Rojo: es Positivo (+) Negro: es Negativo (GND) Amarillo: transmite la señal

Tabla 2. 10. Característica de funcionamiento.
Fuente: Autor

2.5. Válvula esférica

Una válvula de esfera o de bola, es un mecanismo de la llave de paso, sirve para regular el flujo canalizado situado en el interior, tiene la forma de una esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido de la esfera perforada, de tal forma que permite el paso del fluido, se está alineada de la perforación con la entrada y la salida de válvula. Cuando la válvula este cerrado, el agujero esta perpendicular en la entrada y en la salida. La posición de manilla actúa indicado el estado de válvula, abierta o cerrada.

Este tipo de válvulas no ofrece una regulación precisa al ser de ½ de vuelta. Ventaja que la bola perforada permite que se circule directa a la posición

abierta con la pérdida de carga se basta la más reducida se asiente, y corta el paso girando la palanca de 0° a 90°cierrado el conducto.

La válvula manual se puede cerrar rápidamente, lo que produce un golpe ariete. Para evitar de la acción humana se debe estar equipadas con un servomotor, motorizado, hidráulico o neumático. Se muestra en la figura 2.28. la válvula de esfera.

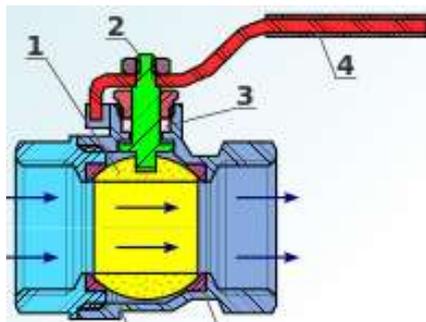


Figura 2. 28.válvula de esfera.
Fuente: Wikipedia

2.5.1. Descripción de los componentes de la válvula:

Los componentes de la válvula son:

- Roscas tipo Hembra - Hembra (H - H).
- Medida: 1/2".

Que da un paso total y no restringe en el paso de agua; la manija de la palanca tiene como identificación FV.

2.5.2. Características Técnicas Generales:

Las características generales son:

- El producto probado de 500 PSI por la duración de un minuto y para resistir oxidación o corrosión, sin presentar desgates o fugas.
- El sistema de cierre está probado de 2000 ciclos por conforme de norma.
- En el funcionamiento de adecuado desde veinte hasta ciento veinte y cinco PSI.

- Para superficie con acabados de granallado es el propio de la broncearía de hasta bajo contenido de plomo que contenga al menos del 2,5% como se muestra la medida de llave esférica en la figura 2.29.

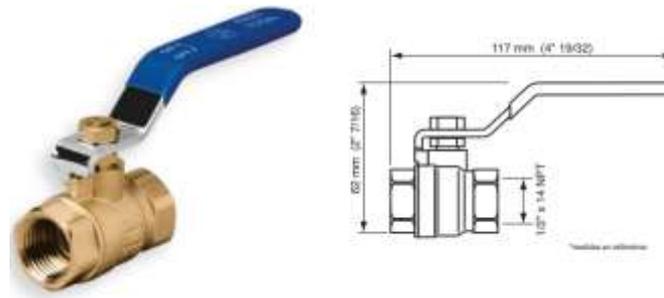


Figura 2. 29. Medidas en milímetros.
Fuente: (fvandina, 2014)

2.6. Las pérdidas en la carga de válvulas

2.6.1. La presión pérdida es debida a válvulas

Cuando el agua se desplazó por la tubería recta, diámetro constante y de larga, el flujo de la configuración, se indica a la velocidad de distribución con respecto al calibre, la forma de adoptar con la característica, se muestra en la figura 2.30. la fuerza de flujo.

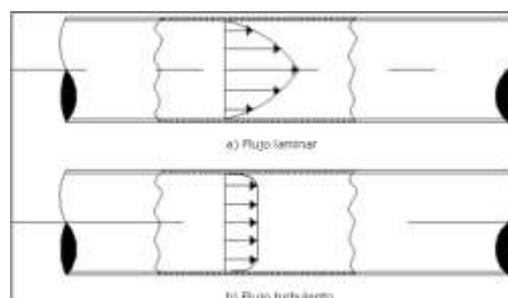


Figura 2. 30. Fuerza de flujo en tuberías
Fuente: (MONTERROSO LÓPEZ, 2012)

Cualquier forma de la tubería se cambia de la dirección se pase la corriente en la forma total o parcial, la configuración se altera de la característica de ocasiona turbulencia, flujo, causando la pérdida de energía mayor con normalmente se produce por una simple fricción de lo largo de una recta

tubería. Para estar claro debemos instalar una válvula con la configuración de agua, en la figura 2.31. se produciendo una pérdida de la presión.

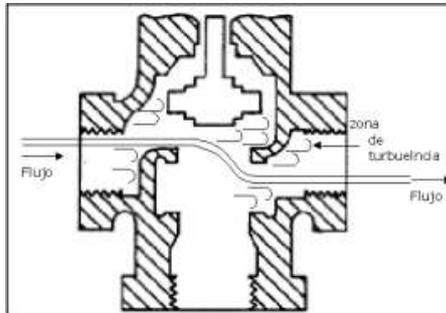


Figura 2. 31. La válvula de geometría y turbulencia
Fuente: (MONTERROSO LÓPEZ, 2012)

Las pérdidas que sufren pueden ser por:

- La presión en la tubería de entrada y en este efecto es pequeño.
- La presión en la tubería de salida y en este efecto puede ser muy grande.
- La presión dentro de la válvula.

De acuerdo al experimento, es difícil de medir, las tres caídas por separada; sin embargo, por el efecto combinado es la cantidad deseada y pueda medir con el exacto de métodos bien conocidos. En la figura 2.31. se muestra los dos tramos de tubería en mismo longitud y diámetro. El tramo de superior se contiene una válvula de globo.

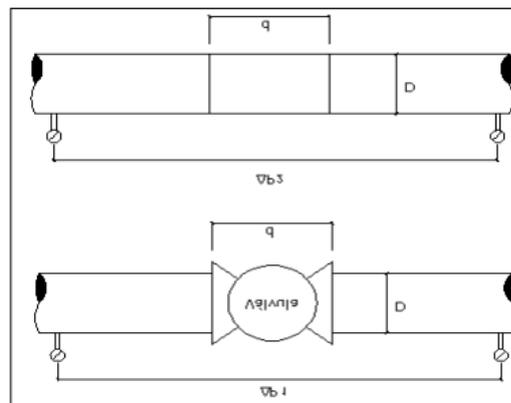


Figura 2. 32. La caída de presiones de tuberías sin válvula y con válvula
Fuente: (MONTERROSO LÓPEZ, 2012)

“Las pérdidas de presión ΔP_2 y ΔP_1 miden los puntos en indicados, se encuentra la ΔP_1 es mayor que ΔP_2 , debí a la ocasionada por la instalación turbulencia de la válvula, la cual de repente algún tipo de válvula, por su diámetro, su material y su geometría interna.”.

2.6.2. La pérdida entre la velocidad y presión de flujo

Muchos experimentos han demostrado que las perdidas, son debido a la válvula, la función de este expone que es constante a la velocidad. La gráfica con la velocidad de logarítmicas de la caída de presión y la caída de perdida las coordenadas, se muestra en la figura 2.33. la curva es una línea recta.

Nº. de curva	Medida	Nominal	Tipo de Válvula
	pulg	mm	
1	$\frac{3}{4}$	20	Válvula de globo de hierro fundido, clase 150, modelo en Y, asiento plano.
2	2	50	
3	4	100	
4	6	150	
5	$1\frac{1}{2}$	40	Válvula angular de broce, clase 150 con obturador de anillo recambiable, asiento plano.
6	2	50	
7	$2\frac{1}{2}$	65	
8	3	80	
9	$1\frac{1}{2}$	40	Válvula de globo convencional de broce, clase 150, con obturador de anillo recambiable, asiento plano.
10	2	50	
11	$2\frac{1}{2}$	65	
12	3	80	

Tabla 2. 11. Información de pérdida de presión.
Fuente: (División de ingeniería de CRANE, 1992)

La velocidad varía entre de 2,1 y 1,8 para estos diseños de las válvulas; sin embargo, para los casos prácticos, se aceptan pérdidas de presión o presión de caída y es debido al flujo del agua. Con esta relación la pérdida de presión y velocidad no permite que todas las condiciones de este funcionamiento, un ejemplo es que “las válvulas de retención son válidas sólo si hay flujo suficiente para mantener el obturador totalmente abierto”. Es decir, la línea recta obtenida de las curvas son ensayos, que se definen con las condiciones y que el caudal es obligatorio para obtener una válvula

de retención de total apertura en la posición, como se muestra en la tabla 2.11. la pérdida de presión.

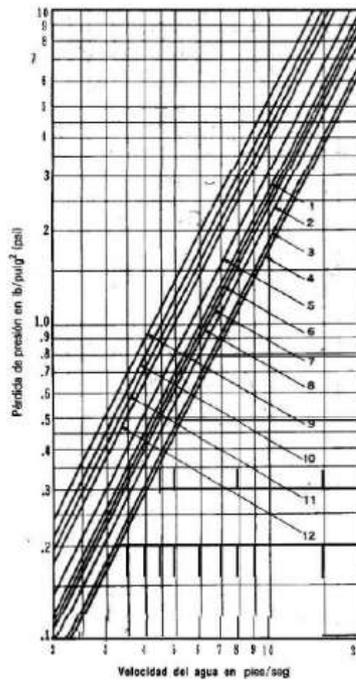


Figura 2. 33 La pérdida de la presión del agua y velocidad
Fuente: (División de ingeniería de CRANE, 1992)

2.6.3. La Coeficiente de resistencia K

Los valores que experimentan las pérdidas de energía en las válvulas se reportan en los términos de un coeficiente de la resistencia K como la siguiente:

$$h_f = K \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

En la ecuación, k , h_f y v son fórmulas para determinar el coeficiente de resistencia cuando se indica una pérdida o ganancia de energías usando velocidades en el flujo del tubo. El coeficiente de la resistencia debido adimensional se representa en una constante de pérdida de energía y carga de velocidad.

La fórmula de la energía, por la carga de velocidad $v^2/2g$ la fórmula se le expresa por un común en metros (N*m/N) de fluido en movimiento. Debido a

la fórmula de K es adimensional, tiene las mismas unidades por la pérdida de energía. Se muestran en la figura 2.34. las válvulas.



Figura 2. 34 Las válvulas disponibles comerciales de acero.
Fuente: (División de ingeniería de CRANE, 1992)

2.6.4. Longitud equivalente

La energía es la perdida de fluido que circula en una válvula y se dan resultando de la formula. El método para determinar el coeficiente K se representa en la forma:

$$K = \left(\frac{L_e}{D}\right) f_T$$

El valor L_e/D , es llamado relación de longitud equivalente es considera constante para un tipo de acoplamiento o válvula. El valor de L_e se denomina la longitud equivalente y es la longitud de un tubería recta en el mismo nominal diámetro de la válvula, en la misma resistencia. El diámetro es D de la tubería.

La factor de f_T es de fricción a la tubería que está conectada a la válvula o acoplamiento. Los valores f_T es varían según del tamaño de la tubería y la válvula, es el valor del coeficiente de resistencia K .

En la tabla 2.12. Se presenta la lista de los valores f_T de los tamaños estándar de tubería.

Tamaño nominal de la tubería (pulgada)	Factor de fricción f_T	Tamaño nominal de la tubería (pulgada)	Factor de fricción f_T
$\frac{1}{2}$	0.027	$3^{1/2}$, 4	0.017
$\frac{3}{4}$	0.025	5	0.016
1	0.023	6	0.015
$1^{1/4}$	0.022	8 - 10	0.014
$1^{1/2}$	0.021	12 - 16	0.013
2	0.019	18 - 24	0.012
$2^{1/2}$, 3	0.018		

Tabla 2. 12. Factor de fricción para tubería comercial de acero.
Fuente: (División de ingeniería de CRANE, 1992)

2.6.5. Coeficientes de flujo

El coeficiente de flujo, también conocido como coeficiente de capacidad, nos permite sacar el resultado de flujo que circula por la válvula en la función de la presión diferencial. En la fabricación de válvula, es sobre todo que está relacionado con válvulas de control, conveniente expresar la capacidad de la válvula y de las características del flujo de la válvula en función de un coeficiente de flujo. Los tipos de coeficientes que existen son tres:

- Coeficiente A_v (coeficiente área de la válvula)
- Coeficiente K_v (coeficiente K de la válvula)
- Coeficiente C_v (coeficiente C de la válvula)

El coeficiente C_v

Podemos usar como C_v , dado en la siguiente formula:

$$C_v = Q \sqrt{\frac{G_s}{\Delta_p}}$$

Dónde:

- Δ_p = diferencial de presión (psi)
- G_s = gravedad específica del fluido
- Q = flujo volumétrico, caudal (gal/min)
- C_v = coeficiente C de la válvula (adimensional)

El coeficiente K_v

$$K_v = Q \sqrt{\frac{G_s}{\Delta_p}}$$

Dónde:

- G_s = gravedad específica del fluido
- Δ_p = Diferencial de presión (bar)
- Q = Flujo volumétrico, caudal (m^3/h)
- K_v = Coeficiente K de la válvula (adimensional)

El coeficiente A_v

El Sistema Internacional de Unidades (S.I.) en la siguiente ecuación:

$$A_v = Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta_p}}$$

Donde:

- ρ = Densidad del fluido (kg/m^3)
- Q = Flujo volumétrico, caudal (m^3/s)
- Δ_p = Diferencial de presión (pascales)
- A_v = Coeficiente área de la válvula (m^2)

Cualquiera de los tres coeficientes. Es decir, el coeficiente de forma de diferencial la presión y su correspondiente caudal.

CAPÍTULO III: Diseño, implementación y prueba.

3.1. Diseño

3.1.1. Diseño sistema mecánico de proceso

El diseño de proceso es una técnica grafica para entender en la figura 3.1. y permitirá ayudar a identificar el proyecto. El agua que se circula de una bomba de agua a través de las tuberías de líquido cuando llegue en el sensor de flujo nos permita ver los valores de caudal de control PID en interfaz. Se muestra la forma como se conectarán cada uno de los componentes según figura 3.1. La bomba de agua de la entrada de tubo se entrega el líquido a la válvula después que sigue el sensor y luego regresa al reservorio en este proceso es un lazo cerrado para controlador PID.

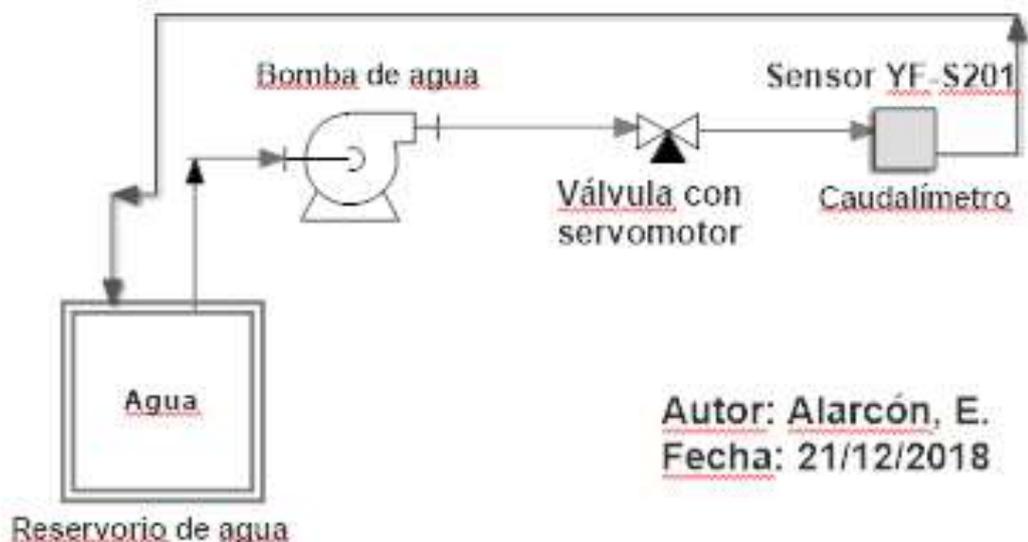


Figura 3. 1. Diagrama de proceso.
Fuente: Autor

3.1.2. Plano de la caja de manera

En la figura 3.2 se presentas el diseño de la caja donde va ser alojado todo el prototipo el cual será construido de madera.

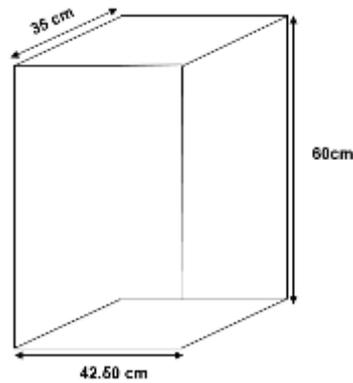


Figura 3. 2. Diseño de la caja de madera.
Fuente: Autor

3.1.2. Diseño del circuito eléctrico y de control

Son las guías de donde se puede ver la instalación electrónica y eléctrica, el prototipo de proyecto en la figura 3.5. donde indica cada el paso que se puede imprimir el trabajo de titulación.

El diseño de un proyecto se hace el proceso con el control PID convencional una válvula y se lea el caudal con el PID. Donde se comunica el PID, se comunicará PC en Arduino con la programación C. También se puede programar grafica de Labview con la ayuda de visa serial de comunicación de usuario interface.

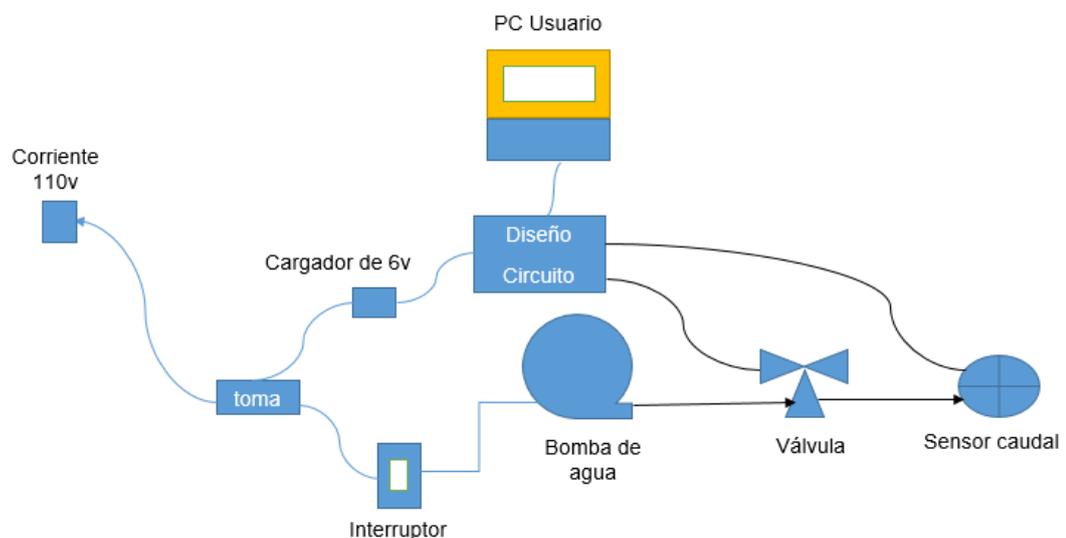


Figura 3. 3. Circuito de control y proceso convencional.
Fuente: Autor

3.1.3. Diseño circuito eléctrico

Al diseñar el circuito eléctrico, es necesario que la ubicación de cada componente sea el que presenta en la figura 3.4 que es interruptor, bomba de agua y lo que corresponde al A1; que a diferencia del convencional es mucho más simple y tiene buena respuesta.

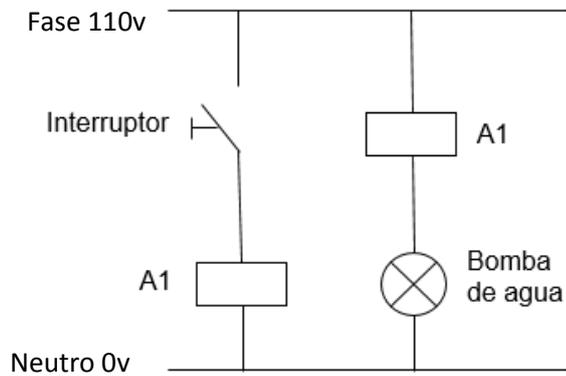


Figura 3. 4. Diseño de eléctrico.
Fuente: Autor

3.1.3. Diseño de circuito control

En cuanto al diseño del circuito control son el caudal donde por medio del Arduino se generará la fuerza junto al servo, donde finaliza el proceso en sí, acciones que provocarán controlar lo proporcional integral, derivándose de manera auto-sintonizado, conjuntamente siendo una solución del caudalímetro para medir la cantidad de agua que estarán distribuidas en tuberías, además, usando el parámetro del modelo discreto y la especificación con el diseño presentado se obtendrán los parámetros del controlador. Se muestra en la figura 3.5. el diseño de control.

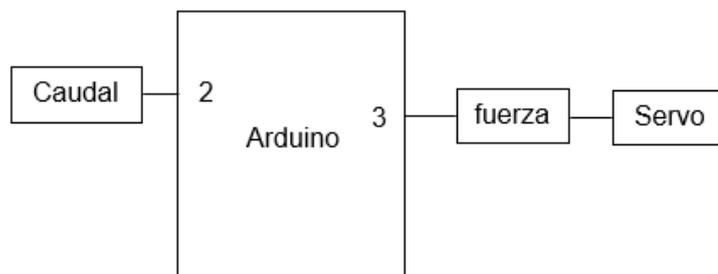


Figura 3. 5. diseño de control.
Fuente: Autor

3.1.4. Diseño del Equipo

Se muestra en la figura 3.6. el diagrama de flujo, nos indicará cómo funciona el proceso de control PID. El inicio debe crear el código de la Librería de servo, describe el programa de servoválvula y también para el caudal, pero debe usar la variedad de controlador PID con los datos de K_p , K_i y K_d en esta matemática debe usar para el función proporcional-integral-derivada.

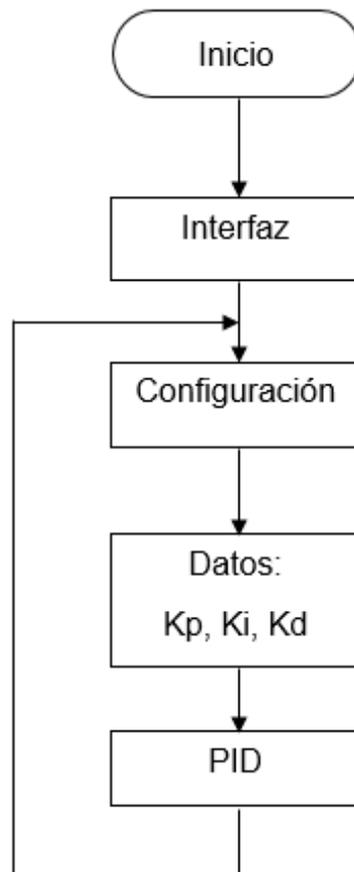


Figura 3. 6. Diagrama de flujo.
Fuente: Autor

3.1.5. Diseño de Hardware

En el diagrama de bloque se pueden observar las conexiones que se realizaron para el funcionamiento del proceso que está encargado de la activación del servomotor que pone en funcionamiento a la válvula y el sensor para mediar el caudal con el PID, la fuente de 6V para alimentar los dos instrumentos, por cual utiliza un cable USB proporcionada por interfaz, conectado directamente con la tarje Arduino Nano. Se muestra en la figura 3.7. el diagrama de hardware.

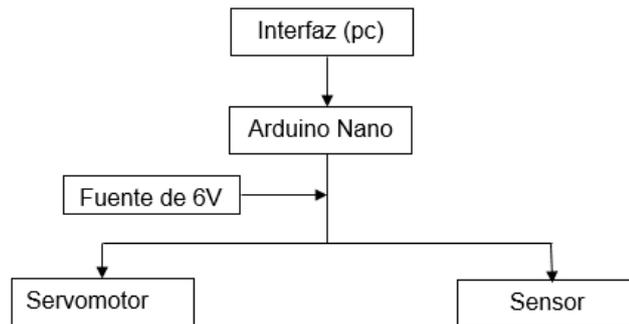


Figura 3. 7. Diagrama de bloques del circuito.
Fuente: Autor

3.1.6. Circuito en Protoboard

Este circuito nos indica la conexión que necesita el Arduino en Protoboard con el servo y el YF-S201, indicamos el servomotor conectado con la fuente de 6V, el cable negro a tierra ósea negativa (0V), rojo se conecta a positivo (6V) y el amarillo la señal válvula al pin D3, e igual para el caudal, pero el pin D2 la señal podemos ver la imagen donde nos coloca el Arduino. En la siguiente figura3.18.

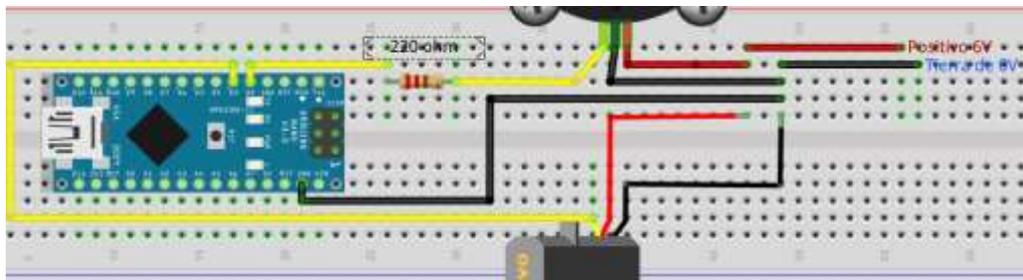


Figura 3. 8. Protoboard la conexiones.
Fuente: Autor

En la figura 3.19 se muestra que esta armado el circuito y trabaja correctamente el prototipo de titulación.

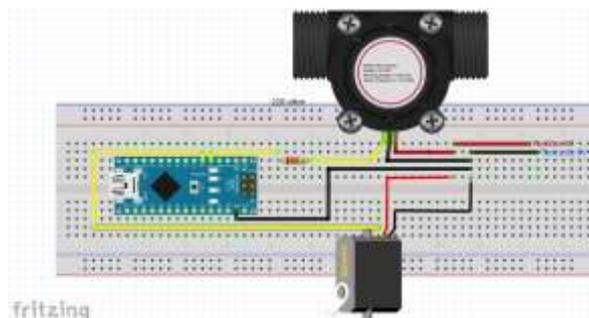


Figura 3. 9. Protoboard sensor y servo.
Fuente: Autor

3.1.7. Diseño de controlado PID

Control PID significa Control Proporcional, Control Integral y Control Derivativa. En un lazo de controlador PID está diseñado para eliminar la necesidad de supervisión a una operación por la parte de los operadores.

En la figura 3.8. un principio de la utilización de este tipo de sistemas de control de industrias y control de producción, se puede observar la precisión y rapidez con la que el sistema se estabiliza en la necesidad planteada.

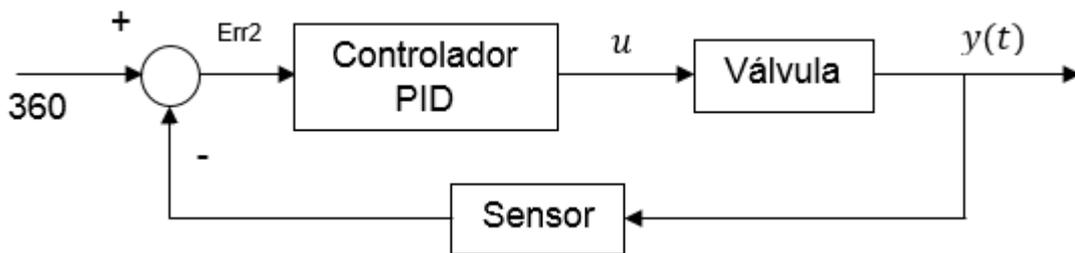


Figura 3. 10. Sistema de control lazo cerrado con controlador PID.
Fuente: Autor

3.1.8. Presupuesto

En la siguiente tabla 3.1. se describe en cada material que se va utilizar el proyecto.

Cantidad	Materiales	Costo Unidad	Costo Totales
1	Caudalímetro YF-S201	9	\$9
1	Servomotor MG995	14	\$14
1	Arduino nano	7.50	\$7.50
1	Cable USB hembra por USB macho 1.8m	1.50	\$1.50
1	Conector de 6 pines	1	\$1
1	Adaptador AC/DC 6V-1 ^a	3.50	\$3.50
1	Bomba de agua (1/2 HP)	35	\$35
2	Llave esférica	2.96	\$5.92
1	Caja de madera	0	\$0

4	Cable gemelo 16 AWG	0.58	\$2.32
1	Interruptor	0.49	\$0.49
1	Toma sobreponer (corriente)	0.76	\$0.76
2	Enchufe 2P ABS amarillo	0.80	\$1.60
10	Grapa plástica 8mm	0.023	\$0.23
5	Cinta teflón ½ x 10m	0.25	\$2.25
11	Neplo roscable ½ x 15 cm	0.47	\$5.17
3	Neplo roscable ½ x 10 cm	0.40	\$1.20
4	Neplo roscable ½ x 6 cm	0.28	\$1.12
13	Codo roscable HH ½	0.45	\$5.85
1	Codo roscable MH	0.99	\$0.99
5	Unión roscable ½	0.58	\$2.90
2	Bushing Polipropileno 1" a ½"	1.31	\$2.62
1	Neplo corrido tuerca ½	0.42	\$0.42
1	Tee roscable ½	0.59	0.59
	Total		\$105.93

Tabla 3. 1. Tabla de costo total.
Fuente: Autor

Se realizó un presupuesto general del trabajo, sin tomar en consideración la programación de Arduino y el programa LabView, un costo total de \$105.93 dólares americanos.

3.2. Implementación

3.2.1. Sistema mecánico del Proceso de proyecto

Este es el diseño de proceso en la figura 3.1. anterior, pero ya se tiene el prototipo hecho en proyecto. En la laptop se presenta la interface está conectado por el USB a un Arduino no se ven en la imagen, pero lo demostraremos cada el paso elaborado la implementación, según se muestra en la figura 3.9.



Figura 3. 11. Implementación de proceso.
Fuente: Autor

3.2.2. La caja de madera

La figura 3.2. muestra el diseño de la caja, para lo cual se debe contratar a un carpintero para su construcción, de tal manera que quede bien el peso de la bomba de agua. En la siguiente figura 3.10.



Figura 3. 12. Caja de madera.
Fuente: Autor

3.2.3. Implementación control y eléctrico

El diseño que se ha adquirido de señales y obtención de datos se utiliza el lenguaje gráfico en Labview, ya que tiene una buena excelente interface gráfica. Y la plataforma de prototipos electrónica que se usa el código abierto (open-source) la basada en hardware y software flexibles; y fáciles usar lenguaje C y copilar de Arduino. El Arduino trabajamos con el control PID.

3.2.4. Circuito eléctrico.

A terminar, cuando tenga todos los materiales empezamos armar el circuito de eléctrico y va en la parte de abajo al dentro de la caja de madera en la figura 3.11.



Figura 3. 13.conexión de corriente.
Fuente: Autor

Lo que ven en la figura 3.11. es la conexión de corriente de 110V para alimentar la bomba de agua y cargador de 6V se muestra en la siguiente figura. 3.12.



Figura 3. 14. Toma corriente y las dos conexiones.
Fuente: Autor

En la figura 3.12. la corriente estará conectado el interruptor la Bomba de agua, enchufe el color amarillo como está la conexión vea en la siguiente figura 3.13.



Figura 3. 15. Interruptor bomba de agua.
Fuente: Autor

3.2.5. Circuito de control

La figura 3.12. el cargador está conectado la corriente a lado enchufe amarillo. El Adaptador AC/DC de 6V es para alimentar electrónica de sensor y la válvula, de positiva y negativa los dos también está Arduino solo de tierra para comunicarse la placa. En la figura 3.14. se muestra circuito armado.

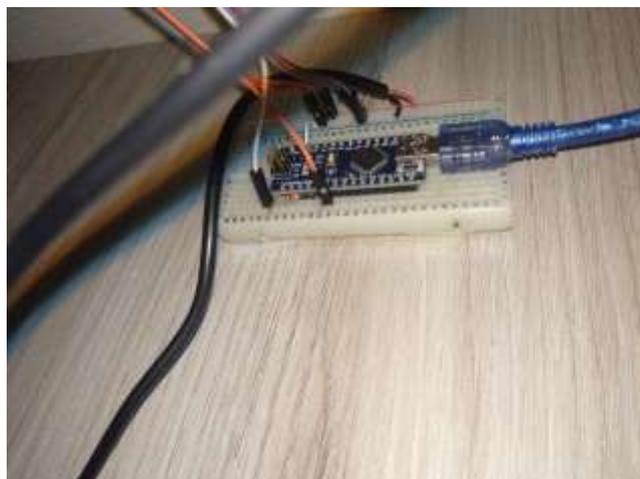


Figura 3. 16. Circuito y conexión.
Fuente: Autor

3.2.5.1. Las conexiones de colores Arduino a componente.

La conexión de los colores es para indicar donde se conecta Arduino de servo (fig.3.15.) y el sensor (fig3.16.). A decir que los colores son los que va es el positivo, negativos y la señal de entrada. En las siguientes figuras

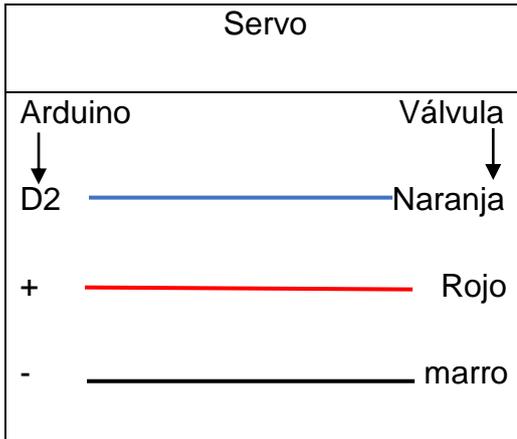


Figura 3. 17. Conexión de servo.
Fuente: Autor

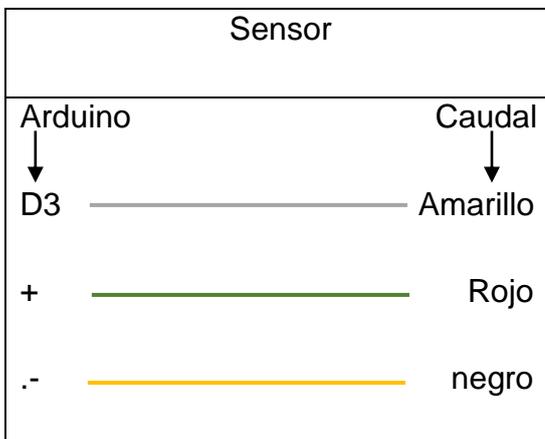


Figura 3. 18. Conexión de sensor
Fuente: Autor

3.2.6. Prototipo de proyecto

Al terminar en la parte adentro de la caja, se debe construir el tubo de la bomba de agua, un caudalímetro medir la cantidad de líquidos que circula

por una tubería y con el uso de una válvula controla en este parámetro. Se muestra en la siguiente figura 3.17.



Figura 3. 19. El prototipo de proyecto.
Fuente: Autor

3.2.7. Desarrollo del software

El código que se muestra la señal de oscilatorio en control PID que nos permita ver a través en Serial Plotter, pero también podemos poner en una transmisión para SCADA.

```
#include <Servo.h>
Servo servoMotor;
double C;
float u2=0, Setpoint=360, error1=0, Integral=0, Suma=0, error2=0, Output, derivar=0, kp=4,
ki=0.42, kd=0.6;
int pin=2;
void setup () {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  servoMotor.attach(3);
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  C=caudal(pin);
  error2=Setpoint-C;
  Integral=error2+error1;
  derivar=(error2-error1);
  Suma=Suma+Integral;
```

```

u2=-1*(kp*error2+ki*Suma+kd*derivar);
if (u2>25)
u2=25;
if(u2<-25)
u2=-25;
u2=u2+45;
servoMotor.write(u2);
//transmision (Setpoint);
//Serial.println(Setpoint);
Serial.println(C);
//Serial.println(error2);
}
double caudal(int pin) {
double deltat=0,t11,t21,caudal=0;
int b1=0;
double sample_time=400;
const int buttonPin = pin; // Se configura el pin de comunicacion para el caudalímetro
int buttonPushCounter = 0; // counter for the number of button presses variable para
contar el numero de pulsos
int buttonState = 0; // variable para el estado del pulso actual
int lastButtonState = 0; // Variable para el estado de pulso anterior de caudalímetro
pinMode(buttonPin, INPUT);
do {
    if ( b1 == 0 ){
        t11= millis();
        b1=1;
    } // Serial.print("T2 ");
    t21=millis();// Serial.println(t2);
    deltat=t21-t11;
    if (deltat <=sample_time){ // lee el pin del caudalímetro
        buttonState = digitalRead(buttonPin);
        // compara el pulso anterior con el estado del pulso actual
        if (buttonState != lastButtonState) {
            // si hay cambio de etado se umeta contador de pulso
            if (buttonState == HIGH) { // si el cambio de
estado es de bajo a alto del pulso se aumenta el conteo del contador de pulsos
                buttonPushCounter++;
            }
            // se guarda en el estado anterior del pulso el pulso actual
            lastButtonState = buttonState;
        }
    }
    else
    {
        b1=0; // se encera bandera para el contador de tiempo
        transcurrido en la medida del tiempo de pulsos
        caudal=(double)
        (((((buttonPushCounter/sample_time)*1000/7.5)*60)*10)/36);// se convierte a caudal e
numero de pulsos en cm3/seg
        buttonPushCounter=0;// se encera el contador de pulsos
    }
}

```

```

    } while( deltat<=sample_time );// se cierra el lazo de conteo de pulsos

    return caudal;
}
void transmision (double A)
    {
        // put your main code here, to run repeatedly:
        String stringTodo = String(A);
        Serial.print(stringTodo); //Se envía stringTodo por el puerto serial
        Serial.println();
        delay(10); //se da un tiempo de espera al sistema
        if ( Serial . available ( ) > 0 ) { // se lee del puerto serie el valor del setpoint y las constantes
        del controlador kp,ki,kd respectimente
        double w = Serial . parseFloat ( ) ;
        delay (10);
        Setpoint=w;
        }
        Serial.flush();// se desactiva la comunicacion
    }
}

```

3.2.8. Programación gráfica de SCADA

Este trabajo se utiliza para poder leer la lectura de visa serial o sea en Arduino tiene su función con lenguaje C, pero podemos crear el diseño en LabVIEW para poder ver en la pantalla del PC tal como se muestra en la figura 3.20. de bloque del lenguaje gráfica.

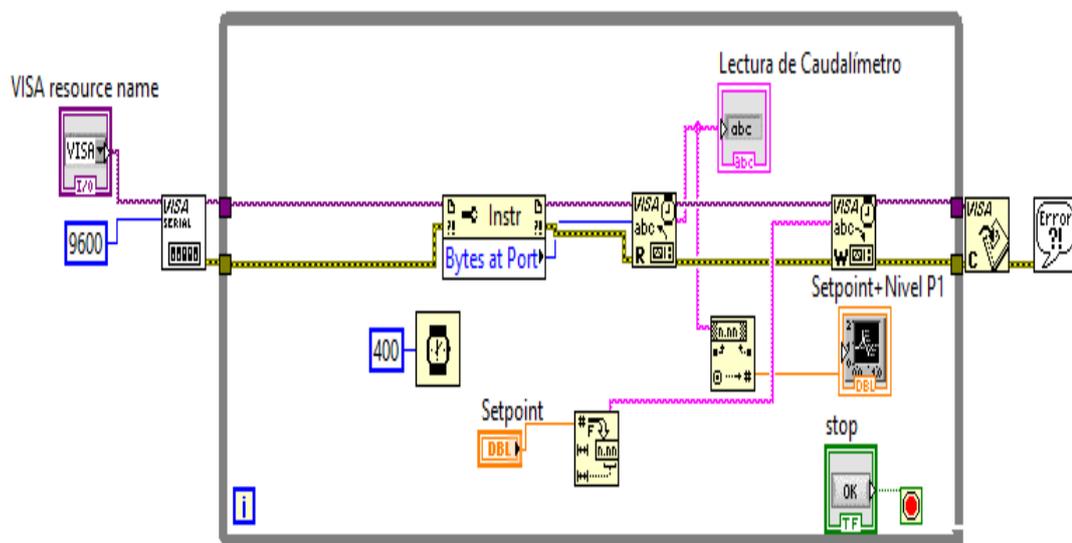


Figura 3. 20. Programación gráfica de bloque en visa serial
Fuente: Autor

3.2.9. Plataforma de SCADA

En la figura 3.21. se muestra la ventana de Labview y se considera que en todo bloque hizo en la figura 3.20. donde se terminó de programar la gráfica y armar el frontal de panel.

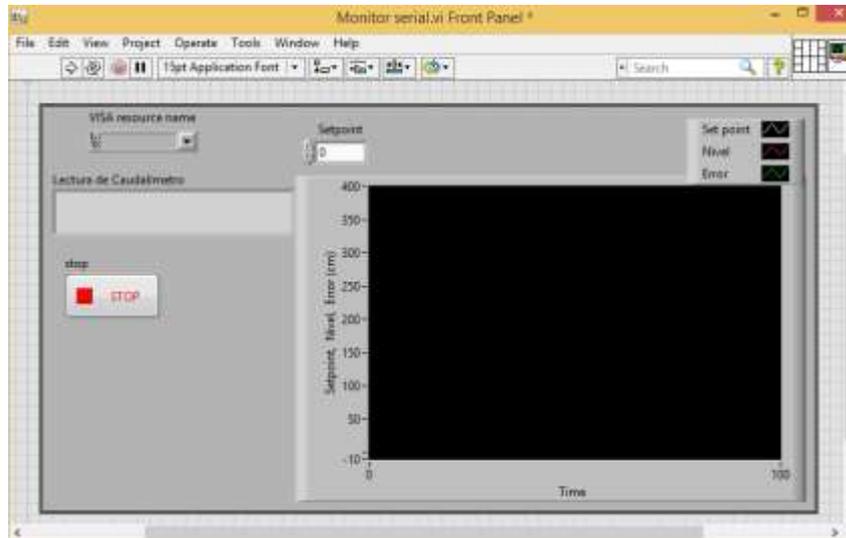


Figura 3. 21. Ventana de visualización en LabVIEW.
Fuente: Autor

3.2.10. Controlador PID

Se mostró la figura 3.8. anterior de diseño controlado PID, ahora tenemos en prototipo usando con el código de Arduino y la maqueta de titulación.

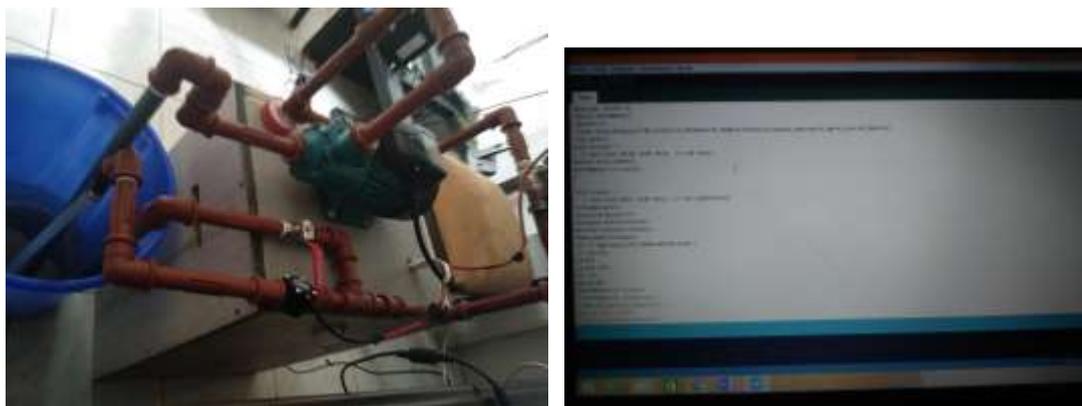


Figura 3. 22. Prototipo de controlador PID.
Fuente: Autor

3.3. Prueba de funcionamiento.

Se procede a realizar las actividades que correspondieron al diseño e implementación tanto de hardware como de software de la planta a escala

que se detallaron en el capítulo tres, luego se trató acerca de la presentación de resultados y elaborar un análisis de resultados obtenidos.

3.3.1. Resultado de caudal de los valores de los litros/minutos y litros /horas

Al realizar las pruebas de funcionamiento, se pudo observar que cada grado de movimiento fue exitoso, la lectura de medición se presentó en la interface de manera correcta, en lo cual se pudo comprobar con el valor obtenido en la interfaz programada.

Y se procedió a realizar 9 pruebas con los grados de 70° es cerrado hasta 10° es abierto todas haciendo un ensayo de prueba y de manera aleatoria se puede observar en la siguiente tabla.

Prueba	Grado	Litros / horas	Litros / minutos
1	60	8	0
2	55	8	0
3	50	53-62	1
4	45	323-332	5
5	40	449-458	7
6	35	521-530	8
7	30	593-602	9-10
8	25	611-620	10
9	10	620-629	10

Tabla 3. 2. Valores obtenidos de interfaz.
Fuente: Autor

3.3.2. El resultado de controlador PID

Una vez ejecutado en el programa se debe dirigirse a la ventana de comandos de Arduino o SCADA.

3.3.3. Software de Arduino

Arduino se programa el lenguaje C y es donde se desarrolla el controlador PID, con la llamada PID se puede progresar con el servo que pueda calibrar con la función de Kp, Ki y Kd. Cuando la válvula permita visualizar interfaz con la ayuda de sensor. Para terminar el desarrollo matemático del sistema

de bloque de calibración se llega al extremo de trabajo y se muestra en la siguiente figura 3.23.

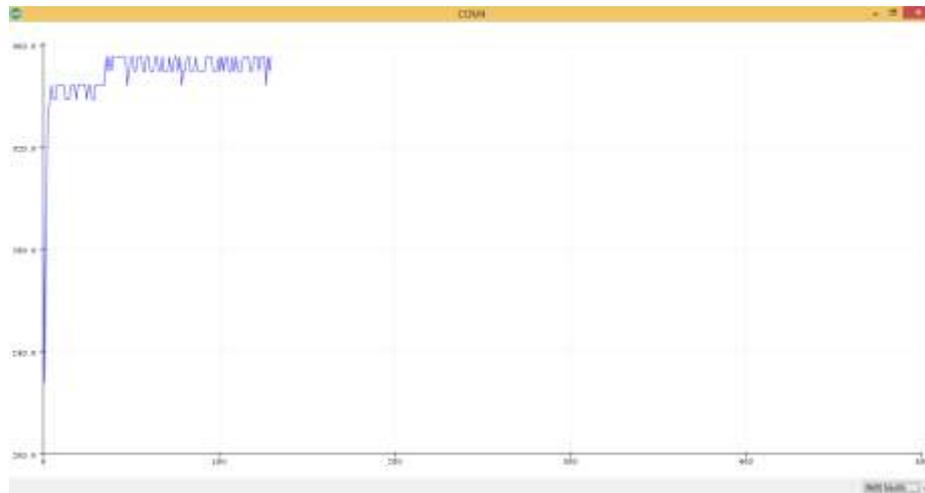


Figura 3. 23. Identificación de sistema en Arduino control PID.
Fuente: Autor

Para la prueba de hardware se realiza la prueba final de todo el funcionamiento del sistema control PID. En la figura 3.24. se muestra el funcionamiento de Arduino sin ningún error en estado.



Figura 3. 24. Funcionamiento del control PID.
Fuente: Autor

3.3.4. Software de SCADA

Así mismo se puede trabajar con el software LabVIEW, para empezar, se obtendrá el código de Arduino de control PID, además se busca la ayuda de la comunicación en visa serial de SCADA en este frontal tiene el diagrama

bloque hay que diseñar la gráfica para que puede funcionar este trabajo. Ver la siguiente figura 3.20.

El resultado de proyecto se muestra que el flujo de agua funciona correctamente con el sistema control PID (hardware) de igual manera el software está bien diseñado; la simulación y visualización realizadas en Arduino a Labview se ejecutan en el orden y tiempo establecidos tal como se aprecia en la plataforma de instrumentación virtual Labview. En la figura 3.25. se muestra la plataforma en LabVIEW

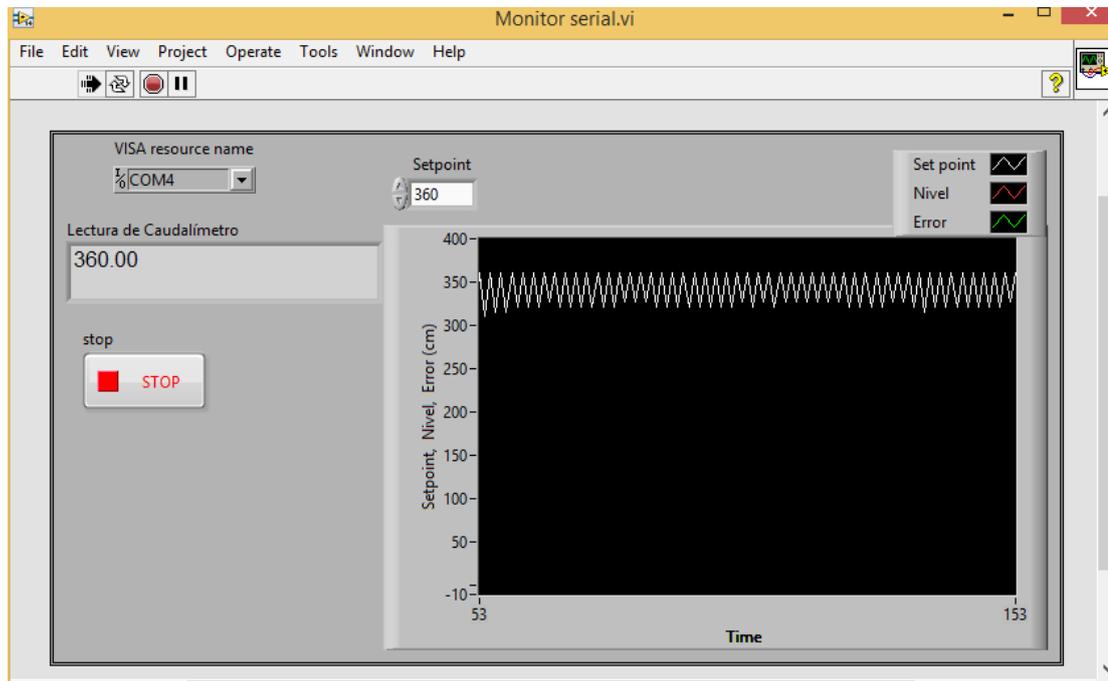


Figura 3. 25. Resultado de control PID.
Fuente: Autor

CAPÍTULO IV: Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- En cada conocimiento de los elementos de electrónica, el material debe ser utilizando el servoválvula que debe ser construido por dos piezas de llave esférica con base de servomotor que es mecánico-eléctrico; a continuación, con la ayuda del caudal (flujo) que es lo principal, permitirá medir todos los líquidos a través de una interface.
- El sistema mecánico-eléctrico de la válvula convencional permite controlar de forma rápida el caudal de líquido en una tubería como se demuestra con las pruebas realizadas en esta investigación.
- El programa de interface que se desarrolló para el monitoreo y control de las variables del proceso (caudal, señal de control y setpoint) permite al usuario monitorear los cambios realizados en tiempo real.
- Se requirieron varias pruebas experimentales para la calibración de los valores de las constantes K_i , K_p y K_d del controlador PID.
- Los componentes utilizados de bajo costo, permitieron desarrollar el trabajo de prototipos, con el uso del software que es muy eficiente y escalable todo esto; sin embargo, se debe procurar un mayor tiempo en el desarrollo del proyecto.

4.2. Recomendaciones

- Es importante que los docentes enseñen a los estudiantes, que deben tomar en cuenta este proyecto como guía, para que puedan analizar y realizar un estudio profundo, donde pongan en práctica ésta investigación, misma que permite mejorar la medición del agua que circula por una tubería con el uso de una válvula.
- Se puede también implementar en la interface de usuario, con el LabVIEW para diseñar el grafico virtual de aplicación, es decir, al implementar con otro método o técnica como se trabajó el presente proyecto de titulación, que controle o manipule y visualicen los valores.
- Se recomienda que antes de comenzar a diseñar, hay que tener en claro cómo funciona cada elemento que se utilizará, pues al leer detenidamente todas las hojas de datos y especificaciones deben ser compatibles con la versión del software.

Referencias

- Aparna.R, & Vishnu Mohan. (2011). *Labview Based Gain scheduled PID Controller for a Non Linear*. University College Of Engineering & College Of Engineering Kidangoor, Department Of Electronics And Communication, Thodupuzha y Kottayam. Recuperado el 14 de 11 de 2018, de <http://www.iosrjournals.org/iosr-jece/papers/Conf-%20ICFTE%E2%80%9916/Volume-1/2.%2005-11.pdf>
- Aza Saraguro, L., & Bastidas Carlosama, D. (2015). *iseño y Construcción de un Módulo Didáctico para el Control de Caudal de Líquidos*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra: docplayer. Recuperado el 05 de abril de 2019, de <https://docplayer.es/77503533-Aza-saraguro-lennin-ramiro-bastidas-carlosama-danilo-ramiro.html>
- Banzi, M., Cuartielles, D., Igoe, T., Martino, G., Mellis, D., & Zambetti, N. (Octubre de 2012). *"La Tarjeta electrónica es abierta para basada en hardware y software se flexibles para la creación de prototipos de proyecto*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2018, de Arduino.cc: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Board>
- Borja, A. (2015). *Desarrollo e Implementacion de una placa de test gestionada por Arduino*. Tesis, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierias Industriales, Valladolid. Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/13170/1/TFG-P-251.pdf>
- D. Garzón, J. López, & A. Escobar. (2015). *INTELLIGENT ACTUATOR VALVE FOR HYDRAULIC SYSTEMS*. Universidad Distrital, Tecnología en Electrónica. Colombia: VISIÓN ELECTRÓNICA. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5020/2/Garz%C3%B3nRam%C3%ADrezDavidSteven2015.pdf>
- División de ingeniería de CRANE. (1992). *Flujo de fluido en la válvulas, accesorios y tuberías*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018
- fvandina. (2014). Válvula de Esférica. Ecuador. Recuperado el 03 de Diciembre de 2018, de https://www.fvandina.com/fvcolombia/productos/sanitarios.html?page=shop.product_details&flypage=flypage_boxed.tpl&product_id=769&category_id=314

- Godhini Prathyusha, & B.Ramamurthy. (2015). *Development of Arduino Based Flow Control*. Sri Krishnadevaraya University, Dept. Instrumentation & USIC. Anantapur: ijircce. doi:10.15680/IJIRCCE.2015. 0310065
- González Igualada, R. (2006). *Instrumentación y control*. Escual de Negocio (EOI). Madrid: SGS. Recuperado el 08 de abril de 2019, de <https://www.eoi.es/es/file/18375/download?token=QqVqKlhX>
- Instruments National. (1986). *Inicio de Logo*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de <http://www.ni.com/getting-started/esa/>
- Lara Naranjo, R. F., & Molina Salazar, C. A. (2011). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DIGITAL*. Tesis, Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, Latacunga. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>
- Lei Li, Hao Yan, & Changchun Li. (2017). *Research on Temperature Current Drift Characteristics Test of Force Feedback Hydraulic Servo Valve*. Artículo, School of Mechanical and Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing. doi:<http://dx.doi.org/10.5293/IJFMS.2017.10.4.328>
- MONTERROSO LÓPEZ, G. S. (2012). *COMPARACIÓN DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN ENTRE*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3452_C.pdf
- Ni LabView. (2018). *Un software de ingeniería de sistemas que requiere pruebas, medidas y control con acceso rápido a hardware e información de datos*. National Instruments. Recuperado el 02 de Noviembre de 2018
- Phan Thanh Hoa, Thien Xuan Dinh, & Van Thanh Dau. (2015). *Design Study of Multidirectional Jet Flow for a*. IEEE SENSORS JOURNA. Recuperado el 31 de octubre de 2018, de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7057663>
- Rahul Ramesh Iyengar. (2016). *THE WATER FLOW MONITORING MODULE*. Research and Development Engineer. International Journal of Engineering Research and General Science . Recuperado el 10 de 12 de 2018, de <http://pnrsolution.org/Datacenter/Vol4/Issue3/16.pdf>

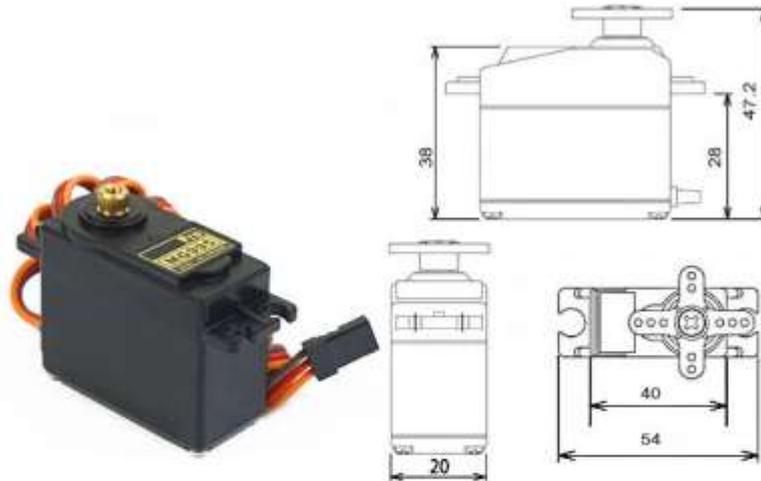
- Rishi Raj Saikia, & Ramesh H.R. (2016). *Real Time Implementation and Performance Analysis of a PID and a Fuzzy Controller for a Linear Process using LabVIEW*. UVCE, Dept. of EE. Karnataka: ijareeie. Recuperado el 11 de enero de 2019, de http://www.ijareeie.com/upload/2016/may/137_Real_Time.pdf
- Rishi Raj Saikia, & Ramesh H.R. (2016). *Real Time Implementation and Performance*. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Dept. of EE. Karnataka: IJAREEIE. Recuperado el 13 de 11 de 2018, de http://www.academia.edu/26964324/Real_Time_Implementation_and_Performance_Analysis_of_a_PID_and_a_Fuzzy_Controller_for_a_Linear_Process_using_LabVIEW
- Rodríguez Umaña, L. (2013). *MODELO DEL CONTROL DE NIVEL Y CAUDAL DE LÍQUIDO EN UN DEPÓSITO*. Docente Corporación Universitaria Del Meta del programa de Ingeniería Electrónica, Ingeniero Electrónico. Colombia: Revista de la Escuela de Ingenierías y Arquitectura. Recuperado el 14 de febrero de 2019
- Suguna .T.D, Sujatha .B.C, & H.Prasanna kumar. (2016). *Automatic Airflow Loop Control in Industrial*. University Visvesvaraya College of Engineering, Department of Electrical Engineering. Bengaluru, India: ijareeie. Recuperado el 03 de noviembre de 2018, de https://www.ijareeie.com/upload/2016/august/57_7_Automatic_HARD.pdf
- theorycircuit. (2013). *theorycircuit* . (Varios, Editor) Recuperado el 19 de Diciembre de 2018, de theorycircuit Wed site: <http://www.theorycircuit.com>
- Vega , N., Parra, P., Jiménez, J., & Nuñez, K. (2017). *Prototype of Exoskeleton Used in Child Rehabilitation with one Degree of Freedom*. Universidad Politécnica Salesiana, Grupo de Investigación de Procesos Industriales. Guayaquil: IEEE. Recuperado el 20 de febrero de 2019, de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8229502>
- Vega, N., Cárdenas, D., Parra, P., Solano, E., & Valencia, E. (2018). *Feeder Configuration and Coordination of Protections for an Electric Substation*. Universidad Politécnica Salesiana, Grupo de Investigación de Procesos Industriales (GIPI). Guayaquil: IEEE. Recuperado el 21 de febrero de 2019, de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8609758/authors#authors>

- Vega, N., Córdova, L., Parra, P., Álvarez, 7., & Andramuño, J. (2018). *Cascade Control Algorithm developed with Embedded Systems*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Guayaquil: IEEE. Recuperado el 21 de febrero de 2019, de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8609825>
- Vega, N., Córdova, L., Parra, P., Navarrete, V., & Andramuño, J. (2018). *Adaptive Control Implemented with Embedded Systems*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Guayaquil: IEEE. Recuperado el 21 de febrero de 2019, de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8609713/authors#authors>
- Vega, N., Fuente, P., Peñafiel, J., Negrete, T., & Parra, P. (2018). *Magnetic Levitation System with Interface for Position Control*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Guayaquil: LACCEI. Recuperado el 21 de febrero de 2019, de http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/full_papers/FP161.pdf
- Vega, N., Martillo, D., & Parra, P. (2017). *Didactic Equipment Developed with Embedded Systems for the Learning of Engineering*. Universidad Politécnica Salesiana, Grupo de Investigación de Procesos Industriales (GIPI). Guayaquil: IEEE. Recuperado el 20 de febrero de 2019, de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8229637>
- Vega, N., Parra, P., Negrete, T., & Llaguno, J. (2018). *Determination of the Degree of Fermentation of Cocoa through Different Techniques of Artificial Vision*. Universidad Politécnica Salesiana, Grupo de Investigación de Procesos Industriales (GIPI). Guayaquil: LACCEI. Recuperado el 22 de febrero de 2019, de http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/full_papers/FP163.pdf
- Vergara, J., Molina, R., & Machado, C. (2011). *Prototipo para control automático de nivel y caudal de*. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca: Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 02 de Febrero de 2019, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=505554810003>

Anexos

Anexo A: Hoja de datos de servo motor

MG995 High Speed Metal Gear Dual Ball Bearing Servo



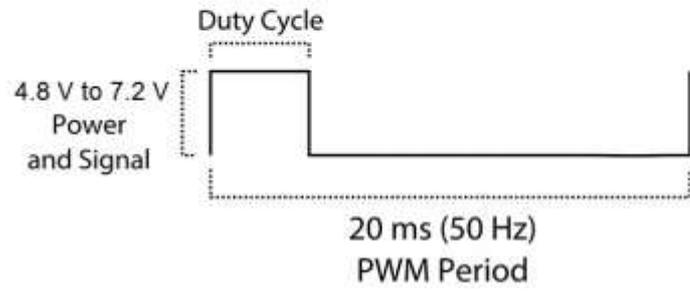
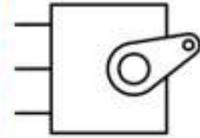
The unit comes complete with 30cm wire and 3 pin 'S' type female header connector that fits most receivers, including Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum and Hitec.

This high-speed standard servo can rotate approximately 120 degrees (60 in each direction). You can use any servo code, hardware or library to control these servos, so it's great for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. The MG995 Metal Gear Servo also comes with a selection of arms and hardware to get you set up nice and fast!

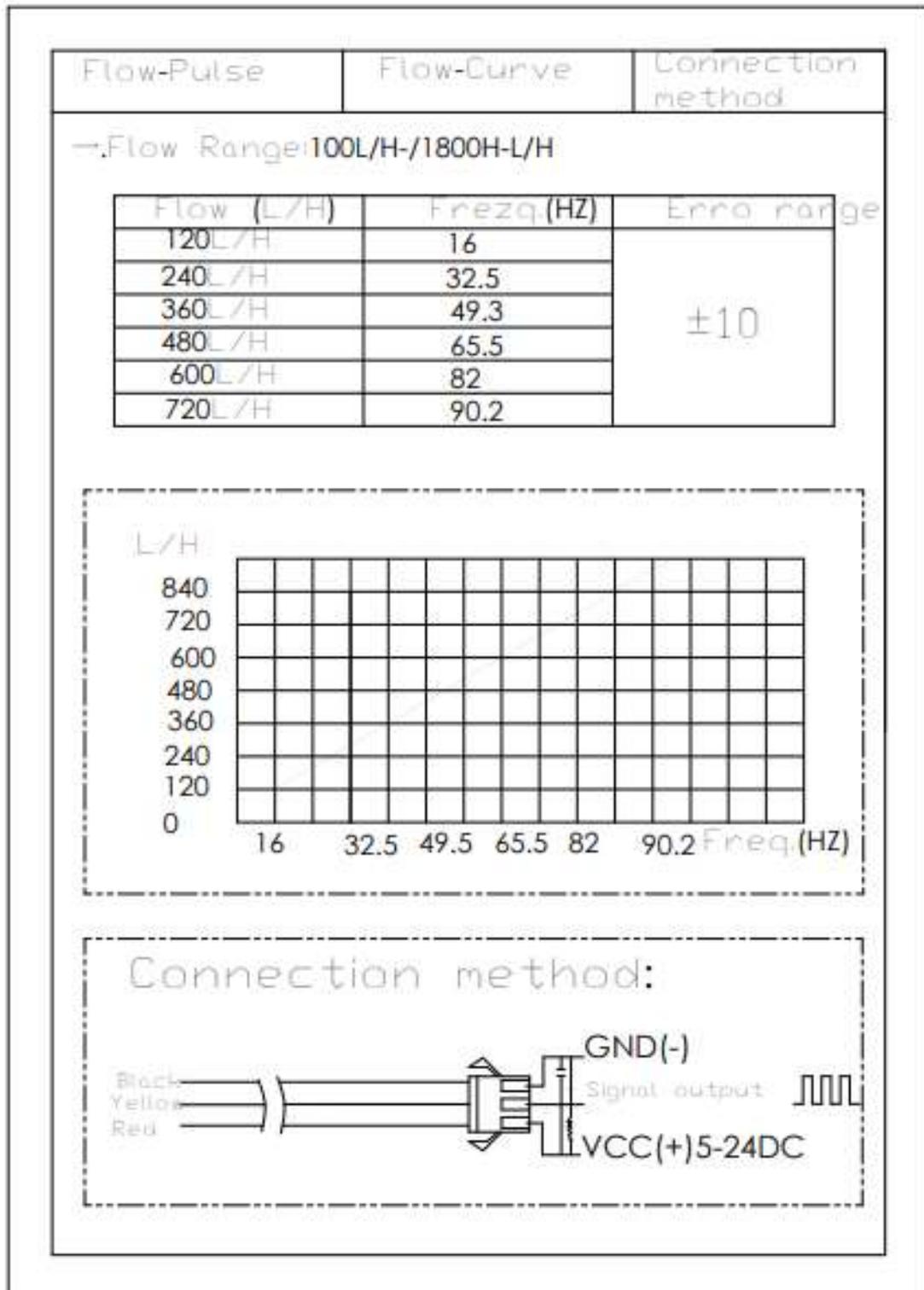
Specifications

- Weight: 55 g
- Dimension: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
- Stall torque: 8.5 kgf·cm (4.8 V), 10 kgf·cm (6 V)
- Operating speed: 0.2 s/60° (4.8 V), 0.16 s/60° (6 V)
- Operating voltage: 4.8 V a 7.2 V
- Dead band width: 5 µs
- Stable and shock proof double ball bearing design
- Temperature range: 0 °C – 55 °C

PWM=Orange (⌋⌋⌋)
Vcc = Red (+)
Ground=Brown (-)



Anexo B: Hoja de datos de YF-S201



YIFA the plastics Ltd Product Introduction

1. Model: YF-21
2. Product Name: Hall sensor
3. Flow Range: 1-30L/MIN
4. (1) Connection Method



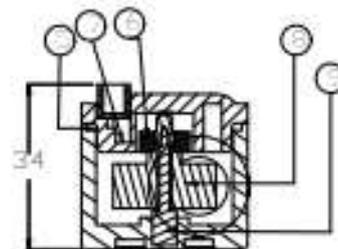
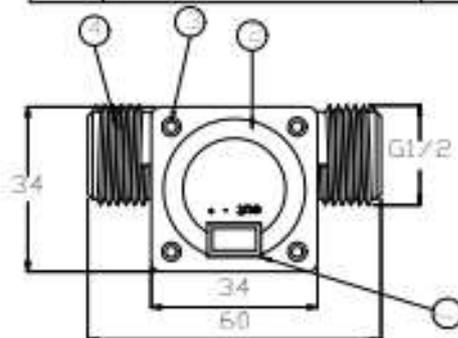
(2) Voltage Range 3.5-24VDC, Pulse Characteristic: $F=7Q(L/MIN)$

(3) Extent of error: $\pm 5\%$

- (4) Flow-Pulse
- 2L/MIN=16HZ 4L/MIN=32.5HZ 6L/MIN=49.3HZ
8L/MIN=65.5HZ 10L/MIN=82HZ

5. Bom

No.	Item	Material	Qty.
1	Connection wire		1
2	Bonnet	PA	1
3	Screw		4
4	Valve body	PA	1
5	Leak press valve		1
6	Magnet		1
7	Hall		1
8	Impeller	POM	1
9	Rustless steel axis	SUS304	1
10			
11			



Anexo C: Hoja de datos de llave esférica

spirax sarco

TI-P133-99
Issue 1

Válvula Esférica Modelo 400 - 1/4" a 2"

Descripción

Las válvulas esféricas Modelo 400 están construidas en latón forjado, con esfera y vástago de latón o acero inoxidable. Son aptas para operar con agua, vapor, aceite, gas y cualquier otro fluido compatible con sus materiales y dentro de su rango de presión y temperatura.

Tipos disponibles

M400 SS	Cuerpo de latón forjado, vástago de acero inoxidable, asientos de PTFE
M400 Br	Cuerpo de latón forjado, vástago de latón, asientos de PTFE.

Opciones

- Esfera con agujero de venteo.
- Asientos de PTFE reforzados con carbono y grafito.

Tamaños y tipo de conexiones

1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2".
Roscas NPT, BSP y BSPT.

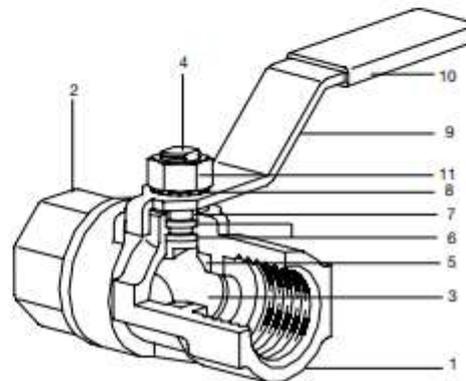
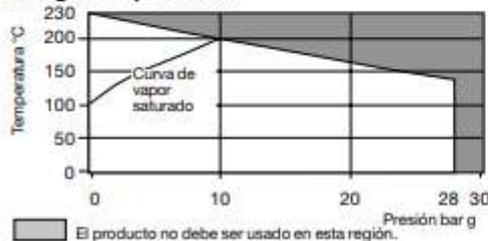
Datos Técnicos

Características de flujo	Lineal modificado
Paso	Reducido
Estanqueidad	Segun normas ISO 5208 (grado 3)

Condiciones limite

Temperatura máxima admisible	230 °C @ 0 bar g
Presión máxima admisible	28 bar g @ 140 °C
Máxima presión de vapor saturado	10 bar g
Prueba hidráulica	45 bar g

Rango de operación.



Materiales

N°	Parte	Material	
1	Cuerpo	Latón forjado	ASTM B 283
2	Tapón	Latón forjado	ASTM B 283
3	Esfera	Latón / Acero inoxidable	AISI 316
4	Vástago	Latón / Acero inoxidable	AISI 316
5	Asiento	PTFE	
6	Sellos de vástago	R-PTFE	
7	Separador	Latón	
8	Arandela seguridad	Acero al carbonon zincado	
9	Manija	Acero al carbonon zincado	SAE 1010
10	Grip	Vinyl	Naranja
11	Tuerca de vástago	Acero al carbonon zincado	SAE 12L14

Dimensiones y pesos (aproximados en mm y kg)

Tamaño	A	B	C	D	E	F	Peso
1/4"-3/8"	47.5	24	98.5	36.4	13	7.9	0.17
1/2"	55	27.5	98.5	38	14.5	10.3	0.21
3/4"	57.4	28.7	98.5	40	17.5	14	0.26
1"	75.6	37.8	114.3	46	21.5	19.8	0.50
1 1/4"	86	43	114.3	54	28	24.5	0.80
1 1/2"	99	50	152.4	62	33	31	1.20
2"	108	54	152.4	69	36.5	35.7	1.53

Valores de Kv

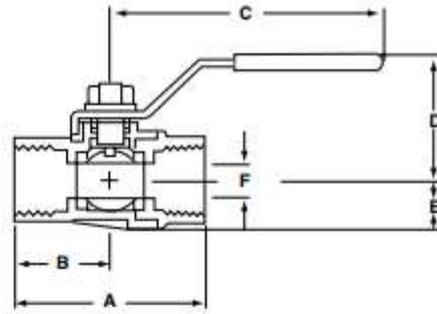
Tamaño	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	2.5	2.5	5	9	21	34	70	77

Para convertir $C_v(\text{UK}) = K_v \times 0.97$ $C_v(\text{US}) = K_v \times 1.17$

Par de accionamiento (N m)

Tamaño	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	2	2	4	6	8	20	25	35

Los pares indicados son estáticos para válvulas operadas con frecuencia, sometidas a una presión diferencial máxima. Para válvulas con largos periodos entre operaciones dicho par puede incrementarse hasta un 75%.



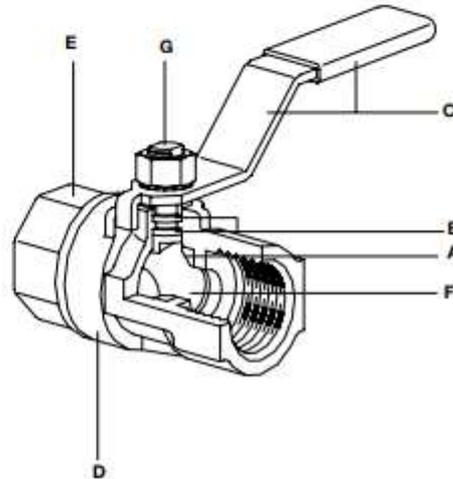
Como pasar pedido

Especificar: Tamaño, conexión, modelo y material.
Ejemplo: Válvula Spirax Sarco modelo M400 SS NPT de 1".

Repuestos

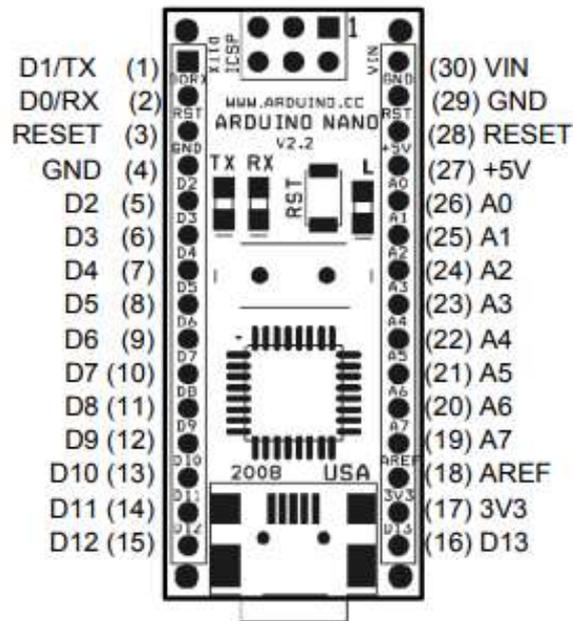
Repuestos disponibles	
Asientos	A
Anillos de Vástago	B
Manija con grip	C
Cuerpo	D
Tapón	E
Estera	F
Vástago	G

Como pasar pedido
Debe utilizarse la nomenclatura señalada en el cuadro anterior indicando el tamaño y tipo de válvula.
Ejemplo : 1-Asientos y sello de vástago para una válvula M400 de 1".



Anexo D: Hoja de datos de Arduino Nano

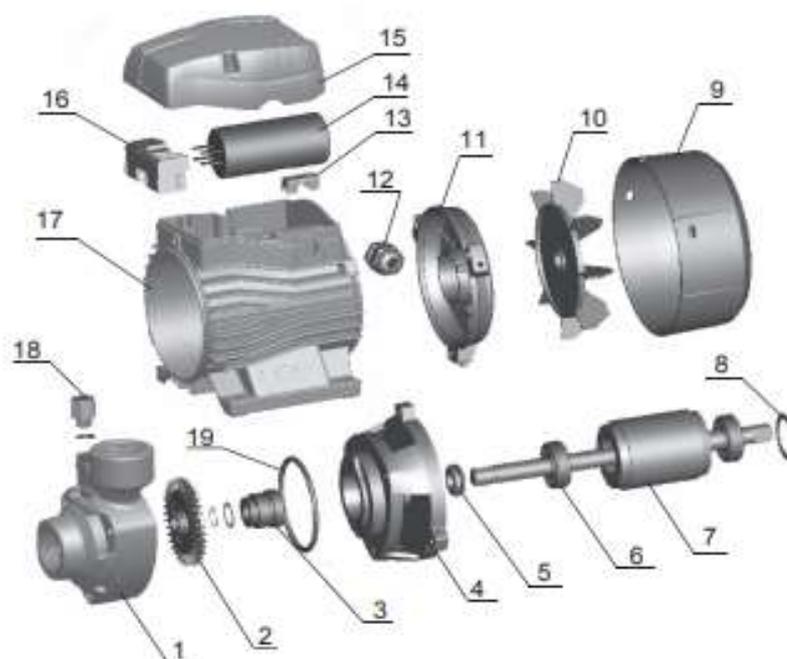
Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Anexo E: Hoja de datos de bomba de agua es ½ hp la marca LEO.

6. Partes



Posición	Descripción	Posición	Descripción
1	Cuerpo bomba (carcasa)	11	Tapa motor
2	Impulsor	12	Porta cable
3	Sello mecánico	13	Prensa cable
4	Soporte bomba	14	Capacitor (condensador)
5	Anillo de cierre	15	Tapa bornera
6	Balero	16	Bornera
7	Eje rotor	17	Caja bobinado
8	Arandela	18	Tapón de cebado
9	Tapa ventilador	19	Empaque cuerpo bomba
10	Ventilador		



¡ADVERTENCIA! Lea y entienda todas las instrucciones. No seguir todas las instrucciones listadas a continuación puede tener como resultado descargas eléctricas, incendio y/o lesiones personales serias. Siga cuidadosamente las siguientes instrucciones para obtener el mejor desempeño y una vida de servicio prolongada de su bomba. Póngase en contacto con su Centro de Servicio IUSA si tiene algún problema.

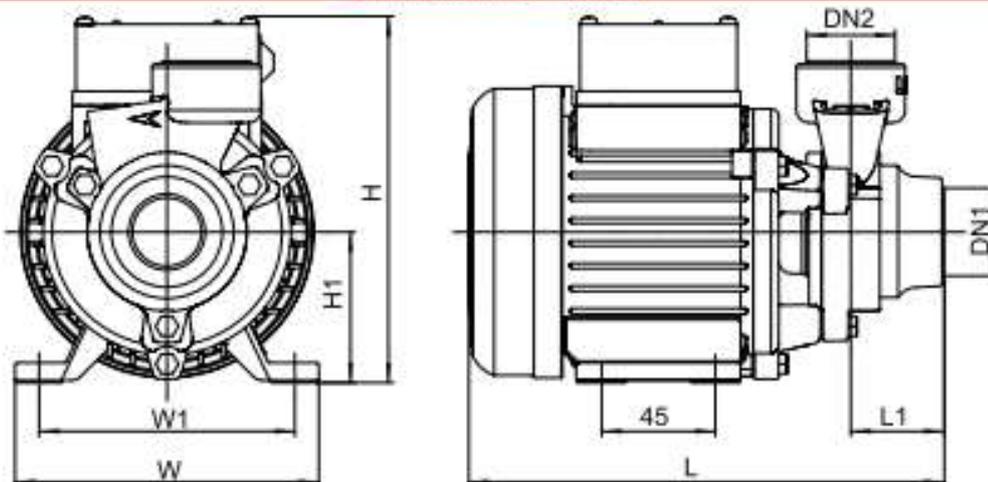
7. Instalación



La instalación y mantenimiento de este producto debe realizarse por personal calificado. La instalación y operación debe estar de acuerdo con la legislación y regulaciones locales.

Siga las instrucciones de este manual para la instalación apropiada de la tubería y tome las medidas de protección anti heladas dentro de ellas.

Dimensiones del equipo



MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L ₁ (mm)	* W ₁ (mm)	H ₁ (mm)
APm37			260	132	155	46.5	100	63
APm60	1" 25,4 mm	1" 25,4 mm	282	147	183	51	112	71
APm75			300	147	183	54.5	112	71

* La medida **W1** indica el espacio entre las perforaciones requeridas para fijar el equipo a piso firme o concreto con taquetes de expansión y tornillos de 1/4" con rondana y tuerca.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac** con C.C: # 070431609-0 autor del Trabajo de Titulación: **Desarrollo de sistema mecánico-eléctrico a una válvula convencional, que permita el control continuo del caudal**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 20 de marzo del 2019

f. _____

Nombre: Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac

C.C: 070431609-0

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Desarrollo de sistema mecánico-eléctrico a una válvula convencional, que permita el control continuo de caudal.		
AUTOR(ES)	Alarcón Castañeda, Emmanuel Isaac		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Vega Ureta, Nino Tello M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Electrónica en Control y Automatismo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	100
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas Microcontroladores		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	ARDUINO, MECANISMO, MECÁNICO-ELÉCTRICO, MICROCONTROLADORES, INTERFAZ DE USUARIO, CONTROL PID.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>En el mercado de electrónica localizado en el centro de Guayaquil, al querer adquirir una válvula de control continuo refleja algunos inconvenientes, como son: el rango de funcionamiento, los voltajes de alimentación, la rapidez de trabajo; así como la disponibilidad a la hora de comprar. En este trabajo de titulación se implementó un sistema de válvula que permita realizar control industrial, además de que disminuyan los costos. En el desarrollo de la propuesta se utilizó una válvula convencional de uso doméstico, a la cual se le aplicó un sistema tipo servo, conectándose en esta un sistema eléctrico que realice las variaciones del ángulo de posicionamiento, con el cual indirectamente modificó el caudal del líquido que pase por esta; durante este trabajo investigativo fue necesario alcanzar los objetivos de esta investigación; es decir, se observó la factibilidad que da este sistema, se realizaron pruebas experimentales, y el servo logró posesionar adecuadamente al prototipo, gracias a la buena calibración de las constantes de control PID que se probaron, se logró demostrar que gracias al caudal se puede interpretar la señal de lectura en el panel, logrando obtener ondas de frecuencia con la finalidad de llegar a una regulación de ambas cargas y mantener su gradiente de concentración en modo neutro.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593978202235	E-mail: emmanuelalarcon94@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593 96 760 8298		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			